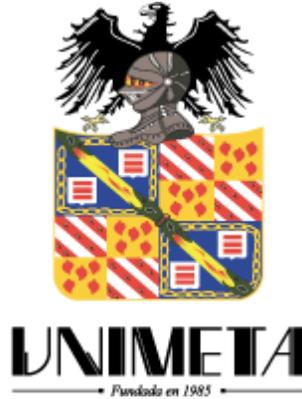


**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL META**  
**Ingeniería Industrial**



**TESIS**

**ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE SOLDADURA EN LA  
EMPRESA PALMERAS DEL LLANO SAS.**

**TRABAJO DE TESIS**

Presentado como requisito para optar por el título de Ingenieros Industriales

**Presentado por:**

Miguel Esquivel Ruiz  
Andrea Katherine Prieto Ordoñez

Villavicencio  
octubre 2022

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL META**  
**Ingeniería Industrial**



**TESIS**

**ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE SOLDADURA EN LA  
EMPRESA PALMERAS DEL LLANO SAS.**

**TRABAJO DE TESIS**

Presentado como requisito para optar por el título de Ingenieros Industriales

**Presentado por:**

Miguel Esquivel Ruiz  
Andrea Katherine Prieto Ordoñez

**Director disciplinar:**

Ing. Maria Zolangela Moreno

**Director metodológico**

Ing. René Ricardo Cuéllar Rodríguez

Villavicencio  
Octubre 2022

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

**ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS CON EL FIN  
DE MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE SOLDADURA EN LA  
EMPRESA PALMERAS DEL LLANO SAS.**

**APROBADO**

<hr/>		<hr/>	
Nombre	<b>Firma:</b> Jurado 1	Nombre.	<b>Firma:</b> Jurado 2

---

## **DEDICATORIA**

Dedicamos el presente trabajo a nuestros padres, pareja e hijos, ellos son quienes nos han ofrecido su apoyo sin ninguna restricción para que concretemos el éxito y la finalización de nuestros estudios.

La presente investigación también es dedicada a la empresa **PALMERAS DEL LLANO SAS** quien nos abrió las puertas de sus procesos, operaciones e instalaciones permitiendo desarrollar de manera óptima nuestro propósito como estudiantes en etapa de finalización para adquirir el título de **INGENIEROS INDUSTRIALES**.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a todos nuestros docentes, tutores y experiencias laborales que a lo largo de nuestra trayectoria como estudiantes nos vienen formando como profesionales.

También queremos agradecer a nuestras familias quienes siempre están ahí para nosotros y nos inculcaron los valores y el amor hacia la educación con el fin de formarnos como personas.

También hacemos parte de este agradecimiento a nuestra región ya que a partir de las necesidades e industria que se viene desarrollando en el sector tomamos la decisión de estudiar nuestra **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>6</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1 Antecedentes .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Problema de investigación .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Pregunta de investigación .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4 Justificación .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5 Objetivos .....</b>	<b>25</b>
1.5.1 Objetivo general .....	25
1.5.2 Objetivos específicos .....	25
<b>1.6 Alcance y limitaciones .....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.1 Alcance .....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.2 Limitantes .....</b>	<b>26</b>
<b>1.7 Metodología de la investigación.....</b>	<b>27</b>
1.7.1 Tipo de investigación.....	27
1.7.2 Enfoque .....	27
<b>CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 Marco geográfico.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Marco histórico.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Marco Teórico .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.1 Ingeniería industrial.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2 Ingeniería de métodos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3 Estudio del trabajo .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.4 Estudio de tiempos y movimientos .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 Marco conceptual .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1 Estudio de métodos.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2 Ingeniería de tiempos .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.3 Estudio de movimiento.....</b>	<b>38</b>
<b>2.5 Marco legal.....</b>	<b>43</b>
<b>2.6 Procedimiento .....</b>	<b>44</b>

2.6.1 Población y muestra .....	46
<b>CAPITULO 3: RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Observación del proceso y entrevista al líder de procesos.....</b>	<b>47</b>
3.1.1 Plano de Taller de soldadura .....	47
3.1.2 Proceso .....	48
3.2 Análisis de causa y efecto .....	60
3.2.3 Materiales.....	63
3.2.4 Maquinaria .....	66
3.2.5 Medio ambiente .....	70
3.2.6 Medición.....	71
3.3 Estudio de tiempos y movimientos .....	72
3.3.1 Subproceso de recepción .....	72
3.3.2 Subproceso de alistamiento.....	81
3.3.3 Subproceso de limpieza .....	88
3.3.4 Subproceso de plan de trabajo .....	96
3.3.5 Subproceso de reparar .....	106
3.3.6 Subproceso de verificación.....	113
3.3.7 Subproceso de entrega .....	119
3.3.8 Distancias y tiempos promedios por subprocesos .....	126
3.4 Valoración del ritmo de trabajo .....	135
3.5 Cálculo del tiempo tipo o estándar .....	136
<b>CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>141</b>
4.1 Observación del proceso y entrevista al líder de procesos.....	141
4.2 Análisis de causa y efecto .....	141
4.3 Análisis del estudio de tiempos y movimientos.....	144
<b>5 Conclusiones .....</b>	<b>148</b>
<b>6 Recomendaciones.....</b>	<b>149</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>152</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Etapas de Análisis de Método .....	36
Tabla 2 Micro movimientos Therbligs .....	39
<b>Tabla 3</b> Actividades en subproceso de recepción por operario .....	52
<b>Tabla 4</b> Actividades en subproceso de alistamiento por operario .....	53
<b>Tabla 5</b> Actividades en subproceso de limpieza por operario .....	54
<b>Tabla 6</b> Actividades en subproceso plan de trabajo por operario .....	55
<b>Tabla 7</b> Actividades en subproceso reparar por operario .....	57
<b>Tabla 8</b> Actividades en subproceso verificar por operario .....	58
<b>Tabla 9</b> Actividades en subproceso entrega por operario .....	59
<b>Tabla 10</b> Características, usos y ventajas de electrodos utilizados.....	64
<b>Tabla 11</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de recepción equipo 1 .....	74
<b>Tabla 12</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de recepción equipo 2 .....	76
<b>Tabla 13</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de recepción equipo 3 .....	79
<b>Tabla 14</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de alistamiento equipo 1 .....	83
<b>Tabla 15</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de alistamiento equipo 2 .....	84
<b>Tabla 16</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de alistamiento equipo 3 .....	86
<b>Tabla 17</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de limpieza equipo 1 .....	89
<b>Tabla 18</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de limpieza equipo 2 .....	92
<b>Tabla 19</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de limpieza equipo 3 .....	94
<b>Tabla 20</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso plan de trabajo equipo 1 .....	97
<b>Tabla 21</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso plan de trabajo equipo 2 .....	100
<b>Tabla 22</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso plan de trabajo equipo 3 .....	103
<b>Tabla 23</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso reparar equipo 1	107
<b>Tabla 24</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso reparar equipo 2	109
<b>Tabla 25</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso reparar equipo 3	112
<b>Tabla 26</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso verificar equipo 1 .....	114
<b>Tabla 27</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso verificar equipo 2 .....	116

<b>Tabla 28</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso verificar equipo 3 .....	118
<b>Tabla 29</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso entregar equipo 1 .....	120
<b>Tabla 30</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso entregar equipo 2 .....	123
<b>Tabla 31</b> Tiempos observados y distancias por operario en subproceso entregar equipo 3 .....	125
<b>Tabla 32</b> Distancias y tiempos promedios por subprocesos, por trabajador y por equipos de trabajo .....	127
<b>Tabla 33</b> Tiempos y distancias totales recorridas por operario por equipos en el proceso	129
<b>Tabla 34</b> Tiempos observados y distancias totales por equipos .....	133
<b>Tabla 35</b> Porcentajes y descripción de los ritmos de trabajo.....	135
<b>Tabla 36</b> Valoración de los ritmos de trabajo por subprocesos de soldadores .....	135
<b>Tabla 37</b> Valoración de los ritmos de trabajo por subprocesos de auxiliares.....	136
<b>Tabla 38</b> Suplementos fijos y variables aplicados a subprocesos ejecutado por soldadores .....	137
<b>Tabla 39</b> Suplementos fijos y variables aplicados a subprocesos ejecutado por auxiliares .....	137
<b>Tabla 40</b> Tiempo estándar por subprocesos realizado por soldadores .....	138
<b>Tabla 41</b> Tiempo estándar por subprocesos realizado por auxiliares .....	139
<b>Tabla 42</b> Comparativo distancia recorrida durante el proceso por soldadores .....	144
<b>Tabla 43</b> Comparativo tiempo estándar durante el proceso por soldadores .....	145
<b>Tabla 44</b> Comparativo valoración del ritmo de trabajo durante el proceso ejecutado por soldadores .....	145
<b>Tabla 45</b> Comparativo distancia recorrida durante los subprocesos por auxiliares.....	146
<b>Tabla 46</b> Comparativo valoración del ritmo de trabajo realizado por auxiliares .....	147
<b>Tabla 47</b> Comparativo tiempos estándar por subproceso en auxiliares.....	147

## Lista de ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> Estudio de métodos .....	35
<b>Ilustración 2</b> Símbolos usados en el diagrama de flujo.....	39
<b>Ilustración 3</b> Suplementos constantes y variables.....	41
<b>Ilustración 4</b> Integración Diagrama Ishikawa con categorías de metodología 6m .....	45
<b>Ilustración 5</b> Plano en vista aérea del taller de soldadura .....	48
<b>Ilustración 6</b> Matriz de proceso taller de soldadura .....	49
<b>Ilustración 7</b> Diagrama subprocesos realizados en el área de taller de soldadura .....	51
<b>Ilustración 8</b> Transporte de vagones sobre riel .....	63
<b>Ilustración 9</b> Finalización de la línea de rieles .....	63
<b>Ilustración 10</b> Sistema de numeración de electrodos .....	64
<b>Ilustración 11</b> Caldera utilizada para la conservación de electrodos .....	65
<b>Ilustración 12</b> Soldador Inversor portátil .....	67
<b>Ilustración 13</b> Equipos de soldadura de respaldo.....	68
<b>Ilustración 14</b> Pulidoras eléctricas disponibles .....	68
<b>Ilustración 15</b> Equipo de oxicorte .....	69
<b>Ilustración 16</b> Caja de herramientas asignada a cada soldador .....	69
<b>Ilustración 17</b> Condiciones estructurales y de medio ambiente del taller de soldadura .....	70
<b>Ilustración 18</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de recepción equipo 1 .....	73
<b>Ilustración 19</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de recepción equipo 2 .....	76
<b>Ilustración 20</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de recepción equipo 3 .....	79
<b>Ilustración 21</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 1 .....	82
<b>Ilustración 22</b> .....	84
<b>Ilustración 23</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 3 .....	86
<b>Ilustración 24</b> Grafico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de limpieza equipo 1 .....	89
<b>Ilustración 25</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 2 .....	91
<b>Ilustración 26</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 3 .....	94
<b>Ilustración 27</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso plan de trabajo equipo 1 .....	97
<b>Ilustración 28</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso plan de trabajo equipo 2 .....	100
<b>Ilustración 29</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso plan de trabajo equipo 3 .....	103

<b>Ilustración 30</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso reparar equipo 1 .....	106
<b>Ilustración 31</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso reparar equipo 2 .....	109
<b>Ilustración 32</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso reparar equipo 3 .....	111
<b>Ilustración 33</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso verificar equipo 1 .....	114
<b>Ilustración 34</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso verificar equipo 2 .....	116
<b>Ilustración 35</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso verificar equipo 3 .....	118
<b>Ilustración 36</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso entrega equipo 1 .....	120
<b>Ilustración 37</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso entrega equipo 2 .....	122
<b>Ilustración 38</b> Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso entrega equipo 3 .....	124
<b>Ilustración 39</b> Gráfica tiempos y movimientos de operarios por equipos durante subprocesos.....	128
<b>Ilustración 40</b> Gráfica distancias y tiempos promedios por subprocesos realizados por auxiliares.....	129
<b>Ilustración 41</b> Gráfica tiempos por cada trabajador durante el proceso.....	131
<b>Ilustración 42</b> Gráfica distancia de desplazamientos por cada trabajador durante el proceso .....	132
<b>Ilustración 43</b> Gráfica distancias totales de desplazamiento por equipos .....	134
<b>Ilustración 44</b> Diagrama causa y efecto con base en análisis de factores bajo metodología 6M.....	142
<b>Ilustración 45</b> Plano aéreo de propuesta de distribución del taller de soldadura .....	151

## **GLOSARIO**

**Estudio De Movimientos:** Según [1] Es un procedimiento sistemático que permite determinar el tiempo real para elaborar un producto eliminando movimientos innecesarios.

