

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE  
PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA  
INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA  
EMPRESA FABRICANTE DE CARROCERÍAS  
METÁLICAS, TRUJILLO 2022”**

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autora:**

Priscila Carolina Pairazaman Lezama

**Asesor:**

Mg. Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodriguez

<https://orcid.org/0000-0002-5497-4826>

Trujillo - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Enrique Martin Avendaño Delgado	18087740
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Walter Estela Tamay	16684488
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Carlos Enrique Mendoza Ocaña	1780606063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES Y A MI HERMANA MENOR:**

Por su amor, esfuerzo, paciencia y apoyo, incondicionalmente a lo largo de toda mi carrera universitaria y de mi vida, en todos estos años.

Gracias a ustedes he podido cumplir este sueño.

Gracias por inculcar en mí, el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades, porque Dios está conmigo siempre.

**Priscila**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiere expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios, por darme salud, fortaleza y capacidad.

Agradezco a la empresa donde pude realizar la presente tesis, por su amabilidad en brindarme la información requerida, para culminarla.

Agradezco a la Universidad Privada del Norte por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera y a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniera.

**Priscila Pairazaman**

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE CONTENIDO .....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ANEXOS .....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	39
1.3. Objetivos.....	39
1.4. Hipótesis .....	40
1.5. Variables.....	40
1.6. Aspectos éticos .....	40
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	41
2.1. Tipo de investigación.....	41
2.2. Población y Muestra .....	41
2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	43
2.5. Procedimiento.....	44
2.6. Solución propuesta.....	54
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	87
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	90
4.1. Discusión .....	90
4.2. Conclusiones.....	93
REFERENCIAS .....	94
ANEXOS .....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de análisis de defectos en un calzado .....	21
Tabla 2. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	41
Tabla 3. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos .....	43
Tabla 4. FODA de la empresa.....	48
Tabla 5. Priorización por impacto económico .....	51
Tabla 6. Matriz de indicadores.....	53
Tabla 7. Movimiento de materiales en la planta .....	55
Tabla 8. Costo de materiales de una plataforma, por componentes .....	57
Tabla 9. Índice de rotación y monetización de saldos de inventario actual .....	61
Tabla 10. Faltantes en un inventario por deshonestidad .....	62
Tabla 11. Producción de plataformas año 2021 .....	66
Tabla 12. Determinación de la cantidad Kanbans.....	67
Tabla 13. Índice de rotación y monetización de saldos de inventario con la propuesta.....	74
Tabla 14. Clasificación ABC por su costo .....	75
Tabla 15. Estructura de la capacitación en soldadura .....	80
Tabla 16. Cronograma de capacitación en soldeo.....	83
Tabla 17. Costo del curso.....	84
Tabla 18. Cotización de racks FIFO .....	85
Tabla 19. Flujo de caja proyectado .....	86
Tabla 20. Estado de resultados.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Indicador mensual de la producción nacional 2011-2021.....	12
Figura 2. Participación en las ventas por tipo de carrocería.....	13
Figura 3. Diagrama de Pareto.....	19
Figura 4. Selección de causas más relevantes .....	21
Figura 5. Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa .....	22
Figura 6. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa .....	23
Figura 7. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto .....	24
Figura 8. Diagrama PERT.....	28
Figura 9. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad.....	33
Figura 10. Procedimiento de investigación .....	44
Figura 11. Organigrama .....	45
Figura 12. Layout actual.....	46
Figura 13. Mapa de procesos.....	49
Figura 14. Cadena de valor.....	49
Figura 15. Diagrama de actividades actual.....	50
Figura 16. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa- Producción.....	50
Figura 17. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa - Logística .....	51
Figura 18. Pareto de causas raíz de la problemática.....	52
Figura 19. TREA BBVA.....	60
Figura 20. Camino Crítico.....	64
Figura 21. Tarjeta Kanban.....	69
Figura 22. Ejemplo de Kanban de la plataforma.....	70
Figura 23. Tablero Kanban Inicial .....	71
Figura 24. Tablero Kanban dispuesto para la producción .....	72
Figura 25. Tablero Kanban luego de una venta.....	73
Figura 26. Pareto ABC .....	77
Figura 27. Racks First in First out.....	85
Figura 28. Reducción de costo de penalidades.....	87
Figura 29. Reducción de dinero inmovilizado por incremento en índice de rotación.....	87
Figura 30. Reducción de pérdidas por deshonestidad .....	88
Figura 31. Reducción de costos de reprocesos.....	88

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costo de una plataforma .....	97
Anexo 2. Estudio de tiempos.....	98
Anexo 3. Participación en las ventas .....	99
Anexo 4. Plan de orden y limpieza del taller.....	100
Anexo 5. Balance de línea.....	102



## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general, determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, en la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías metálicas en la ciudad de Trujillo mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial, para atender el deficiente seguimiento del avance, deficiente gestión de abastecimiento, falta priorización en el almacén y falta de capacitación y actualización. La investigación es del tipo cuantitativo y diseño diagnóstico propositivo. Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de método del camino crítico, kanban, balance de línea, índice de rotación, ABC y capacitación, dichas propuestas de mejora se aplicaron a cada una de las causas raíz que presentaba la empresa mediante el diagrama Ishikawa, enfocándose en las que tienen mayor impacto en los costos operativos de la empresa con un total de cuatro. Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de herramientas de ingeniería industrial, implementando dichas mejoras, se incrementará la rentabilidad en una empresa fabricante de carrocerías metálicas, en la ciudad de Trujillo en un 1.0% equivalente a S/28,236. El costo total de las pérdidas antes de aplicar las herramientas de mejora fue de S/62,090 y después de aplicar estas fue de S/21,488. El VAN fue S/6,847. El TIR, 84.64%; El Beneficio-Costo 1.58 y el Periodo de Retorno de Inversión (PRI), 4 meses. Estos indicadores demuestran la conveniencia de la propuesta.

**Palabras clave:** producción, logística, rentabilidad, carrocerías metálicas, kanban.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Se podría decir que el primer automóvil de la historia, data del 23 de octubre de 1769, con la prueba realizada por Nicolás José Cugnot sobre un carromato que disponía de un motor de vapor, que tomaba como modelo, a los carruajes jalados por animales, conservando la estructura de un chasis base o largueros sobre los que se montaba la carrocería y los elementos mecánicos que le permitían moverse, girar, frenar, etc.

Las carrocerías se fueron mejorando en un principio, únicamente en su estética. El primer cambio importante fue la sustitución de los largueros de madera que formaban el chasis primitivo por largueros de chapa de acero que admitían mucho el incremento de la potencia del motor (Chapista, 2022)

Desde ese entonces, la producción de carrocerías está en el ámbito metal mecánico, sector que constituye un eslabón fundamental dentro de la industria, no solo por sus funciones, sino también por su articulación con distintos sectores.

Según el reporte de comercio exterior de la Cámara de Comercio de Lima, Este sector ofrece repuestos y autopartes de vehículos, refrigeradores, aires acondicionados industriales, congeladores y receptores de radio para aparatos de telefonía. Además, equipos especializados para la industria del petróleo, térmica y cementera. industria manufacturera, construcción, minería, agricultura y el sector automotriz. Siendo este último, el que atañe a la presente tesis.

Entre los países más desarrollados en la rama metalmecánica se encuentran Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España, cuyas empresas, generalmente cuentan con filiales en diversos países, siendo actores del desarrollo industrial.

En Perú, la Superintendencia de Administración Tributaria (Sunat), señala que las exportaciones del sector Metalmecánico, en los últimos dos años registraron un crecimiento promedio de 14,4%, denotando que es uno de los sectores que ha ayudado a recuperar el crecimiento sostenido de nuestras exportaciones totales registradas en años anteriores.

Igualmente, en los últimos años el número de empresas exportadoras aumentó en promedio 5%. Los mercados de destino para estos productos son Estados Unidos, Chile, Ecuador, Bolivia, México, La magnitud del sector metalmecánico radica en su

relación con otras industrias, ya que provee bienes intermedios y bienes finales de capital a la industria manufacturera, automotriz, agrícola y minera (Posada, 2019)

En el país, existen más de 167 mil empresas de metalmecánica registradas que influyen directamente en la generación de valor agregado de 13.6% del sector manufactura y 1.7% del PBI de la economía peruana.

Entre los años 2015 al 2019, la industria metalmecánica había crecido a tasas promedio anuales de 0.4%, pero en el pico de la pandemia acumuló una caída de 18%, según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), debido principalmente a su fuerte dependencia de otros sectores y de la severa contracción de la demanda externa de maquinaria, generadores de fuerza, equipo industrial y sus partes.

“El sector estuvo absolutamente parado por 60 días o un poco más. Las plantas estuvieron paradas y no se trabajó ni un solo día. Eso trajo muchos problemas a las empresas del sector que ya venían un poco golpeadas desde el 2019, debido a la falta de proyectos de infraestructura en el Perú. El sector se provee muchísimo de proyectos mineros, proyectos de infraestructura, entre otros”, demanda el vocero de la metalmecánica en Perú.

Sin embargo, con la recuperación del sector construcción para el 2021, estimada en 17.4%, y el crecimiento de la inversión minera, la producción de la industria metalmecánica podría incrementarse en 6.5% este año (Ingeniería y Construcción, 2021)

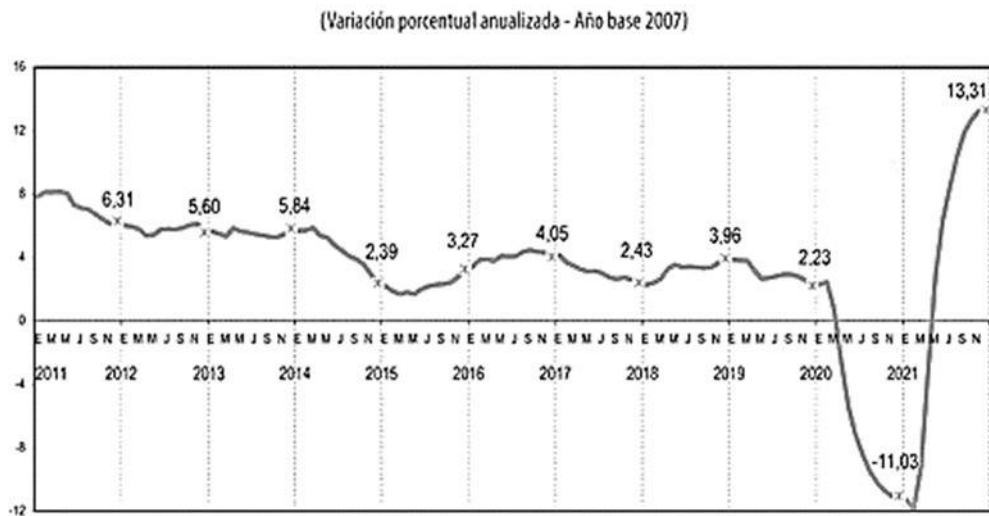


Figura 1. Indicador mensual de la producción nacional 2011-2021

Fuente. Instituto Nacional de estadística e informática (INEI)

La empresa donde se desarrolla la presente tesis está ubicada en la urbanización Villa del Mar, distrito de Trujillo y data del año 2013.

Tiene cuatro áreas de negocio. Estas son, transporte inter provincial de carga pesada(5%); alquiler de maquinaria para la industria metal mecánica (4%); construcción metal mecánica de instalaciones industriales (9%) y fabricación de carrocerías metálicas (82%).

Por tener mayores posibilidades de crecimiento y oportunidades de mejora, en la coyuntura actual - en la que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones busca frenar la informalidad en el servicio y que la reactivación económica, da muestras de recuperación - la gerencia de la empresa, está interesada en que la presente tesis, se aboque en analizar la fabricación de carrocerías metálicas.

En este rubro, se incluyen cisternas, furgones, contenedores, tolvas, *mixers*, camas bajas, bombonas, ambulancias y plataformas. Esta última es la de mayor participación en su venta. El año de estudio, se construyeron 201 plataformas.

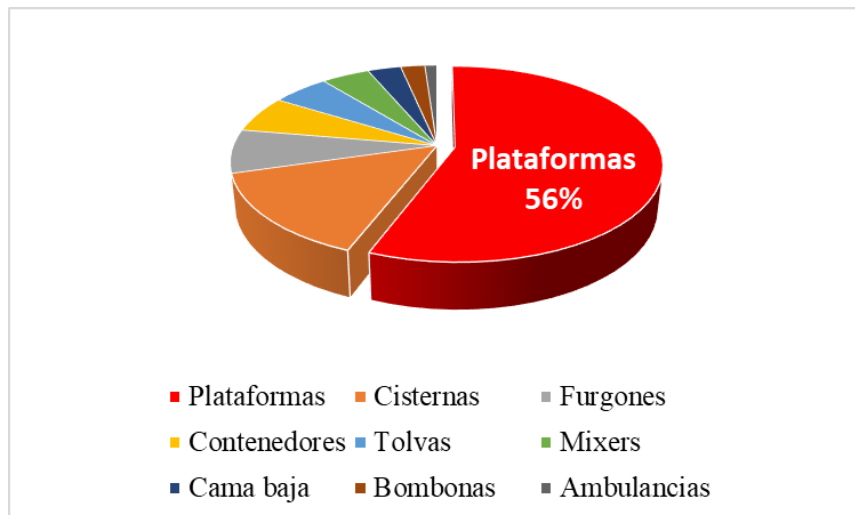


Figura 2. Participación en las ventas por tipo de carrocería

Fuente. Empresa fabricante de carrocerías

La empresa opera 8 horas diarias, de lunes a sábado, aunque con facilidad y mucha frecuencia, puede ampliar su horario, en la medida en que la demanda lo exija. Para ello cuenta con personal estable y con operarios externos, a quienes puede recurrir, cuando eventualmente, se requiere.

Sus instalaciones están debidamente equipadas con cizallas, dobladoras, fresadoras, guillotinas, plegadoras, prensas Hidráulicas, prensas y tornillos de Banco, roladora Industrial, soldadoras, equipos de arenado, pintura, etc, imprescindibles para realizar trabajos de calidad.

La demanda de plataformas, de sus clientes transportistas, es consistente con ligera tendencia creciente y suscita algunos retrasos en las entregas, debido a que el seguimiento del avance de obra, no tiene un parámetro de referencia o una guía, que permita establecer con precisión si este, está de acuerdo a lo previsto.

La empresa se compromete al momento de la firma del contrato de venta, en entregar las plataformas en 14 días y, también, en pagar S/500 por cada día de retraso.

El año de estudio, el pago de penalidades, ascendió a S/18,000, producto del atraso en la entrega de 9 plataformas, por un acumulado de 36 días.

Los materiales con los que se construyen las plataformas son costosos. El año pasado la compra de estos, ascendió a S/10'194,671 y ameritaría mantener saldos de inventario lo más bajos posible, sin que esto afecte el normal desarrollo de la

producción ni que mantenga capital inmovilizado, perdiéndose oportunidades de generar interés en alguna institución financiera o, de inversión en otra oportunidad de negocio.

El índice de rotación de stocks, que incluye materiales en el almacén y de *work in progress*, ha sido 28, lo que significa que el inventario se ha renovado cada 13 días. El saldo mensual promedio fue S/473,720.

El importe de los intereses generados, mes a mes, por estos saldos, que se obtendrían con una TREA de 5.85%, si fuesen depositados en el Banco de Crédito del Perú, ascenderían a S/26,988

De la misma manera, el alto costo de los materiales exigiría un mejor control en el almacén, que priorice un mayor cuidado a los más costosos, que los preserve de deshonestidad. En el inventario de fin de año, se detectó un faltante de materiales, particularmente del sistema eléctrico y neumático, que ocasionó un perjuicio de S/9,252.

La estructura de las plataformas requiere de soldadura de muy alta calidad. La presión en entregarlas a tiempo exige que los soldadores estén actualizados y capacitados, para mejorar su eficiencia, eficacia y calidad de trabajo.

Deficiencias como la alta rigidez en la junta; distorsión angular; excesivo azufre en el metal base; insuficiente protección de arco; uso del electrodo inadecuado; etc., son causa de reprocesos, que deben ser subsanados, incrementando el costo de la obra, en materiales y mano de obra.

El año de estudio el 8% de las plataformas, tuvieron que re trabajarse, incurriéndose en el uso 82 horas-hombre y materiales requeridos por soldar, que totalizaron S/7,850. No incluye el costo atribuible a la merma en el prestigio de la empresa, por merecer otro tipo de análisis.

Algunos operarios eventuales, no han demostrado compromiso con su trabajo.

Esto se traduce en inasistencias, que se subsanan con sobretiempos. El año pasado hubo 665 horas de sobretiempo.

Considerando que se construyeron 201 plataformas y cada una de ellas insumió 302 horas-hombre, el sobretiempo fue el 1.10% del total de horas pagadas y ascendieron a S/2,662.

### 1.1.1. Antecedentes

#### **Antecedentes internacionales**

Martínez (2021) en su tesis “Método de cadena crítica en la gestión de tiempos de elaboración de carrocerías”, producida por la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, del tipo de investigación cuantitativa y experimental, cuya población de estudio se encuentra en la empresa Carrocerías Jácome y cuya muestra son 12 trabajadores entre todas las áreas de la empresa, plantea que la gestión de tiempos de elaboración de carrocerías se realice a través de cadena crítica como herramienta de gestión de proyectos. Por lo que, se identificó un ambiente mixto entre manufactura y proyectos, clasificandolas tareas como operaciones estándar de producción y tareas únicas por pedido de cliente. Se obtuvieron los tiempos de ejecución y se calculó la ruta crítica del proyecto que resultó en 73 días. Posteriormente, se transformó de ruta a cadena crítica al considerar los conflictos de recursos y holguras, se aplica la reducción de tiempo de las tareas de proyecto al 50% y se agregó como un amortiguador de proyecto con lo que se obtiene un tiempo de entrega de 64 días. Se documentó la estructura de desglose de trabajo, cronograma detallado de actividades, tareas de cadena crítica y se propuso el uso de Exepron, software gestor de proyectos para la administración dinámica de amortiguadores. La investigación evaluó un proyecto real en el que se observó que el nivel de cumplimiento de fechas de entrega pasa de 103% promedio en la gestión actual a 97% con cadena crítica. Además, los resultados simulados reflejaron un cumplimiento promedio de 96% con un tiempo de entrega promedio de 61,44 días.

Morales (2018) en sus tesis “Propuesta de reorganización técnica-económica de los procesos de producción para las carrocerías: interprovincial y bus-tipo en la empresa Varma S.A. de la ciudad Ambato”, producido por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, del tipo cuantitativo experimental, cuya población de estudio se encuentra en la empresa VARMA S.A. y cuya muestra son los procesos de todas las áreas de la empresa, en donde se realizó un análisis detallado de la situación actual de la empresa productora de carrocerías, desarrollando un estudio de métodos y tiempos empleados en la construcción de cada modelo, elaboración de diagramas de proceso, diagramas de recorrido, diagramas Gantt, PERT/CPM, toma de tiempos de producción cronometrados

(método repetitivo), de cada una de las actividades que conforman el proceso total de fabricación. Con estos resultados se determinó el tiempo y la distancia en que los materiales recorren entre puestos de trabajo, el tiempo total de fabricación y los procesos críticos en el método de trabajo, logrando un planteamiento de la nueva distribución, que consigue una reducción en desplazamientos de materiales, mediante un adecuado ordenamiento de las actividades, en la fabricación se consigue una disminución en el tiempo de elaboración final de los dos modelos. Con la ayuda del diagrama Gantt se logró reducir el tiempo de fabricación de las carrocerías como son; para el modelo Intercity premier de (24,5 a 21,75) días laborables y para el modelo City premier (22,7 a 20,66) días laborables, generando un aumento en productividad anual de (26 a 29) unidades en el caso del Intercity premier y de (11 a 12) unidades en el caso del City premier. Por último, en la situación actual las utilidades anuales son de 298.718,93 dólares, mientras que las utilidades anuales con la propuesta ascienden a 336.452,41 dólares; obteniendo así una utilidad neta adicional anual de 37.733,49 dólares que equivale al 11% de incremento en las utilidades.

### **Antecedentes nacionales**

Calle y Paredes (2017) en su tesis “Propuesta de mejora haciendo uso de herramientas de manufactura esbelta en el proceso de pre entrega de vehículos en una empresa importadora, comercializadora y distribuidora de autos en Chile”, producida por la Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú, del tipo cuantitativa experimental, cuya población son todos los procesos de la empresa importadora, comercializadora y distribuidora, y cuya muestra son los procesos de transporte y producción, menciona que, gracias a las herramientas de la manufactura esbelta, el tiempo total del proceso se redujo en 580,56 segundos por automóvil. La distancia recorrida se redujo en 274,25 metros por automóvil. Se redujo 15 personas del proceso lo que trajo como resultado el incremento del índice de productividad general en 1,5 unidades diarias, se incrementó en 25,1 segundos el tiempo de producción por trabajador. Se logró reducir 37 desperdicios incrementando en 22,62% el tiempo del proceso que genera valor para el cliente.

Cueva y Medina (2019) en su tesis “Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventarios para reducir los costos operativos en el área del almacén de CCA-PERÚ SAC Cajamarca 2018”, producida por la Universidad Privada del Norte,



Cajamarca, Perú, cuya investigación es del tipo descriptiva, formada por una población y muestra equivalente al número de todos los elementos que conforman el proceso del almacén e inventario de la empresa CCA-Perú S.A.C., menciona que dicha empresa en la cual se realiza la investigación muestra el mal manejo en operaciones como lo es la gestión de inventarios, dando como resultado muchos costos en stock, los cuales no se utilizan, así que se decide utilizará la clasificación ABC por costos, según su rotación y según su tiempo de espera. Como resultado de esta propuesta de mejora se puede afirmar que es técnica y económicamente factible, tomando en cuenta el valor actual neto (VAN) que es de S/. 515,474.99, el cual es mayor a cero (0) demuestra que esto generará beneficios económicos mayores al retorno del capital invertido y a su vez la tasa interna de retorno (TIR) con un 55% demuestra que esta inversión es aconsejable puesto que esta supera al valor de la tasa base (COK), siendo esta 10%.

#### **Antecedentes locales**

Lopez y Gutierrez (2020) en su tesis “Aplicación del Lean Management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C., producida por la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, el tipo de investigación fue aplicada y con un diseño pre experimental, asimismo, la población fueron todos los procesos del taller de carrocería y pintura de Autonort Trujillo S.A.C. y la muestra estuvo conformada por todos los procesos involucrados en el taller de carrocería y pintura de Autonort Trujillo S.A.C. para los vehículos que ingresan con un siniestro nivel mediano durante el periodo 2018-II y 2019-I. Tuvo como objetivo analizar la situación actual de la empresa en estudio, encontrar las oportunidades de mejoras, determinar las causas raíces y mediante ello, proponer la implementación de contramedidas que permita mejorar la calidad del servicio, reducir el tiempo muerto y responder de manera rápida a las necesidades cambiantes del cliente para así poder mejorar su competitividad en el mercado. Realizaron la revisión de indicadores históricos de productividad, BPUS y el uso de la metodología del Toyota Business Practice, en base a ello, analizaron y desarrollaron las herramientas necesarias para la propuesta de mejora como son Poka Yoke, Sistema Kanban, Jidoka y la estandarización como propuesta de solución a los actuales problemas de la empresa. Con la implementación propuesta se incrementó la productividad en un 10% para el primer semestre del año 2019.

Flores, R. y Flores, N. (2017) en su tesis “Propuesta de mejora en el área de logística para reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocera Metalbus S.A.”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, cuya investigación por la orientación es aplicada y por el diseño pre experimental, con una población formada por todas las áreas de la empresa y como muestra el área logística, tuvo como objetivo general reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocera, aplicando propuestas de mejora en el área logística. Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de MRP, Gestión de stocks, capacitación, un kárdex, layouts, un programa de 5S y un Manual de organización de funciones; lo que permitió eliminar o disminuir sobrecostos además de demoras en la entrega de buses, ocasionando penalidades e insatisfacción del cliente. Es así como, implementando dichas mejoras, se logró un ahorro total de costos operativos de S/. 97,781.59, con una mejora del 97.01% de la pérdida económica de la empresa. El VAN fue de S/. 1,945,676.87, el TIR fue de 79%, y el B/C fue de 1.25.

### **1.1.2. Bases Teóricas**

#### **Metodología de Pareto**

Richard (2008) en su libro “*Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies*”, menciona que la metodología de Pareto está basada en un método gráfico que ayuda a definir las causas más importantes de una situación en particular y por tanto las prioridades de acción a seguir. El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).

5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores, su interpretación se lleva de la siguiente manera: "existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías pocos vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos. La figura 6, representa un Diagrama de Pareto en el que se observa que el 20 % de la línea de productos ofrecidos son los que generan la facturación del 80% de las ventas.

