



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Implementación de la teoría de restricciones para mejorar la
productividad en la empresa Industrias Metálicas Jovic E.I.R.L., 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORES:

Castro Mendoza, Mayra Jazmin (orcid.org/0000-0002-9340-4172)
Rojas Gastañadui, Eyllin Anali (orcid.org/0000-0001-9243-1606)

ASESOR:

Dr. Ulloa Bocanegra, Segundo Gerardo (orcid.org/0000-0003-1635-9563)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento.

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a cada una de las personas que estuvieron a mi lado durante mi periodo de estudiante, a mis padres y hermanos, ya que con su apoyo incondicional me dieron las fuerzas para seguir adelante cada día. A todos los que me aportaron un granito de sabiduría, útil para forjarme una meta y que hoy por fin siento culminada.

Eylin Analí Rojas Gastañadui

A mi madre, por su amor incondicional y apoyo constante en cada paso de mi camino académico. A mi familia, por su paciencia y comprensión en los momentos más difíciles. Este logro es gracias a ustedes.

Mayra Jazmín Castro Mendoza

AGRADECIMIENTO

A Dios por mantenernos con vida y salud.
A nuestros familiares por la motivación y el apoyo que nos brindaron en cada momento de este largo camino.

Por otro lado, agradecer a la mayoría de buenos maestros que tuvimos durante nuestra formación, quienes nos ayudaron a tener una idea clara de cómo mediante los conocimientos se puede llegar a ayudar a muchas personas. Que el hombre prevalece en el tiempo según el impacto logrado por sus ideas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES	50
ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
Tabla 2. Evaluación de la productividad en Jovic E.I.R.L., Julio a Octubre 2023..	21
Tabla 3. Toma de tiempos (minutos) de la producción de una silla pre – test, Jovic E.I.R.L., 2023	23
Tabla 4. Producción diaria de sillas en Jovic E.I.R.L., Julio y Agosto, 2023	25
Tabla 5. Actividades del proceso productivo en general.....	27
Tabla 6. Toma de tiempos post – implementación en el área de doblado, Jovic E.I.R.L., 2023	29
Tabla 7. Distribución y balanceo de línea de producción, Jovic E.I.R.L., 2023.....	32
Tabla 8. Toma de tiempos luego de aplicar la TOC en Jovic E.I.R.L., 2023.....	33
Tabla 9. MRP de materia prima	34
Tabla 10. Análisis de productividad Pre y Post implementación	37
Tabla 11. Análisis de indicadores operativos Pre y Post-implementación	38
Tabla 12. Operacionalización de variables	1
Tabla 13. Formato de ficha de estudio de tiempos	1
Tabla 14. Formato de ficha de registro de producción.....	2
Tabla 15. Ficha de estudio de tiempos validada por el jefe de producción – Pre test.	1
Tabla 16. Producción total de Julio y Agosto (Pre – Test)	1
Tabla 17. Producción (Julio) Pre – test.	1
Tabla 18. Producción (Agosto) Pre – test.	2
Tabla 19. Datos de ventas y costo de MP para hallar Throughput, Jovic E.I.R.L., 2023	1
Tabla 20. Ganancias netas de Jovic E.I.R.L. en los meses de Julio y Agosto, 2023	1
Tabla 21. Costos de materia prima Pre-test (Julio y Agosto).....	1
Tabla 22. Total de ventas Pre-test (Julio y Agosto)	2
Tabla 23. Total de gastos operativos Pre-test (Julio y Agosto).....	2
Tabla 24. Costos de materia prima Post-test (septiembre y octubre)	3
Tabla 25. Total de ventas post-test (septiembre y octubre)	3
Tabla 26. Total de costos operativos post-test (Septiembre y octubre)	3
Tabla 27. Comparativa funcional entre la máquina automatizada y la manual	5

Tabla 28. Ficha de registro de toma de tiempos post-implementación de la máquina dobladora	1
Tabla 29. Ficha de registro de toma de tiempos validada por el jefe de producción Post-test.....	2
Tabla 30. Producción total (septiembre y octubre) Post – implementación.	1
Tabla 31. Ficha de registro de productividad validada Post – implementación (Septiembre).....	1
Tabla 32. Ficha de registro de productividad validada Post – implementación (Octubre).....	2

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diseño de la investigación</i>	14
Figura 2. <i>DAP del método actual para la producción de una silla en Jovic E.I.R.L., 2023</i>	23
Figura 3. <i>Diagrama de procesos para identificar la restricción del sistema productivo en Jovic E.I.R.L., 2023</i>	27
Figura 4. <i>Diagrama de procesos para identificar una nueva restricción en Jovic E.I.R.L., 2023</i>	35
Figura 5. <i>DAP post-aplicación de la teoría de restricciones en Jovic E.I.R.L., 2023</i>	36
Figura 6. <i>Formato de diagramas DAP y DOP</i>	2
Figura 7. <i>Diagrama de causa-efecto con la problemática en el área de producción</i>	2
Figura 8. <i>Materia prima para la elaboración de 2 lotes de sillas (Septiembre y octubre)</i>	2
Figura 9. <i>Máquina dobladora de tubos de acero automática</i>	2
Figura 10. <i>Instructivo de la máquina dobladora automática (Original - Traducido)</i>	2
Figura 11. <i>Máquina manual dobladora de tubos de acero</i>	2
Figura 12. <i>Piezas elaboradas con la nueva dobladora automática</i>	2
Figura 13. <i>Instalaciones de la empresa</i>	2
Figura 14. <i>Obtención del permiso del gerente para elaborar la investigación</i>	2
Figura 15. <i>Tabla Westinghouse</i>	2
Figura 16. <i>Tabla de suplementos</i>	2
Figura 17. <i>Materiales para la elaboración de 2 lotes de sillas (Julio y Agosto)</i>	2
Figura 18. <i>Índice de similitud de la presente investigación</i>	2

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal mejorar la productividad mediante la implementación de la teoría de restricciones en la empresa metalmecánica Jovic E.I.R.L., 2023. El diseño empleado fue pre-experimental del tipo aplicada. El desarrollo partió de una evaluación inicial a dicha empresa utilizando instrumentos como diagrama de procesos, observación directa y fichas de registro, con lo cual posteriormente se determinó la productividad inicial de la empresa, a través de registros de producción.

Se determinaron tiempos y actividades no productivas que representaban un 18% de actividades que ocasionaban retraso en los tiempos y actividades, las cuales se le podrían asignar a otro personal.

Seguidamente, se implementó una máquina dobladora de tubos de acero automática, con el fin de mejorar los tiempos en el sistema productivo. Finalmente se determinó la productividad Post-Test, obteniéndose un porcentaje de variación positiva del 51.82% al implementar la teoría de restricciones. Además, el porcentaje de variación del factor máquina incrementó en un 51.81% y finalmente el porcentaje de variación de la mano de obra incrementó en un 64%.

Palabras clave: Teoría de restricciones, productividad, estudio de tiempos

ABSTRACT

The main objective of this research was to improve productivity through the implementation of the theory of constraints in the metalworking company Jovic E.I.R.L., 2023. The design used was pre-experimental of the applied type. The development began with an initial evaluation of the company using instruments such as Ishikawa diagram, Pareto diagram, direct observation and record sheets, with which the current productivity of said company will subsequently be determined through production records.

Non-productive times and activities were determined that represented 18% of activities that caused delays in times and activities, which could be assigned to other personnel.

Next, an automatic steel tube bending machine was implemented, in order to improve times in the production system. Finally, the Post-Test productivity is calculated, obtaining a percentage of positive variation of 51.82% when applying the implementation of the theory of constraints. In addition, the percentage of variation of the machine factor increased by 51.81% and finally the percentage of variation of labor increased by 64%.

Keywords: Theory of constraints, productivity, time study

I. INTRODUCCIÓN

En Chile, la metalmecánica tuvo un pésimo desempeño del rubro en 8 años, descartando el 2020, cuando debido a la pandemia, la actividad tuvo un contraste de 3,8%, además que, al realizar un análisis del comercio exterior durante este mismo año 2022, el grupo ARRIGONI señaló que los envíos de dicho rubro alcanzaron un total de productividad de US\$ FOB 2.505,6 millones, lo que representó un incremento de 5,4% con relación al año anterior. Por otro lado, el mercado americano promedió el 81,5% de las ventas al extranjero, liderando la lista Perú, con un 22,2% de ventas, siendo el siguiente Costa Rica, con un 13%, luego Argentina con un 11,5% y por último EE.UU., con un 9,4%. De acuerdo a la data brindada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México durante el segundo trimestre de 2022, el valor de las exportaciones del sector de elaboración de artículos metálicos tuvo un aumento de 51.6% que en activos fue de 3,605.1 millones de dólares (Portal Minero 2023; Pineda 2022).

La elaboración y producción de máquinas ha sido una fase complicada, en la que han participado muchos aspectos que determinan y limitan los sistemas productivos. La implementación de la Teoría de las Restricciones (TOC), ha arrojado resultados notables para empresas de todo el mundo. Un estudio independiente, descubrió que las empresas lograron el siguiente impacto (en promedio): una reducción media de 69% en los plazos de entrega, 66% reducción media en tiempos de ciclo, mejora media del 60% en rendimiento de la fecha de vencimiento, reducción media de 50% en niveles de Inventario, tiempo de entrega y reducción de inventario con una correlación de 0,77, Ingresos/Throughput: aumento medio del 68 % (excluido el valor atípico), ingresos/ Throughput /ganancias tuvo un aumento medio del 82%. Estos resultados, se observaron en varias geografías e industrias. Es así que se evidencia el buen funcionamiento de TOC, como un método utilizado para mejorar los beneficios en una organización compleja y en diversas multiplantas, permitiendo solucionar problemas independientemente de su giro y tamaño, enfocando su solución en procesos de pensamientos lógicos de causa-efecto

mediante la explotación de las restricciones o limitaciones del sistema (TOC Institute 2021; Janosz 2018; Gutiérrez et al. 2023).

A nivel nacional, Conexión ESAN (2020), afirma que TOC puede usarse tanto en sistemas físicos como digitales, y que su principal objetivo es optimizar los procesos productivos en diversas industrias. Su utilidad se manifiesta en la reducción de inventario y el incremento de la productividad. Es crucial implementarla de forma constante para lograr, a largo plazo, procesos cada vez más eficaces.

En Perú, la industria metalmecánica ha estado canalizando una cantidad significativa de recursos, hacia la adquisición de tecnologías y equipos avanzados para potenciar su producción. El aumento en la solicitud de sus productos y servicios, ha permitido al sector mantenerse al día con las dinámicas del mercado. La habilidad productiva de esta industria ha tenido un impacto significativo en el progreso económico del país. A medida que la productividad aumenta, la industria ha logrado generar más puestos de trabajo, lo que ha tenido un impacto positivo en la economía nacional. En marzo de 2022 tuvo un progreso de 5,1%, tasa superior a la consignada en febrero (+3,5%). Según este tipo de información, al año actual el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) anunció que la producción nacional en el sector de manufactura del mes de abril registró un incremento de 0,31%, pero en lo que va del 2023 acumula una caída de 0,24%. El desarrollo de la actividad productiva en los sectores económicos se encontró con dificultades debido al evento de El Niño Costero, que provocó precipitaciones superiores a las que normalmente se ven en las costas norte, centro y en la sierra norte y centro-occidental del país. Por otra parte, hubo mayor demanda externa de existencias no tradicionales en 7,26%, entre ellos, metalmecánicos, siderometalúrgicos y mineros no metálicos (DIAMETRAL 2023; Instituto de Estudios Económicos y Sociales 2022; La República 2023).

Según, Anticono et al. (2021), las empresas de producción metalmecánica en la Libertad han visionado una oportunidad para empezar a aumentar su productividad. Esto podría ser impulsado mediante herramientas que pone a su disposición la ingeniería Industrial, tales como la teoría de restricciones. En esta

región, el sector metalmecánico se sigue expandiendo. En el periodo acumulado entre enero y febrero de 2023, la actividad manufacturera aumentó en un 10,8%, respecto al periodo del año anterior (Banco Central De Reserva Del Perú 2023).

La empresa Industrias Metálicas Jovic E.I.R.L., está ubicada en Av. Túpac Amaru N° 1504 Urb. Alto Mochica SC. 1, se creó hace muchos años de manera empírica, pero ya en el año 2021 se estableció formalmente. Tiene como finalidad principal fabricar productos de melamine y metal, pero en el último año las sillas pandora o de PVC son las que han tenido mayor participación en el mercado, motivo por el cual el siguiente trabajo de investigación se enfocó netamente en este producto. Seguido de ello, se hizo hincapié en que la empresa está inmersa en la baja productividad de su proceso productivo, debido a los tiempos prolongados en la producción y, a que las técnicas de trabajo que se emplean actualmente, no dan los resultados que se requieren. Existe ausencia de maquinaria esencial para un buen funcionamiento de la empresa en sí, y a esto se añade la escasa eficiencia del personal debido a que tienen bastante desgaste físico en algunas áreas que implican el proceso productivo de las sillas. Es por ello que, para comprender mejor la realidad problemática, se utilizaron métodos de recopilación de datos y así poder evidenciar los principales problemas, se inició realizando una encuesta al personal ([Ver Anexo 04](#)), para luego proceder a identificar las causas que desencadenan la baja productividad. Estos se agruparon en un diagrama de Ishikawa ([Ver Anexo 05](#)).

El problema que aborda este estudio es: ¿Cuál es el impacto de implementar la Teoría de restricciones sobre la productividad de la empresa Industrias Metálicas JOVIC E.I.R.L., 2023? Como justificación teórica, Alvarez (2020), sostiene que hay diferentes razonamientos para justificar el valor de la investigación desde el punto de vista teórico. Es por ello que, la investigación se basa en la aplicación de la Teoría de Restricciones con el propósito de mejorar la productividad. En cuanto a la justificación práctica, Fernández (2020), hace referencia que cuando el desarrollo resuelve un problema o al menos plantea estrategias que al aplicarse contribuirán a su resolución. Este estudio se justifica de manera práctica con la intención de mejorar la eficiencia y rentabilizar el proceso productivo de los artículos que se elaboran en la empresa. Finalmente,

Fernández (2020), menciona que una investigación se justifica de manera metodológica cuando plantea o lleva a cabo un nuevo método o táctica que le permita alcanzar conocimiento válido o confiable. En el caso de esta investigación es mejorar y optimizar los procedimientos ya establecidos, detectar oportunidades de progreso y hallar respuestas que incrementen la eficacia y la productividad en la fabricación de artículos metalmecánicos.

Con base en esto, el objetivo general es implementar la Teoría de restricciones para mejorar la productividad de la empresa Industrias Metálicas JOVIC E.I.R.L., 2023. Además, se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) Analizar el estado actual del proceso productivo de la empresa Jovic, 2023. b) Determinar la productividad actual de la empresa Jovic, 2023. c) Implementación de la mejora mediante la metodología de teoría de restricciones en la empresa Jovic, 2023. d) Evaluar la productividad después de la implementación de la teoría de restricciones en Jovic, 2023.

Es así que, para el concurrente estudio se formuló la siguiente hipótesis general: la implementación de TOC incrementa la productividad de la empresa Industrias Metálicas JOVIC E.I.R.L., 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Al llevarse a cabo la utilización del mecanismo TOC, se ha podido comprobar mediante varias investigaciones el impacto positivo que ésta tiene dentro de las organizaciones, específicamente en el sector metalmeccánico. Siendo así que, Espín-Guerrero et al. (2022); Coveñas (2018); y Cardenas y Sicche (2022), evidencian en sus estudios que la aplicación de TOC optimiza los sistemas de producción, aumentando su productividad, para de esta manera hacerlos más rentables y efectivos, centrándose en eliminar el punto más débil del funcionamiento en lo que respecta a los procesos. Apoyándose también en instrumentos de ingeniería, estudio de tiempos y técnicas de optimización constante, tal es así que, Espín-Guerrero et al., en su investigación lograron optimizar su producción en un 25%, incrementando su utilidad bruta en un 12.91%. Por su parte, Coveñas consiguió incrementar la productividad total promedio de 1.1266 a 1.5100. Paralelamente, Cardenas y Sicche, lograron disminuir las pérdidas en el área productiva en un 91, 28%, en comparación con el diagnóstico inicial, utilizándose las herramientas lean y TOC.

Según, Martínez et al. (2016); Mauricio y Armijos (2021); y Tuñoque (2021), manifiestan que TOC en la actualidad continua siendo un área de investigación valiosa para mejorar la eficacia en los sistemas de producción. La integración de esta metodología con otras técnicas y herramientas como son los estudios de tiempos, de trabajo, y midiendo los resultados en sus indicadores: throughput, inventarios, y gastos operativos, elevan su confiabilidad en la consecución de resultados vinculados a la optimización de recursos mediante la detección de limitaciones que provocan cuellos de botella en los sistemas. Tal es así, que Martínez et al., en su estudio maximizó sus ingresos a un nivel de 12%, su inventario se redujo a cero y sus gastos operativos quedaron estables, con la reasignación de recursos y reducción de tiempo de ciclo. Por su lado, Mauricio y Armijos lograron una disminución considerable en los costos, logrando así una relación beneficio/costo de 1.27. Tuñoque logró aumentar su productividad en un 34%, elevando su productividad de 7.53 a 10.10 unidades por trabajador, con una relación beneficio/costo de 2.12.

La investigación de Juiña, Cabrera y Reina (2017), evidencia que TOC puede aplicarse también en las diferentes industrias que utilizan modelado y simulación. Sirve para evaluar inicialmente las oportunidades de mejora e implementarlas.

Los investigadores Pilco (2016); y Macavilca (2019), afirman que cuando se busca incrementar la productividad de los procedimientos, se realiza utilizando los recursos disponibles, centrando los esfuerzos en la limitación del sistema, al mejorar estos aspectos, se logra una mayor eficacia y competitividad. Basándose en TOC y mecanismos de apoyo como la estandarización de los tiempos, evaluación financiera, estudios de trabajo, diagramas de Ishikawa, Pareto, entre otras técnicas de ingeniería. Siendo que Pilco, logró aumentar los ingresos de la empresa al elevar la capacidad de producción en un 45%, pasando de 1.375 a 2 puertas por trabajador. Esto se reflejó en una proyección de ingresos con una TIR del 272,98% y un costo-beneficio de 14,51. Por su lado, Macavilca, consiguió incrementar la productividad promedio en un 34%, pasando de 1.887 a 2.522 unidades, según los registros de la empresa de estudio de enero a junio.

Por su parte Balvin y Bazán (2020); y Gutiérrez y Yengle (2019), argumentan en sus investigaciones que TOC es plantear un método de mejora continua con el objetivo de incrementar y hacer efectiva la producción, ayudando de alguna manera a las organizaciones a aumentar sus ganancias con una perspectiva simple y práctica, determinando las restricciones para alcanzar sus objetivos, permitiendo realizar los cambios necesarios para erradicarlos definitivamente. Esto fue posible gracias al empleo de diversas herramientas proporcionadas por la ingeniería industrial, tales como diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, productividad de mano de obra, estudio de tiempos, estudio económico, indicadores de rentabilidad y análisis de sensibilidad, etc. Balvin y Bazán, en su estudio al aplicar la teoría de restricciones, consiguieron disminuir el tiempo necesario para el proceso de recurtido al cambiar del secado al ambiente al túnel de secado, logrando un tiempo de 391,95 minutos en comparación con los 1199,79 minutos previos. Esta modificación representó una reducción del 56% en el tiempo de este proceso y del 26% en el tiempo total de producción.

Además, se incrementó la producción de 2880 pieles al mes a 8450 pieles al mes en el proceso de recurtido, logrando una eficiencia de 34%. Del mismo modo Gutiérrez y Yengle, mediante el estudio de tiempos en su investigación encontraron que la restricción principal de todo el proceso fue la operación de secado al ambiente, para lo cual aplicaron TOC a través del software ProModel obteniendo como resultados que al implementar un túnel de secado TTH la productividad se elevó en un 18% pasando de 2 a 11 lotes por mes. Evidenciando que aplicar la metodología de TOC logró incrementar los índices de productividad.

Este estudio se fundamenta bajo la Teoría de la Producción, que analiza la correlación entre los elementos de producción (tierra, trabajo, capital, empresario) y la generación de bienes y servicios. Esta teoría investiga cómo un incremento en ciertos factores productivos puede influir en la producción resultante (CK-12 Foundation 2022).

La variable independiente, Teoría de restricciones (TOC), es un sistema de mejora continua para optimizar y gestionar el rendimiento de las restricciones en un contexto global, tratando de lograr una mejora general del sistema y no solo mejoras localizadas. Ayuda a las empresas a mejorar la rentabilidad y eficiencia de las empresas mediante el aumento de las ventas, la calidad del servicio al cliente y la reducción de costos en áreas como los tiempos de entrega y los inventarios, etc (Dias et al 2019; Zambrano et al. 2021).

Este mecanismo utiliza un conjunto de herramientas que tienen como objetivo promover y elevar el desempeño de los sistemas, este consta de cinco pasos del planeamiento para la gestión de la producción, siendo éstos: el paso 1 es identificar el cuello de botella: Identificar que parte del sistema limita la capacidad de todo el sistema. El paso 2 consiste en explotar los cuellos de botella: Esto significa descartar las limitaciones del sistema sin inversión adicional. El paso 3 es subordinar todo a la decisión anterior: El punto es hacer que otros recursos ilimitados se ocupen del recurso que tiene el cuello de botella o capacidad limitada. El paso 4 se basa en elevar la capacidad del cuello de botella: Esto significa anticipar fallas, como el mantenimiento preventivo completo de la maquinaria, el mantenimiento del inventario de materia prima y

el control de calidad adecuado para la producción de productos defectuosos. Y finalmente en el paso 5 se debe regresar al paso 01: una vez elevada la restricción, volver al primer paso para identificar la siguiente limitación (Dias, Silva y Tenera 2019; Rota y De Souza 2021).

TOC se aplica a una amplia gama de actividades, como producción, finanzas, plan, marketing, cadenas de suministro, gestión, venta al por menor, etc. Las restricciones en cuestión pueden ser físicas (como un cuello de botella que ocurre cuando los recursos que posee una empresa tienen una capacidad por debajo de la demanda, lo que resulta en tiempo de inactividad) o no físicas (como procedimientos, moral y capacitación) (Erraoui y Charkaoui 2023; Septiadi et al 2023).

Respecto a las mediciones para el desempeño operacional; TOC asegura que los objetivos de una organización pueden evaluarse mediante un conjunto de tres indicadores: Throughput (T): es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas. Se determina calculando el valor de las ventas, medidas en dinero restándole el costo de la materia prima (Gutiérrez et al. 2023; Kefe y Tanış 2023).

$$\text{THROUGHPUT (T)} = \text{PRECIO DE VENTA} - \text{COSTO DE MATERIA PRIMA}$$

Inventario (I): es dinero inmovilizado en el sistema bajo la forma de inventario, equipos; etc. incluye: inmuebles, equipos, materias primas, trabajos en curso, productos finales, patentes, marcas, etc. Y Gastos operativos: es todo el dinero gastado dentro del sistema para convertir el inventario en Throughput. Esto se refiere a todo todos los costos fijos, es decir, salarios, reparación y mantenimiento, gastos generales, etc. (Janosz 2018).

$$\text{GASTOS OPERATIVOS} = \text{G. DE VENTAS} + \text{G. ADMINISTRATIVOS} + \text{GASTOS DE FABRICACIÓN}$$

Medir los movimientos en las actividades, ayudan a definir si dichas actividades agregan valor o no a un proceso. El cálculo de las actividades necesarias e innecesarias son importantes para evaluar la estabilidad y el rendimiento de un proceso (SOCCONINI 2019 p. 37; Mendoza et al. 2021).

$$I.V = \left(\frac{\text{Total A.V} - \text{T.A.N.V}}{\text{Total A.V}} \right) * 100$$

Donde:

I. V: Índice de actividades que agregan valor

A. V: Actividades que agregan Valor

A. N. V: Actividades que no agregan valor

El estudio de tiempos es una técnica que implica medir el tiempo laboral necesario para cada proceso en la fabricación de un producto, con el objetivo de eliminar sistemáticamente las operaciones que no aportan valor al proceso, de acuerdo a un criterio o método establecido. El tiempo normal se detalla como el tiempo que requiere el trabajador para ejecutar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora (razones personales o circunstanciales inevitables). El tiempo estándar se refiere al tiempo requerido para que un operario desempeñe su tarea a un ritmo normal y en circunstancia ideal en su lugar de trabajo. Por lo tanto, es importante calcular el tiempo normal necesario para que el operador complete la tarea y relacionarlo con las tablas de Westinghouse y sus suplementos de trabajo (Bravo et al. 2018; Muñoz 2021; Miño et al. 2019; NIEBEL 2009 pág. 358).

$$\mathbf{TE} = \mathbf{TN} * (1 + \mathbf{S})$$

TE: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

S: Suplementos

Un diagrama de proceso ilustra el funcionamiento de un proceso y sus distintas fases. Su propósito es mejorar la comunicación entre equipos, detectar áreas para mejorar y llevar un registro del avance. Sirve como una representación visual de los pasos requeridos para finalizar una tarea específica o alcanzar un resultado deseado (Marie 2023).

