

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORA SEGÚN LA TEORIA
DE INGENIERIA DE MÈTODOS PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DON
LUCHO SRL TRUJILLO 2020”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Autora:

Fanny Liset Laiza Alayo

Asesor:

Mg. Lic. Rafael Castillo Cabrera
Código [https://orcid.org/ 0000-0001-6804-5852](https://orcid.org/0000-0001-6804-5852)

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales	41458690
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza	18081624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez	18089007
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

La presente tesis lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y ser el inspirador de ser mejor persona cada día, además de darme sabiduría para poder tomar las mejores decisiones y llegar así, a cumplir mis metas establecidas.

A mis familiares, en especial a mis padres, que son el motor, motivo y pilares fundamentales para seguir adelante, y, que a lo largo de mi vida me guiaron con principios y valores. Sin duda alguna, son la motivación en cada trabajo que realizo, demostrando y dando lo mejor de mí.

Al docente, por su tiempo y dedicación al compartir sus conocimientos, y que sin su instrucción profesional no hubiese llegado a culminar la investigación.

AGRADECIMIENTO

Primero y como más importante agradezco a Dios por protegerme durante todo el camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de la vida. Asimismo, me gustaría agradecer sinceramente al docente y asesor Rafael Castillo Cabrera, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para la formación como investigadores. Él ha inculcado un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico, sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador. A su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así, por todo lo recibido durante el periodo de tiempo.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLA	7
ÍNDICE DE FÍGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	11
1.1 Realidad problemática.....	17
1.2 Marco teórico.....	19
1.3 Formulación del problema.....	26
1.4 Objetivos.....	26
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	26
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	27
1.5 Hipótesis.....	27
1.5.1 <i>Hipótesis general</i>	27
1.6 Justificación.....	27
CAPÍTULO 2 MÉTODO	28
2.1 Tipo de investigación.....	28
2.2 Población y muestra.....	28
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:.....	29
2.4 Procedimiento de investigación.....	31
2.5 Matriz de Consistencia.....	32
2.6 Matriz de Operacionalización de variables.....	33
CAPÍTULO 3 RESULTADOS	36
3.1 Diagnóstico de la Realidad Actual de la empresa.....	36
3.1.1 <i>Generalidades de la empresa</i>	36
3.1.2 <i>Lineamientos estratégicos</i>	38
3.1.3 <i>Organigrama</i>	39
3.1.4 <i>Principales proveedores</i>	40
3.1.5 <i>Principales clientes</i>	42
3.1.6 <i>Principales productos o servicios</i>	44
3.2 Proceso productivo (DOP).....	45
3.3 Diagnóstico del área problemática [DAP, FODA].....	46
3.3.1 <i>DAP</i>	46

3.4	Flujograma.....	47
3.5	Foda	48
3.6	Diagrama de Ishikawa	49
3.7	Priorización de pérdidas económicas (Pareto)	50
3.8	Monetización de las causas	51
	3.8.1 Monetización de pérdidas por tiempo improductivo.	51
	3.8.2 Monetización de pérdidas por áreas ocupadas con equipo en desuso	53
	3.8.3 Monetización de pérdidas por mala ubicación de materiales en el área de trabajo	55
	3.8.4 Monetización de pérdidas por reproceso.	56
3.9	Análisis de causa raíz.	57
	3.9.1 Análisis de causa raíz de pérdidas por tiempo improductivo	57
	3.9.2 Análisis de causa raíz de pérdidas por áreas ocupadas con equipo en desuso	58
	3.9.3 Análisis de causa raíz de pérdidas por mala ubicación de materiales de trabajo	58
	3.9.4 Análisis de causa raíz de pérdidas por reproceso	59
3.10	Matriz de indicadores de causa raíz.....	59
3.11	Desarrollo de las Propuestas de Mejora	60
	3.11.1 Planificación sistemática de Distribución	60
	3.11.2 Distribución orientada al Proceso.....	70
	3.11.3 Herramienta 5`S	82
	3.11.4 Herramienta Kanban	90
3.12	Evaluación económica y financieramente.....	95
	3.12.1 Costeo de implementación de la herramienta de Distribución de Áreas Deficientes ...	95
	3.12.2 Costeo de implementación de la herramienta Planificación sistemática de distribución	96
	3.12.3 Costeo de implementación de la herramienta de Metodología 5S	97
	3.12.4 Costeo de implementación de la herramienta de Kanban	97
3.13	Estado de resultados del proyecto.	98
CAPÍTULO 4 DISCUSIÓN.....		101
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES		103
CAPÍTULO 6 REFERENCIAS		104
CAPÍTULO 7 ANEXOS		111

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla 1 Técnicas e instrumentos para recolectar y analizar datos</i>	30
<i>Tabla 2 Matriz de Consistencia</i>	32
<i>Tabla 3 Datos principales de la empresa Industrias Generales e Inversiones Don Lucho</i>	37
<i>Tabla 4 Principales proveedores de la empresa</i>	40
<i>Tabla 5 Principales clientes de la empresa</i>	42
<i>Tabla 6 Productos fabricados en la empresa</i>	44
<i>Tabla 7 FODA</i>	48
<i>Tabla 8 Diagrama de Pareto</i>	50
<i>Tabla 9 Pérdidas generadas por traslado</i>	51
<i>Tabla 10 Pérdidas por distribución inadecuada Anual</i>	53
<i>Tabla 11 Perdidas monetarias por mala ubicación de materiales de trabajo Mensual</i>	55
<i>Tabla 12 Pérdidas Monetarias por puertas reprocesadas mensual</i>	56
<i>Tabla 13 Distribución de áreas deficientes</i>	57
<i>Tabla 14 Distribución inadecuada de las maquinas</i>	58
<i>Tabla 15 Mala ubicación de materiales en el área de trabajo</i>	58
<i>Tabla 16 Reprocesos de productos</i>	59
<i>Tabla 17 Matriz de cuantificación y costos</i>	59
<i>Tabla 18 Productividad actual de la empresa</i>	60
<i>Tabla 19 Cálculo de Superficies</i>	64
<i>Tabla 20 Cronograma de implementación</i>	68
<i>Tabla 21 Distribución de máquinas después de la propuesta</i>	69
<i>Tabla 22 Comparación de costos con la propuesta recomendada</i>	70
<i>Tabla 23 Área en planta de producción</i>	73
<i>Tabla 24 Matriz de distancia en metros de cada área</i>	74
<i>Tabla 25 Matriz de tiempo por puerta</i>	74
<i>Tabla 26 Pago por minuto recorrido</i>	75
<i>Tabla 27 Costo de manejo de materiales.</i>	75
<i>Tabla 28 Cronograma de Implementación</i>	76
<i>Tabla 29 Áreas de producción</i>	79
<i>Tabla 30 Matriz de distancias en metros de cada área</i>	79
<i>Tabla 31 Matriz de tiempo por puerta</i>	80
<i>Tabla 32 Pago por minuto recorrido</i>	80
<i>Tabla 33 Costo de manejo de materiales</i>	81
<i>Tabla 34 Comparación de costos</i>	81
<i>Tabla 35 Clasificación</i>	83
<i>Tabla 36 Organización</i>	84
<i>Tabla 37 Limpieza</i>	85
<i>Tabla 38 Estandarización</i>	86
<i>Tabla 39 Disciplina</i>	87
<i>Tabla 40 Acumulación de materiales en el área de pintado</i>	89
<i>Tabla 41 Aplicación de las 5'S en el área de pintado</i>	89
<i>Tabla 42 Simulación de puertas reprocesadas</i>	93
<i>Tabla 43 Comparación de Pérdidas Económicas Anual</i>	94
<i>Tabla 44 Productividad Actual</i>	94
<i>Tabla 45 Productividad Después de la mejora</i>	94
<i>Tabla 46 Costo de implementación de Distribución orientada al proceso</i>	96
<i>Tabla 47 Costo de implementación de Planificación sistemática de distribución</i>	96

<i>Tabla 48 Costo de implementación de Metodología de 5 S.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 49 Costo de implementación de Metodología Kanban</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 50 Tabla de egresos</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 51 Tabla de Beneficios</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 52 Indicadores de viabilidad.</i>	<i>99</i>

ÍNDICE DE FÍGURAS

<i>Figura 1</i>	<i>Diseño de contrastación de hipótesis</i>	28
<i>Figura 2</i>	<i>Mapa de ubicación en la empresa</i>	37
<i>Figura 3</i>	<i>Organigrama de la empresa</i>	39
<i>Figura 4</i>	<i>Diagrama de operaciones de una puerta</i>	45
<i>Figura 5</i>	<i>Diagrama de análisis de operaciones de una puerta</i>	46
<i>Figura 6</i>	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	49
<i>Figura 7</i>	<i>Diagrama de Pareto</i>	50
<i>Figura 8</i>	<i>Distribución de áreas deficientes</i>	52
<i>Figura 9</i>	<i>Tiempo recorrido de producción</i>	52
<i>Figura 10</i>	<i>Distribución inadecuada de las maquinas</i>	54
<i>Figura 11</i>	<i>Materiales recopilados del área de pintado en producción</i>	55
<i>Figura 12</i>	<i>Perdidas monetarias por mala ubicación de materiales de trabajo</i>	56
<i>Figura 13</i>	<i>Costo de puertas reprocesadas</i>	57
<i>Figura 14</i>	<i>Distribución Actual de la empresa</i>	60
<i>Figura 15</i>	<i>Diagrama de recorrido del proceso de producción</i>	61
<i>Figura 16</i>	<i>Razones e importancia de cercanía</i>	62
<i>Figura 17</i>	<i>Visualización de plano de distribución</i>	62
<i>Figura 18</i>	<i>Visualización de red Inicial de acuerdo a su importancia de cercanía</i>	63
<i>Figura 19</i>	<i>Diagrama de recorrido del proceso de producción mejorado</i>	63
<i>Figura 20</i>	<i>Maquina Operativa</i>	67
<i>Figura 21</i>	<i>Maquinas Malogradas</i>	67
<i>Figura 22</i>	<i>Solución por trabajador</i>	67
<i>Figura 23</i>	<i>Maquina con anomalía de Seguridad</i>	68
<i>Figura 25</i>	<i>Distribución de áreas actual</i>	71
<i>Figura 26</i>	<i>Acumulación de materiales en el área de acero inoxidable</i>	71
<i>Figura 27</i>	<i>Hoja de observación de tiempos en distancias recorridas en el proceso</i>	72
<i>Figura 28</i>	<i>Leyenda de las áreas recorridas</i>	77
<i>Figura 29</i>	<i>Distribución de áreas mejorada</i>	77
<i>Figura 30</i>	<i>Hoja de observación de tiempos en distancias recorridas</i>	78
<i>Figura 31</i>	<i>Lista de Verificación</i>	88
<i>Figura 33</i>	<i>Modelo de Tarjeta Kanban</i>	91
<i>Figura 34</i>	<i>Cuadro Kanban de funciones</i>	91
<i>Figura 35</i>	<i>Gráfico de comparación de Productividad</i>	95
<i>Figura 36</i>	<i>Formato de observación de estudio de tiempos</i>	111
<i>Figura 37</i>	<i>Cronograma de limpieza autónoma de las Maquinas</i>	112
<i>Figura 38</i>	<i>Formato de ubicación de objetos necesarios e innecesario</i>	113
<i>Figura 39</i>	<i>Calculo del método Guerchet de máquinas</i>	114

RESUMEN

La Investigación fue planteada con el objetivo de determinar el impacto de la aplicación de ingeniería de métodos sobre la productividad en las industrias metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2020. El tipo de estudio es aplicado, ya que se adapta las bases teóricas de las herramientas de ingeniería de métodos y la productividad con el fin de dar solución a la realidad problemática existente en las industrias metalmecánicas. Es por ello, que en el siguiente trabajo de investigación se elabora propuestas de mejora utilizando herramientas de la ingeniería industrial, con el objetivo de aumentar la productividad. La productividad después de la propuesta de mejora determinó un aumento de 39 %. ya que anteriormente se producía 18 puertas/ mes y ahora una mejora de 25 puertas/ mes. La evaluación económica y financiera de la propuesta de mejora presentó como resultado el valor actual neto (VAN) es S/5,713.85, asimismo resulta el VAN de egresos S/12.003.01 y de beneficio con S/17,713.85, una tasa interna de retorno (TIR) del 41.10% de tal manera que se consigue un costo beneficio de S/0.48 por cada sol de inversión, lo cual indica que el proyecto es viable.

Palabras clave: Ingeniería de métodos, productividad

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria metalmecánica es un negocio que ha ido creciendo a nivel mundial, por lo cual cada día son más competitivos y exigentes con sus procesos, ya que tiene un alto efecto multiplicador, que arrastra a otros sectores y genera empleo altamente calificado. Debido a esto buscan soluciones para mejorar su productividad, es por ello, que se ven en la necesidad de mejorar sus métodos de trabajo, con el fin de reducir sus costos.

La ingeniería de métodos contribuye en reducir el incumplimiento de fechas de entrega de pedidos y por ende la reducción de costos por el bajo uso de recursos, además de reducir los desperdicios, la sobreproducción, inventarios, tiempos de espera y movimientos innecesarios, así mismo aumenta la productividad de los trabajadores y complementa el trabajo en equipo, (Ramos, 2017).

La productividad en Colombia mejora a partir de las diferentes agendas departamentales, identificando planes de mejoramiento de la productividad que finalmente llevan a que los productores de los distintos eslabones de la cadena productiva de la metalmecánica se comprometan con una mayor articulación entre la producción y la comercialización del sector, mejorando para ello tanto su infraestructura vial como la producción del sector metalmecánico. Al observar la evolución del aporte que el sector metalmecánico hace a la producción industrial del país durante el periodo 2000-2007, se encuentra que esta pasó del 8,9 % al 11,3 %, con un mayor dinamismo en los departamentos de Cauca, Bolívar y Risaralda, donde las tasas de crecimiento promedio fueron 63,7 %, 20,9 % y 20,5 %, respectivamente, (Buchelli y Marín 2012).

En Chile la implementación de un incentivo monetario al trabajador en una empresa maderera, en base a una fracción del ahorro en costos fijos de mano de obra generó un incremento en la producción de molduras en relación con el tiempo empleado. En esta se mostró incrementos estadísticamente significativos de productividad así mejorando la renta del trabajador y la utilización de la capacidad instalada, se observaron cambios en la empresa ya que la productividad llegó a crecer un 10,7% con respecto a una base establecida y un 4,8% como promedio, con esto se demostró que la política de incentivo salarial estimula la productividad. Según (Pinochet, et al., 2015).

En Ecuador la fábrica de frenos automotrices Edgar S.A. Concluye que identificando y corrigiendo las condiciones laborales, la falla de los equipos, el diseño y aparte construir nuevas herramientas y la implementación de un nuevo método, se logra mejorar la productividad en la fábrica en un 25%, luego de usar las técnicas MOST y herramientas de implementación que ayudaron mejorar la productividad y los tiempos, además de obtener una mayor capacidad de producción, (Guaraca,2015).

En el Perú durante el período 2007-2018, el crecimiento de la PEA fue de 1,4% promedio anual, mientras el crecimiento en La Libertad fue de (2,2% de hombres y 1,9% de mujeres). A nivel nacional, al 2018 la población ocupada con empleo informal fue de 72,4%, mientras en La Libertad fue de 72,5% y aproximadamente el 68% de la fuerza laboral tiene educación hasta el nivel secundario, esto implicaría que en general no es necesariamente calificada, y sería necesario programas de educación continua, por sectores o segmentos de actividad económica, que les permita elevar su productividad y sus ingresos. Concluyendo que las herramientas de ingeniería industrial son un aspecto importante en la productividad, (Huer-tas,2019).

Así mismo, en la tesis de Álvarez, Omar (2017), menciona que, para mejorar la productividad, se deben basar en la ingeniería de métodos para identificar los procesos innecesarios de los procesos para solucionar a las problemáticas vistas en el rubro de confección de prendas textiles de la compañía. La mayoría de las industrias buscan optimizar sus procesos, reduciendo tanto el tiempo de producción como sus costos, es por ello por lo que las empresas deben poner más énfasis en cambiar sus métodos de trabajo tradicionales por unos sofisticados.

Según Vera, R. (2010) las acciones que deberíamos tomar para mejorar la productividad en el Perú a largo plazo, acorde a diversos estudios recientes, las oportunidades de mejora requeridas para sostener el crecimiento de la productividad involucran fundamentalmente la consolidación de reformas de la institucionalidad, educación, salud, infraestructura, tecnología, regulaciones para los negocios que aumenten la formalidad, sofisticación empresarial, Sobre la base de los avances existentes en materia de competitividad. La implementación efectiva de medidas de política para la productividad y la competitividad requieren consolidar la definición de prioridades, metas concretas, instrumentos, entidades responsables (ejecutoras y supervisoras), plazos, presupuestos e indicadores de monitoreo. En esta línea, el fortalecimiento institucional y la coordinación pública – privada son condiciones necesarias para la ejecución exitosa de estrategias orientadas hacia el crecimiento económico sostenido.

Al respecto en la tesis de Ospina, Mayra (2016), realizo su investigación del problema de la eficiencia en la empresa, por tal motivo tuvo como objetivo desarrollar la técnica de estudio de tiempo y así incrementar la productividad. Esta tesis fue tomada como referencia, ya que brinda tablas específicas de cómo obtener los tiempos standard. La investigación es cuantitativa y la técnica aplicada es el estudio de tiempo, con una población de productos

terminados por productos defectuosos y con una muestra de productos terminados. En conclusión, la investigación redujo los cuellos de botellas presentados en la organización y aumentaron los tiempos productivos en un 41.3% con una inversión por parte de la empresa 85.9% se espera el otro 14.1% para así poder aumentar a un 75%, asimismo estandarizaron recursos para poder llevar a un proceso óptimo.

Guerrero, S. (2018) en su tesis titulada aplicación de la redistribución de planta para incrementar la productividad en la empresa metal mecánica, Factoría Rodríguez SAC, Callao 2018. Fue planteada con el objetivo de determinar cómo la aplicación de un modelo de redistribución de planta incrementará la productividad en la empresa metal mecánica Factoría Rodríguez SAC, Callao 2018. Menciona que para realizar una distribución se debe analizar qué productos y en qué cantidades se va a producir y estos pronósticos deben establecer para un tiempo determinado, además consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, se mide con sus dimensiones e indicadores respectivos. En conclusión, se obtuvo un incremento de la productividad de 39,63%, así como la eficiencia en 32,33% y la eficacia en 17,58%. El resultado del análisis inferencial de la variable dependiente, productividad, se demostró con la prueba no paramétrica Wilcoxon, rechazando la hipótesis nula (H_0) y se aceptando la hipótesis del investigador (H_1) con una significancia de 0.000.

Rodríguez, O (2018), en su tesis titulada método de gestión basado en lean Manufacturing y QFD para mejorar la productividad de empresas manufactureras de productos de polietileno, caso: empresa de envases flexibles de Arequipa, Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias: Ingeniería de Producción, en la Universidad de San Agustín de Arequipa, afirma que los resultado obtenidos de la investigación fue la optimización de la productividad

en un 6.42%, además mediante el balance de línea se eliminan los desperdicios por sobreproducción, excesos de inventarios y transporte por movimientos innecesarios de personal y materiales. Actualmente la implementación de métodos de gestión es sumamente importante, debido al cambio económico y la competencia cambiante en las empresas, que combine técnicas de la función de calidad y la filosofía Lean con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y tiempos muertos con el objetivo de incrementar la productividad en las organizaciones.

Capcha, J. (2016). en su tesis titulada asistencia técnica en el método de las 5s -kaizen para mejorar la productividad en las carpinterías de la provincia de coronel Portillo y Padre Abad, 2015. Tesis para optar el grado de magíster en gerencia pública. En la Universidad Nacional Hermilio Valdizan. se concluye que la asistencia técnica con el método de las 5s, kaizen influyó significativamente en el incremento de la productividad al obtener un valor del estadístico t calculada de (12.275) mayor al punto crítico t tabular de 1,675 con 51 grados de libertad esto también influyo en la seguridad y ambiente laboral, evitando desperdicios de recursos y tiempos muertos.

Guaraca, S. (2015). En la ciudad de Trujillo en su tesis titulada mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A. Escuela Politécnica Nacional. Tesis previa a la obtención de Magister en Ingeniería Industrial. En la escuela Politécnica Nacional. Concluye que al realizar al identificar las actividades de identificación de las condiciones que limitan la productividad en la prensa de pastillas, corrección de las fallas de los

equipos, diseño y construcción de nuevas herramientas y de implementación de un nuevo método, se logró mejorar la productividad en un 25%, logrando tener una capacidad de producción de 3248 juegos al mes.

Velásquez, F. F. (2018), menciona que aplicando Lean Manufacturing y QFD se incrementó la productividad global en un 6.42% además al realizar el diagnóstico corporativo de la empresa permitió conocer a fondo los factores claves de éxito para iniciar con la propuesta de implantación del método. Los motivos llevados a investigar sobre el impacto de la aplicación de las herramientas de ingeniería de métodos en la producción de las industrias metalmeccánicas son para analizar cómo influye en la productividad.

Es un sector que está teniendo un alto crecimiento en el mercado nacional, ya que, la mayoría de las empresas son pequeñas y medianas industrias, Sin embargo, estas no realizan controles adecuados en sus métodos de trabajo lo que conlleva la baja productividad.

Según (Rodríguez,2018) Actualmente la implementación de métodos de gestión es sumamente importante, debido al cambio económico y la competencia cambiante en las empresas, que combine técnicas de la función de calidad y la filosofía Lean con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y tiempos muertos con el objetivo de incrementar la productividad en las organizaciones.

Es por lo que surge la necesidad de realizar un análisis de los problemas mediante la investigación para luego proponer mejoras en las industrias de metalmeccánica. Lo que se busca es que las herramientas de la ingeniería de métodos contribuyan a mejorar la productividad del proceso productivo y de los operadores, ya que a través de ello las empresas tendrán un crecimiento sustancial en la ciudad. La consecuencia que se obtendría si no se llegara a implementar herramientas de la ingeniería de métodos en una industria metalmeccánicas es que

la productividad no aumentaría y así la empresa no llegaría a reducir sus costos, aparte no lograría una estandarización de sus procesos, lo cual cada empleado seguirá trabajando a su forma y esto le genera a una empresa perdida de mano de obra.