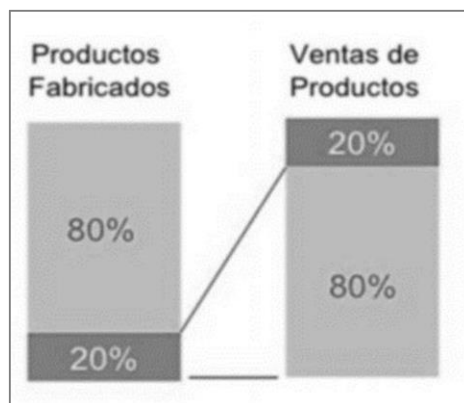


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos. Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

1. Las "Pocas Vitales": Elementos muy importantes en su contribución.
2. Los Muchos Triviales: Elementos de contribución poco importante.

### - Características de la Metodología de Pareto

Entre las características de la Metodología de Pareto podemos mencionar:

1. Priorización: Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
2. Unificación de Criterios: Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
3. Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

### Construcción del Diagrama de Pareto

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

1. Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)
2. Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)
3. La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos deberán ser:

- Objetivos: Es decir basados en hechos, no en opiniones
  - Consistentes: Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
  - Representativos: Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.
  - Verosímiles: Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

Como ejemplos de la metodología de análisis se muestra una Tabla de Conteo para el caso de análisis de defectos en una empresa de fabricación de calzado.

Tabla 1.  
Ejemplo de análisis de defectos en un calzado

Tipo de defecto	Número de defectos	Porcentaje Total de Defectos	Total acumulado de defectos	Porcentaje acumulado
Costuras torcidas	110	40.74%	110	40.74%
Corte descentrado	82	30.37%	192	71.11%
Talones desiguales	48	17.78%	240	88.89%
Tonalidad desigual	12	4.44%	252	93.33%
Plantillas manchadas	8	2.96%	260	96.30%
Forros manchados	6	2.22%	266	98.52%
Piquetes o cicatrices en la capellada	4	1.48%	270	100.00%
Total	270			

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

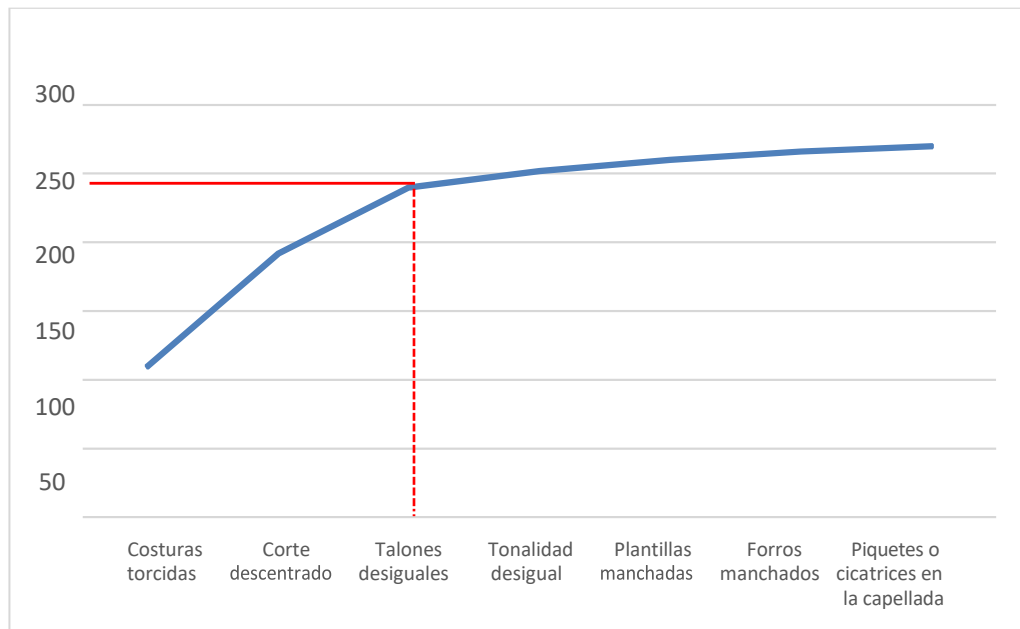


Figura 4. Selección de causas más relevantes

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

En la figura 5, se presenta el gráfico de selección de causas más relevantes para el ejemplo presentado. Se puede apreciar que los tres tipos de defecto que se pueden considerar como “Pocas Vitales”, generan el 89% de defectos en la fabricación de un calzado.

### Metodología Ishikawa

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un

problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos.

#### - Elementos del diagrama de Ishikawa

Los elementos que estructuran un Diagrama de Causa – Efecto son:

1. El Problema
2. Causas Mayores: Considerados como Variables Críticas
3. Causas Menores: Causas que inciden sobre las variables críticas
4. Sub Causas: Las que inciden sobre las causas menores.

#### - Construcción del Diagrama de Ishikawa

Los errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante. El diagrama se elabora de la siguiente manera:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir el "efecto" del lado derecho.



*Figura 5.* Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.

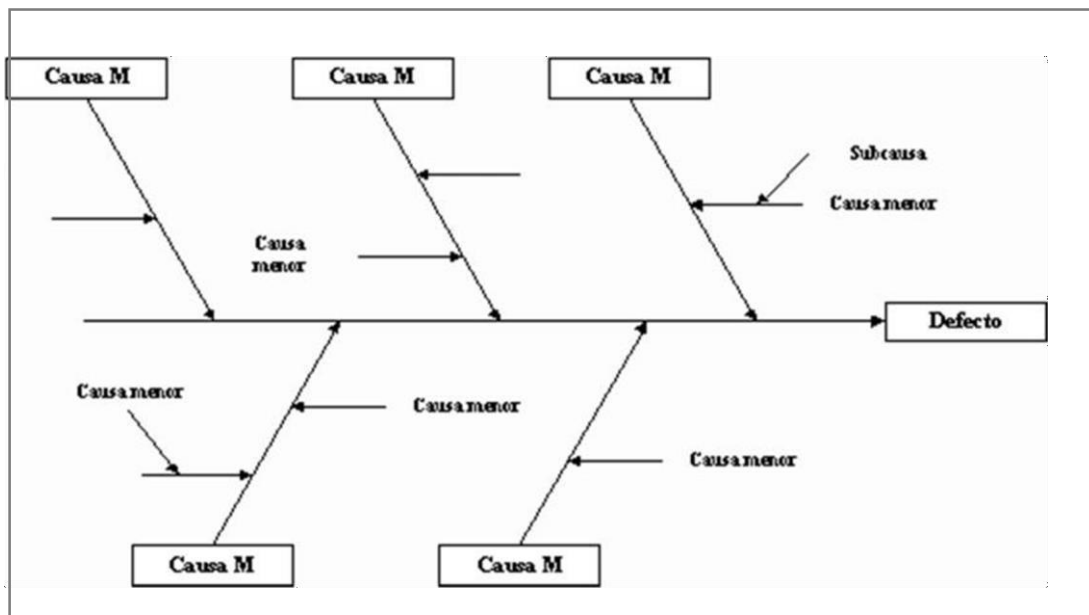


Figura 6. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.
5. Asignar la importancia de cada factor.
6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M's).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad.

La Figura 7 nos muestra un ejemplo de Diagrama Causa – Efecto para el caso de análisis del problema de deficiencias en la gestión de mantenimiento de equipos críticos de una Planta Piloto de Concentración de Mineral.

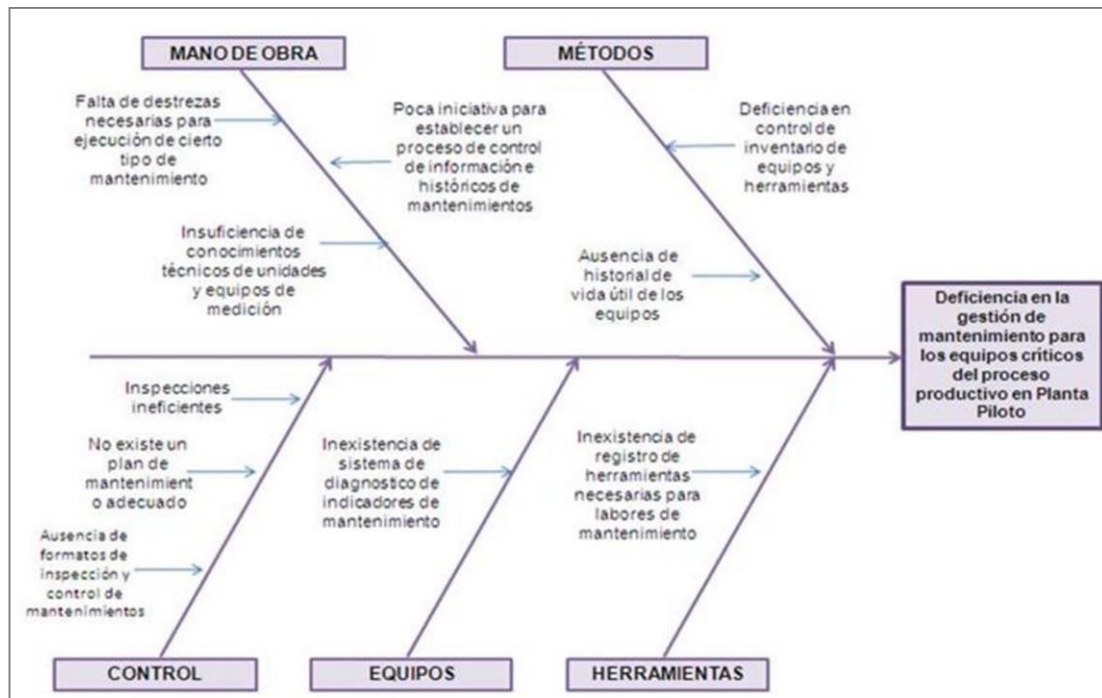


Figura 7. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto

Fuente. Diseño modelo de gestión de mantenimiento equipos críticos, Ing. Iván Turnero Astros (2013)

### Relación entre los Métodos de Pareto e Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa en primer lugar permite clasificar los defectos y priorizarlos. Una vez priorizados los defectos se procede a realizar un Diagrama de Pareto de causas, el cual nos ayuda a procesar la causa o causas que representan u originan el 80% de los problemas o incidencias.



- **Clasificación ABC**

Zuluaga, Gallego y Urrego (2011) argumentan que esta clasificación sugiere que los ítems sean ordenados dependiendo del criterio de rotación, utilización anual o según sus costos. Asimismo, otros criterios para su clasificación pueden ser: por valor total, por precio unitario y por aporte de utilidades en la empresa.

El modelo de clasificación ABC cuenta con una gran utilidad con relación al estudio de la cadena de valor agregado, puesto que no muestra las actividades que cuentan con valor y las que no, y a su vez también está relacionado con el incremento de los costos. (Morillo, 2005).

Diversas organizaciones por necesidad de la optimización de proceso se ven forzadas a la implementación de este modelo por medio de una buena gestión estratégica, la cual ayuda a organizar y utilizar correctamente los recursos para ocasionar adecuadas decisiones, dando así facilidad de adecuarse al modelo (Cherres, 2010).

El método ABC muestra una regla de 80/20, conocida a su vez como ley del menos significativo, la cual representa una relación entre el valor menor, 20% de valor artículos de un 80% del inventario y el 80% de artículos con valor del 20%, siendo útil para la operación del inventario y la respectiva toma de decisiones. Se establecen tres categorías para el desarrollo del método ABC, estos se encargan de clasificar los productos de acuerdo a la prioridad que cada uno represente, dándose así que los de mayor importancia, Artículos A; importancia secundaria, Artículos B y de menor importancia, Artículos C. La identificación de artículos con mayor y menor importancia, con cada uno a los extremos de las categorías viene a ser de gran importancia por lo cual, las clases según su número o cantidad es variable, como también el porcentaje de cada una de estas. Vilfredo Pareto se lo planteo la idea anterior con el fin de darle la mayor atención a través de acciones por parte de la organización, a lo que tiene mayor importancia según la rotación del inventario. (Fucci, 1999).

- **Metodología Kanban**

Actualmente, el término Kanban ha pasado a formar parte de las llamadas metodologías ágiles, cuyo objetivo es gestionar de manera general cómo se van

completando las tareas. Kanban es una palabra japonesa que significa “tarjetas visuales”, donde Kan es “visual”, y Ban corresponde a “tarjeta” (Gilibets, 2020)

Las principales ventajas de esta metodología es que es muy fácil de utilizar, actualizar y asumir por parte del equipo. Además, destaca por ser una técnica de gestión de las tareas muy visual, que permite ver a golpe de vista el estado de los proyectos, así como también pautar el desarrollo del trabajo de manera efectiva (Gilibets, 2020)

La metodología Kanban se basa en una serie de principios que la diferencian del resto de metodologías conocidas como ágiles:

- Calidad garantizada. Todo lo que se hace debe salir bien a la primera, no hay margen de error. De aquí a que en Kanban no se premie la rapidez, sino la calidad final de las tareas realizadas. Esto se basa en el hecho que muchas veces cuesta más arreglarlo después que hacerlo bien a la primera (Gilibets, 2020)
  - Reducción del desperdicio. Kanban se basa en hacer solamente lo justo y necesario, pero hacerlo bien. Esto supone la reducción de todo aquello que es superficial o secundario (principio YAGNI).
  - Mejora continua. Kanban no es simplemente un método de gestión, sino también un sistema de mejora en el desarrollo de proyectos, según los objetivos a alcanzar (Gilibets, 2020)
  - Flexibilidad. Lo siguiente a realizar se decide del backlog (o tareas pendientes acumuladas), pudiéndose priorizar aquellas tareas entrantes según las necesidades del momento (capacidad de dar respuesta a tareas imprevistas).
- **Método de ruta crítica (CPM)**

El método de ruta crítica, también conocido como CPM, puede ser una herramienta útil de utilizar para programar y administrar mejores proyectos complejos y la cantidad de tiempo que las tareas individuales pueden requerir. El CPM designa el orden específico y la secuencia de acciones que inevitablemente determinan la duración del proyecto que estás revisando. Esto es especialmente útil en la administración de proyectos con áreas de superposición, mucho consumo de tiempo o incluso demoras porque puedes abordar la programación de un proyecto en base a tareas independientes, visualizarlas en un diagrama de flujo y luego obtener una estimación casi exacta de la duración que cada tarea individual tendrá. En muchos

casos, los gerentes de proyectos eligen combinar PERT y CPM para poder visualizar mejor cada tarea, cuál es su posición en el orden y cuánto tiempo se espera que requieran (Lucid, 2022)

El método (o análisis) de ruta crítica fue desarrollado en conjunto con PERT. Ambas técnicas se usan para administrar proyectos dentro de un marco de tiempo específico. El método de ruta crítica calcula la ruta más larga posible con tus actividades planificadas, luego estima las limitaciones de tiempo que tiene cada actividad. El gerente del proyecto puede examinar entonces estas rutas y determinar los pasos que se deben seguir para incrementar la eficiencia. Prueba usar el método CPM para la administración y programación de proyectos. Tu organización ahorrará tiempo y dinero al ajustarse a sus estimaciones de precisión excepcional (Lucid, 2022)

- Identifica las tareas de mayor importancia, así como las de mayor duración dentro de un proyecto.
  - Ayuda a reducir escalas de tiempo al encontrar tareas con duraciones que puedes modificar, pero que requieren permanecer igual para cumplir tu plazo definido.
  - Compara el progreso planificado con el progreso actual.
- **Método de ruta crítica con los diagramas PERT**

Aplicar el método de ruta crítica al unísono con diagramas PERT puede verdaderamente elevar la forma en que manejas proyectos y te da un plazo y un flujo de procesos realistas. Traza tu proyecto en un diagrama PERT y en el último paso, usa el CPM para estimar tiempos de conclusión de tus tareas. Al crear un diagrama PERT, se dan estimaciones aproximadas para cada tarea o escenario. Se puede estimar tanto el tiempo más largo como el más corto posible que cada actividad probablemente tomará. Incluso se puede considerar la demora y estimar las más largas duraciones potenciales de tareas en caso de que suceda algún contratiempo.

Una vez que se haya ordenado las tareas del proyecto y se haya aplicado las duraciones de tiempo estimadas, se puede crear un diagrama PERT para incluir las duraciones de tiempo estimadas (Lucid, 2022)

En este ejemplo, se creó un diagrama PERT con ocho tareas, en el que cada una de ellas tiene una duración de tiempo estimada diferente (Lucid, 2022)

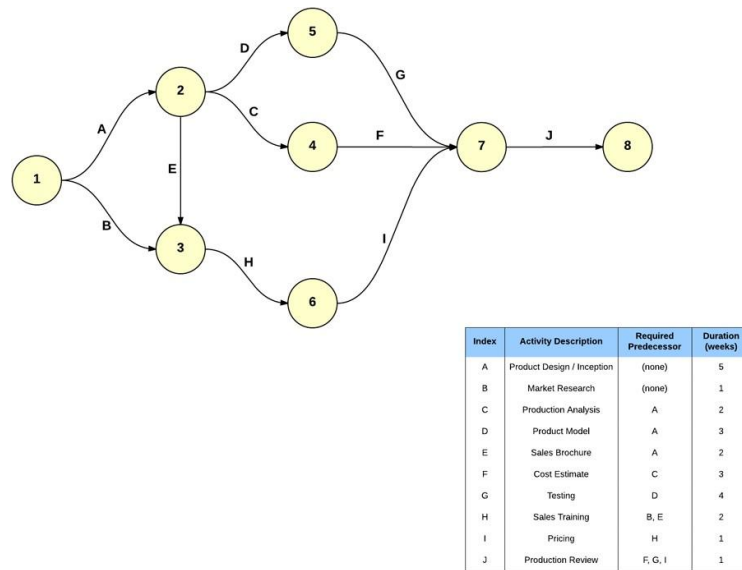


Figura 8. Diagrama PERT

Una vez que se han identificado las diferentes opciones de ruta con sus marcos de tiempo desde el inicio hasta la conclusión, se observa que las rutas más críticas son A y G porque requieren la duración de tiempo más larga para completarse, con otras varias tareas que dependen de la ruta A, aumentando así su tiempo de conclusión estimado (Lucid, 2022)

A partir de esto, se tiene la opción de analizar en detalle el proceso de las tareas individuales e identificar cualesquier áreas potenciales para reducir tiempo u obtener una estimación exacta de cuánto tiempo tomará avanzar (Lucid, 2022)

- **Técnica de estudio de tiempo**

Según Niebel (2010), en su libro Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos, manifiesta que el estudio de tiempos es un arte y una ciencia. A fin de asegurarse el éxito en este terreno, el analista debe desarrollar el arte de inspirar confianza, ejercitar su juicio y crear un trato caballeroso hacia todos los que se ponen en contacto con él. Además, es esencial que su experiencia y entrenamiento hayan sido tales, que pueda comprender en todo su alcance y llevar a cabo diversas funciones relacionadas con cada etapa del estudio. Estos elementos incluyen la selección del operario, el análisis del trabajo y la división del mismo, en elementos, anotación de los Valores de los elementos transcurridos, calificación de la actuación del operario, asignación de las tolerancias que se ponen en contacto con él.

Según Caso (2006) “es una técnica de medida del trabajo empleada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida”.

Su objetivo es registrar los tiempos empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronómetro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas (Baca, 2013).

El estudio de tiempo con cronómetro suele constar de los siguientes pasos:

- Obtener y registrar toda la información que se disponga acerca de la tarea a medir, del operario y de las condiciones de trabajo que puedan influir en el desempeño de la misma.
- Dividir la operación en elementos, describiendo y registrando el método de ejecución.
- Determinar el tamaño de la muestra, asegurándose que se está utilizando el mejor posible para su ejecución por el operario.
- Medir el tiempo que tarda el trabajador en completar cada elemento.
- Al mismo tiempo que lo anterior, valorar el ritmo o la actividad con que el operario realiza la operación.
- Calcular el tiempo básico
- Determinar los suplementos que hay que aplicar
- Calcular el tiempo tipo de la operación

- **Balance de línea**

Según Niebel (2010), el problema de determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una producción en línea es análogo al problema del número de trabajadores que deben asignarse a una máquina, en donde se recomendó el uso del diagrama de proceso en grupo. Tal vez, la situación más elemental de balanceamiento de línea, la que se encuentra por todas partes, es en donde varios operarios, cada uno llevando operaciones consecutivas, trabajan como una sola

unidad. En tal situación es obvio que la velocidad de producción, a través de la línea, depende del operador más lento.

Según Rau (2012) el balance de línea es un método que se asienta en la sincronización de un grupo de puestos y estaciones de trabajo con el fin de nivelar sus cargas. Este método consiste en disminuir tiempos de esperas e inventarios en procesos, recortar las esperas por recibir trabajo de un puesto precedente, reducir los inventarios en el proceso (acumulación entre puestos) y eliminar cuellos de botella.

### **Objetivos del Balanceo de líneas:**

- El principal objetivo es asignar una carga de trabajo entre diferentes estaciones o centros de trabajo que busca una línea de producción balanceada (carga de trabajo similar para cada estación de trabajo, satisfaciendo requerimientos de producción).
- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Sistema de pago por productividad.
- Para poder llevar a cabo la aplicación de balance de línea en primer lugar se debe de conocer los siguientes indicadores:

- **Distribución de planta**

Núñez (2014) plantea que “la distribución en planta (o layout) consiste en determinar la mejor disposición de los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad de una empresa (ubicación de máquinas, puestos de trabajo, almacenes, pasillos, zonas de descanso del personal, oficinas, áreas de servicio, etc.) dentro de la instalación productiva, de manera que se alcancen los objetivos establecidos de la forma más adecuada y eficiente posible. Una buena distribución en planta debe tener en cuenta el espacio requerido para cada proceso productivo y el espacio necesario para las distintas operaciones de apoyo, así como permitir una buena circulación de materiales, personas e información.”

Domínguez (1995) define a la distribución de planta como “el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”. El mismo autor plantea cuatro objetivos básicos que debe conseguir una buena distribución de planta, los cuales son:

- Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una comunidad de objetivos.
- Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio, etc.
- Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
- Adaptar la distribución de planta a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que aconsejable la adopción de distribuciones flexibles. Las decisiones sobre distribución de planta son una de las decisiones clave para determinar la eficiencia de las operaciones a largo plazo.

Heizer (2007), manifiesta que el layout de las operaciones tiene muchas implicaciones estratégicas, ya que “establece las prioridades competitivas de una empresa desde el punto de vista de la capacidad, procesos, flexibilidad y costos, así como también respecto de la calidad de vida en el trabajo, del contacto con el cliente y de la imagen”. Además, el autor dice que el objetivo principal de la estrategia de la distribución de planta es “desarrollar un layout económico que satisfaga los requisitos competitivos de la empresa”.

Chase (2009), plantea que “las decisiones relativas a la distribución entrañan determinar dónde se colocarán los departamentos, los grupos de trabajo de los departamentos, las estaciones de trabajo y los puntos donde se guardan las existencias dentro de una instalación productiva”. Además, plantea que el objetivo principal “es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo (en una fábrica) o un patrón de tránsito dado (en una organización de servicios)”. “El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere ya bajo costo.”

Niebel (2010) plantea que la distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de

inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho. Todos estos elementos deben estar cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido. “El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquiera otra decisión corporativa importante. La calidad y el costo del producto y, por tanto, la proporción de suministro/demanda se ve afectada directamente por el diseño de la instalación.”

Meyers (2006). plantea que el diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El diseño de instalaciones incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales. Los autores anteriormente expuestos llegan a las mismas conclusiones sobre la distribución de planta, la cual se debe realizar de una forma que: disminuya la circulación del material o del producto o de las personas según sea enfoque, utilizar de forma óptima el espacio de las instalaciones y se pueda cambiar ante cualquier eventualidad. Además, mencionan que una correcta distribución de la planta se traduce en un lugar seguro y grato para el trabajador, y, además, una reducción de costos operacionales.

### **Capacitación**

Según Chiavenato, I. (2011) La persona, por medio de la capacitación y el desarrollo asimila información, aprende habilidades, desarrolla actitudes y comportamientos diferentes y elabora conceptos abstractos. La mayor parte de los programas de capacitación se concentra en transmitir al colaborador cierta información acerca de la organización, sus políticas y directrices, las reglas y los procedimientos, la misión y la visión organizacionales, sus productos/servicios, sus clientes, sus competidores, etc. La información guía el comportamiento de las personas y las vuelve más eficaces. Otros programas de capacitación se concentran en desarrollar las habilidades de las personas a efecto de capacitarlas mejor para su trabajo. Otros más buscan el desarrollo de nuevos hábitos y actitudes para lidiar con los clientes internos y externos, con el trabajo propio, con los subordinados y con la organización.