La tasa de producción, es la métrica de la cantidad de tiempo que conlleva realizar la operación para elaborar los productos. Calculando la tasa de producción, la gerencia puede tener conocimiento de la eficacia relativa en las operaciones y utilizar esta data para incrementar la producción y el precio de control. Esta indicador lleva un registro de la cantidad de unidades que el equipo produce durante su jornada laboral (Gartenstein 2018).

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{\text{Tiempo total de turno}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad}}$$

La capacidad de producción, es la producción máxima de una instalación, saberlo ayuda a proporcionar a los clientes plazos de entrega más precisos y puede ser de gran ayuda para pronosticar el flujo de caja, es una medida en productos finalizados en un lapso específico, que exhibe la producción potencial. Esto significa el límite teórico máximo de bienes que pueden ser manufacturados utilizando las máquinas, la mano de obra y los recursos instalados (Turovski 2023).

$$C_p = \text{Días laborables al mes} * \text{Tasa de producción diaria}$$

El Diagrama de Proceso (DOP), es una representación gráfica que muestra un proceso completo, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto terminado. Este diagrama incorpora elementos como insumos de materia prima, operaciones, inspecciones, duraciones, máquinas, puntos de montaje y componentes, entre otros. El Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) es un gráfico detallado que facilita un análisis más profundo del proceso. Es un DOP al que se le incorporan los transportes, las esperas y los almacenamientos. Incluye datos sobre tiempos y distancias (BOCÁNGEL et al. 2021).

La eficiencia de la cadena de producción, se refiere directamente a los puntos de producción en los que una empresa logra el mayor rendimiento posible en función de los recursos dados. El tiempo de ciclo de una línea, es el tiempo máximo que se permite para trabajar en la fabricación de una unidad en cada estación, si el tiempo que se requiere para trabajar con los elementos de una estación es mayor que el tiempo de ciclo de la línea, entonces es por seguro de que habrán cuellos de botella en la estación, los cuales dificultarán que la línea consiga su tasa de producción deseada (Carro y González 2012).

$$\text{Eficiencia de línea de producción} = \left(\frac{\sum T}{N \times C} \right) \times 100$$

$\sum T$ = Tiempo total de línea de producción

N = Número de recursos

C = Tiempo de ciclo

El método MRP, resulta esencial en lo que respecta a la optimización del sistema productivo de una empresa, esto se debe a que los resultados que brinda son importantes para disponer adecuadamente de la capacidad de almacenar materia prima en los almacenes, muy aparte de poder llegar a determinar que personal o maquinaria es de mucha necesidad para elaborar un producto. Este método, controla y coordina la materia prima para que esté disponible cuando se requiera, sin mantener un inventario excesivo (Guamán et al. 2018).

El balance de línea en la producción, implica armonizar los tiempos de trabajo entre el operador y la maquinaria para ajustarse a la tasa de producción, conocida como tiempo takt. Este último, indica la velocidad requerida para fabricar piezas o productos y satisfacer la demanda del cliente. En una línea de producción específica, si el tiempo de producción coincide exactamente con el tiempo takt, la línea se considera perfectamente equilibrada. De lo contrario, se deben redistribuir o reorganizar los recursos para eliminar cuellos de botella o excesos de capacidad (Tulip 2023).

La productividad, se refiere al grado de eficiencia con el que se utilizan los recursos, y la correlación entre la producción y los insumos para generar valor agregado. También, es la medida que se tiene para poder conocer la administración correcta de los bienes, en función de la cantidad y calidad de éstos junto a la posibilidad que brindan de alcanzar los objetivos (Muñoz 2021; Sarmiento 2020; SOCCONINI 2019 pág. 23).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Entradas}}{\text{Salidas}}$$

La productividad, es un indicador económico que determina la cantidad de bienes y servicios producidos por cada recurso utilizado (trabajadores, capital, tiempo, costos, etc.) en un período de tiempo específico. Es un indicador importante, y se debe medir constantemente para conocer el verdadero estado de las mejoras. A través de la mejora de la productividad, es posible incrementar la compensación para el trabajo, el capital y la gestión (Becerril y Jacobo 2021; SOCCONINI 2019 pág. 25; Andrés y Sempere 2023).

La productividad de mano de obra, permite conocer la capacidad de producción mensual por cada operario. Evalúa la cantidad de unidades que se fabrican por cada hora de trabajo realizada (López et al. 2021; Andrés y Sempere 2023).

$$\mathbf{PRODUCTIVIDAD}_{MO} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas – hombre}}$$

$$\mathbf{PRODUCTIVIDAD}_{MO} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Nº de personas que participan en la producción}} = \text{Unid/Persona}$$

La productividad del factor máquina, indica cuantos productos obtiene un elemento productivo (un trabajador, una máquina etc.) en un tiempo determinado (Martínez 2019).

$$\mathbf{PRODUCTIVIDAD}_{FM} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Nº de máquinas}} = \text{Unid/máquina}$$

Dada la relevancia de la productividad, es esencial contar con instrumentos que faciliten su evaluación y administración. De esta manera, los administradores pueden estar al tanto del progreso de cada uno de los procesos internos y realizar las modificaciones necesarias en función de los resultados obtenidos (Fontalvo, De la Hoz y Morelos 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Indeed (2023), aclara que la investigación aplicada es un tipo de método que busca encontrar soluciones prácticas mediante las ciencias naturales para problemas existentes en la vida real. La presente investigación siguió la misma finalidad, ya que requirió emplear herramientas como la Teoría de restricciones para mejorar la productividad de la empresa Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.

Una investigación cuantitativa, se centra en las mediciones objetivas y el examen estadístico, matemático o numérico de los datos obtenidos a través de estudios, cuestionarios, o por medio de la manipulación de información estadística ya existente, utilizando técnicas informáticas (Labaree 2023).

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación pre-experimental, implica el análisis de un caso singular en el que un conjunto se somete a una intervención o circunstancia, y posteriormente se evalúa para determinar si hubo algún impacto (Alleydog 2023).

En este sentido, se aplicó TOC para determinar su efectividad en la variable dependiente (Productividad), a través de un diseño de Pre-prueba y Post-prueba.

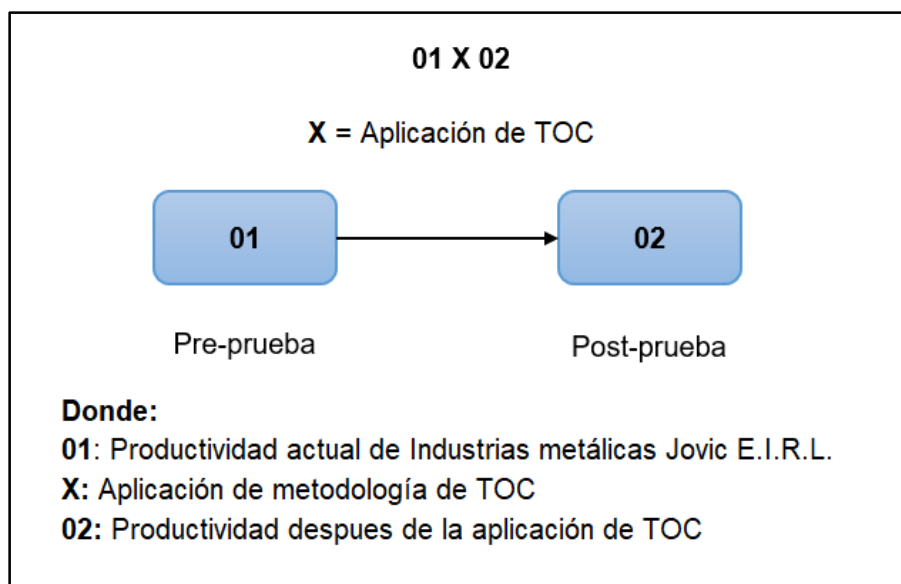


Figura 1. Diseño de la investigación

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variables

Variable independiente: Teoría de restricciones (Cuantitativa)

Stopka et al. (2023), describe a TOC como una metodología de sistema multifacético, que ofrece soluciones innovadoras. Se centra en el punto más débil de la cadena para optimizar el rendimiento de los sistemas productivos, administra las limitaciones que obstaculizan el progreso de la organización hacia su objetivo; generar ingresos ahora y en el futuro (Romero, Ortiz y Caicedo 2019).

Variable dependiente: Productividad (Cuantitativa)

Becerril y Jacobo (2021), definen la proporción entre los resultados obtenidos y el tiempo empleado para lograrlos: cuanto menos tiempo se requiera para obtener el resultado deseado, más productivo será el sistema.

3.2.2. Operacionalización

Se muestra la matriz de operacionalización de variables ([Tabla 12](#)).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

De acuerdo con, Villegas (2022), es un conjunto estimado para un estudio o argumentación estadística. La población en estudio no se condiciona únicamente a la población humana. Es un compuesto de aspectos que tienen algo en común. Pueden ser objetos, animales, medidas, etc., con distintas

peculiaridades dentro de un grupo. En este estudio, la población estuvo conformada por los 9 procesos dentro del área de producción, en conjunto de los 5 trabajadores que laboran en esta misma área en la empresa Industrias Metalmecánica JOVIC E.I.R.L., 2023.

✓ **Criterios de inclusión**

Trabajadores del proceso productivo, personal fijo en la empresa.

✓ **Criterios de exclusión**

Trabajadores nuevos, en periodo de prueba o de entrenamiento.

3.3.2. Muestra

Según, Fleetwood (2018), es un grupo más reducido de datos que un investigador elige o selecciona de una población más grande usando un método de selección predefinido. En la presente investigación, se asumió que la muestra sea la misma que la población.

3.3.3. Muestreo

Para, Turner (2020), es la selección de un subconjunto de la población de interés en un estudio de investigación. En este estudio de investigación, no se realizó un muestreo, porque la muestra fue igual a la población estudiada.

3.3.4. Unidad de análisis

Según Kumar (2018), cuando la unidad de análisis no está clara para el investigador, no puede definir el problema de investigación, no puede hacer hipótesis, no puede decidir el método de muestreo, no puede seleccionar el instrumento de medición correcto para la recopilación de datos, no puede decidir la opción válida de análisis de datos y finalmente no puede generalizar los resultados a una población. Todo su trabajo de indagación estará en situación de peligro. La unidad de análisis afecta a todos los elementos del proceso de investigación. Para el presente estudio, la unidad de análisis fueron cada una de las 9 estaciones del proceso productivo en conjunto de los 5 trabajadores, dentro de la empresa Industrias Metálicas JOVIC E.I.R.L.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos es el acto de reunir y medir información en relación a variables de interés de forma sistemática, lo que facilita contestar a las preguntas de investigación planteadas, validar hipótesis y evaluar los resultados (Sajjad 2018).

Las técnicas de recopilación de datos se refieren a los procedimientos empleados para reunir y analizar diversas formas de información. Los enfoques tradicionales para recolectar datos comprenden la revisión de documentos asociados a un tema, así como la ejecución de entrevistas y observaciones (Manawis 2023).

Las técnicas de recolección de datos, como pruebas, cuestionarios, inventarios, guías de entrevistas, escalas de calificación y esquemas de encuestas, son formas utilizadas para obtener información sobre aspectos esencialmente idénticos de 10 o más participantes (Legal Information Institute 2023).

Para llevar a cabo el desarrollo de los objetivos específicos, se utilizaron las técnicas e instrumentos de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fase de estudio	Fuentes de información	Técnicas	Instrumentos	Tratamiento /Proceso	Resultados esperados
Analizar la situación actual de los procesos de la empresa.	Investigadores -Trabajadores y Gerente	Observación directa	Diagrama de operaciones	Extracción de información	Se diagnosticó la situación actual del proceso productivo que mantiene la empresa Industrias Metálicas JOVIC E.I.R.L.
			Diagrama de análisis		
			Guía de observación		
			Ficha de estudio de tiempos		
Determinar la productividad actual de la empresa.	Investigadores -Trabajadores y Gerente	Análisis Documental	Registro de Producción	Extracción de información	Se determinó la productividad inicial antes de la implementación en la empresa.
			Indicadores operativos de TOC		
Implementar una mejora mediante la herramienta de TOC.	Investigadores -Trabajadores y Gerente	Observación Directa	Diagrama de procesos	Análisis de información	Se logró llevar a cabo la implementación de una mejora usando TOC, para de esa
			Enfoque TOC		

			Balance de línea de ensamble		manera eliminar la restricción que padece el sistema productivo.
			DAP		
Evaluar la productividad después de la implementación de la teoría de restricciones.	Gerente – Investigadores	Análisis documental	Registro de Producción	Análisis de información	Se determinó la productividad después de la implementación, visibilizando mejoras.

VALIDEZ

Se especifica como la dimensión en que un concepto se mide con precisión en un estudio cuantitativo. Es de vital importancia tener en cuenta la validez y la fiabilidad de estos mecanismos de recopilación de datos (instrumentos) al desarrollar o criticar una investigación (Heale y Twycross 2015).

[\(Ver Anexo 2\)](#)

CONFIABILIDAD

La confiabilidad se refiere a la capacidad de obtener la misma respuesta al usar un instrumento de medición varias veces. En palabras simples, la confiabilidad de una investigación se refiere al grado en que el método utilizado genera resultados consistentes y estables. Se considera que una medida específica es confiable si su aplicación repetida en el mismo objeto de medición produce los mismos resultados (BUSINESS RESEARCH METHODOLOGY 2019).

3.5. Procedimientos

El proceso de investigación consiste en una serie de procedimientos sistemáticos por los que debe pasar un investigador para generar conocimiento que será considerado valioso por el proyecto y enfocado en el tema relevante. Para realizar una investigación eficaz, se deben comprender los pasos del proceso de esta y seguirlos (Villegas 2022).

La investigación se llevó a cabo mediante el siguiente procedimiento:

Como primera instancia se visitó las instalaciones de la empresa ([Figura 15](#)), se conversó con el gerente ([Figura 16](#)) para obtener el documento correspondiente que otorgue el permiso completo para acceder a toda la información y datos necesarios para la investigación, como la producción mensual, el número de empleados, todos los procesos, las horas de trabajo, y de esa manera poder empezar a desarrollar la investigación ([Anexo 03](#)). Posteriormente, se realizó un análisis del sistema de trabajo en el área de producción a través de la observación directa ([Anexo 1.1](#)). Se realizó un estudio de los mecanismos que podrían utilizarse para identificar la restricción principal, con el objetivo de buscar una mejora. Se efectuó una recopilación de datos antes de la implementación de la mejora.

En el desarrollo del primer objetivo específico, se utilizaron herramientas como la guía de observación directa ([Anexo 1.1](#)), la cual sirvió como recolector de información crucial. Luego se aplicó el diagrama de operaciones de procesos (DOP) ([Anexo C2](#)), para posteriormente emplear un diagrama de análisis de procesos (DAP) ([Anexo C3](#)), esto con el propósito de entender el sistema productivo actual y su secuencia, al mismo tiempo que se estudiaron las operaciones. Se registraron también los tiempos mediante una ficha de estudio de tiempos ([Tabla 15](#)), de esta manera se conoció el transcurso de duración que tienen las operaciones.

Para el desarrollo del segundo objetivo específico, se determinó la productividad inicial de la empresa mediante la técnica de análisis documental y observación directa antes de la implementación de mejora, empleando la herramienta de registro de producción ([Tabla 17](#))([Tabla 18](#)) para los meses de julio y agosto, donde se recopilaron los datos requeridos, esto con el fin de diagnosticar el nivel actual de productividad de la empresa, también se analizaron los indicadores financieros de la teoría de restricciones como son el Throughput, y los gastos operativos.

En el tercer objetivo específico, para mejorar la restricción hallada se aplicó la metodología de TOC; en el paso 1 se identificó el cuello de botella mediante un diagrama de procesos, donde se observa la estación que genera exceso de tiempo en la elaboración de una silla, seguidamente en el paso 2 de explotación de la restricción se trataron las actividades que no agregaban valor al proceso

productivo, se calculó la tasa de producción diaria y la capacidad de producción al mes antes y después de explotada la restricción. Luego, en el paso 3 de subordinación se llevó a cabo un balance de línea para hacer que todos los procesos vayan al ritmo de la nueva capacidad de la restricción. En el paso 4 de elevación, se incorporó un sistema MRP para gestionar su inventario de forma más eficaz. Para el paso 5, se realizó nuevamente un análisis con el fin de identificar una nueva restricción, hallando que la línea de ensamble estaba eficiente, con los tiempos adecuados de producción.

Finalmente, para el logro del último objetivo específico, se evaluó la productividad mediante el registro de producción (post-test) [\(Tabla 31\)](#)[\(Tabla 32\)](#) de los meses de septiembre y octubre, para así analizar cuanto es que se logró producir luego de la aplicación de la teoría de restricciones. Seguidamente, obtenidos los resultados, se llevó a cabo un análisis comparativo de la productividad antes y después, así como las variaciones obtenidas. Finalmente se obtuvo que la producción incrementó, con un porcentaje de variación del 51.82% en comparación con la producción inicial, del mismo modo se logró elevar la tasa de variación de la utilidad neta en un 58.68%.

3.6. Método de análisis de datos

Según, Calzon (2023), el análisis de datos es el proceso de recopilar, modelar y analizar datos utilizando varios métodos y técnicas estadísticas y lógicas. Las empresas confían en los procesos y herramientas de análisis para extraer información que respalde la toma de decisiones estratégicas y operativas. Estas se basan en los procedimientos de estadística descriptiva e inferencial.

📊 Análisis descriptivo

Contribuye a detallar y comprender las particularidades de un conjunto de datos en particular al proporcionar resúmenes concisos sobre la muestra y las mediciones de los datos. Las medidas de tendencia central más reconocidas en la estadística descriptiva son el promedio, la mediana y la moda. Estas se aplican en prácticamente todos los grados de matemáticas y estadística (Hayes 2023).

En este estudio, se empleó la estadística descriptiva para examinar las frecuencias obtenidas de los datos recopilados, haciendo uso de tablas

resumidas y gráficos comparativos. Para realizar esto, se utilizó el software Excel.

Análisis inferencial

Permite recolectar una muestra representativa de la población, y conocer su comportamiento a través del análisis (Team Wallstreetmojo 2022).

En la investigación que se llevó a cabo, no se efectuó un análisis inferencial ni se trataron las hipótesis correspondientes, debido que la población fue igual a la muestra.

3.7. Aspectos éticos

Para, Leung (2023), la ética de la investigación ofrece directrices para llevar a cabo la investigación de manera responsable. Además, educa y supervisa a los científicos que realizan investigaciones para asegurar un alto nivel ético. Implica la aplicación de principios éticos esenciales a las actividades de investigación, que abarcan el diseño y la ejecución, el respeto hacia la sociedad y los demás, la utilización de los recursos y sus resultados, la conducta inapropiada en la ciencia y la regulación de la investigación (University of Stirling 2023).

Para el desarrollo de la presente investigación se tuvo en cuenta el respeto y privacidad de los datos de la empresa, los derechos de autor de las teorías específicas fueron referenciadas bajo el reglamento de la norma ISO-690 según los lineamientos señalados en la normatividad de la Universidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Mejorar la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones dentro de la empresa JOVIC E.I.R.L.

La productividad en Industrias metalmecánica Jovic E.I.R.L., mediante la implementación de la teoría de restricciones aumentó su producción tal como se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 2. Evaluación de la productividad en Jovic E.I.R.L., Julio a Octubre 2023

Producción inicial		Producción Final	
Sillas producidas	220	Sillas producidas	334
Número de operarios	5	Número de operarios	5
Horas trabajadas	9	Horas trabajadas	9
Numero de máquinas	6	Numero de máquinas	6
Productividad de la mano de Obra	0.45 sillas/hh	Productividad de la mano de Obra	0.74 sillas/hh
Productividad del factor máquina	36.67 sillas/máq	Productividad del factor máquina	55.67 sillas/máq
% de variación en la productividad	Incremento del 51.82%		
% de variación en la Productividad Mano de Obra	Incremento del 64%		

% de variación en la productividad del factor máquina

Incremento del 51.81%

Fuente: [\(Tabla 16\)](#)[\(Tabla 17\)](#)[\(Tabla 18\)](#)[\(Tabla 30\)](#)[\(Tabla 31\)](#)[\(Tabla 32\)](#)

Interpretación: La tabla señaló que mediante la implementación de la metodología de teoría de restricciones al sistema productivo de la empresa Jovic E.I.R.L., se consiguió una mejora en la productividad, con un porcentaje de variación positivo del 51.82% en la producción total. Por otro lado, el porcentaje de variación en la productividad de mano de obra aumentó prontamente en un 64% y la productividad del factor máquina se elevó en un 51.81% respectivamente. Estos resultados se justifican de manera teórica bajo la contribución de Andrés y Sempere (2023), quienes afirman que la productividad es un indicador que permite comparar, puede ser un antes y un después, y es que los autores resaltan que mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia. Por su parte Fontalvo et al. (2018), menciona que la productividad es reconocida como el vínculo que existe entre la cantidad total de producción y los recursos que se usan para llegar a dicho nivel productivo.

4.2. Análisis del estado actual del proceso productivo de la empresa JOVIC E.I.R.L.

En este punto, se llevó a cabo un análisis del proceso productivo actual, evaluando el método de trabajo existente. Por ello, utilizando la tabla siguiente se decidió evaluar las actividades, con el fin de analizar cuales agregan valor y cuáles no.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO										
EMPRESA: Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.						PÁGINA:				
ÁREA: Producción						FECHA:				
PRODUCTO: Silla pandora						MÉTODO DE TRABAJO:				
ELABORADO POR:						APROBADO POR:				
ACTIVIDAD	TIEMPO (Min)	DISTANCIA	SÍMBOLOS					AGREGAN VALOR		
			●	■	◐	➔	◐	▼	SI	NO
Recepción de MP	1.51		●						X	
Transporte al área de cortado	2.41	3 metros				➔				X
Cortado del tubo de acero	5.34		●						X	

Doblado 1 parte del tubo de acero	20.26									X	
Doblado 2 parte del tubo de acero	18.21									X	
Armado y unión de los tubos doblados	25.27									X	
Limpieza de la pieza armada	8.22									X	
Pintado de la pieza ya seca	5.39									X	
Secado en horno	5.23									X	
Ensamblaje y forma final de la silla	8.41									X	
Empaquetado del producto final	5.42									X	
Transporte al almacén	1.52	1 metro									X
TOTAL	107.19	Equivale a 1 hora con 47 min									

Figura 2. DAP del método actual para la producción de una silla en Jovic E.I.R.L., 2023

Fuente: [\(Anexo C2\)\(Anexo C3\)\(Tabla 15\)](#)

Interpretación: Mediante el DAP del proceso de producción, se pudo identificar que una silla pandora demora 107.19 minutos en promedio, lo cual es equivalente a 1 hora con 47 minutos para ser elaborada. Bocangel et al. (2021), indican que el DAP permite un análisis más exhaustivo del proceso que se desea estudiar.