**Procesos:** [2] los define como como medio para cumplir el propósito de la organización y los organiza como sea más conveniente para ese fin. Procesos es la forma cómo hacemos las cosas.

**Productividad:** De acuerdo con [3] tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.

**6M:** Son una herramienta mnemotécnica utilizada principalmente para resolver problemas o tomar decisiones, fundamentada en el análisis de los recursos de producción agrupado en 6 factores (Método, Maquinaria, materiales, mano de obra, medio ambiente y medición). [4]

**Diagrama Ishikawa:** Es un diagrama de cola de pescado que grafica la relación causa- efecto que permite analizar los problemas de una empresa. [5]

## **RESUMEN**

En la empresa Palmeras del Llano SAS, el taller de soldadura es el responsable del mantenimiento de los vagones que traslada el fruto de la palma de aceite a la planta de procesamiento para obtener sus derivados, las fallas o demoras en los procesos reducen la capacidad instalada para el transporte del fruto y por ende la cantidad procesada. El estudio de tiempos y movimientos busca mejorar la productividad del proceso de soldadura mediante la corrección de prácticas operativas que lo requieran y así reducir los retrasos en relacionados con transporte de las cantidades requeridas.

El estudio de tiempos y movimientos permitirá establecer mejores formas, fáciles y productivas a desarrollar en el taller de soldadura, este se basa en la observación del proceso y entrevista al líder de procesos, análisis de causa y efecto, estudio de tiempos y movimientos, valoración del ritmo de trabajo y cálculo del tiempo o estándar.

El anterior procedimiento encontró que los operarios cuentan con las capacidades suficientes para desarrollar las actividades, sin embargo, no se contaba con la caracterización del proceso, los turnos de trabajo integran los equipos en ambiente de trabajo cordial, se evidencia falta de colaboración para con los auxiliares, con base en la diferencia en desplazamiento y tiempos con relación a los soldadores, principal o principales.

Los hallazgos permiten identificar valoraciones mínimas del ritmo de trabajo las cuales no causan desviaciones significativas entre los tiempos medidos u observados con los tiempos base.

La valoración de los suplementos constantes y variables fueron iguales para los equipos de trabajo, debido a que la ejecución de las labores en relación con medio ambiente, posiciones y demás aspectos relacionados con los suplementos son iguales.

El cálculo de los tiempos estándar permite evidenciar que las diferencias de los mismos entre

los equipos se encuentran directamente relacionados con las diferencias en cantidad de distancia recorrida en subprocesos y en total durante el proceso ejecutado, por lo que se puede inferir que estas diferencias tienen correlación con la ubicación de las herramientas eléctricas, mesas de trabajo y cajas de herramientas manuales.

Lo anterior atendiendo al método de asignación de herramientas y espacio de trabajo que han permitido desarrollar rasgos de “territorialidad” por parte de los equipos al interior del taller de soldadura.

Por consiguiente, se propone una nueva distribución de la planta con el fin de estandarizar el proceso e incrementar la productividad con base en los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Proceso, recursos, proceso crítico, tiempos y movimientos, productividad.

## **ABSTRACT**

In the company Palmeras del Llano SAS, the welding workshop is responsible for the maintenance of the wagons that transport the fruit of the oil palm to the processing plant to obtain its derivatives, failures or delays in the processes reduce the installed capacity for the transport of the fruit and therefore processed quantity. The time and motion study seeks to improve the productivity of the welding process by correcting operating practices that require it and thus reduce delays related to the transportation of the required quantities.

The study of times and movements will allow better forms, easier and more productive forms to be developed in the welding workshop, more in the observation of the process and interview the process leader, cause and effect analysis, study of times and movements, evaluation of the rhythm of work and calculation of the type or standard time.

The previous procedure found that the operators have the necessary capacities to develop the activities, however, there was no characterization of the process, the work shifts integrate the teams in a cordial work environment, there is evidence of a lack of collaboration with the workers. auxiliaries, based on the difference in displacement and times in relation to the soldiers, main or main.

They allow them to identify minimum evaluations of the work rhythm which do not cause significant deviations between the measured or observed times with the base times.

The evaluation of the constant and variable supplements were the same for the work teams, because the execution of the tasks in relation to the environment, positions and other aspects related to the supplements are the same.

The calculation of the standard times allows to show that the differences between the teams are directly related to the differences in the amount of distance run in threads and in total

during the executed process, so it can be inferred that these differences are directly related to the location of power tools, work tables, hand tool boxes.

The foregoing based on the method of demonstrating tools and workspace that have allowed the development of "territorial" features by the teams inside the welding workshop.

Therefore, a new layout of the plant is proposed in order to standardize the process and increase productivity based on the results obtained.

**Keywords:** Process, resources, critical process, times and movements, productivity.

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

Actualmente, la globalización y la creciente competencia a la que se enfrentan las empresas exige un esfuerzo considerable por aprovechar al máximo los recursos materiales y humanos de los que disponen, ya que estos influyen directamente en su productividad. En las empresas con procesos artesanales o semi automatizadas, la mano de obra calificada es de especial importancia, ya que a través de ella se puede incrementar la productividad, buscando obtener una mayor producción por empleado. [6]

Como en cualquier industria, en la manufactura refresquera la demanda, servicio al cliente y producción tiene una gran importancia lo que obliga a esta producción a tener sus equipos y maquinaria de producción en óptimas condiciones para que el producto esté en manos del consumidor sin retrasos, por lo tanto, es importante tener los tiempos establecidos de cada proceso, desde que es elaborado el jarabe, envasado, distribuido, hasta que es comprado por el consumidor. [7]

En la industria agrícola se realizó un estudio de tiempos y métodos en una planta de comercialización de frutas y hortalizas de Andalucía (Valle). Los resultados permitieron distribuir más eficientemente la planta procesadora, organizar los sitios de trabajo, disminuir operaciones innecesarias y establecer los tiempos estandarizados para las labores de adecuación de naranjas en bultos, mandarinas en canastillas y limones en cajas. Adicionalmente, se elaboraron formatos de control, para estandarizar el proceso. [8]

Después de un análisis de cronómetro se conocen las fallas más comunes en cada proceso analizado. En máquina llenadora las fallas más frecuentes son: acumulación de botellas en los procesos posteriores y anteriores a llenadora, que por lo general la causa del

acumulamiento de botellas es por fallas en los demás equipos de la línea de producción. En el proceso de desestibado las fallas más comunes son: cajas atoradas en tope volteador y en arreador (empuje de cajas); cajas caídas en rodillos y transportador de tarimas. De acuerdo con lo observado en cada máquina, se plantean las acciones a seguir para dar solución a los problemas que surgen.

En el presente estudio el Autor G. Miño, realiza en el área de soldadura en la Empresa Ciudad del Auto (CIAUTO) para el automóvil modelo cuatro (M4), donde se identifican las actividades en cada una de las siete estaciones de trabajo. En cada una de las estaciones, utilizando recursos audiovisuales, se hace: la medición, cálculo y registro de los tiempos normales, tiempos estándar utilizando como factor de desempeño de trabajo sobre la base de las tablas de Westinghouse, cálculo de los suplementos de trabajo, valores propios de la Empresa. Se obtuvo que 18191 segundos, un takt time de 2730 segundos con una demanda en ese período de 10 unidades. Con los tiempos estándar se realiza los diagramas de precedencia para con ellos determinar el balanceo de línea y la correspondiente asignación de trabajo con un total 10 personas, debido a que se tiene que realizar las operaciones sincrónicamente planificadas tanto en el lado derecho como izquierdo del auto. [9]

En la publicación, el autor A. Verbel hace una adaptación de las cartas de control multivariadas y el uso de la estadística P de Hotelling, al control del tiempo Estándar de producción de una operación o ciclo, desarrollada bajo la presunción de normalidad multivariada. Se da por hecho que los tiempos de operación siguen una distribución normal. Es posible ajustar el método a límites de control más estrictos si se tiene en cuenta que el tiempo estándar exige una alta precisión para efectos de control de producción y manejo de inventarios. La aplicación puede hacerse también sobre el Tiempo Normal o sobre todo un

proceso compuesto por múltiples operaciones. Después de realizar las encuestas y conversar con el personal en los talleres de autoridad y responsabilidad y comunicación interna, se pudo establecer con base en los resultados arrojados por los instrumentos aplicados, que el Sistema de Gestión de la Calidad aún necesita mejorar. Esto se relaciona con la inadecuada planificación, falta de liderazgo, autoridad y responsabilidad, comunicaciones y cultura. [10]

En este trabajo el autor analiza la eficiencia total de los factores de la industria del limón en el estado de Colima, México. Se utilizó la metodología no paramétrica del análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés), para evaluar los niveles de eficiencia con que operan las empresas de este sector industrial, en los determinantes: desempeño económico, eficiencia gubernamental e infraestructura. Los resultados de eficiencia relativa muestran que solo el 22% de las empresas son eficientes. El promedio de las empresas estudiadas fue de 0.716296 y el 44% de las empresas se ubican arriba de esta categoría. Los resultados permiten identificar las industrias que presentan mayor eficiencia, mayor competitividad e índices de variación de productividad. [11]

El presente estudio de investigación es de tipo experimental y presenta un estudio de tiempos y movimientos realizado en una empresa que elabora cortes Típicos en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango. Se determinó como el estudio de tiempos y movimientos ayuda a alcanzar la productividad, ya que la mayoría de estas empresas trabajan de forma empírica, no entregando a tiempo los pedidos que les son solicitados. [12]

El artículo Estudios de tiempos y movimientos para la agroindustria colombiana de la palma de aceite considera el estudio de tiempos y movimientos como una de las alternativas para lograr el incremento de la productividad de la mano de obra se encuentra en el campo del conocimiento denominado como procesos de producción. Allí se identifican dos

instrumentos de análisis denominados estudio de tiempos y estudio de movimientos. Estos tienen la finalidad de establecer tiempos estándar y métodos específicos que reduzcan los tiempos de ejecución de las tareas con el objetivo final de minimizar los costos de producción. Este tipo de trabajos se ha aplicado más ampliamente en la industria manufacturera, pero tienen gran potencial en la agricultura. [13]

El estudio de tiempo y movimiento es una técnica de gran ayuda para las empresas, el cual no es valorado actualmente. Ésta supone un valor importante para conseguir un trabajo de manera eficiente y eficaz. El estudio de tiempo y movimiento va dirigido a la mejora de la productividad y ha sido utilizada desde el siglo XIX. El análisis descrito en esta investigación tiene por objetivo identificar inconvenientes en la productividad por parte de los operadores de una empresa generadora de energías limpias en la región de Perote. [14]

El presente trabajo busca establecer una oportunidad de mejora a partir del estudio de tiempos y movimientos, iniciando por definir el proceso para comprender las actividades que se realizan y la interacción entre los diferentes trabajadores, seguidamente realizar las mediciones de tiempos y distancias recorridas, graficando sobre plano en vista aérea obteniendo datos durante el desarrollo de las actividades, para el análisis de los datos es necesario tener en cuenta el ajuste por la valoración del ritmo de trabajo que se observe, seguidamente se tienen en cuenta los suplementos fijos y variables a fin de definir los tiempos estándar, se realiza el análisis de la información obtenida, presentando una propuesta de estandarización a partir de la redistribución de la planta entre otros aspectos que se detallan en las conclusiones.