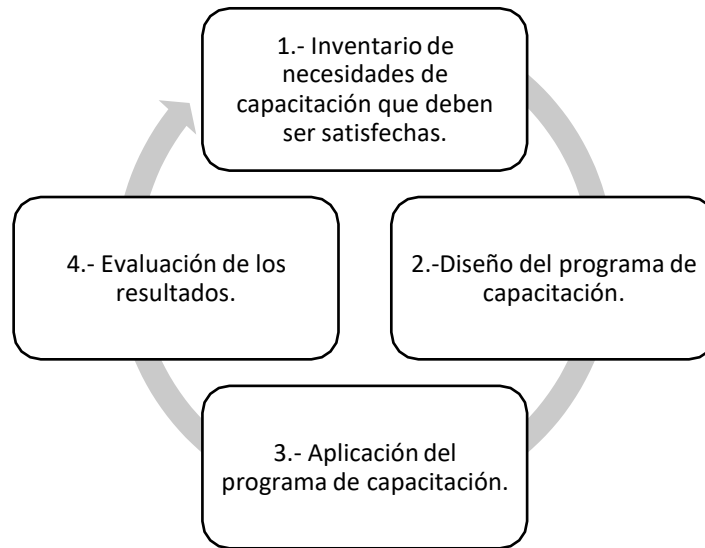


Figura 9. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad

Fuente. Chiavenato, I. (2011).

Por otra parte, la capacitación del personal debe comenzar después de la inducción, capacitar es proporcionar a los empleados las habilidades que necesitan para realizar su trabajo, realizar la capacitación del personal es una de las bases de una buena administración que los gerentes siempre tienen que tener en cuenta, este es un proceso cíclico y continuo que consta con cuatro etapas:

- 1. Inventario de necesidades a satisfacer:** Consiste en realizar un inventario de todas las carencias o necesidades de capacitación que deben ser satisfechas por la empresa.
- 2. Diseño del programa:** Se desarrolla el programa de capacitación que se encargará de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.
- 3. Aplicación del programa de capacitación:** Se ejecuta y dirige el programa de capacitación, con la finalidad de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.

**Evaluación de los resultados:** Se evaluará los resultados obtenidos tras la aplicación del programa de capacitación.

### Logística

Actualmente, la gran preocupación de las organizaciones radica en tener inventarios exactos en sus almacenes. Esta intranquilidad hace que muchos profesionales se

enfocuen únicamente en lo que tienen almacenado y dejen de lado el control sobre el flujo de entrada de mercadería (Vargas, M., 2015)

Ante esta problemática existen diversas técnicas que una empresa puede emplear para adquirir la cantidad de inventario necesario que a su vez le permita alcanzar y/o superar el target de ventas trazado. Aquí, resulta importante señalar que estas técnicas se pueden realizar independientemente del giro de negocio, el tamaño de facturación, la naturaleza de la empresa o su localización (si es local o internacional). (Vargas, M., 2015)

Dentro de las opciones que tiene una empresa para controlar su inventario, la reposición en base a mínimos y máximos se constituye como una buena alternativa. La razón de su éxito se debe a que este método es efectivo cuando nos referimos a productos como repuestos, materiales, partes y componentes del sector industrial, donde los parámetros de consumo están claramente establecidos, y normalmente el pedido máximo responde al consumo promedio semanal o mensual de determinado producto (Vargas, M., 2015)

Otra forma de controlar los inventarios responde a lo estipulado en el presupuesto. Así, se compra y se consume en base a lo presupuestado. Sin embargo, esto puede generar pérdidas en las ventas por la aparición de pedidos no considerados o coyunturas comerciales donde el pico de ventas llega a su máxima expresión (Vargas, M., 2015)

Una tercera alternativa, y acaso la técnica más empleada y que presenta mejores resultados, es el trabajo con Pronósticos de Demanda, que es básicamente un sistema de previsión de un hecho futuro que por su naturaleza es incierto y aleatorio (Vargas, M., 2015)

Dentro de las variables representativas a considerar para la generación de pronósticos se contempla a los siguientes aspectos:

- **Histórico de Consumo o de Ventas:** Permite considerar una tendencia de movimiento de los productos, la misma que puede ser lineal, potencial, logarítmica o sin tendencia. Esta información es muy importante cuando se utilizan modelos de pronósticos que dan prioridad o un determinado peso a esta

información. No obstante, se tiene que tener presente que la información del histórico es no siempre marca la tendencia futura de consumo y/o venta (Vargas, M., 2015)

- **Inventario Actual (On Hand):** Es información trascendental, de primera mano, debido a que se debe de pronosticar considerando aquello que tienen las empresas en stock, ya que el objetivo es emplear el mismo (Vargas, M., 2015)
- **Pedidos Pendientes por Llegar (On Order):** Son aquellos productos que aún no llegan pero que una vez en almacén, o están destinados para atender un pedido o simplemente han sido adquiridos como reposición de stock. Si la premisa es reducir el inventario, esta información tiene que ser considerada finalmente (Vargas, M., 2015)
- **Stock de Seguridad (SS):** Es necesario considerarlo ya que no en toda empresa existen productos críticos, que no necesariamente los vas a conseguir por medio de una Orden de Compra Abierta dado el monto y volumen de la misma o porque el fabricante no cuenta con representación nacional en el territorio. Se tiene que tener en cuenta que el Stock de Seguridad (SS) está en función al consumo y/o venta  $SS=f(\text{Venta o Consumo})$ . No es un porcentaje o cantidad fija inamovible en los almacenes (Vargas, M., 2015)
- **Cobertura de Inventario:** Se encuentra condicionada por la política de la empresa (niveles de ventas o presupuesto o disponibilidad de efectivo, etc). Es una variable considerada en muchos pronósticos ya que es el determinante entre comprar o no (Vargas, M., 2015)
- **Back Order y Back Log:** Son variables que de por sí guardan similitud ya que la primera representa los pedidos no atendidos a punto de vencer y la segunda los ya vencidos. Son determinantes al momento de realizar los pedidos debido a que una vez que contemos con inventario, el mismo puede desaparecer debido a que no se ha considerado ningún Back (Vargas, M., 2015)
- **Lead Time (LT) de los proveedores:** Marcan la pauta al momento de la reposición. Si el mismo es de 60 días, más 20 días de tránsito debido a que es una importación, tiene que considerarse esta información al momento de calcular el pronóstico. La idea es contar con la mercadería a tiempo sin incurrir en pérdida de consumo y/o ventas (Vargas, M., 2015)

- **Previsión de ventas del área Comercial:** Es un input muy importante al momento de generar los pronósticos debido a que es el target que el área comercial estima que puede alcanzar. No podemos dejar de lado esta información debido a que es la fuerza de ventas la que tiene contacto directo con los clientes, siendo información fresca, de primera línea (Vargas, M., 2015)

Respecto a la Gestión de Logística, es la gobernanza de las funciones de la cadena de suministro. Las actividades de gestión de logística típicamente incluyen la gestión de transporte interno y externo, la gestión de flotas, el almacenamiento, la manipulación de materiales, el cumplimiento de órdenes, el diseño de redes logísticas, la gestión de inventario, la planificación de oferta/demanda y la gestión de proveedores de logística externos (García, 2016). Contempla subprocesos logísticos como:

- **Gestión de inventarios,** es la administración adecuada del registro, compra y salida de inventario dentro de la empresa. La correcta gestión de inventarios permite ofrecer una alta disponibilidad de productos al cliente manteniendo bajos los costos de inventarios (Carreño, 2011)
- **Gestión de almacenamiento:** función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo de cualquier material – materias primas, semielaborados, terminados, así como el tratamiento e información de los datos generados El mantenimiento de inventarios supone costos, pero también puede generar beneficios y ahorros (Carreño, 2011)
- **Gestión de compras:** Su fin es asegurarse de contar con los mejores proveedores para abastecer los mejores productos y servicios, al mejor valor total. Compras es el área funcional de la empresa encargada de adquirir los materiales necesarios para las operaciones de la empresa, en la cantidad necesaria, en el momento y lugar precisos, de la calidad adecuada y al precio más conveniente. (Carreño, 2011)
- **Gestión de transportes:** es la gestión logística que se encarga de la elección del medio o los medios de transporte a utilizar y la programación de los movimientos a emplear (García, 2016).

- **Punto de reposición:** El punto de reorden es la cantidad mínima de existencia de un artículo, de modo que cuando el stock llegue a esa cantidad, el artículo debe reordenarse. Este término se refiere al nivel de inventario que activa una acción para reponer ese inventario en particular (Sánchez, 2016). Su fórmula es la siguiente:

$$ROP = dL$$

*Ecuación 1. Punto de reposición*

Donde:

d: Demanda diaria

L: Lead time

- **Rotación de inventarios:** La rotación de Inventarios es el indicador financiero que permite conocer el número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado. La rotación de inventarios permite identificar cuántas veces se convierte el inventario en dinero o en cuentas por cobrar (se ha vendido). Con ello determinamos la eficiencia en el uso del capital de trabajo de la empresa. Entre más se rote el inventario, más rápido se realiza el dinero invertido en ellos, lo que permite un mayor retorno o rentabilidad en la inversión (Gerencie, 2020)

### **Rentabilidad**

Según Pérez, Rodríguez y Molina (2002) la rentabilidad es el rendimiento que se produce después de realizar una inversión en un determinado tiempo; es decir una empresa es rentable si sus ingresos son mayores que sus egresos, esto es una forma de comparar los medios que se han utilizado en ello y la renta que se ha generado fruto de esa inversión.

#### **1.1.3. Definición de Términos**

- Balance de líneas. consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

- Cadena de Suministro. Movimiento de materiales, fondos, e información relacionada a través del proceso de la logística, desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos terminados al usuario final. La cadena del suministro incluye a todos los vendedores, proveedores de servicio, clientes e intermediarios.
- Canales Logísticos. La red de cadenas de suministro participantes comprometidas en almacenamiento, manejo, traslado, transporte y funciones de comunicaciones que contribuyen al flujo eficaz de los bienes.
- Capacitación. Proceso que posibilita al capacitando la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar los comportamientos propios de las personas y de la organización a la que pertenecen.
- Clasificación ABC. El método de clasificación ABC utiliza este principio de Pareto para segmentar las mercancías de un almacén en 3 categorías (A, B y C) en base a su importancia según el criterio elegido, y de esta forma destinar más recursos a las referencias que son clave para la empresa, en este caso las elegidas en el grupo A.
- Cuello de Botella. Punto de capacidad limitada cuando el flujo disminuye debido a un estrangulamiento.
- Desabastecimiento. Falta de materiales componentes o bienes terminados que sean necesarios en el proceso de producción o comercialización.
- Distribución de planta. es la ordenación de los equipos industriales y de espacios necesarios para que un sistema productivo alcance sus objetivos con la eficiencia adecuada. Los equipos industriales es cualquier elemento que necesite un espacio y que intervenga en un proceso productivo.
- Eficiente. Con poco o nada de desperdicios. En forma alternativa, un término conciso que se refiere al enfoque hacia la eliminación de desperdicios de la producción y distribución a través de la participación activa y la motivación a los trabajadores y el enfoque hacia el valor para el cliente. Ser eficiente significa sacarles el jugo a los recursos escasos.

- Estudio de tiempos. Consiste en la medición del tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador con el objetivo de emplearla como base para establecer un tiempo estándar.
- Gestión del Inventario. Cooperación entre el comprador y el proveedor, en general, en forma de información pronosticada compartida y un plan único y conciliado para mejorar la disponibilidad del inventario y reducir su costo.
- Inventarios. Existencias, Existencia de seguridad de materias prima, trabajo en proceso o materiales para cubrir la oferta y la demanda incierta o errática para evitar el desabastecimiento.
- Kanban. Es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de la fábrica, como entre distintas empresas.
- Logística. Es la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente. Por lo tanto, la logística busca gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa es maximizada en términos de costos y efectividad.
- Suministros. Artículos necesarios para la operación de la empresa que no tienen relación con el producto que se fabrica; dentro de estos se pueden mencionar repuestos, accesorios, papelería y útiles.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística sobre la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías metálicas, Trujillo 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

“Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística sobre la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías metálicas,

Trujillo, 2022”.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción y logística, de una empresa fabricante de carrocerías metálicas, para incrementar la rentabilidad de la empresa.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de producción y logística, de una empresa fabricante de carrocerías metálicas.
- Evaluar la viabilidad económica financiera de la propuesta de mejora y su impacto en la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías metálicas, en Trujillo, 2022

### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística incrementa la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías metálicas, en Trujillo 2022.

### **1.5. Variables**

#### **1.5.1. Variable independiente**

Propuesta de mejora en la gestión de producción y logística en la empresa fabricante de carrocerías

#### **1.5.2. Variable dependiente**

Rentabilidad.

### **1.6. Aspectos éticos**

La información para esta tesis fue proporcionada por la gerencia de la empresa fabricante de carrocerías y se empleó responsablemente, con su consentimiento expreso.

Los tesisistas están comprometidos en dar uso apropiado a esta información y a guardar absoluta reserva de los temas financieros y estratégicos que la dirección de la empresa fabricante de carrocerías, compartió con ellos.

Las propuestas de mejora serán respetuosas de las normas que garanticen la salud e integridad del personal operativo de la empresa fabricante de carrocerías; del cuidado del medio ambiente, en un marco de cumplimiento de los principios fundamentales de la Responsabilidad Social.



Los operarios de la empresa en todo momento estuvieron al tanto de la naturaleza del trabajo de investigación, que motivó la presencia de los tesisistas en la planta. Su colaboración fue solicitada personalmente por los directivos.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La presente tesis es una investigación de tipo cuantitativo y diseño diagnóstico propositivo, ya que, como afirma Gallego (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

### 2.2. Población y Muestra

**Población:** Los procesos de producción y logística de la empresa fabricante de carrocerías.

**Muestra:** Los procesos de producción y logística.

### 2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 2.  
*Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Observación de campo</b>	Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-DOP	En el área de producción y logística de la empresa fabricante de carrocerías.
<b>Entrevista</b>	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a producción.	-Guía de entrevista-cuestionario	En el gerente de la empresa.
<b>Análisis de documentos</b>	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción.	-Pareto -Ishikawa	Base de datos de la empresa en estudio.
<b>Encuesta</b>	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción.	-Guía de encuesta	Personas que labora en el área de producción.

Fuente. Elaboración propia

#### **Observación directa**

#### **Objetivo:**

Identificar la problemática en las áreas de producción y logística, de la empresa fabricante de carrocerías y las consecuencias que esta genera en su rentabilidad.

**Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción y logística de la empresa.

**Instrumentos:**

Diagrama de Operaciones de Procesos

**Entrevista**

La entrevista se realizará al gerente de la empresa fabricante de carrocerías.

**Objetivo:**

Determinar la situación actual de la empresa fabricante de carrocerías y conocer con mayor detalle su funcionamiento y gestión de producción. para puntualizar los problemas fundamentales en el área de fabricación y logística, que están directamente relacionados con la rentabilidad.

**Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Gerencia

**Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

**Instrumentos:**

Guía de entrevista.

**Análisis de documentos**

**Objetivo:**

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

**Procedimiento:**

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

**Instrumentos:**

Matriz Ishikawa y Pareto.

## **Encuesta**

### **Objetivo:**

Obtener información de todos los procesos del área de producción y logística, para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces.

### **Parámetros:**

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa fabricante de carrocerías.

### **Procedimiento:**

Realizar una serie de preguntas al gerente y a los trabajadores del área de producción, a fin de conocer los puntos resaltantes del área.

### **Instrumentos:**

- Guía de encuesta.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3.

*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2021.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de elevados costos operativos.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Elaboración propia

## **Procesamiento de información**

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

## 2.5. Procedimiento

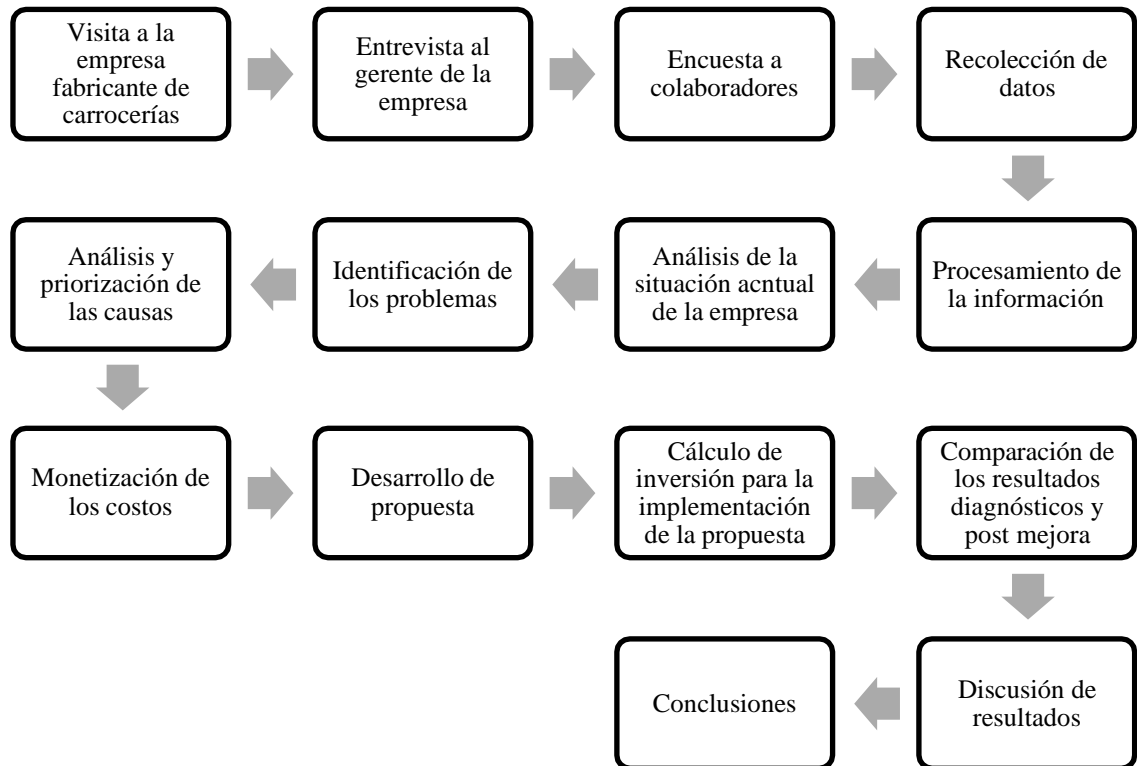


Figura 10. Procedimiento de investigación

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.1. Misión y Visión

#### Misión

Ser una de las empresas líderes a nivel nacional en el rubro Metal Mecánico.

#### Visión

Ser un líder en el sector industrial por la capacidad de optimizar y racionalizar sistemas, mejorando así la rentabilidad de las empresas. Ser reconocidos por potenciar la innovación y mejora continua en las empresas.

### 2.5.2. Organigrama

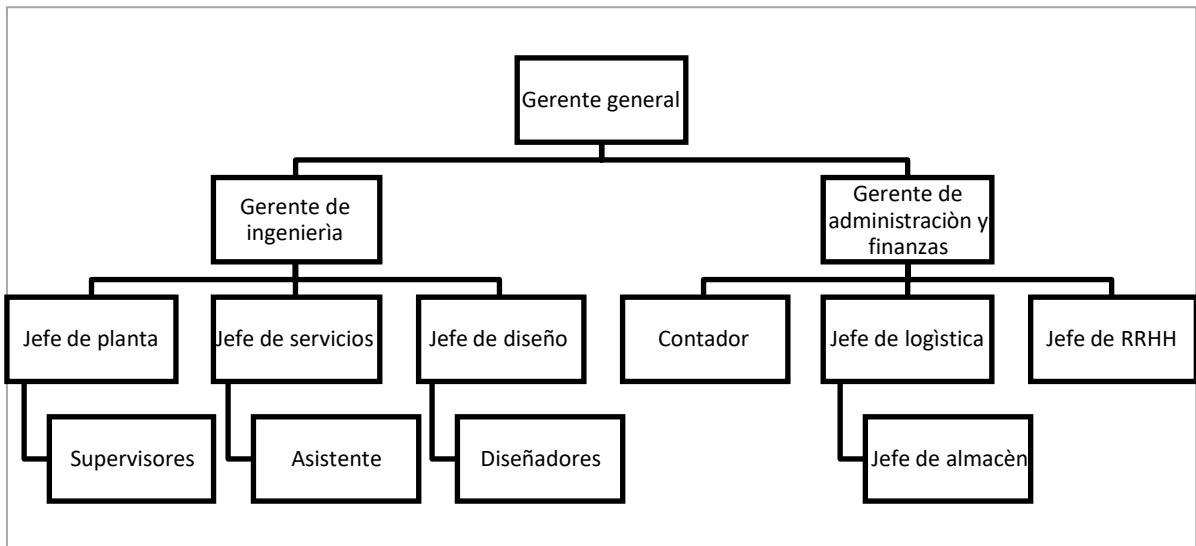


Figura 11. Organigrama

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.3. Distribución de la empresa

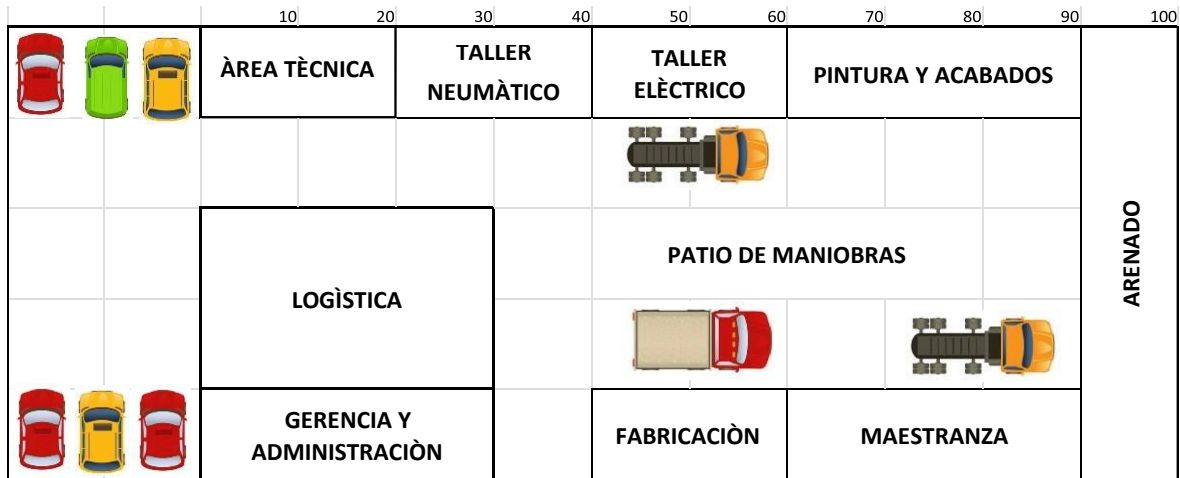


Figura 12. Layout actual

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.4. Principales Competidores

- Consermet SAC
- Fameca SAC
- L&S Nassi SAC
- Metalbus SAC
- Halcòn S.A.