Para el cálculo del tiempo estándar se tomaron como muestra 6 tomas de tiempo, luego de ello, se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$TN = TP * FV$$

Donde:

TP = Tiempo promedio de la muestra

FV = Factor de valoración

$$TS = TN * (1 + Suplementos)$$

Donde:

TS = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

Tabla 3. Toma de tiempos (minutos) de la producción de una silla pre – test, Jovic E.I.R.L., 2023

PROCESOS	Toma de tiempos (minutos) - producción de una silla pandora						T. promedio (min)	WESTINGHOUSE					T. normal (min)	Suplementos			T. estándar (min)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		H	E	C	R	FV		SC	SV	Total	

Recepción	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.51	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	1.55	0.09	0.05	1.14	1.77
Transporte al área de cortado	2.5	2.3	2.3	2.5	2.4	2.5	2.41	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	2.48	0.09	0.07	1.16	2.88
Cortado	5.3	5.4	5.5	5.3	5.2	5.4	5.34	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.77	0.09	0.11	1.20	6.92
Doblado 1	20.1	20.2	20.4	20.2	20.3	20.3	20.26	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	21.27	0.09	0.08	1.17	24.89
Doblado 2	18.1	18.2	18.2	18.0	18.3	18.4	18.21	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	19.12	0.09	0.08	1.17	22.37
Armado	25.3	25.4	25.3	25.3	25.2	25.2	25.27	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	27.29	0.09	0.07	1.16	31.66
Limpieza	8.1	8.2	8.5	8.2	8.2	8.1	8.22	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	8.63	0.09	0.07	1.16	10.01
Pintado	5.6	5.4	5.4	5.5	5.3	5.3	5.39	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.82	0.09	0.09	1.18	6.87
Secado en horno	5.1	5.2	5.3	5.2	5.4	5.2	5.23	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.65	0.09	0.05	1.14	6.44
Ensamblaje	8.5	8.2	8.4	8.3	8.4	8.5	8.41	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	8.83	0.09	0.09	1.18	10.42
Empaquetado	5.4	5.3	5.5	5.4	5.4	5.5	5.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.86	0.09	0.07	1.16	6.79
Transporte al almacén	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.52	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	1.60	0.09	0.05	1.14	1.82
Tiempo Total minutos							107.19	Tiempo normal total minutos					113.87	Tiempo estándar total minutos			132.84
Tiempo Total horas							1.786	Tiempo normal total horas					1.90	Tiempo estándar total horas			2.21

Fuente: [\(Anexo C1\)](#)[\(Anexo C2\)](#)[\(Anexo C3\)](#)[\(Tabla 15\)](#)

Interpretación: En la tabla mostrada se evidenció que, para la elaboración de una silla pandora, el tiempo estándar es de 132.84 minutos, lo cual equivale a 2 horas con 21 minutos. Tal es así que, Bravo et al. (2018), en un apartado teórico fundamentan que el tiempo estándar, abarca la totalidad del tiempo requerido para cada etapa del proceso productivo hasta obtener el producto final, incluyendo también el tiempo no productivo que se manifiesta durante el ciclo de producción.

4.3. Determinación de la productividad actual de la empresa JOVIC E.I.R.L.

En los meses de Julio y agosto, se evidenció que la metalmecánica en estudio produjo un promedio de 220 sillas [\(Tabla 16\)](#).

Para determinar la productividad pre – test de industrias metalmecánicas Jovic E.I.R.L., se realizaron ciertos estudios de documentos obtenidos de la empresa, aunque el enfoque principal fue la observación directa del proceso de producción. En este sentido, se examinó la producción diaria durante dos meses (julio y agosto) con el objetivo de conocer el número de sillas producidas cada día [\(Tabla 17\)](#)[\(Tabla 18\)](#). Con la información considerada, se elaboró la siguiente tabla, donde se evidenció la producción total diaria durante el tiempo en estudio correspondiente.

Tabla 4. Producción diaria de sillas en Jovic E.I.R.L., Julio y Agosto, 2023

PRODUCCIÓN DE SILLAS PANDORA - JULIO Y AGOSTO									
JULIO	3/07/2023	4	18/07/2023	4	AGOSTO	1/08/2023	4	17/08/2023	4
	4/07/2023	4	19/07/2023	4		2/08/2023	4	18/08/2023	4
	5/07/2023	4	20/07/2023	4		3/08/2023	4	19/08/2023	4
	6/07/2023	4	21/07/2023	4		4/08/2023	4	21/08/2023	4
	7/07/2023	4	22/07/2023	4		5/08/2023	4	22/08/2023	4
	8/07/2023	4	24/07/2023	4		7/08/2023	4	23/08/2023	4
	10/07/2023	4	25/07/2023	4		8/08/2023	4	24/08/2023	4
	11/07/2023	4	26/07/2023	4		9/08/2023	4	25/08/2023	4
	12/07/2023	4	27/07/2023	4		10/08/2023	4	26/08/2023	4
	13/07/2023	4	28/07/2023	4		11/08/2023	4	28/08/2023	4
	14/07/2023	4	29/07/2023	4		12/08/2023	4	29/08/2023	4
	15/07/2023	4	31/07/2023	4		14/08/2023	4	30/08/2023	4
	17/07/2023	4				15/08/2023	4	31/08/2023	4
						16/08/2023	4	1/09/2023	4
					4	2/09/2023	4		
Total Julio		102			Total Agosto		117		
Total Julio y Agosto					220				

Fuente: [\(Tabla 16\)](#)[\(Tabla 17\)](#)[\(Tabla 18\)](#)

Interpretación: La tabla anterior, indica que la metalmecánica Jovic, produjo durante los meses de Julio y agosto, en promedio 220 sillas pandora. A su vez, se determinó la productividad de la mano de obra. Este análisis se basa en las contribuciones de López et al. (2021), quienes argumentan que el indicador de productividad laboral proporciona una visión del ritmo de trabajo en un área específica de un proceso productivo en cualquier organización.

$$\text{PRODUCTIVIDAD}_{\text{MO}} = \frac{220 \text{ sillas}}{486 \text{ Horas} - \text{ hombre}} = 0.45 \text{ sillas/hh}$$

El resultado obtenido significa que se produjeron 0.45 unidades en cada hora laborable durante los dos meses estudiados. De la misma manera, se determinó la cantidad de sillas producidas por operario durante este mismo tiempo. Para esto, el fundamento teórico de López et al. (2021), sostiene que este indicador es apto para conocer la capacidad de producción mensual por cada operario.

$$\text{PRODUCTIVIDAD}_{\text{MO}} = \frac{220 \text{ sillas}}{5 \text{ operarios}} = 44 \text{ sillas/operario}$$

Este resultado nos indicó que cada operario produjo aproximadamente 44 sillas durante los 2 meses de estudio.

Luego está la productividad del factor máquina, la cual toma en cuenta la utilización de las máquinas a utilizar en el sistema productivo.

$$\text{PRODUCTIVIDAD}_{\text{FM}} = \frac{220 \text{ sillas}}{6 \text{ máquinas}} = 36.67 \text{ sillas/máquina}$$

Mediante el cálculo de estos indicadores productivos, se identificó que durante el periodo pre-implementación, se registraron un total de 220 sillas pandora elaboradas, con una mano de obra de 0.45 sillas/Hora Hombre, así mismo cada operario fue capaz de producir 44 sillas y cada una de las 6 máquinas ayudó a fabricar 36.67 sillas durante el periodo de tiempo en estudio.

Por otro lado, la aplicación de la teoría de restricciones infiere que, para tomar la determinación correcta financieramente en la dirección de una empresa, se deben definir de manera obligatoria y concreta sus indicadores operativos, como son el Throughput y los gastos operativos. Esto debido a que son uno de los aspectos más importantes de TOC, los cuales se tomaron en cuenta en la presente investigación.

✓ **Throughput**

Para llevar a cabo el análisis de este indicador se tuvo que solicitar información importante al gerente de la empresa, la cual fue concedida. Siendo esta data referente a lo que fueron las ventas y los costos de materia prima de los meses en estudio pre-test, es decir, de Julio y Agosto del presente año 2023. Considerando la fórmula para hallar el Throughput, se analizaron los datos obtenidos por parte de la gerencia de Jovic E.I.R.L. ([Tabla 20](#)).

✓ **Gastos operativos**

Para conocer los datos que requiere este indicador financiero, se tomó en cuenta la información brindada por la gerencia. Como se mencionó anteriormente, es esencial que se conozcan cuáles son los gastos de operación que se vinieron llevando dentro de la empresa en estudio, para así hacerle saber que debe tener un control de sus operaciones y del movimiento de su presupuesto. La ([Tabla 21](#)) muestra las ganancias netas de los meses de septiembre y octubre del año 2023.

4.4. Implementación de la mejora mediante la metodología de teoría de restricciones en la empresa Jovic E.I.R.L.

Para aumentar la productividad de la empresa en estudio, se definió como herramienta de mejora la aplicación de los 5 pasos de la teoría de restricciones, siendo estos identificar, explotar, subordinar, elevar y volver al paso 1.

- **Identificar la restricción**

Con base en la aplicación de TOC, la primera etapa llevada a cabo fue la identificación de la restricción dentro del proceso productivo.

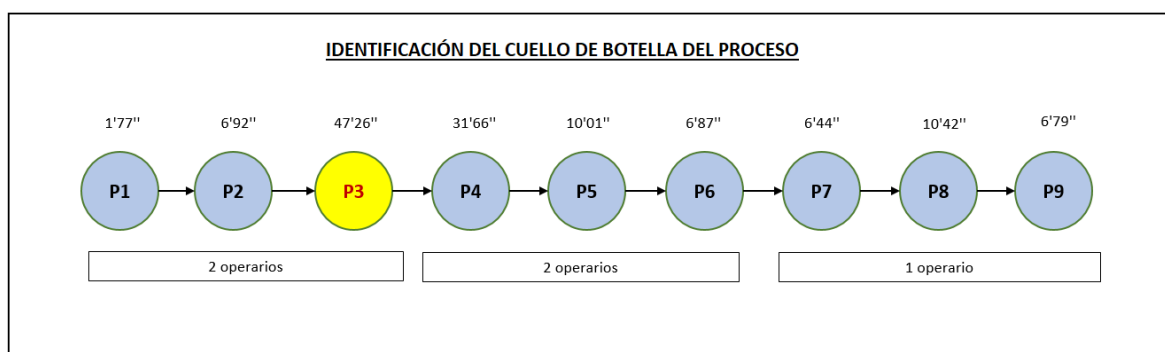


Figura 3. Diagrama de procesos para identificar la restricción del sistema productivo en Jovic E.I.R.L., 2023

Fuente: [\(Tabla 15\)](#)

Interpretación: En la figura 3 se muestra que la restricción principal se presenta en el área del doblado (P3) dentro del sistema para la fabricación de una silla pandora, con un tiempo estándar de 47.26 minutos.

- **Explotar la restricción**

Para este paso se determinaron las actividades que agregaban valor y las que no, con el propósito de tratar las que no portaban ningún beneficio al proceso productivo en general.

Tabla 5. Actividades del proceso productivo en general

ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO	AGREGAN VALOR		PORCENTAJE DE ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR
	SI	NO	
1	Recepción de MP	X	82%
2	Transporte al área de cortado	X	

3	Cortado del tubo de acero	X	
4	Doblado del tubo de acero	X	
5	Armado y unión de los tubos doblados	X	
6	Limpieza de la pieza armada	X	
7	Pintado de la pieza ya seca	X	
8	Secado en horno	X	
9	Ensamblaje y forma final de la silla	X	
10	Empaquetado del producto final	X	
11	Transporte al almacén		X

Fuente: [\(AnexoC1\)](#)

Fórmula aplicada:

$$\text{Actividades que agregan valor: } \left(\frac{11 - 2}{11} \right) \times 100 = 82\%$$

Interpretación: Se llevó a cabo el análisis de qué actividades eran las que añadían valor y de las que no, concluyendo que 2 de las 11 actividades no eran beneficiosas dentro del proceso de producción. Estas actividades sin valor simbolizaban el 18% del total, las cuales ocasionaban retrasos en los tiempos, haciendo que la producción de una silla tomara más tiempo del requerido. Algunas de estas actividades deben realizarse por otro personal, con el fin de optimizar el tiempo de fabricación. Según la teoría de Socconini (2019), las actividades que agregan valor son aquellas que producen directamente un cambio que el cliente desea, al grado que esté dispuesto a pagar por ese esfuerzo.

Anteriormente, se identificó que la actividad del doblado, es la actividad con mayor tiempo en el sistema de producción, siendo este de 47.26 min. Y es que la etapa de explotación de la restricción tiene por objeto el máximo aprovechamiento del recurso que representa la limitación del sistema. Es así que para explotar este cuello de botella se tiene que tener en cuenta que la demanda mensual en Jovic E.I.R.L. es de 150 sillas para completar los lotes pedidos, según esto, se prosigue a calcular la tasa de producción diaria:

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{\text{Tiempo total de turno (min)}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad (min)}}$$

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{540 \text{ min}}{132.84 \text{ min}}$$

$$\text{Tasa de producción diaria} = 4 \text{ unid.}$$

Según el dato hallado, la tasa de producción diaria en cuanto a sillas es de 4 unidades, para lo cual procedemos a calcular la capacidad de producción al mes teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$C_p = \text{Días laborables al mes} * \text{Tasa de producción diaria}$$

$$C_p = \left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 4 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \right)$$

$$C_p = 104 \text{ unid/mes}$$

La capacidad productiva de la metalmecánica en un mes es de 104 unidades, de modo que, según esta información hallada se puede argumentar que la producción de sillas está por debajo de lo que requiere la demanda, esto debido a que el cuello de botella en el área del doblado es el que limita a toda la línea de ensamble.

Es por ello que, para hacer que esta estación trabaje al mismo ritmo que las demás estaciones se optó por adquirir e incorporar una máquina dobladora de tubos de acero automática ([Figura 11](#)), ya que la máquina que se usaba anteriormente era manual, la cual generaba el cuello de botella ([Figura 13](#)).

Como evidencia de esto se realizó un cuadro comparativo con las funciones de ambas máquinas, donde se pueden analizar las ventajas que tiene la máquina automatizada sobre la manual ([Tabla 27](#)).

Dicha nueva máquina minimizó de manera muy notoria el tiempo de proceso en el área del doblado, y con esto facilitó mucho más el trabajo de los operarios que soportaban todo el desgaste físico durante sus labores.

Seguido a esto, se procedió a realizar una nueva evaluación de los tiempos en los procesos de producción, para evidenciar cuanto es que mejoró el tiempo en el área del doblado.

Tabla 6. *Toma de tiempos post – implementación en el área de doblado, Jovic E.I.R.L., 2023*

PROCESOS	Toma de tiempos (minutos) - producción de una silla pandora						T. promedio (min)	WESTINGHOUSE					T. normal (min)	Suplementos			T. estándar (min)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		H	E	C	R	FV		SC	SV	Total	
Recepción	1.5	1.6	1.4	1.5	1.6	1.4	1.49	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	1.53	0.09	0.05	1.14	1.75
Cortado	5.4	5.2	5.1	5.3	5.5	5.5	5.34	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.77	0.09	0.07	1.16	6.69
Doblado	10.6	10.8	10.7	10.5	10.8	10.4	10.62	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.47	0.09	0.03	1.12	12.84
Armado	25.5	25.4	25.9	25.0	25.7	25.3	25.45	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	27.48	0.09	0.07	1.16	31.88
Limpieza	8.6	8.5	8.4	8.6	8.3	8.5	8.46	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	9.14	0.09	0.08	1.17	10.69
Pintado	5.1	5.2	5.1	5.4	5.2	5.4	5.27	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.69	0.09	0.07	1.16	6.60
Secado en horno	5.2	5.4	5.3	5.1	5.4	5.2	5.24	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.66	0.09	0.03	1.12	6.34
Ensamblaje	8.4	8.3	8.1	8.3	8.3	8.3	8.28	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	8.94	0.09	0.09	1.18	10.55
Empaquetado	5.4	5.2	5.4	5.1	5.2	5.0	5.20	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.61	0.09	0.05	1.14	6.40
Tiempo Total minutos							75.34	Tiempo normal total minutos					81.30	Tiempo estándar total minutos			93.75
Tiempo Total horas							1.26	Tiempo normal total horas					1.35	Tiempo estándar total horas			1.56

Fuente: [\(Tabla 28\)](#)

Interpretación: La tabla 6 muestra el nuevo tiempo en el área del doblado luego de explotar la restricción incorporando una máquina dobladora de tubos de acero automática, se visualizó que, el tiempo en el área de doblado se redujo en aproximadamente más de 30 minutos de trabajo manual, debido a que la máquina trabaja sin esfuerzos ni demoras y con un acabado mucho más preciso [\(Figura 14\)](#). El detalle del nuevo funcionamiento del área implementada se muestra en el [\(Anexo C4\)](#).

Seguido de la implementación de la máquina en el área de doblado, se procedió a calcular la tasa de producción diaria con el tiempo estándar obtenido, dando como resultado lo siguiente:

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{\text{Tiempo total de turno (min)}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad (min)}}$$

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{540 \text{ min}}{93.75 \text{ min}}$$

$$\text{Tasa de producción diaria} = 6 \text{ unid.}$$

Según el resultado de la fórmula aplicada, la tasa de producción aumentó a 6 unidades al día, esto luego de incorporar la máquina automatizada al sistema productivo. Este resultado permitió llegar al cálculo de la nueva capacidad de producción mensual:

$C_p = \text{Días laborables al mes} * \text{Tasa de producción diaria}$

$$C_p = \left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \right)$$

$$C_p = 156 \text{ unid/mes}$$

Siendo que, esta nueva capacidad productiva cumple y sobrepasa la demanda requerida, ya que consta de 156 unidades al mes.

De la misma manera, se procedió a calcular la eficiencia de la línea de producción, específicamente en el área del doblado que es donde está la nueva máquina implementada, teniendo en cuenta la fórmula planteada.

$$\text{Eficiencia de línea de producción} = \left(\frac{\sum T}{N \times C} \right) \times 100$$

$\sum T$ = Tiempo total de línea de producción

N = Número de recursos

C = Tiempo de ciclo (máquina)

Donde:

$$\text{Eficiencia} = \left(\frac{93.75 \text{ min}}{9 \text{ procesos} \times 12.84 \text{ min/estacióncb}} \right) \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 81\%$$

La nueva máquina dobladora de tubos de acero automática, tiene una eficiencia del 81% de capacidad para trabajar en la línea productiva de elaboración de sillas pandora.

- **Subordinar todo a la decisión anterior**

El tercer paso consiste en subordinar todo lo demás a la capacidad actual de la restricción, es decir, el área del doblado marca el ritmo de trabajo y, en consecuencia, los recursos utilizados en todas las demás áreas de producción (operarios y maquinaria) deben ser racionados para lograr una capacidad ligeramente superior a la del área de doblado, esto para lograr una capacidad de procesamiento homogénea en toda la línea.

Es por ello que, se realizó un balance en la línea de ensamble, para así poder subordinar cada estación según la nueva capacidad de la restricción explotada.

Primero se debe hallar el tiempo de ciclo, teniendo en cuenta el total del tiempo estándar para elaborar una unidad, y el ciclo que son los 5 operarios que llevan a cabo todo el proceso de producción.

$$\text{CICLO} = \frac{\sum Ts}{K}$$

$$\text{CICLO} = \frac{93.75 \text{ min}}{5 \text{ RECURSOS}}$$

$$\text{CICLO} = 18.75 \text{ min/recursos}$$

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la nueva distribución y balanceo de la línea de producción, esto acompañado del número de operarios asignados para cada tarea:

Tabla 7. Distribución y balanceo de línea de producción, Jovic E.I.R.L., 2023

N° de estación	Tiempo en área	Tiempo ciclo	Tiempo no asignado	Tarea	N° de operarios asignados
1	1.75	18.75	17.00	A	1
	6.69		10.31	B	
	12.84		5.91	C	
2	31.88	18.75	31.88	D	2
3	10.69	18.75	8.06	E	1
	6.60		1.46	F	
	6.34		12.41	G	
4	10.55	18.75	1.86	H	1
	6.40		12.35	I	

Interpretación: La tabla 10 evidencia el número de estaciones según las tareas distribuidas, y el número de operarios asignados para cada estación, según los cálculos fueron 5 los operarios asignados, siendo que el operario asignado en la estación 1, puede realizar las tareas A, B, y C, ya que constan de un tiempo no excedente, la estación 2, que consta del mayor tiempo en llevarse a cabo, se le asignó 2 operarios, la estación 3, también se le asignó un operario, siendo que este mismo operario puede llevar a cabo la tarea E, F y G, ya que cada tarea no toma tiempo excesivo, del mismo modo, en la estación 4, el operario asignado puede realizar con normalidad el trabajo de las estaciones H e I.

Seguidamente, se volvió a realizar una nueva evaluación de los tiempos en cada proceso para analizar cuanto es que mejoraron luego de realizar la

subordinación para que toda la línea vaya al ritmo de la restricción anteriormente explotada.

Tabla 8. Toma de tiempos luego de aplicar la TOC en Jovic E.I.R.L., 2023

PROCESOS	Toma de tiempos (minutos) - producción de una silla pandora						T. promedio (min)	WESTINGHOUSE					T. normal (min)	Suplementos			T. estándar (min)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		H	E	C	R	FV		SC	SV	Total	
Recepción	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3	1.3	1.33	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	1.37	0.09	0.05	1.14	1.56
Cortado	5.3	5.0	5.3	5.2	5.3	5.1	5.18	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.60	0.09	0.07	1.16	6.49
Doblado	10.3	10.8	10.5	10.4	10.3	10.5	10.47	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.30	0.09	0.03	1.12	12.66
Armado	14.3	14.4	14.5	14.4	14.2	14.3	14.36	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	15.51	0.09	0.07	1.16	17.99
Limpieza	8.1	8.3	8.3	8.2	8.1	8.2	8.20	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	8.85	0.09	0.08	1.17	10.36
Pintado	6.2	6.2	6.1	6.4	6.3	6.4	6.26	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	6.76	0.09	0.07	1.16	7.84
Secado en horno	5.0	5.1	5.1	5.2	5.0	5.2	5.11	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.52	0.09	0.03	1.12	6.18
Ensamblaje	8.2	8.2	8.1	8.0	8.2	8.2	8.16	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	8.81	0.09	0.09	1.18	10.40
Empaquetado	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.1	5.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.54	0.09	0.05	1.14	6.31
Tiempo Total minutos							64.19	Tiempo normal total minutos					69.26	Tiempo estándar total minutos			79.80
Tiempo Total horas							1.07	Tiempo normal total horas					1.15	Tiempo estándar total horas			1.33

Fuente: [\(Tabla 29\)](#)

Interpretación: la tabla 11 evidencia que, con la explotación y subordinación de la restricción principal, se logró un tiempo estándar de 1 hora con 33 minutos para lo que es la producción de una silla pandora.

Del mismo modo, se volvió a calcular la nueva tasa de producción diaria con el nuevo tiempo estándar obtenido, dando como resultado lo siguiente:

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{\text{Tiempo total de turno (min)}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad (min)}}$$

$$\text{Tasa de producción diaria} = \frac{540 \text{ min}}{79.80 \text{ min}}$$

$$\text{Tasa de producción diaria} = 7 \text{ unid.}$$

El resultado de la fórmula aplicada, dio a conocer que la tasa de producción aumentó a 7 unidades al día, esto luego de subordinar toda la línea de producción a nueva capacidad de la restricción explotada. Este resultado permitió llegar al cálculo de la nueva capacidad de producción mensual:

$$C_p = \text{Días laborables al mes} * \text{Tasa de producción diaria}$$

$$Cp = \left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 7 \frac{\text{unid}}{\text{día}}\right)$$

$$Cp = 182 \text{ unid/mes}$$

Siendo que, esta nueva capacidad productiva está muy por encima de la demanda requerida, ya que consta de 182 unidades al mes, facilitando mucho el cumplimiento de lotes pedidos y mostrándole a sus clientes que la empresa es capaz de asumir pedidos más grandes.