Es fundamental resaltar la importancia de la capacidad y disponibilidad de transporte de fruto desde el proceso de recolección hasta el área de transformación, esto influye directamente en

la productividad de la planta, así mismo, la necesidad del mantenimiento oportuno de los vagones utilizados para el traslado en la planta, de lo cual depende en parte del cumplimiento con los clientes, además los costos de operación aumentan a medida que los tiempos del mantenimiento esperado se prolongan, reduciendo su capacidad de producción.

Los vagones sufren bastantes daños y requieren de reparaciones constantes debido a su desgaste por utilidad de 24 horas al día y es por ende que se requiere de un mantenimiento constante ya que estos son el transporte que se tiene para alimentar las oblicuas del proceso (cocción del fruto).

## **1.2 Problema de investigación**

Para la empresa **Palmeras del Llano SAS** en cabeza del jefe de Planta se encuentra en la búsqueda de la optimización y eficiencia de sus operaciones, dado que año a año los costos de operación están en crecimiento continuo y el presupuesto máximo asignado se supera.

La organización tiene claridad que a la hora de estandarizar sus procesos e identificar acciones correctivas que permitan incrementar la eficiencia en las operaciones por lo que se considera necesario realizar un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de soldadura el cual en la actualidad no existe, el desarrollo de actividades en el taller se ha realizado de forma empírica, incluyendo un alto grado de subjetividad en las operaciones y acceso de confianza por parte de los colaboradores.

Debido a la falta de estandarización en las labores del taller de soldadura se presentan actividades repetitivas, tiempos de ocio prolongados en las horas hombre/máquina, reducción de la disponibilidad en planta, y retrasos en la salida de maquinaria y equipos en

mantenimiento, las demoras en las reparaciones implican disminución en la capacidad de transporte de fruto, situación que afecta la productividad de la planta haciendo que se retrase la cocción del fruto, pues este acelera su pudrición o pérdida de la extracción de ACP posterior a su cosecha.

El taller de soldadura debe estar disponible las 24 horas del día, todos los días, razón por la cual se cuenta con tres equipos de trabajo, los cuales presentan diferencias en la eficiencia del trabajo, con relación a los tiempos de entrega de los vagones que le son entregados para reparación.

La planta de extracción y la refinería requieren las 24 horas de disponibilidad de operarios de mantenimiento debido a que es de productividad continua debido a la acidez o la pudrición que adquiere el fruto de palma posterior a su cosecha.

### **1.3 Pregunta de investigación**

¿Cuáles acciones se pueden identificar para incrementar la eficiencia, como resultado del estudio de tiempos y movimientos aplicado al proceso de soldadura en la empresa Palmeras del Llano SAS?

¿Qué propuesta de optimización de procesos aseguraría incrementar la productividad, bajo el estudio de tiempos y movimiento en el proceso de soldadura en la empresa Palmera del Llano SAS?

#### **1.4 Justificación**

La investigación de tiempos y movimientos en la empresa Palmeras del Llano SAS es de carácter primordial, esto se hace con el fin de adoptar recomendaciones que permitan minimizar las brechas en tiempo que se presentan a la hora de efectuar los mantenimientos en el área de soldadura, la reducción de tiempos y actividades innecesarias, aumentar la eficiencia en el cumplimiento de las tareas, facilitar el trabajo de los operarios y la reestructuración de la distribución de equipos, maquinaria, elementos, entre otros dentro de las áreas de trabajo.

Con la adopción del método se busca reducir los costos de operación, eliminar los reprocesos o actividades repetitivas, estandarizar las operaciones y disminuir el reporte de servicio no conforme del cliente interno.

Teniendo en cuenta que la producción en la empresa se afecta al disminuir la capacidad de transporte de fruto de palma para el procesamiento a causa de las averías de los vagones y especialmente por los tiempos requeridos para su reparación, la cual se realiza en el taller de soldadura.

Por otro lado, la investigación aporta a la solución de problemas técnicos, económicos, de empresas de la región desde la Corporación Universidad del Meta (UNIMETA), donde el egresado de Ingeniería Industrial analiza y propone acciones de mejora a un proceso crítico en el entorno sistemático de la organización.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

**1.5.2** Elaborar de estudio de tiempos y movimientos que garantice la eficiencia del proceso de soldadura en la empresa Palmeras del Llano SAS.

### **1.5.3 Objetivos específicos**

- Documentar mediante diagramas de procesos las diferentes actividades que tiene el proceso de soldadura.
- Analizar la relación causa y efecto de los recursos que intervienen en el proceso de soldadura bajo el método 6M's, para establecer la pertinencia de la calidad y disponibilidad de los recursos.
- Proponer acciones basados en el estudio de tiempos y movimientos que permitan maximizar las operaciones del proceso.

## **1.6 Alcance y limitaciones**

### **1.6.1 Alcance**

Se espera plantear recomendaciones que permitan a los trabajadores realizar su trabajo de una forma más sencilla y eficiente, beneficiando a la organización en su cadena de producción al minimizar los tiempos de espera de los equipos, llevando a incrementar sus niveles de producción y estableciendo con mayor exactitud los tiempos de respuesta de sus productos ante la demanda actual y futura.

Proponer acciones que permitan planificar mantenimientos preventivos con base en el análisis de las averías que se presentan.

### **1.6.2 Limitantes**

Se establece como limitante el análisis del proceso desde el criterio ergonómico para el desarrollo de las actividades por parte de los trabajadores, estudio de los posibles impactos ambientales y las acciones para mitigar dichos impactos.

## **1.7 Metodología de la investigación**

### **1.7.1 Tipo de investigación**

De acuerdo con Roberto Hernández Sampieri la investigación que se desarrolla en el presente trabajo es de tipo cuantitativa, teniendo en cuenta el levantamiento de la información y posterior análisis de las variables (tiempo y distancia) en el proceso específico del taller de soldadura, con el fin de identificar las variaciones de tiempos y movimientos de los operarios durante la ejecución de sus tareas lo cual se obtiene por medio de técnicas de observación y medición buscando establecer de manera confiable, la naturaleza de la relación entre uno o más efectos dependientes y una o más variables independientes. [15]

### **1.7.2 Enfoque**

El enfoque del trabajo será de carácter mixto ya que se integrarán las herramientas de investigación de tipo cualitativo y cuantitativo con el propósito de dar solución al planteamiento del problema argumentando su eficacia con evidencias físicas, sistemáticas, entrevistas, observación de actividades.

## **CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Marco geográfico**

La empresa cuenta con las siguientes ubicaciones en el departamento del meta con presencia en los municipios de Acacias, Castilla y San Carlos de Guaroa con las siguientes direcciones: Acacias: (Centro productivo Palmeras: km 17 vía Dinamarca Acacias- Dinamarca, Centro productivo El cedro: vereda Sardinata Acacias, Centro productivo La loma: Km 23 vía Acacias Vereda El Barranco, Centro productivo Porvenir: 30 km después de Acacias vía a San Carlos de Guaroa), Castilla: (Centro Productivo Campiña: Adelante de San isidro de Chichimene por la vía castilla la nueva Km 3. Centro Productivo Palmita: 6 Km después de Castilla por la vía san Lorenzo hay un cruce, este predio queda a 2 Km del cruce). San Carlos de Guaroa (Centro productivo Camelias: Km 6 vía Altamira san Carlos de Guaroa, Centro Productivo La Raya: Km 75 vía acacias san Carlos de Guaroa, Centro Productivo San Marcos: Km 70 vía san Carlos de Guaroa).

### **2.2 Marco histórico**

Palmeras del Llano es una empresa familiar, que inicia con la adquisición de la finca La Palma Llanera en el año 1964 cuyos socios fueron el Señor José Vicente Riveros y su hermano mayor Marcos Riveros, tras la muerte de Don Marcos 1966 continúan con la sociedad, quedando en representación del sus hijos y esposa Anatile Baquero.

En el año 1964 Inician con la Siembra de Palma, de allí pasaron a la construcción de una pequeña fábrica, que es lo que se conoce actualmente como la Mejorana en honor a la esposa de Don Marcos; el primer aceite lo sacaron en canecas metálicas de 55 galones.

Bajo esta misma sociedad se adquirieron las fincas San Marcos, Barsalosa, Salinas. Los hijos de Don Vicente se fueron involucrando y compraron las fincas palmita, porvenir y el Cedro,

tiempo después la finca el Perú y Chancherín estas últimas no hacían parte de la sociedad, y fueron inicialmente fincas ganaderas.

En el año 1984 se inició la puesta en marcha de una nueva planta Extractora para el procesamiento de la fruta, este proyecto fue realizado por el Señor Gerardo Müller.

Después de la Palma Llanera se dio paso a la conformación de Palmeras del Llano el 20 de marzo de 1984. A partir de esta fecha se disuelve la sociedad quedando con la fábrica antigua.

Los hijos de la Sra. Anitilde a partir de ese momento la llamaron la Mejorana y la Familia Riveros Páez continuó con el manejo de la extractora y las actividades de Cultivo.

Nos enorgullece mostrar los hechos más importantes de nuestra historia, pues ha sido el resultado del esfuerzo y trabajo de una familia, hombres y mujeres que asumieron con responsabilidad, dignidad, honestidad y transparencia el destino del negocio, además del aporte importante de cada uno de los colaboradores que han hecho posible este proceso de transformación y cambio.

En la actualidad Palmeras del Llano [16] se define como “una empresa agroindustrial dedicada al cultivo de palma aceitera, producción de aceite y comercialización de fruto, aceite de palma y sus subproductos. Que respeta el medio ambiente y cuenta con la valiosa participación de su recurso humano.” Con la misión “Somos una organización que transforma el agro colombiano en soluciones industriales, brindando a cada cliente un producto excepcional con los mejores estándares de calidad y sostenibilidad.”

## **2.3 Marco Teórico**

### **2.3.1 Ingeniería industrial**

La Ingeniería Industrial es la rama de la Ingeniería que se encarga de la optimización de los recursos en una organización; a través del análisis, diseño y control de los sistemas productivos y logísticos, con el fin de lograr el máximo rendimiento de los procesos y soluciones adecuadas a necesidades reales de una sociedad. [17]

Para ello la ingeniería industrial se apalanca en la aplicación de métodos, procesos, técnicas, que interfieren con los procesos de producción y servicios de la organización en la cual se aplica.

### **2.3.2 Ingeniería de métodos**

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) define el Estudio de Métodos como “el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”.

Para establecer, ejecutar y mejorar los procesos, según [18] es necesaria la intervención de personas encargadas de diseñar, planificar y tomar decisiones para alcanzar los máximos resultados en las distintas fases de este. A esto es a lo que llamamos ingeniería de procesos.

El Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos es considerada una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo al lograr que los procesos sean más eficientes y estandarizados. [19]

Para [19] llevar a cabo la ingeniería de métodos el estudio de Métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo con esto el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir «*El proceso*» para luego llegar a lo más particular, es decir «*La Operación*».

Los elementos por analizar en la ingeniería de métodos son: materias primas, materiales, maquinaria, mano de obra, medición y medio ambiente, recursos que interactúan habitualmente en los procesos organizacionales y/o industriales.