### **2.5.5. Principales Proveedores**

- Comercial del acero S.A.
- Comercial RS SRL
- Miromina SAC
- Autopartes ferrosas SRL
- Rudy SAC
- Dirome SAC
- Huemura SAC
- Praxair Perù SRL
- Oxyman comercial SAC

### **2.5.6. Principales Productos**

- Plataformas
- Cama baja
- Bombonas
- Mixers
- Ambulancias
- Estructuras metálicas diversas

### **2.5.7. Principales Clientes**

- Cementos Pacasmayo SAA
- ATG SAC
- JP Logística SAC
- Catalán SA
- Fertilizantes Santa Ana SAC



## 2.5.8. Foda

Tabla 4.  
*FODA de la empresa*

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
Servicio de calidad Cumplimiento en entrega Innovación Seriedad Reconocimiento en el medio Clientes importantes Prestigio Experiencia	Nuevos clientes Nuevos mercados Nuevos productos Nuevos materiales Nuevas tecnologías Automatización Reducir tiempo de entrega Nuevos proveedores
<b>Debilidades</b> Falta capacitación en procesos Falta capacitación en gestión logística Falta capacitación en gestión de producción Operaciones manuales Altos costos de producción Falta de stock de producto terminado Alto saldo de inventario de materiales	<b>Amenazas</b> Alargamiento de la pandemia Incremento de precios de materiales Nuevos competidores Crecimiento en tasa de cambio Escases de materiales Decrecimiento de la demanda Obsolescencia tecnológica Políticas que desincentiven

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.9. Mapa de procesos

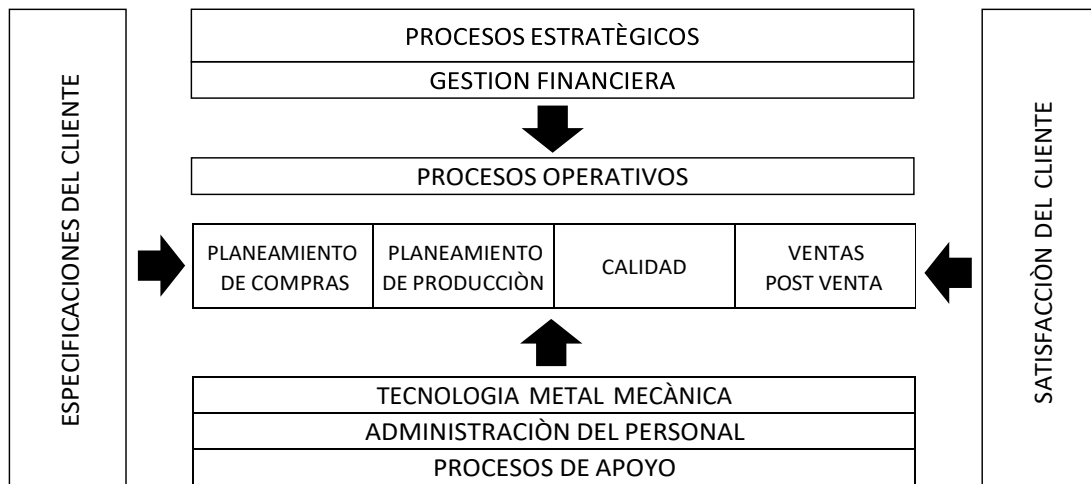


Figura 13. Mapa de procesos

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.10. Cadena de valor

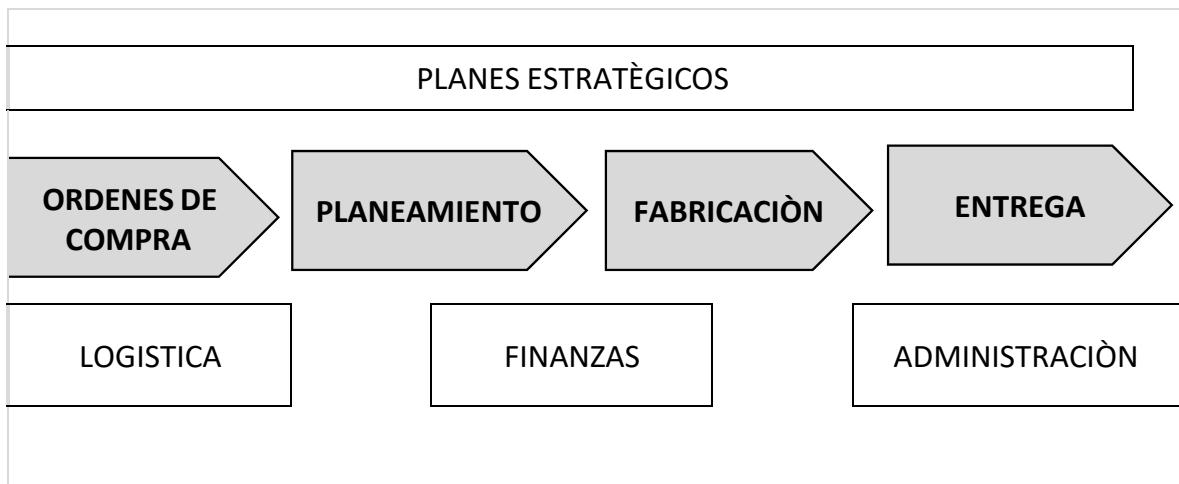


Figura 14. Cadena de valor

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.11. Diagrama de actividades del proceso

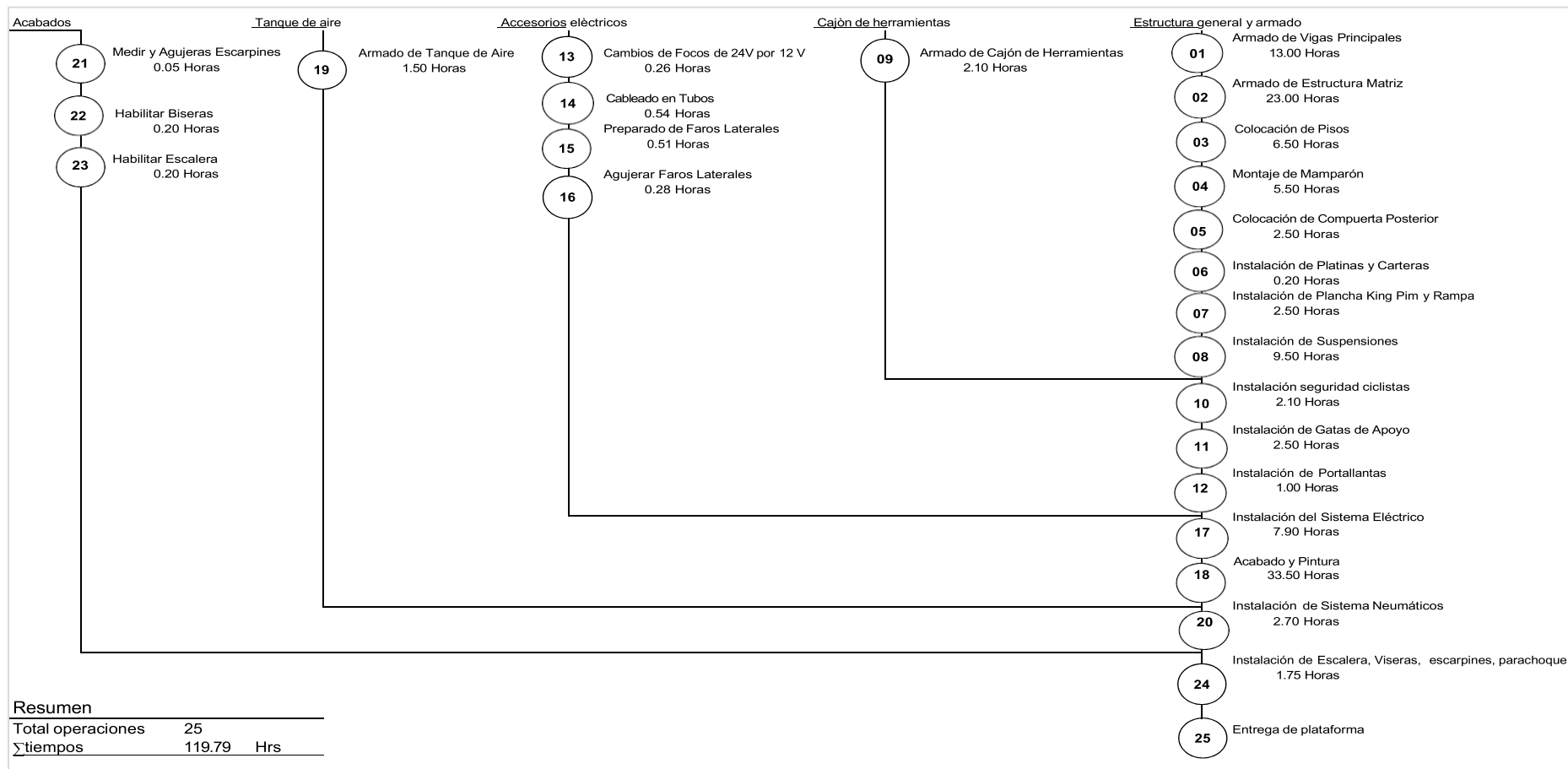


Figura 15. Diagrama de actividades actual

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.2.2. Diagnóstico de problemáticas principales

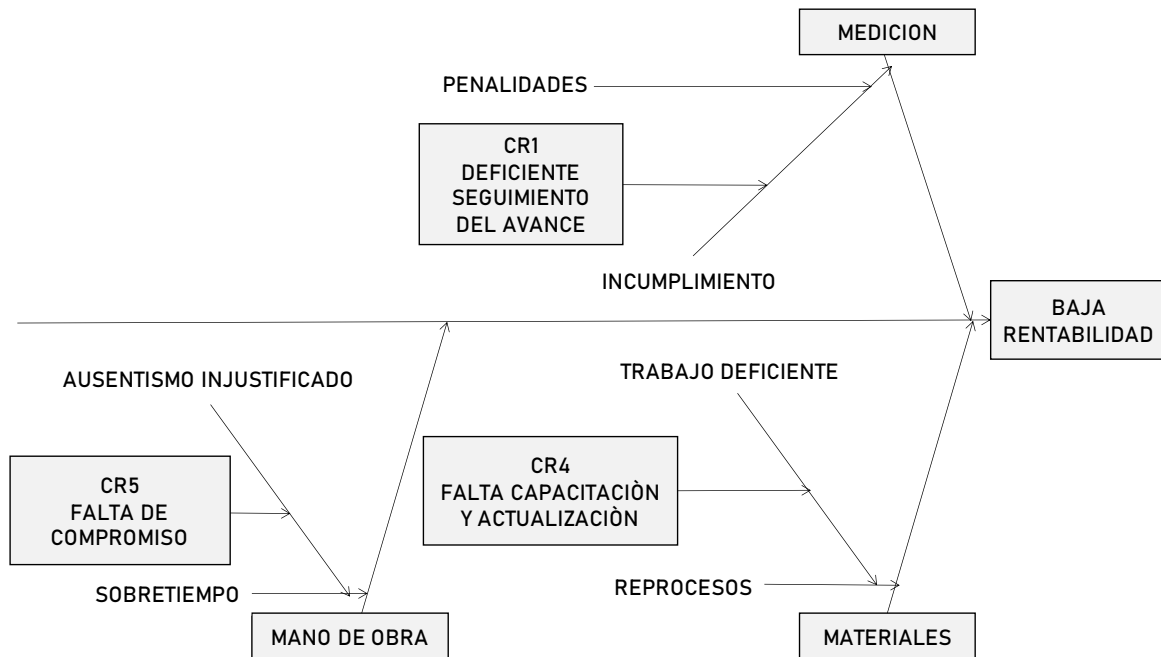


Figura 16. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa- Producción

Fuente. Elaboración Propia.

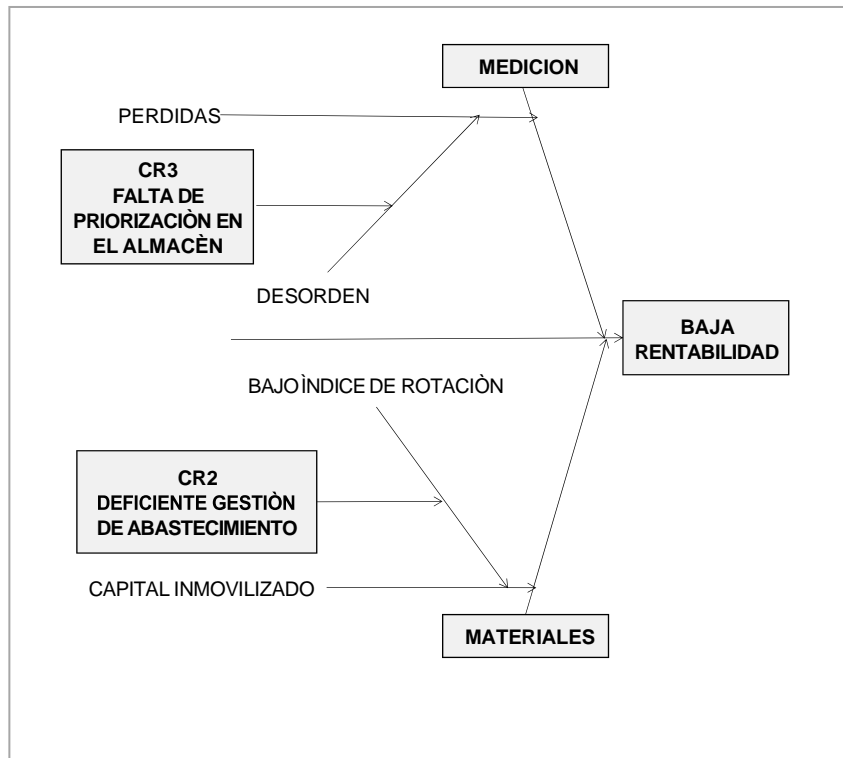


Figura 17. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa - Logística

Fuente. Elaboración Propia.

### Priorización de las Causas Raíz

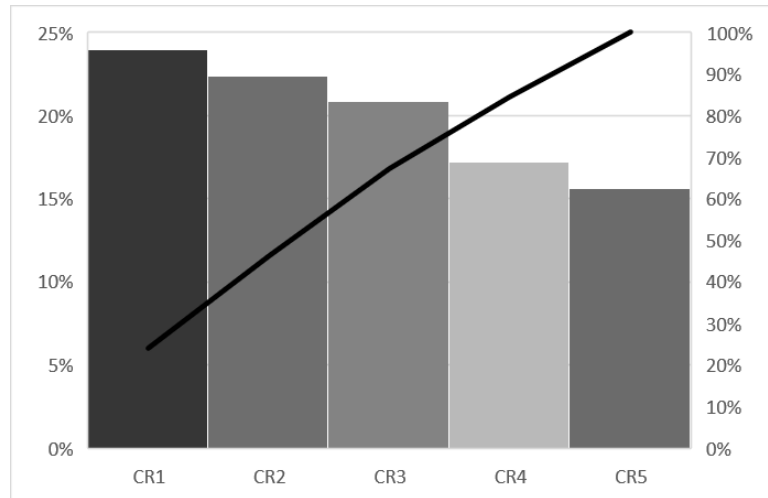
La priorización de las causas raíz se hizo según el juicio de los directivos de la empresa fabricante de carrocerías, como se muestra a continuación:

Tabla 5.  
Priorización por impacto económico

		Gerente	Gerente de producción	Gerente de calidad	Gerente de ventas	Administrador	Total	%	% acum
CR1	Deficiente seguimiento del avance	10	10	10	8	8	46	24%	24%
CR2	Deficiente gestión de abastecimiento	9	8	9	9	8	43	22%	46%
CR3	Falta priorización en el almacén	8	7	8	8	9	40	21%	67%
CR4	Falta capacitación y actualización	6	8	8	6	5	33	17%	84%
CR5	Falta de compromiso	5	7	7	5	6	30	16%	100%
						ç	192		

Fuente. Empresa fabricante de carrocerías. Elaboración propia

### Diagrama de Pareto de las causas raíz



*Figura 18.* Pareto de causas raíz de la problemática

Fuente. Elaboración Propia.

### 2.5.2.3. Identificación de indicadores.

Tabla 6.  
Matriz de indicadores

Nº Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR1	Deficiente seguimiento del avance	Días de retraso en entregas	$\sum \text{Días de retraso} \times \text{penalidad}$	36	S/ 18,000	5	S/ 2,500	S/ 15,500	Gestión estratégica Estudio de tiempos	Método del camino crítico	Capacitación MS Project S/1,600
CR2	Deficiente gestión de abastecimiento	Índice de rotación ( $I_r$ )	$\frac{\text{Total materiales comprados}}{\text{Saldo mensual promedio}}$	28	S/ 26,988	43	S/ 13,545	S/ 13,443	Lean manufacturing Gestión de stock	Kanban Balance de línea Índice de rotación	Software Bitrix24 S/1,600
CR3	Falta priorización en el almacén	% materiales perdidos	$\frac{\sum \text{materiales perdidos}}{\text{Total materiales comprados}} \%$	0.071%	S/ 9,252	0.025%	S/ 3,265	S/ 5,987	Gestión de almacén	ABC	Rack FIFO S/12,866
CR4	Falta capacitación y actualización	% costo de producción en reprocesos	$\frac{\sum \text{Horas-hombre} + \text{materiales}}{\text{Total costo de producción}} \%$	0.090%	S/ 7,850	0.025%	S/ 2,179	S/ 5,671	Análisis de necesidades de capacitación	Capacitación En soldadura	Capacitación en Tecsup S/8,000

Fuente. Elaboración propia

## 2.6. Solución propuesta

### 2.6.1. Descripción de causas raíces

#### **Descripción de la causa raíz 1: Deficiente seguimiento del avance**

El control del avance en la construcción de las carrocerías, se circunscribe al control de los tiempos de cada operación individualmente, pero carece de una herramienta que programe, organice y planifique detalladamente las tareas de un proyecto, de manera que los técnicos responsables, puedan conocer con exactitud si, en ese momento, se vienen realizando las tareas específicas, de modo que se vaya a cumplir con la fecha de entrega pactada o - lo que es muy importante – puedan realizar los ajustes en la jornada laboral, que permitan subsanar atrasos, por imponderables.

Conocer con anticipación, el momento en que se requerirá del personal técnico con la especialidad necesaria, permitirá también evitar pérdida de tiempo o sub utilización de la mano de obra, por convocarlo anticipadamente.

Por esta carencia, el año de estudio, hubo un acumulado de 36 días de retraso en la entrega de 9 plataformas

#### **Descripción de la causa raíz 2: Deficiente gestión de abastecimiento**

La empresa fabricante de carrocerías donde se realiza esta tesis, mantiene inventarios de materiales, que se encuentran almacenados, en espera de ser utilizados.

También se puede encontrar productos semiterminados o *work in progress*, que se encuentra a la espera de ser reintegrado en la siguiente fase de un proceso de fabricación que no se venderán mientras no se complete su fabricación.

Finalmente, existe plataformas terminadas en el almacén a la espera de ser vendidas.

Este entorno, no se está manejando técnicamente, cuando correspondería, de manera conservadora, comparar lo que la empresa podría ganar, si se depositara a plazo fijo en alguna institución financiera, el exceso de materiales, monetizado, luego de un cálculo que garantice el abastecimiento normal de la cadena de producción.

Tampoco se evalúa el índice de rotación, que el año de estudio, se ha determinado que fue 28 Es decir, se ha renovado, de manera global, cada 13 días.

Esta situación actual, se puede observar en la siguiente tabla.



Tabla 7.  
*Movimiento de materiales en la planta*

Actual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Saldo anterior	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Compra de materiales	Plataformas planeadas	27	25	26	25	26	26	27	29	28	28	25	27
	Monetizado	S/ 1,105,446	S/ 1,023,561	S/ 1,064,504	S/ 1,023,561	S/ 1,064,504	S/ 1,064,504	S/ 1,105,446	S/ 1,187,331	S/ 1,146,389	S/ 1,146,389	S/ 1,023,561	S/ 1,105,446
Saldo en proceso	Plataformas fabricadas	17	15	16	15	16	18	16	20	17	18	16	17
	Plataformas listas para venta	7	7	6	6	7	6	8	7	7	7	6	6
Saldo en el almacèn	Monertizado	S/ 286,597	S/ 286,597	S/ 245,655	S/ 245,655	S/ 286,597	S/ 245,655	S/ 327,540	S/ 286,597	S/ 286,597	S/ 286,597	S/ 245,655	S/ 245,655
	Materiales para plataformas	3	3	4	4	3	2	3	2	4	3	3	4
Total saldo a fin de mes	Monetizado	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 163,770	S/ 163,770	S/ 122,827	S/ 81,885	S/ 122,827	S/ 81,885	S/ 163,770	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 163,770
		S/ 409,425	S/ 409,425	S/ 409,425	S/ 409,425	S/ 409,425	S/ 327,540	S/ 450,367	S/ 368,482	S/ 450,367	S/ 409,425	S/ 368,482	S/ 409,425
BCP TREA	5.85%												
BCP TREA mensual	0.49%	S/ 1,996	S/ 1,996	S/ 1,996	S/ 1,996	S/ 1,996	S/ 1,597	S/ 2,196	S/ 1,796	S/ 2,196	S/ 1,996	S/ 1,796	S/ 1,996
Interes actualizado		1,986	1,977	1,967	1,957	1,948	1,551	2,122	1,728	2,102	1,901	1,703	1,883
<b>Indice de rotaciòn</b>	<b>32</b>												

Fuente. Información de la empresa.

### **Descripción de la causa raíz 3: Falta priorización en el almacén**

La gran cantidad de ítems dentro del almacén, dificulta su control exhaustivo. El fifo no se está cumpliendo apropiadamente, mientras que, se diluye el esfuerzo del jefe de almacén, en controlar todo el inventario, y algunos de los materiales y repuestos más costosos, vienen siendo mermados por deshonestidad de algunos trabajadores.

### **Descripción de la causa raíz 4: Falta capacitación y actualización**

La empresa incurre en reprocesos, a las plataformas vendidas, para subsanar problemas en la soldadura de su estructura que incrementan innecesariamente los costos de mano de obra y materiales.

Según la *American Welding Society (AWS)*, la soldadura es una unión localizada de metales o no metales, producida por el calentamiento de estos a la temperatura de soldadura requerida, con o sin la aplicación de presión y con o sin el uso de material de aporte.

Se realiza una soldadura cuando las distintas piezas se combinan y forman una pieza única al calentarse a una temperatura suficientemente alta como para causar el reblandecimiento o fusión.

La empresa fabricante de carrocerías tiene la responsabilidad de comprobar que la calidad de la soldadura cumpla las expectativas del cliente y lo establecido en códigos y especificaciones de soldadura.

El primer paso para cumplir con ello, es garantizar la idoneidad y habilidad de sus soldadores y su respectiva calificación.

## **Monetización de pérdidas**

### **Monetización de la Causa Raíz 1: Deficiente seguimiento del avance**

Plataformas entregadas con atraso	9
Días de atraso	4
Penalidad diaria	S/ 500
Total, pago de penalidades	S/ 18,000

## Monetización de la Causa Raíz 2: Deficiente gestión de abastecimiento

El deficiente manejo en el abastecimiento, motivó altos saldos de inventario a fin de mes, de materiales; producto en proceso y producto terminado, perdiéndose costo de oportunidad, al mantenerse el capital, estático.

Para simplificar los cálculos, se determinó los saldos mensuales de materiales, plataformas en procesos y plataformas terminadas, expresados en número de plataformas, de manera general.

Estos costos, se basaron en la siguiente lista de materiales, por componentes de las plataformas, que incluye en la columna de la derecha, su porcentaje de participación en el costo total de la plataforma.