- **Elevar la restricción**

Como ya se evidenció, la implementación de la máquina dobladora de tubos de acero automática en el área de doblado mejoró notoriamente el tiempo de producción, reflejando una disminución de más de media hora de trabajo.

Para elevar la restricción también se tomó en cuenta el tema del inventario, en esta parte, la empresa no realiza inventario de productos terminados, debido a que trabaja según los pedidos de los clientes por lotes, es por ello que, se ha realizado un MRP de lo que son las materias primas a utilizar dentro del proceso productivo, teniendo en cuenta algunos cálculos realizados con respecto a la demanda histórica que se tiene de estos últimos meses para la elaboración de las sillas pandora. Siendo este sistema el siguiente:

Tabla 9. MRP de materia prima

SOLICITUD DE MATERIALES MRP				ESTADO DEL INVENTARIO			VALIDACION	
Cód. MP	Materia prima / Insumo	Und/Med	Demanda	Prom/Dia	Saldo/Inv/und	Saldo/Inv/dias	Diferencia	Estado
10	Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	Unidad	162.0	7	180	25.7	18.0	Cubre
15	Soldadura 1/8" punto azul	Unidad	810.0	35	826	23.6	16.0	Cubre
18	Galones de pintura	Unidad	16.2	1.000	13	13.0	-3.2	Insuficiente
22	Regatones	Unidad	648.0	28.0	586	20.9	-62.0	Insuficiente
17	Galones de Thinner	Unidad	10.8	0.25	8	32.0	-2.8	Insuficiente
11	Juego de asiento y espaldar de PVC	Unidad	162.0	7	176	25.1	14.0	Cubre
12	Pernos 5/8 x 8	Unidad	432.0	40	652	16.3	220.0	Cubre

Interpretación: la tabla mostrada tiene como fin, brindar una visualización de lo que es el MRP de materia prima que se elaboró según la data que brindó la empresa, la cual fue de que no almacenan sillas terminadas, sino que más bien almacenan lo que es la materia prima, pero que no se lleva un registro de ésta para saber en qué estado se encuentra, afectando de manera directa a la producción ya que les quita tiempo saber si hay o no hay material. Es por eso que en el sistema de Excel mostrado se tiene la parte de solicitud de materia

prima, la cual se rige de la demanda histórica de producción de unos meses atrás, luego se visualiza lo que es el estado del inventario donde se tiene cuantas unidades de material se utilizan al día, el saldo del inventario que actualmente existe en la empresa y la validación, que es la parte donde el sistema indica si el saldo del inventario cubre o no la demanda requerida. El apartado teórico de SafetyCulture (2023), infiere que los sistemas MRP ayudan a las empresas a gestionar su inventario de forma más eficaz. Llevando la cuenta de las cantidades de materias primas y productos terminados. A su vez, permiten controlar mejor los procesos de producción.

- **Volver al paso 1**

Este último paso de la teoría de restricciones consiste en que, si una restricción es superada, se debe volver al paso 1 e identificar una nueva restricción si es que esta existe.

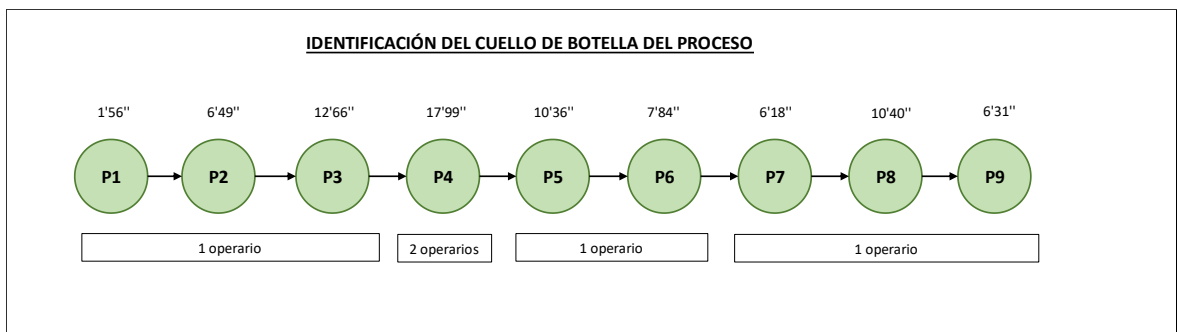


Figura 4. Diagrama de procesos para identificar una nueva restricción en Jovic E.I.R.L., 2023

Fuente: [\(Tabla 29\)](#)

Interpretación: en el diagrama mostrado se evidencia que, la línea de ensamble se homogenizó luego de explotar y subordinar la restricción principal, ahora cada proceso trabaja con el tiempo adecuado que se requiere para llevar a cabo la fabricación de las sillas pandoras o de PVC.

En el siguiente gráfico se colocó el registro post-test de los nuevos tiempos del proceso productivo después de la aplicación del enfoque TOC en la empresa Industrias Metálicas Jovic E.I.R.L.

PRODUCCIÓN DE UNA SILLA PANDORA PRE Y POST TEST					
Actividades Pre-test	Símbolo	Tiempo (Min)	Actividades Post-test	Símbolo	Tiempo (Min)
Recepción de MP	●	1.77	Recepción de MP	●	1.56
Transporte al área de cortado	■	2.88	Cortado del tubo de acero	●	6.49
Cortado del tubo de acero	●	6.92	Doblado de los tubos con la nueva máquina	●	12.66
Doblado 1 parte del tubo de acero	●	24.89	Armado y unión de los tubos doblados	●	17.99
Doblado 2 parte del tubo de acero	●	22.37	Limpieza de la pieza armada	●	10.36
Armado y unión de los tubos doblados	●	31.66	Pintado de la pieza ya seca	●	7.84
Limpieza de la pieza armada	●	10.01	Secado en horno	■	6.18
Pintado de la pieza ya seca	●	6.87	Ensamblaje y forma final de la silla	●	10.40
Secado en horno	■	6.44	Empaquetado del producto final	●	6.31
Ensamblaje y forma final de la silla	●	10.42	Las 2 actividades de doblado se fusionaron en una sola debido a la nueva máquina y las otras 2 actividades restantes fueron distribuidas con personal de apoyo en el área.		
Empaquetado del producto final	●	6.79			
Transporte al almacén	■	1.82			
Tiempo total minutos		132.84	Tiempo total minutos		79.80
Tiempo total horas		2.21	Tiempo total horas		1.33

Figura 5. DAP post-aplicación de la teoría de restricciones en Jovic E.I.R.L., 2023

Fuente: [\(Figura 2\)\(Tabla 29\)](#)

Interpretación: La figura 5 refleja los resultados obtenidos luego de la implementación de la teoría de restricciones, logrando un nuevo tiempo de producción de 1 hora con 33 minutos, la nueva máquina en el área de doblado optimiza bastante el tiempo de proceso, reduciéndose más de 30 min de trabajo. Así mismo, se descartaron las actividades que no añadían valor y que generaban que el proceso productivo alcanzara solo un 82% de su capacidad. Este resultado se fundamenta bajo los aportes teóricos proporcionados por Mendoza et al. (2021) quienes señalan que las acciones que realmente añaden valor son las que posibilitan a las compañías medir la eficacia de un proceso en todas sus etapas. Esto implica mejorar, optimizar o eliminar los pasos o actividades superfluas que generen desperdicio y no contribuyan al valor del producto final.

4.5. Evaluación de la productividad después de la implementación de la teoría de restricciones.

Para calcular la productividad de la implementación realizada mediante la metodología de teoría de restricciones en la empresa Industrias metalmecánica Jovic E.I.R.L., se procedió a analizar los datos del total de unidades que se produjeron en los meses de septiembre y octubre, producción posterior a la implementación de la máquina en el área de doblado. Obteniendo como

resultado que, en este lapso de tiempo estudiado, la empresa elaboró alrededor de 334 sillas ([Tabla 30](#)).

De la misma manera, se llevó a cabo el estudio de la producción diaria durante estos dos meses al igual que en el análisis pre-test, esto con la intención de dar a conocer la cantidad de sillas que se fueron fabricando al día ([Tabla 31](#))([Tabla 32](#)). En la siguiente tabla se evidencia la productividad pre y post implementación de la teoría de restricciones.

Tabla 10. Análisis de productividad Pre y Post implementación

PRODUCTIVIDAD PRE - TEST			PRODUCTIVIDAD POST - TEST			% de Variación
Total de sillas producidas inicialmente		220	Total de sillas producidas al final		334	51.82%
Productividad de MO inicial	Sillas x hh	0.45	Productividad de MO inicial	Sillas x hh	0.74	64%
	Sillas x operario	44		Sillas x operario	66.8	51.82%
Productividad de factor máquina		36.67	Productividad de factor máquina		55.67	51.81%

Fuente: ([Tabla 16](#))([Tabla 17](#))([Tabla 18](#))([Tabla 30](#))([Tabla 31](#))([Tabla 32](#))

$$\text{PRODUCTIVIDAD}_{\text{MO}} = \frac{334 \text{ sillas}}{450 \text{ Horas} - \text{ hombre}} = 0.74 \text{ sillas/hh}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD}_{\text{MO}} = \frac{334 \text{ sillas}}{5 \text{ operarios}} = 66.8 \text{ sillas/operario}$$

Interpretación: la productividad de mano de obra se incrementó en un 0.74 de silla por hh, con la implementación de la nueva máquina. El resultado obtenido se fundamenta bajo los aportes teóricos de López et al. (2021), quien afirma que el indicador de mano de obra es muy importante ya que permite dar a conocer el ritmo de trabajo en el sistema de producción de la empresa. Adicional a ello, se determinó también la productividad de factor máquina.

$$\text{PRODUCTIVIDAD}_{\text{FM}} = \frac{334 \text{ sillas}}{6 \text{ máquinas}} = 55.67 \text{ sillas/máquina}$$

La productividad de factor máquina aumentó a 55.67 sillas por cada una de las 6 máquinas que se utilizan para llevar a cabo la fabricación de las sillas pandora durante los meses de septiembre y octubre. En el apartado teórico de Martínez (2019), este hace referencia que la productividad del factor máquina es el indicador que va a calcular la eficiencia, en otras palabras, mide el rendimiento de los factores materiales productivos.

El incremento total de la productividad fue muy relevante, con un porcentaje de variación positiva del 51.82%. Esto se interpreta como un aumento gradual en el rendimiento de la producción, en estos dos primeros meses se evidenció que hubo bastante notoriedad en mejora de la productividad, es así que se consiguió aumentar la elaboración de las sillas, pasando de 220 a 334 unidades. Los resultados positivos fueron evidencia de la implementación provechosa de la metodología de teoría de restricciones. Esta mejora permitió ayudar de manera más eficaz a los recursos de los cuales dispone la empresa, y así lograr el aumento de la productividad de manera generalizada en la metalmecánica Jovic E.I.R.L.

De igual manera, se llevó a cabo un análisis post-implementación de los indicadores financieros de TOC, siendo estos, el Throughput y los gastos operativos los cuales están relacionados con la nueva cantidad de sillas producidas en los meses de septiembre y octubre.

Tabla 11. Análisis de indicadores operativos Pre y Post-implementación

THROUGHPUT PRE-TEST		THROUGHPUT POST - TEST		% de Variación
Julio y Agosto	S/ 15,403.68	Septiembre y Octubre	S/ 23,411.38	51.99%
GANANCIAS NETAS PRE-TEST		GANANCIAS NETAS POST-TEST		% de Variación
Julio y Agosto	S/ 3,847.68	Septiembre y Octubre	S/ 6,105.38	58.68%

Fuente: [\(Figura 10\)](#)[\(Tabla 19\)](#)[\(Tabla 20\)](#)[\(Tabla 21\)](#)[\(Tabla 22\)](#)[\(Tabla 24\)](#)

Interpretación: La tabla 13 muestra que las ganancias netas de los meses de septiembre y octubre (post-implementación), aumentaron a S/ 6,105.38 con respecto a la evaluación realizada en los meses de julio y agosto (Pre-implementación), obteniendo un porcentaje de variación positiva del 58.68% de utilidad neta.

V. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación se basó en encontrar una solución para incrementar la productividad mediante la implementación de la herramienta de teoría de restricciones en la empresa industrias metálicas Jovic E.I.R.L., para esto se calculó la productividad de la empresa, dando como resultado un porcentaje de variación positivo del 51.82% en la producción y una utilidad neta con una tasa de variación positiva del 58.68%, la productividad de la mano de obra aumentó en un 64% pasando de 0.45 sillas/hh a 0.74 sillas/hh, la empresa pasó de tener 2 operarios trabajando manualmente en el área de doblado a tener solo 1 supervisando el trabajo que realiza la nueva máquina implementada, la cual es de fácil manipulación, que consta de 2 botones para su utilización. Además, la productividad del factor máquina también tuvo un porcentaje de variación positivo del 51.81 % puesto que, con la incorporación de la nueva dobladora, dichas máquinas alcanzaron elevar su producción ligeramente, pasando de 36.67 sillas/máquina a 55.67 sillas/máquina. Al comparar los resultados obtenidos con Espín-Guerrero et al. (2022), quienes lograron optimizar su producción en un 25%, incrementando su utilidad bruta en un 12.91%. Con esto se infiere que los resultados obtenidos en el presente estudio fueron evidentemente superiores, ya que los autores centraron su investigación en descartar las restricciones identificadas en las áreas de corte con sierra de mano y torneado, siendo que su capacidad no abastecía la producción del requerimiento existente de la demanda, esto mediante la teoría de restricciones y el uso de la programación lineal entera (PLE). Del mismo modo, Coveñas (2018), mediante su investigación indicó que, por medio de la aplicación de la teoría de restricciones y otras herramientas de ingeniería que aportan mejora continua, la productividad promedio incrementó en un 34%, pasando de 1.1266 a 1.5100. Por su parte, Cardenas y Sicche (2023), lograron disminuir las pérdidas en el área productiva de una metalmecánica en un 91,28%, esto mediante la implementación de la teoría de restricciones y ayuda de otras herramientas de mejora continua. Los resultados alcanzados por los autores mencionados fueron relativamente positivos, al igual que los que se obtuvieron en esta investigación, en el estudio de Coveñas su resultado fue ligeramente menor y en el estudio de Cardenas y Sicche fue mucho mayor el

beneficio. En ambas investigaciones la población también estuvo conformada por todos los procesos del área productiva, en el caso Cardenas y Sicche, su población fue equivalente a 5 procesos, mientras que en el estudio de Coveñas se tuvo una población de 10 procesos. Los autores en mención, se tuvieron que enfocar en recoger los datos que cuantifiquen las dimensiones del cuello de botella y sus costos operativos, el estudio de tiempos, la efectividad final entregada por un proceso de producción, y la ganancia que traería consigo la implementación de una mejora mediante la teoría de restricciones en conjunto de otras herramientas que proporciona la ingeniería. Por otro lado, los resultados de la presente investigación, fueron ligeramente mayores que los de Coveñas, a pesar de que su muestra en estudio estuvo constituida por un grupo livianamente más extenso de trabajadores y procesos, pero no mayores que los resultados de Cardenas y Sicche, quienes disminuyeron pérdidas en la producción debido a la provechosa aplicación del enfoque de TOC y a las diferentes herramientas de la metodología lean manufacturing, siendo estas 5S; Kanban, Andon. En la presente investigación, se implementó una nueva máquina al proceso de producción a través de la teoría de restricciones, esto con el fin de mejorar los tiempos y movimientos en el área, y a largo plazo mejorar gradualmente la productividad de la metalmecánica estudiada. Asimismo, también se analizaron las actividades productivas y las no productivas, con el fin de evaluar y determinar cuáles eran las actividades que añadían valor al proceso y cuáles no, para finalmente obtener un proceso de producción más eficiente. Del mismo modo está la investigación de Tuñoque (2021), quien mediante la aplicación de la teoría de restricciones diseñó un plan de mejora y logró incrementar la productividad en un 34%, pasando de 7.53 a 10.10 unidades por operario con un beneficio/costo de 2.12. Esto significa que, la productividad final del autor en mención, fue menor al obtenido en el presente estudio, dado que, el autor diseñó un plan de mejora en base a tiempos promedios, realizando una programación de actividades donde llevaron a cabo una capacitación requerida para la aplicación de la metodología TOC, esperando que los resultados incrementen con el pasar de los días ya que tuvieron limitaciones con respecto a que el ritmo de trabajo era estricto y les fue difícil conseguir la información necesaria. No obstante, el autor también

concluyó implementando una nueva máquina para mejorar el proceso productivo, específicamente en el área de soldado. En el presente estudio se tomó en cuenta de manera detallada lo que es la parte de los indicadores de la TOC, algo que el autor antes mencionado no tocó a detalle, siendo que el tema del inventario fue omitido en su investigación, lo que quiere decir que en esa parte no se pudo mejorar nada, mientras que en el presente estudio dentro de la metalmecánica Jovic E.I.R.L. si se realizó un MRP de lo que son las materias primas, algo que la empresa necesitaba para no quedarse desabastecida a la hora de empezar con la producción de los lotes a pedido. Los resultados productivos obtenidos se pueden fundamentar bajo los aportes teóricos de Fontalvo et al. (2018), quienes sostienen que, la definición de productividad es muy relevante en la gestión de las organizaciones, con los indicadores que desencadena el término de productividad se puede valorar la capacidad de una empresa para alcanzar sus metas y optimizar lo más que se pueda sus recursos. Aplicar TOC ha sido trascendente en este estudio debido a que es muy eficaz para identificar y mejorar procesos con ineficiencias, ya que consiste en la erradicación de las limitaciones que afectan directamente a la productividad de una organización y es que, gracias a sus constantes actualizaciones, TOC se puede utilizar en diversas áreas de una empresa, como el área de marketing, recursos humanos, ventas, estrategias y técnicas, finanzas, etc. En todas las áreas mencionadas se pueden obtener resultados medibles y con éxito. La presente investigación a diferencia de otras, ha utilizado diversas herramientas de apoyo como balance de líneas, diagramas de procesos, fichas de estudios de tiempos, entre otras, que ayudaron a brindar una mejora visible a la empresa estudiada.

En el desarrollo del primer objetivo específico, se determinó la situación actual del sistema productivo, mediante un análisis descriptivo de todo el sistema de producción que realiza la empresa para elaborar las sillas pandora, en función de los tiempos provechosos, esto mediante los diagramas de análisis y operaciones, y estudio de tiempos, siendo así que se identificaron 9 procesos productivos y 2 actividades que no agregaban valor, sino que sólo aumentaban el tiempo de producción, lo cual en conjunto tomaba un tiempo estándar de 2

horas con 21 minutos para la elaboración de una silla. Estos resultados fueron similares a la investigación de Tuñoque (2021), quien, para la evaluación situacional del área a estudiar, llevó a cabo un análisis detallado de los materiales y la maquinaria que se necesita para la elaboración de una motocarga, luego realizó una descripción de cada estación que existe dentro del área de producción. Seguidamente utilizó diversas herramientas como la guía de observación, entrevistas con los operarios para ver cuál era su situación inicial, también realizó un estudio de tiempos, y de esa manera calculó el tiempo de ciclo y el tiempo estándar pre-test, determinando que, a través del diagnóstico realizado en su estudio, el resultado que se obtuvo fue que la fabricación de una motocarga se lleva a cabo durante 614.87 minutos. La presente investigación, de igual manera a la recientemente mencionada, registró resultados parecidos con respecto a la evaluación inicial de todo el proceso, ya que el rubro de su empresa en estudio y sus procesos son casi similares al de la presente investigación. Sin embargo, en el caso de Tuñoque no empleó diagramas de actividades y diagrama de operaciones para identificar qué actividades agregaban valor y cuales no agregaban valor al proceso de producción, para de esa manera poder tratarlas y agilizar todo su proceso en general. Por su parte Balvin y Bazán (2020), en su diagnóstico inicial si utilizó diagramas de análisis de procesos, y de igual manera realizó un estudio de tiempos para determinar la situación inicial de los procesos llevados a cabo dentro de la curtiembre ecológica del norte, de esta manera determinó los tiempos promedios, tiempos normales y tiempos estándar de cada proceso en estudio.

Las herramientas empleadas para el diagnóstico inicial del área en estudio se fundamentan bajo lo que señala Bocangel et al. (2021), quienes indican que, los diagramas de operaciones (DOP y DAP) muestran con claridad la secuencia de procesos, en orden secuencial, desde que llega la materia prima, hasta que se empaca el producto terminado. El estudio de tiempos es una actividad que involucra la técnica de implantar un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una tarea determinada, en este punto se toma en consideración la fatiga, tolerancias, las demoras personales y los retrasos inevitables (Bravo et al. 2018).

En el apartado de Socconini (2019), indica que, las actividades que añaden valor a un proceso de producción, permiten evaluar si este se encuentra firme o no. Realizar un diagnóstico inicial ha sido importante ya que, permite anticiparse a las áreas problemáticas, obtener una imagen más precisa de la situación actual y establecer una estrategia de transformación adaptada a la realidad de la organización.

Para el segundo objetivo específico, se determinó la productividad del área de producción, donde se obtuvo que, mediante el cálculo de indicadores productivos como la mano de obra, que fue de 0.45 sillas/hh, logrando una producción de 220 sillas en un lapso de 2 meses, siendo estos Julio y agosto. Además, se determinó también la productividad del factor máquina, donde se obtuvo que por cada una de las 6 máquinas que hay en el proceso de producción se elaboraron 36.67 sillas, lo cual indicó que la productividad inicial de la metalmecánica estaba bastante por debajo de lo requerido. También se realizó un análisis de los indicadores operativos de TOC como son el Throughput, y los gastos operativos, en la misma situación de determinar la productividad de su área de estudio se encontraron a los autores Gutiérrez y Yengle (2019), quienes determinaron la productividad de mano de obra semanal respecto a las horas hombre durante un mes, hallando que en el área de Ribera la productividad fue de 12.07 pie²/H-h, en el área de curtido fue de 38.46 pie²/H-h, en el re curtido fue de 25.64 pie²/H-h y en el acondicionado fue de 15.39 pie²/H-h, siendo estas cantidades muy por debajo de lo que requiere su empresa, la presente investigación tuvo resultados similares ya que en ambas evaluaciones se halló que la productividad inicial estaba por debajo del estándar requerido por las entidades, y para hallar estos cálculos se aplicó la misma fórmula en ambos estudios, solo que en el caso de Gutiérrez y Yengle la aplicaron por semana durante un solo mes, mientras que el presente estudio evaluó 2 meses seguidos. En el sustento teórico de Fontalvo et al. (2018), infiere que, mediante el indicador de la productividad se puede tener conocimiento en cuanto a los recursos que se están agotando para llegar a los objetivos empresariales planteados. Medir la productividad ha sido de suma importancia en esta investigación, ya que es un factor clave para medir el desempeño empresarial

de una organización, sirve para utilizar plenamente sus recursos y de esa manera, crear la satisfacción del cliente, logrando ofrecer sus productos o servicios según las expectativas de la demanda en el mercado actual.