Según [20] Los alcances de la ingeniería de métodos son:

- Diseñar, construir y elegir lo mejor: varios métodos, procesos, herramientas, equipos y especialidades necesarias para fabricar un producto.
- El mejor método debe estar vinculado con las mejores técnicas o habilidades disponibles para una interfaz hombre-máquina efectiva.
- A continuación, determine el tiempo necesario para fabricar el producto según el alcance del trabajo.
- Cumplir con normas o estándares predeterminados, y los empleados sean adecuadamente compensados por su desempeño.

### 2.3.3 Estudio del trabajo

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, en cualquier sistema organizativo hablando de trabajo, las empresas investigan intentando optimizar sus recursos para obtener un producto o un servicio, por esto, el trabajo representa las dinámicas de la misma organización y estas dinámicas son fundamentales para incrementar la productividad de la empresa.

Por ello la dirección de una empresa recurre frecuentemente a especialistas para que le ayuden a mejorar su productividad, para [21] el estudio del trabajo es el examen sistémico de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

Los autores [22] expresan que existen cuatro técnicas básicas para medir el trabajo y establecer los estándares. Se trata de dos métodos de observación directa y de dos de observación indirecta. Los métodos directos son el estudio de tiempos, en cuyo caso se utiliza un cronómetro para medir los tiempos del trabajo, y el muestreo del trabajo, los cuales implican llevar registro de observaciones aleatorias de una persona o de equipos mientras trabaja.

#### **2.3.4 Estudio de tiempos y movimientos**

El estudio de tiempos de acuerdo con [23] es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido

[24]El tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga; El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio plenamente calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación [25].

El estudio de métodos es una técnica que permite registrar y analizar de una manera crítica y coherente los modos existentes para llevar a cabo una tarea específica. Con objeto de buscar y aplicar las formas más sencillas, económicas y eficaces para realizarlas. Es la búsqueda de alternativas mejores para la ejecución de una tarea.

El estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y sustituir métodos malos por buenos. La medición del trabajo, a su vez sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea [26].

La estandarización de procesos hoy en día es una herramienta que genera una ventaja competitiva para muchas organizaciones, las exigencias que impone el mercado globalizado han hecho cambiar la visión del mundo y de los negocios. La competitividad extrema, en la que no existen distancias ni fronteras y el hecho de que la información, ha dejado de ser resguardo seguro en sus organizaciones, para estar al alcance de todos [27].

El estudio del trabajo surge tras la necesidad de mejorar rendimientos en todas aquellas actividades que involucran esfuerzos físicos y mentales orientados hacia la obtención de un producto o prestación de un servicio determinado. Las mejoras que se obtienen a través de un estudio del trabajo se reflejan en la disminución de esfuerzos y movimientos innecesarios que no generan valor sobre la fabricación, los cuales se convierten en factores determinantes en el momento de evaluar la eficiencia en una planta productiva. Los movimientos y método innecesario y/o mal ejecutado generan retrasos, disminución de la calidad y de los volúmenes de producción, incremento de accidentes laborales, incremento de los costos de producción, mayores desperdicios, incrementos de fatiga [24].

El estudio de tiempos con cronometro es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea; cuando se presentan quejas de los colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación; cuando se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones: cuando se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos y cuando se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas [14].

Lo más importante de este estudio es detectar movimientos inútiles. El estudio de tiempos es una ayuda al estudio de movimientos. La prueba de un método mejorado se confirma mediante una reducción del tiempo. Mide el trabajo necesario para elaborar un producto y este estudio se justifica por ser una de las bases para el pago de salarios. Su objetivo es determinar el tiempo estándar para una operación, es decir el tiempo que requiere un operador calificado y 19 totalmente adiestrado para realizar la operación aplicando un método específico y trabajando a un ritmo normal [28].

El estudio visual de movimientos y el de micro movimientos se utilizan para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente [29].

## **2.4 Marco conceptual**

### **2.4.1 Estudio de métodos**

El estudio de métodos y movimientos se remonta a los estudios realizados por Frederick Taylor donde implementó mediciones de tiempos empleando un cronometro para el estudio

de los movimientos con el fin de buscar la manera de incrementar la productividad durante la primera revolución industrial.

Una de las conclusiones de Taylor, generalmente es necesario comenzar desde el sistema de producción, es decir “el proceso” y posteriormente se mide se analiza “la operación”

En la actualidad la ingeniería de métodos es considerada una importante técnica de análisis que permite estudiar un trabajo o actividad específica con base en el registro metodológico de la operación.

Se centra en el estudio de factores de producción buscando la mejora a partir de la medición, como se observa en la ilustración 1

### **Ilustración 1**

*Estudio de métodos*



**Nota:** AdminITEMSA (2016) [Imagen] Análisis, mejora y determinación de los métodos de trabajo

<https://www.grupoitemsa.com/analisis-mejora-y-determinacion-de-los-metodos-de-trabajo/>

El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es generar métodos más prácticos, sencillos y eficientes con el fin de incrementar la productividad y se desarrolla bajo un procedimiento básico y sistémico con siete etapas fundamentales, las cuales se relacionan de forma clara en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Etapas de Análisis de Método*

<b>ETAPAS</b>	<b>ANÁLISIS DEL PROCESO</b>	<b>ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN</b>
SELECCIONAR el trabajo al cual se hará el estudio.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.
REGISTRAR toda la información referente al método actual.	Diagrama de proceso actual: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual actual.
EXAMINAR críticamente lo registrado.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares a la operación completa.
IDEAR el método propuesto	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo.	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo a la operación completa «Principios de la economía de movimientos»
DEFINIR el nuevo método (Propuesto)	Diagrama de proceso propuesto: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual del método propuesto.
IMPLANTAR el nuevo método	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.
MANTENER en uso el nuevo método	Inspeccionar regularmente	Inspeccionar regularmente

**Nota:** Elaboración propia. Se presenta las etapas relación entre análisis de proceso y operación.

## 2.4.2 Ingeniería de tiempos

Es la técnica utilizada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo durante el desarrollo de las actividades de producción en un método específico, allí además de registrar cuantitativamente los datos obtenidos, se busca determinar los tiempos estándar para cada una de las actividades ejecutadas en el proceso.

El tiempo estándar según [29] : El valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal calificado. Por lo general, se establece aplicando las tolerancias adecuadas para el tiempo y se establece por medio de la siguiente ecuación:

$$\textit{T tiempo estándar} = \textit{T tiempo Básico} + \textit{ tiempo suplementario} + \textit{ tiempo improductivo}$$

El *tiempo suplementario* según [29] todo proceso de producción está sujeto a variaciones inevitables que se originan de acuerdo con las características humanas y de los sistemas involucrados. Las horas extraordinarias son el tiempo consumido por las deficiencias del producto y el proceso, el diseño y la fatiga. Las horas extraordinarias se calculan como un porcentaje del tiempo base y se establecen a partir de una investigación específica de la empresa.

De acuerdo con [21] los suplementos por descanso son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico en el caso que se requiera determinar el tiempo estándar de la operación. Otras adiciones como: tiempo a causa de circunstancias de fuerza mayor, por razones de política de la empresa y adiciones especiales no aplican en este proyecto teniendo en cuenta que se trata de determinar el tiempo que los empleados necesitan para realizar un determinado trabajo.

El tiempo improductivo es parte del tiempo estándar, es importante mantenerlo separado ya que surge independientemente de aspectos tales como el diseño, los métodos y las propiedades o detalles del producto.

Las ventajas de la aplicación de tiempos estándar de acuerdo con [29] son:

- a. Reducción de los costos: Al eliminar las ineficiencias del trabajo y el tiempo de inactividad, la relación de velocidad de producción es mayor, lo que significa que se producen más unidades al mismo tiempo.
- b. Mejora de las condiciones obreras: La jornada normal permite establecer un sistema salarial con incentivos en el que los trabajadores, al producir un número mayor de unidades de las que se pueden obtener a la tarifa normal, reciben una remuneración adicional.

#### 2.4.3 Estudio de movimiento

Consiste en analizar cuidadosamente los movimientos del cuerpo humano al momento de ejecutar un trabajo, el objetivo es reducir o eliminar algunos movimientos y buscar agilizar los movimientos eficientes para facilitar el trabajo al operario y generar mayor productividad.

Los estudios de los tiempos de movimientos se clasifican en dos tipos:

1. El estudio de micro movimientos el cual se aplica en los casos de mayor actividad, de gran repetición y duración.

Los Therbligs, desarrollado por Frank Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos del operador, buscando clasificar los movimientos en Therbligs eficientes y Therbligs ineficientes de acuerdo con la clasificación consignada en la Tabla 2.

Se clasifican los micro movimientos en eficientes e ineficientes, se incluye su abreviatura 2. El estudio visual de movimientos: El cual incluye la observación cuidadosa y elaboración de un diagrama de flujo del operador, con análisis y diagrama de flujo, en el cual se describe a partir del proceso los subprocesos y actividades que se realizan por cada operario, para el cual se pueden utilizar símbolos que representan de forma general las actividades que se realizan.

*Tabla 2*

*Micro movimientos Therbligs*

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

**Nota:** Therbligs 1911 [30].

Para graficar los movimientos sobre el plano del área del taller se utilizan los símbolos relacionados en la ilustración 2.

**Ilustración 2**

Símbolos usados en el diagrama de flujo

Símbolo	Nombre
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Espera
	Almacenamiento
	Combinada

**Nota:** Símbolos usados para el diagrama de flujo. [31]

**OPERACIÓN:** Indica las principales fases del proceso agrega, modifica, montaje, etc. Se presenta cuando se modifican las propiedades fisicoquímicas de un objeto o material, cuando se prepara para una operación diferente.

**INSPECCIÓN:** Examinar las características del objeto en términos de calidad y / o cantidad. Por lo general, esto no agrega valor.

**TRANSPORTE:** Indica el movimiento del material. moviéndose de un lugar a otro mayor a un metro, si es menor no hay transporte.

**ESPERA:** Indica un retraso entre dos actividades o pausa la actividad. Ocurre cuando la operación no permite la operación inmediata del siguiente proceso.

**ALMACENAMIENTO:** Indica que el depósito de un objeto está bajo vigilancia en un almacén.

En general, se considera almacenar solo al inicio del material y al final del producto terminado, se denomina almacenamiento intermedio diferido.

COMBINADA: Indica varias tareas simultaneas. Se realizan por el mismo operario y en el mismo lugar de trabajo, las que se presentan con más frecuencia son:

- Operación – Inspección.

Para la medición en este caso, se realiza el estudio de tiempo con cronometro que permite determinar con una mayor exactitud posible los tiempos, con el fin de incrementar la productividad.

Para el cálculo de tiempo estándar se tiene en cuenta el tiempo base y se aplican los suplementos constantes y los suplementos variables por sexo, determinados por la OIT y que se describen en la ilustración 3.

### **Ilustración 3**

*Suplementos constantes y variables*

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	de KATA (Mili calorías/cm2/segundo)		
a) Trabajo de pie			16	0	0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	14	0	0
Trabajo se realiza de pie	2	4	12	0	0
b) Postura normal			10	3	3
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	10
Incomoda (inclinación del cuerpo)	2	3	6	21	21
Muy incómoda (cuerpo estirado)	7	7	5	31	31
			4	45	45
c) Uso de la fuerza o energía			3	64	64
muscular			2	100	100
(levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Sonido continuo	0	0
			Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
12,5	4	6	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
15	5	8	Sonidos estridentes	7	7
17,5	7	10	h) Tensión mental		
20	9	13	Proceso algo complejo	1	1
22,5	11	16	Proceso complejo o de atención	4	4
25	13	20(max)	dividida		
30	17		proceso muy complejo	8	8
33,5	22		i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia			trabajo bastante monótono	1	1
Calculada	0	0	Trabajo muy monótono	4	4
Bastante por debajo	0	0	j) Monotonía física		
Absolutamente ineficiente	5	5	trabajo algo aburrido	0	0
			trabajo aburrido	1	1
			Trabajo muy aburrido	4	4

**Nota:** Tabla de suplementos constantes y variables [19]

La recolección de información se requieren una tabla de estudio de tiempos, cámara de video y un cronometro el cual se puede utilizar uno de los dos métodos existentes:

1. El método continuo: consiste en que los cronómetros funcionaran durante el tiempo de duración del estudio.
2. El método de regreso a cero: El temporizador se lee al finalizar cada uno de los elementos y luego se reinicia inmediatamente y el cronometro inicia nuevamente su medición desde cero.