1.1 Realidad problemática

La empresa Industrias generales e inversiones Don lucho se encarga de la producción y comercialización de estructuras metálicas, que son comercializados tanto en el mercado local como nacional. Esta empresa se dedica a la transformación de materia prima, con el fin de ofrecer productos de acuerdo con el requerimiento del cliente. Además, este brinda servicios como: Corte, doblado de planchas en acero inoxidable y al carbono, Torneado de tubos, corte con plasma, Pintura electrostática en polvo al horno; venta de Planchas, tubos, barras, ángulos, platinas, abrasivos y accesorios en acero inoxidable de alta calidad. La empresa cuenta con más de 20 años de presencia y trayectoria en el mercado metalmeccánico. Su objetivo principal es lograr una permanente mejora en sus actividades a fin de dar un servicio que asegure la satisfacción plena de sus clientes, cumpliendo con las entregas en el tiempo requerido. Actualmente está teniendo baja productividad debido a la mala distribución de sus áreas y el desorden evidenciado dentro de la empresa ocasionado por la acumulación de materia prima y residuos. Debido a estos factores influyen en el desempeño laboral de los trabajadores en cada área afectando el proceso de producción.

Para empezar esta tiene como primer problema, la **Distribución inadecuada de las máquinas**. Esto se debe a la ineficiente organización de sus áreas y equipos de trabajo. La empresa tiene acumulación de máquinas no operativas, junto con las operativas en las áreas.

Lo cual, conlleva a un costo de 10,986 soles en pérdidas, estando en el área de maestranza y producto terminado.

Otra de las dificultades que tiene la empresa metalmecánica es la **distribución deficiente de áreas** para producir las 18 unidades de puertas de acero al mes, teniendo en cuenta la distancia y tiempo de recorrido durante el proceso de producción. La inadecuada distribución de puestos de trabajo genera demoras, lo que ocasiona pérdidas, demoras en la entrega del producto, mal ambiente de trabajo e ineficiente calidad en sus productos. Si bien es cierto, actualmente cada colaborador se traslada desde su área de trabajo al área de almacén por el material que requiere para el proceso, ya que algunas de ellas no siguen un orden de acuerdo con su producción. Generando retrasos en la entrega de pedidos, lo que ocasiona costo de manejo de materiales de 1,350.34 soles.

Por otro lado, la empresa tiene **mala ubicación de materiales en el área de trabajo** esto se debe a que, en el proceso de fabricación, los colaboradores no tienen un orden, ni ubicación de cada material, lo que conllevan a generar desorden, mal aspecto y uso ineficiente de cada área, ya que tienden a acumular productos de pintura generando vencimientos, roturas y deterioros. Debido a esto la empresa tiene acumulación y retención de materiales, lo cual tampoco es considerado como inventario dentro del área de producción ocasionando pérdidas de materiales en un total de 851.54 soles.

Así mismo, se tiene como problema **reprocesos de productos**. Este problema se debe a que no tienen un control en la fabricación de sus productos, estos lo realizan empíricamente respecto a la cantidad y tiempo necesario de cada uno. Generando un promedio de 58.33 soles al mes y 700 soles al año.

1.2 Marco teórico

Distribución Sistemática

Ramo, V. Z. & Velarde, D.A. (2021) explica que la distribución de planta es la organización y disposición que se realiza dentro de una empresa para la división, transformación, ubicación y factores que involucren el proceso de un producto o un servicio industrial. Esta busca ser eficiente en los objetivos trazados de la empresa y el compromiso con lograr que los cambios y ejecuciones que se hagan en la planta sean fructíferos y generen productividad en el mediano y largo plazo.

La distribución de planta óptima, para cada agrupación es de acuerdo con el criterio de costo de manejo de materiales, en la cual se debe tener en cuenta la cantidad de máquinas disponibles del área, el tiempo necesario en cada operación, el tiempo de proceso, la capacidad unitaria y el total de máquinas. (Pantoja, et al.,2017).

El diseño óptimo de la distribución de planta (layout) es capaz de dirigir el mejor orden en todos los departamentos. Es un problema ampliamente estudiado que repercute en el incremento de la productividad y disminución de los costos de fabricación de una empresa, incluyendo reglas de distribución inicial y el proceso lógico de reducir el trabajo, (Gonzalez,2015).

Por otro lado, si se tiene una inadecuada distribución de los puestos de trabajo genera demora en los procesos de producción porque al realizar las actividades designadas, se obstaculizan de un proceso a otro. Este es llamado también cruces de líneas de transporte lo que da como resultado la demora de estos, las consecuencias son muchas como las pérdidas en la empresa, demoras en entrega del producto al cliente, mal ambiente de trabajo a los colaboradores, perdida del cliente y falta de calidad al producto final. (Simbaña; 2018).

Estudio de Tiempos y Movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica que mide la carga de trabajo, está enfocado a obtener y registrar la información relacionada con la actividad de evaluación. El estudio de tiempos y movimientos permite que la empresa elimine el transporte innecesario, obteniendo un incremento de producción, generando disminución de costos y del desperdicio en la distribución del área. (Cardenas;2021)

Las técnicas del estudio del trabajo mejoran la productividad; técnicas como el estudio de tiempos y movimientos necesarios que debe realizar cada operador; logran disminuir el tiempo ocio reduciendo las demoras en el proceso, lo cual, permiten estandarizar los métodos de trabajo. (Ramírez, et al.;2018).

Asimismo, según Bravo et al. (2018) El estudio de tiempos es una técnica utilizada para medir el tiempo de trabajo que ocupa cada proceso en la producción de un bien, además este tipo de técnica busca aumentar la productividad de las organizaciones, eliminando en forma sistemática las operaciones que no agregan valor al proceso y se constituye en la base para la estandarización de los tiempos de operación.

Según Tejada et al. (2017) El estudio de tiempo y movimiento, la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación.

De acuerdo con esto el estudio de tiempos y movimientos tiene como objetivo minimizar tiempos requeridos para la ejecución de trabajos y mejorar la productividad de los trabajadores.

Nos basamos en los principales indicadores.

- Factor Ritmo (FR)
- Tiempo Normal (TN)
- Suplementos de trabajo (S)
- Tiempo Estándar (TE)
- Cronometraje

Ingeniería de Métodos

Es una de las teorías más relevantes que tiene la ingeniería industrial ya que mide los tiempos y procesos que se dan a la hora de la fabricación de un producto o cuando se brinda un servicio, (Palacios 2016).

La ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción de artículos o servicios, consistiendo en decidir en donde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en productos terminado o prestar servicios y como esta puede desempeñar efectivamente las tareas que se le asignen.

Según Huayhuapuma (2019) menciona que, al implementar la ingeniería de métodos, ayudara a reducir costos en el proceso, ya que esta metodología optimizara los tiempos muertos y permitirá que las actividades sean más optimas, logrando obtener la satisfacción del cliente y dando una mayor rentabilidad a la empresa.

Asimismo, según Agüero (2017) menciona que la ingeniería de métodos es una herramienta que se encarga de eliminar todos los desperdicios de materia prima, de tiempo y esfuerzo innecesario, esta se realiza obteniendo datos o procedimientos para transformarlos en información como en diagramas, para incrementar la producción de un bien o servicio.

Las 5 s

Las 5 S son cinco principios japoneses cuyos nombres van en la misma dirección: conseguir una empresa limpia, ordenada y un grato ambiente de trabajo. Sirve para solucionar las causas que originan fallas en el proceso de producción tomando en cuenta tiempos, organización, orden, limpieza y el efecto que influye en altos costos y baja productividad en la empresa. (Chun; et.al. 2021)

Las 5'S provienen de cinco prácticas para identificar en el área de trabajo que es Seiri o utilización, esta se encarga de separar lo necesario de lo innecesario de las áreas de trabajo; Seiton u organización colocar cada objeto en sus respectivos lugares; Seisou o limpieza de todas las áreas de trabajo; Seiketsu Salud: creación de reglas de limpieza y organización que aseguren los pasos anteriores; Shitsuke o disciplina, (Ribeiro, et.al.,2019).

Asimismo, según Lema (2019) menciona que la metodología de 5's es una herramienta de calidad que se puede aplicar en cualquier ambiente físico, esta pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de los procesos, minimizar los riesgos de accidentes, incrementar la seguridad industrial, mejorar las condiciones de trabajo y elevar la moral del personal.

SEIRE (Clasificar) Esta se encarga de retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que son innecesarios en el área, es decir mantenerlos dentro del área y aquellos elementos necesarios para el proceso de producción se debe mantener cerca de la ejecución de tareas y el resto se deben retirar del sitio de trabajo o eliminar. Dentro de la aplicación de esta herramienta, es recomendable la utilización de la tarjeta roja, ya que ayuda a clasificar de forma eficiente los elementos de trabajo como maquinaria, herramienta, materiales, repuestos, etc.

SEITON (Ordenar), trata de la organización es decir poner un lugar para cada cosa o material, que es en orden, con el fin de conservar las herramientas y equipos de trabajo en condiciones de fácil utilización.

SEISO (Limpiar), Después de tener un lugar ordenado y clasificado es donde la limpieza debe permanecer en el entorno de trabajo, incluidas las máquinas y las herramientas, pisos y paredes, eliminando fuentes de suciedad.

SEIKETSU (Estandarizar), Este se trata de conservar y optimizar lo que se realizó anteriormente. Para ello se puede crear normas de trabajo que permitan, distinguir una situación correcta de una incorrecta. Para ello es importante establecer un cronograma de aplicación frecuente de este proceso, con el fin de mantener un lugar de trabajo en condiciones perfectas.

SHITSUKE (Autodisciplina), trata de mantener y mejorar las normas establecidas. Esto se logra con la aplicación constante de esta práctica y que todos los colaboradores asuman el compromiso de mantener y mejorar la organización, orden y limpieza como un hábito de cada día.

Productividad

Según Morales y Masis (2014) La medición de la productividad en las empresas, así como de las cadenas productivas, resulta ser una condición necesaria para la evaluación de su desempeño, la innovación y la definición de sus estrategias empresariales.

Según Valera, A.T. (2015), toma lo expuesto por Niebel (1995) para explicar que el objetivo principal de las empresas es aumentar la productividad. Lo cual, la forma ideal para lograrlo es aumentando la cantidad de producción por hora de trabajo invertida o por recursos

empleados. Este concepto está alineado a la idea de lograr una mayor producción, haciendo empleo de menos recursos a menor costo, a través de procesos productivos eficientes.

La productividad se puede medir de forma física o por valor agregado; el primero se refiere a la productividad como unidad básica cuantitativa, y el segundo al valor económico creado a través de una serie de actividades (Sena et al, 2003).

Asimismo, según Carbonel, L.E. (2020), menciona que la productividad es el aprovechamiento de los recursos empleados en el proceso de producción como hora máquina, mano de obra y materia prima. Esta se obtiene teniendo el total de unidades producidas entre el total de recursos utilizados durante un determinado tiempo.

Uno de los aspectos importantes es la medición de la productividad laboral que se obtiene al dividir el valor agregado generado por los trabajadores sobre el número de empleados.

Asimismo, por otro lado, la productividad trata sobre los resultados que se generan en un proceso. Generalmente, el desempeño productivo se calcula como una división compuesta de cada fruto obtenido y cada insumo utilizado. La productividad es la interacción entre una producción y recursos utilizados como el trabajo y capital. (Tanta, et al.;2021).

Distribución de áreas deficientes

Para reducir los costos de manejo de materiales en el proceso productivo de calzado de la empresa MIL PIES es el diseño de distribución de planta, ya que no se cuenta con un adecuado espacio para trasladarse de una estación a otra, debido a la ineficiente distribución y planificación. En la cual, debido al estado actual de la planta los costos de traslado del ma-

terial, las distancias respectivas y el flujo de material ascienden a un costo de aproximadamente S/ 1044.00 por mes, concluyendo que la inadecuada distribución tiene participación del 21.13%, largas distancias recorridas 20.62%, espacio reducido con 20.10% y excesivo número de trabajadores con 19.59%. Jiménez Calderón, D. A., & Tirado Acevedo, D. C. (2019).

En la empresa Don Lucho en el año 2019 se generaron pérdidas económicas por tiempo improductivo que ascienden a S/1,287.83. Mediante este diseño se logrará reducir las distancias recorridas, disminuyendo sus costos de manejo de materiales y brindar al trabajador condiciones adecuadas, seguridad, buen clima laboral y mejor desempeño en sus funciones.

Mala ubicación de materiales en el área de trabajo (Herramienta 5s)

La investigación busca la mejora de la productividad en la empresa, dado que la aplicación de la metodología de las 5S's ayuda a recuperar espacios que podrían ser útiles para el desarrollo de actividades, se realizó capacitación y auditorias, logrando mejorar la productividad en el área de producción. Así mismo, se identificó que se perdía tiempo iniciar las jornadas laborales puesto que el desorden y la falta de organización fueron problemas clave de la baja productividad en el área de producción. De lo dicho anteriormente, la propuesta planteada resulto muy rentable para la empresa generándose 142.50 soles adicionales diarios, además que la inversión que se necesito estuvo dentro de las posibilidades de la empresa. Después de la implementación de las 5S se obtuvo una mejora en el índice de productividad de 32%, así mismo se obtuvo una mejora de 17% en la eficiencia y 13% de mejora en eficacia. (Cabrera;2017)

En la empresa Don Lucho en el año 2019 se generaron pérdidas económicas por tiempo improductivo que ascienden a S/851.54. Mediante esta metodología se logrará disminuir sus costos improductivos.

Reprocesos de productos (Kanban)

La implementación de la herramienta Kanban es simplificar la comunicación, agilizando y evitando los errores de información, ya que las órdenes de trabajo incluyen información acerca de las operaciones que se debe realizar en cada producto, además se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir, es decir no se acumulan productos en las fases. El proyecto proporciona el ahorro de volúmenes de sobres stock de inventario y MOD (mano de obra directa) además de proponer herramientas de Lean Manufacturing que contribuyen a la identificación de operaciones que agregan valor. En la empresa Don Lucho en el año 2019 se generaron pérdidas económicas por tiempo improductivo que ascienden a un promedio de S/58.33 mensual. Mediante esta metodología se logrará disminuir sus costos improductivos

1.3 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos sobre la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar cuál es el impacto de la propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos sobre la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en la empresa.
- Proponer la mejora según la teoría de ingeniería de métodos para mejorar la productividad.
- Cuantificar la productividad en la empresa después de la propuesta
- Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

La propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020.

1.6 Justificación

La propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos tiene como fin demostrar que las herramientas planteadas logran aumentar la productividad en la empresa. Cabe mencionar que existen pérdidas económicas, la primera es distribución de áreas deficientes, con S/1287.83 mensual, la segunda causa es distribución inadecuada de las maquinas, con S/10,986, la tercera es mala ubicación de materiales en el área de trabajo, con S/851.54 por último es reprocesos de productos, con un impacto económico promedio de S/58.33 mensual. Además, en el ámbito académico permite como estudiantes plasmar en la realidad los conocimientos teóricos de temas estudiados en la carrera de ingeniería industrial. Asimismo, se ofrece la oportunidad a la empresa de convertirse laboralmente responsable con sus colaboradores brindándoles las condiciones de trabajo adecuadas y facilitando sus operaciones a realizar con el uso de herramientas sugeridas.

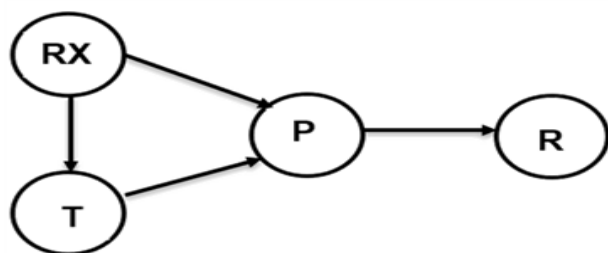
CAPÍTULO 2 MÉTODO

2.1 Tipo de investigación

Se realizará una investigación de tipo propositiva la cual permite conocer la problemática que presenta la empresa en cuanto a la situación actual del área de producción.

Según Paredes Estela, R. (2020) menciona que la investigación propositiva es el estudio donde se utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de resolver problemas fundamentales, a través de un diagnóstico. Esta investigación implica el último eslabón del nivel descriptivo, en esta propuesta se expresa el modo de interpretar, abordar y revertir el objetivo de análisis.

Figura 1
Diseño de contrastación de hipótesis



Donde:

RX= Pérdida de productividad antes de la mejora.

T=Teoría de Ingeniería de métodos.

P= Propuesta de mejora de Ingeniería de métodos.

R= Productividad después de la mejora

Condición $RX > R$ = Productividad aumentada.

2.2 Población y muestra

Población:

La población está constituida por todos los procesos de la empresa. A continuación, se detalla los siguientes:

- Requerimiento del cliente
- Cotización
- Recibo de anticipo (50%)
- Requerimiento de materiales
- Producción en proceso
- Producto terminado
- Almacenar
- Despacho.

Muestra:

La muestra de investigación son los procesos en el área de producción. A continuación, se detalla lo siguiente:

- Requerimiento de materiales
- Producción en proceso
- Producto terminado
- Almacenar
- Despacho.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:

Para poder llegar al cumplimiento de los objetivos específicos se realiza las siguientes técnicas y herramientas, en la cual a través de ello permitirá recolectar información de las problemáticas en la empresa.

Técnica:

Huayhuapuma, J. (2019) menciona que es la recaudación datos reciente de una empresa, la examinación de las variables se encargará de determinar las distintas conductas en la empresa, la fuente es de tipo primario ya que la información es obtenida gracias al investigador.

Observación:

Según Díaz (2011) menciona que la observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

Instrumento:

Según Mejía (2005) menciona que es importante seleccionar instrumentos seguros de medición con el propósito de cuantificar los comportamientos y atributos que habrán de estudiarse.

Los instrumentos de recolección de datos son los siguientes:

- Estudio de tiempos:
- Mediante el estudio de tiempos permite identificar los tiempos improductivos que generan cuellos de botella en los procesos por lo que conlleva a disminuir la productividad.

Tabla 1
Técnicas e instrumentos para recolectar y analizar datos

TECNICA	JUSTIFICACION	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación:	A través de esta técnica se podrá identificar las problemáticas que generan perdida en la empresa.	- Block de apuntes - Cámara -Lapicero	Producción
Estudio de tiempos	A través de esta técnica se identificará los tiempos improductivos en el proceso.	- Cronómetro - Formato para el registro de información. -Lapicero -Tablero para el formato.	Procesos de producción

Nota: En esta tabla se detallan las técnicas e instrumentos que se utiliza para recolectar y analizar los datos que generan perdidas en la empresa.

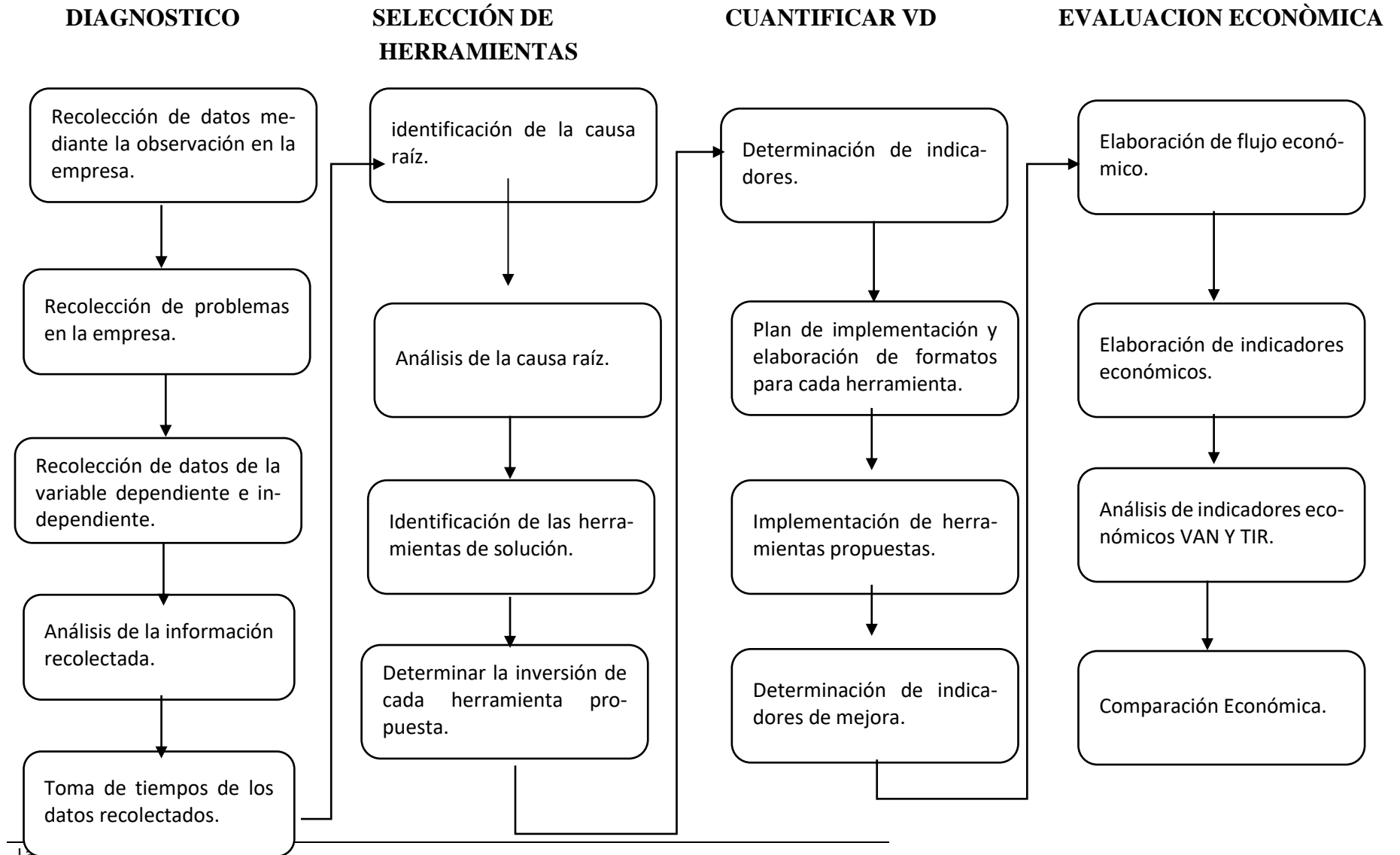


Tabla 2
Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia					
ESTUDIANTE(S): Laiza Alayo Fanny Liset,					
TÍTULO: "Propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos sobre la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020"					
Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Metodología	Población
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos sobre la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020?	La propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020	<p style="text-align: center;">General:</p> Determinar cuál es el impacto de la propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos sobre la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020.	<p style="text-align: center;">Independiente</p> Ingeniería de métodos	<p style="text-align: center;">Tipo de Investigación:</p> Propositiva	<p style="text-align: center;">Población:</p> Todos los procesos de la empresa
		Específicos:		Técnica:	Muestra:

"Propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020"

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en la empresa.
 - Observación
- Proponer la mejora según la teoría de ingeniería de métodos.
 - Estudio de tiempos
- Cuantificar la productividad en la empresa después de la propuesta
 - Observación
- Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora.
 - Estudio de tiempos

Instrumento:
Dependiente:

Productividad

Procesos en el área de producción

Nota: Esta tabla muestra la matriz de consistencia, en la cual contiene el problema, hipótesis, los objetivos generales y específicos, las variables de investigación tanto dependientes como independientes, metodología y población.