Tabla 8.  
*Costo de materiales de una plataforma, por componentes*

ARMADO DE PLATAFORMA	Cantidad	Costo unit (US\$)	Costo total (US\$)	
Barra de 1 1/2	0.50	57.82	28.91	
Barra de 1 1/4	0.50	57.82	28.91	
Barra de 2"	0.50	57.82	28.91	
Barra de 3"	1.00	63.06	63.06	
Barra de 7/8	2.00	27.38	54.76	
Plancha 1.8 mm	0.08	53.92	4.49	
Plancha 1/8 4x8	1.50	86.87	130.31	
Plancha 3/32 4x8	16.00	74.88	1,198.08	
Plancha 5/32 4x8	6.50	117.94	766.61	
Tubo negro 1" X 2.0 X 6.0	1.50	22.00	33.00	
Tubo electro soldado 1"x 1.5	1.00	11.36	11.36	
Tubo 1x2 x 2.0	0.08	21.51	1.79	
Patas de apoyo hidraulicas Fuwa	1.00	98.04	98.04	
Patas de apoyo hidraulicas Jost a400	1.00	114.38	114.38	
Bisagras 3/8 x 2	4.00	1.10	4.39	
<b>Total armado de plataforma</b>			<b>\$2,567.00</b>	<b>24%</b>
<b>VIGA MATRIZ</b>				
Platina 3/16 x 2 1/2	2.50	20.94	52.35	
Plancha 1/4 4x8	1.50	173.96	260.94	
Plancha estructural 1/4 5x20	1.00	597.45	597.45	
Plancha 3/16 4x8	1.50	129.73	194.60	
Plancha estructural 5/8 5x20	1.00	1,819.24	1,819.24	
<b>Total viga matriz</b>			<b>\$2,924.58</b>	<b>27%</b>

#### VIGA PRINCIPAL

Soldadura Cellocord 1/8" c/lata 20 kg	10.00	3.70	37.03
Soldadura Cellocord 5/32" c/lata 20 kg	15.00	4.39	65.85
Soldadura cellocord 3/32" c/lata 20 kg	4.00	2.30	9.20
Soldadura Overcord S 5/32" c/lata 20 kg	15.00	2.46	36.90
Soldadura Supercito 1/8" c/lata 20 kg	7.00	3.86	27.01
Soldadura Supercito 5/32" c/lata 20 kg	12.00	4.58	54.96
Alambre Mig Mag 1.0 (Indura) c/rollo 15 kg	30.00	2.78	83.40
Plancha estructural 3/16 x 5x20	1.50	448.13	672.20
<b>Total viga principal</b>			<b>\$986.54 9%</b>

#### PINTURA Y ACABADOS

Base anticorrosivo	6.00	22.69	136.14
Esmalte acrílico (gloss)	1.00	57.00	57.00
Esmalte sintético	5.00	26.89	134.45
Super thinner	1.00	30.00	30.00
Thinner	5.00	16.00	80.00
Lija # 40 (25 unid x paquete)	10.00	1.43	14.30
Lija # 80 (50 unid x paquete)	10.00	1.26	12.60
Lija de agua # 180	2.00	1.00	2.00
Lija de agua # 220	2.00	1.05	2.10
Cinta reflexiva	6.00	10.00	60.00
Placas de identificación	1.00	75.00	75.00
Pintado de letras	1.00	9.80	9.80
Cinta masting 3/4	2.00	2.52	5.04
Masilla bonflex	6.00	28.00	168.00
<b>Total pintura y acabados</b>			<b>\$786.43 7%</b>

#### SISTEMA NEUMÁTICO

Manguera flexible 1/4	9.00	1.50	13.50
Manguera transparente 1/2	2.00	1.00	2.00
Mts Cable Nº 14 x 1 color	16.00	1.05	16.80
Mts Cable Nº 14 x 6 colores	16.00	1.34	21.44
Mts mangueras corrugadas 1/2	5.00	1.60	8.00
Mts mangueras corrugadas 1/4	5.00	1.26	6.30
Terminal de ojo 1/4	2.00	0.20	0.40
Terminal de ojo 1/8	3.00	0.20	0.60
Terminales hembra forrados	14.00	0.03	0.39
Terminales macho forrados	14.00	0.02	0.31
Mts manguera simplex 3/8	9.00	1.50	13.50
"T" armadas 3/8 x 1/4	14.00	9.44	132.16
Cintas teflón	14.00	1.10	15.40
Codo galvanizadas de 3/8	1.00	2.00	2.00
Conectores 1/2" a 3/8" c/almas y conos NPT	3.00	6.30	18.90
Conectores 3/8 x 1/4 c/almas y conos	2.00	5.50	11.00
Conectores 3/8 x 3/8 c/almas y conos NPT	4.00	7.14	28.56
Manitos de aire	6.00	13.00	78.00
Pernos de 1/2x1 1/2	14.00	2.26	31.71
Pulmòn doble Maximbra KE-T30/30 C	2.00	140.00	280.00
Pulmòn pulmòn simple freno T-308 Varcoli	4.00	40.34	161.36
Tubo negro de 3/8	2.00	23.20	46.40
Unión "T" 3/8 a 1/4	4.00	10.92	43.68

Unión galvanizada 1/2	3.00	1.40	4.20
Unión galvanizada 3/8	2.00	1.40	2.80
uniones 1/2"x2"	2.00	1.26	2.52
Válvulas de desfogue	4.00	30.00	120.00
Válvula sealco	2.00	265.00	530.00
Gas industrial - c/balón 10 kg	1.00	8.99	8.99
Indurmig - 20 (Argon - Dioxido de carbono) NU 1956	2.00	71.87	143.74
Oxigeno Industrial (Oxyman) - c/botella 10 m3	5.00	5.50	27.50
<b>Total sistema neumático</b>			<b>\$1,772.16</b>
			<b>16%</b>

#### SISTEMA ELÉCTRICO

Abrazaderas luz 5/8 x 1 oreja	10.00	0.20	2.00
Chapa off de 2 contactos	1.00	2.35	2.35
Cinta aislante	1.00	2.52	2.52
Faros laterales	14.00	20.00	280.00
Faros piratas completo	2.00	40.00	80.00
Faros posteriores	8.00	25.00	200.00
Focos de 24 V	8.00	2.50	20.00
focos de dos contactos	6.00	1.50	9.00
grapas	12.00	0.50	6.00
Lagrimas de 24 V	28.00	1.60	44.80
Optiluz	1.00	26.37	26.37
Perno 1/4 * 1 completos	24.00	0.40	9.60
Tubo de luz 3/4"	4.00	1.80	7.20
Tubos luz de 5/8"	9.00	2.30	20.70
<b>Total sistema eléctrico</b>			<b>\$710.54</b>
			<b>7%</b>

#### SUSPENSION

	3.00	876.68	2,630.04
Eje 25,000 LBS C/Conj Americ TR.71.5"Crane	6.00	11.47	68.84
Reten 110*170	6.00	89.40	536.40
Rodaje 32219	3.00	35.61	106.83
Templadores (fijo - regulable)	6.00	15.79	94.76
Tuerca de punta	6.00	1.50	9.00
Graseras rectas 3/8	16.00	4.71	75.29
King pin 2"	1.00	19.61	19.61
Perno tuerca stop 5/8 x 1 1/2	26.00	0.80	20.80
Pernos 1/2 x 1 completo	5.00	0.75	3.75
Pernos 1/2 x 3 1/2 completo	4.00	1.73	6.90
Pernos 1/4 x 1" completo	25.00	1.50	37.58
Pernos 5/8 x 1 1/2	4.00	1.95	7.79
Pernos 5/8 x 5" completo	12.00	1.10	13.20
Tuercas altas 7/8 c/anillo presión	24.00	1.20	28.80
Tuercas stop 1°	12.00	11.76	141.18
<b>Total suspensión</b>			<b>\$1,170.73</b>
			<b>11%</b>

<b>Total materiales</b>			<b>\$10,917.99</b>
			<b>100%</b>
			<b>S/ 40,942.45</b>

Fuente. Información de la empresa

El impacto de la pérdida, considerando la tasa de interés del Banco Continental BBVA, de 5.85%, se calculó de la siguiente manera.

Depósito a Plazo | BBVA Perú

bbva.pe/personas/productos/inversiones/depositos/deposito-plazo.html

BBVA PERSONAS EMPRESAS Obtén tu Tarjeta de Crédito Abre tu cuenta Banca por Internet

## Depósito a Plazo

S/2,000 Depósito mínimo de apertura

Hasta 5.85% TREA Soles a 3 años (Plazo Digital)

\*Tasa de Rendimiento Efectivo Anual (TREA): Te permite saber cuánto ganarás efectivamente en un año por el dinero que deposites, en su cálculo se incluye la TEA, menos las comisiones y gastos que aplican.

TREA Dólares hasta 2.70% a 3 años (plazo digital).

Abre tu depósito a plazo

BENEFICIOS

### Conoce las ventajas de Depósito a Plazo

- Gana más intereses que en una cuenta de ahorros
- Elige el plazo que quieras: 180 días, 360 días
- Los intereses generados se pueden depositar mensualmente o al vencimiento
- Cero costo de apertura

Figura 19. TREA BBVA

Fuente: BBVA Continental

Tabla 9.  
*Índice de rotación y monetización de saldos de inventario actual*

Actual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Plataformas planeadas	27	25	26	25	26	26	27	29	28	28	25	27		
Monetizado	S/ 1,105,446	S/ 1,023,561	S/ 1,064,504	S/ 1,023,561	S/ 1,064,504	S/ 1,064,504	S/ 1,105,446	S/ 1,187,331	S/ 1,146,389	S/ 1,146,389	S/ 1,023,561	S/ 1,105,446	S/ 13,060,643	
Plataformas fabricadas	17	15	16	15	16	18	16	20	17	18	16	17		
Plataformas listas para venta	7	7	6	6	7	6	8	7	7	7	6	6		
Monetizado	S/ 286,597	S/ 286,597	S/ 245,655	S/ 245,655	S/ 286,597	S/ 245,655	S/ 327,540	S/ 286,597	S/ 286,597	S/ 286,597	S/ 245,655	S/ 245,655		
Materiales para plataformas en AMP	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00	4.00	3.00	3.00	4.00		
Monetizado	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 163,770	S/ 163,770	S/ 122,827	S/ 81,885	S/ 122,827	S/ 81,885	S/ 163,770	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 163,770		
Materiales para plataformas WIP	1.94	1.76	1.67	1.74	1.67	1.74	1.67	1.78	1.67	1.74	1.81	1.67		
Monetizado	S/ 79,294	S/ 72,026	S/ 68,326	S/ 71,276	S/ 68,326	S/ 71,276	S/ 68,326	S/ 72,717	S/ 68,326	S/ 71,276	S/ 73,940	S/ 68,326		
Total saldo monetizado materiales	S/ 488,718	S/ 481,450	S/ 477,751	S/ 480,700	S/ 477,751	S/ 398,815	S/ 518,693	S/ 441,199	S/ 518,693	S/ 480,700	S/ 442,422	S/ 477,751	S/ 473,720	
BBVA TREA	5.85%	S/ 2,383	S/ 2,347	S/ 2,329	S/ 2,343	S/ 2,329	S/ 1,944	S/ 2,529	S/ 2,151	S/ 2,529	S/ 2,343	S/ 2,157	S/ 2,329	
BBVA TREA MENSUAL	0.49%													
Interes actualizado		S/ 2,383	S/ 2,336	S/ 2,306	S/ 2,309	S/ 2,284	S/ 1,898	S/ 2,456	S/ 2,079	S/ 2,432	S/ 2,243	S/ 2,054	S/ 2,208	<b>S/ 26,988</b>
Índice de rotación	<b>28</b>													

Fuente. Elaboración Propia

Se observa que, con el índice de rotación actual de 28 – ver fila inferior - el capital inmovilizado, perdió un costo de oportunidad de S/26,988

### Monetización de la causa raíz 3: Falta priorización en el almacén

Los faltantes cuantificados, producto de la deshonestidad de algunos operarios, fueron los siguientes.

Tabla 10.  
*Faltantes en un inventario por deshonestidad*

	<b>Faltantes</b>	<b>Costo unit</b>	<b>Total</b>	
Base anticorrosivo	10.00	22.69	226.90	
Esmalte acrílico (gloss)	6.00	57.00	342.00	
Esmalte sintético	8.00	26.89	215.12	
Válvula sealco	3.00	265.00	795.00	
Faros laterales	16.00	20.00	320.00	
Faros piratas completo	4.00	40.00	160.00	
Faros posteriores	10.00	25.00	250.00	
Optiluz	6.00	26.37	158.24	
			<b>\$2,467.26</b>	
<b>Total faltante por deshonestidad</b>		<b>S/</b>	<b>9,252</b>	<b>0.07%</b>
Total compra de materiales		S/	13,060,643	

Fuente. Elaboración Propia

El monto de pérdidas por deshonestidad, ascendió a S/9,252 y representó el 0.07% del costo de materiales comprados para construir plataformas.

### Monetización de la causa raíz 4: Falta de capacitación

El año de estudio, se confeccionaron 201 plataformas. En cada unidad se empleó 311.8 horas-hombre, con un costo unitario de S/8.00.

Además, el costo de materiales por plataforma es S/40,942.

En ese año, se gastó 82 horas-hombre y S/7,194, en reprocesos. El costo total, en materiales y mano de obra, ascendió a S/7,850, como se observa a continuación.

Horas-Hombre	82	S/	8.00	656
Materiales				7,194
<b>Total</b>		<b>S/</b>		<b>7,850</b>

Este sobre costo, fue el 0.09% del costo anual de producción, según el siguiente cálculo.



Producción anual	201	
Mano de obra unitaria (HH)	311.8	
Costo HH	S/ 8	
<b>Costo total HH</b>	<b>S/ 501,372</b>	
Costo unitario en materiales	S/ 40,942	
<b>Costo total materiales</b>	<b>S/ 8,229,433</b>	
Costo HH + Materiales	<b>S/ 8,730,806</b>	<b>0.090%</b>

## Propuesta de mejora

### Propuesta de mejora de la causa raíz 1: Deficiente seguimiento del avance

La empresa carece de una herramienta para realizar el seguimiento oportuno de las tareas, que integre de la mejor forma a los recursos que formaban parte en las tareas y que mejore la planificación del proyecto y la toma de decisiones.

El año de estudio, 9 plataformas se entregaron con cuatro días de retraso, de acuerdo a lo pactado con el cliente. Considerando la penalidad por día de S/500, el perjuicio fue de S/18,000

Se propone el uso del Camino Crítico, para optimizar la evaluación de los tiempos de ejecución, dando a cada actividad un tratamiento individual y otro integrado; facilitando la identificación de puntos críticos y la posibilidad de hacer más detallado el plan maestro.

A continuación, se muestra el Método del Camino Crítico, aplicado a la confección de las plataformas, utilizando los tiempos del Diagrama de Operaciones de Procesos.

Fecha de inicio **1/1/22**

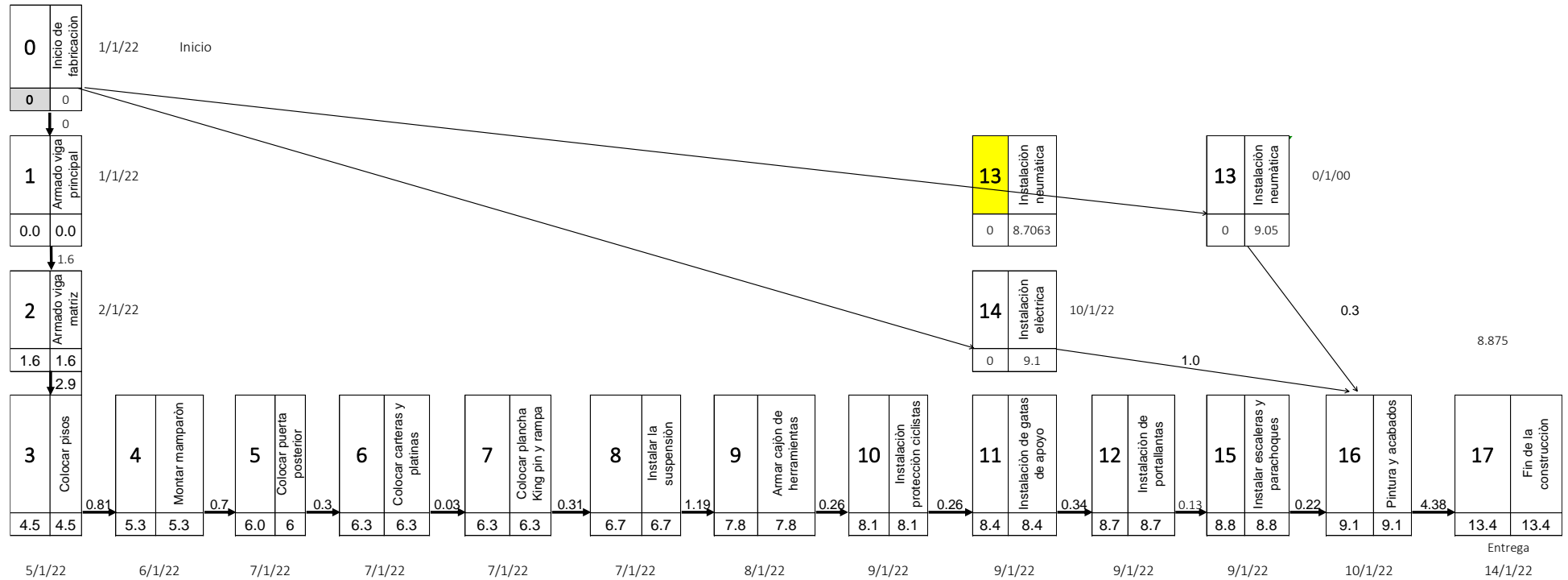


Figura 20. Camino Crítico

Fuente. Elaboración propia

Se observa lo siguiente:

1. El tiempo para confeccionar 1 plataforma, es 14 días.
2. Las fechas esperadas, para estar trabajando las actividades, aparecen junto al recuadro de cada una de ellas. Esto permite llevar un control, de manera individual y en conjunto, facilitando el ajuste de los recursos, para lograr el cumplimiento del compromiso de entrega de la plataforma.
3. Las flechas en color rojo, señalan el Camino Crítico, que conecta las actividades, que, si se retrasaran, la fecha comprometida, se alargaría, incurriéndose en pago de penalidades. En consecuencia, se deberá tener mucho control sobre estas.
4. Las actividades 13, 14, 15 y 16, están fuera del Camino Crítico, por lo que tienen holgura en su momento de inicio. Esto permitirá contratar a los técnicos para esas tareas, en el momento preciso.
5. Este control, facilitará el cumplimiento en las fechas de entrega comprometidas, reduciendo o eliminando el pago de penalidades.
6. Si deseara que el proyecto tenga una fecha de finalización anterior, deberá acortarse su duración o sub dividir las tareas críticas, de modo que se puedan trabajar en paralelo, reduciendo el tiempo final.
7. La realización de este método, se puede instaurar de la forma como se ha realizado en esta tesis, o podría adecuarse al software MSProject.
8. Es importante el involucramiento de todo el personal de fabricación y logística, en el conocimiento de esta técnica.

### **Propuesta de mejora de la causa raíz 2: Deficiente gestión de abastecimiento**

Para gestionar más eficientemente el almacén de materiales, se propone utilizar el sistema visual del Kanban, que es un método *pull* o de producción de extracción, donde un nuevo producto solo comienza a prepararse cuando se vende un ítem del stock, muy diferente del modelo fordista, o de producción continua.

Generalizando el concepto, se podría decir que, si el producto terminado no se vende, no se producirá uno nuevo y, por último, tampoco se abastecerá de materiales para dicho fin.

De esta manera, la venta se encarga de jalar todo el proceso productivo, reduciendo inventarios y eliminando sobre stocks.

En primer lugar, se determinará el promedio mensual de plataformas, durante el año 2021.

Tabla 11.  
Producción de plataformas año 2021

Enero	17
Febrero	15
Marzo	16
Abril	15
Mayo	16
Junio	18
Julio	16
Agosto	20
Setiembre	17
Octubre	18
Noviembre	16
Diciembre	17
<b>Total anual</b>	<b>201</b>
Promedio	16.750
Desv Std	1.422
Holgura (10%)	1.675
Venta mínima esperada	15.111
<b>Venta máxima esperada</b>	<b>21.739</b>
<b>Takt Time (Plataformas/día)</b>	<b>0.725</b>

Fuente. Empresa en estudio

El año de estudio se produjeron 201 plataformas. Su promedio aritmético es 17 plataformas mensuales, que añadiéndole una holgura de 10% y 2.33 $\delta$ , para tener 99% de confianza, se sabe que la venta mensual máxima, debería ser 22 unidades.

De acuerdo a ello, su *takt time* o tiempo táctico, que es la velocidad a la que se debe completar un producto para satisfacer la demanda del cliente, en este caso, en 30 días, será 0.725

Seguidamente se determinarán los grupos de materiales, que forman los diferentes sistemas o grandes componentes, que al unirse formarán una plataforma y que constituirán sus respectivos *Kanban*.

Cada *Kanban* será el componente que se desplazará a lo largo del proceso. Será la parte de la lista de materiales, que se solicitará para reabastecimiento del inventario y se despachará a planta, para su uso en producción.

La cantidad de *Kanban* con la que se iniciará el proceso y con se alimentará cada parte del proceso, está determinada por producto del *lead time*, en este caso, 10 días y por el *takt time*, que es 0.725

Con esta información, se procede a determinar la cantidad de *Kanban*, necesarios para que el proceso fluya cómodamente, obviando sobre stocks o desabastecimiento.

Tabla 12.  
*Determinación de la cantidad Kanbans*

Tarea	Estación	Tiempo Std (Horas)	Lead time (Días)	Kanban : (lead time x takt time)	Redondeo
0	Abastecimiento		10.0	<b>7.246</b>	<b>7</b>
1	Armado de viga principal	13.0	1.6	<b>1.178</b>	<b>1</b>
2	Estructura de viga matriz	23.0	2.9	<b>2.083</b>	<b>2</b>
3	Armado de la plataforma	30.2	3.6	<b>2.572</b>	<b>3</b>
4	Instalación de suspensión	9.5	1.2	<b>0.860</b>	<b>1</b>
5	Instalación eléctrica	9.4	1.2	<b>0.851</b>	<b>1</b>
6	Instalación neumática	4.2	0.5	<b>0.380</b>	<b>1</b>
7	Pintura y acabados	33.5	4.2	<b>3.034</b>	<b>3</b>

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente se elaboraron las tarjetas *Kanban*, que incluye los materiales que conforman el componente.

### Tarjetas Kanban

ARMADO DE PLATAFORMA	Kanban	VIGA MATRIZ	Kanban	VIGA PRINCIPAL	Kanban	PINTURA Y ACABADOS	Kanban
Barra de 1 1/2	0.50	Platina 3/16 x 2 1/2	2.50	Soldadura Cellocord 1/8" c/lata 20 kg	10	Base anticorrosivo	6.00
Barra de 1 1/4	0.50	Plancha 1/4 4x8	1.50	Soldadura Cellocord 5/32" c/lata 20 kg	15	Esmalte acrílico (gloss)	1.00
Barra de 2"	0.50	Plancha estructural 1/4 5x20	1.00	Soldadura cellocord 3/32" c/lata 20 kg	4	Esmalte sintético	5.00
Barra de 3"	1.00	Plancha 3/16 4x8	1.50	Soldadura Overcord S 5/32" c/lata 20 k	15	Super thinner	1.00
Barra de 7/8	2.00	Plancha estructural 5/8 5x20	1.00	Soldadura Supercito 1/8" c/lata 20 kg	7	Thinner	5.00
Plancha 1.8 mm	0.08			Soldadura Supercito 5/32" c/lata 20 kg	12	Lija # 40 (25 unid x paquete)	10.00
Plancha 1/8 4x8	1.50			Alambre Mig Mag 1.0 (Indura) c/rollo 15	30	Lija # 80 (50 unid x paquete)	10.00
Plancha 3/32 4x8	16.00			Plancha estructural 3/16 x 5x20	2	Lija de agua # 180	2.00
Plancha 5/32 4x8	6.50					Lija de agua # 220	2.00
Tubo negro 1" X 2.0 X 6.0	1.50					Cinta reflexiva	6.00
Tubo electro soldado 1"x 1.5	1.00					Placas de identificación	1.00
Tubo 1x2 x 2.0	0.08					Pintado de letras	1.00
Patatas de apoyo hidráulicas Fuwa	1.00					Cinta masting 3/4	2.00
Patatas de apoyo hidráulicas Jost a400	1.00					Masilla bonflex	6.00
Bisagras 3/8 x 2	4.00						

TEMA NEUMÁTICO	Kanban	SISTEMA ELÉCTRICO	Kanban	SUSPENSIÓN	Kanban
Manguera flexible 1/4	9	Abrazaderas luz 5/8 x 1 oreja	10	Eje 25,000 LBS C/Conj Americ TR.71.5"	6
Manguera transparente 1/2	2	Chapa off de 2 contactos	1	Reten 110*170	6
Mts Cable N° 14 x 1 color	16	Cinta aislante	1	Rodaje 32219	3
Mts Cable N° 14 x 6 colores	16	Faros laterales	14	Templadores (fijo - regulable)	6
Mts mangueras corrugadas 1/2	5	Faros piratas completo	2	Tuerca de punta	6
Mts mangueras corrugadas 1/4	5	Faros posteriores	8	Graseras rectas 3/8	16
Terminal de ojo 1/4	2	Focos de 24 V	8	King pin 2"	1
Terminal de ojo 1/8	3	focos de dos contactos	6	Perno tuerca stop 5/8 x 1 1/2	26
Terminales hembra forrados	14	grapas	12	Pernos 1/2 x 1 completo	5
Terminales macho forrados	14	Lagrimas de 24 V	28	Pernos 1/2 x 3 1/2 completo	4
Mts manguera simplex 3/8	9	Optiluz	1	Pernos 1/4 x 1" completo	25
"T" armadas 3/8 x 1/4	14	Perno 1/4 * 1 completos	24	Pernos 5/8 x 1 1/2	4
Cintas teflón	14	Tubo de luz 3/4"	4	Pernos 5/8 x 5" completo	12
Codo galvanizadas de 3/8	1	Tubos luz de 5/8"	9	Tuercas altas 7/8 c/anillo presión	24
Conectores 1/2" a 3/8" c/almas y cono	3			Tuercas stop 1°	12
Conectores 3/8 x 1/4 c/almas y conos	2				
Conectores 3/8 x 3/8 c/almas y conos N	4				
Manitos de aire	6				
Pernos de 1/2x1 1/2	14				
Pulmòn doble Maximbra KE-T30/30 C	2				
Pulmòn pulmòn simple freno T-308 Varco	4				
Tubo negro de 3/8	2				
Unión "T" 3/8 a 1/4	4				
Unión galvanizada 1/2	3				
Unión galvanizada 3/8	2				
uniones 1/2"x2"	2				
Válvulas de desfogue	4				
Válvula sealco	2				
Gas industrial - c/balón 10 kg	1				
Indurmig - 20 (Argon - Dioxido de carbon	2				
Oxígeno Industrial (Oxyman) - c/botella 1	5				

Figura 21. Tarjeta Kanban

Fuente. Elaboración Propia

Cada Kanban, representa los materiales requeridos para producir el componente, que, unido a los otros, formará la plataforma.