El estudio de tiempos por cronometro se puede realizar:

- Cuando es necesario realizar una nueva actividad, operación o tarea.
- Los trabajadores o sus representantes presentan quejas durante la operación.
- Hay un retraso debido a una operación lenta, lo que resulta en un retraso de otras operaciones.
- Tiene como objetivo establecer las horas estándar de un sistema de incentivos.
- Hay baja productividad o tiempo de inactividad excesivo de una máquina o un grupo de máquinas.

## 2.5 Marco legal

NTC 5655 (2008-12-16): Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo:

esta norma corresponde a una homologación de la norma ISO 6835:2004 y se considera como la norma básica sobre ergonomía de la que se derivarán otras normas. Establece los principios que orientan el diseño ergonómico de los sistemas de trabajo.

NTC 5649 (2008-12-16): Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales: esta norma corresponde a una homologación de la norma ISO 7250:2008. Describe las medidas

antropométricas que se deben tener en cuenta en los estudios, así como herramientas de medición.

La ley 1562 de 2012 del sistema de riesgos laborales establece la ampliación y la modernización del sistema de riesgos laborales, establece programas de promoción y prevención a los afiliados del sistema de riesgos laborales.

## **2.6 Procedimiento**

La investigación se realiza en dos fases generales, la primera consiste en efectuar análisis de las operaciones existentes en el proceso y de los recursos que en la operación intervienen, con el fin de establecer los tiempos y los movimientos actuales en el desarrollo operativo de las actividades.

Seguidamente se definen el estándar necesario para cada una de las operaciones del proceso de soldadura, con base en las conclusiones que se obtengan luego de analizar los datos obtenidos por medio de observación y entrevistas.

De las fases mencionadas con anterioridad se despliegan los siguientes 6 pasos:

- **Observación del proceso y entrevista al líder de procesos**

La realización de la entrevista no estructurada al líder del proceso junto con la observación directa en campo del desarrollo de las actividades permitirá tener información relevante, necesaria y suficiente para comprender y describir el proceso dentro de la organización, buscando caracterizar el proceso, especificando la ubicación de la planta y la distribución del equipo en planta; se implementa el diagrama de operaciones de manera detallada si la empresa no cuenta con él.

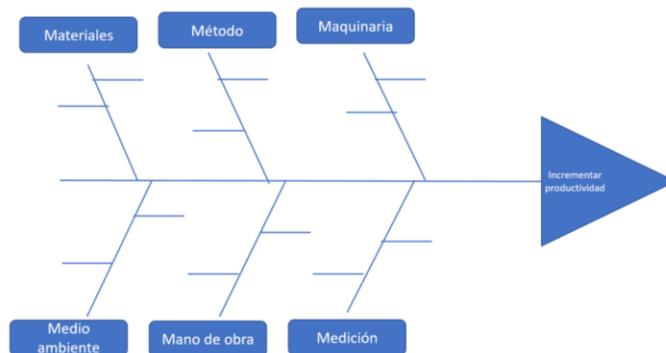
Además, se obtendrá información necesaria para la construcción de la ficha de proceso con enfoque ciclo PHVA la cual permitirá establecer un orden lógico para consignar de manera organizada las mediciones con cronometro de las actividades en tiempo real.

#### a) Análisis de causa y efecto

Con el fin de analizar los recursos que intervienen en la operación, se realiza un análisis bajo la metodología de las 6M, la cual permite individualizar y analizar de forma independiente cada uno de las categorías planteadas en la metodología (**M**ateriales, **M**étodo, **M**aquinaria, **M**edio ambiente, **M**ano de obra y **M**edición), seguidamente se elabora bajo el diagrama de Ishikawa las opciones de mejora, con base en el análisis realizado bajo la técnica 6M, teniendo en cuenta que el diagrama Ishikawa es una herramienta que mediante una gráfica relaciona un problema con los factores que posiblemente lo generan [32] donde se agrupan las causas en las categorías de mano de obra, materiales, método, maquinaria, medición y medio ambiente [33], en la ilustración 4 se puede observar la integración de la metodología de las 6m en Ishikawa.

#### Ilustración 4

*Integración Diagrama Ishikawa con categorías de metodología 6m*



**Nota:** Adaptado a partir de Método De Las 6m Aplicado En Diagrama De Ishikawa [34]

#### **b) Estudio de tiempos y movimientos**

Se registran datos obtenidos de la medición de tiempo utilizando el cronometraje a cero (0), se descomponen las tareas los elementos o etapas descritas en la ficha de proceso y se analizan los datos obtenidos, identificando los márgenes de tolerancia a causa de fatiga, tiempos personales (ejemplo: hidratación, idas al baño) y retrasos inevitables (si los hay).

#### **c) Valoración del ritmo de trabajo**

Definido bajo análisis cualitativo en el cual se valora la habilidad, el desempeño, la rotación de puestos y procedimientos de los operarios del proceso.

#### **d) Cálculo del tiempo tipo o estándar**

Se calculará a través de la medidas tiempo estándar (producto del tiempo observado y la valoración del ritmo de trabajo) de cada operario, combinación de actividades, asignación del trabajo compartido de tareas, suplementos constantes y variables que se asignaran de acuerdo con la forma y condiciones bajo las cuales se desarrollan las actividades, se determina la capacidad de producción y para finalizar se procede a identificar si el tiempo estándar tiene armonía y equilibrio con la línea de trabajo.

### **2.6.1 Población y muestra**

La población que se define para la presente investigación corresponde al número de trabajadores operativos del área de taller, quienes laboran en turnos rotativos de 8 horas, en cada turno dos trabajadores para un total de 6.

## **CAPITULO 3: RESULTADOS**

### **3.1 Observación del proceso y entrevista al líder de procesos**

La realización de la entrevista no estructurada al líder del proceso junto con la observación directa en campo del desarrollo de las actividades permitirá tener información relevante, necesaria y suficiente para comprender y describir el proceso dentro de la organización, buscando caracterizar el proceso, especificando la ubicación de la planta y la distribución del equipo; se implementa el diagrama de operaciones de manera detallada si la empresa no cuenta con él.

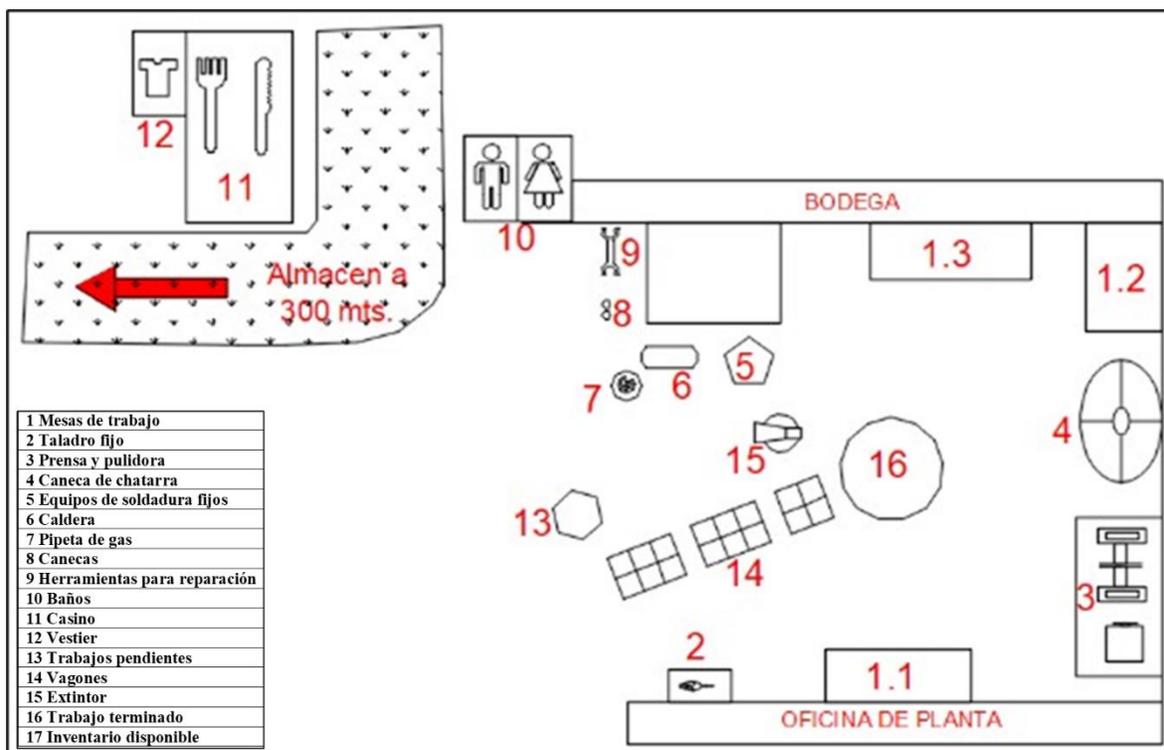
Además, se obtendrá información necesaria para la construcción de la ficha de proceso con enfoque ciclo PHVA la cual permitirá establecer un orden lógico para consignar de manera organizada las mediciones de tiempo con cronometro de las actividades en tiempo real.

#### **3.1.1 Plano de Taller de soldadura**

De acuerdo con la observación realizada al taller de soldadura se evidencia y se confirma con el líder del proceso que no cuentan con un diagrama del área por lo que se realizar el bosquejo y posterior digitalización del plano en vista aérea del taller de soldadura que se puede observar en la figura 5.

## Ilustración 5

Plano en vista aérea del taller de soldadura



**Nota:** Elaboración Propia

### 3.1.2 Proceso

Durante el desarrollo de la entrevista al líder del taller de soldadura se establece que en la organización no cuentan con diagrama o mapa de procesos para las actividades que en esta área se realizan, por consiguiente, se elabora una Matriz de caracterización del proceso, la cual fue revisada y aprobada por el líder del proceso con el fin de que esta corresponda a las actividades llevadas a cabo en el área, la misma se observa en la ilustración 6.

## Ilustración 6

### Matriz de proceso taller de soldadura

Nombre del Proceso	Mantenimiento de maquinaria planta o equipos en el área de producción.		Responsable	Jefe taller de soldadura	
Objetivo del proceso	Realizar las modificaciones, adecuaciones y/o reparaciones de la maquinaria de la empresa en forma oportuna y eficiente bajo condiciones seguras en un ambiente laboral favorable		Alcance	Este proceso incluye actividades desde el diagnóstico de la maquinaria con relación a la solicitud de mantenimiento, mantenimiento correctivo y preventivo, hasta la entrega final al área de origen.	
Entradas	Proveedor	Actividad	Responsable	Salida	Clientes
recepción de maquinaria o equipo.	área de producción	P Recibir maquinaria o equipo, establecer recursos necesarios para diagnosticar.	Soldador de turno.	Lista de maquinaria, herramienta y materiales.	Auxiliar de turno.
Alistamiento de recursos.	Auxiliar de turno.		Verificar estado de maquinaria para el diagnóstico.	Auxiliar de turno.	Herramientas y materiales en punto de trabajo.
limpieza y retiro de excedentes afectados.	Soldador de turno y Auxiliar de turno.	Limpiar de la zona a reparar, retirar los excedentes que se encuentren afectados por daño o corrosión.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	Excedentes para reciclaje o posterior reutilización, zona limpia a reparar.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.
Definir y buscar/solicitar piezas o partes a reemplazar.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	Establecer el plan de trabajo, definir las cantidades y medidas requeridas de los materiales a utilizar para la reparación, búsqueda en inventario o solicitar al área administrativa autorización para ser retiradas en almacén	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	cantidades y medidas de materiales. Piezas para reemplazar, armar o soldar.	área administrativa, almacén, Auxiliar de turno.