En el tercer objetivo específico, se implementó una mejora mediante la teoría de restricciones para aumentar la productividad de la empresa Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L., por medio de esta herramienta de ingeniería, se consiguió en el primer paso identificar cual fue la principal restricción que estaba limitando al proceso de producción, mediante un diagrama de procesos se obtuvo que el área del doblado era donde se originaba el cuello de botella, alcanzando más del 80% de incidencia dentro de toda la producción, siendo esta la restricción que afectaba con mayor grado a la productividad de la metalmecánica. En el paso dos que es la fase de explotación de la restricción, se eliminaron las actividades que no le agregaban valor al proceso de producción, teniendo estas un porcentaje del 18%, se calculó la tasa de producción diaria y la capacidad de producción mensual, se incorporó una máquina dobladora de tubo de acero automática al área cuello de botella para de esta manera optimizar el proceso productivo en general, hallando una eficiencia de 81% en la línea productiva. En el paso tres de subordinación de la restricción, se realizó un balance de línea para así poder subordinar cada estación según la nueva capacidad de la restricción explotada, En el paso cuatro se elevó la restricción al implementar la nueva máquina en el área de doblado, y también se incorporó un sistema MRP para mejorar la gestión de su inventario, por último, en el paso 5 se volvió al paso 1 tratando de identificar una siguiente restricción, encontrando que los tiempos de los procesos eran bastante eficientes, tomando un tiempo estándar de 1 hora con 33 minutos, para elaborar una silla. Comparando estos resultados con Espín-Guerrero et al. (2023), quien indicó que mediante la metodología de teoría de restricciones en su área de estudio propuso alcanzar el objetivo de maximizar la producción de la metalmecánica a un 25%, de la misma manera elevar su utilidad en un 12.91%, esto con ayuda de la PLE. Los autores ya mencionados determinan que la productividad obtenida en la presente investigación es ligeramente mayor debido a que, el estudio realizado por Espín-Guerrero et al. se realizó con una

población y muestra de tan solo 7 máquinas, y tan solo se centraron en apoyarse de la programación lineal entera, que fue su herramienta de aplicación y un estudio de tiempos para determinar cuál era el cuello de botella durante todo el sistema productivo. Comparando lo aplicado por los autores, con el presente estudio, se determina que ellos emplearon menos técnicas y cálculos de ingeniería para obtener sus resultados, pero de todos modos su aporte ha sido crucial. Con esto se concluye que en ambos casos hay evidencia de que la metodología de teoría de restricciones ayuda a incrementar la productividad de una empresa. Contrastando con la investigación que realizó Pilco (2016), quien empleó la misma metodología de teoría de restricciones para desarrollar una propuesta y así incrementar la productividad en una metalmecánica. Puesto que su estudio obtuvo un aumento en los ingresos de la empresa, teniendo en cuenta que la capacidad máxima de producción se elevó en un 45%, pasando de 1.375 a 2 puertas por trabajador, teniendo como proyección de ingresos una TIR de 272,98% y un costo beneficio de 14,51. Al comparar ambas investigaciones, existen algunas similitudes en los instrumentos utilizados como son el recojo de datos a través de la técnica de cronometraje, la observación directa en la planta; para luego llevar a cabo los diagramas de procesos y así determinar el análisis de las actividades de valor agregado dentro del proceso productivo, es así que en comparación con el presente estudio, la autora obtuvo resultados menores, esto debido a que optó por solo tomar un mes de estudio y de tener una población de 11 productos elaborados en un mes, mientras que la investigación de Jovic fue con una muestra de los 9 procesos dentro del área de producción, junto a los 5 trabajadores en un lapso de 2 meses. De esta manera, se puede determinar que la teoría de restricciones es una metodología que aumenta las ganancias de la empresa con respecto a los métodos tradicionales de costos, debido a que estos métodos buscan alcanzar altas eficiencias individuales en los procesos productivos, TOC al contrario trata de conseguir altas eficiencias globales omitiendo las eficiencias individuales (Gutiérrez et al. 2023). El objetivo de la aplicación de la teoría de restricciones es el hecho de identificar los cuellos de botella y las causas que los ocasionan, siguiendo un proceso de mejora continua durante su aplicación. En diferentes entidades ha sido causa de muchos beneficios, tales como la optimización de

los tiempos de entrega, reducción de inventarios, aumento en el volumen de ventas, optimización de recursos, es normal que también se necesite inversión en equipos, herramientas y mano de obra (Martínez et al. 2016; Camacho et al. 2023). Según los resultados mostrados, TOC a diferencia de otras herramientas de ingeniería industrial, tiene como objetivo principal ayudar a las organizaciones a aumentar su rendimiento y guiarlas hacia la consecución de sus metas, abordando las restricciones mediante la optimización de sus recursos, y es que como sabemos, la meta de todas las compañías es conseguir beneficios y sostenibilidad, y, para lograrlo, gran parte de ellas se están apoyando en TOC, ya que su desempeño ha sido de impacto global. Es una de las herramientas más importantes en el rubro manufacturero por las soluciones que brinda.

Finalmente, para el cuarto objetivo específico se volvió a analizar la productividad de la empresa post-implementación de la teoría de restricciones, la productividad que se obtuvo al final fue de un aumento del 51.82% con respecto al análisis de pre-implementación. En este análisis inicial de pre-test, se obtuvo que la producción fue de 220 sillas en un lapso de 2 meses, siendo estos Julio y agosto. Luego de la implementación, la producción de las sillas aumentó a 334 unidades, teniendo en cuenta el mismo periodo de tiempo, en este caso fueron los meses de septiembre y octubre. Además, la productividad de la mano de obra también incrementó considerablemente en un 64%, pasando de producir 0.45 sillas/hh a 0.74 sillas/hh, determinando que antes se producían 44 sillas/operario y después de la implementación hubo un aumento a 66.8 sillas/operario, elaborando 22 sillas más por operario, teniendo en cuenta que son solo 5 trabajadores los que llevan a cabo el funcionamiento de esta área, alcanzando un porcentaje de variación positiva del 51.82% respectivamente, y luego estuvo la productividad del factor máquina, la cual pasó de elaborar 36.67 sillas/máquina a 55.67 sillas/máquina en la evaluación post implementación, aumentando en un 51.81% la productividad. De igual manera, hubo un incremento en la utilidad neta del 58.68%, pasando de 3,847.68 a 6,105.38 durante todo el periodo de evaluación. En contraste con la investigación realizada por Tuñoque (2021), quien señala que la aplicación de la teoría de

restricciones incrementa la productividad de las organizaciones, el autor determinó la productividad de su área de estudio luego de la implementación y obtuvo como resultado que los indicadores del factor máquina se elevó en un 34%, pasando de 7.53 a 10.1 unid/máquina y el factor mano de obra pasó de 5.38 a 6.39 unid/trabajador. El autor en mención utilizó fichas de registro de datos y tiempos, al igual que el presente estudio, sin embargo, la mencionada investigación tuvo menores resultados a pesar de que se empleó la data de diferentes años, desde el 2018 hasta el 2024 en comparación con la investigación de Jovic, que fue de solo 2 meses. Todos los resultados conseguidos de diversas maneras, se sostienen bajo los fundamentos teóricos de Camacho et al. (2023), quienes indican que todo proceso de producción necesita de diversas programaciones en cuanto a operaciones para llegar hasta los objetivos planteados en relación a la gestión de los sistemas productivos basados en las exigencias del mercado y la satisfacción de las necesidades de los clientes, optando por aplicar diferentes métodos de mejora continua. Con el descarte de restricciones presentes en los procesos de producción de bienes o servicios, se consigue aumentar la productividad de las empresas. Para toda organización es imprescindible medir sus indicadores productivos, ya que de esta manera, obtiene una imagen clara en términos de mano de obra asignada, el tiempo que tardan en completar las tareas y su desempeño general. Esto le da a la organización una ventaja para optimizar sus recursos y asignar tiempo a cada tarea de manera más eficiente, para lograr los resultados comerciales deseados más rápidamente.

VI. CONCLUSIONES

1. Primero, en el desarrollo de la presente investigación se evidencia que la aplicación de la metodología de teoría de restricciones incrementa notablemente la productividad en la empresa Industrias metálicas Jovic E.I.R.L., esta mejora obtenida tuvo un porcentaje de variación positivo del 51.82%, pasando de una producción inicial de 220 a 334 sillas en 2 meses, del mismo modo logró aumentar la utilidad neta de la empresa en un 58.68%. Todo esto partiendo de la utilizar la teoría de restricciones en el área de producción, logrando reducir equitativamente los tiempos y los gastos dentro de los procesos, generando mayor producción y ganancias.
2. Segundo, para el diagnóstico inicial de la empresa se analizaron los principales procesos que se llevan a cabo para la elaboración de las sillas pandora, obteniéndose que el tiempo estándar empleado para fabricar una silla fue de 2 horas con 21 minutos, esta evaluación del tiempo se realizó por medio de tomas de tiempo, y un DAP donde también se identificaron las actividades que no agregaban valor al sistema productivo, dando como resultado que solo el 82% del total de actividades agregaban valor.
3. Tercero, para la determinación del tercer objetivo se halló que la empresa contaba con una producción de 220 sillas durante 2 meses, un aproximado de 44 sillas por operario durante el mismo periodo, de la misma manera se obtuvo que cada una de las 6 máquinas que participan en los procesos ayudaron a fabricar 36.67 sillas durante el periodo de tiempo en estudio. Se halló también un Throughput de S/15,403.68, y una ganancia neta de S/ 3,847.68.
4. Cuarto, mediante la aplicación de la teoría de restricciones en la empresa Jovic E.I.R.L., se identificó que la restricción principal se hallaba en el proceso de doblado de tubos. Con el objetivo de optimizar los tiempos de producción y en general la productividad de dicha empresa, se explotó dicha restricción encontrada, por medio de la implementación de una máquina dobladora de tubos de acero automática que disminuyó el tiempo de proceso a más de media hora respectivamente, y subordinando todos los procesos a la capacidad actual de la restricción, mediante un balance de línea.

5. Quinto, se llevó a cabo la evaluación posterior a la aplicación de la metodología de teoría de restricciones, obteniendo como resultado que la producción aumentó en un 51.82%, elaborando 334 unidades en los meses de septiembre y octubre, una productividad de mano de obra de 0.74 sillas/hh y en cuanto a la productividad del factor máquina también aumentó en 55.67 sillas por cada una de las 6 máquinas que existen dentro del proceso productivo. En cuanto a la utilidad neta, esta se incrementó en un 58.68%.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda al gerente que, es muy necesario que la empresa tenga monitoreado al sistema productivo, a través de herramientas como el cronómetro que sirve para medir como es que van de tiempo los procesos, y en base a eso se realicen los análisis que corresponden para tener un sistema óptimo. Considerar diversas metodologías de la ingeniería industrial, como la teoría de restricciones, resulta fundamental para empresas con producción en línea de ensamblaje, esto permite identificar puntos críticos y mejorarlos al aplicar estas herramientas validadas.
- ❖ Se recomienda al jefe de producción que, es necesario que los cambios que se realicen en los procesos sean comunicados y explicados a los operarios que están en producción, realizando capacitaciones constantes para de esa manera mejorar su nivel de desempeño en las tareas que se les asigna, y que exista un seguimiento constante para analizar los resultados en tiempos reales y que estos sean reflejados en la producción que se programa.
- ❖ Se recomienda al gerente que, para poder mantener el nivel de producción que se desea después de haber aplicado la mejora mediante la teoría de restricciones, se debe realizar un registro semanal con los principales índices para los procesos productivos, ya sea el índice de mano de obra, de factor máquina, entre otros, esto con el objetivo de poder controlar el ritmo deseado que requieren los procesos.
- ❖ Se recomienda a los futuros investigadores que, tomen en cuenta más a menudo este tipo de herramientas que brinda la ingeniería industrial, específicamente la investigación de operaciones, las empresas de manufactura necesitan de este tipo de aplicaciones, que les ayude a solucionar restricciones que acarrearán a diario en sus sistemas productivos, permítanse poner más en práctica sus habilidades ingeniosas brindando soluciones coherentes a la sociedad.

REFERENCIAS

- ALLEYDOG, 2023. Definición Pre-Experimental Design | Glosario de psicología | AlleyDog.com. [en línea]. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <https://www.alleydog.com/glossary/definition.php?term=Pre-Experimental+Design>.
- ALVAREZ, A., 2020. Justificación de la Investigación. *Social Responsibility Journal*, vol. 15, no. 1, ISSN 1747-1117. DOI 10.1108/SRJ-08-2017-0155.
- ANDRÉS NAVARRO, B. y SEMPERE RIPOLL, M.F., 2023. Introducción a la productividad. En: Accepted: 2023-05-05T07:24:00Z [en línea], [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/193147>.
- ANTICONA, E., FLORIAN, R., MENDOZA, A., PIÑA, L., ROJAS, A. y VALLE, B., 2021. Análisis del Sector Metalmeccánico Grupo N°06 - "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de - Studocu. [en línea]. [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/servicio-nacional-de-adiestramiento-en-trabajo-industrial/tecnicas-y-metodos-de-aprendizaje-investigativo/analisis-del-sector-metalmeccanico-grupo-n006/26528880>.
- BALVIN YUPANQUI, A.Y. y BAZÁN CASAS, S.R., 2020. Modelo de teoría de restricciones en el área de producción en la Curtiembre Ecológica del Norte E.I.R.L, 2020. En: Accepted: 2021-01-06T02:02:32Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51212>.
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ, 2023. BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ – SUCURSAL TRUJILLO. ,
- BECERRIL, I. y JACOBO, J., 2021. INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN UNA PLANTA DE TROQUELADO. [en línea], Disponible en: <https://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2022/05/CIRI-Produccio%CC%81n.pdf#page=214>.
- BOCÁNGEL, G., ROSAS, C., BOCÁNGEL MARIN, G., PERALES, R. y HILARIO, J., 2021. *INGENIERÍA DE MÉTODOS I* [en línea]. Primera Edición Digital. S.l.: s.n. ISBN 978-612-00-6719-2. Disponible en: <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-I.pdf>.
- BRAVO, K., MENÉNDEZ, J. y PEÑAHERRERA, F., 2018. Comercialización de las empresas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana* [en línea], no. mayo, [consulta: 10 julio 2023]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>.
- BUSINESS RESEARCH METHODOLOGY, 2019. Research Reliability. *Research-Methodology* [en línea]. [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://research->

methodology.net/research-methodology/reliability-validity-and-repeatability/research-reliability/.

- CALZON, B., 2023. What Is Data Analysis? Methods, Techniques, Types & How-To. *BI Blog | Data Visualization & Analytics Blog | datapine* [en línea]. [consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://www.datapine.com/blog/data-analysis-methods-and-techniques/>.
- CAMACHO, M., BANCHÓN, S., BARCIA, K.F. y ALLAUCA, M., 2023. Aplicación de la teoría de restricciones en un proceso productivo con enfoque a la industria 4.0. *RECIAMUC*, vol. 7, no. 2, ISSN 2588-073X. DOI 10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.281-304.
- CARDENAS, I. y SICCHE, B., 2022. PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS LEAN Y TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA REDUCIR SUS COSTOS OPERATIVOS DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA. [en línea], Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33297/Cardenas%20Garcia%20Irvin%20Daniel%20-%20Sicche%20Buleje%20Bryan%20Victor.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- CARRO, R. y GONZÁLEZ, D., 2012. *CAPACIDAD Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA* [en línea]. ARGENTINA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DE PLATA. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1620/1/15_capacidad_distribucion.pdf.
- CK-12 FOUNDATION, 2022. 3.16: La teoría de la producción. *LibreTexts Español* [en línea]. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: https://espanol.libretexts.org/Educacion_Basica/Economia/03%3A_Emprendimiento_y_Crecimiento_Econ%C3%B3mico/3.16%3A_La_teor%C3%ADa_de_la_producci%C3%B3n.
- CONEXIÓN ESAN, 2020. Fundamentos de la teoría de las restricciones y su importancia en la gestión de procesos | Conexión ESAN. *Conexión Esan* [en línea]. [consulta: 10 julio 2023]. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/fundamentos-de-la-teoria-de-las-restricciones-y-su-importancia-en-la-gestion-de-procesos>.
- COVEÑAS, I., 2018. *Aplicación de la teoría de restricciones para aumentar la productividad en el área metalmecánica de la empresa Cromoplast S.A.C – Puente* [en línea]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33173>.

- DIAMETRAL, 2023. Industria Metalmecánica en el Perú [2023]: Situación Actual. *Diametral.pe* [en línea]. [consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: <https://diametral.pe/blog/industria-metalmeccanica-peru/>.
- DIAS, R.M.F., SILVA, L.D. y TENERA, A., 2019. Application of a Proposed TIs Model in a Lean Productive System. *Independent Journal of Management & Production*, vol. 10, no. 1, ISSN 2236269X. DOI 10.14807/ijmp.v10i1.830.
- ERRAOUI, Y. y CHARKAOUI, A., 2023. Analysis of Buffer techniques in Lean distribution and theory of constraints in a distribution context. *Journal of Operations Management, Optimization and Decision Support*, vol. 3, no. 1, ISSN 2658-9141. DOI 10.34874/IMIST.PRSM/jomods-v3i1.38935.
- ESPÍN-GUERRERO, R., TOALOMBO-ROJAS, B., MOYOLEMA-CHAGLLA, Á., ALTAMIRANO-SALAZAR, A., ESPÍN-GUERRERO, R., TOALOMBO-ROJAS, B., MOYOLEMA-CHAGLLA, Á. y ALTAMIRANO-SALAZAR, A., 2022. Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica. *Revista Digital Novasinerгия*, vol. 5, no. 2, ISSN 2631-2654. DOI 10.37135/ns.01.10.03.
- FLEETWOOD, D., 2018. Sample: Definition, Types, Formula & Examples. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/sample/>.
- FONTALVO, T., DE LA HOZ, E. y MORELOS, J., 2018. LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. *Scielo* [en línea]. [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632018000100047.
- GARTENSTEIN, D., 2018. Cómo calcular las tasas de producción. *Geniolandia* [en línea]. [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.geniolandia.com/13075407/como-calcular-las-tasas-de-produccion>.
- GUAMÁN LOZANO, Á.G., GARCÍA FLORES, A.N. y MOYANO ALULEMA, J.C., 2018. Desarrollo de un sistema MRP en la manufactura de muebles modulares para el aumento de productividad y calidad. *Ojeando la Agenda*, no. 56, ISSN 1989-6794.
- GUTIÉRREZ HUARIPATA, J.C. y YENGLER BRIONES, G.J., 2019. Aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en la curtiduría Orión S.A.C, 2019. En: Accepted: 2020-01-24T14:37:16Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40010>.

- GUTIÉRREZ, J.T., RÍOS, M.L.S., VILLEGAS, E.O.G. y SAUCEDA, C.L.C., 2023. Teoría de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos. *STUDIES IN MULTIDISCIPLINARY REVIEW*, vol. 4, no. 1, ISSN 2764-4782. DOI 10.55034/smrv4n1-001.
- HAYES, A., 2023. Descriptive Statistics: Definition, Overview, Types, Example. *Investopedia* [en línea]. [consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: https://www.investopedia.com/terms/d/descriptive_statistics.asp.
- HEALE, R. y TWYCROSS, A., 2015. Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-Based Nursing*, vol. 18, no. 3, ISSN 1367-6539, 1468-9618. DOI 10.1136/eb-2015-102129.
- IEES-Coyuntura-Industrial_mayo-2022.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/05/IEES-Coyuntura-Industrial_mayo-2022.pdf.
- INDEED, 2023. Basic Research vs. Applied Research: What's the Difference? | Indeed.com. *Indeed* [en línea]. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/basic-research-vs-applied-research>.
- JANOSZ, M., 2018. The Theory of Constraints as a Method of Results Optimization in Complex Organization. *Archives of Foundry Engineering; 2018; vol.18; No 4; 59-64* [en línea], [consulta: 9 julio 2023]. ISSN 2299-2944. Disponible en: <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/125169/edition/109209>.
- JUIÑA, L., CABRERA, V.H. y REINA, S., 2017. Aplicación de la teoría de restricciones en la implementación de un Sistema de Manufactura CAD-CAM en la industria Metalmecánica-Plástica. *Enfoque UTE*, vol. 8, no. 3,
- KEFE, Í. y TANIŞ, V.N., 2023. The Integration of the Theory of Constraints and the Time-Driven Activity-Based Costing System for the Improvement of Production Processes in an SME: La integración de la Teoría de las Restricciones y el Sistema de Costes por Actividades en función del tiempo para la mejora de los procesos de producción en una PYME. *Revista de Contabilidad - Spanish Accounting Review*, vol. 26, no. 1, ISSN 1988-4672. DOI 10.6018/rcsar.413411.
- KUMAR, D.S., 2018. Understanding Different Issues of Unit of Analysis in a Business Research. ,
- LA REPÚBLICA, 2023. INEI: Economía peruana creció solo 0,31% en abril | Economía | La República. [en línea]. [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://larepublica.pe/economia/2023/06/15/inei-economia-peruana-crecio-solo-031-en-abril-591330>.

- LABAREE, R.V., 2023. Research Guides: Organizing Your Social Sciences Research Paper: Quantitative Methods. [en línea]. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <https://libguides.usc.edu/writingguide/quantitative>.
- LEGAL INFORMATION INSTITUTE, 2023. 45 CFR § 63.32 - Data collection instruments. *LII / Legal Information Institute* [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/45/63.32>.
- LEUNG, C., 2023. Research Guides: Research Methods: Ethics in Research. [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://libguides.library.cityu.edu.hk/researchmethods/ethics>.
- LÓPEZ, F.A.G., MONSALVE, L.L.H. y CORONADO, M.H.V., 2021. MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EMPLEANDO LA METODOLOGÍA DMAIC. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 8, no. 2, ISSN 2313-1926. DOI 10.26495/icti.v8i2.1907.
- MACAVILCA, O., 2019. *Análisis, Diagnostico y Propuestas de Mejora en el Sistema de Producción de una Empresa Metalmeccánica* [en línea]. S.I.: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Disponible en: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14835/MACAVILCA_ESCALANTE_OSCAR_VOLKOV.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MANAWIS, R., 2023. Data Collection Techniques: A Guide. *SafetyCulture* [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://safetyculture.com/topics/data-collection/data-collection-techniques/>.
- MARIE, S., 2023. Process Diagrams: What You Need To Know. *SafetyCulture* [en línea]. [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://safetyculture.com/topics/process-diagram/>.
- MARTÍNEZ, J., 2019. 5. PRODUCTIVIDAD DE UN FACTOR Y PRODUCTIVIDAD GLOBAL. *ECONOSUBLIME* [en línea]. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <http://www.econosublime.com/2019/04/medicion-productividad.html>.
- MARTÍNEZ MARÍN, S., CORTABARRIA, L. y MENDOZA, O., 2016. Diseño, Implementación y Análisis de una Metodología para Aplicar TOC a Empresas Metalmeccánicas con Restricciones Internas-Caso de Aplicación: Colombia. *Espacios*, vol. 37,
- MAURICIO, R.J. y ARMIJOS, A.G., 2021. *APLICACIÓN DE TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA REDUCIR LOS COSTOS DE ALMACENAMIENTO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA – LIMA, 2021* [en línea]. Pimentel - Perú: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9867/Mauricio%20C>

harri%20Roy%20%26%20Armijos%20Espino%20Aurelio_.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

- MENDOZA VALDEZ, O.F., CHINGA ZAMBRANO, O.E., SABANDO GARCÉS, L.Y. y DIÉGUEZ MATELLÁN, E.L., 2021. Mejora de los procesos de asignación y ejecución presupuestaria de proyectos de investigación (ESPAM MFL). *ECA Sinergia*, vol. 12, no. 2,
- MIÑO, G., MOYANO, J. y SANTILLÁN, C., 2019. Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. *Ingeniería Industrial*, vol. XL, no. 2, ISSN 0258-5960, 1815-5936.
- MUÑOZ, A.M., 2021. ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD. *Revista Enfoques*, vol. 5, no. 17, ISSN undefined. DOI 10.33996/revistaenfoques.v5i17.104.
- NIEBEL, B.W., 2009. *Ingeniería Industrial Métodos Estándares y Diseño del Trabajo* [en línea]. Duodécima edición. S.l.: s.n. Disponible en: http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf.
- PILCO, A.M., 2016. *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA MANUFACTURA DE PUERTAS DE GARAJE FORJADAS, CASO DE ESTUDIO: MICROEMPRESA INDUSTRIAS METÁLICAS VILEMA (IMEV)* [en línea]. Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/5001/1/20T00737.pdf>.
- PINEDA, M., 2022. Aumentó la exportación de productos metálicos en el segundo trimestre de 2022 | Modern Machine Shop México. *Modern Machine Shop México* [en línea]. [consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: <https://www.mms-mexico.com/noticias/post/aumento-la-exportacion-de-productos-metalicos-en-el-segundo-trimestre-de-2022>.
- PORTAL MINERO, 2023. Sector metalúrgico metalmecánico cierra el año 2022 con una caída de 3,4%. *Portal Minero* [en línea]. [consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: <https://www.portalminero.com/wp/sector-metalurgico-metalmecanico-cierra-el-ano-2022-con-una-caida-de-34/>.
- ROMERO, J., ORTIZ, V. y CAICEDO, Á., 2019. La Teoría de Restricciones y la Optimización como Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción. Una Aplicación en la Industria de Muebles. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 27, ISSN 1886-516X. DOI 10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2964. 2006-

- ROTA, I.S. y DE SOUZA, F.B. de, 2021. A proposal for a theory of constraints-based framework in sales and operations planning. *Journal of applied research and technology*, vol. 19, no. 2,
- SAFETYCULTURE, 2023. MRP: planificación de necesidades de materiales. *SafetyCulture* [en línea]. [consulta: 19 noviembre 2023]. Disponible en: <https://safetyculture.com/es/temas/mrp/>.
- SAJJAD, S.M., 2018. METHODS OF DATA COLLECTION. . S.l.: s.n., pp. 201-275. ISBN 978-984-33-9565-8.
- SARMIENTO, C.S., 2020. Gestión de costos y productividad. Análisis de su relación en las empresas de manufactura liviana: Gestión de costos y productividad. Análisis de su relación en las empresas de manufactura liviana. *Maya - Revista de Administración y Turismo*, vol. 2, no. 1, ISSN 2788-6549. DOI 10.33996/maya.v2i1.5.
- SEPTIADI, A., DWI, R.R. y WIRATMANI, E., 2023. Line Balancing Analysis to Optimize Production line of Bushing Rubber Using Theory of Constraints and Heuristics Method with Promodel Simulation at PT. Madya Putera Tehnik. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 25, no. 1, ISSN 2527-9408. DOI 10.32734/jsti.v25i1.9519.
- SOCCONINI, L., 2019a. *LEAN MANUFACTURING PASO A PASO* [en línea]. S.l.: ICG Marge, SL. ISBN 978-84-17903-04-6. Disponible en: <https://todoproyecto.files.wordpress.com/2020/08/lean-manufacturing-paso-a-paso-socconini-1ed.pdf-c2b7-version-1.pdf>.
- SOCCONINI, L., 2019b. Lean Manufacturing Paso A Paso por Luis Socconini - 9789587785746 - Libros Técnicos Universitarios. *Alpha Editorial* [en línea]. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789587785746/Lean+Manufacturing+Paso+A+Paso>.
- STOPKA, O., ZITRICKÝ, V., ĽUPTÁK, V. y STOPKOVÁ, M., 2023. Application of specific tools of the Theory of Constraints – a case study. *Cognitive Sustainability* [en línea], vol. 2, no. 1, [consulta: 30 junio 2023]. ISSN 2939-5240. DOI 10.55343/cogsust.48. Disponible en: <https://cogsust.com/index.php/real/article/view/48>.
- TEAM WALLSTREETMOJO, 2022. Inferential Statistics. *WallStreetMojo* [en línea]. [consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://www.wallstreetmojo.com/inferential-statistics/>.
- TOC INSTITUTE, 2021. Theory of Constraints of Eliyahu M. Goldratt. *Theory of Constraints Institute* [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://www.tocinstitute.org/theory-of-constraints.html>.