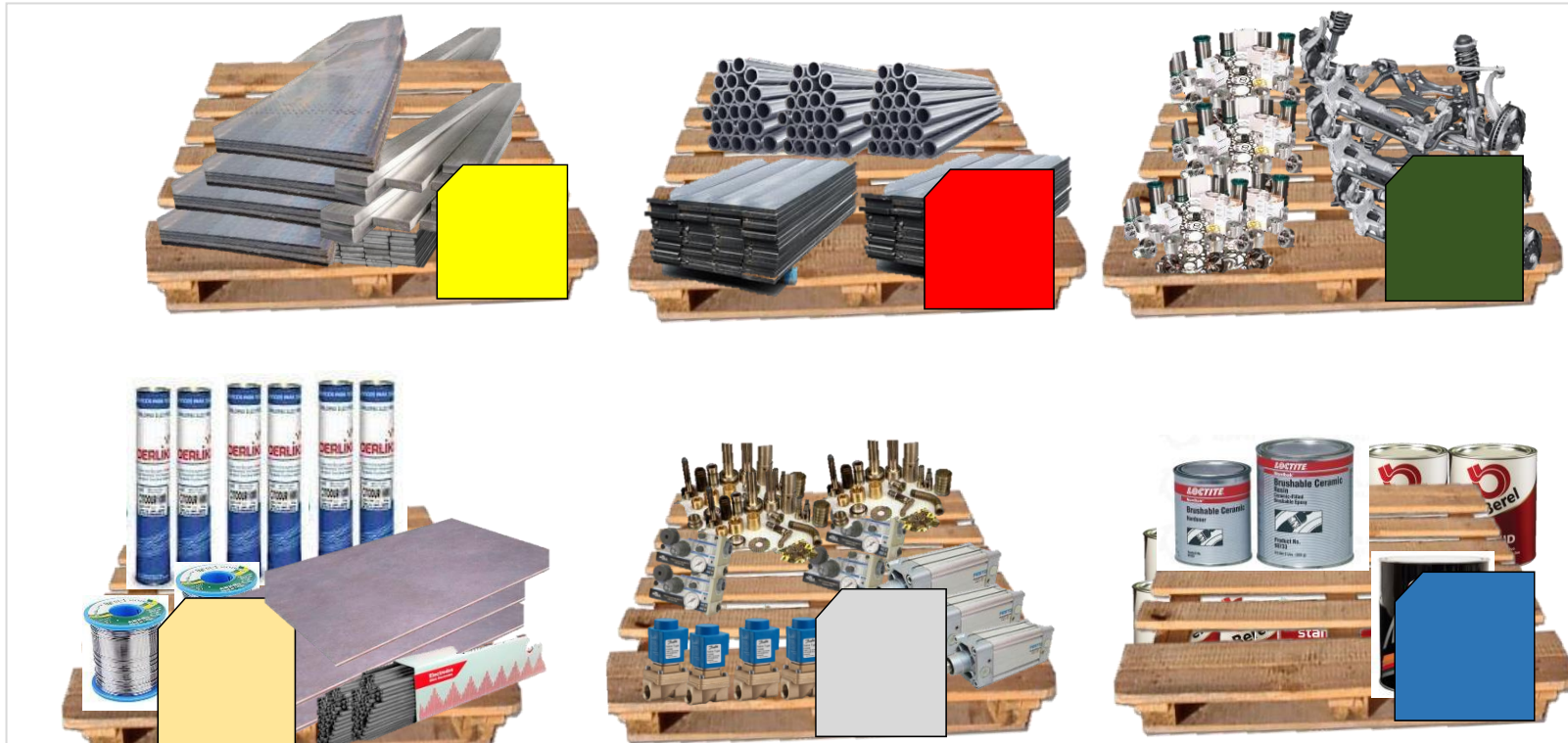


Figura 22. Ejemplo de Kanban de la plataforma



Basándose en el número de *Kanban*, por componente, calculados en la tabla 12, el sistema de abastecimiento, comienza con la adquisición de siete (7) *Kanbans* de cada tipo, con la que se tendrá cubierta la necesidad de 10 días, que es el tiempo que demora en efectuarse el abastecimiento de materiales.

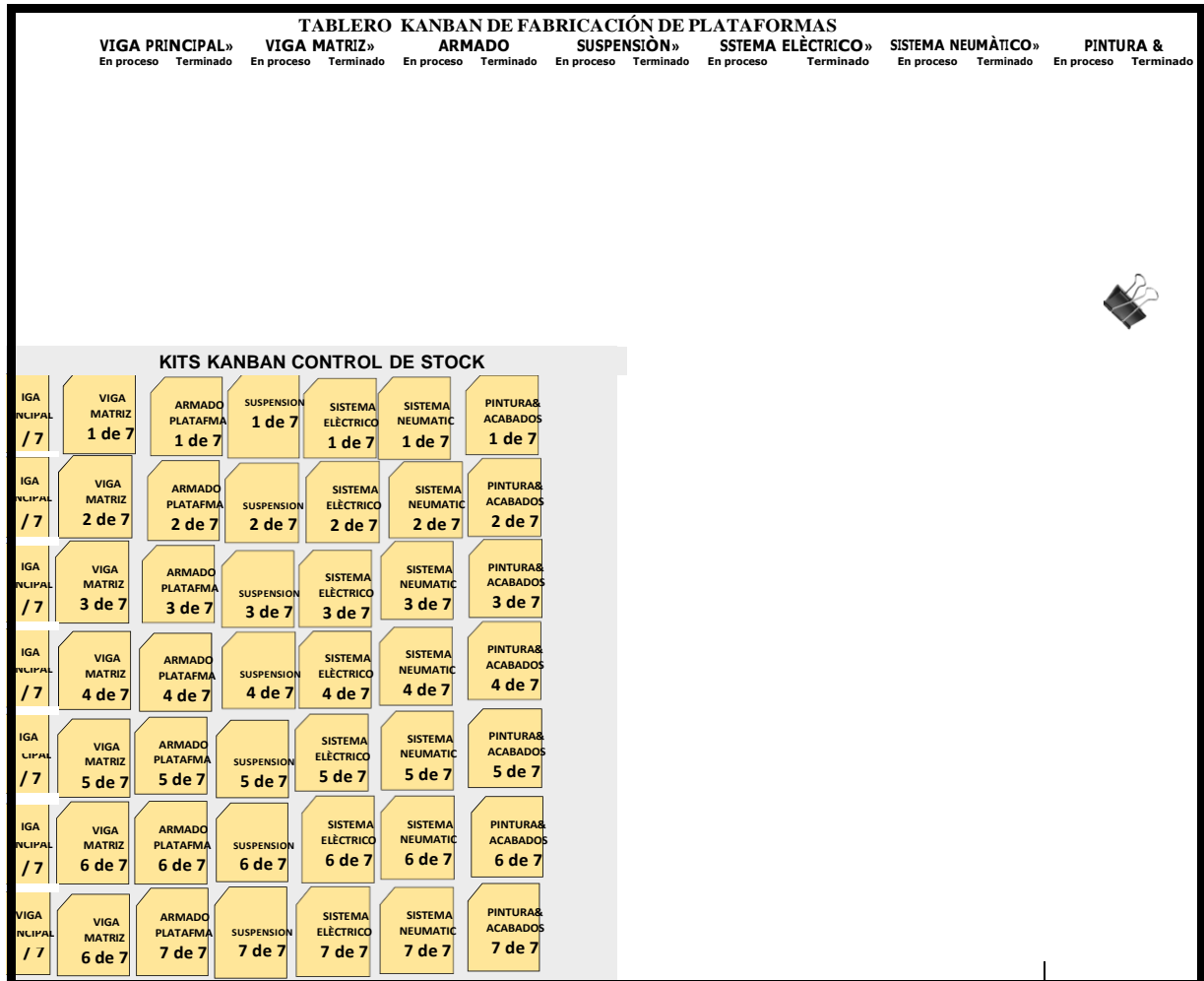


Figura 23. Tablero Kanban Inicial

Fuente. Elaboración propia

Se observa que, en el almacén, graficado en la zona inferior izquierda del tablero, están los 7 *kanban* de cada uno de los componentes.

Seguidamente, el almacén enviará a cada área, los *kanbans* determinados en cada área, en espera que haya ventas y se dinamice el sistema, como se observa en el siguiente tablero.



Una vez efectuada la venta de una plataforma, los *kanbans* comienzan a moverse del casillero de “En Proceso”, donde se encuentran, al contiguo, de “Terminado”.

Se observa que el paquete de tarjetas celestes del *kanban* 7, en señal que esa plataforma ha sido vendida, son enviadas al almacén de materiales, para gestionar su reposición, con los materiales consignados en cada tarjeta. Mientras tanto, las tarjetas rosadas del primer *Kanban*, se colocan en la posición dejada por la que se acabó de vender, comunicando que debe terminarse de producir de inmediato.

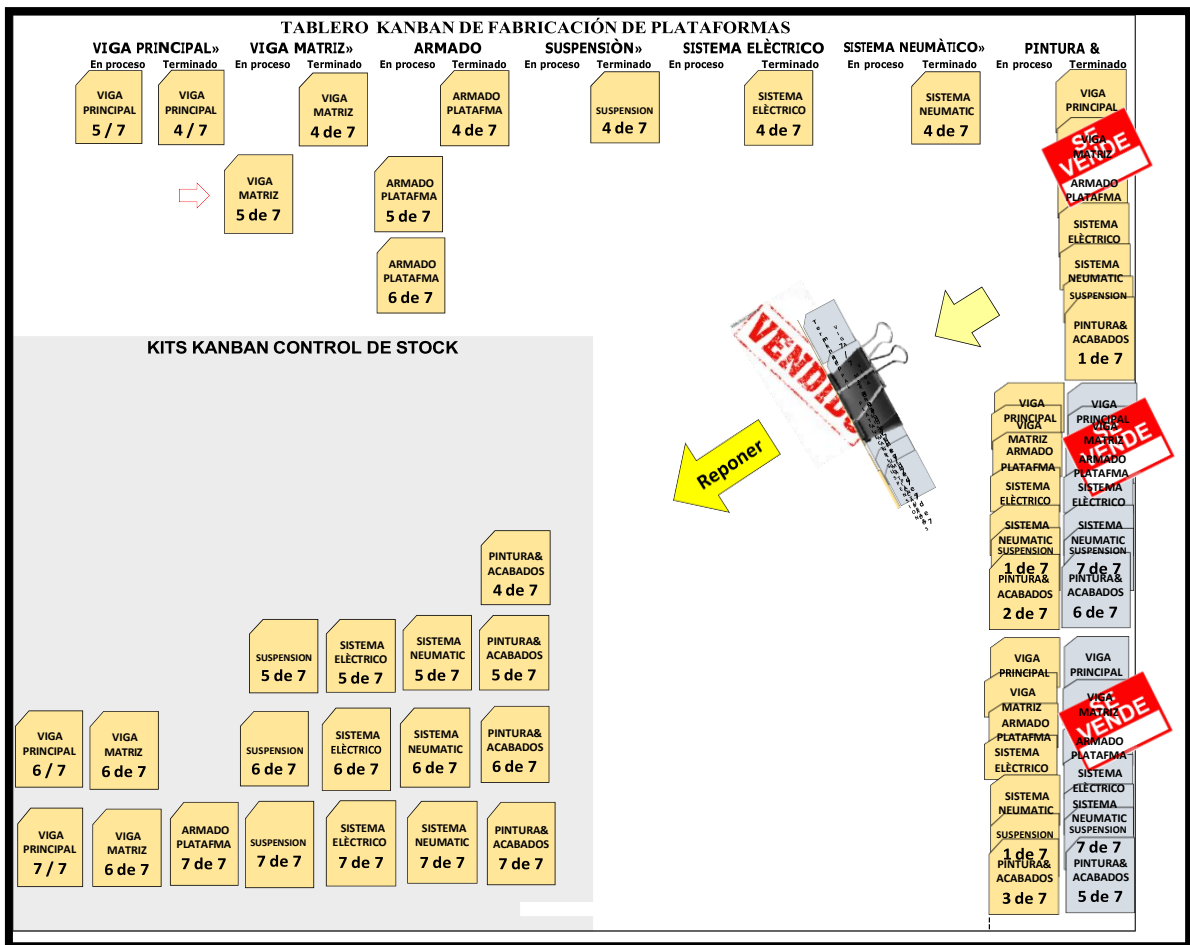


Figura 25. Tablero Kanban luego de una venta

Fuente. Elaboración propia

Con este criterio, se recalcula el índice de rotación y la monetización de los saldos mensuales. Se considera que siempre habrán tres (3) plataformas listas para la venta y que el saldo final de materiales en el almacén y en *Work in progress*, se mantendría constante, como se observa en el siguiente flujo.

Tabla 13.

*Índice de rotación y monetización de saldos de inventario con la propuesta*

Con Kanban	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Plataformas planeadas	21	19	20	19	20	22	20	24	21	22	20	21		
Monetizado	S/ 866,627	S/ 784,743	S/ 825,685	S/ 784,743	S/ 825,685	S/ 907,570	S/ 825,685	S/ 989,455	S/ 866,627	S/ 907,570	S/ 825,685	S/ 866,627	S/ 10,276,702	
Plataformas fabricadas	17	15	16	15	16	18	16	20	17	18	16	17		
Plataformas listas para venta	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Monetizado	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827	S/ 122,827		
Materiales para plataformas en AMP	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17		
Monetizado	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778	S/ 47,778		
Materiales para plataformas WIP	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67		
Monetizado	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326	S/ 68,326		
Total saldo monetizado materiales	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	S/ 238,932	
	5.85%	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	S/ 1,164.79	
	0.49%	S/ 1,159	S/ 1,154	S/ 1,148	S/ 1,142	S/ 1,137	S/ 1,131	S/ 1,126	S/ 1,120	S/ 1,115	S/ 1,110	S/ 1,104	S/ 1,099	<b>S/ 13,545</b>
	<b>43</b>													

Se observa que el nuevo índice de rotación de stocks, logrado con la aplicación del Kanban, se incrementaría, de 28 a 43, es decir, el inventario se renovaría cada 8 días y el saldo promedio monetizado, se reduciría de, S/26,988 a S/13,545.

### Propuesta de mejora de la causa raíz 3: Falta priorización en el almacén

Para afrontar las pérdidas de materiales, por la deshonestidad de algunos miembros del personal, se propone clasificar el inventario con el método ABC. Segmentándolo de acuerdo a su costo, antes que por su tamaño, peso o cantidad y de esta forma destinar más recursos elegidos en el grupo A y reducirlos gradualmente para las clasificaciones B y C.

Para ello, se procede a preparar un Pareto de la lista de materiales y segmentarlo con buen criterio.

Tabla 14.  
Clasificación ABC por su costo

	Cantidad por plataf	Costo unit (US\$)	Costo total (US\$)	Costo total (S/)	%	% acum	Clasificación
1	Plancha estructural 5/8 5x20	1.00	1,819.24	1,819.24	6,822	16.663%	17%
2	Plancha 3/32 4x8	16.00	74.88	1,198.08	4,493	10.973%	28%
3	Plancha 5/32 4x8	6.50	117.94	766.61	2,875	7.022%	35%
4	Plancha estructural 3/16 x 5x20	1.50	448.13	672.20	2,521	6.157%	41%
5	Plancha estructural 1/4 5x20	1.00	597.45	597.45	2,240	5.472%	46%
6	Reten 110*170	6.00	89.40	536.40	2,012	4.913%	51%
7	Válvula sealco	2.00	265.00	530.00	1,988	4.854%	56%
8	Pulmòn doble Maximbra KE-T30/30 C	2.00	140.00	280.00	1,050	2.565%	59%
9	Faros laterales	14.00	20.00	280.00	1,050	2.565%	61%
10	Plancha 1/4 4x8	1.50	173.96	260.94	979	2.390%	64%
11	Faros posteriores	8.00	25.00	200.00	750	1.832%	65%
12	Plancha 3/16 4x8	1.50	129.73	194.60	730	1.782%	67%
13	Masilla bonflex	6.00	28.00	168.00	630	1.539%	69%
14	Pulmòn pulmòn simple freno T-308 Varcoli	4.00	40.34	161.36	605	1.478%	70%
15	Indurmig - 20 (Argon - Dioxido de carbono) NU 19	2.00	71.87	143.74	539	1.317%	72%
16	Tuercas stop 1°	12.00	11.76	141.18	529	1.293%	73%
17	Base anticorrosivo	6.00	22.69	136.14	511	1.247%	74%
18	Esmalte sintético	5.00	26.89	134.45	504	1.231%	75%
19	"T" armadas 3/8 x 1/4	14.00	9.44	132.16	496	1.210%	77%
20	Plancha 1/8 4x8	1.50	86.87	130.31	489	1.193%	78%
21	Válvulas de desfogue	4.00	30.00	120.00	450	1.099%	79%
22	Patatas de apoyo hidráulicas Jost a400	1.00	114.38	114.38	429	1.048%	80%
23	Rodaje 32219	3.00	35.61	106.83	401	0.978%	81%
24	Patatas de apoyo hidráulicas Fuwa	1.00	98.04	98.04	368	0.898%	82%
25	Templadores (fijo - regulable)	6.00	15.79	94.76	355	0.868%	83%
26	Alambre Mig Mag 1.0 (Indura) c/rollo 15 kg	30.00	2.78	83.40	313	0.764%	83%
27	Thinner	5.00	16.00	80.00	300	0.733%	84%
28	Faros piratas completo	2.00	40.00	80.00	300	0.733%	85%
29	Manitos de aire	6.00	13.00	78.00	293	0.714%	86%
30	Graseras rectas 3/8	16.00	4.71	75.29	282	0.690%	86%
31	Placas de identificación	1.00	75.00	75.00	281	0.687%	87%
32	Eje 25,000 LBS C/Conj Americ TR.71.5"Crane	6.00	11.47	68.84	258	0.631%	88%
33	Soldadura Cellocord 5/32" c/lata 20 kg	15.00	4.39	65.85	247	0.603%	88%

**B**

34	Barra de 3"	1.00	63.06	63.06	236	0.578%	89%
35	Cinta reflexiva	6.00	10.00	60.00	225	0.550%	89%
36	Esmalte acrílico (gloss)	1.00	57.00	57.00	214	0.522%	90%
37	Soldadura Supercito 5/32" c/lata 20 kg	12.00	4.58	54.96	206	0.503%	90%
38	Barra de 7/8	2.00	27.38	54.76	205	0.502%	91%
39	Platina 3/16 x 2 1/2	2.50	20.94	52.35	196	0.479%	91%
40	Tubo negro de 3/8	2.00	23.20	46.40	174	0.425%	92%
41	Lagrimas de 24 V	28.00	1.60	44.80	168	0.410%	92%
42	Unión "T" 3/8 a 1/4	4.00	10.92	43.68	164	0.400%	93%
43	Pernos 1/4 x 1" completo	25.00	1.50	37.58	141	0.344%	93%
44	Soldadura Cellocord 1/8" c/lata 20 kg	10.00	3.70	37.03	139	0.339%	93%
45	Soldadura Overcord S 5/32" c/lata 20 kg	15.00	2.46	36.90	138	0.338%	94%
46	Tubo negro 1" X 2.0 X 6.0	1.50	22.00	33.00	124	0.302%	94%
47	Pernos de 1/2x1 1/2	14.00	2.26	31.71	119	0.290%	94%
48	Super thinner	1.00	30.00	30.00	113	0.275%	94%
49	Barra de 1 1/2	0.50	57.82	28.91	108	0.265%	95%
50	Barra de 1 1/4	0.50	57.82	28.91	108	0.265%	95%
51	Barra de 2"	0.50	57.82	28.91	108	0.265%	95%
52	Tuercas altas 7/8 c/anillo presión	24.00	1.20	28.80	108	0.264%	95%
53	Conectores 3/8 x 3/8 c/almas y conos NPT	4.00	7.14	28.56	107	0.262%	96%
54	Oxígeno Industrial (Oxyman) - c/botella 10 m3	5.00	5.50	27.50	103	0.252%	96%
55	Soldadura Supercito 1/8" c/lata 20 kg	7.00	3.86	27.01	101	0.247%	96%
56	Optiluz	1.00	26.37	26.37	99	0.242%	96%
57	Mts Cable Nº 14 x 6 colores	16.00	1.34	21.44	80	0.196%	97%
58	Perno tuerca stop 5/8 x 1 1/2	26.00	0.80	20.80	78	0.191%	97%
59	Tubos luz de 5/8"	9.00	2.30	20.70	78	0.190%	97%
60	Focos de 24 V	8.00	2.50	20.00	75	0.183%	97%
61	King pin 2"	1.00	19.61	19.61	74	0.180%	97%
62	Conectores 1/2" a 3/8" c/almas y conos NPT	3.00	6.30	18.90	71	0.173%	98%
63	Mts Cable Nº 14 x 1 color	16.00	1.05	16.80	63	0.154%	98%
64	Cintas teflón	14.00	1.10	15.40	58	0.141%	98%
65	Lija # 40 (25 unid x paquete)	10.00	1.43	14.30	54	0.131%	98%
66	Manguera flexible 1/4	9.00	1.50	13.50	51	0.124%	98%
67	Mts manguera simplex 3/8	9.00	1.50	13.50	51	0.124%	98%
68	Pernos 5/8 x 5" completo	12.00	1.10	13.20	50	0.121%	98%
69	Lija # 80 (50 unid x paquete)	10.00	1.26	12.60	47	0.115%	98%
70	Tubo electro soldado 1"x 1.5	1.00	11.36	11.36	43	0.104%	99%
71	Conectores 3/8 x 1/4 c/almas y conos	2.00	5.50	11.00	41	0.101%	99%
72	Pintado de letras	1.00	9.80	9.80	37	0.090%	99%
73	Perno 1/4 * 1 completos	24.00	0.40	9.60	36	0.088%	99%
74	Soldadura cellorcord 3/32" c/lata 20 kg	4.00	2.30	9.20	35	0.084%	99%
75	focos de dos contactos	6.00	1.50	9.00	34	0.082%	99%
76	Tuerca de punta	6.00	1.50	9.00	34	0.082%	99%
77	Gas industrial - c/balón 10 kg	1.00	8.99	8.99	34	0.082%	99%
78	Mts mangueras corrugadas 1/2	5.00	1.60	8.00	30	0.073%	99%

**C**

79 Pernos 5/8 x 1 1/2	4.00	1.95	7.79	29	0.071%	99%
80 Tubo de luz 3/4"	4.00	1.80	7.20	27	0.066%	99%
81 Pernos 1/2 x 3 1/2 completo	4.00	1.73	6.90	26	0.063%	99%
82 Mts mangueras corrugadas 1/4	5.00	1.26	6.30	24	0.058%	100%
83 grapas	12.00	0.50	6.00	23	0.055%	100%
84 Cinta masting 3/4	2.00	2.52	5.04	19	0.046%	100%
85 Plancha 1.8 mm	0.08	53.92	4.49	17	0.041%	100%
86 Bisagras 3/8 x 2	4.00	1.10	4.39	16	0.040%	100%
87 Unión galvanizada 1/2	3.00	1.40	4.20	16	0.038%	100%
88 Pernos 1/2 x 1 completo	5.00	0.75	3.75	14	0.034%	100%
89 Unión galvanizada 3/8	2.00	1.40	2.80	11	0.026%	100%
90 uniones 1/2"x2"	2.00	1.26	2.52	9	0.023%	100%
91 Cinta aislante	1.00	2.52	2.52	9	0.023%	100%
92 Chapa off de 2 contactos	1.00	2.35	2.35	9	0.022%	100%
93 Lija de agua # 220	2.00	1.05	2.10	8	0.019%	100%
94 Lija de agua # 180	2.00	1.00	2.00	8	0.018%	100%
95 Manguera transparente 1/2	2.00	1.00	2.00	8	0.018%	100%
96 Codo galvanizadas de 3/8	1.00	2.00	2.00	8	0.018%	100%
97 Abrazaderas luz 5/8 x 1 oreja	10.00	0.20	2.00	8	0.018%	100%
98 Tubo 1x2 x 2.0	0.08	21.51	1.79	7	0.016%	100%
99 Terminal de ojo 1/8	3.00	0.20	0.60	2	0.005%	100%
100 Terminal de ojo 1/4	2.00	0.20	0.40	2	0.004%	100%
101 Terminales hembra forrados	14.00	0.03	0.39	1	0.004%	100%
102 Terminales macho forrados	14.00	0.02	0.31	1	0.003%	100%

De esta manera, se segmenta el inventario, de modo que se pueden asignar los recursos para su control, priorizándolo por el costo de los materiales.