2.6 Matriz de Operacionalización de variables

..

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

ESTUDIANTE: Laiza Alayo Fanny Liset

TÍTULO: "Propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos sobre la productividad en la empresa Don Lucho SRL Trujillo 2020"

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Es el grado de utilización con que se emplean los recursos en una industria para alcanzar los objetivos predeterminados. Es una relación de salidas de un proceso en relación de las entradas de este sea lo más grande posible (CHASE & JACOBS, 2009)	Según Ruiz (2012) afirma que la productividad es una ratio que mide el grado de aprovechamiento de los factores que influyen a la hora de realizar un producto; es por ello, que es necesario un control de la productividad, ya que cuanto mayor sea la productividad de la empresa, menor serán los costos de producción, por lo tanto, aumentará la competitividad dentro del mercado.	Eficiencia	$Eficiencia = \frac{(Producción\ real)}{(Producción\ esperada)} * 100\%$
			Productividad	$Productividad = \frac{(Total\ de\ salidad)}{(Total\ de\ entradas)}$
VARIABLE INDEPENDIENTE: Ingeniería de métodos	La implementación de la ingeniería de métodos permite identificar los procesos improductivos basándose en estudios de tiempos, identificando la	El diseño de una herramienta para medir tiempos en el sistema de distribución nos ayuda a planificar rutas óptimas en la producción para poder así evi-	Productividad de Mano de obra	$PMO = \frac{(Unidades\ Producidas)}{(Horas\ Hombre)}$
			Producto terminado deficiente	$= \frac{(Total\ de\ productos\ deficientes\ al\ mes)}{(Total\ de\ productos\ producidos\ al\ mes)} * 100\%$

cantidad óptima de operarios y el porcentaje de tiempo de ocio en las operaciones para reducir los tiempos improductivos y aumentar la productividad, mejorando las condiciones de trabajo (Collado & Rivera 2018).

tar los tiempos muertos además con este método podemos detectar cómo afecta los tiempos y el cumplimiento de horarios en la entrega de pedidos (Gustavo R. Henríquez-Fuentes, 2018).

La aplicación de la Ingeniería de Métodos es necesaria porque incrementó la productividad en un 48.7% ya que estudia los tiempos y movimientos de los procesos de producción en las empresas (Sánchez, 2017).

Tiempos muertos

$$TM = \frac{(\text{Actividades Improductivas})}{(\text{Total de actividades})} * 100\%$$

Eficiencia del operador

$$= \frac{(\text{Tiempo productivo})}{(\text{Total tiempo de ciclo})} * 100\%$$

Nota: Esta tabla muestra la matriz de operacionalización de variables, en la cual contiene las variables dependientes como independiente.

Asimismo, se realizó la definición conceptual y operacional con sus indicadores y fórmulas de cada variable.

CAPÍTULO 3 RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de la Realidad Actual de la empresa

3.1.1 Generalidades de la empresa

La empresa Industria Generales e inversiones Don Lucho SRL. Está dedicada al diseño, fabricación y comercialización de diversas estructuras metálicas en acero inoxidable y acero al carbono para el sector inmobiliario (cumpliendo siempre con los estándares de calidad). Además, brinda servicios de calidad como: Corte y doblado de planchas en acero inoxidable y al carbono, Torneado de tubos, corte con plasma, Pintura electrostática en polvo al horno; venta de Planchas, tubos, barras, ángulos, platinas, abrasivos y accesorios en acero inoxidable de alta calidad. Está ubicada en Calle Chancay Nro. 905 Urb., Santa. Verónica Ba2, La Esperanza. Trujillo. Esta empresa cuenta con más de 20 años en la industria metal-mecánica, la cual fue formada por el señor León Díaz Luis Antonio y su esposa Sabogal de León. Además, cuenta con tres sucursales ubicadas en la Esperanza Av. Gabriel De Condorcanqui Nro. 2376 P.J. La Esperanza La Libertad – Trujillo, la Esperanza Cal. Chancay Nro. 905 P.J., la Esperanza Av. José G. Condorcanqui Nro. 1062 P.J. La Esperanza. Cabe resaltar que esta empresa realiza actividades de responsabilidad social como apoyo a los niños para navidad con panetones y chocolatadas, además contribuye con el contrato de practicantes preprofesionales.

Tabla 3

Datos principales de la empresa Industrias Generales e Inversiones Don Lucho

DATOS PRINCIPALES DE LA EMPRESA	
RUC	20440445528
Nombre comercial	Industrias Generales E Inversiones Don Lucho S.R.L.
Tipo de empresa	Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada
Condición	Activo
Dirección	Calle Chancay Nro. 905 Urb., Santa. Verónica Ba2, La Esperanza. Trujillo.
Actividad comercial	Metalmecánica

Nota. En la tabla se muestra los datos más importantes de la empresa, en la cual se especifica la dirección de ubicación, actividad comercial, el nombre comercial y la condición de funcionamiento si se encuentra activo

Figura 2

Mapa de ubicación en la empresa



Nota. En la imagen plasmada se presenta la ubicación actual de la empresa Industrias Generales e Inversiones Don lucho SRL.

3.1.2 Lineamientos estratégicos

- Visión

Ser la mejor marca posicionada como una empresa líder en el sector metalmeccánica, ofreciendo productos y servicios que cumplan con los estándares de calidad, logrando satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

- Misión

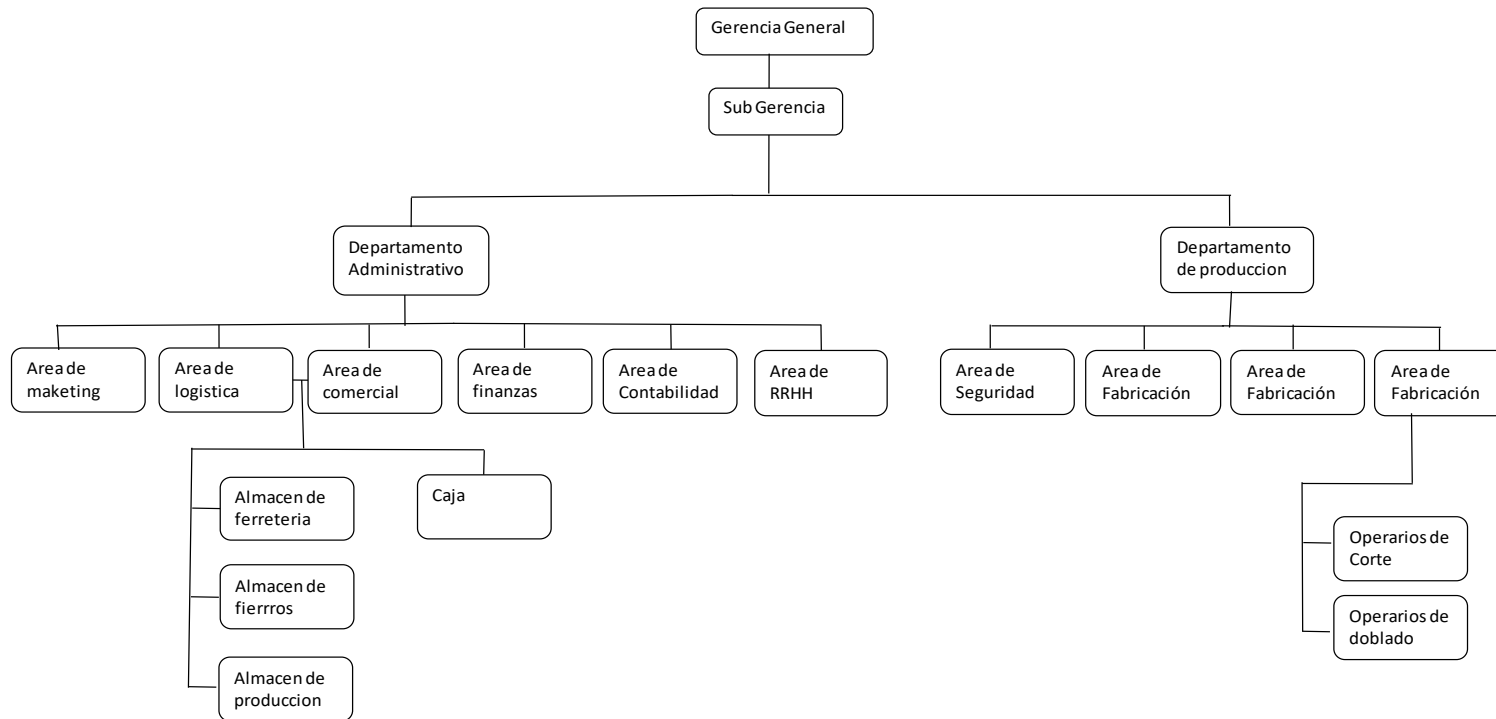
Somos una empresa peruana de fabricación y comercialización de metal mecánica, cumplimos con las expectativas y necesidades de los clientes ofreciendo una alta gama de productos de calidad, precio y servicio, a través del mejoramiento continuo.

- Valores

- Trabajo en equipo
- Originalidad
- Compromiso con el cliente
- Puntualidad
- Mejora Continua
- Honestidad
- Transparencia
- Cumplimiento

3.1.3 Organigrama

Figura 3
Organigrama de la empresa



Nota. En la figura se muestra la estructura del organigrama, en la cual está conformada desde el gerente general, los departamentos de cada área tanto administrativo como de producción.

3.1.4 Principales proveedores

Tabla 4

Principales proveedores de la empresa

PROVEEDORES	LOGO DE EMPRESA
Herramientas y accesorios S.A.C	
Industrias nacionales de metales S.A.C	
Poli metales S.A.	
Huemura S.A.	
Tubos y perfiles metálicos S.A.	
Anypsa Corporation S.A.	
Inca tubos S.A.	
Comercial del acero S.A.	
Tadi S.A.	

Imelsa Internacional S.A.



Jahesa S.A.



Precor S.A.



JN aceros E.I.R.L.



Corporación peruana de productos químicos S.A.



Aceros y Techos S.A.



Corporación aceros Arequipa S.A.



3.1.5 Principales clientes

Tabla 5

Principales clientes de la empresa

CLIENTES	LOGO DE EMPRESA
Grupo lives S.A.	
Universidad Nacional de Trujillo	
Universidad Alas Peruanas	
Universidad Privada Antenor Orrego	
Universidad Privada Leonardo da Vinci	
Universidad privada del Norte	
Seguro Social de Salud	
Superintendencia Nacional de Administración Tributaria	
Superintendencia Nacional de los Registros Públicos	
Cibertec Perú S.A.C	
Romero Trading S.A.	

Casa grande S.A.A



Thermo bus S.A.C.



Cipsur E.I.R.L.



Fabricaciones metálicas y servicios RG S.A.C



Dámper S.A.C.



Municipalidad Distrital de Chicama



Municipalidad Distrital de La Esperanza



Municipalidad Provincial de Trujillo



Municipalidad Provincial de Virú



Minera Cooper Caver S.A.C



Clínica San Pablo



3.1.6 Principales productos o servicios

Industrias e inversiones Don Lucho se dedica a la fabricación de estructuras metálicas como, por ejemplo:

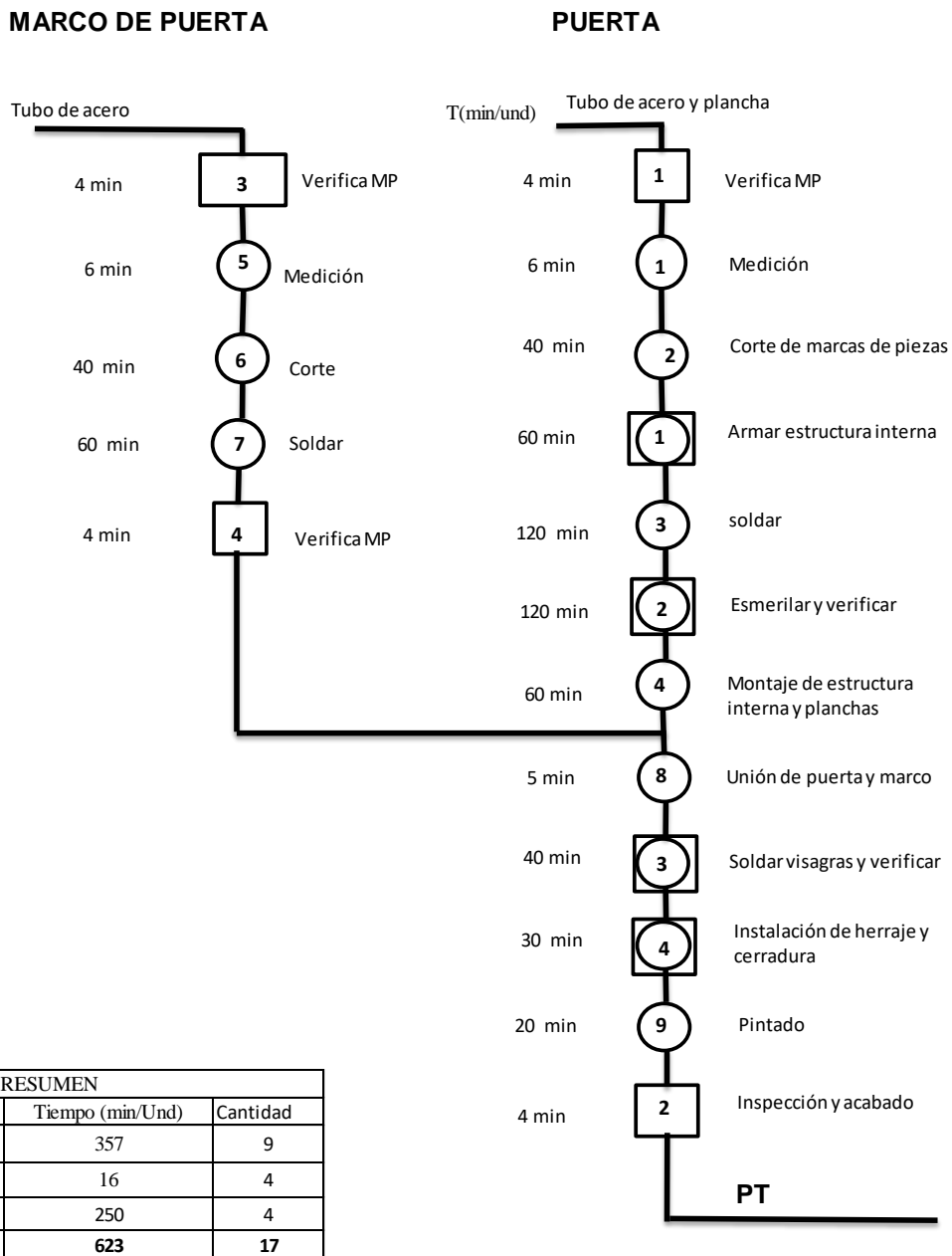
Tabla 6
Productos fabricados en la empresa

PRODUCTOS	
- Toldo UPAO	- Portones Guadalupe
- Puertas enrollables	- Portón Chicama
- Camas	- Rieles
- Portón edicas	- Tobogán
- Sillas Chapén	- Coche portátil
- Bancas iglesia	- Canaletas UPN
- Andamio ferretería	- Bandeja de acero
- Sillas	- Tronzadora PL
- Escalera de gato	- Pintado tubos
- Puerta edicas	- Pasamanos Cascas
- Rueda ferro centro	- Servicio cascás

Nota. se muestra los principales productos fabricados en la empresa, cabe resaltar que estos son fabricados con material de calidad de acuerdo con el requerimiento de los clientes con el objetivo de obtener clientes fidelizados.

3.2 Proceso productivo (DOP)

Figura 4
Diagrama de operaciones de una puerta



Nota. En la figura se muestra el diagrama de operaciones con sus respectivos tiempos para poder fabricar una puerta.

3.3 Diagnóstico del área problemática [DAP, FODA]

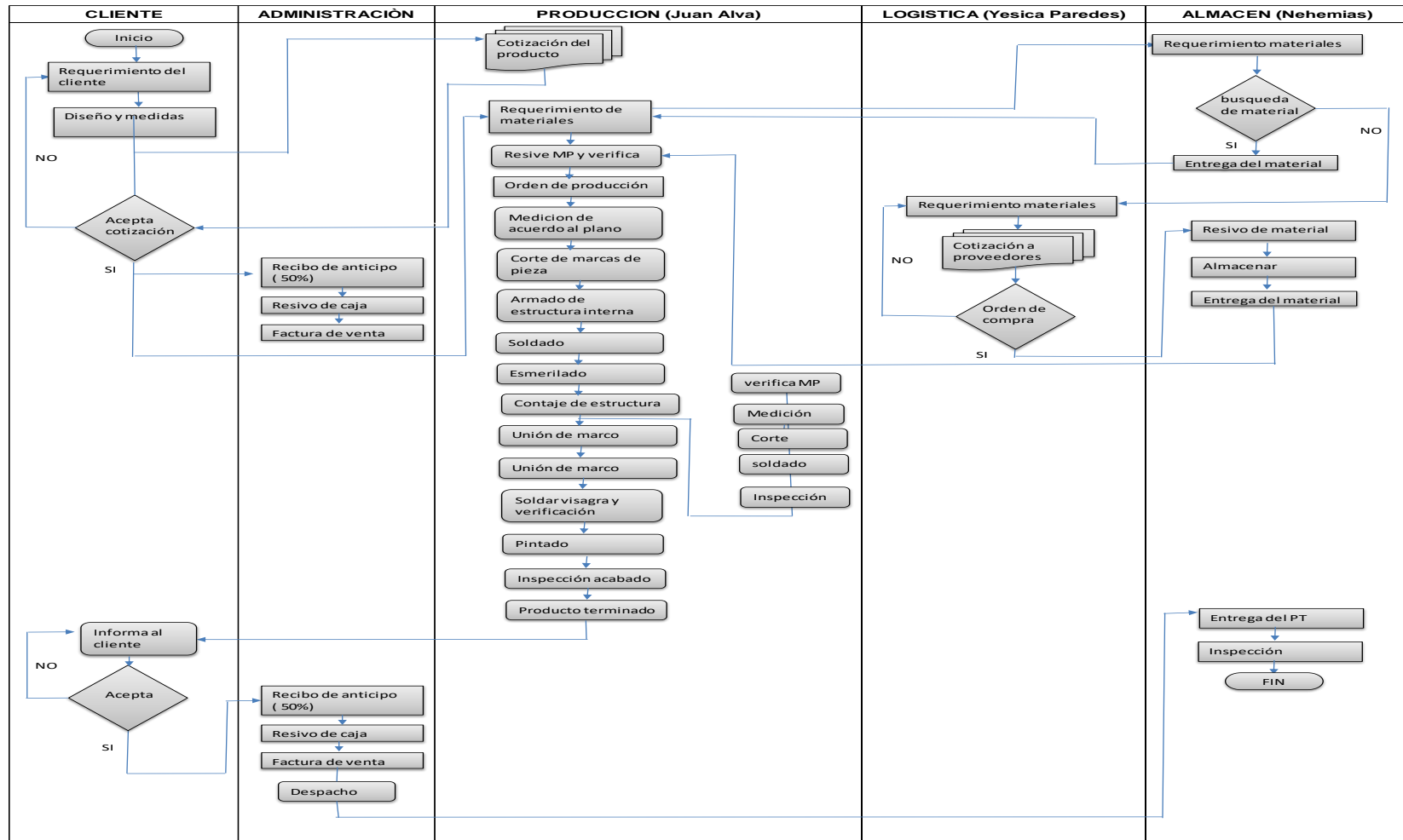
3.3.1 DAP

Figura 5
Diagrama de análisis de operaciones de una puerta.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE OPERACIONES									
Diagrama N°1 Hoja N°1		RESUMEN							
OBJETIVO: Identificación del proceso productivo		ACTIVIDAD						ACTUAL	
LUGAR: PRODUCCIÓN		Operación	○						
OPERARIO:		Transporte	⇨						
FICHA N°1		Demora	∩						
COMPUESTO POR: Laiza Alayo Fanny Liset		Inspección	□						
FECHA: 13/ 10/ 19		Almacén	▽						
APROBADO POR:									
FECHA: 15/ 10/ 19									
DESCRIPCIÓN	DIST.	TIEMP O (m)	○	□	∩	⇨	∩	▽	OBSERVACIONES
Verificar MP		4	●						
Medición		6	●						
Transportar a la cortadora	7 metros	6	●			⇨			Se observo que el área de cortado esta lejos al area de soldadura
Cortar marcas de pieza		40	●						
Armar estructura interna		60	●						
Soldar		120	●						
Esmearlar		120	●						
Requerimiento de material (Disco de corte)		5	●			⇨			Transporte al área de almacen para requerir el producto.
Montaje de estructura interna y planchas		60	●						
Verificar MP de tubo		4	●						
Medición de tubo de acero		6	●						
corte de tubo		40	●						
soldar		60	●						
Inspeccion de tubo		4	●						
Unir puerta y planchas		5	●						
Soldar visagra y verificar		40	●						
Instalacion de herradura y cerradura y verificar		30	●						
Pintado		20	●						
Requerimiento de material (Pintura)		5	●			⇨			Transporte al área de almacen para requerir el producto.
Secado		50							Secado al aire libre
Inspeccion y acabado		4	●						
Transporte al almacen de PT	4 metros	5	●			⇨			Transporte del area de acabado al almacen de PT
Almacenamiento		0							
TOTAL	11	694							

RESUMEN			
EVENTO	SIMBOLO	Tiempo (min/Und)	Cantidad
Operación	○	357	6
Inspección	□	16	2
Combinada	∩	250	4
Demora	∩	50	1
Transporte	⇨	21	4
Almacenamiento	▽	0	1
Total		694	18

3.4 Flujograma



3.5 Foda

A continuación, se detalla las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa Industrias generales e inversiones Don Lucho.