- TULIP, 2023. What Is Line Balancing & How To Achieve It. *Tulip* [en línea]. [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://tulip.co/glossary/what-is-line-balancing-how-to-achieve-it/>.
- TUÑOQUE CHAVEZ, E.J., 2021. *APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA PLANTA INDUSTRIAL CHEMOTO S.A.C.* [en línea]. Pimentel - Perú: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7901/Tu%C3%B1oque%20Ch%C3%A1vez%20Erick%20Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- TURNER, D.P., 2020. Sampling Methods in Research Design. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, vol. 60, no. 1, ISSN 1526-4610. DOI 10.1111/head.13707.
- TUROVSKI, M., 2023. What Is Production Capacity and How to Calculate It? | MRPeasy Blog. *Blog for Manufacturers and Distributors* [en línea]. [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/production-capacity/>.
- UNIVERSITY OF STIRLING, 2023. Understanding ethics | Research. *University of Stirling* [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://www.stir.ac.uk/research/research-ethics-and-integrity/understanding-ethics/>.
- VILLEGAS, F., 2022a. Research Process Steps: What they are + How To Follow. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/research-process-steps/>.
- VILLEGAS, F., 2022b. Study Population: Characteristics & Sampling Techniques. *QuestionPro* [en línea]. [consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/study-population/>.
- ZAMBRANO SILVA, D.H., SOTO CHÁVEZ, L.E. y UGALDE VICUÑA, J.W., 2021. Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, vol. 6, no. 11, ISSN 2550-682X.

ANEXOS

Tabla 12. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de mediciones
<p align="center"><u>Variable independiente</u></p> <p align="center">TEORIA DE RESTRICCIONES (TOC)</p>	<p>TOC es un sistema de mejora continua para mejorar y gestionar el rendimiento de las restricciones del sistema en el contexto global, tratando de lograr una mejora general del sistema y no solo mejoras localizadas (Dias et al. 2019).</p>	<p>Proceso que identifica las restricciones del proceso de producción, consta de cinco pasos para lograrlo, siendo estos; identificar, explotar, subordinar, elevar y repetir.</p>	<p align="center">Análisis de proceso de mejora continua</p>	<p align="center">Identificar: Diagrama de procesos</p>	<p align="center">Razón</p>
				<p>Explotar</p> $I.V = \left(\frac{\text{Total A.V} - \text{T. A. N. V}}{\text{Total A. V}} \right) \times 100$ <p>Donde: I. V: Índice de actividades que agregan valor A. V: Actividades que agregan Valor A. N. V: Actividades que no agregan valor</p> <p align="center">Tasa de producción diaria = $\frac{\text{Tiempo total de turno}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad}}$</p> <p>Cp = Días laborables al mes * Tasa de producción diaria</p> $\text{Eficiencia de línea de producción} = \left(\frac{\sum T}{N \times C} \right) \times 100$ <p>$\sum T$ = Tiempo total de línea de producción N = Número de recursos C = Tiempo de ciclo</p>	<p align="center">Razón</p>
				<p>Subordinar</p> <p align="center">Balance de línea – asignación de operarios</p>	<p align="center">Razón</p>

				Elevar Inventario = MRP de materia prima	Razón
				Repetir: Identificar la siguiente restricción	Razón
			Estudio de tiempos	Tiempo Estándar (TE) $TE = TN * (1 + S)$ TE: Tiempo Estándar TN: Tiempo Normal S: Suplementos	minutos
Variable dependiente PRODUCTIVIDAD	Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y los recursos utilizados para producirlos, como la mano de obra y el capital (Andrés y Sempere 2023).	La productividad es un parámetro que evalúa la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados en un período de tiempo determinado.	Productividad de Mano de obra	PRODUCTIVIDAD_{MO} = $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas – hombre}}$ PRODUCTIVIDAD_{MO} = $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Nº de personas que participan en la producción}}$	Razón
			Productividad de factor máquina	PRODUCTIVIDAD_{FM} = $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Nº de máquinas}}$	Razón

ANEXO 01: Instrumentos de recolección de datos

ANEXO 1.1. Guía de observación


GUÍA DE OBSERVACIÓN		 Metálicas "Jovic" <small>LÍNEA COMPLETA DE MUJERES METÁLICAS Y BOLSAMERA EN GENERAL - JUEGOS DE COCINA, CAMAS, BIFURCOS, ETC. Av. Túpac Amaru N° 1504 - A - Cel. 926039420 Trujillo - E-mail: metalicasjovic@gmail.com</small>		
REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN ENCARGADO: <i>Victor Castro Huaylla</i> FECHA: <i>20/05/2023</i>				
N°	Actividad a Evaluar	¿Registra Deficiencias?		Observaciones
1	Recepción de la materia prima	SI	NO	Al trasladar los materiales a la zona de corte, se pierde tiempo
2	Cortado	SI	NO	
3	Doblado	SI	NO	En esta área participan dos operarios que realizan el doblado manual, evidenciando desgaste físico durante el transcurso de sus actividades
4	Armado	SI	NO	Esta actividad la llevan a cabo dos operarios más, reflejando cansancio ya que estos son los encargados de realizar diversas actividades dentro de esta área
5	Limpieza	SI	NO	
6	Pintado	SI	NO	
7	Secado en horno	SI	NO	
8	Ensamblaje	SI	NO	
9	Empaquetado	SI	NO	Esta actividad en sí no presenta ninguna deficiencia, pero el operario a la hora de terminar de empaquetar toma tiempo extra yendo a dejar el producto terminado y embaldado al área de almacenaje.

Figura 6. Formato de diagramas DAP y DOP

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS										
EMPRESA:	PÁGINA:									
DEPARTAMENTO:	FECHA:									
PRODUCTO:	METODO DE TRABAJO:									
DIAGRAMA HECHO POR:	APROBADO POR:									
<table border="1"><thead><tr><th>Símbolo</th><th>Resumen</th><th>Cantidad</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>		Símbolo	Resumen	Cantidad						
Símbolo	Resumen	Cantidad								

ANEXO 02: Evaluación por juicio de expertos

VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

1. Datos Generales

- 1.1 Apellidos y Nombres : Matara Ordoñez Anggy Katherine
1.2 Grado académico : Colegiada
1.3 N° DNI : 75335408
1.4 Celular : 970395947
1.5 Autor del instrumento : Castro Mendoza Mayra Jazmín
Rojas Gastañadui Eylin Analí
1.6 Fecha : 11/07/2023
1.7 Título de la investigación : Implementación de la teoría de restricciones para mejorar la productividad en la empresa INDUSTRIAS METÁLICAS JOVIC E.I.R.L,2023.

2. Aspectos de la evaluación

CRITERIOS	Escala de valoración			
	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Claridad: Está formulado con un lenguaje apropiado y comprensible			✘	
Suficiencia: Comprende aspectos de la claridad y cantidad			✘	
Coherencia : Las preguntas realizadas tienen relación con el título y variables de estudio				✘
Capacidad : La calidad de los ítems son los correctos para aplicar al estudio				✘
Objetividad : El instrumento está organizado y expresado en comportamientos observables			✘	
Metodología : La estrategia responde al propósito de la investigación				✘



ANGGY KATHERINE
MATARA ORDOÑEZ
Ingeniera Industrial
CIP N° 294872


VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

1. Datos Generales

- 1.1 Apellidos y Nombres : Chamay Ordoñez Percy José
1.2 Grado académico : Maestría
1.3 N° DNI : 41399629
1.4 Celular : 978082577
1.5 Autor del instrumento : Castro Mendoza Mayra Jazmin
Rojas Gastañadui Eyllin Analí
1.6 Fecha : 09/07/23
1.7 Título de la investigación : Implementación de la teoría de restricciones para mejorar la productividad en la empresa Industrias metálicas Jovic E.I.R.L., 2023.

2. Aspectos de la evaluación:

CRITERIOS	Escala de valoración			
	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Claridad: Está formulado con un lenguaje apropiado y comprensible			X	
Suficiencia: Comprende aspectos de la claridad y cantidad			X	
Coherencia : Las preguntas realizadas tienen relación con el título y variables de estudio			X	
Capacidad : La calidad de los ítems son los correctos para aplicar al estudio			X	
Objetividad : El instrumento está organizado y expresado en comportamientos observables			X	
Metodología : La estrategia responde al propósito de la investigación			X	



JOSE PERCY
CHAMAY ORDOÑEZ
Ingeniero Industrial
CIP N° 288462

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **BOY VASQUEZ ENRIQUE JANNIER** con DNI N° **71696104** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** con colegiatura N° **280413** desempeñándome actualmente como **DOCENTE** en **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO** y número telefónico **979 239 655**.

Por este medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente
1. Congruencia de ítems				X	
2. Amplitud de contenido			X		
3. Redacción de ítems			X		
4. Pertinencia			X		
5. Metodología			X		
6. Coherencia			X		
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 13 días del mes de julio del 2023



ENRIQUE JANNIER
BOY VASQUEZ
Ingeniero Industrial
CIP N° 280413

ANEXO 03: Carta de autorización por parte de la empresa.



**AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

Por medio del presente documento, Yo **Castro Huaylla Victor Jorge** identificado con DNI **18121663** y representante legal de la **Empresa Industria Metálicas JOVIC E.I.R.L** autorizo a **Castro Mendoza Mayra Jazmín** identificado con DNI 76735128 y **Rojas Gastañadui Eylin Analí** identificado con DNI 75851723 a realizar la investigación titulada: Implementación de la Teoría de Restricciones para mejorar la productividad en la empresa Industrias Metálicas JOVIC E.I.R.L,2023.

Atentamente.

INDUSTRIAS METÁLICAS JOVIC E.I.R.L
Victor J. Castro Huaylla
Victor Jorge Castro Huaylla
GERENTE GENERAL

Trujillo, 20 de mayo de 2023.

ANEXO 04: Encuesta a los operarios sobre la situación en el área de producción

GUÍA DE ENCUESTA

Empresa: Industria Metálicas Jovic E.I.R.L.

Objetivo: Se le aplica la presente encuesta con el motivo de conocer la problemática principal que afecta la productividad de la empresa.

Instrucciones: Marque con un aspa(x) la alternativa que considere correcta. Su información será confidencial.

1. **¿Se siente desmotivado en su entorno laboral?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
2. **¿Le afecta no obtener un reconocimiento por la parte administrativa ante el hecho de realizar más actividades de las asignadas?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
3. **¿Le dificulta la falta de programación de mantenimiento en las máquinas?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
4. **¿Afecta que no haya las herramientas adecuadas o que estén en mal estado para la realización de sus actividades?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
5. **¿Le afecta que no se lleve un control de tiempos en las estaciones de trabajo?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
6. **¿Hay falta de compromiso de sus compañeros para cumplir con las actividades propuestas?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
7. **¿Realiza un exceso de horas extras al concluir su jornada laboral?**
 - a) Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado

ENCUESTA

Empresa : Industria Metálicas Jovic E.I.R.L.

Instrucciones : Marque con un aspa(x) la alternativa que considere correcta. Su información será confidencial.

1. ¿ Qué tan motivado te encuentras en tu entorno laboral?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
2. ¿Afecta la ausencia de maquinaria adecuada en la realización de sus actividades asignadas?
a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado
3. ¿Las herramientas se encuentra debidamente organizadas?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
4. ¿Se lleva un registro detallado del tiempo en que se llevan a cabo las actividades?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
5. ¿La falta de incentivos influye en su desempeño laboral?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
6. ¿Realiza horas extras al concluir su jornada de trabajo?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
7. ¿Consideras que en lo que respecta a la realización de sus actividades diarias hay sobreesfuerzo físico?
a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado

ENCUESTA

Empresa : Industria Metálicas Jovic E.I.R.L.

Instrucciones : Marque con un aspa(x) la alternativa que considere correcta. Su información será confidencial.

1. ¿Qué tan motivado te encuentras en tu entorno laboral?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
2. ¿Afecta la ausencia de maquinaria adecuada en la realización de sus actividades asignadas?
a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado
3. ¿Las herramientas se encuentra debidamente organizadas?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
4. ¿Se lleva un registro detallado del tiempo en que se llevan a cabo las actividades?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
5. ¿La falta de incentivos influye en su desempeño laboral?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
6. ¿Realiza horas extras al concluir su jornada de trabajo?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
7. ¿Consideras que en lo que respecta a la realización de sus actividades diarias hay sobreesfuerzo físico?
a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado

ENCUESTA

Empresa : Industria Metálicas Jovic E.I.R.L.

Instrucciones : Marque con un aspa(x) la alternativa que considere correcta. Su información será confidencial.

1. ¿ Qué tan motivado te encuentras en tu entorno laboral?
a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado
2. ¿Afecta la ausencia de maquinaria adecuada en la realización de sus actividades asignadas?
a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado
3. ¿Las herramientas se encuentra debidamente organizadas?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
4. ¿Se lleva un registro detallado del tiempo en que se llevan a cabo las actividades?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
5. ¿La falta de incentivos influye en su desempeño laboral?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
6. ¿Realiza horas extras al concluir su jornada de trabajo?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
7. ¿Consideras que en lo que respecta a la realización de sus actividades diarias hay sobre esfuerzo físico?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado

ENCUESTA

Empresa : Industria Metálicas Jovic E.I.R.L.

Instrucciones : Marque con un aspa(x) la alternativa que considere correcta. Su información será confidencial.

1. ¿Qué tan motivado te encuentras en tu entorno laboral?

a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado

2. ¿Afecta la ausencia de maquinaria adecuada en la realización de sus actividades asignadas?

a) Poco b) Regular c) Mucho Demasiado

3. ¿Las herramientas se encuentran debidamente organizadas?

a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado

4. ¿Se lleva un registro detallado del tiempo en que se llevan a cabo las actividades?

a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado

5. ¿La falta de incentivos influye en su desempeño laboral?

a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado

6. ¿Realiza horas extras al concluir su jornada de trabajo?

a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado

7. ¿Consideras que en lo que respecta a la realización de sus actividades diarias hay sobreesfuerzo físico?

a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado

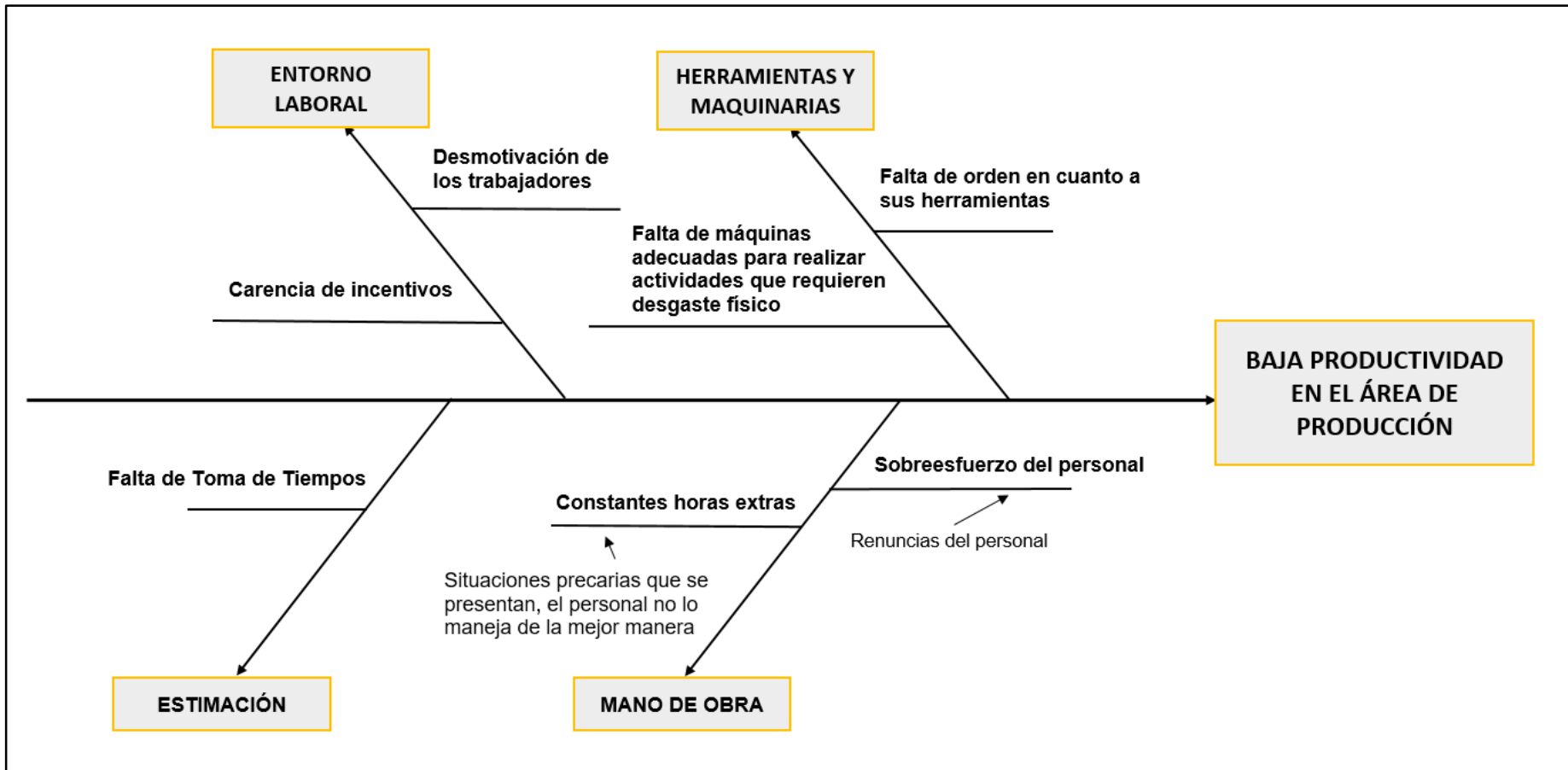
ENCUESTA

Empresa : Industria Metálicas Jovic E.I.R.L.



Instrucciones : Marque con un aspa(x) la alternativa que considere correcta. Su información será confidencial.

1. ¿ Qué tan motivado te encuentras en tu entorno laboral?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
2. ¿Afecta la ausencia de maquinaria adecuada en la realización de sus actividades asignadas?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
3. ¿Las herramientas se encuentra debidamente organizadas?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
4. ¿Se lleva un registro detallado del tiempo en que se llevan a cabo las actividades?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado
5. ¿La falta de incentivos influye en su desempeño laboral?
a) Poco b) Regular Mucho d) Demasiado
6. ¿Realiza horas extras al concluir su jornada de trabajo?
 Poco b) Regular c) Mucho d) Demasiado
7. ¿Consideras que en lo que respecta a la realización de sus actividades diarias hay sobreesfuerzo físico?
a) Poco Regular c) Mucho d) Demasiado

ANEXO 05: Diagrama de Ishikawa - causas del problema principal



ANEXO C1: Estado actual del proceso productivo de JOVIC E.I.R.L.

PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL	
<p>1. Recepción de materia prima: El operario se encarga de recibir los tubos de acero de los proveedores, los ordena para empezar con el proceso.</p>	
<p>2. Cortado: En esta etapa el operario corta los tubos de acero de 5/8 y 7/8 de pulgada con la ayuda de una trozadora, antes de ser cortado cada tubo el operario mide las dimensiones correspondientes para la elaboración de cada silla, en el caso del respaldo se cortan tubos en medidas de 18 ½ de ancho y 16 pulgadas de altura, y para el asiento en dimensiones de 18 pulg de altura, 17 pulg de ancho, 17 pulg de largo.</p>	
<p>3. Doblado 1: Los 2 operarios encargados de esta etapa realizan el doblado de una parte de los tubos cortados que ingresan de la etapa anterior, de manera manual dan la forma del espaldar.</p>	
<p>4. Doblado 2: Luego del doblado manual del respaldo, estos mismos operarios realizan el mismo procedimiento para la parte de las patas de la silla. Siendo este el proceso que más tiempo y energía requiere por parte de los 2 operarios, para posteriormente trasladar el trabajo realizado al área de armado.</p>	

5. **Armado:** En esta etapa el operario se encarga de moldear los tubos con las medidas correctas y curvaturas propias de la silla. Luego se miden los tubos y se trazan las medidas para realizar las perforaciones con ayuda de un taladro de pie, donde irán los pernos que sujetarán el asiento y el espaldar. Para posteriormente, unir los tubos formados; primero se une la parte inferior aplicando soldaduras en cada extremo de los tubos y en las partes medias, de tal manera que se proporcione estabilidad en las sillas, seguidamente se une con la parte superior. Como siguiente paso, se elimina la rugosidad que se ha podido adquirir en los procedimientos anteriores, con la finalidad que el operario de la siguiente etapa no sufra algún corte a causa de ello.