Reemplazar y armar	Auxiliar de turno.		Instalar, armar o soldar las piezas.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	Maquinaria o equipo reparado.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.
verificación de reparaciones.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	V	Revisar que las reparaciones y/o el mantenimiento preventivo realizado haya sido eficaz, verificando la funcionalidad.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	Maquinaria o equipo reparado.	Auxiliar de turno y Soldador de turno.
Entrega al área de producción y recomendaciones	soldador de turno.	A	Entregar e informar las reparaciones realizadas, realizar recomendaciones para el uso de los equipos con base en las reparaciones realizadas	Auxiliar de turno y Soldador de turno.	Informe.	área de producción y jefe de taller
Recursos			<b>Humanos:</b> Personal del área de taller. <b>Herramientas:</b> Pulidora, Equipo de soldadura, prensa manual, herramienta de mano, discos de corte. <b>Ambiente de trabajo:</b> área de taller, mesas de trabajo.	Documentos asociados	Orden de trabajo, nota interna solicitud de materiales, nota interna autorización de entrega de materiales.	

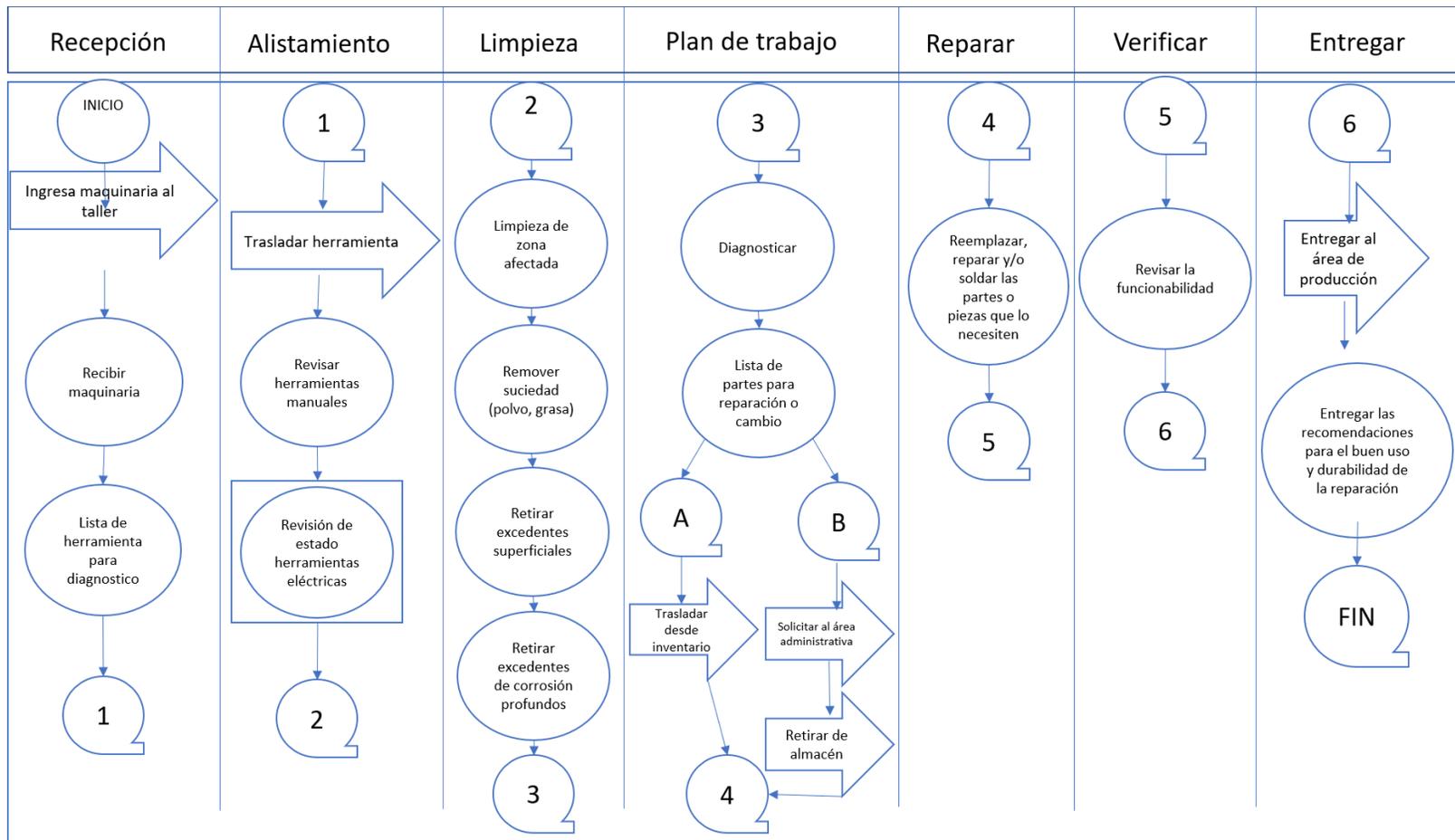
**Nota:** Elaboración Propia

Luego de establecer el proceso, se identifican los subprocesos con el fin de facilitar la comprensión de las actividades realizadas, agrupándolas bajo criterios lógicos que generan etapas dentro del proceso.

Estos subprocesos fueron elaborados en colaboración con los trabajadores que se desempeñan como soldadores y avalados por el jefe del área de taller, como se aprecian en la ilustración 7.

## Ilustración 7

Diagrama subprocesos realizados en el área de taller de soldadura

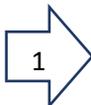


**Nota:** Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla 3 se presenta la descripción detallada de las actividades descritas en los subprocesos, discriminándolas de acuerdo con los cargos que intervienen en la actividad, con el fin de establecer los movimientos de cada persona durante la ejecución de los subprocesos y la interacción entre cada uno de los trabajadores.

**Tabla 3**

*Actividades en subproceso de recepción por operario*

<b>Subproceso de recepción</b>			
	Soldador		Auxiliar de Soldadura
			Preparar la posición en la cual se va a ubicar la maquinaria a reparar
			Salir del taller e ir a tomar la maquinaria para reparar
			Transportar la maquina hasta el taller de soldadura
			ubicar en la posición para el trabajo
			Buscar y alcanzar los implementos necesarios para que el soldador pueda recibir
			Esperar la lista de herramientas para diagnosticar
	Recibir la maquinaria		
	Inspeccionar la maquinaria recibida para reparar		

	Establecer lo que se necesitan para el diagnostico		
	Realizar lista de herramientas necesarias para el diagnostico		
	Entregar la lista al auxiliar de soldadura		

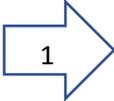
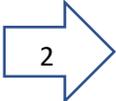
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso de recepción.

Las actividades observadas durante el subproceso de alistamiento se consignan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Actividades en subproceso de alistamiento por operario*

Subproceso de alistamiento			
	Soldador		Auxiliar de Soldadura
	Espera a que el auxiliar de soldadura prepare la herramienta necesaria para el diagnostico		
			Recibir lista de herramientas para diagnostico
			Buscar las herramientas de la lista
			Acercar las herramientas al punto de trabajo

			verificar el estado de toda la herramienta manual
			Inspeccionar la funcionalidad de las herramientas eléctricas

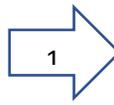
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso de alistamiento.

Las actividades desarrolladas por cada operario durante el subproceso de limpieza se consignan en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Actividades en subproceso de limpieza por operario*

<b>Subproceso limpieza</b>			
	Soldador		Auxiliar de Soldadura
	Colocarse los EPP		Colocarse los EPP
			preparación de jabón y/o fluido necesario para limpiar (grasa, polvo, etc.)
			Remover mugre/suciedad
			Secar
	Pulir la zona afectada		

3	Reducir o eliminar la cantidad de corrosión		
4	Pulir, cortar o retirar partes de zonas dañadas		
5	Organizar/preparar la maquinaria para hacer el diagnóstico		
		4	Recoger los residuos resultantes del trabajo de limpieza
		5	limpiar el espacio/área de trabajo

**Fuente:** Elaboración propia.

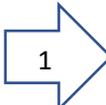
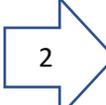
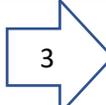
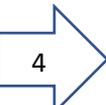
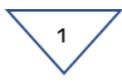
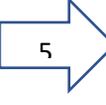
*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso de limpieza.

Las actividades desarrolladas por cada operario durante el subproceso de plan de trabajo se consignan en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Actividades en subproceso plan de trabajo por operario*

<b>Subproceso Plan de trabajo</b>			
	Soldador		Auxiliar de Soldadura
1	Inspeccionar que piezas o partes deben ser cambiadas		
1	Diagnosticar y determinar que partes se pueden reparar y cuales se deben reemplazar.		

	Pensar y generar una lista de lo necesario para el cambio o reparación		
	Diligenciar solicitud para que la administración autorice retirar elementos de almacén		
	Entregar la lista y solicitud de autorización al auxiliar de soldadura		
	Esperar a que el auxiliar de soldadura reúna los elementos de la lista y sean traído ya sea de almacén o inventario.		Recibir lista de piezas o partes para realizar la reparación y la autorización para la administración
			Buscar los elementos de la lista en el inventario
			llevar lo encontrado en inventario al punto de trabajo
			revisar lista, definir que partes no están en el inventario
			llevar la solicitud de autorización a la administración.
			Recibir autorización de la administración.
			Llevar autorización al almacén.
			Recibir piezas en el almacén.
			Llevar partes o piezas al taller de soldadura
			Organizarlas para facilitar el uso de las partes traídas de inventario o almacén

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso plan de trabajo.

Las actividades desarrolladas por cada operario durante el subproceso de reparar se consignan en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Actividades en subproceso reparar por operario*

<b>Subproceso Reparar</b>			
	<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar de Soldadura</b>
1	Recibirle al auxiliar de soldadura las piezas o partes traídas de inventario o almacén		
		1	Alcanzar herramientas para desarmar o desmontar las partes que se deben cambiar.
2	Retirar las piezas o las partes dañadas		
		2	Alcanzar los elementos traídos de inventario o almacén
		3	Alcanzar las partes o piezas que se deben armar
3	Armar cada una de las partes/piezas nuevas lo requieran.		
4	Instalar las partes o piezas.	4	Apoyar y suministrar las herramientas necesarias para la instalación, reparación y/o

			soldadura de las partes o piezas que lo requieran
5	Soldar las piezas que lo requieran.		
6	Reparar las partes que lo requieran.		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso reparar.

Las actividades desarrolladas por cada operario durante el verificar se consignan en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Actividades en subproceso verificar por operario*

<b>Subproceso Verificar</b>			
	Soldador		Auxiliar de Soldadura
1	Revisar que la maquinaria quede funcionando correctamente posterior a la reparación	1	Apoyar en la revisión funcional

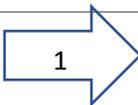
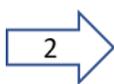
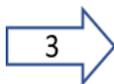
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso verificar.

Las actividades desarrolladas por cada operario durante el subproceso de entrega se consignan en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Actividades en subproceso entrega por operario*

<b>Subproceso de entrega</b>			
	<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar de Soldadura</b>
	Dar la orden para entregar la maquinaria al área de producción		
	Emitir las recomendaciones para que perdure la reparación y se le dé un buen uso adecuado.		Tomar nota de las recomendaciones dadas por el soldador de turno
			Tomar la maquinaria
			Llevar la maquinaria reparada hacia el área de producción
			Hacer entrega al área de producción
			Entregar al jefe del área de producción la hoja de recomendaciones
			Recoger la herramienta que se usó para el trabajo
			Llevar la herramienta y organizarla en el lugar correspondiente.