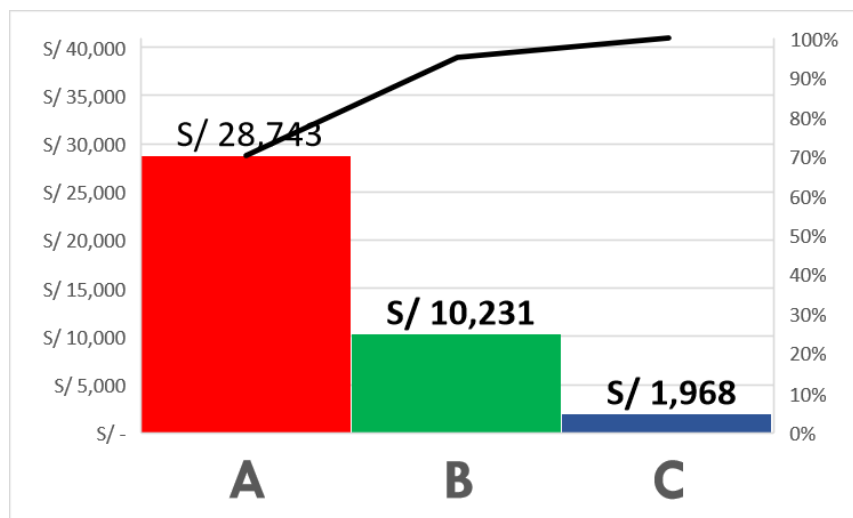


Figura 26. Pareto ABC

Fuente. Elaboración propia

La clasificación A, incluye a los materiales más costosos, reúne a solo el 14% de todo el inventario y se recomienda se someta a revisión continua. Deberían recibir mayor atención

que los inventarios físicos de otras clasificaciones. La negociación de los precios, condiciones de pago, etc., debería ser frecuente. Se esperaría tener varios proveedores; ubicación cercana a la zona de su uso; mejores condiciones de almacenamiento, etc.

La clasificación B, contiene a los materiales de costo moderado, que son el 36% del inventario y serán revisados periódicamente, no con la rigurosidad de la anterior clasificación, pero buscando reducir sus faltantes, además, deberían estar sometidos a evaluación para determinar si ascienden a la zona A o descienden a la C.

La clasificación C, agrupa a los menos costosos, que con 50% son la gran mayoría. Requerirán menor supervisión, pero que esta, sea muy eficiente.

La propuesta de mejora, recomienda la adquisición de racks Fifo, que son la mejor solución para controlar la rotación de stocks y aprovechar la mayor cantidad de espacio posible. Consiste en una estructura compacta donde cada nivel cuenta con camas de rodillos que permiten deslizar fácilmente las unidades de carga gracias a una pequeña inclinación. Su alimentación es por la parte posterior y el retiro, por el frente.

#### **Propuesta de mejora de la causa raíz 4: Falta capacitación y actualización**

##### **Motivación**

El crecimiento de la demanda de la empresa, fuerza a que los procesos de Soldadura se orienten hacia métodos más especializados, y por supuesto, hacia la automatización. Esta migración, ha causado que, el personal dedicado a la Soldadura requiera adquirir nuevos conocimientos, técnicas, y habilidades que lo hagan poseedor de las competencias necesarias para el manejo óptimo de la maquinaria y ejecución de los procesos.

Ya no se trata únicamente de saber soldar, sino más bien de crear proyectos completos, que vayan desde el diseño y construcción de sistemas y estructuras de soldado, hasta la supervisión de controles automatizados y la consecuente puesta en práctica de decisiones para corregir errores y defectos de Soldadura, que mejoren los procesos y permita llegar a altos estándares de calidad, que sustente la competitividad de la empresa.

##### **Propuesta de un plan de capacitación**

Se propone el siguiente plan de capacitación en soldadura, brindado por Tecsup Trujillo, con una duración de 17 semanas, con una hora de teoría y cuatro de práctica en ocho talleres,



Las competencias que lograrán los estudiantes, permitirán reducir o eliminar, las fallas más comunes, debidas principalmente por el desconocimiento de las funciones, capacidad y estado operativo del equipo de soldadura y de los materiales que se requiere soldar.

Paralelamente se evaluará el nivel actual de conocimientos de los soldadores, a través de la siguiente encuesta, cuyo resultado, permitirá a la entidad educativa, dar el enfoque necesario y específico al temario de la capacitación.

### Encuesta de entrada a soldadores

1.	¿Cuál es el voltaje de configuración de la entrada de la máquina de soldar?	
2.	¿A qué fuente se debe conectar el equipo de soldado?	
3.	¿Qué indica el color de los cables de acometida?	
4.	Defina brevemente las diferencias y similitudes entre equipos monofásicos y trifásicos.	
5.	¿Qué función cumple el polo a tierra?	
6.	¿Un equipo trifásico puesto a tierra, que voltaje debe marcar?	
7.	¿La soldadura de carrete, para qué materiales aplica?	
8.	¿Para soldar dos planchas de 1/8, qué tipo varilla?	
9.	¿Cómo prepara usted la superficie de soldar?	
10.	¿Qué equipos básicos de seguridad debe usar?	

### Sumilla del curso para soldadores, de Tecsup.

La soldadura es un proceso de unión que une de forma permanente a dos componentes separados mediante el calor, la presión o la combinación de ambos para convertirlos en una nueva pieza. La soldadura es una de las maneras más económicas de recuperar piezas o de unir dos metales de forma permanente.

### Capacidades Terminales

- Identificar los procesos de soldadura más utilizados en mantenimiento de equipo pesado.
- Identificar los riesgos propios de la soldadura eléctrica y oxigas y oxicorte.

- Relacionar el uso de la soldadura con el comportamiento de los materiales metálicos.
- Seleccionar los materiales de aporte para soldadura de acero estructural y soldar por arco en las posiciones principales.
- Oxycortar materiales de acuerdo a las dimensiones

Tabla 15.

*Estructura de la capacitación en soldadura*

<b>Semana</b>	<b>Elementos de la capacidad Terminal</b>	<b>Unidad de Formación</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Actividades</b>
1	Utilizar apropiadamente el equipo de oxicorte, regulando correctamente los parámetros de corte para obtener cortes de calidad.	Oxicorte de metales	Oxycortar planchas de acero con proceso manual.	Presta atención al docente. Desarrolla las indicaciones. Participa activamente en la clase.
	Utilizar apropiadamente el equipo de oxicorte, regulando correctamente los parámetros de corte para obtener cortes de calidad.	TAREA 1: Oxicorte de metales	Oxycortar planchas de acero con proceso manual.	Utilizar apropiadamente el equipo de oxicorte, regulando correctamente los parámetros de corte para obtener cortes de calidad.
2	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con o sin material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.	Los procesos de soldadura. El equipo de oxicorte, componentes.	Realizar cordones de soldadura con y sin material de aporte sobre una plancha en posición plana.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con o sin material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
3	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con o sin material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.	Los procesos de soldadura. El equipo de oxicorte, componentes.	Realizar cordones de soldadura con y sin material de aporte sobre una plancha en posición plana.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con o sin material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con o sin material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.	TAREA 2: Los procesos de soldadura. El equipo de oxicorte, componentes.	Realizar cordones de soldadura con y sin material de aporte sobre una plancha en posición plana.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con o sin material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
4		Practica Calificada N°1		
5	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los	Los procesos de soldadura: Unión a tope-OFW.	Unión de planchas mediante soldadura Oxiacetilénica. Unión en Juntas a Tope con	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los

Semana	Elementos de la capacidad Terminal	Unidad de Formación	Contenidos	Actividades
	accesorios y parámetros de soldeo.		bordes rectos en Posición plana (1 G).	accesorios y parámetros de soldeo.
	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.	TAREA 3: Los procesos de soldadura: Unión a tope-OFW.	Unión de planchas mediante soldadura Oxiacetilénica. Unión en Juntas a Tope con bordes rectos en Posición plana (1 G).	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
6	Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación metálica	Diseño y Fabricación de un codo de 90° con proceso OFW	Trazado por calderería de un codo de 90° Técnicas de soldadura en proceso OFW.	Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación metálica.
7	Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación metálica	Diseño y Fabricación de un codo de 90° con proceso OFW	Unión de planchas mediante soldadura Oxiacetilénica. Unión en Juntas a Tope con bordes rectos en Posición plana (1 G).	Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación metálica. soldeo.
	Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación metálica	TAREA 4: Diseño y Fabricación de un codo de 90° con proceso OFW	Trazado por calderería de un codo de 90° Técnicas de soldadura en proceso OFW.	Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación metálica.
8		Practica Calificada N°2		
9	Desarrollar técnicas de encendido de electrodo.	Encendido del electrodo por arrastre y por golpe.	Técnicas de encendido de electrodo. Longitud de arco de soldadura.	Desarrollar técnicas de encendido de electrodo.
	Desarrollar técnicas de encendido de electrodo.	TAREA 5: Encendido del electrodo por arrastre y por golpe.	Técnicas de encendido de electrodo Longitud de arco de soldadura.	Desarrollar técnicas de encendido de electrodo.
10	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura eléctrica con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo	Los procesos de soldadura: La soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW). Técnicas de soldeo por electrodo revestido.	Realizar cordones de soldadura con material de aporte sobre una plancha en posición plana.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura eléctrica con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
11	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura eléctrica con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.	Los procesos de soldadura: La soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW). Técnicas de soldeo por electrodo revestido.	Realizar cordones de soldadura con material de aporte sobre una plancha en posición plana.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura eléctrica con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura	TAREA 6: Los procesos de soldadura: La	Realizar cordones de soldadura con material de aporte sobre una	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura

Semana	Elementos de la capacidad Terminal	Unidad de Formación	Contenidos	Actividades
	eléctrica con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.	soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW). Técnicas de soldeo por electrodo revestido.	plancha en posición plana.	eléctrica con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo.
12		Practica Calificada N°3		
13	Determinar apropiadamente los parámetros de soldeo. Ejecutar correctamente el proceso de soldadura con material de aporte. Preparar el borde a soldar convenientemente.	Los procesos de soldadura: Unión a tope Posición plana. SMAW.	Unión de planchas mediante proceso SMAW. Unión en Juntas a Tope con bordes rectos en Posición plana (1G)	Determinar apropiadamente los parámetros de soldeo. Ejecutar correctamente el proceso de soldadura con material de aporte. Preparar el borde a soldar convenientemente.
	Determinar apropiadamente los parámetros de soldeo. Ejecutar correctamente el proceso de soldadura con material de aporte. Preparar el borde a soldar convenientemente.	TAREA 7: Los procesos de soldadura: Unión a tope Posición plana. SMAW.	Unión de planchas mediante proceso SMAW. Unión en Juntas a Tope con bordes rectos en Posición plana (1G)	Determinar apropiadamente los parámetros de soldeo. Ejecutar correctamente el proceso de soldadura con material de aporte. Preparar el borde a soldar convenientemente.
14	Aplicar apropiadamente los END para determinar la calidad de las uniones soldadas. Identificar con precisión las fallas producidas en una unión soldada.	Soldadura MAG. Técnicas de soldeo y control de calidad de la soldadura. Evaluación de las uniones soldadas. Defectos y tipos de fallas en la soldadura. Causas.	Realizar cordones de soldadura con el proceso de soldadura MAG. Ensayos No Destructivos por Líquidos Penetrantes según Normas Técnicas. Por partículas magnéticas. Por Doble, para analizar la calidad de la soldadura. Redacción de Informe.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura MAG con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo. Aplicar los END para determinar la calidad de las uniones soldadas. Identificar con precisión las fallas producidas en una unión soldada.
15	Aplicar apropiadamente los END para determinar la calidad de las uniones soldadas. Identificar con precisión las fallas producidas en una unión soldada.	TAREA 8: Soldadura MAG. Técnicas de soldeo y control de calidad de la soldadura. Evaluación de las uniones soldadas. Defectos y tipos de fallas en la soldadura. Causas.	Realizar cordones de soldadura con el proceso de soldadura MAG. Ensayos No Destructivos por Líquidos Penetrantes según Normas Técnicas. Por partículas magnéticas. Por Doble, para analizar la calidad de la soldadura. Redacción de Informe.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura MAG con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo. Aplicar los END para determinar la calidad de las uniones soldadas. Identificar con precisión las fallas producidas en una unión soldada.

Semana	Elementos de la capacidad Terminal	Unidad de Formación	Contenidos	Actividades
	Aplicar apropiadamente los END para determinar la calidad de las uniones soldadas. Identificar con precisión las fallas producidas en una unión soldada.	Soldadura MAG. Técnicas de soldeo y control de calidad de la soldadura. Evaluación de las uniones soldadas. Defectos y tipos de fallas en la soldadura. Causas.	Realizar cordones de soldadura con el proceso de soldadura MAG. Ensayos No Destructivos por Líquidos Penetrantes según Normas Técnicas. Por partículas magnéticas. Por Doble, para analizar la calidad de la soldadura. Redacción de Informe.	Ejecutar apropiadamente el proceso de soldadura MAG con material de aporte. Seleccionar adecuadamente los accesorios y parámetros de soldeo. Aplicar los END para determinar la calidad de las uniones soldadas. Identificar con precisión las fallas producidas en una unión soldada.
16		Practica Calificada N°4		
17		Sustentación de Proyecto y/o Trabajo de fin de curso	Se evaluarán conocimientos de los 8 talleres desarrollados durante el semestre.	

### Cronograma de capacitación en soldeo en campus Tecsup Trujillo

Tabla 16.

*Cronograma de capacitación en soldeo*

Capacitación en técnica de soldeo en Tecsup Campus Trujillo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17
Accesorios y parámetros de soldeo																	
Soldadura con material de aporte																	
Aplicar el proceso OFW en proyectos de fabricación																	
Técnicas de encendido de electrodo																	
Ejecución apropiada del proceso de soldadura																	
END para determinar la calidad de uniones soldadas.																	

## Resultados

### Metodología del curso dictado por Tecsup

El curso está estructurado en base a demostraciones prácticas en el taller de soldadura. La metodología utilizada parte de una programación planificada para la asignatura, definida tanto en los objetivos a alcanzar como en los contenidos a aprender y aplicar.

Una vez establecidos los conocimientos previos; se presentan los contenidos nuevos de manera ordenada y reducidos didácticamente, alternando las explicaciones y presentación de los contenidos con las actividades aplicativas de los estudiantes.

Las evaluaciones son permanentes, con una actividad concreta en los periodos finales de clase, para ofrecer un *feed back* en el aprendizaje del estudiante.

### Costo del curso

Tabla 17.  
*Costo del curso*

Costo integral por participante	S/2,000
Participantes de la empresa	04
<b>Costo total de la capacitación</b>	<b>S/8,000</b>

## Evaluación económico-financiera

### Inversión propuesta

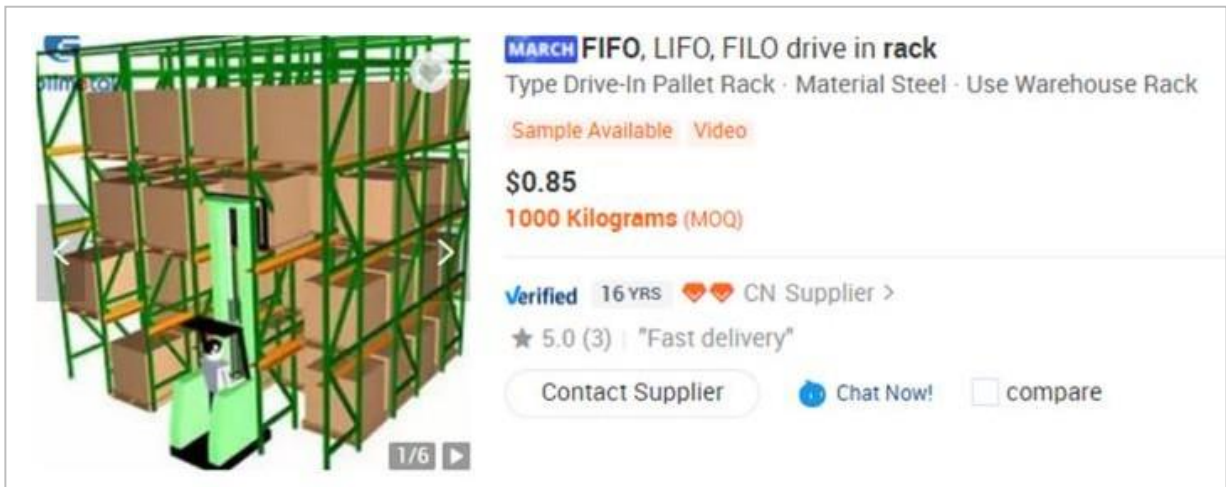


Figura 27. Racks First in First out

Fuente. alibaba.com

Tabla 18.  
Cotización de racks FIFO

	Cantidad	Dólares	Total \$	Soles
<b>Rack FIFO</b>	<b>2,250</b>	<b>0.85</b>	<b>1,913</b>	<b>7,650</b>
Flete				2,295
Seguro	3.0%			230
Base imponible				10,175
Ad valorem	4.0%			407
Agente adu	1.5%			153
IGV	18.0%			1,831
<b>Total</b>				<b>12,566</b>
Flete local				300
<b>Total</b>				<b>S/ 12,866</b>

Fuente. alibaba.comElaboración propia

## Flujo de caja proyectado

Tabla 19.  
Flujo de caja proyectado

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
<b><u>Inversión</u></b>													
Racks First in-first out (3 Ton)	-	12,866											
<b>Total inversión</b>	-	<b>12,866</b>											
<b><u>Ingresos</u></b>													
Reducción de pago de penalidades por mejor seguimiento	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292	15,500
Incremento del índice de rotación de stock	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	13,443
Reducción de pérdidas en el almacén	499	499	499	499	499	499	499	499	499	499	499	499	5,987
Reducción de reprocesos por más capacitación	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	5,671
<b>Total ingresos</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>3,383</b>	<b>40,602</b>
<b>Total ingresos actualizados</b>	<b>3,342</b>	<b>3,300</b>	<b>3,260</b>	<b>3,219</b>	<b>3,180</b>	<b>3,140</b>	<b>3,102</b>	<b>3,063</b>	<b>3,026</b>	<b>2,988</b>	<b>2,951</b>	<b>2,915</b>	<b>37,487</b>
<b><u>Egresos</u></b>													
Capacitación en Bitrix24	-	1,600											- 1,600
Capacitación en MS Project		-	1,600										- 1,600
Capacitación en soldadura en Tecsup Trujillo			-	8,000									- 8,000
<b>Total egresos</b>	<b>- 1,600</b>	<b>- 1,600</b>	<b>- 8,000</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>- 11,200</b>
<b>Total egresos actualizados</b>	<b>- 1,580</b>	<b>- 1,561</b>	<b>- 7,707</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>- 10,848</b>
Saldo antes de impuestos	1,783	1,783	- 4,617	3,383	3,383	3,383	3,383	3,383	3,383	3,383	3,383	3,383	51,802
Impuesto a la renta	464	464	- 1,200	880	880	880	880	880	880	880	880	880	15,541
Saldo después de impuestos	1,320	1,320	- 3,416	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	36,261
<b>Flujo actualizado</b>	<b>- 12,866</b>	<b>1,303</b>	<b>1,287</b>	<b>- 3,291</b>	<b>2,382</b>	<b>2,353</b>	<b>2,324</b>	<b>2,295</b>	<b>2,267</b>	<b>2,239</b>	<b>2,211</b>	<b>2,184</b>	<b>2,157</b>

<b>TMAR</b>	<b>15.000%</b> anual
	<b>1.250%</b> mensual
<b>VAN</b>	<b>6,847</b>
<b>TIR</b>	<b>84.640%</b>
<b>B/C</b>	<b>1.58</b>
<b>Tiempo de retorno (años)</b>	<b>0.3</b>
<b>Tiempo de retorno (meses)</b>	<b>4</b>

Fuente. Elaboración Propia



## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### CR1. Deficiente seguimiento del avance

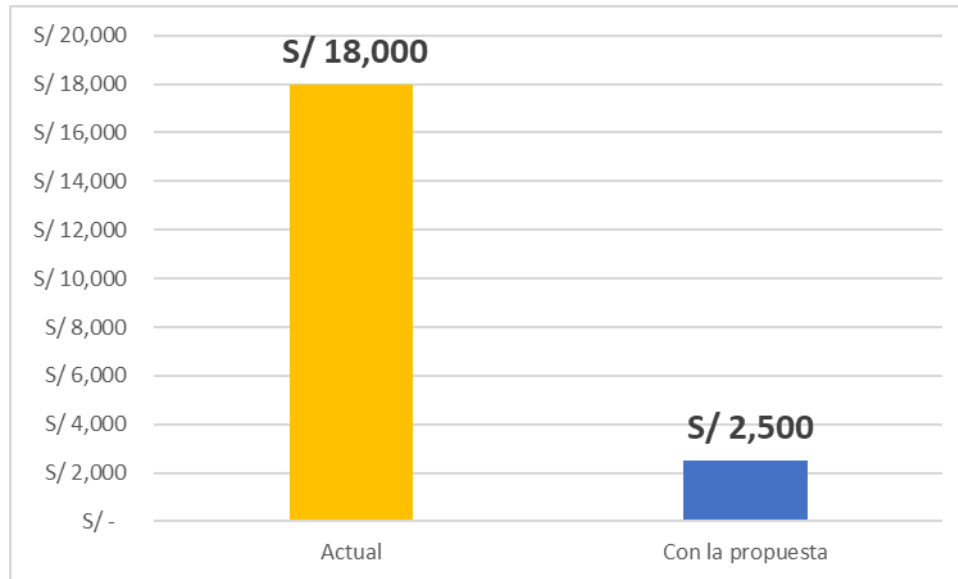


Figura 28. Reducción de costo de penalidades

Fuente. Elaboración Propia

### CR2. Deficiente gestión de abastecimiento

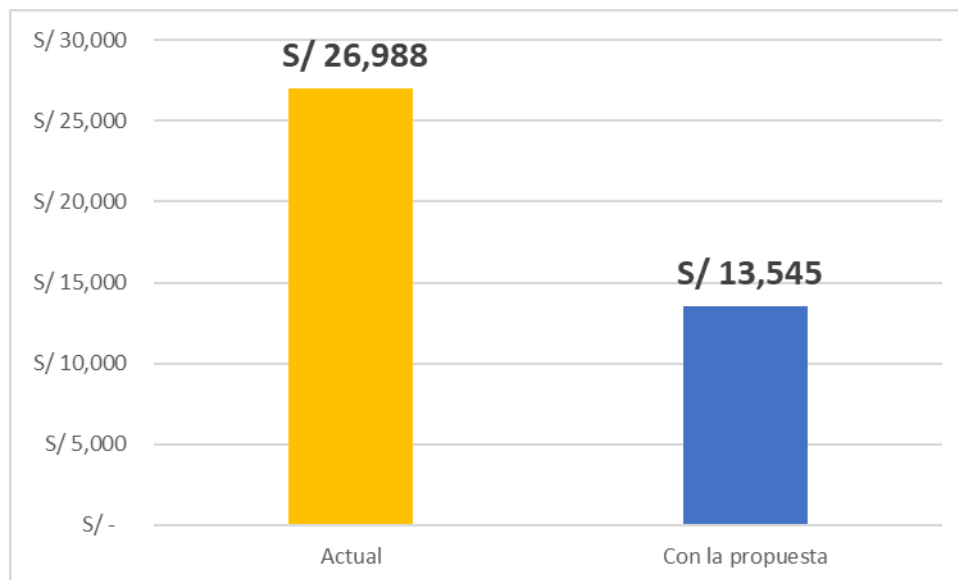


Figura 29. Reducción de dinero inmovilizado por incremento en índice de rotación

Fuente. Elaboración Propia

Se redujo el capital inmovilizado en inventarios, ajustando los pedidos de materiales, con el Kanban, de manera que no se compran, mientras no se realice alguna venta de carrocería.