6. **Limpieza:** Una vez que el producto sale del área de armado pasa al área de lavado, en esta etapa se utilizan lejías, detergentes, ácidos industrial y agua, que sirven para limpiar las impurezas adquiridas en las etapas anteriores. Después de aproximadamente 6 minutos, se procede a retirar el detergente y los demás componentes de limpieza del producto, dejándolo limpio y listo para ser transportado al área de pintado.



7. **Pintado:** En esta etapa los operarios rocían de pintura base a las sillas, luego esperan por un lapso de 3 minutos para que seque, y posteriormente aplicar la pintura plateada o negra, eso varía de acuerdo a las especificaciones del cliente.

8. **Secado en horno:** En esta etapa las sillas pintadas ingresan al horno durante un lapso de 5 minutos, con la finalidad de que las sillas queden impregnadas con la pintura, y que esta no se despinte a pesar de los años.



9. **Ensamblaje:** Una vez que la silla está pintada y seca, pasa al área de ensamblando, en esta etapa se colocan los regatones, espaldar y asiento para darle la forma final a la silla.



10. **Empaquetado:** En esta etapa el operario realiza una inspección a la silla, para observar que esté correctamente pintada y no haya ningún golpe o ralladuras adquirida en la etapa de ensamble. Viendo que todo está en orden se procede a empaquetar el producto para ser llevado al almacén.



11. **Almacén:** Una vez empaquetado, se trasporta al almacén para poder entregar al cliente, cuando esté el pedido completo.



Lo que el proceso actual genera:

Para sintetizar, el proceso productivo descrito genera bastante desgaste de tiempo y energía por parte de 2 operarios en el área de doblado, en algunas situaciones ocasionándoles lesiones debido al esfuerzo que realizan para poder llevar a cabo el doblado de los tubos de acero. Según las manifestaciones de los mismos operarios, comentan que en algunas ocasiones se ha tenido que volver al inicio del proceso por un mal doblado de los tubos, generando más demora en el proceso productivo, y de la misma manera desperdiciando material.

Desgaste físico y posibles lesiones:



Piezas con defectos:



ANEXO C1.1: Maquinaria utilizada en el proceso de producción

La Trozadora: los operarios utilizan esta herramienta para cortar los tubos de acero, el corte que realiza es por abrasión mediante un disco, otorgando cortes rectos y ángulos sobre los tubos.



Dobladora: Es una herramienta que se encarga de doblar los tubos de forma manual, con la ayuda de la fuerza de uno a varios operarios, que forman el doblado que se necesita para la obtención de las sillas.



Taladro de pie: El taladro es una herramienta donde se mecanizan los agujeros que se hacen a las piezas, para posteriormente ser empernadas.



Esmeril: Los esmeriles son utilizados para eliminar materiales sobrantes de las piezas así como también cortar rugosidades al material.



Soldadora eléctrica: En este proceso de soldadura los electrodos son aplicados en los extremos de las piezas que vamos a soldar, son colocadas juntas a presión, por la que se aplica la corriente eléctrica intensa durante unos segundos.

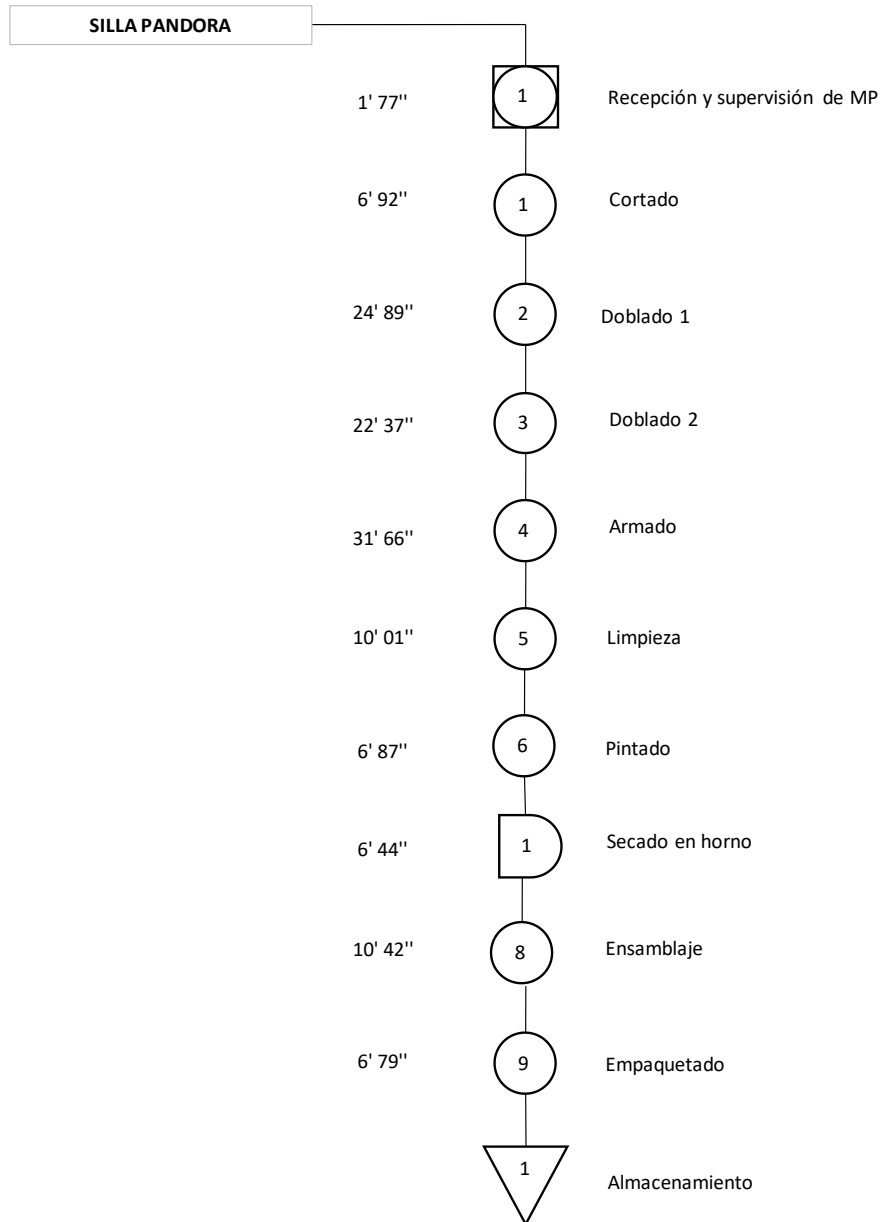


Horno: Es un dispositivo que genera calor y que lo mantiene dentro de un compartimiento cerrado. Aquí las sillas ingresan para fijar la pintura de manera que permanezca por años, la temperatura que la silla está expuesta en el horno no afecta su estructura.



ANEXO C2: Diagrama DOP (Proceso productivo)

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS			
EMPRESA:	Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.	PÁGINA:	
ÁREA:	Producción	FECHA:	4/09/2023
PRODUCTO:	Silla pandora	MÉTODO DE TRABAJO:	
DIAGRAMA HECHO POR:	Rojas Gastañadui Eylin Anali	APROBADO POR:	Jefe de Producción - Victor Castro



SÍMBOLO	CANTIDAD
□	1
○	9
D	1
▽	1

ANEXO C3: Diagrama DAP (Proceso productivo)

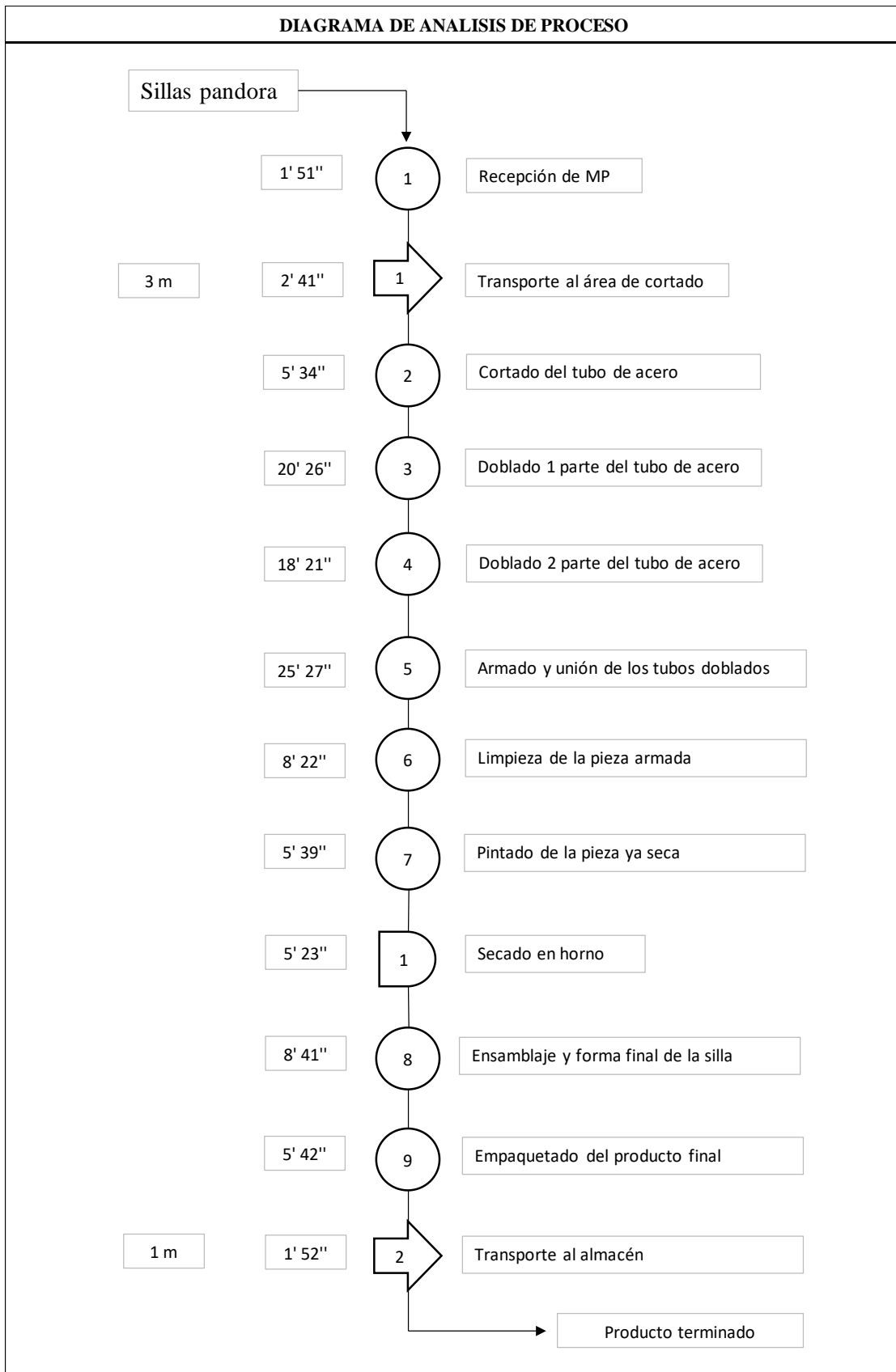


Tabla 15. Ficha de estudio de tiempos validada por el jefe de producción – Pre test.

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L., 2023

Fecha: 3/07/2023 al 8/07/2023

FICHA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS

PROCESOS	Toma de tiempos (minutos) - producción de una silla pandora						T. promedio (min)	WESTINGHOUSE					T. normal (min)	Suplementos			T. estándar (min)	$\left\{ \frac{40 * \sqrt{N \sum t^2 - (\sum t)^2}}{\sum t} \right\}^2$	Muestras adicionales					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		H	E	C	R	FV		SC	SV	Total			T11	T12	T13	T14	T15	T16
Recepción	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.51	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	1.55	0.09	0.05	1.14	1.77	1	1.5					
Transporte al área de cortado	2.5	2.3	2.3	2.5	2.4	2.5	2.41	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	2.48	0.09	0.07	1.16	2.88	2	2.5	2.31				
Cortado	5.3	5.4	5.5	5.3	5.2	5.4	5.34	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.77	0.09	0.11	1.20	6.92	1	5.4					
Doblado 1	20.1	20.2	20.4	20.2	20.3	20.3	20.26	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	21.27	0.09	0.08	1.17	24.89	0						
Doblado 2	18.1	18.2	18.2	18.0	18.3	18.4	18.21	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	19.12	0.09	0.08	1.17	22.37	0						
Armado	25.3	25.4	25.3	25.3	25.2	25.2	25.27	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	27.29	0.09	0.07	1.16	31.66	0						
Limpieza	8.1	8.2	8.5	8.2	8.2	8.1	8.22	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	8.63	0.09	0.07	1.16	10.01	0						
Pintado	5.6	5.4	5.4	5.5	5.3	5.3	5.39	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.82	0.09	0.09	1.18	6.87	1	5.32					
Secado en horno	5.1	5.2	5.3	5.2	5.4	5.2	5.23	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.65	0.09	0.05	1.14	6.44	0						
Ensamblaje	8.5	8.2	8.4	8.3	8.4	8.5	8.41	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	8.83	0.09	0.09	1.18	10.42	0						
Empaquetado	5.4	5.3	5.5	5.4	5.4	5.5	5.42	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.86	0.09	0.07	1.16	6.79	0						
Transporte al almacén	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.52	0.00	0.02	0.02	0.01	1.05	1.60	0.09	0.05	1.14	1.82	2	1.5	1.56				
Tiempo Total minutos							107.19	Tiempo normal total minutos					113.87	Tiempo estandar total minutos			132.84							
Tiempo Total horas							1.786	Tiempo normal total horas					1.90	Tiempo estandar total horas			2.21							

Leyenda: T: Tiempo H: Habilidad C: Condiciones FV: Factor de valoración SV: Suplemento Variable
 T.Promedio: Tiempo promedio E: Esfuerzo R: Consistencia SC: Suplemento Constante n: Número de muestras

Observaciones: _____


INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.
Victor Jorge Castro Huaylla
GERENTE GENERAL

 V°B Jefe de producción

Tabla 16. Producción total de Julio y Agosto (Pre – Test)

PRODUCCIÓN TOTAL DE JULIO Y AGOSTO - INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Semanas	Unidades producidas	Horas trabajadas h-h
Semana 1	24.585	54
Semana 2	24.547	54
Semana 3	24.492	54
Semana 4	24.474	54
Semana 5	24.510	54
Semana 6	22.695	54
Semana 7	24.547	54
Semana 8	24.456	54
Semana 9	24.510	54
Total de 2 meses	220	486

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Victor Jorge Castro Huaylla
GERENTE GENERAL.

V°B Jefe de producción

Tabla 17. Producción (Julio) Pre – test.

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Fecha: 4/09/2023

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (JULIO)

NOMBRE DE LA EMPRESA	Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.		
NOMBRE DE OBSERVADOR	Rojas Gastañadui Eylin Anali		
RUBRO	Metalmecánico		
FECHA	UNIDADES PRODUCIDAS	HORAS TRABAJADAS	PRODUCTIVIDAD DE MO
3/07/2023	4	9	0.45
4/07/2023	4	9	0.46
5/07/2023	4	9	0.45
6/07/2023	4	9	0.46
7/07/2023	4	9	0.46
8/07/2023	4	9	0.45
9/07/2023	Día no laborable		
10/07/2023	4	9	0.45
11/07/2023	4	9	0.45
12/07/2023	4	9	0.45
13/07/2023	4	9	0.46
14/07/2023	4	9	0.45
15/07/2023	4	9	0.46
16/07/2023	Día no laborable		
17/07/2023	4	9	0.45
18/07/2023	4	9	0.45
19/07/2023	4	9	0.46
20/07/2023	4	9	0.46
21/07/2023	4	9	0.45
22/07/2023	4	9	0.45
23/07/2023	Día no laborable		
24/07/2023	4	9	0.46
25/07/2023	4	9	0.45
26/07/2023	4	9	0.46
27/07/2023	4	9	0.45
28/07/2023	4	9	0.45
29/07/2023	4	9	0.45
30/07/2023	Día no laborable		
31/07/2023	4	9	0.45
PROMEDIO	4	9	0.45

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

 Victor Jorge Castro Huaylla
 GERENTE GENERAL

V'B Jefe de producción

Observaciones: _____

Tabla 18. Producción (Agosto) Pre – test.

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Fecha: 4/09/2023

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (JULIO)

NOMBRE DE LA EMPRESA	Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.		
NOMBRE DE OBSERVADOR	Rojas Gastañadui Eyllin Anali		
RUBRO	Metalmeccánico		
FECHA	UNIDADES PRODUCIDAS	HORAS TRABAJADAS	PRODUCTIVIDAD DE MO
3/07/2023	4	9	0.45
4/07/2023	4	9	0.46
5/07/2023	4	9	0.45
6/07/2023	4	9	0.46
7/07/2023	4	9	0.46
8/07/2023	4	9	0.45
9/07/2023	Día no laborable		
10/07/2023	4	9	0.45
11/07/2023	4	9	0.45
12/07/2023	4	9	0.45
13/07/2023	4	9	0.46
14/07/2023	4	9	0.45
15/07/2023	4	9	0.46
16/07/2023	Día no laborable		
17/07/2023	4	9	0.45
18/07/2023	4	9	0.45
19/07/2023	4	9	0.46
20/07/2023	4	9	0.46
21/07/2023	4	9	0.45
22/07/2023	4	9	0.45
23/07/2023	Día no laborable		
24/07/2023	4	9	0.46
25/07/2023	4	9	0.45
26/07/2023	4	9	0.46
27/07/2023	4	9	0.45
28/07/2023	4	9	0.45
29/07/2023	4	9	0.45
30/07/2023	Día no laborable		
31/07/2023	4	9	0.45
PROMEDIO	4	9	0.45

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

 Victor Jorge Castro Huaylla
 GERENTE GENERAL

V°B Jefe de producción

Observaciones: _____

Tabla 19. Datos de ventas y costo de MP para hallar Throughput, Jovic E.I.R.L, 2023

Meses	Ventas	Costo MP	Throughput
JULIO	S/ 14,280.00	S/ 7,071.85	S/ 7,208.15
AGOSTO	S/ 16,380.00	S/ 8,184.48	S/ 8,195.53
Total	S/ 30,660.00	S/ 15,256.33	S/ 15,403.68

Tabla 20. Ganancias netas de Jovic E.I.R.L. en los meses de Julio y Agosto, 2023

Mes	Throughput	Gastos operativos	Ganancias netas
JULIO	S/ 7,208.15	S/ 5,403.00	S/ 1,805.15
AGOSTO	S/ 8,195.53	S/ 6,153.00	S/ 2,042.53
Total	S/ 12,745.00	S/ 12,200.00	S/ 3,847.68

Tabla 21. Costos de materia prima Pre-test (Julio y Agosto)

JULIO			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	102	S/ 20.00	S/ 2,040.00
Soldadura punto azul (5 varillas x silla)	510	S/ 0.38	S/ 191.25
Galones de pintura (1/8 x silla)	6	S/ 80.00	S/ 480.00
Regatones (4 x silla)	408	S/ 0.08	S/ 30.60
Galones de Thinner	5	S/ 20.00	S/ 100.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	102	S/ 40.00	S/ 4,080.00
Pernos 5/8 x 8	300	S/ 0.50	S/ 150.00
TOTAL			S/ 7,071.85

AGOSTO			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	117	S/ 20.00	S/ 2,340.00
Soldadura punto azul por Kg (5 varillas x silla)	585	S/ 0.38	S/ 219.38
Galones de pintura (1/8 x silla)	8	S/ 80.00	S/ 640.00
Regatones por Kg (4 x silla)	468	S/ 0.08	S/ 35.10
Galones de Thinner	6	S/ 20.00	S/ 120.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	117	S/ 40.00	S/ 4,680.00
Pernos 5/8 x 8	300	S/ 0.50	S/ 150.00
TOTAL			S/ 8,184.48

Tabla 22. Total de ventas Pre-test (Julio y Agosto)

VENTAS			
Mes	Cantidad	Precio unitario	Total
JULIO	102	S/ 140.00	S/ 14,280.00
AGOSTO	117	S/ 140.00	S/ 16,380.00
Total			S/ 30,660.00

Tabla 23. Total de gastos operativos Pre-test (Julio y Agosto)

Gastos administrativos -Julio					
Puesto	Cantidad	Sueldo por silla	Sillas al mes	Sueldo mensual	Total
Operarios	5	S/ 10.00	102	S/ 1,020.00	S/ 5,100.00
Total					S/ 5,100.00

Gastos de fabricación	Mano de obra indirecta	S/ 10.00
	Materiales indirectos	
	Costos financieros	

Insumo	Costo mensual
Agua	S/ 70.00
Luz	S/ 93.00
Internet	S/ 80.00
Teléfono	S/ 50.00
Total	S/ 293.00

TOTAL DE COSTOS OPERATIVOS	S/ 5,403.00
-----------------------------------	--------------------

Gastos administrativos - Agosto					
Puesto	Cantidad	Sueldo por silla	Sillas al mes	Sueldo mensual	Total
Operarios	5	S/ 10.00	117	S/ 1,170.00	S/ 5,850.00
Total					S/ 5,850.00

Gastos de fabricación	Mano de obra indirecta	S/ 10.00
	Materiales indirectos	
	Costos financieros	

Insumo	Costo mensual
Agua	S/ 70.00
Luz	S/ 93.00
Internet	S/ 80.00
Teléfono	S/ 50.00
Total	S/ 293.00

TOTAL DE COSTOS OPERATIVOS	S/ 6,153.00
-----------------------------------	--------------------

Tabla 24. Costos de materia prima Post-test (septiembre y octubre)

Septiembre			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	160	S/ 20.00	S/ 3,200.00
Soldadura 1/8" punto azul	800	S/ 0.38	S/ 300.00
Galones de pintura	10	S/ 80.00	S/ 800.00
Regatones	640	S/ 0.08	S/ 48.00
Galones de Thinner	8	S/ 20.00	S/ 160.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	160	S/ 40.00	S/ 6,400.00
Pernos 5/8 x 8	400	S/ 0.50	S/ 200.00
TOTAL			S/ 11,108.00

Octubre			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	175	S/ 20.00	S/ 3,500.00
Soldadura punto azul por Kg (5 varillas x silla)	875	S/ 0.38	S/ 328.13
Galones de pintura (1/8 x silla)	12	S/ 80.00	S/ 960.00
Regatones por Kg (4 x silla)	700	S/ 0.08	S/ 52.50
Galones de Thinner	10	S/ 20.00	S/ 200.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	175	S/ 40.00	S/ 7,000.00
Pernos 5/8 x 8	400	S/ 0.50	S/ 200.00
TOTAL			S/ 12,240.63

Tabla 25. Total de ventas post-test (septiembre y octubre)

VENTAS			
Mes	Cantidad	Precio unitario	Total
Septiembre	160	S/ 140.00	S/ 22,400.00
Octubre	174	S/ 140.00	S/ 24,360.00
Total			S/ 46,760.00

Tabla 26. Total de costos operativos post-test (Septiembre y octubre)

Gastos administrativos - Septiembre					
Puesto	Cantidad	Sueldo por silla	Sillas al mes	Sueldo mensual	Total
Operarios	5	S/ 10.00	160	S/ 1,600.00	S/ 8,000.00
Total					S/8,000.00

Gastos de fabricación	Mano de obra indirecta	S/ 10.00
	Materiales indirectos	
	Costos financieros	

Insumo	Costo mensual
Agua	S/ 70.00
Luz	S/ 93.00
Internet	S/ 80.00
Teléfono	S/ 50.00
Total	S/ 293.00

TOTAL DE COSTOS OPERATIVOS	S/ 8,303.00
-----------------------------------	--------------------

Gastos administrativos - Octubre					
Puesto	Cantidad	Sueldo por silla	Sillas al mes	Sueldo mensual	Total
Operarios	5	S/ 10.00	174	S/ 1,740.00	S/ 8,700.00
Total					S/ 8,700.00

Gastos de fabricación	Mano de obra indirecta	S/ 10.00
	Materiales indirectos	
	Costos financieros	

Insumo	Costo mensual
Agua	S/ 70.00
Luz	S/ 93.00
Internet	S/ 80.00
Teléfono	S/ 50.00
Total	S/ 293.00

TOTAL DE COSTOS OPERATIVOS	S/ 9,003.00
-----------------------------------	--------------------

Tabla 27. Comparativa funcional entre la máquina automatizada y la manual

DOBLADORA MANUAL	DOBLADORA AUTOMATIZADA
Se gradúa empíricamente con un soporte de referencia que se adecuan al tamaño requerido.	Se gradúa en el tablero según el ángulo y el espesor del tubo que se requiere.
Manejo con la fuerza mecánica (2 operarios, más una palanca).	Trabaja con un motor hidráulico de manejo fácil (un operario).
Rendimiento productivo inestable.	Rendimiento productivo constante.
Mayor tiempo de trabajo.	Reducción de tiempo laboral.
Inexactitud de curvatura.	Mayor precisión en la curvatura.
Alto nivel de riesgo laboral.	Bajo nivel de lesiones.