Tabla 7
FODA

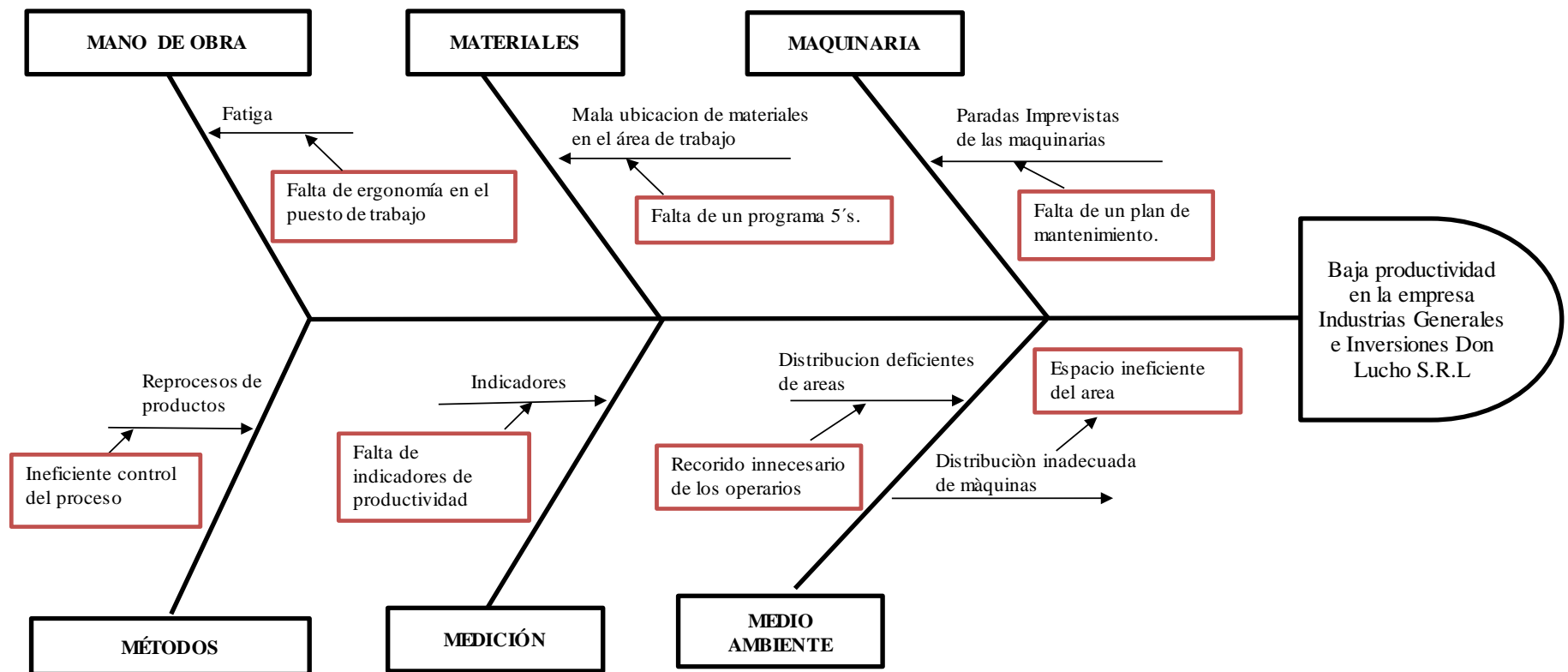
FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA		FACTORES EXTERNOS A LA EMPRESA	
DEBILIDADES (-)		AMENAZAS (-)	
1	Carencia de marca reconocida en el mercado.	1	Falta de publicidad
2	Carencia de una misión y visión en su empresa	2	Retratos con los futuros contratos.
3	Falta de innovación de sus productos	3	Competencias en precios
4	Posicionamiento en el mercado	4	Sus productos aun no presentan certificado que garanticen su calidad.
5	Falta de control de calidad en el proceso	5	Alta rotación de personal por falta de producción
6	Falta de aplicación de políticas	6	Mala distribución de las áreas del proceso de producción
7	Falta de controles para el cuidado del medio ambiente		
8	Falencias en el manejo contable		
FORTALEZAS (+)		OPORTUNIDADES (+)	
1	Trato al cliente	1	Charlas con los proveedores
2	Alta gama de productos	2	La gran cantidad de industrias facilitan la oferta de los productos.
3	Horarios de atención accesibles a los trabajadores	3	Desarrollo de la Industria metalmecánica
4	Diversidad de materiales que ofrece	4	Creación de nuevos puestos de trabajo.
5	Asesoría al cliente respecto al producto que quiere fabricar	5	Los avances tecnológicos para mejorar el proceso de producción.
6	Atención rápida al cliente	6	Capacitación con microempresarios de sus productos en venta.
7	Se adapta a las altas exigencias del cliente		
8	Clientes fidelizados		
9	Buen clima laboral con los trabajadores		

3.6 Diagrama de Ishikawa

Para realizar el análisis de las causas que genera la baja productividad en la empresa se aplicó una herramienta para facilitar e identificar sus posibles soluciones.

Figura 6

Diagrama de Ishikawa.



Nota. En la siguiente imagen se muestra las causas que generan baja productividad en la empresa industrias e Inversiones Don Lucho.

Para poder determinar las causas raíz que generan mayor impacto en la baja productividad de la empresa, se realizó el diagrama de Pareto en función a las pérdidas económicas que esta representa en el área de producción a continuación se muestra lo siguiente:

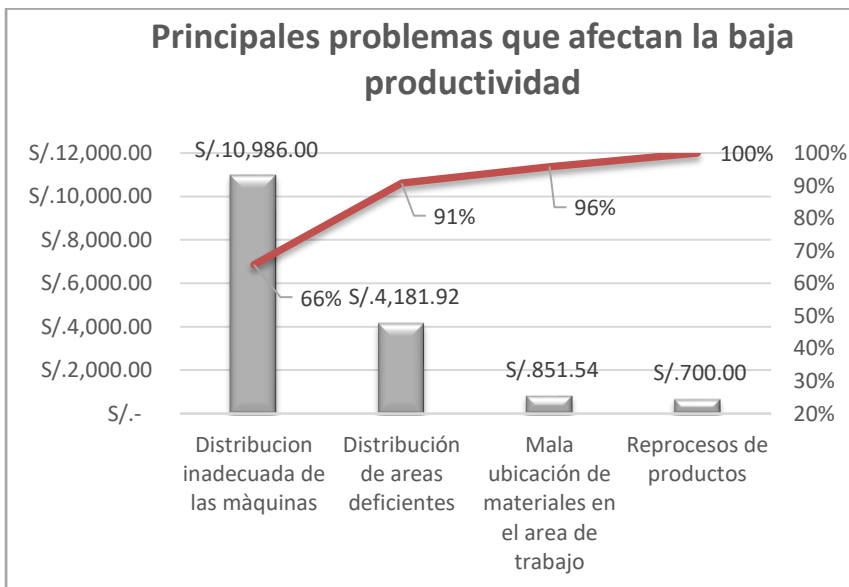
3.7 Priorización de pérdidas económicas (Pareto)

Tabla 8
Diagrama de Pareto

IDENTIFICACION DE PROBLEMA	COSTEO (S/.Año)	Porcentaje Relativo (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Distribucion inadecuada de las màquinas	S/. 10,986.00	66%	66%
Distribución de areas deficientes	S/. 4,181.92	25%	91%
Mala ubicación de materiales en el area de trabajo	S/. 851.54	5%	96%
Reprocesos de productos	S/. 700.00	4%	100%
TOTAL	S/. 16,719.46	100%	

Nota: En la tabla se detalla la priorización de pérdidas económicas en la empresa

Figura 7
Diagrama de Pareto



Nota: El grafico se detalla que la causa que tiene más pérdidas es la distribución inadecuada de máquinas con un 66% y un 25% la distribución de áreas deficientes.

Para poder determinar cuáles son las causas que generan más pérdidas en la empresa industrias generales e inversiones don Lucho S.R.L se realizó la monetización de las cuatro causas principales como la distribución de áreas deficientes, distribución inadecuada de máquinas lo que ocasiona pérdida de áreas ocupadas por equipo en desuso, pérdida por ubicación no estándar de materiales y reprocesos de productos.

3.8 Monetización de las causas

3.8.1 Monetización de pérdidas por tiempo improductivo.

Tabla 9
Pérdidas generadas por traslado

ACTIVIDADES QUE GENERAN PERDIDAS DE TIEMPO					
ACTIVIDADES	Número de veces día	Tiempo (hr)	Costo hora	Costo total	
Tiempo de recorrido entre el area de produccion y almacen de ferreteria.	9	1.05 hrs	7.07	S/	192.94
Trasladar piezas desde el àrea de soldadura al àrea de corte.	10	0.67 hrs	4.49	S/	77.78
Traer herramientas y materiales del almacen de producciòn.	5	0.67 hrs	4.49	S/	77.78
TOTAL		2.38 hrs	16.04 hrs	S/	348.49

Nota. Datos tomados en la empresa representan el tiempo de traslado por áreas, ya que el operario se trasladadas desde su área de proceso a pedir un material al almacén de ferretería en caso le falte el producto.

Figura 8
Distribución de áreas deficientes

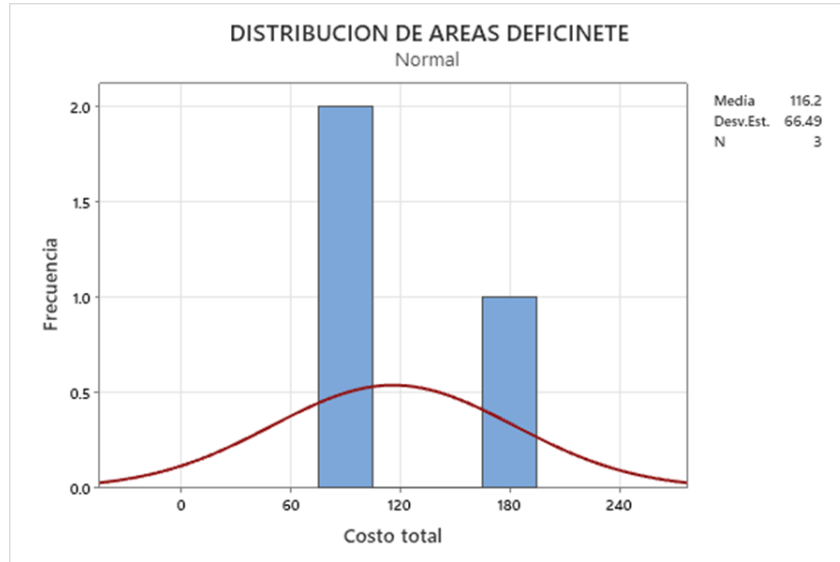
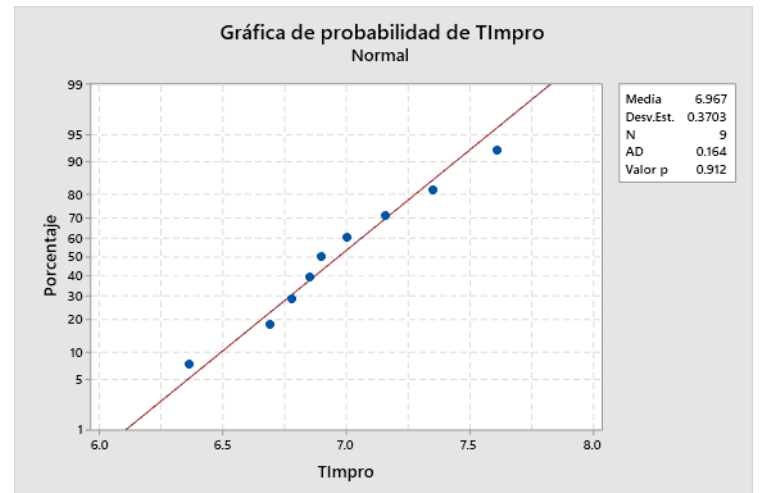
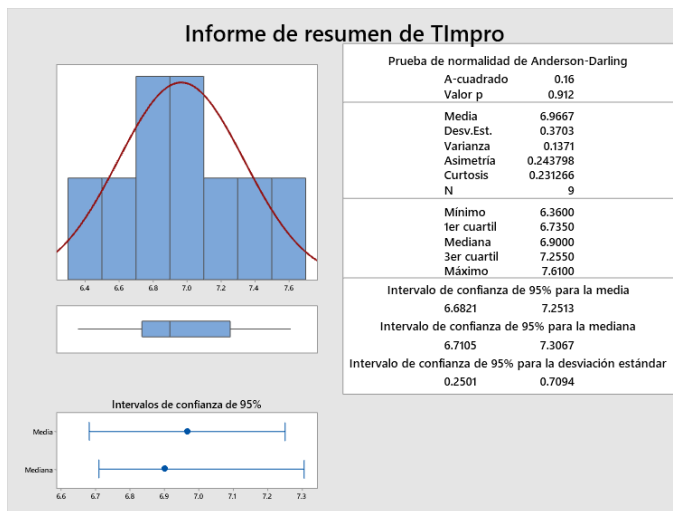


Figura 9
Tiempo recorrido de producción



Nota: El grafico se detalla el tiempo y número de veces recorrido por día en el área de producción a ferretería.

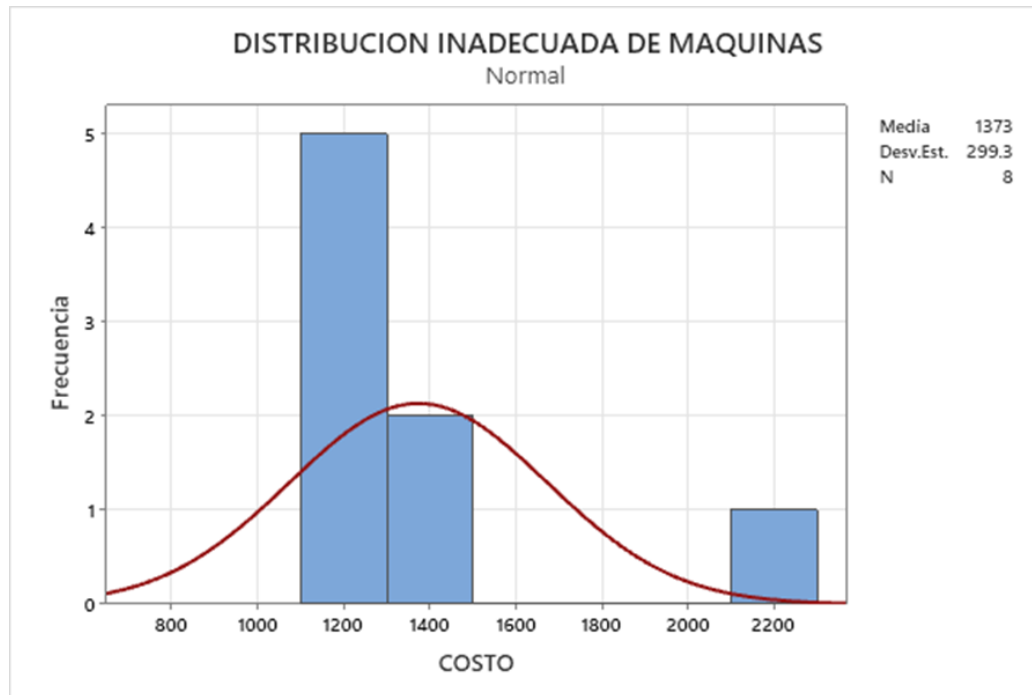
3.8.2 Monetización de pérdidas por áreas ocupadas con equipo en desuso

Tabla 10
Pérdidas por distribución inadecuada Anual

ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA	SERIE	CÓDIGO INTERNO	DISPONIBILIDAD	AREA	COSTO
3	MAQUINA DE SOLDAR TIG	EASI 250	WELDWELL	IEC974-1	MASTIG-WW-03	NO OPERATIVA	MAESTRANZA	S/ 1,390.00
18	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	AC-225	LINCOLN ELECTRIC	10420T309	MASOEL-LE-02	NO OPERATIVA	MAESTRANZA	S/ 1,225.00
19	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	TH-235	HOBART	86988368	MASOEL-HO-01	NO OPERATIVA	MAESTRANZA	S/ 1,300.00
20	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	S/M	HOBART	S/S	MASOEL-HO-02	NO OPERATIVA	MAESTRANZA	S/ 1,245.00
21	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	S/M	S/M	S/S	MASOEL-SM-01	NO OPERATIVA	MAESTRANZA	S/ 1,276.00
23	TALADRO DE BANCO 5/8	S/M	KAILI	S/S	TABA58-KA-01	NO OPERATIVA	MAESTRANZA	S/ 2,100.00
29	MOTO SOLDADOR	S/M	S/M	S/S	MOTSOL-SM-01	NO OPERATIVA	ALMACEN DE PT	S/ 1,200.00
48	TALADRO DE BANCO 5/8	S/M	S/M	S/S	TABA58-SM-01	NO OPERATIVA	ALMACEN DE PT	S/ 1,250.00
TOTAL								S/ 10,986.00

Nota. Máquinas no operativas que ocupan espacio en el área de producción y generan gastos a la empresa.

Figura 10
Distribución inadecuada de las maquinas



. Nota: El grafico se detalla la distribución inadecuada de máquinas en el área de producción el total de ellas son inoperativas.

3.8.3 Monetización de pérdidas por mala ubicación de materiales en el área de trabajo

Tabla 11

Perdidas monetarias por mala ubicación de materiales de trabajo Mensual

AREA DE PINTADO				
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Kit de regla malograda	Und	2	S/9.70	S/19.40
Arandela 1/4	Kg	1	S/6.50	S/6.50
Remache 5/8 x 1/4	Kg	1	S/7.80	S/7.80
Guante latex quirurgico roto	par	2	0.5	S/1.00
Trapo industrial	Kg	2	S/4.50	S/9.00
Thinner destapado	Gl	3	S/15.50	S/46.50
Zincromato x10 vencido	Gl	1	S/46.00	S/46.00
balleta 0.75 LAF EXTRA	Pza	22	19.34	S/425.48
Regla engrape T 1.5	Und	1	S/61.80	S/61.80
Punto azul	Kg	2	S/13.50	S/27.00
Gloss blanco	Gl	2	S/19.13	S/38.26
Mascarilla 3m rota	Und	1	S/3.50	S/3.50
Disco flap # 40 klingspor	Und	1	S/11.00	S/11.00
Remache 5/8 x 1/4	Kg	1	S/7.80	S/7.80
Gloss blanco	Gl	2	S/57.00	S/114.00
Trapo industrial	Kg	1	S/4.50	S/4.50
Lija # 60 abralit desgastada	Und	1	S/2.00	S/2.00
Disco de corte 4 1/2 x 3 /64 3M desgastado	Und	5	S/4.00	S/20.00
TOTAL				S/851.54

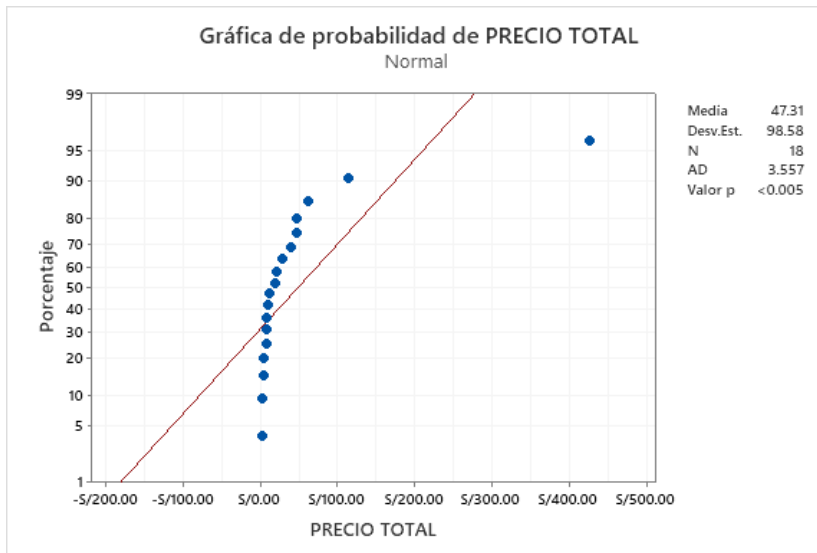
Nota: En la tabla se detalla los materiales que esta acumulado en el área de Pintado, lo cual genera gastos para la empresa, ya que no tienen un registro de estos materiales.