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se discriminan las actividades por cargo y su interacción entre los mismos durante el subproceso entrega.

### **3.2 Análisis de causa y efecto**

Se analizan cada uno de los recursos de forma independiente de acuerdo a la metodología 6M, dicho análisis basado en la observación directa y la información obtenida a partir de la entrevista al jefe del área quien manifiesta “estar seguro de que la calidad y disponibilidad de cada uno de los recursos es trascendental para el cumplimiento de las tareas encomendadas al equipo de trabajo”.

El orden en que se presentan los análisis no representa la importancia o relevancia de cada uno de ellos en el proceso.

#### **3.2.1 Mano de obra**

El equipo de trabajo asignado al taller de soldadura labora por turnos rotativos de 8 horas, en grupo de dos integrantes, un soldador y un auxiliar, cubriendo un servicio de 24 horas todos los días de la semana.

Así las cosas, el área cuenta con seis trabajadores liderado y supervisado por el jefe de área.

La rotación de personal es mínima, en especial para el cargo de soldador, teniendo en cuenta que quien menos tiempo de vinculación con la empresa y en el cargo es de aproximadamente 6 años.

Mientras que para el cargo de auxiliar quien menos tiempo tiene de vinculación es de seis meses, sin embargo, en el manual de funciones definido por la empresa se estableció un mínimo de 2 años de experiencia demostrable en procesos de soldadura.

Cuando se realizan las convocatorias para estos cargos es requisito indispensable la experiencia mínima de dos años en el cargo y actividades afines a las que se realizan en la empresa.

Por políticas de la empresa el taller no puede en ningún momento estar sin los trabajadores, motivo por el cual se utiliza lo que ellos denominan turnos por relevos, lo que significa que el turno que sale a descanso no se puede retirar hasta tanto no llegue el personal a cargo del turno siguiente.

En caso de que se presente un imprevisto para la llegada de algún trabajador, el jefe de área cuenta con la autoridad para establecer plan de contingencia que permita dar continuidad a las labores.

En los casos en que ha sido necesario modificar los horarios como contingencia el líder del área manifiesta que los colaboradores han sido receptivos y comprensivos al respecto y añade que en estos casos en que se puede llegar a extender el horario laboral a los mismos se les realiza el pago adicional en la proporción del tiempo extra.

En relación con la remuneración se encuentra por arriba del promedio de los pagos por labores similares en la región. Estos aspectos económicos favorecen la disposición y compromiso de los trabajadores.

Las capacitaciones son esporádicas, se pueden relacionar con aspectos de la organización, seguridad y salud en el trabajo, pero en pocas ocasiones se capacitan con relación al desarrollo operativo o técnico de las tareas asignadas.

### **3.2.2 Métodos de trabajo**

Se observa que cada uno de los grupos o turnos de trabajo desarrollan las actividades de forma distinta aun cumpliendo con las mismas funciones, especialmente las asignadas a los auxiliares.

Cada soldador cuenta con una mesa de trabajo y maquinaria asignada para realizar sus labores.

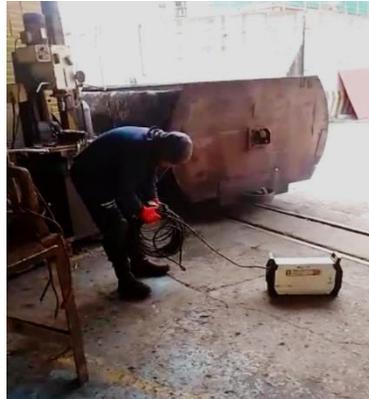
La planeación en algunos casos no se evidencia, inician los trabajos sin la realización de esta, fundamentados en la experiencia. tampoco se cuenta con un cronograma de trabajo definido para los trabajadores del taller de soldadura.

Cada soldador se ubica en forma distinta con relación a las herramientas y al sitio a intervenir, algunos dedican más tiempo a la revisión posterior y otros a la revisión inicial para establecer el diagnóstico.

El proceso se realiza en el área de taller, donde son trasladados los vagones sobre dos rieles como se observa en la Ilustración 8, los cuales finalizan cerca al centro del área del taller lo cual se aprecia en la Ilustración 9, los vagones no se pueden trasladar fuera de los rieles para las reparaciones por su peso y por evitar daños a las partes del sistema que rueda sobre los rieles.

## **Ilustración 8**

*Transporte de vagones sobre riel*



**Nota:** Elaboración Propia

## **Ilustración 9**

*Finalización de la línea de rieles*



**Nota:** Elaboración Propia

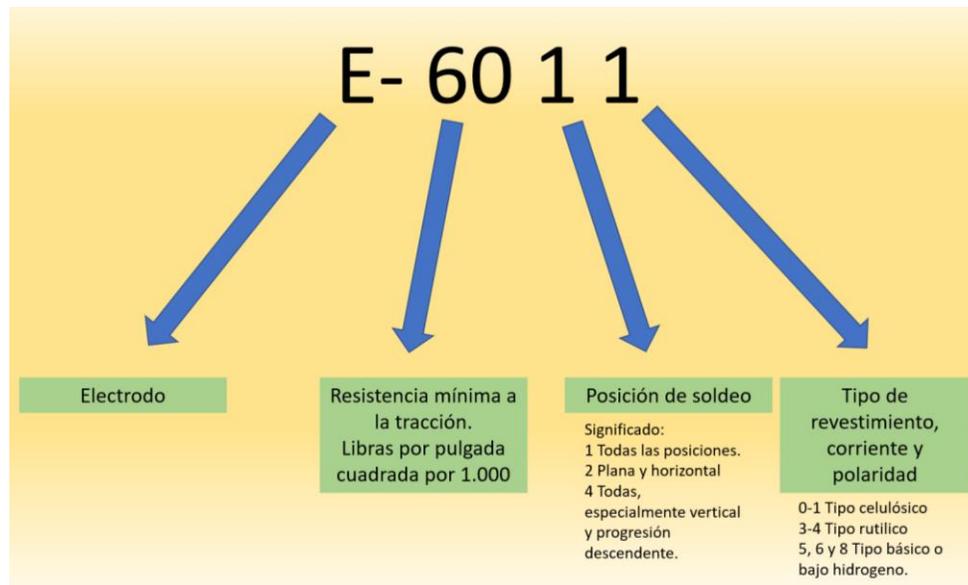
### **3.2.3 Materiales**

Los materiales utilizados con mayor frecuencia son los electrodos, teniendo en cuenta que en la mayoría de los mantenimientos preventivos o correctivos es necesario unir 2 o varias partes metálicas para lo cual utilizan dos tipos distintos de acuerdo con el trabajo a realizar.

El sistema de numeración de la American Welding Society (AWS) establece los parámetros y codificación de los electrodos con el fin de suministrar información que se encuentra de forma específica en la ilustración 10, seguidamente en la Tabla 10 se relacionan las características y ventajas de los electrodos utilizados en el área del taller de soldadura para mantenimiento y reparación de los vagones.

### Ilustración 10

*Sistema de numeración de electrodos*



**Nota:** Adaptado a partir de Código de soldadura [35]

**Tabla 10**

*Características, usos y ventajas de electrodos utilizados*

Tipos de soldadura utilizada			
Referencia	Uso	Característica	Ventajas
E6011	Recubrimiento	La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza.	Favorece la penetración.

<b>E7018</b>	Refuerzo	Electrodo adecuado para realizar soldaduras en toda posición en aceros de alta resistencia mecánica.	realizar soldaduras en toda posición en aceros de alta resistencia mecánica.
--------------	----------	--	--

**Nota:** Elaboración propia. Se comparan las características de los electrodos usados en el área de taller.

Los dos primeros dígitos son la resistencia a la tensión, medida en libras por pulgada cuadrada por 1000. Por ejemplo, un electrodo 6011 resiste una tensión de 60.000 PSI y el 7018 tiene la fuerza de alta resistencia a tensión de 70.000 PSI.

Como mecanismo de protección para prevenir el deterioro de los electrodos y así minimizar el riesgo de fallas al momento de soldar cuentan con un espacio cilíndrico metálico con divisiones en su interior para ubicar los electrodos de acuerdo con su numeración, en el centro se observa un foco como fuente de calos para almacenar los electrodos a una temperatura constante, como se observa en la ilustración 11

### **Ilustración 11**

*Caldera utilizada para la conservación de electrodos*



**Nota:** Elaboración Propia

En cuanto a las láminas utilizadas para las reparaciones de los vagones y en general para reforzar estructuras de la maquinaria se utilizan los calibres que están entre el calibre 20 y media pulgada, el calibre a utilizar depende del uso, más allá que la estética.

Para limpiar las superficies metalizas hacen uso de maquinaria eléctrica como la pulidora con discos abrasivos y herramientas manuales como la grata (escobilla metálica).

El inventario disponible de los materiales en el área de taller en mínima, se debe solicitar autorización en la oficina de administración ubicada a 15 metros y luego desplazarse hasta el almacén ubicado a 300 metros del taller de soldadura.

En el área de almacén se realiza control que garantiza la disponibilidad de los materiales que se requieren en las diferentes áreas de apoyo o productivas.

#### **3.2.4 Maquinaria**

Para el desarrollo de las actividades de soldadura cada soldador cuenta con un equipo de soldadura Inversor Sweiss 260 AMP – 110/220V, Skyarc 2650 FX, SOSWSWA2650, equipos que en su ficha técnica informa que son aptos para soldar electrodos tipo 7018, 6011, 6013, 6010, permite soldar 5/32 al 100% y 3/16 al 80%.

También en la ficha técnica indica que su consumo de energía eléctrica es de consumen un 40% menos que los inversores tradicionales, permite usar extensiones de hasta 150m y permite usar generadores un 30% menos potentes.

En la ilustración 12 se incluye imagen y las medidas de los equipos considerados versátiles, sencillos, pequeños y livianos, lo cual facilita la labor de los operarios.

## Ilustración 12

### *Soldador Inversor portátil*



**Nota:** soldador inversor A 260 [36]

Además de los equipos portátiles de soldadura, también cuentan con equipos para soldadura marca Lincoln referencia Ideal Arc DC 600, máquina de soldar multiprocesos (Electrodo, Mig, Tig, Alambres Tubulares, Arco Sumergido, Arco-aire), trifásica, voltaje 220/440, rango de salida 70-780 Amper, 600A a 100% ciclo de trabajo, el cual se observa en la ilustración 13.

El jefe del área informa que este equipo es de respaldo o backup y es usado en caso de que se presenten fallas en los equipos inversores eléctricos.

### **Ilustración 13**

*Equipos de soldadura de respaldo*



**Nota:** Elaboración Propia

Las pulidoras eléctricas que se observan en la ilustración 14 son para uso industrial de nueve pulgadas, las cuales se encuentran en buenas condiciones, el taller cuenta con dos de ellas y estas están disponibles para todos los turnos de trabajo.

### **Ilustración 14**

*Pulidoras eléctricas disponibles*



**Nota:** Elaboración Propia

Equipo de oxicorte el cual sirve para ejecutar trabajos de corte de metales gruesos, realizar soldadura y calentamiento de metales. La energía que se utiliza para este equipo se produce por una combustión controlada de la mezcla de dos gases (oxígeno + acetileno u oxígeno + propano) y se aplica por medio de un soplete, el cual se puede apreciar en la ilustración 15.

### **Ilustración 15**

*Equipo de oxicorte*



**Nota:** Elaboración Propia

Cada soldador cuenta con una caja metálica en el cual se deben guardar las herramientas de mano y el equipo de soldadura asignado.