Tabla 28. Ficha de registro de toma de tiempos post-implementación de la máquina dobladora

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L., 2023

Fecha: 11/09/2023 al 16/09/2023

FICHA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS

PROCESOS	Toma de tiempos (minutos) - producción de una silla pandora						T. promedio (min)	WESTINGHOUSE					T. normal (min)	Suplementos			T. estándar (min)	$\left\{ \frac{40 * \sqrt{N \sum t^2 - (\sum t)^2}}{\sum t} \right\}^2$	Muestras adicionales											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		H	E	C	R	FV		SC	SV	Total			T11	T12	T14	T15	T16	T17						
Recepción	1.5	1.6	1.4	1.5	1.6	1.4	1.49	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	1.53	0.09	0.05	1.14	1.75	3	1.5	1.5	1.44									
Cortado	5.4	5.2	5.1	5.3	5.5	5.5	5.34	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.77	0.09	0.07	1.16	6.69	1	5.3											
Doblado	10.6	10.8	10.7	10.5	10.8	10.4	10.62	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.47	0.09	0.03	1.12	12.84	0												
Armado	25.5	25.4	25.9	25.0	25.7	25.3	25.45	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	27.48	0.09	0.07	1.16	31.88	0												
Limpieza	8.6	8.5	8.4	8.6	8.3	8.5	8.46	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	9.14	0.09	0.08	1.17	10.69	0												
Pintado	5.1	5.2	5.1	5.4	5.2	5.4	5.27	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.69	0.09	0.07	1.16	6.60	1	5.5											
Secado en horno	5.2	5.4	5.3	5.1	5.4	5.2	5.24	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.66	0.09	0.03	1.12	6.34	1	5.2											
Ensamblaje	8.4	8.3	8.1	8.3	8.3	8.3	8.28	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	8.94	0.09	0.09	1.18	10.55	0												
Empaquetado	5.4	5.2	5.4	5.1	5.2	5.0	5.20	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.61	0.09	0.05	1.14	6.40	1	5.03											
Tiempo Total minutos							75.34	Tiempo normal total minutos					81.30	Tiempo estándar total minutos			93.75													
Tiempo Total horas							1.26	Tiempo normal total horas					1.35	Tiempo estándar total horas			1.56													

Legenda: T: Tiempo H: Habilidad C: Condiciones FV: Factor de valoración SV: Suplemento Variable
 T.Promedio: Tiempo promedio E: Esfuerzo R: Consistencia SC: Suplemento Constante

Observaciones: _____

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

 Victor Jorge Castro Huaylla
 GERENTE GENERAL

VºB Jefe de producción

Tabla 29. Ficha de registro de toma de tiempos validada por el jefe de producción Post-test.

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L., 2023

Fecha: /09/2023 al 16/09/20

FICHA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS

PROCESOS	Toma de tiempos (minutos) - producción de una silla pandora						T. promedio (min)	WESTINGHOUSE					T. normal (min)	Suplementos			T. estándar (min)	$\left\{ \frac{40 * \sqrt{N \sum t^2 - (\sum t)^2}}{\sum t} \right\}^2$	Muestras adicionales							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		H	E	C	R	FV		SC	SV	Total			T11	T12	T14	T15	T16	T17		
Recepción	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3	1.3	1.33	0.00	0.00	0.02	0.01	1.03	1.37	0.09	0.05	1.14	1.56	4	1.3	1.4	1.3	1.3				
Cortado	5.3	5.0	5.3	5.2	5.3	5.1	5.18	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.60	0.09	0.07	1.16	6.49	1	5.1							
Doblado	10.3	10.8	10.5	10.4	10.3	10.5	10.47	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	11.30	0.09	0.03	1.12	12.66	0								
Armado	14.3	14.4	14.5	14.4	14.2	14.3	14.36	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	15.51	0.09	0.07	1.16	17.99	0								
Limpieza	8.1	8.3	8.3	8.2	8.1	8.2	8.20	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	8.85	0.09	0.08	1.17	10.36	0								
Pintado	6.2	6.2	6.1	6.4	6.3	6.4	6.26	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	6.76	0.09	0.07	1.16	7.84	0								
Secado en horno	5.0	5.1	5.1	5.2	5.0	5.2	5.11	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.52	0.09	0.03	1.12	6.18	0								
Ensamblaje	8.2	8.2	8.1	8.0	8.2	8.2	8.16	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	8.81	0.09	0.09	1.18	10.40	0								
Empaquetado	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.1	5.13	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	5.54	0.09	0.05	1.14	6.31	0								
Tiempo Total minutos							64.19	Tiempo normal total minutos					69.26	Tiempo estándar total minutos			79.80									
Tiempo Total horas							1.07	Tiempo normal total horas					1.15	Tiempo estándar total horas			1.33									

Leyenda: T: Tiempo H: Habilidad C: Condiciones FV: Factor de valoración SV: Suplemento Variable
T.Promedio: Tiempo promedio E: Esfuerzo R: Consistencia SC: Suplemento Constante

Observaciones: _____

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Victor Jorge Castro Huaylla
GERENTE GENERAL

VºB Jefe de producción

Tabla 30. Producción total (septiembre y octubre) Post – implementación.

PRODUCCIÓN TOTAL DE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE - INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Semanas	Unidades producidas	Horas trabajadas h-h
Semana 1	40.105	54
Semana 2	39.907	54
Semana 3	39.960	54
Semana 4	39.859	54
Semana 5	40.155	54
Semana 6	40.205	54
Semana 7	39.905	54
Semana 8	40.108	54
Semana 9 (2 días)	13.485	18
Total de 2 meses	334	450

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Victor Jorge Castro Huaylla
GERENTE GENERAL

V°B Jefe de producción

Tabla 31. Ficha de registro de productividad validada Post – implementación (Septiembre).

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Fecha: 25/10/2023

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (SEPTIEMBRE)

NOMBRE DE LA EMPRESA	Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.		
NOMBRE DE OBSERVADOR	Rojas Gastañadui Eyllin Anali		
RUBRO	Metalmecánico		
FECHA	Unidades producidas	Horas trabajadas	Productividad de MO
4/09/2023	7	9	0.74
5/09/2023	7	9	0.75
6/09/2023	7	9	0.73
7/09/2023	7	9	0.76
8/09/2023	7	9	0.74
9/09/2023	7	9	0.75
10/09/2023	Día no laborable		
11/09/2023	7	9	0.74
12/09/2023	7	9	0.72
13/09/2023	7	9	0.75
14/09/2023	7	9	0.75
15/09/2023	7	9	0.74
16/09/2023	7	9	0.74
17/09/2023	Día no laborable		
18/09/2023	7	9	0.75
19/09/2023	7	9	0.76
20/09/2023	7	9	0.73
21/09/2023	7	9	0.75
22/09/2023	7	9	0.74
23/09/2023	7	9	0.72
24/09/2023	Día no laborable		
25/09/2023	7	9	0.75
26/09/2023	7	9	0.74
27/09/2023	7	9	0.72
28/09/2023	7	9	0.74
29/09/2023	7	9	0.75
30/09/2023	7	9	0.73
PROMEDIO	7	9	0.74

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

 Victor Jorge Castro Huaylla
 GERENTE GENERAL

V°B Jefe de producción

Observaciones: _____

Tabla 32. Ficha de registro de productividad validada Post – implementación (Octubre).

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

Fecha: 29/10/2023

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD OCTUBRE

NOMBRE DE LA EMPRESA	Industrias metálicas JOVIC E.I.R.L.		
NOMBRE DE OBSERVADOR	Rojas Gastañadui Eyllin Anali		
RUBRO	Metalmecánico		
FECHA	Unidades producidas	Horas trabajadas	Productividad de MO
2/10/2023	7	9	0.74
3/10/2023	7	9	0.76
4/10/2023	7	9	0.74
5/10/2023	7	9	0.75
6/10/2023	7	9	0.75
7/10/2023	7	9	0.73
8/10/2023	Día no laborable		
9/10/2023	7	9	0.75
10/10/2023	7	9	0.74
11/10/2023	7	9	0.75
12/10/2023	7	9	0.73
13/10/2023	7	9	0.75
14/10/2023	7	9	0.76
15/10/2023	Día no laborable		
16/10/2023	7	9	0.74
17/10/2023	7	9	0.73
18/10/2023	7	9	0.74
19/10/2023	7	9	0.75
20/10/2023	7	9	0.74
21/10/2023	7	9	0.74
22/10/2023	Día no laborable		
23/10/2023	7	9	0.72
24/10/2023	7	9	0.75
25/10/2023	7	9	0.75
26/10/2023	7	9	0.74
27/10/2023	7	9	0.76
28/10/2023	7	9	0.74
29/10/2023	Día no laborable		
30/10/2023	7	9	0.76
31/10/2023	7	9	0.74
PROMEDIO	7	9	0.74

INDUSTRIAS METALICAS JOVIC E.I.R.L.

 Victor Jorge Castro Huaylla
 GERENTE GENERAL

V°B Jefe de producción

Observaciones:

Figura 7. Diagrama de causa-efecto con la problemática en el área de producción

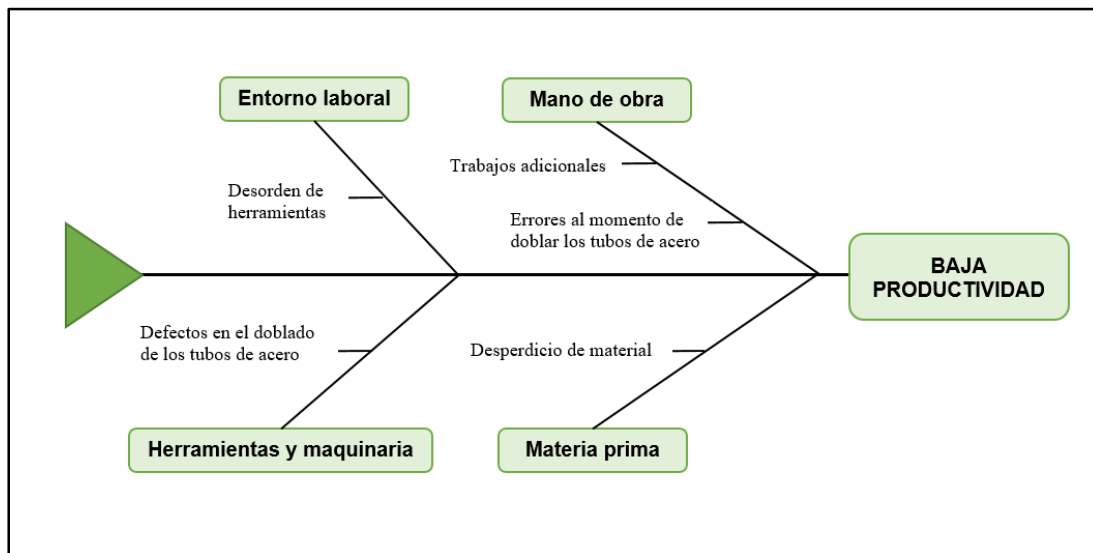


Figura 8. Materia prima para la elaboración de 2 lotes de sillas (Septiembre y octubre)



**MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE 2 LOTES DE SILLAS
PANDORA - SEPTIEMBRE Y OCTUBRE**

SEPTIEMBRE			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	160	S/ 20.00	S/ 3,200.00
Soldadura punto azul (5 varillas x silla)	800	S/ 0.38	S/ 300.00
Galones de pintura (1/8 x silla)	10	S/ 80.00	S/ 800.00
Regatones (4 x silla)	640	S/ 0.08	S/ 48.00
Galones de Thinner	8	S/ 20.00	S/ 160.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	160	S/ 40.00	S/ 6,400.00
Pernos 5/8 x 8	400	S/ 0.50	S/ 200.00
TOTAL			S/ 11,108.00

OCTUBRE			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	175	S/ 20.00	S/ 3,500.00
Soldadura punto azul por Kg (5 varillas x silla)	875	S/ 0.38	S/ 328.13
Galones de pintura (1/8 x silla)	12	S/ 80.00	S/ 960.00
Regatones por Kg (4 x silla)	700	S/ 0.08	S/ 52.50
Galones de Thinner	10	S/ 20.00	S/ 200.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	175	S/ 40.00	S/ 7,000.00
Pernos 5/8 x 8	400	S/ 0.50	S/ 200.00
TOTAL			S/ 12,240.63

Insumo	Costo mensual
Agua	S/ 70.00
Luz	S/ 93.00
Internet	S/ 80.00
Teléfono	S/ 50.00
Mano de obra por silla	S/ 10.00
Silla terminada	S/140.00
Total	S/ 443.00


 BOLSONAS METÁLICAS S.R.L.
 Victor Jovic Castro Trujillo
 GERENTE GENERAL

Figura 9. Máquina dobladora de tubos de acero automática



Figura 10. Instructivo de la máquina dobladora automática (Original - Traducido)



三、机器操作方法

- 步骤1: 接上380V三相三线交流电源, 接通电源开关
 步骤2: 按压 **(ON)** 键或 **(OFF)** 键测试机器工作盘能否正常运转, 若不能, 请您旋转倒正开关调换电动机转向
 步骤3: 根据弯曲角度进行角度设置, 脚踏一下脚踏开关, 检查空转能否正常
 步骤4: 根据需要选配并安装附件或模具组件, 放入所要弯曲的型材并加紧
 步骤5: 脚踏一下脚踏开关, 检查空转能否正常

四、送维修之前

在机器发生故障时, 请参照下表自行检查并加以排除。

序号	故障现象	请您检查	故障排除
1	开机控制器无正常数码显示	A. 电源缺相 B. 控制器插头松动或脱落	检查缺相原因并排除
2	通电踩脚踏, 转盘不旋转	A. 电源缺相, 电机不转 B. 正转接触器损坏, 电机不转 C. 电机旋转, 皮带脱落 D. 减速机主轴不转, 减速损坏	检修或更换
3	通电踩脚踏, 转盘旋转不停, 上面显示屏无角度显示	A. 编码器插头或线路接触不好 B. 编码器插头或线路或编码器损坏	A. 检查紧固 B. 更换编码器
4	通电踩脚踏, 转盘工作无力, 下面显示屏显示 E-1 代码	A. 负载过大 B. 三角带松动 C. 电机过热	检查并解决
5	弯曲角度不准 (超过 ± 1 度)	A. 编码器连接套松动 B. 编码器轴承损坏或进油或水	A. 检查紧固 B. 更换编码器
6	通电踩脚踏, 转盘旋转不回零或回零反弹	A. 反转接触器损坏, 电机不转 B. 回位弹簧无力 C. 接触器延时不准	A. 更换接触器 B. 紧固弹簧 C. 联系售后调整参数

1. Modo de operación de la máquina

- Paso 1: conectar la fuente de alimentación de CA (línea de tres líneas de 380V) y encender el interruptor de alimentación. Paso 2: presionar la tecla **(ON)** o la tecla **(OFF)** para probar si el disco de trabajo puede girar normalmente. Si no puede, gire el interruptor de inversión para cambiar la dirección del motor.
 Paso 3: configure el ángulo de ajuste con el ángulo de flexión, pise el interruptor de pie una vez, verifique si puede girar libremente.
 Paso 4: seleccione e instale los accesorios o moldes según sea necesario; coloque el perfil a doblar y apriete.
 Paso 5: pise el interruptor de pie para comprobar si el ralentí es normal.
 4. Antes de enviar a reparar
 Cuando la máquina se avería, consulte la siguiente tabla para diagnosticar y eliminar las averías.

序号	故障现象	请您检查	故障排除
1	开机控制器无正常数码显示	A. 电源缺相 B. 控制器插头松动或脱落	检查缺相原因并排除
2	通电踩脚踏, 转盘不旋转	A. 电源缺相, 电机不转 B. 正转接触器损坏, 电机不转 C. 电机旋转, 皮带脱落 D. 减速机主轴不转, 减速损坏	检修或更换
3	通电踩脚踏, 转盘旋转不停, 上面显示屏无角度显示	A. 编码器插头或线路接触不好 B. 编码器插头或线路或编码器损坏	A. 检查紧固 B. 更换编码器
4	通电踩脚踏, 转盘工作无力, 下面显示屏显示 E-1 代码	A. 负载过大 B. 三角带松动 C. 电机过热	检查并解决
5	弯曲角度不准 (超过 ± 1 度)	A. 编码器连接套松动 B. 编码器轴承损坏或进油或水	A. 检查紧固 B. 更换编码器
6	通电踩脚踏, 转盘旋转不回零或回零反弹	A. 反转接触器损坏, 电机不转 B. 回位弹簧无力 C. 接触器延时不准	A. 更换接触器 B. 紧固弹簧 C. 联系售后调整参数

产品合格证

QUALIFIED CERTIFICATE

产品名称: 弯管机

规格型号: TWG-50

生产日期: 2022-12-5

检验员: 01 **PASS**

生产厂家: 质检专用章

本产品经检验符合规定的质量标准, 准予出厂。

Certificado de

producto CERTIFICADO CUALIFICADO

Nombre del producto: Doblador de tubos

Modelo de especificación: TWG-50

Fecha de producción: 2022-12-5

Inspector: OPASS

Fabricante: Especialista en

inspección de calidad

Este producto ha sido inspeccionado y cumple con los requisitos

El estándar de calidad está homologado para salir de fábrica.

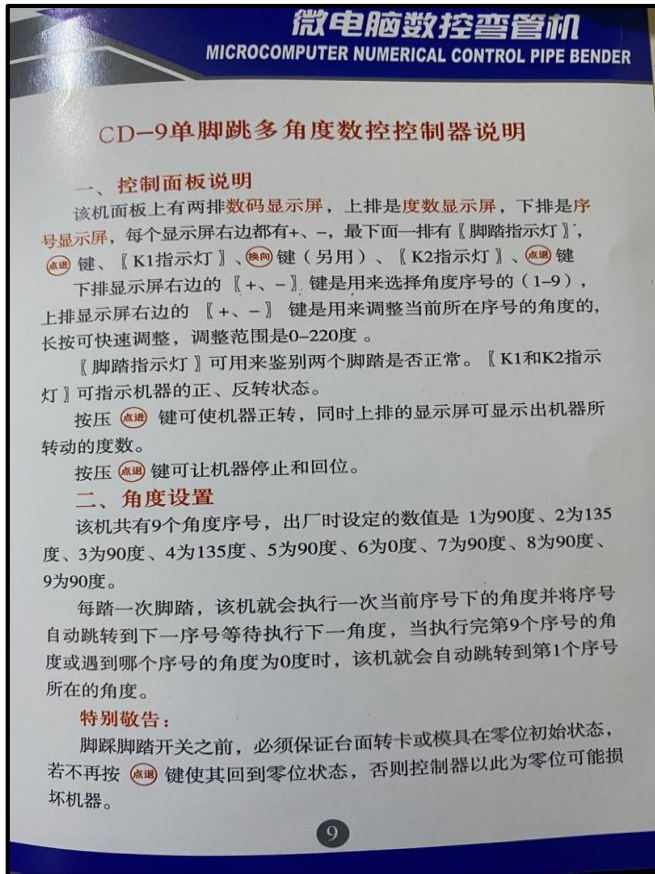


Figura 11. Máquina manual dobladora de tubos de acero



ANEXO C4: Nuevo funcionamiento del área de doblado post – implementación.

ÁREA DE DOBLADO POST – IMPLEMENTACIÓN

Luego de adquirir la máquina dobladora de tubos de acero automática, el proceso del doblado se redujo a 30 minutos de trabajo, pero ahora sin ningún tipo de esfuerzo físico por parte de los operarios, ni defectos en las piezas a trabajar, debido a que esta máquina automatizada trabaja por sí sola. Un operario está a cargo de supervisar que la máquina funcione de la mejor manera, el otro operario que anteriormente laboraba en esta área, fue designado a apoyar en el área de armado de la silla, ya que en esta área también hay bastante por hacer, todo con el fin de mejorar el tiempo de producción y así alcanzar una mayor productividad para Jovic E.I.R.L.



Figura 12. Piezas elaboradas con la nueva dobladora automática



Figura 13. Instalaciones de la empresa



Figura 14. Obtención del permiso del gerente para elaborar la investigación



Figura 15. Tabla Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	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
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Figura 16. Tabla de suplementos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	Hombres Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4 45
B. Suplemento por postura anormal			2 100
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20 máx	
35,5	22	---	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión			0 0
Trabajos precisos o fatigosos			2 2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5 5
G. Ruido			
Continuo			0 0
Intermitente y fuerte			2 2
Intermitente y muy fuerte			5 5
Estridente y fuerte			5 5
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo			1 1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4 4
Muy complejo			8 8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono			0 0
Trabajo bastante monótono			1 1
Trabajo muy monótono			4 4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido			0 0
Trabajo bastante aburrido			2 1
Trabajo muy aburrido			5 2

Figura 17. Materiales para la elaboración de 2 lotes de sillas (Julio y Agosto)



**MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE 2 LOTES DE SILLAS
PANDORA – JULIO Y AGOSTO**

JULIO			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	102	S/ 20.00	S/ 2,040.00
Soldadura punto azul (5 varillas x silla)	510	S/ 0.38	S/ 191.25
Galones de pintura (1/8 x silla)	6	S/ 80.00	S/ 480.00
Regatones (4 x silla)	408	S/ 0.08	S/ 30.60
Galones de Thinner	5	S/ 20.00	S/ 100.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	102	S/ 40.00	S/ 4,080.00
Pernos 5/8 x 8	300	S/ 0.50	S/ 150.00
TOTAL			S/ 7,071.85

AGOSTO			
Materia prima	Cantidad	Costo unitario	Total
Tubo redondo de 1" x 1.2 (espesor)	117	S/ 20.00	S/ 2,340.00
Soldadura punto azul por Kg (5 varillas x silla)	585	S/ 0.38	S/ 219.38
Galones de pintura (1/8 x silla)	8	S/ 80.00	S/ 640.00
Regatones por Kg (4 x silla)	468	S/ 0.08	S/ 35.10
Galones de Thinner	6	S/ 20.00	S/ 120.00
Juego de asiento y espaldar de PVC	117	S/ 40.00	S/ 4,680.00
Pernos 5/8 x 8	300	S/ 0.50	S/ 150.00
TOTAL			S/ 8,184.48

Insumo	Costo mensual
Agua	S/ 70.00
Luz	S/ 93.00
Internet	S/ 80.00
eléfono	S/ 50.00
Mano de obra por silla	S/ 10.00
Silla terminada	S/ 140.00
Total	S/ 443.00

INDUSTRIAS METÁLICAS JOVIC S.R.L.

 Victor Jorge Castro Huaylla
 GERENTE GENERAL.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ULLOA BOCANEGRA SEGUNDO GERARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Implementación de la teoría de restricciones para mejorar la productividad en la empresa Industrias Metálicas Jovic E.I.R.L., 2023", cuyos autores son CASTRO MENDOZA MAYRA JAZMIN, ROJAS GASTAÑADUI EYLIN ANALI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 14 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ULLOA BOCANEGRA SEGUNDO GERARDO DNI: 18123406 ORCID: 0000-0003-1635-9563	Firmado electrónicamente por: SULLOAB el 22-12- 2023 18:03:44

Código documento Trilce: TRI - 0697254