Figura 11

Materiales recopilados del área de pintado en producción



Figura 12
Perdidas monetarias por mala ubicación de materiales de trabajo



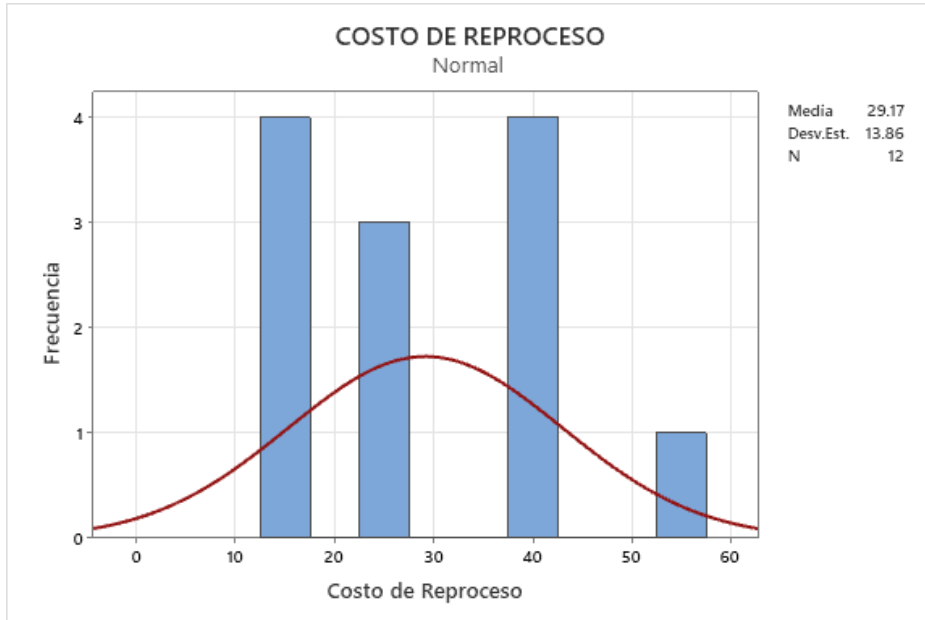
3.8.4 Monetización de pérdidas por reproceso.

Tabla 12
Pérdidas Monetarias por puertas reprocesadas mensual

Año	Puertas Reprocesadas	Producidos	Costo de Reproceso
Enero	2	10	S/ 26.92
Febrero	1	12	S/ 13.46
Marzo	2	11	S/ 26.92
Abril	1	9	S/ 13.46
Mayo	1	10	S/ 13.46
Junio	3	13	S/ 40.38
Julio	3	14	S/ 40.38
Agosto	3	10	S/ 40.38
Setiembre	2	12	S/ 26.92
Octubre	1	13	S/ 13.46
Noviembre	3	14	S/ 40.38
Diciembre	4	12	S/ 53.85
TOTAL			S/ 700.00

Nota. Número de puertas reprocesadas por cada mes en todo un año.

Figura 13
Costo de puertas reprocesadas



3.9 Análisis de causa raíz.

3.9.1 Análisis de causa raíz de pérdidas por tiempo improductivo

Tabla 13
Distribución de áreas deficientes

LOS 5 ¿POR QUÉ?					
Causa de fallo potencial	1. ¿Por qué la distribución es deficiente?	2. ¿Por qué hay recorrido innecesario de los operarios?	3. ¿Por qué hay pérdidas de tiempo en su proceso?	4. ¿Por qué los colaboradores se distraen?	5. ¿Por qué las áreas no están ubicadas de acuerdo con su proceso?
Distribución de áreas deficientes	Porque hay recorrido innecesario de los operarios	Por qué hay pérdidas de tiempo en su proceso	Porque los colaboradores se distraen de sus funciones.	Por qué las áreas no están ubicadas de acuerdo con el proceso productivo.	Falta de una distribución orientada al Proceso.

3.9.2 Análisis de causa raíz de pérdidas por áreas ocupadas con equipo en desuso

Tabla 14

Distribución inadecuada de las maquinas

Causa de fallo potencial	LOS 5 ¿POR QUÉ?				
	1. ¿Por qué la distribución de máquinas es inadecuada?	2. ¿Por qué hay no hay espacio en las áreas de trabajo?	3. ¿Por qué no hay un control de registro de las maquinas?	4. ¿Por qué falta asignar una función de registro al operador?	5. ¿Por qué las maquinas están generando perdidas en la empresa?
Distribución inadecuada de las máquinas	Por qué no hay espacio en las áreas de trabajo.	Por qué no hay un control de registro de las máquinas malogradas ni operativas.	Porque falta asignar una función a un operador	Porque las maquinas están generando perdidas en la empresa.	Porque no esa siendo usada y ocupa espacio.

3.9.3 Análisis de causa raíz de pérdidas por mala ubicación de materiales de trabajo

Tabla 15

Mala ubicación de materiales en el área de trabajo

Causa de fallo potencial	LOS 5 ¿POR QUÉ?				
	1. ¿Por qué hay mala ubicación de materiales en el área de trabajo?	2. ¿Por qué hay no hay espacio en las áreas de trabajo?	3. ¿Por qué falta la aplicación de la herramienta 5 s?	4. ¿Por qué falta orden y limpieza en el área de trabajo?	5. ¿Por qué la empresa esta desordenada?
Mala ubicación de materiales en el área de trabajo	Por qué no hay espacio en las áreas de trabajo.	Porque falta la aplicación de la herramienta 5s.	Porque falta orden y limpieza en el área de trabajo	Porque el área de producción esta desordenada	Porque no hay compromiso y responsabilidad de orden de cada área.

3.9.4 Análisis de causa raíz de pérdidas por reproceso

Tabla 16

Reprocesos de productos

Causa de fallo potencial	LOS 5 ¿POR QUÉ?				
	1. ¿Por qué hay reprocesos de productos?	2. ¿Por qué hay tiempo improductivo?	3. ¿Por qué no hay un control en el proceso?	4. ¿Por qué hay ausencia de métodos de trabajo?	5. ¿Por qué no hay una herramienta que especifique las funciones a realizar?
Reprocesos de productos	Porque hay tiempo improductivo	Por qué no hay un control en el proceso	Porque hay ausencia de métodos de trabajo	Porque no hay una herramienta que especifique las funciones pendientes, en proceso y las terminadas.	Por desconocimiento de los colaboradores de la empresa.

3.10 Matriz de indicadores de causa raíz.

Tabla 17

Matriz de cuantificación y costos

MATRIZ DE CUANTIFICACIÓN Y COSTOS						
I	CAUSA RAZ	INDICADOR	FORMULA	VALOR ACTUAL %	VALOR. META%	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR1	Distribución de áreas deficientes	% áreas deficientes	$\frac{\text{Distribución de áreas deficiente}}{\text{Total de areas}} \times 100$	30%	90%	Distribucion por proceso
CR2	Distribucion inadecuada de las máquinas.	Plan de distribucion detallada	$\frac{\text{Area disponible } m^2}{\text{Area requerida } m^2} \times 100$	S/. 10,986.00	80%	Planificación sistematica de distribución
CR3	Mala ubicación de materiales en el area de trabajo	Tiempo de búsqueda de materiales		S/851.54	90%	Herramienta 5s
CR4	Reprocesos de productos	Distribucion orientada al proceso	$\frac{\text{reprocesos en los productos}}{\text{Total de procesos}} \times 100$	S/ 700.00	95%	kanban

Nota: En la tabla se detalla la matriz de cuantificación y costos, detallando sus cuatro causas raíz principales en la empresa.

3.1.8 Determinar la productividad actual

Para poder determinar la productividad actual se tendrá en cuenta el tiempo disponible sobre el tiempo que nos toma fabricar una puerta, como se puede ver en la tabla 18.

Tabla 18
Productividad actual de la empresa

Productividad Actual		
	Tiempo (Min)	Unidad
Fabricación de Puerta	694	min/puerta
Tiempo Disponible	12480	min/mes
Productividad	18	Puertas

Nota: Se muestra la productividad de 18 unidades que se puede fabricar en un mes.

3.11 Desarrollo de las Propuestas de Mejora

3.11.1 Planificación sistemática de Distribución

Distribución general de la empresa

El objetivo de la planificación sistemática de distribución es localizar las áreas con alta frecuencia de interrelaciones cercanas para evitar demoras y obtener un aumento de producción, usando una serie de pasos:

En primer lugar, establecer las relaciones entre las diferentes áreas de la planta y graficar el diagrama. Después, obtener los requerimientos de cada espacio de la planta en metros; por consiguiente, implantar un requerimiento visual de planta de acuerdo con su importancia de cercanía. A continuación, se detalla la distribución actual de la empresa.

Figura 14
Distribución Actual de la empresa

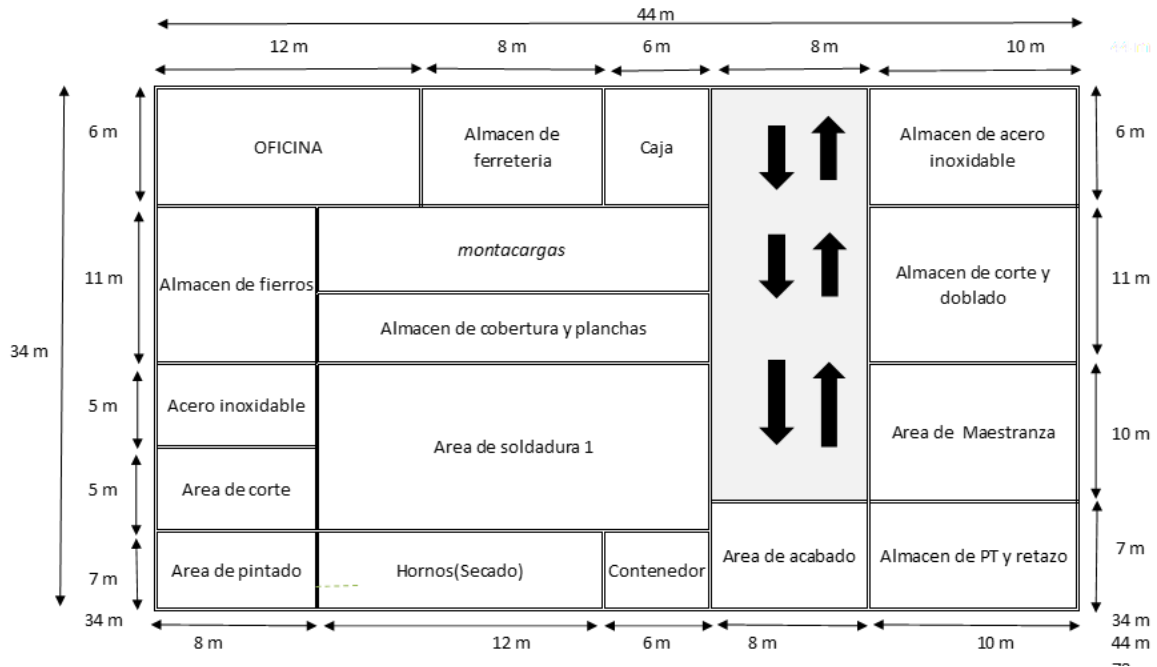
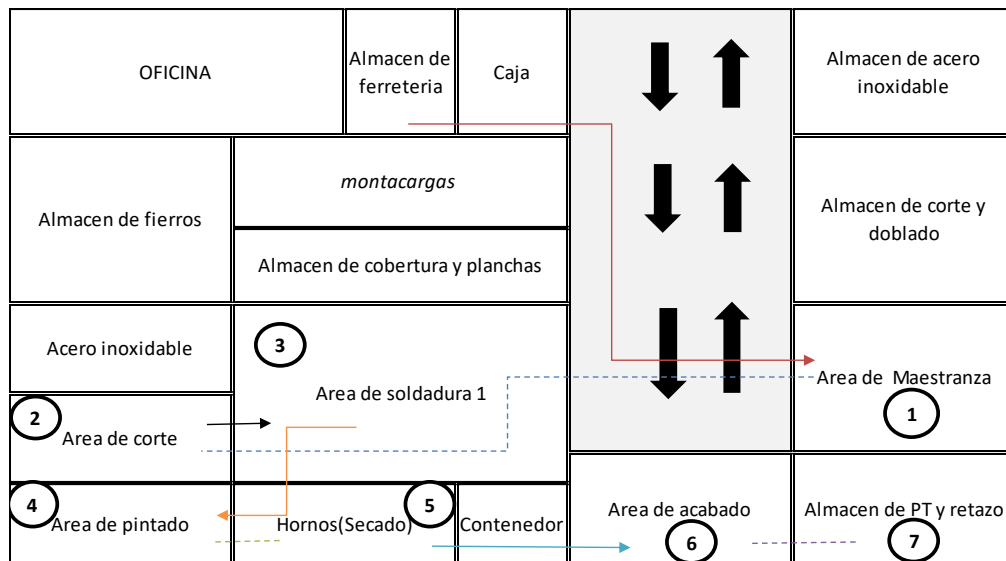


Figura 15
Diagrama de recorrido del proceso de producción



Aplicando la planificación sistemática de la distribución podremos mejorar los espacios de la distribución de planta, para ello se desarrollará en base a la importancia y las razones de cercanía para cada puesto de trabajo, a continuación, se presentan los siguientes cuadros:

Figura 16
Razones e importancia de cercanía







Código	Razón	Valor	Cercanía	Código de líneas	Pesos numéricos
1	Comparten el mismo personal	A	Absolutamente necesario		16
2	Calidad del producto	E	Especialmente importante		8
3	Ruido excesivo	I	Importante		4
4	Distancia recorrida	O	Cercanía ordinaria.OK		2
5	compartan el mismo espacio	U	Poco Importantew		0
6	Sin relación	X	Indeseable		-80
7	Utilizan el mismo equipo				
8	Abastecimiento de Materia prima				
9	secuencia del flujo de trabajo				

Figura 17
Visualización de plano de distribución

ÁREA	A														
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.- Almacen de ferreteria	I	U	I	X	U	U	U	E	E	O	I	I	O	O	
	9	3,4	8	4	6	6	8	9,8	1,9	8,4	4	5,4	4	4	
2.Area de acero inoxidable	U	U	U	O	U	O	U	E	U	U	U	O	O		
	4,9	9	9	9	9	9	8,4	9,4	9	9,6	3	4,9	4		
3.- Área de corte	E	E	I	O	O	A	U	O	U	X	O	U			
	9,5	4,9	4,1	6	9	9,4	9,4,2	9	8	9,4	3	U	9		
4.- Area de pintado	I	U	X	X	U	U	U	X	O	O	O	O			
	9,4	2	2	2,9	2	9	9	4	4	9	6				
5.- Área de soldadura	I	I	U	U	X	U	U	X	O	O					
	9	3,4	9	4	4	6	6	3	9	9,4					
6.- Area de Secado	.				E	O	O	U	U	X	U	U	O		
					9,1	9	9	2	9	9,4	4	9	6		
7.- Area de acabado					E	X	U	O	U	U	O				
					9	9	1	9	4	6,4	4	4			
8.- Almacen de PT						U	U	O	U	U	U	O			
						9	1,9	9	5	4,8	4,8	9			
9.- Area de Maestranza						U	A	O	U	U	U				
						1,4	4,9	4,9	9	9	4				
10.Contenedores						A	I	I	O	O					
						4	9,4,1	1,7	4	9					
11.-Almacen de corte y doblado						A	U	U	U						
						4	5	4,9	4						
12.-Almacen de acero inoxidable						I	U	U							
						9	4,3	4							
13.-Oficina						E	E								
						4	7,8								
14.-Almacen de fierros						E									
							9,4								
15.-Almacen de cobertura y planchas															

Figura 18
Visualización de red Inicial de acuerdo a su importancia de cercanía

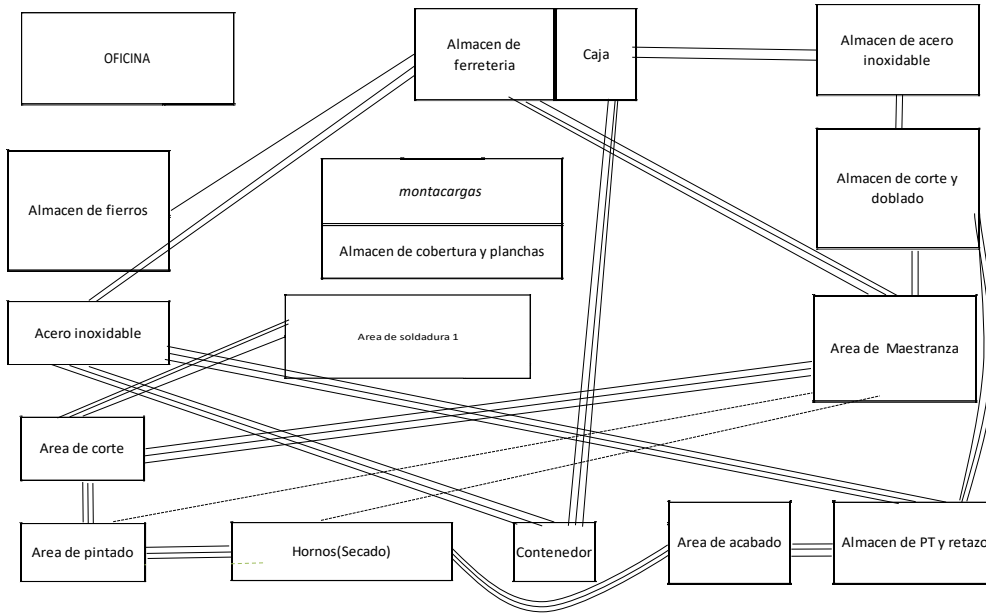
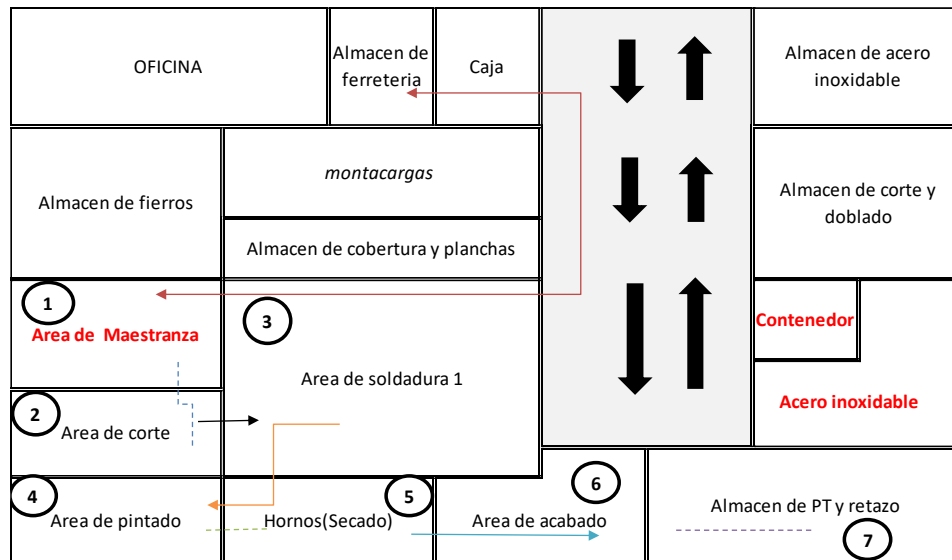


Figura 19
Diagrama de recorrido del proceso de producción mejorado



Distribución física de planta

Para poder mejorar la productividad se propone realizar el arreglo general de cada una de las áreas para las principales máquinas que se usan en el trabajo. Para ello se determinó las necesidades de espacio utilizando el método de Guerchet. El área total requerida es 188.50 m² y los cálculos se muestran a continuación.

Donde:

$$K = \frac{h1}{2xh2}$$

$$K = 1.2184$$

Fórmula de Cálculo de Superficies:

$$St = N (Ss + Sg + Se)$$

$$Ss = \text{largo} \times \text{ancho}$$

$$Sg = Ss \times n$$

$$Se = (Ss + Sg) k$$

A continuación, se detalla los cálculos correspondientes:

Tabla 19
Cálculo de Superficies

	MAQUINAS	N	n	Ss	Sg	Se	St
1	MAQUINA DE SOLDAR TIG	1	1	0.059	0.059	0.143	0.260
2	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	1	1	0.153	0.153	0.373	0.679
3	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	2	1	0.132	0.132	0.323	1.175
4	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	1	1	0.133	0.133	0.325	0.592

5	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	1	1	0.133	0.133	0.324	0.590
6	TALADRO DE BANCO 5/8	1	1	0.483	0.483	1.177	2.143
7	MOTO SOLDADOR	1	1	0.225	0.225	0.549	1.000
8	TALADRO DE BANCO 5/8	2	2	0.483	0.966	1.765	6.429
9	MAQUINA DE SOLDAR TIG	4	3	0.063	0.190	0.309	2.252
10	PULIDORA DE ACERO INOXIDABLE (HECHIZA)	1	1	1.297	1.297	3.161	5.755
11	SIERRA CINTA	2	4	0.124	0.496	0.755	2.751
12	TALADRO DE BANCO 5/8	3	3	0.483	1.449	2.354	12.858
13	ESMERIL DE BANCO 3/4	3	2	0.100	0.201	0.367	2.006
14	TRONZADORA ELÉCTRICA (HECHIZA)	2	1	3.003	3.003	7.318	26.648
15	DOBLADORA DE TUBOS (HECHIZA)	4	2	0.077	0.154	0.281	2.044
16	MÁQUINA DE SOLDAR MIG TRIFASICA	2	2	0.153	0.306	0.559	2.037
17	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	6	2	0.149	0.298	0.544	5.945
18	PRENSA HIDRAULICA TRIFASICA	1	1	0.975	0.975	2.376	4.326
19	PRENSA EXCENTRICA TRIFASICA	1	1	2.380	2.380	5.800	10.560
20	TORNO REVÓLVER	1	2	2.100	4.200	7.676	13.976
21	MÁQUINA DE SOLDAR TRIFASICA 323	1	1	0.185	0.185	0.450	0.820
22	MOTO SOLDADOR	1	2	0.225	0.451	0.824	1.500
23	TRONZADORA ELÉCTRICA	2	1	0.124	0.124	0.302	1.100
24	MÁQUINA DOBLADORA DE PLANCHAS MANUAL (HECHIZA)	1	2	2.205	4.410	8.060	14.675

25	EQUIPO DE OXICORTE	1	1	0.130	0.130	0.317	0.577
26	COMPRESORA DE FAJA MONOFASICA	2	4	0.211	0.845	1.287	4.685
27	COMPRESORA DE AIRE TRIFASICA	2	2	0.285	0.570	1.042	3.793
28	CIZALLA DE CORTE MANUAL (HECHIZA)	2	3	1.119	3.357	5.453	19.857
29	MÁQUINA DE PINTURA EN POLVO	3	2	0.265	0.529	0.967	5.283
30	HORNO DE PINTURA	1	1	2.530	2.530	6.165	11.225
31	CABINA DE PINTURA	1	1	2.621	2.621	6.386	11.628
32	MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA ROJA	2	2	0.225	0.451	0.824	3.000
33	MAQUINA CORTADORA DE PLASMA	1	2	0.185	0.370	0.675	1.230
34	TORNILLO DE BANCO	1	3	0.088	0.265	0.430	0.783
35	TORNILLO DE BANCO	2	2	0.119	0.238	0.434	1.581
36	MÁQUINA DOBLADORA DE TUBOS ELÉCTRICAS	1	2	0.167	0.334	0.611	1.113
37	SIERRA CIRCULAR (HECHIZA)	1	2	0.244	0.487	0.890	1.621
AREA TOTAL							188.50

Después de realizar la distribución general de áreas, se analizó las dimensiones de cada máquina que está en el área de producción, incluyendo máquinas operativas y no operativas. Si bien es cierto las máquinas que no están operativas generan un espacio en el área, lo cual ocasiona un costo. Es por ello, que se traslada al área de acero inoxidable, ya que es el área que no se usa con frecuencia y cuenta con el espacio suficiente para dichas máquinas.