### CR3. Falta priorización en el almacén

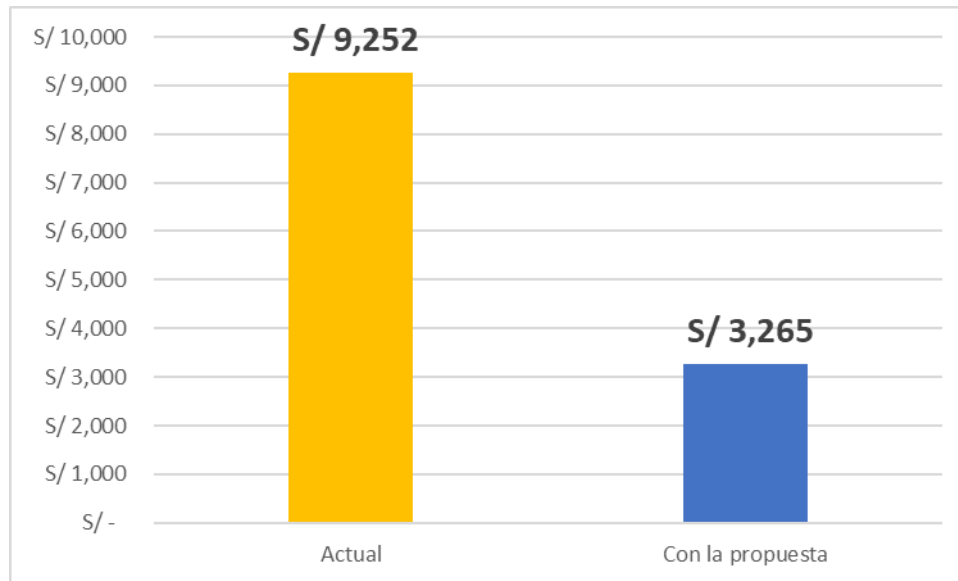


Figura 30. Reducción de pérdidas por deshonestidad

Fuente. Elaboración Propia

Un mejor control de los materiales, sustentado en el método ABC, permite enfocar el control, en aquellos materiales de mayor costo.

### CR4. Falta capacitación y actualización

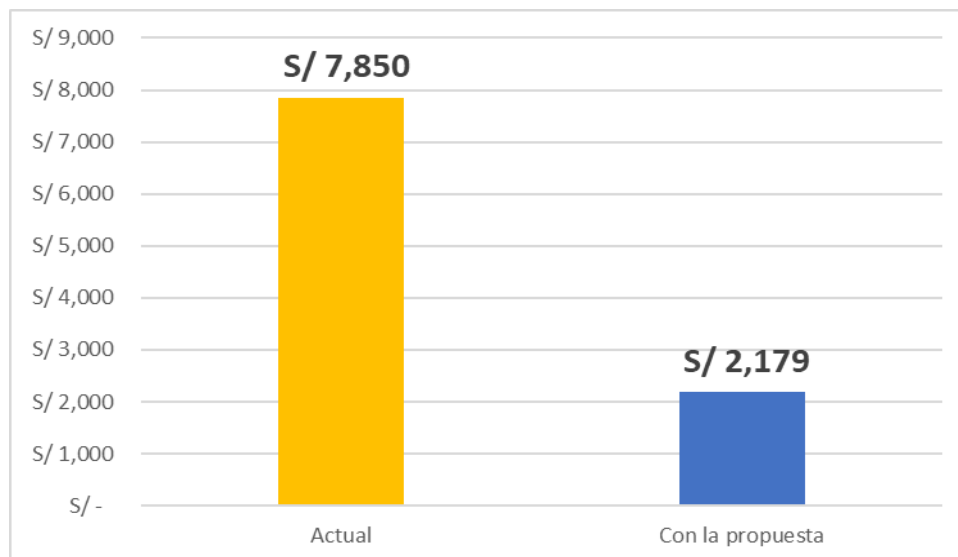


Figura 31. Reducción de costos de reprocesos

Fuente. Elaboración Propia

Capacitando a los operarios, se proyecta reducir los reprocesos en la producción de carrocerías.

## Estado de resultados

Tabla 20.  
*Estado de resultados*

	<b>Actual</b>		<b>Propuesta</b>	
<b>Ingresos brutos ventas</b>	S/	13,080,787	S/	13,080,787
<b>Beneficios del proyecto</b>				
Reducción en pago de penalidades			S/	15,500
Reducción saldos por incremento de índice de rotación			S/	13,443
Reducción de reprocesos			S/	5,671
Reducción pérdidas por deshonestidad			S/	5,987
<b>Costo de producción</b>	-S/	8,868,330	-S/	8,868,330
<b>Ganancias brutas</b>	S/	4,212,457	S/	4,253,059
Margen bruto		<b>32%</b>		<b>33%</b>
<b>Gastos</b>				
Gastos gerenciales	-S/	145,571	-S/	145,571
Gastos de administración	-S/	98,820	-S/	98,820
Depreciación			-S/	1,287
<b>Total gastos</b>	-S/	244,391	-S/	245,678
<b>Ingresos Operacionales</b>	S/	3,968,066	S/	4,007,381
Pago de intereses	S/	-	-S/	1,158
<b>Ingresos antes de Impuestos</b>	S/	3,968,066	S/	4,006,223
Impuesto a la renta	-S/	1,031,697	-S/	1,041,618
<b>Ingresos Netos</b>	S/	<b>2,936,368</b>	S/	<b>2,964,605</b>
<b>Utilidad sobre ventas</b>		<b>22.45%</b>		<b>22.66%</b>

Fuente. Elaboración Propia.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En su tesis realizada en una fábrica de carrocerías, Morales realizó un análisis detallado de la situación actual de la empresa, empleando diagramas de proceso, diagramas de recorrido, diagramas Gantt, PERT/CPM, toma de tiempos de cada una de las actividades que conforman el proceso total de fabricación.

Con esto, determinó el tiempo y la distancia en que los materiales recorren entre puestos de trabajo, el tiempo total de fabricación y los procesos críticos en el método de trabajo, proponiendo una nueva distribución, que reduce los desplazamientos y disminuye la disminución en el tiempo el tiempo total de elaboración. Con el apoyo del Gantt se logró reducir el tiempo de fabricación de las carrocerías, en promedio, de 24 a 21 días.

Igualmente, Calle y Paredes, menciona que, gracias a las herramientas de la manufactura esbelta, el tiempo total del proceso se redujo en 580,56 segundos por automóvil, incrementándose significativamente la productividad y reduciendo los desperdicios.

En la presente tesis, desarrollando el Camino Crítico del proceso, se observa que la confección de una plataforma debe tomar 14 días. Este rendimiento es significativamente mayor, porque los anteriores autores, estudiaron carrocerías más complejas.

De manera similar a lo señalado por Cueva y Medina (2019), quien menciona que el mal manejo en la gestión de inventarios, que deviene en altos costos en stock, le llevó a proponer la clasificación ABC por costos, según su rotación y según su tiempo de espera, consiguiendo con esta propuesta de mejora un VAN de S/. 515,474.99, con una tasa interna de retorno de 55%, en la presente tesis, se empleó dicha herramienta, por el costo de su movimiento, para orientar los esfuerzos, al control de aquellos materiales más costosos, que actualmente son objeto de hurto.

La metalmecánica en la que se realizó este estudio, es una empresa bien organizada, por lo que la propuesta se dirigió a aquellos aspectos puntuales de las áreas logística y de producción de plataformas únicamente, que merecían mejorarse, consiguiéndose un VAN de S/6,847 y un TIR de 84.6%.

Martínez, en su tesis sobre elaboración de carrocerías en Ecuador, empleó estudio de tiempos y el método del Camino Crítico, reduciendo el tiempo total en 12%, mejorando además el cumplimiento en las entregas, en 6%, proponiendo el uso del software Exepron, para dicho cálculo.

De la misma manera, López y Gutiérrez, analizaron datos históricos de productividad; las causas raíces que la afectaron y las oportunidades de mejora que de ellas se desprendieron, para mejorar la satisfacción del cliente, aplicando herramienta de la producción esbelta.

En esta tesis, de manera inicial, se propone el uso del Camino Crítico, para llevar un control

detallado del avance en la construcción de las plataformas, de modo que se pueda precisar si este, coincide con la fecha planeada o si se requiere reajustar las tareas, con más recursos, de modo que se garantice la fecha de entrega.

Posteriormente, se podrá usar esta misma herramienta, para evaluar la reducción del tiempo total. Recomendándose emplear el MS Project.

Se está en concordancia con Flores, R. y Flores (2017), quienes en su tesis consiguieron reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocería, aplicando propuestas de mejora en el área logística, como MRP, Gestión de stocks y capacitación, entre otras, lo que le permitió eliminar o disminuir sobrecostos además de demoras en la entrega de buses, ocasionando penalidades e insatisfacción del cliente. El ahorro obtenido fue S/. 97,781.59, El VAN fue de S/. 1,945,676.87, el TIR fue de 79%, y el B/C fue de 1.25.

En la presente tesis, realizada también en una metalmecánica, que produce carrocerías varias y estructuras, para conseguir similares resultados, se empleó el Método del Camino Crítico, para guiar el avance de la fabricación de las carrocerías y garantizar su cumplimiento de las fechas comprometidas.

Los sobre stocks de materiales en el almacén, de WIP y de producto terminado, listo para la venta, se controlarán con el uso del Kanban.

Los sobre costos provenientes de los reprocesos, se propone reducirlos con 17 clases teórico prácticas, que incluye ocho talleres, sobre técnicas de soldadura, dictado en las instalaciones de Tecsup Trujillo.

Las pérdidas por deshonestidad, derivadas de debilidad en el control de los inventarios, se enfrentarán, priorizando el cuidado de los materiales, en función de su costo, aplicando el sistema ABC.

El VAN de este proyecto será S/6,847, con un TIR de 84.6%.

## 4.2. Conclusiones

- Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística incrementa la utilidad neta de una empresa fabricante de carrocerías metálicas, en la ciudad de Trujillo en un 1.0% equivalente a S/28,236.
- Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de producción y logística que afectan negativamente la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías en la ciudad de Trujillo. Estas son: Deficiente seguimiento del avance, deficiente gestión de abastecimiento, falta priorización en el almacén y falta de capacitación y actualización.
- Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para incrementar la rentabilidad en una empresa fabricante de carrocerías metálicas, en la ciudad de Trujillo, como gestión estratégica, estudio de tiempos, método del camino crítico, kanban, índice de rotación, ABC y capacitación. Después de aplicar estudio de tiempos y gestión estratégica, se obtuvo un beneficio de S/ 15,500. Asimismo, luego de aplicar *lean manufacturing* y gestión de stocks, se obtuvo un beneficio de S/13,443. De igual manera, al aplicar gestión de almacén, se obtuvo un beneficio de S/5,987. Por último, al aplicar capacitación, se obtuvo un beneficio de S/5,671.
- La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa fabricante de carrocerías, es viable económica y financieramente. Esto se demuestra con un VAN de S/6,847. Además, la Tasa Interna de Retorno es 84.64% y el Beneficio/Costo de 1.58, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/0.68. El retorno de la inversión será en 4 meses.

## REFERENCIAS

- Calle, E. y Paredes, Y. (2017). *Propuesta de mejora haciendo uso de herramientas de manufactura esbelta en el proceso de pre entrega de vehículos en una empresa importadora, comercializadora y distribuidora de autos en Chile* (Tesis de Grado). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú. Recuperado de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSP\\_28117887f8de6a364b95a83783007223](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSP_28117887f8de6a364b95a83783007223)
- Chapista (2022). *Historia de las carrocerías*. Recuperado de [http://www.elchapista.com/carrocerias\\_historia.html](http://www.elchapista.com/carrocerias_historia.html)
- Cherres, J. (2010). Un caso de aplicación del sistema ABC en una empresa peruana: Frenosa. *Contabilidad y Negocios: Revista del Departamento Académico de Ciencias Administrativas*, 5(10), 29-43.
- Cueva, A. y Medina, K. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventario para reducir los costos operativos en el área de almacén de la empresa CCA-Perú SAC Cajamarca 2018* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14943>
- Domenech, J. (2010). Diagrama de Pareto.
- Flores, R. y Flores, N. (2017). *Propuesta de mejora en el área de logística para reducir los costos operativos generados en los almacenes de la empresa carrocera Metalbus S.A.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de [file:///D:/\\$ACASTILLOJ/DESCARGAS/Flores%20Espejo,%20Rosy%20Katherine%20E2%80%93%20Flores%20Espejo,%20Natalie%20Marylin.pdf](file:///D:/$ACASTILLOJ/DESCARGAS/Flores%20Espejo,%20Rosy%20Katherine%20E2%80%93%20Flores%20Espejo,%20Natalie%20Marylin.pdf)
- Fucci, T. (1999). *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios*. Recuperado de <http://www.ope20156.unlu.edu.ar/pdf/abc.pdf>
- García, R. (2005). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.
- Gilibets, L. (2020). *Qué es la metodología Kanban y cómo utilizarla*. Recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/metodologia-kanban-agile-scrum/>



- Hurtado, N. (2017). *Producción mundial de alimentos balanceados en acuicultura 2017*. Recuperado de <http://acuiculturaperu.blogspot.com/2017/01/produccion-mundial-de-alimentos.html>
- Ingeniería y Construcción (2021). *Recuperación de la Industria Metalmeccánica*. Recuperado de <https://www.hlcsac.com/noticias/recuperacion-de-la-industria-metalmeccanica/>
- Lopez, K. y Gutiérrez, E. (2020). *Aplicación del Lean Management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16067/Lopez%20Pastor%20c%20Kevin%20Arnueld.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lucid (2022). *Método de ruta crítica de diagramas de PERT*. Recuperado de <https://www.lucidchart.com/pages/es/ruta-critica-del-diagrama-de-pert#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20de%20ruta%20cr%C3%ADtica%20calcula%20la%20ruta%20m%C3%A1s%20larga,seguir%20para%20incrementar%20la%20eficiencia.>
- Manual de usuario del corelap (2020). *Manueal Corelap*. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30082/fichero/DOCUMENTOS%252FMANUAL+PROGRAMA%252FManual+Corelap+01.pdf>
- Martínez, A. (2021). *Método de cadena crítica en la gestión de tiempos de elaboración de carrocerías* (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33228/1/t1843mpoi.pdf>
- Morales, A. (2018). *Propuesta de reorganización técnica-económica de los procesos de producción para las carrocerías: interprovincial y bus-tipo en la empresa Varma S.A. de la ciudad Ambato* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/234588447.pdf>

- Morillo, M. (2005). Análisis de la Cadena de Valor Industrial y de la Cadena de Valor Agregado para las Pequeñas y Medianas Industrias. *Actualidad Contable FACES*, 8(10), 53-70.
- Peinado, J. y Reis, A. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)* Centro universitario positivo. Curitiba- Brazil 2007.
- Pérez, A., Rodríguez, A., & Molina, M. (2002). Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 31(112), 395-429.
- Posada, C. (2019). *Metalmecánica es clave para el desarrollo*. Recuperado de [https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf)
- Terrones, W. (2018). *Mejora del sistema de gestión de inventarios para reducir costos operativos de la empresa Autonort Cajamarca S.A.C 2018*. (Tesis de Grado). Universidad César Vallejo, Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27656>
- Zuluaga, C., Gallego, M., y Urrego, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *Iteckne*. Recuperado de <https://n9.cl/shp2>

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### Costo de una plataforma

Estructura de costos de plataforma						Mano de obra			
<b>Costos directos</b>						<b>Mano de obra directa actual</b>			
<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unit</b>	<b>% uso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo/Unif</b>	<b>Planilla</b>	<b>Horas-Hombre</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Cost mes</b>
Armado de plataforma	Materiales diversos				2,567	Operarios	309	S/	8 S/ 2,472
Viga matriz	Materiales diversos				2,925	Maestro	15	S/	10 S/ 154
Viga principal	Materiales diversos				986.541				S/ 2,626
Pintura y acabados	Materiales diversos				786				
Sistema eléctrico	Materiales diversos				711				
Sistema neumático	Materiales diversos				1,772				
Suspensión	Materiales diversos				1,171				
<b>Total costo de materiales</b>					\$10,918	<b>Mano de obra indirecta</b>			
					<b>S/ 40,942</b>	Jefe de taller			S/ 115
<i>Plataformas mensuales</i>	<i>17</i>					<b>Total planilla</b>			<b>S/ 2,742</b>
<b>Mano de obra</b>									
Mano de obra directa					S/ 2,626				
<b>Servicios</b>									
Electricidad (S/5,000/mes)					165				
Internet/telefono(S/1,000/mes)					33				
<b>Total costo servicios</b>					S/ 198				
<b>Costos indirectos</b>									
Mano de obra indirecta					115				
Vacaciones					13				
Gratificaciones					27				
Depreciacion maquinas					49				
Mantenimiento de local					50				
Otros					100				
<b>Total costos indirectos</b>					S/ 355				
<b>Total costo de producción actual</b>					S/ 44,121				
Margen de la empresa			25%		S/ 11,030				
Valor Venta					S/ 55,151				
IGV			18%		S/ 9,927				
<b>Precio de venta</b>					S/ 65,079				

Anexo 2.  
Estudio de tiempos

10/12/2021			16/12/2021		22/12/2021		22/12/2021		22/12/2021		23/12/2021	
Muestra	Medir y agujerarrear		Habilitar vicesras		Habilitar escalera		Cambiar focos		Cableado de tubos		Agujeros de faros laterales	
	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>
1	2.5	6	12.0	144	12.1	146	15.6	243	30.0	900	18.0	324
2	3	9	11.0	121	11.0	121	15.2	231	32.0	1,024	17.2	296
3	3.1	10	11.5	132	12.0	144	14.9	222	34.0	1,156	16.8	282
4	3	9	12.1	146	11.6	135	15.3	234	32.0	1,024	16.5	272
5	2.8	8	12.0	144	12.2	149	15.6	243	33.0	1,089	16.5	272
6	3	9										
7	3.1	10										
8	3.2	10										
9	2.8	8										

Costos

<b>Sumatoria</b>	26.5	78	58.6	688	58.9	695	76.6	1,174	161	5,193	85	1,447
<b>Media</b>	<b>2.88</b>		<b>11.72</b>		<b>11.78</b>		<b>15.32</b>		<b>32.20</b>		<b>17.00</b>	
<b>σ</b>	0.21		0.47		0.49		0.29		1.48		0.63	
<b>Muestra</b>	<b>7</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>0</b>		<b>3</b>		<b>2</b>	
<b>Valoración del esfuerzo</b>												
% actuación	90%		90%		90%		90%		90%		90%	
<b>Tpo Norma</b>	<b>2.59</b> seg		<b>10.55</b> seg		<b>10.60</b> seg		<b>13.79</b> seg		<b>28.98</b> seg		<b>15.30</b> seg	
<b>Suplementos</b>												
Fatiga	5%		5%		5%		5%		5%		5%	
Necesidades	4%		4%		4%		4%		4%		4%	
Posición	2%		2%		2%		2%		2%		2%	
<b>Total</b>	<b>11%</b>		<b>11%</b>		<b>11%</b>		<b>11%</b>		<b>11%</b>		<b>11%</b>	
<b>Tiempo Std</b>	<b>3 minutos</b>		<b>12 minutos</b>		<b>12 minutos</b>		<b>15 minutos</b>		<b>32 minutos</b>		<b>17 minutos</b>	
	<b>0.05 Horas</b>		<b>0.20 Horas</b>		<b>0.20 Horas</b>		<b>0.26 Horas</b>		<b>0.54 Horas</b>		<b>0.28 Horas</b>	

11/12/2021			16/12/2021		22/12/2021		22/12/2021		22/12/2021		23/12/2021	
Muestra	Armado tanque aire		Armado cajón herramienta		Instalación viga principal		Estructura matriz		Colocar pisos		Instalar suspensión	
	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>
1	90	8,100	128	16,384	720	518,400	1405	1,974,025	405	164,025	590	348,100
2	82	6,724	132	17,424	790	624,100	1330	1,768,900	395	156,025	525	275,625
3	86	7,396	115	13,225	810	656,100	1225	1,500,625	375	140,625	570	324,900
4	83	6,889	125	15,625	810	656,100	1370	1,876,900	415	172,225	605	366,025
5	85	7,225	132	17,424	775	600,625	1180	1,392,400	362	131,044	562	315,844
6	85	7,225					1250	1,562,500				
7	82	6,724					1400	1,960,000				
8	88	7,744										

Muestra	11/12/2021		16/12/2021		22/12/2021		22/12/2021		22/12/2021		23/12/2021	
	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (Min)	t <sup>2</sup>
1	90	8,100	128	16,384	720	518,400	1405	1,974,025	405	164,025	590	348,100
2	82	6,724	132	17,424	790	624,100	1330	1,768,900	395	156,025	525	275,625
3	86	7,396	115	13,225	810	656,100	1225	1,500,625	375	140,625	570	324,900
4	83	6,889	125	15,625	810	656,100	1370	1,876,900	415	172,225	605	366,025
5	85	7,225	132	17,424	775	600,625	1180	1,392,400	362	131,044	562	315,844
6	85	7,225					1250	1,562,500				
7	82	6,724					1400	1,960,000				
8	88	7,744										

<b>Sumatoria</b>	681	58,027	632	80,082	3905	3,055,325	9160	12,035,350	1952	763,944	2852	1,630,494
<b>Media</b>	<b>85.13</b>		<b>126.40</b>		<b>781.00</b>		<b>1308.57</b>		<b>390.40</b>		<b>570.40</b>	
<b>σ</b>	2.85		7.02		37.15		90.22		21.70		30.47	
<b>Muestra</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>7</b>		<b>4</b>		<b>4</b>	

#### Valoración del esfuerzo

% actuación	95%	90%	90%	95%	90%	90%
<b>Tpo Norma</b>	<b>80.87</b> seg	<b>113.76</b> seg	<b>702.90</b> seg	<b>1243.14</b> seg	<b>351.36</b> seg	<b>513.36</b> seg

#### Suplementos

Fatiga	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Necesidades	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Posición	2%	2%	2%	2%	2%	2%
<b>Total</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>

<b>Tiempo Std</b>	<b>90 minutos</b>	<b>126 minutos</b>	<b>780 minutos</b>	<b>1380 minutos</b>	<b>390 minutos</b>	<b>570 minutos</b>
	<b>1.50 Horas</b>	<b>2.10 Horas</b>	<b>13.00 Horas</b>	<b>23.00 Horas</b>	<b>6.50 Horas</b>	<b>9.50 Horas</b>

### Anexo 3.

#### Participación en las ventas

#### Participación

		Unidades/año
Plataformas	56%	201
Cisternas	14%	52
Furgones	7%	26
Contenedores	6%	22
Tolvas	5%	19
Mixers	4%	16
Cama baja	3%	11
Bombonas	2%	8
Ambulancias	1%	4
		<b>359</b>

#### Total negocio

Carrocerías	82%
Construcciones industriales	9%
Transporte	5%
Alquiler maquinaria	4%
	<b>100%</b>

Anexo 4.

*Plan de orden y limpieza del taller*

## **PLAN DE ORDEN Y LIMPIEZA DEL TALLER**

### **OBJETIVO**

Mantener el taller limpio y ordenado con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento del espacio, una mejora en la eficacia y seguridad del trabajo y, en general, un entorno más cómodo y agradable.

### **ALCANCE:**

Todas las unidades funcionales del Taller.

### **RESPONSABILIDADES**

**Jefe de taller:** velará por el cumplimiento de este procedimiento. Hará inspecciones específicas sobre. Elaborará un plan anual de acción sobre esta materia y verificará impensadamente, su cumplimiento.

**Supervisor de taller:** responsable de transmitir a sus trabajadores las normas de orden y limpieza y fomentar buenos hábitos de trabajo. Hará inspecciones rutinarias, por lo menos una vez al mes para verificar el orden y de inculcar buenos hábitos de orden y limpieza.

**Mecánicos:** mantendrán limpio y ordenado su entorno de trabajo y cumplirá con las normas de orden y limpieza establecidas. Registrarán la limpieza diaria del taller según programa semanal.

### **INSTRUCCIÓN DE TRABAJO**

Un plan de acción anual para la mejora del orden y la limpieza de los lugares de trabajo es motivo de especial interés de la empresa, para prevenir riesgos de caídas, golpes, choques, etc. Se sensibilizará en ello, a todos los miembros de la empresa.

### **NORMAS DE ORDEN Y LIMPIEZA**

- Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo sus EPP asignados.

- La limpieza se considerará terminada, cuando las herramientas, equipos y materiales utilizados, estén recogidos y guardados en su lugar.
- Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos se limpiarán inmediatamente, una vez eliminada la causa de su vertido.
- Los residuos inflamables, como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, envases, contenedores de grasas y aceites y similares, se meterán en recipientes específicos metálicos y tapados, posteriormente serán enviados a la Bodega.
- No obstruir pasillos, con materiales.
- Eliminar cualquier cuerpo peligroso, que pueda causar cortes por rozamiento inintencionado.
- Las áreas de trabajo y servicios sanitarios se mantendrán en perfecto estado de uso y limpieza.
- Los desperdicios, como vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc. se depositarán en los recipientes específicos para ello. No se verterán en los mismos líquidos inflamables.
- No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.
- Queda totalmente prohibido fumar en las instalaciones.