Para poder también mejorar y etiquetar las maquina se creó un modelo de tarjeta Kanban:

Figura 20
Maquina Operativa.

MÀQUINAS OPERATIVAS	
Equipo:	MÁQUINA DE PINTURA EN POLVO
Modelo:	GRACO-RX890
Marca:	GRACO
Serie:	1192017-3922
Cod int:	MAPIPO-GR-01
Area:	PINTADO
Fecha inv:	29/11/2019

Figura 21
Maquinas Malogradas

MÀQUINAS MALOGRADAS	
Equipo:	
Modelo:	
Marca:	
Serie:	
Cod:	
Area:	
Fecha inv:	

Figura 22
Solución por trabajador

MÁQUINA PUEDE SER SOLUCIONADA POR EL COLABORADOR	
Equipo:	<input type="text"/>
Modelo:	<input type="text"/>
Marca:	<input type="text"/>
Serie:	<input type="text"/>
Cod:	<input type="text"/>
Area:	<input type="text"/>
Fecha inv.:	<input type="text"/>

Figura 23
Maquina con anomalía de Seguridad

ANOMALIAS DE SEGURIDAD	
Equipo:	<input type="text"/>
Modelo:	<input type="text"/>
Marca:	<input type="text"/>
Serie:	<input type="text"/>
Cod:	<input type="text"/>
Area:	<input type="text"/>
Fecha inv.:	<input type="text"/>

Para la implementación se tiene el siguiente diagrama, el cual ayudará a tener un control de los tiempos con el fin de realizar cada actividad.

Tabla 20
Cronograma de implementación

Distribución de Instalaciones								
Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Análisis de la empresa								
Contabilizar y medir maquinas								
Clasificar maquinas operativas								
Realización de método guerchet								
Nuevos espacios para cada área								
Verificación de resultados								
Seguimiento								

Tabla 21
Distribución de máquinas después de la propuesta

ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA	SERIE	CÓDIGO INTERNO	DISPONIBILIDAD	AREA	COSTO
3	MAQUINA DE SOLDAR TIG	EASI 250	WELDWELL	IEC974-1	MASTIG-WW-03	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,390.00
18	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	AC-225	LINCOLN ELECTRIC	10420T309	MASOEL-LE-02	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,300.00
19	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	TH-235	HOBART	86988368	MASOEL-HO-01	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,245.00
20	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	S/M	HOBART	S/S	MASOEL-HO-02	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,276.00
21	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	S/M	S/M	S/S	MASOEL-SM-01	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,276.00
23	TALADRO DE BANCO 5/8	S/M	KAILI	S/S	TABA58-KA-01	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,100.00
29	MOTO SOLDADOR	S/M	S/M	S/S	MOTSOL-SM-01	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,200.00
48	TALADRO DE BANCO 5/8	S/M	S/M	S/S	TABA58-SM-01	NO OPERATIVA	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,100.00
TOTAL								S/ 9,887.00

Nota. Máquinas no operativas que ocupan espacio en el área de producción cambiado al área de acero inoxidable, ya que cuenta con el espacio suficiente, aplicado e identificado con las tarjetas Kanban de acuerdo con su estado o disponibilidad. Algunos de ellos, como, por ejemplo, los taladros de banco fueron solucionados por los mismos colaboradores.

Tabla 22
Comparación de costos con la propuesta recomendada

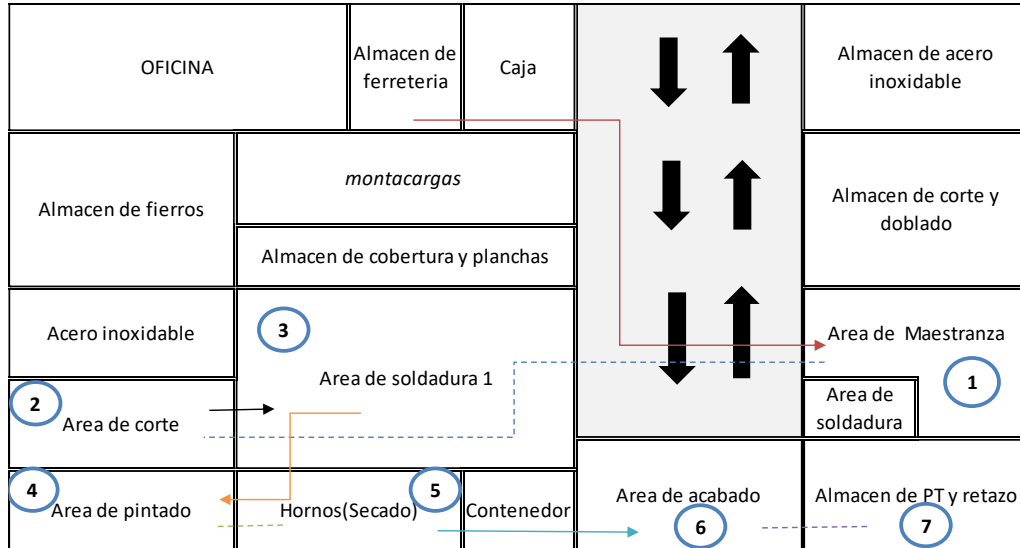
EQUIPO	AREA ACTUAL		AREA RECOMENDADA	
	AREA	COSTO	AREA	COSTO
MAQUINA DE SOLDAR TIG	MAESTRANZA	S/ 1,390	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,390
MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	MAESTRANZA	S/ 1,225	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,300
MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	MAESTRANZA	S/ 1,300	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,245
MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	MAESTRANZA	S/ 1,245	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,276
MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	MAESTRANZA	S/ 1,276	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,276
TALADRO DE BANCO 5/8	MAESTRANZA	S/ 2,100	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,100
MOTO SOLDADOR	ALMACEN DE PT	S/ 1,200	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,200
TALADRO DE BANCO 5/8	ALMACEN DE PT	S/ 1,250	ACERO INOXIDABLE	S/ 1,100
TOTAL		S/ 10,986		S/ 9,887
VARIACIÓN PORCENTUAL		10%		
BENEFICIO		S/1,099		

Nota. Como se puede observar en la tabla, al aplicar esta propuesta se tendrá más orden en el proceso de producción, se identificarán las máquinas de acuerdo con su estado y el costo disminuirá en un 10% obteniendo un beneficio de 1099 soles.

3.11.2 Distribución orientada al Proceso

Se determino los tiempos estándares de cada una de las etapas del proceso productivo, tomando como base la fabricación de puertas de acero. Cabe detallar el flujo o recorrido del proceso y la forma en cómo, está distribuido sus áreas. Ya que, de ellas depende la distancia y demoras recorridas al momento de trasladar los materiales.

Figura 24
Distribución de áreas actual




Como se puede observar en el recorrido, el colaborador se traslada desde el área en el que se encuentre, hasta el almacén de ferretería por los materiales que requiere para continuar con el proceso del producto. Además, de acuerdo con el proceso de fabricación de puertas esta se traslada desde el área de maestranza hasta el área de acero inoxidable, lo cual la distancia de recorrido es mucho mayor. Cabe resaltar que el área de acero inoxidable no es muy utilizada por lo que acumulan material que ya no sirve. A continuación, se muestra lo siguiente:

Figura 25
Acumulación de materiales en el área de acero inoxidable



Figura 26
Hoja de observación de tiempos en distancias recorridas en el proceso

	INDUSTRIAS GENERALES E INVERSIONES DON LUCHO																
	Hoja de observación de tiempos y movimientos																
Proceso	Fabricación de puerta de acero																
ACTIVIDAD	Distancia(m)	Número de Veces	Distancia total	Ciclos tomados por minuto										Promedio	Calificación	TN	Tiempo estandar
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Almacen de Ferreteria a Maestranza	21.5	1	21.5	00:08:48	00:09:36	00:09:52	00:09:51	00:08:49	00:09:36	00:09:48	00:09:47	00:09:45	00:09:49	00:09:34	1.05	00:10:03	00:20:36
Area de Maestranza a corte	26	2	52	00:13:28	00:12:15	00:12:18	00:12:25	00:13:54	00:12:59	00:12:29	00:12:15	00:13:49	00:13:03	00:12:54	1.03	00:13:17	00:26:57
Area de Corte a soldadura	3	8	24	00:30:15	00:32:23	00:30:45	00:32:17	00:31:48	00:32:52	00:36:15	00:38:23	00:37:15	00:38:23	00:34:04	1.08	00:36:47	01:16:31
Area de Soldadura l a pintado	4	3	12	01:03:00	01:02:00	00:59:03	00:58:05	00:57:01	00:59:04	01:03:06	01:21:05	01:19:04	01:02:07	01:04:22	1.05	01:07:35	02:18:32
Area de pintado a secado	2	2	4	01:10:10	01:12:20	01:18:10	01:21:20	01:00:10	01:08:20	01:20:10	01:28:20	01:30:10	01:38:20	01:18:45	1.06	01:23:29	02:51:58
Secado al area de acabado	6	1	6	01:50:10	01:38:20	01:40:10	01:48:20	01:49:10	01:39:32	01:28:14	01:47:25	01:50:08	01:48:19	01:43:59	1.05	01:49:11	03:43:49
Area de acabado al almacen de PT	2	1	2	00:05:48	00:06:45	00:05:00	00:05:24	00:05:49	00:05:59	00:06:28	00:05:55	00:06:39	00:05:36	00:05:56	1.07	00:06:21	00:13:09
TOTAL			122											05:09:33			11:11:31

Nota: Hoja de observación con los tiempos de las distancias recorridas realizadas por un trabajador en minutos en un total de 10 ciclos. En esta, se muestra la distancia recorrida en metros de cada área en la empresa por el número de veces recorrido, lo cual representa una distancia total de 122 metros y un tiempo estándar de 11 horas, 11 minutos y 31 segundos.

La toma se realizó con ayuda de un cronometro con vuelta a cero, es decir que inicia al momento que comienza cada subactividad, hasta que termina. Se realizaron un total de 10 tomas de tiempo, en el cual se realizó un promedio de cada actividad.

Matriz de distancia, tiempo y costo

Se tomó en cuenta la secuencia de la fabricación del producto y el volumen de producción. De acuerdo con esos resultados calculamos el costo de desplazamientos.

Tabla 23
Área en planta de producción

PRODUCTO	SECUENCIA DE FABRICACION	VOLUMEN DE PRODUCCION
Fabricación de puerta de acero (Unid/mes)	a= Almacén de Ferretería a Maestranza	
	b=Área de Maestranza a corte	
	c= Área de Corte a soldadura	
	d=Área de Soldadura 1 a pintado	18
	e= Área de pintado a secado	
	f=Secado al área de acabado	
	g= Área de acabado al almacén de PT	

Nota: Áreas de fabricación de una puerta.

En la siguiente tabla se detalla una matriz desde- hasta con las distancias de recorrido en metros entre los procesos, para la actual distribución de instalaciones. Siendo “a” Almacén de ferretería y “b” área de maestranza y así sucesivamente de acuerdo con la leyenda que se detalla en la tabla 19.

Tabla 24

Matriz de distancia en metros de cada área

MATRIZ DISTANCIA (m)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		21.5					
B			52				
C				24			
D					12		
E						4	
F							6
G							

Nota: La distancia está tomada en metros.

En la tabla 25 se realizó una matriz desde - hasta con el tiempo estándar que se genera al recorrer las distancias entre un proceso a otro.

Tabla 25

Matriz de tiempo por puerta

MATRIZ TIEMPO (min)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		00:20:36					
B			00:26:57				
C				01:16:31			
D					02:18:32		
E						02:51:58	
F							03:43:49
G							

Nota: Se observa el tiempo que se genera de un lugar a otro.

En la siguiente tabla se realizó la matriz de costo a partir del salario de los trabajadores con un monto de S/ 1400 mensuales y sabiendo que se trabaja 8 horas al día y 26 días al mes.

Tabla 26
Pago por minuto recorrido

MATRIZ TIEMPO (min)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		S/ 0.11					
B			S/ 0.11				
C				S/ 0.11			
D					S/ 0.11		
E						S/ 0.11	
F							S/ 0.11
G							

Nota: Tiempo por minutos recorrido

Se determinó el costo del manejo de materiales que le genera a la empresa moverse tantos metros de un área a otra. S/. 75.09

Tabla 27
Costo de manejo de materiales.

MATRIZ COSTO TOTAL							
	A	B	C	D	E	F	G
A		S/ 2.76					
B			S/ 3.25				
C				S/ 8.58			
D					S/ 15.76		
E						S/ 19.63	
F							S/ 25.11
G							
Costo de manejo de materiales							S/ 75.09

Nota: Tomando en cuenta que se fabrican 18 puertas al mes, el costo total de manejo de materiales es de 75.09 soles al día. Lo cual, representa un total de s/ 1,350.34 al mes.

Se realizó un diagrama de Gant para saber en cuanto tiempo se implementará la herramienta.

Tabla 28
Cronograma de Implementación

Distribución de Proceso								
Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Análisis de la empresa								
Estudio de Áreas de empresa.								
Propuesta de mejora de distribución								
Realización de distribución								
Simulación con nueva distribución								
Verificación de resultados								
Seguimiento								

Distribución orientada al Proceso con la nueva propuesta

La propuesta en distribución por proceso es mover las áreas de acuerdo con el proceso de producción que se realiza en los productos, con el objetivo de disminuir la distancia recorrida del traslado en las áreas. Si bien es cierto, la distancia recorrida actual es de 122 m a comparación de la distancia recorrida de la propuesta es de 81 m, con una variación porcentual del 34%.

La propuesta de la herramienta es cambiar el área de maestranza al área de acero inoxidable y mover el área de soldadura que está en maestranza en una sola área. Asimismo, como quedaría espacio en el área se trasladaría los contenedores de basura al área de acero inoxidable. Teniendo mejor acceso a los productos terminados. A continuación, se detalla la distribución mejorada de acuerdo con el proceso.

Figura 27
Leyenda de las áreas recorridas

LEYENDA		
Almacen de Ferrreteria	→	Area de Maestranza
Area de Maestranza	----	Area de Corte
Area de Corte	→	Area de Soldadura 1
Area de Soldadura 1	→	Area de pintado
Area de pintado	----	Secado
Secado	→	Area de acabado
Area de acabado	----	Almacen PT

Figura 28
Distribución de áreas mejorada

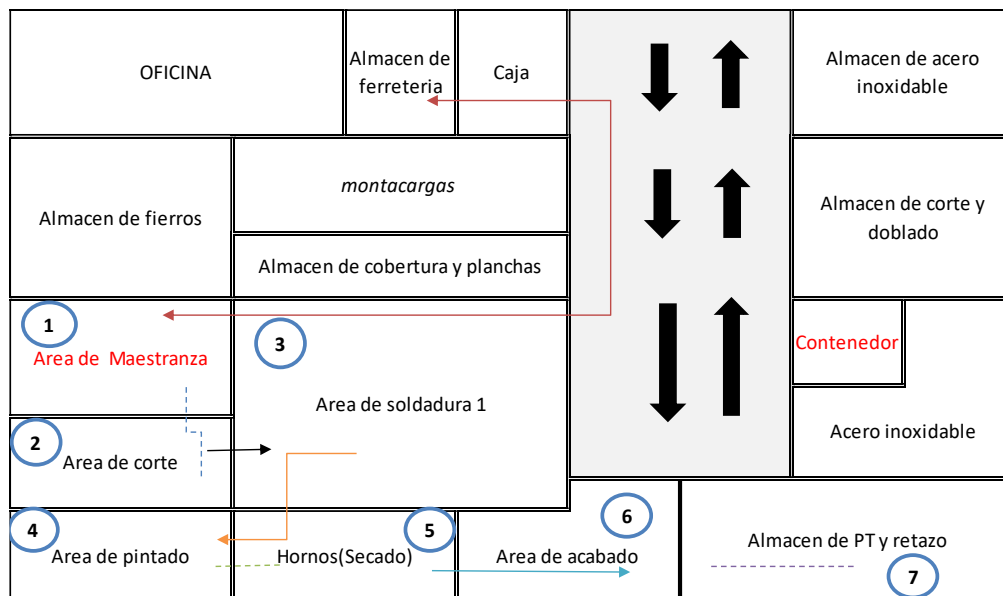



Figura 29
Hoja de observación de tiempos en distancias recorridas

	INDUSTRIAS GENERALES E INVERSIONES DON LUCHO																
	Hoja de observacion de tiempos y movimientos																
Proceso	Fabricacion de puerta de acero																
ACTIVIDAD	Distancia(m)	Número de Veces	Distancia total	Ciclos tomados por minuto										Promedio	Calificación	TN	Tiempo estandar
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Almacen de Ferreteria a Maestranza	36	1	36	00:08:48	00:07:36	00:07:52	00:07:51	00:07:49	00:07:36	00:08:48	00:07:47	00:07:45	00:07:49	00:07:58	1.03	00:08:12	00:16:40
Area de Maestranza a corte	1	2	2	00:04:28	00:03:15	00:04:18	00:03:25	00:04:54	00:04:06	00:04:29	00:04:15	00:04:02	00:04:03	00:04:08	1.07	00:04:25	00:09:08
Area de Corte a soldadura	3	8	24	00:30:15	00:32:23	00:30:45	00:32:17	00:31:48	00:32:52	00:36:15	00:38:23	00:37:15	00:38:23	00:34:04	1.06	00:36:06	01:14:22
Area de Soldadura 1 a pintado	4	3	12	00:58:05	00:55:05	00:59:03	00:58:05	00:57:01	00:56:05	01:03:06	00:57:05	00:56:05	01:02:07	00:58:11	1.05	01:01:05	02:05:14
Area de pintado a secado	2	2	4	01:10:10	01:12:20	01:18:10	01:21:20	01:00:10	01:08:20	01:20:10	01:28:20	01:30:10	01:38:20	01:18:45	1.03	01:21:07	02:44:40
Secado al area de acabado	1	1	1	01:50:10	01:38:20	01:40:10	01:48:20	01:49:10	01:39:32	01:28:14	01:47:25	01:50:08	01:48:19	01:43:59	1.03	01:47:06	03:37:25
Area de acabado al almacen de PT	2	1	2	00:05:48	00:06:45	00:05:00	00:05:24	00:05:49	00:05:59	00:06:28	00:05:55	00:06:39	00:05:36	00:05:56	1.07	00:06:21	00:13:09
TOTAL			81											04:53:00			10:20:37

Nota: Hoja de observación con los tiempos en distancias recorridas realizadas por un trabajador en minutos en un total de 10 ciclos. En esta, se muestra la distancia recorrida en metros de cada área en la empresa por el número de veces recorrido, lo cual representa una distancia total de 81 metros y un tiempo estándar de 10 hora,20 minutos y 37 segundos.

Matriz de distancia, tiempo y costo

Se tomó en cuenta la secuencia de la fabricación del producto y el volumen de producción. De acuerdo con esos resultados calculamos el costo de desplazamientos.

Tabla 29
Áreas de producción

PRODUCTO	SECUENCIA DE FABRICACION	VOLUMEN DE PRODUCCION
Fabricación de puerta de acero (Unid/mes)	a= Almacen de Ferreteria a Maestranza	18
	b=Area de Maestranza a corte	
	c= Area de Corte a soldadura	
	d=Area de Soldadura 1 a pintado	
	e= Area de pintado a secado	
	f=Secado al area de acabado	
	g= Area de acabado al almacen de PT	

Nota: Áreas de fabricación de una puerta.

Tabla 30
Matriz de distancias en metros de cada área

MATRIZ DISTANCIA (m)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		36					
B			2				
C				24			
D					12		
E						4	
F							1
G							

Nota: La distancia está tomada en metros.

Tabla 31
Matriz de tiempo por puerta

MATRIZ TIEMPO (min)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		00:16:40					
B			00:09:08				
C				01:14:22			
D					02:05:14		
E						02:44:40	
F							03:37:25
G							

Nota: Se observa el tiempo que se genera de un lugar a otro.

Tabla 32
Pago por minuto recorrido

MATRIZ TIEMPO (min)							
	A	B	C	D	E	F	G
A		S/ 0.11					
B			S/ 0.11				
C				S/ 0.11			
D					S/ 0.11		
E						S/ 0.11	
F							S/ 0.11
G							

Nota: Tiempo por minutos recorrido

Se determinó el costo del manejo de materiales que le genera a la empresa moverse tantos metros de un área a otra. S/. 66.00

Tabla 33
Costo de manejo de materiales

MATRIZ COSTO TOTAL							
	A	B	C	D	E	F	G
A		S/ 1.35					
B			S/ 0.46				
C				S/ 8.33			
D					S/ 14.05		
E						S/ 17.78	
F							S/ 24.04
G							
Costo de manejo de materiales							S/ 66.00

Nota: Tomando en cuenta que se fabrican 18 puertas al mes, el costo total de manejo de materiales es de s/ 66.00 soles al día. Lo cual, representa un total de s/ 1186.91 al mes.

Tabla 34
Comparación de costos

Areas	Costo total de distribución actual	Costo total de distribución mejorada
A-B	S/2.76	S/1.35
B-C	S/3.25	S/0.46
C-D	S/8.58	S/8.33
D-E	S/15.76	S/14.05
E-F	S/19.63	S/17.78
F-G	S/25.11	S/24.04
Unidad	S/75.09	S/66.00
18 unidades	S/1,350.34	S/1,186.91
Variación %		12.10%
BENEFICIO		S/163.43



Nota: Según la comparación se obtuvo 12.10% de variación y un beneficio de s/ 163.43

3.11.3 Herramienta 5`S

Es un instrumento indispensable en cada empresa para la óptima ubicación de los materiales, la limpieza y orden, con lo cual se podrá reducir tiempos en buscar o identificar las herramientas y costos de personal extra en las labores de producción. Si bien es cierto la inadecuada ubicación de materiales ocasiona desorden e ineficiente utilización de cada espacio, lo cual genera gastos, ya que no tienen un registro de estos materiales. Los colaboradores realizan su requerimiento de material y acumulan, lo cual con el tiempo lo encuentran vencidos o rotos.




Para ello, se desarrolló la metodología de la siguiente manera:

Tabla 35
Clasificación

	<h2>METODOLOGÍA 5 "S"</h2>
<h3>1S: CLASIFICAR (SEIRI)</h3>	
<p>1 Clasificar de acuerdo al tipo de objeto en los contenedores de basura.</p>	
<p>Clasificar los elementos innecesarios y seran vendidos como chatarra.</p>	<p>Retasos, vuruta,plastico, papel, carón, trapos industriales, etc.</p>
<h3>PROPUESTA</h3>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar lo útil y no útil y tener un registro de aquellos elementos, especificando su ubicación y cantidad encontrada. para luego esta sea revisada y descartar si será llevada a chatarra o mantenimiento. 2. Clasificar las herramientas mediante el método ABC las de uso más frecuente (ubicación en el centro) menos frecuente (parte superior) uso moderado (parte inferior). 3. Deben tener una lista de materiales y herramientas de uso frecuente en cada área de trabajo para evitar su pérdida de ellos y movimientos innecesarios. Además, el colaborador debe un check list antes de retirarse de su área de trabajo 	
<h3>AREA DE PINTADO</h3> 	




Nota: Se clasificaron todos los materiales.

Tabla 36
Organización

		<h2>METODOLOGÍA 5 "S"</h2>	
<h3>2S: ORGANIZACIÓN (SEITÓN)</h3>			
<p>seleccionar y ubicar cada objeto en su lugar</p>			
<p>se recomienda ubicar cada objeto en un lugar cercano que permita el acceso rápido para evitar demoras.</p>	<p>Identificación de elementos necesarios</p>	<p>Identificación de elementos innecesarios</p>	
<h4>PROPUESTA</h4>			
<p>1. Identificar las máquinas con anomalías mediante un inventario general de las máquinas y herramientas para poder facilitar el orden en el área y evitar algún accidente o incidente.</p> <p>2. Organizar las máquinas operativas y no operativas en un espacio determindo para poder facilitar la distribucion de planta.</p>			
<h4>AREA DE AMAESTRANZA</h4>			
			


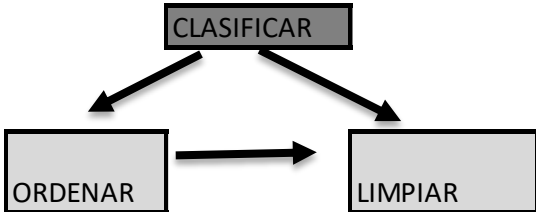
Notas: En la se observa los procedimientos a seguir para organizar.

Tabla 37
Limpieza

	<p>METODOLOGÍA 5 "S"</p>
<p>3S: LIMPIEZA (SEISO)</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. clasificar los retazos, desechos en los contenedores de basura 2. Limpiar las máquinas y herramientas. 3 Informar los hallazgos encontrados en el área. 	
<p style="text-align: center;">PROPUESTA</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinar un cronograma de limpieza basado en mantenimiento autónomo en la cual esta consiste en limpieza y lubricación de las máquinas con el fin de alargar la vida util y disminuir la probabilidad de fallo. 2. Incentivar y motivar a los colaboradores a dar solución y proponer mejoras de sus equipos de trabajo ya que estos son los que conocen más de sus máquinas de trabajo. 3. Establecer como política que cada colaborador mantenga ordenado y limpio su área de trabajo. 	
<p style="text-align: center;">MÁQUINAS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	


Notas: Se observa las máquinas sucias, lo cual no se realiza mantenimiento autónomo.

Tabla 38
Estandarización

	<h2>METODOLOGÍA 5 "S"</h2>
<h3>4S: ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)</h3>	
<p>1 Realizar de manera continua los tres pasos clasificar, ordenar y limpiar.</p> <p>2. Establecer responsables en cada función que debe realizar en el Area.</p>	
<p>PROPUESTA</p>	
<p>EVIDENCIA</p>  <pre> graph TD A[CLASIFICAR] --> B[ORDENAR] A --> C[LIMPIAR] B --> C </pre>	

Nota: Metodología para darle seguimiento a las tres primeras S.

Tabla 39
Disciplina

		METODOLOGÍA 5 "S"		
5S: DISCIPLINA (SHITSUKE)				
<p>1 Verificar el cumplimiento de las 5 s en el área de producción.</p> <p>2. Verificar el cumplimiento mediante un check list en la lista propuesta.</p>				
PROPUESTA				
LISTA DE VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS 5 S				
ACTIVIDAD	SI	NO	COMENTARIO	RESPONSABLE
1S: CLASIFICAR (SEIRI)				
1 Clasificar de acuerdo al tipo de objeto en los contenedores de basura.				
Clasificar los elementos innecesarios y seran vendidos como chatarra.(Retasos, vurutta,plastico, papel, carón, trapos industriales, etc.)				
2S: ORGANIZACIÓN (SEITÓN)				
seleccionar y ubicar cada objeto en su lugar				
se recomienda ubicar cada objeto en un lugar cercano que permita el acceso rápido para evitar demoras.				
Organizar los objetos necesarios e inncesarios.				
3S: LIMPIEZA (SEISO)				
.Limpiar las máquinas y herramientas.				
Establecer como política que cada colaborador mantenga ordenado y limpio su área de trabajo.				
Coordinar un cronograma de limpieza basado en mantenimiento autónomo				

Nota: se muestra de cómo debemos seguir utilizando las 5s.

A continuación, se muestra una lista de verificación del cumplimiento de las 5s para así ver si se está dando con disciplina esta herramienta.

Figura 30
Lista de Verificación

LISTA DE VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS 5 S				
ACTIVIDAD	SI	NO	COMENTARIO	RESPONSABLE
1S: CLASIFICAR (SEIRI)				
1 Clasificar de acuerdo al tipo de objeto en los contenedores de basura.	✓			
	✓			
Clasificar los elementos innecesarios y seran vendidos como chatarra. (Retasos, vuruta, plastico, papel, carón, trapos industriales, etc.)	✓			
2S: ORGANIZACIÓN (SEITÓN)				
seleccionar y ubicar cada objeto en su lugar	✓			
se recomienda ubicar cada objeto en un lugar cercano que permita el acceso rápido para evitar demoras.	✓			
	✓			
Organizar los objetos necesarios e innecesarios.				
3S: LIMPIEZA (SEISO)				
.Limpiar las máquinas y herramientas.	✓			
Establecer como política que cada colaborador mantenga ordenado y limpio su área de trabajo.	✓			
Coordinar un cronograma de limpieza basado en mantenimiento autónomo	✓			

Nota: Sirve para verificar que las herramientas se lleven a cabo correctamente.

Ubicación de materiales con la aplicación de las 5 s en el área de pintado mejorado

Mediante la propuesta de la metodología de las 5`s se eliminará lo que no sirve y el resto se aprovechará para otro beneficio. Lo cual, se identificó los siguientes productos. A través de ello se obtendrá un beneficio de s/ 151.90 y una variación porcentual del 18%.

Tabla 40
Acumulación de materiales en el área de pintado

AREA DE PINTADO Antes				
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Kit de regla malograda	Und	2	S/9.70	S/19.40
Arandela 1/4	Kg	1	S/6.50	S/6.50
Remache 5/8 x 1/4	Kg	1	S/7.80	S/7.80
Guante latex quirurjico roto	par	2	0.5	S/1.00
Trapo industrial	Kg	2	S/4.50	S/9.00
Thinner destapado	Gl	3	S/15.50	S/46.50
Zincromato x10 vencido	Gl	1	S/46.00	S/46.00
balleta 0.75 LAF EXTRA	Pza	22	19.34	S/425.48
Regla engrape T 1.5	Und	1	S/61.80	S/61.80
Punto azul	Kg	2	S/13.50	S/27.00
Gloss blanco	Gl	2	S/19.13	S/38.26
Mascarilla 3m rota	Und	1	S/3.50	S/3.50
Disco flap # 40 klingspor	Und	1	S/11.00	S/11.00
Remache 5/8 x 1/4	Kg	1	S/7.80	S/7.80
Gloss blanco	Gl	2	S/57.00	S/114.00
Trapo industrial	Kg	1	S/4.50	S/4.50
Lija # 60 abralit desgastada	Und	1	S/2.00	S/2.00
Disco de corte 4 1/2 x 3 /64 3M desgastado	Und	5	S/4.00	S/20.00
TOTAL			S/851.54	

Nota: Lista de materiales encontrados en el área de pintado

Tabla 41
Aplicación de las 5`S en el área de pintado

AREA DE PINTADO Despues				
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Arandela 1/4	KG	1	S/6.50	S/6.50
Remache 5/8 x 1/4	KG	1	S/7.80	S/7.80
balleta 0.75 LAF EXTRA	PZA	22	19.34	S/425.48
Regla engrape T 1.5	UND	1	S/61.80	S/61.80
Punto azul	KG	2	S/13.50	S/27.00
Gloss blanco	Gl	2	S/19.13	S/38.26
Disco flap # 40 klingspor	UND	1	S/11.00	S/11.00
Remache 5/8 x 1/4	KG	1	S/7.80	S/7.80
Gloss blanco	GL	2	S/57.00	S/114.00
TOTAL			S/699.64	

Nota: Lista de materiales recuperados al aplicar la herramienta 5`S.

3.11.4 Herramienta Kanban

Durante la fabricación de puertas se observó que la empresa no realiza un control de calidad de su producto y que los trabajadores hacen una y otra tarea al mismo tiempo. La cual genera que el producto salga con alguna parte defectuosa, generando reproceso del producto, así mismo el aumento de horas de trabajo en ese producto. Ocasionando de esta manera a la empresa un costo adicional que al final se refleja en el cierre del periodo como perdida. Cabe recalcar que la baja productividad del área de producción es la falta de planificación y compromiso de los trabajadores al momento de realizar la elaboración de los productos.

A continuación, se detalla las causas:

- El trabajador no sabe que función realizar exactamente y cuánto tiempo tiene para hacer esa función
- Los trabajadores realizan varias funciones a la vez que les con lleva a no concentrarse en una sola.
- No se cuenta con un operario que este controlando los tiempos y la calidad de la fabricación de los productos.

Para reducir estas causas dentro del área de producción se empleará el método Kanban, donde se utilizará tarjetas con los diferentes procesos y tiempos que va a demorar en promedio, el cual está en un cuadro donde tenemos lo que es las funciones pendientes, en proceso y funciones terminadas. Esto ayudara a poder estructurar mejor las funciones a realizar en la empresa para así evitar la reproducción de un producto, brindando a los clientes un producto de calidad y mejorara el mecanismo de comunicación de funciones de los trabajadores.

Figura 31
Modelo de Tarjeta Kanban

Modelo de Tarjeta	
Nº Orden:	
Elemento:	
Tiempo:	
Producción	
Proceso que realizar	
Areá	

Nota: Modelo de tarjeta para poder hacer el trabajo en el área de producción

En la siguiente figura se observa el modelo de Kanban, el cual es un método para gestionar el trabajo, si bien es cierto esta nació en la empresa Toyota que fue implementada en su producción el sistema “just intime” (Justo a tiempo). En este caso se utilizará para disminuir el reproceso de los productos fabricados en el área de producción, lo cual ayudará a tener un orden con las funciones que realicen cada operario.

La propuesta de la herramienta Kanban es utilizar tarjetas con los diferentes procesos y tiempos que se va a realizar, para ello observando el diagrama de operaciones la idea es unir el proceso del marco y la puerta en uno solo para evitar el reproceso y hacerlo más eficiente. Lo cual se ahorrará tiempo, teniendo en cuenta las funciones pendientes, en proceso y terminadas, a través de estas tarjetas. A continuación, se detalla lo siguiente:

Figura 32
Cuadro Kanban de funciones

PENDIENTES		EN PROCESO		TERMINADOS	
Nº Orden:	3	Nº Orden:	2	Nº Orden:	1
Elemento:	Puerta y marco	Elemento:	Puerta y marco	Elemento:	Puerta y marco
Tiempo:	80 min	Tiempo:	12 min	Tiempo:	8 min
Produccion	2 und	Produccion	2 und	Produccion	2 und
Proceso a realizar	Corte	Proceso a realizar	Medición	Proceso a realizar	Verificar MP
Area	Corte	Area	Mediccion	Area	Almacen
Nº Orden:	4				
Elemento:	Marco de Puerta				
Tiempo:	60 min				
Produccion	2 und				
Proceso a realizar	Armar estructura interna				
Area	Corte				
Nº Orden:	4				
Elemento:	Puerta y marco				
Tiempo:	180 min				
Produccion	2 und				
Proceso a realizar	Soldar				
Area	Soldadura				
Nº Orden:	5				
Elemento:	Marco de Puerta				
Tiempo:	2 min				
Produccion	2 und				
Proceso a realizar	Verificar MP.				
Area	Almacen				
Nº Orden:	6				
Elemento:	Puerta y Marco				
Tiempo:	60 min				
Produccion	2 und				
Proceso a realizar	Montaje				
Area	Armado				

Nota: Mejora de procesos de trabajo.

Utilizando esta herramienta el tiempo de fabricación por puerta se disminuirá de 694 a 498 min/puerta, ya que evitamos el reproceso de fabricación en uno solo.

A continuación, se detalla una simulación de costos de las puertas reprocesadas durante por cada mes después de la mejora.

Tabla 42
Simulación de puertas reprocesadas

COSTO TOTAL			COSTO MEJORADO	
Año	Puertas Reprocesadas	Costo de Reproceso	Puertas Reprocesadas	Costo de Reproceso
Enero	2	S/ 26.92	0	S/ -
Febrero	1	S/ 13.46	1	S/ 13.46
Marzo	2	S/ 26.92	0	S/ -
Abril	1	S/ 13.46	1	S/ 13.46
Mayo	1	S/ 13.46	1	S/ 13.46
Junio	3	S/ 40.38	1	S/ 13.46
Julio	3	S/ 40.38	0	S/ -
Agosto	3	S/ 40.38	0	S/ -
Setiembre	2	S/ 26.92	0	S/ -
Octubre	1	S/ 13.46	1	S/ 13.46
Noviembre	3	S/ 40.38	0	S/ -
Diciembre	4	S/ 53.85	0	S/ -
TOTAL		S/700.00		S/ 417.31
Variacion %			40.38%	
BENEFICIO			S/283	

Nota: Puertas reprocesadas después de la mejora con un beneficio del 40.38%.

En el siguiente cuadro se detalla las pérdidas económicas antes y después de la propuesta de mejora de cada herramienta.

Tabla 43
Comparación de Pérdidas Económicas Anual

CAUSA RAIZ	HERRAMIENTA DE MEJORA	FORMULA	P.E. ANTES	P.E. DESPUÉS
Distribución deficiente de áreas	Distribucion por proceso	$\frac{\text{Distribución de áreas deficiente}}{\text{Total de areas}} \times 100$	S/1,350.34	S/1,186.91
Distribucion inadecuada de las màquinas.	Planificación sistematica de distribución	$\frac{\text{Area disponible } m^2}{\text{Area requerida } m^2} \times 100$	S/.10,986.00	S/9,887.00
Mala ubicación de materiales en el area de trabajo	Herramienta 5s		S/851.54	S/699.64
Reprocesos de productos	kanban	$\frac{\text{reprocesos en los productos}}{\text{Total de procesos}} \times 100$	S/ 700.00	S/417.31

A continuación, se detalla la productividad actual y después de las propuestas de mejora.

Tabla 44
Productividad Actual

Productividad Actual		
	Tiempo (Min)	Unidad
Fabricación de Puerta	694	min/puerta
Tiempo Disponible	12480	min/mes
Productividad	18	Puertas

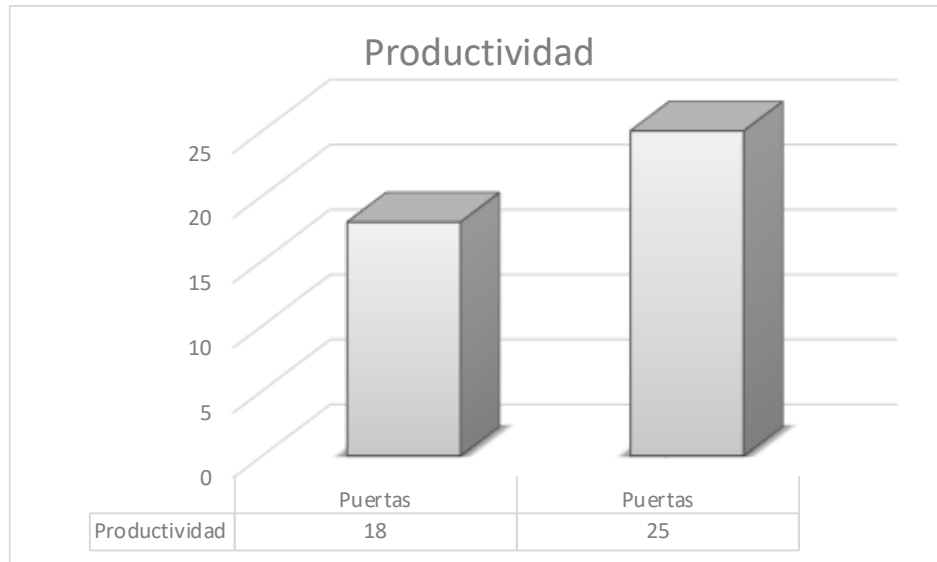
Nota: productividad actual en la empresa

Tabla 45
Productividad Después de la mejora

Productividad Después de la Mejora		
	Tiempo (Min)	Unidad
Fabricación de Puerta	498	min/puerta
Tiempo Disponible	12480	min/mes
Productividad	25	Puertas

Nota: Productividad después de la mejora, disminuyendo los tiempos muertos y reprocesos de producción, obteniendo una variación porcentual del 39%.

Figura 33
Gráfico de comparación de Productividad



Nota: En la figura se muestra la comparación de las productividades.

3.12 Evaluación económica y financieramente

3.12.1 Costeo de implementación de la herramienta de Distribución de Áreas Deficientes

Según la primera causa se obtuvo los siguientes gastos después de la propuesta de mejora para mejorar la distribución de planta.

Tabla 46

Costo de implementación de Distribución orientada al proceso

PROBLEMA N1: DISTRIBUCION DE AREAS DEFICIENTE			
ALTERNATIVA S1 : Distribucion orientada al proceso			
Disposición de tiempo de capacitaciones	S/.21.35	por hora	
Costos proyectados de la implementación			
Capacitación	Unidad	Cantidad	S/.85.42
Horas dedicadas a la capacitación/día	Hr/día	3	3
Horas de feedback	Hr/día	1	1
Costo por hora de capacitación	Soles/hora	-	S/.21.35
Costo por hora de capacitación (mes)	Soles/mes	-	S/.85.42
Capacitador		1	1
Material para la explicacion	Cantidad	Costo Unitario	S/.409.10
Cronómetro	1	129	S/.129.00
Plumones (pack)	12	S/.5.20	S/.62.40
Pizarra acrílica	1	S/.80.00	S/.80.00
Guantes	3	S/.16.90	S/.50.70
Lentes de Seguridad	6	S/.5.00	S/.30.00
Cinta	3	S/.1.00	S/.3.00
Guía para capacitación técnica	10	S/.5.00	S/.50.00
Cartulina	2	S/.2.00	S/.4.00
Operario	Hr/día	2	S/.13.46
Total inversión			S/.507.98

3.12.2 Costeo de implementación de la herramienta Planificación sistemática de distribución

Tabla 47

Costo de implementación de Planificación sistemática de distribución

PROBLEMA N°2: DISTRIBUCION INADECUADA DE MAQUINAS			
ALTERNATIVA S1 : Planificación sistemática de distribución			
Capacitación	Unidad	Cantidad	S/.85.42
Horas dedicadas a la capacitación	Hr / día	2	2
Tiempo de capacitación	Días /sem	2	2
n° de capacitaciones	Capacitaciones/mes	1	S/.21.35
Materiales	Cantidad	Costo Unitario	S/.209.60
Lapiceros	12	S/.2.50	S/.30.00
Plumones (Pack)	12	S/.5.20	S/.62.40
Guantes	par	S/.16.90	S/.51.70
Mascarillas N95	Unidad	S/.2.50	S/.8.50
lentes de seguridad	3	S/.5.00	S/.15.00
Tapones	par	S/.3.00	S/.10.00
Paquete hojas bond (500 Hj)	2	S/.16.00	S/.32.00
Desarrollo de Distribucion inadecuada	Unidad	Cantidad	S/.20.19
operario	Hr/día	3	S/.20.19
Costo Total			S/.315.21

3.12.3 Costeo de implementación de la herramienta de Metodología 5S

Tabla 48

Costo de implementación de Metodología de 5 S

PROBLEMA N°3: MALA UBICACIÓN DE MATERIALES EN EL AREA DE TRABAJO			
ALTERNATIVA S1 : Metodologia de 5 S			
Capacitación	Unidad	Cantidad	S/.128.13
Horas dedicadas a la capacitación	Hr / día	2	2
Tiempo de capacitación	días/mes	3	3
Costo por capacitadoras	Soles/mes	1	S/.21.35
Materiales	Unidad	Costo Unitario	S/.489.05
Trapo Industrial	12	4.5	S/.20.25
Guantes	4	16.9	S/.67.60
Mascarillas N95	4	4	S/.16.00
Tapones	par	4	S/.8.00
Escobas	2	8	S/.16.00
Detergente	Unidad	2	S/.1.20
Estantes	2	180	S/.360.00
Mala ubicación de materiales de trabajo	Unidad	Cantidad	S/.13.46
operario	Hr/día	2	S/.13.46
COSTO TOTAL			S/.630.64

3.12.4 Costeo de implementación de la herramienta de Kanban

Tabla 49

Costo de implementación de Metodología Kanban

PROBLEMA N°4: REPROCESOS DE PRODUCTOS			
ALTERNATIVA S1: kanban			
Costo total de capacitadoras	Unidad	Cantidad	S/.128.13
Horas dedicadas a la capacitación	Hr / día	2	2
Tiempo de capacitación	días/mes	3	3
Costo por capacitadoras	Soles/hr	1	S/.21.35
Materiales	Unidad	Costo Unitario	S/.128.90
Carton duplex	1	S/.2.90	S/.2.90
Forro de papel	2	S/.2.00	S/.4.00
Plumones	6	S/.3.00	S/.18.00
Pisarra	1	S/.25.00	S/.25.00
lapicero	12	S/.1.00	S/.12.00
goma	1	S/.2.50	S/.2.50
tijera	1	S/.2.00	S/.2.00
Chinchas	12	S/.2.00	S/.24.00
Resaltador	1	S/.2.50	S/.2.50
Stickers Kamban	1	S/.24.00	S/.24.00
Papel de colores	1	S/.12.00	S/.12.00
COSTO TOTAL			S/.257.03

3.13 Estado de resultados del proyecto.

Ahora siguiendo con el desarrollo de la investigación ahora se presenta un flujo de caja proyectado a 1 año es decir, a 12 meses de la propuesta de implementación. Donde se considera que en el presente mes se realizara la inversión.

Tabla 50

Tabla de egresos

MES	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Distribución de áreas deficientes	S/.507.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98	S/.298.98
Distribucion inadecuada de las máquinas.	S/.315.21	S/.315.21	S/.229.79	S/.315.21	S/.229.79	S/.315.21	S/.229.79	S/.315.21	S/.229.79	S/.315.21	S/.229.79	S/.315.21	S/.229.79
Mala ubicación de materiales en el area de trabajo	S/.630.64	S/.142.51	S/.270.64	S/.142.51	S/.270.64	S/.142.51	S/.270.64	S/.142.51	S/.270.64	S/.142.51	S/.270.64	S/.142.51	S/.270.64
Reprocesos de productos	S/.257.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03	S/.208.03
TOTAL DE EGRESOS	S/.1,710.85	S/.964.72	S/.1,007.43	S/.964.72	S/.1,007.43	S/.964.72	S/.1,007.43	S/.964.72	S/.1,007.43	S/.964.72	S/.1,007.43	S/.964.72	S/.1,007.43

Para calcular la rentabilidad de la propuesta, se ha medido o realizado la estimación a través de indicadores económicos: VAN, TIR, PRI y B/C. Se ha seleccionado una tasa de interés de 41.10% anual para los pertinentes cálculos, donde se determinó lo siguiente:

Tabla 51
Tabla de Beneficios

BENEFICIOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Distribucion por proceso		S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43	S/.163.43
Planificación sistematica de distribución		S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00	S/.1,099.00
Herramienta 5s		S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90	S/.151.90
kanban		S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69	S/.282.69
TOTAL DE BENEFICIOS	S/0.00	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03	S/1,697.03
FLEJO MENSUAL DE CAJA	-S/1,710.85	S/732.30	S/689.59	S/732.30	S/689.59	S/732.30	S/689.59	S/732.30	S/689.59	S/732.30	S/689.59	S/732.30	S/689.59

En la siguiente tabla mostramos los siguientes indicadores los cuales nos ayudan para poder ver si el proyecto es viable o no.

Tabla 52
Indicadores de viabilidad.

INDICADORES	
TMAR	2.21%
TIR	41.10%
VAN	S/5,713.85
B/C	S/1.48
VAN BENEFICIOS	S/17,716.86
VAN EGRESOS	S/12,003.01

Resultado VAN

El VAN se calculó a partir del flujo de caja, lo cual indica que el proyecto es aceptable.

El Valor actual neto de la implementación de la propuesta herramientas de ingeniería de métodos es de S/ 5,713.85.

Resultado TIR

El valor de a Tasa Interna de Retorno es de 41.10%. Se puede afirmar que la implementación de la propuesta de herramientas de ingeniería de métodos es viable ya que es mayor que el TMAR de 2.21%

Resultado B/C

La relación Beneficio/costo es de 1.48, lo que quiere decir que por cada S/. 1.00 sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendría un beneficio de S/. 0.48 soles para la Empresa.

CAPÍTULO 4 DISCUSIÓN

Mediante el diagnóstico de la situación actual de la empresa se identificó las principales causas que ocasionan pérdidas económicas en el área de producción. Por otra parte, de acuerdo con la investigación realizada por Velásquez (2018), menciona que al realizar el diagnóstico corporativo de la empresa permitió conocer a fondo los factores claves de éxito para iniciar con la propuesta de implantación del método concluyendo que aplicando *Lean Manufacturing* y QFD se incrementó la productividad global en un 6.42%.

La propuesta de mejora de la herramienta distribución orientada al proceso, se estimó en una reducción de 12% de las pérdidas en la empresa. Sin embargo, Medina & Meregildo, (2018); según los resultados obtenidos en su tesis de investigación logró reducir los costos en un total de 30.87% de manejo de materiales en comparación con su distribución actual.

La propuesta de mejora de la herramienta planificación sistemática de distribución, se estimó en una reducción de 10 % de las pérdidas en la empresa. Sin embargo, Jiménez, *et al.*, 2019; debido al estado actual de la planta los costos de traslado del material, las distancias respectivas y el flujo de material ascienden a un costo de aproximadamente S/ 1044.00 por mes, concluyendo que la inadecuada distribución tiene participación del 21.13%, largas distancias recorridas 20.62%.

La propuesta de mejora de la metodología de las 5s se estimó en una reducción de 18% de las pérdidas en la empresa. Por otra parte; Hurtado (2018) mediante esta metodología logró aumentar la productividad en el área de un 1.01% disminuyendo el tiempo de búsqueda, la cantidad

de productos defectuosos de 6% a un 3%, así como también la disponibilidad de repuestos y de herramientas o instrumentos para realizar las operaciones en un 50%

Mediante la propuesta de mejora de la herramienta Kanban se logró reducir 40% de las pérdidas en la empresa. Mientras que Arango, *et al.*, 2015 (2018) menciona que esta metodología permite disminuir los niveles de inventario al 100%, ya que se produce únicamente lo necesario, a través de etiquetas y señalización visual con instrucciones que sirven como órdenes de trabajo.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

Se determinó el impacto de la propuesta de mejora según la teoría de ingeniería de métodos aumentando la productividad en un 39% ya que su productividad actual de fabricación de puertas es de 18 unidades al mes. Después de la mejora la productividad de puertas es de 25 unidades.

El diagnóstico de la situación actual del área de producción en la empresa identificó las siguientes causas principales, la primera es distribución de áreas deficientes, el cual tiene un impacto económico de S/112.53 mensual, la segunda causa es distribución inadecuada de las maquinas, el cual tiene un impacto económico de S/916, la tercera es mala ubicación de materiales en el área de trabajo, el cual tiene un impacto económico de S/851.54 por último es reprocesos de productos, con un impacto económico de S/58.33 mensual.

Las herramientas de mejora que el estudio determinó son la teoría de ingeniería de métodos para mejorar la productividad. En la primera causa, lo cual representa una pérdida económica de S/. 1186.91 la distribución orientada al proceso. En la segunda causa, con una pérdida económica de S/9,887 la distribución de instalaciones. En la tercera pérdida económica de S/699.64 la herramienta de las 5s. Por último, para la pérdida económica de S/ 34.78 la herramienta Kanban. Concluyendo una reducción de pérdidas económicas de S/163.43 en distribución orientada al proceso, en distribución de instalación un monto de S/1,099, en lo que es herramienta 5s de S/151.90 y finalmente con Kanban S/283.

La evaluación económica y financiera de la propuesta de mejora presentó como resultado el valor actual neto (VAN) es S/5,713.85, asimismo resulta el VAN de egresos S/12,003.01 y de beneficio con S/17,716.86., una tasa interna de retorno (TIR) del 41.10% de tal manera que se consigue un costo beneficio de S/0.48 por cada sol de inversión, lo cual indica que el proyecto es viable.

CAPÍTULO 6 REFERENCIAS

- Aguero Renwick, O.J. (2017) *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de confección de la Empresa Confecciones Roberts S.A., San Juan de Lurigancho, 2017*, Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12232/Ag%c3%bcero_ROJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Álvarez, Omar (2017) “*Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el proceso de la línea de confección de ropa en la empresa creaciones Kevin de S.A, la Victoria 2017*”. Universidad Cesar vallejo. Lima-Perú. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1354/Alvarez_HOE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arango Serna, M. D., Campuzano Zapata, L. F., & Zapata Cortes, J. A. (2015). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 221-233. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a14.pdf>
- Bravo, K., Menéndez, J. y Peñaherrera F. (2018) “*Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas*” Universidad Técnica de Babahoyo. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>.
- Bucheli Lozano, G.A. y Marín Restrepo, J.J. (2012). “*Estimación de la eficiencia del sector metalmeccánico en Colombia: análisis de la frontera estocástica*”. Cuadernos de Economía, 31(58), 257-286”

- Cabrera, L. A. (2017) *Aplicación de las 5'S para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Print metal S.A. S.M. P 2017*. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/9885>
- Capcha, J. (2016). "Asistencia técnica en el método de las 5s -kaizen para mejorar la productividad en las carpinterías de la provincia de coronel Portillo y Padre Abad, 2015". Universidad Nacional Hermilio Valdizán. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_a0c7dd95c329f32a8cf48dde7fb38455
- Carbonel, Mostacero L.E. (2020) *Rediseño de distribución de planta y su efecto en la productividad de la empresa metalmecánica Rocagu SRL.Pacasmayo;2020*. Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56073/Carbonel_MLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chávez Pino, C. L. (2015). *Propuesta de implementación de la herramienta de manufactura esbelta kanban en la línea de ensamblaje de baldes para la Empresa Ensambladora de Vehículos Maresa* (Bachelor's thesis, Quito: UCE.) <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4092>
- Chilo Velarde, M. A. & Cárdenas Calloapaza, J. F. (2021) *Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para incrementar la productividad en un taller de electromecánica, Arequipa 2021*. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85942>
- Chun,J.B & Villegas, C.Z.(2021) *Implementación de la metodología 5 S para mejorar el proceso productivo de una empresa metalmecánica en Huaura, Lima 2021*. Universidad Ricardo

- Palma. http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/4884/T030_72810099_T%20VILLEGAS%20CORNEJO%20CARMEN%20ZUGEITH.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz, L. (2011) " *La observación* " Facultad de psicología. http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
- González-Longoria, H. M. (2016). *La heurística LDMTP: Una metodología híbrida basada en el problema de transporte para el diseño óptimo de la distribución de planta. Ingeniería, investigación y tecnología* ", 17(4), 463-478. <https://sci-hub.tf/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300324>
- Guaraca, S. G. (2015). " *Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A. Escuela Politécnica Nacional* ". <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9118/3/CD-6072.pdf>
- Guerrero Sánchez, J. A. (2018). *Aplicación de la Redistribución de Planta para Incrementar la Productividad en la Empresa Metal Mecánica, Factoría Rodríguez SAC. Callao 2018*. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30370>
- <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1192/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20SIMBA%20ESP%20JUAN%20CARLOS.pdf>

- Huayhuapuma J.J. (2019) *Ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área operativa de la empresa ADM Aduanas S.A.C. Callao- 2019*. Universidad Cesar Vallejo. Callao- Perú. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43221/Huayhuapuma_VJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huayhuapuma, J. (2019) “*Ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área operativa de la empresa ADM Aduanas S.A.C., Callao – 2019*”. Universidad César Vallejo. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43221/Huayhuapuma_VJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huertas Benites. F (2019) “*Economía y empleo en la libertad*”. http://www.iee.edu.pe/doc/publicaciones/articulos/120--2019_09-Economia_empleo_La_Libertad-IEE.pdf
- Hurtado Tomaylla, J. E. (2018). *Aplicación de la metodología 5 S's para mejorar la productividad en el área de lavado y acabado de la empresa T&Q, Los Olivos, 2018*. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23020>
- Jiménez Calderón, D. A., & Tirado Acevedo, D. C. (2019). *Diseño y distribución de planta para reducir los costos de manejo de materiales en el proceso productivo de calzado de la empresa MIL PIES*. http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/4752/1/REP_ING.IND_DANIELA.JIM%c3%89NEZ_DORIS.TIRADO_DISE%c3%91O.Y.DISTRIBUCI%c3%93N.DE.PLANTA_DATOS.PDF
- Lema, J.R. (2019) *Propuesta de mejora a través de la herramienta 5's en una empresa metalmeccánica*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/re dug/41272/1/LEMA%20TACURI%20JOSE%20RICARDO.pdf>
- Mejía, E. (2005) “*Técnicas e instrumentos de investigación*”. Tesis de posgrado. Facultad de educación de la UNMSM. <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>

Morales, C. y Masis, A. (2014) *“La medición de la productividad del valor agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica” Tec empresarial.*

Ospina, Mayra (2016) *Mejoramiento de los tiempos improductivos en los alistamientos de maquina en una empresa de aceites comestibles usando la filosofía de lean manufacturing* Universidad de San Buenaventura.

Palacios, Luis. (2016) *Ingeniería de Métodos: Movimientos y tiempos.* Ecoe Ediciones.

https://books.google.es/books?id=S6YwDgAAQBAJ&dq=ingenieria+de+metodos.&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Pantoja, C., Orejuela, J. P., & Bravo, J. J. (2017). *Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular. Estudios Gerenciales*, 33(143), 132-140. <https://scihub.tf/https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.03.003>

Pino, Pinochet, M. (2014). *“Mejoramiento de la productividad en una industria maderera usando incentivo remunerativo. Maderas. Ciencia y Tecnología”.* https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2015000100013

Ramírez, Y. Y. ., & Quiliche Castellares, R. M. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera. INGnosis*, 4(1), 64–77. <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1576/1391>

Ramo, V. Z. & Velarde, D.A. (2021) *Planeamiento sistemático de distribución de planta y productividad en la empresa Wayayo- Chupaca.* Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7665/T010_70344034_T%20y%20T010_74166181_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ramos, P. A. (2017). *Aplicación de lean manufacturing para incrementar la productividad en las pymes de confecciones textiles en la región Arequipa caso empresa CP.* (Tesis de Doctorado). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T. y Santos, G. (2019). *El impacto de la aplicación de herramientas Lean para la mejora de procesos en una empresa plástica: un estudio de caso. Procedia Manufacturing, 38, 765-775.* <https://scihub.tf/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Rodríguez, O (2018). *Método de gestión basado en lean Manufacturing y QFD para mejorar la productividad de empresas manufactureras de productos de polietileno, caso: empresa de envases flexibles de Arequipa.* <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9469/UProsaor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENA, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Protección Social, Departamento Nacional de Planeación, Japan International Cooperation Agency, Red Colombiana de Centros de Productividad, y otros. (2003)
- Simbaña, J.C.(2018) *Análisis de la distribución de las instalaciones y su incidencia en la productividad de la empresa metalmecánica SHYRIS.* Quito. Ecuador.
- Tanta, L.A & Yerva, R.A. (2021) *Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de moldeo para aumentar en una empresa metalmecánica- Lima 2021.* Universidad Cesar Vallejo. [file:///C:/Users/Jose/Downloads/Tanta_ML%C3%81-Yerva_IRA-SD%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jose/Downloads/Tanta_ML%C3%81-Yerva_IRA-SD%20(1).pdf)
- Tejada Díaz, N.L., Gisbert Soler, V. y Pérez Molina, A.I. (2017). *Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. 3C Empresa, investigación y pensamiento*

crítico, Edición Especial,39-49. DOI. https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf

Valera Espinoza, A.T. (2019) *Mejora del proceso de fabricación de cajas chinas para incrementar la productividad en una empresa metalmecánica, Cajamarca*. Univerdad Cesar Vallejo.<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22409/Valera%20Espinoza%20Alexandra%20Tatiana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Velásquez, F. F. (2018). *Método basado en gestión por procesos para mejorar la productividad y calidad del área de la planta de una empresa de bebidas en la ciudad de Arequipa* (Tesis de Doctorado) Arequipa.<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9469/UProsao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vera Tudela. R (2010) *Productividad en el Perú evolución histórica y la tarea pendiente*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-153/moneda-153-06.pdf>

CAPÍTULO 7 ANEXOS

Figura 34
Formato de observación de estudio de tiempos

FORMA DE OBSERVACION DE ESTUDIO DE TIEMPOS													
		Estudio núm:7				Fecha:				Página:			
		Operación: EMBALAJE				Operario:				Observador:			
Elemento Núm Y Descripción	1	2		3									
Nota	Ciclo	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												

Figura 35
Cronograma de limpieza autónoma de las Maquinas


		CRONOGRAMA DE LIMPIEZA		
AREA:				
LABOR	RESPONSABLE	FECHA	FRECUENCIA	MATERIALES
INFRAESTRUCTURA Limpieza de paredes limpieza de pisos limpieza de stand MAQUINAS Y HERREMIENTAS Amoladora Taladro Torno Cizalla Cortadora Martillo Prensa Hidráulica CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Contenedor amarillo Contenedor verde contenedor azul contenedor blanco Contenedor negro			semanal semanal diaria	trapo industrial Escoba, recogedor, agua trapo y agua
Elaborado por:			Revisado por:	

Figura 36
Formato de ubicación de objetos necesarios e innecesario


		UBICACIÓN DE OBJETOS NECESARIOS E INNECESARIOS		
ITEM	OBJETO	UBICACIÓN	RAZÓN	ACCIÓN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
RESPONSABLE:			FECHA	
REVISADO POR:			ELABORADO POR:	

Figura 37
Cálculo del método Guerchet de máquinas

	NOMBRE	MODELO	MARCA	Máquinas	n (Lados)	Largo	Ancho	Altura	N
1	MAQUINA DE SOLDAR TIG	EASI 250	WELDWELL		1	0.39	0.16	0.295	1
2	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	AC-225	LINCOLN ELECTRIC		1	0.33	0.46	0.635	1
3	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	TH-235	HOBART		1	0.45	0.33	0.483	2
4	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	S/M	HOBART		1	0.32	0.41	0.642	1
5	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	S/M	S/M		1	0.33	0.40	0.620	1
6	TALADRO DE BANCO 5/8	S/M	KAILI		1	1.05	0.46	0.850	1
7	MOTO SOLDADOR	S/M	S/M		1	0.46	0.49	0.480	1
8	TALADRO DE BANCO 5/8	S/M	S/M		2	1.05	0.46	0.850	2
9	MAQUINA DE SOLDAR TIG	TIG200A	WELDWELL		3	0.39	0.16	0.295	4
10	PULIDORA DE ACERO INOXIDABLE (HECHIZA)	S/M	S/M		1	1.38	0.94	0.850	1
11	SIERRA CINTA	S1101	STARRET		4	0.31	0.40	0.670	2
12	TALADRO DE BANCO 5/8	ZJQ5132	REXON		3	1.05	0.46	0.850	3
13	ESMERIL DE BANCO 3/4	KL07	KAILI		2	0.39	0.26	0.260	3

14	TRONZADORA ELÉCTRICA (HECHIZA)	S/M	S/M		1	2.31	1.30	0.750	2
15	DOBLADORA DE TUBOS (HECHIZA)	S/M	S/M		2	0.32	0.24	0.670	4
16	MÁQUINA DE SOLDAR MIG TRIFASICA	K14060-1	LINCOLN ELECTRIC		2	0.33	0.46	0.635	2
17	MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA MONOFASICA	8 ADT-2P-A	AIRCO		2	0.45	0.33	0.483	6
18	PRENSA HIDRAULICA TRIFASICA	S/M	ANFE		1	1.50	0.65	1.950	1
19	PRENSA EXCENTRICA TRIFASICA	S/M	COTELLI		1	1.70	1.40	2.970	1
20	TORNO REVÓLVER	R5	COTTWALDOV		2	2.10	1.00	1.300	1
21	MÁQUINA DE SOLDAR TRIFASICA 323	AMIGO 323	INDURA		1	0.56	0.33	0.480	1
22	MOTO SOLDADOR	S/M	S/M		2	0.46	0.49	0.480	1
23	TRONZADORA ELÉCTRICA	D28710-B2	DEWALT		1	0.31	0.40	0.670	2
24	MÁQUINA DOBLADORA DE PLANCHAS MANUAL (HECHIZA)	S/M	S/M		2	2.94	0.75	1.500	1
25	EQUIPO DE OXICORTE	S/M	S/M		1	0.50	0.26	0.750	1
26	COMPRESORA DE FAJA MONOFASICA	S/M	S/M		4	0.64	0.33	0.645	2
27	COMPRESORA DE AIRE TRIFASICA	S/M	S/M		2	0.75	0.38	0.630	2

28	CIZALLA DE CORTE MANUAL (HECHIZA)	S/M	S/M		3	1.67	0.67	0.830	2	
29	MÁQUINA DE PINTURA EN POLVO	RACO-RX89	GRACO		2	0.54	0.49	0.870	3	
30	HORNO DE PINTURA	S/M	S/M		1	2.40	1.10	2.670	1	
31	CABINA DE PINTURA	S/M	S/M		1	2.34	1.12	2.670	1	
32	MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA ROJA	RC-200K	RANGER		2	0.46	0.49	0.480	2	
33	MAQUINA CORTADORA DE PLASMA	S/M	INDURA		2	0.56	0.33	0.480	1	
34	TORNILO DE BANCO	S/M	S/M		3	0.42	0.21	0.570	1	
35	TORNILLO DE BANCO	S/M	S/M		3	0.54	0.22	0.584	3	
36	MÁQUINA DOBLADORA DE TUBOS ELÉCTRICAS	S/M	S/M		2	0.44	0.38	0.670	1	
37	SIERRA CIRCULAR (HECHIZA)	S/M	S/M		2	0.58	0.42	0.650	1	
					n	L	A	H	N	
Elementos móviles										
Operarios									1.65	8