### **Ilustración 16**

*Caja de herramientas asignada a cada soldador*



**Nota:** Elaboración Propia

### 3.2.5 Medio ambiente

Las actividades se desarrollan en un área que cuenta con cubierta tipo techo sobre estructuras metálicas, a la cual se realiza mantenimiento preventivo de la infraestructura con un alcance limitado (lavado de techo con el uso de la maquina manipulador telescópico ), como se observa en la ilustración 18, lo que implica que el trabajo se realice bajo temperatura del ambiente, no cuenta con estructura de cerramiento, lo que facilita el paso de aire constante, no se modifican las condiciones climáticas no se cuenta con extractores o ventiladores, las condiciones y aspectos se observan en la ilustración 17.

#### **Ilustración 17**

*Condiciones estructurales y de medio ambiente del taller de soldadura*



**Nota:** Elaboración Propia

## **Ilustración 18**

*Lavado de techo con ayuda de manipulador telescópico*



**Nota:** Elaboración Propia

A causa del área abierta existe presencia de polvo sobre las herramientas y en general sobre todos los equipos y materiales que allí se encuentran.

Se observan orificios en el techo que permiten el ingreso de agua bajo condiciones de lluvia, lo que se confirma con los trabajadores.

### **3.2.6 Medición**

Las actividades realizadas previamente al desarrollo del presente estudio no cuentan con mediciones de tiempo, consumo de materiales, consumo de energías o similares.

Las intervenciones realizadas a los en el taller de soldadura son acciones correctivas, sin embargo al llegar al taller se realiza una revisión general del vagón con el fin de identificar si adicionalmente a la intervención correctiva requiere mantenimiento preventivo, estas

reparaciones correctivas o preventivas no son sometidas a ningún proceso técnico de medición.

### **3.3 Estudio de tiempos y movimientos**

Se registran los movimientos realizados de forma gráfica sobre el plano del área de trabajo las mediciones por subprocesos, por cada uno de los equipos de trabajo, a cada trabajador se realizaron tres mediciones (identificadas como tiempo 1, tiempo 2 y tiempo3) y se elabora plano donde se registran los movimientos por parte de cada uno de ellos.

Se realiza la toma de medición de tiempo en tres ocasiones, luego se calcula el tiempo promedio por cada subproceso de cada integrante del equipo con el fin de conocer si hay diferencias en el desempeño de los operarios y diferencia entre los equipos de trabajo.

Para la medición de distancias se utiliza se utiliza el metro como patrón de medida, mientras que para el tiempo se utiliza el patrón de segundo.

#### **3.3.1 Subproceso de recepción**

El área de producción acerca los vagones que presenten fallas en su funcionamiento o que le sean detectadas alteraciones en su estructura física.

El personal de producción no cuenta con autorización para ingresar al área de taller, razón por la cual el auxiliar de soldadura debe ser quien ingresa al taller la maquinaria. En la entrega se manifiestan de manera verbal las fallas detectadas.

En caso de que la falla del vagón no permita el desplazamiento sobre los rieles, el soldador debe apoyar esta actividad del auxiliar, teniendo en cuenta que por ningún motivo las reparaciones se pueden hacer fuera del área de taller.

En la entrega se manifiesta de manera verbal las fallas detectadas.

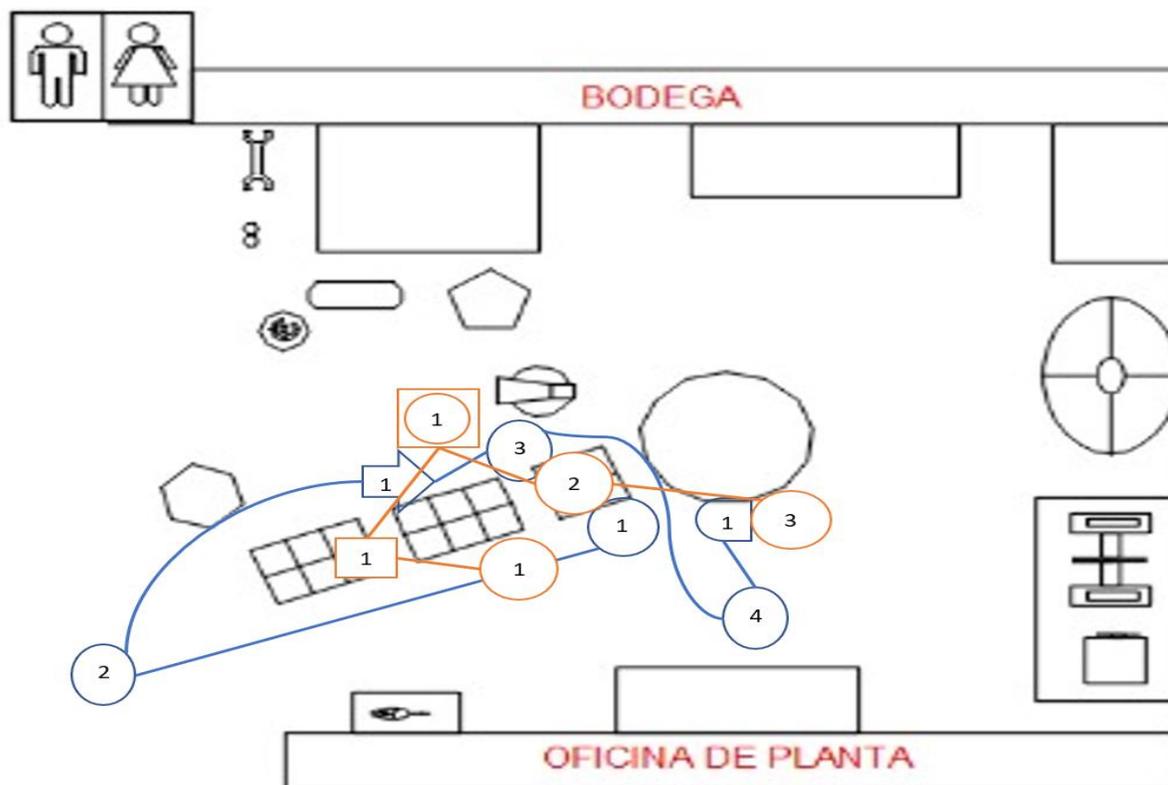
Para facilitar la comprensión de las gráficas y tablas que contienen las figuras que permiten describir las actividades desarrolladas de acuerdo con las convenciones del diagrama de flujo, se utiliza el color azul para identificar las actividades de los auxiliares y el color naranja para los soldadores.

Los desplazamientos de cada trabajador por equipo se grafican de acuerdo con el mismo color utilizado para el diagrama de flujo, es decir, azul para auxiliares y naranja para soldadores.

Los desplazamientos realizados por los equipos 1,2 y 3 se grafican sobre plano aéreo del taller en las ilustraciones 19, 20 y 21

### Ilustración 19

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de recepción equipo 1*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de recepción son consignados en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de recepción equipo 1*

<b>Subproceso recepción equipo 1</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
2,5	2,8	2,5	2,60	2,2	1	Recibir la maquinaria
5,4	6	5,8	5,73	5,7	1	Inspeccionar la maquinaria recibida para reparar
1,5	1,8	1,3	1,53	1,3	1	Establecer lo que se necesitan para el diagnostico
0	0	0	0,00	0	2	Realizar lista de herramientas necesarias para el diagnostico
3,8	4,2	4,5	4,17	3,2	3	Entregar la lista al auxiliar de soldadura
<b>Totales</b>			<b>14,03</b>	<b>12,4</b>		
<b>Auxiliar de soldadura</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
0	0	0	0,00	0	1	Preparar la posición en la cual se va a ubicar la maquinaria a reparar

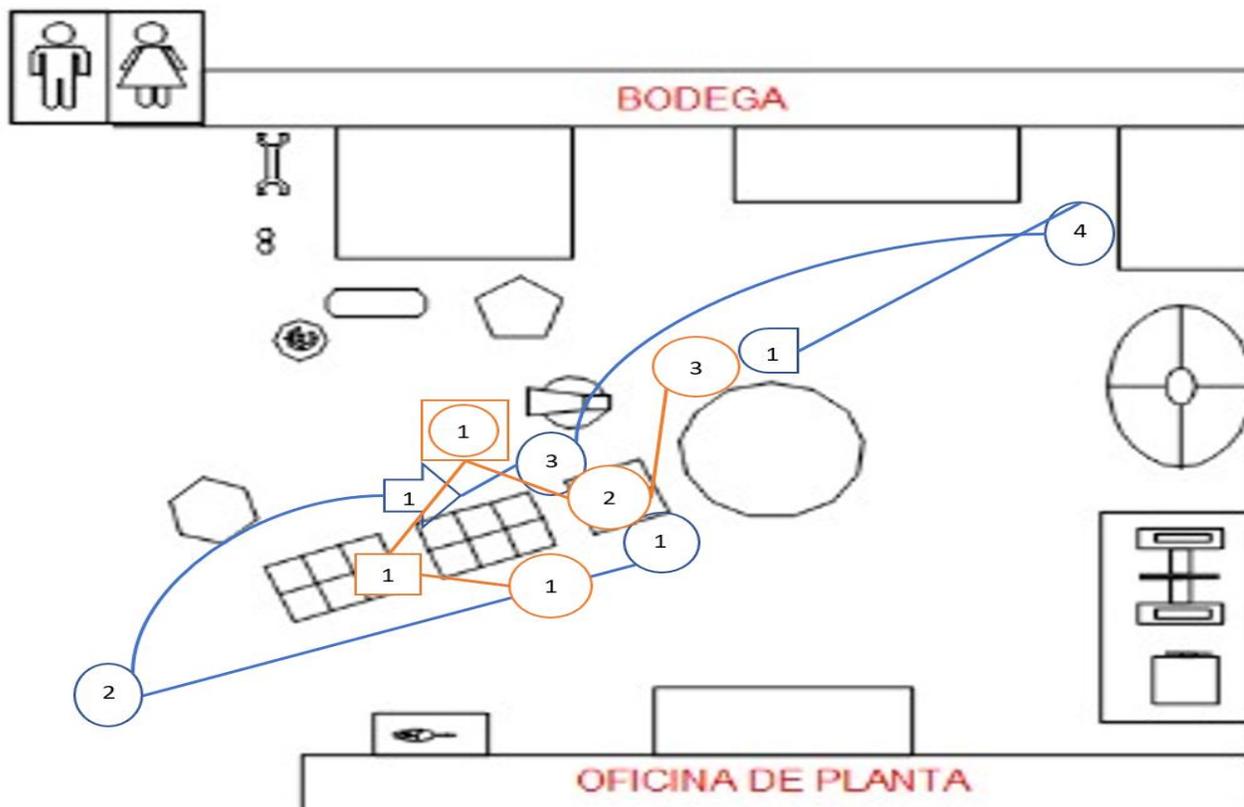
<b>11,3</b>	10,7	11,7	11,23	9,7		Salir del taller e ir a tomar la maquinaria para reparar
<b>10,7</b>	10,5	9,8	10,33	8,9		Transportar la maquina hasta el taller de soldadura
<b>2,9</b>	3	2,7	2,87	2,5		ubicar en la posición para el trabajo
<b>8,9</b>	7,8	9,1	8,60	7,2		Buscar y alcanzar los implementos necesarios para que el soldador pueda recibir
<b>1,3</b>	1,5	2	1,60	1,8		Esperar la lista de herramientas para diagnosticar
<b>Totales</b>			34,63	30,10		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de recepción realizado por el equipo 1

## Ilustración 20

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de recepción equipo 2



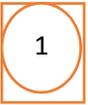
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de recepción son consignados en la Tabla 12.

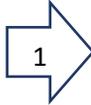
**Tabla 12**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de recepción equipo 2*

Subproceso recepción equipo 2
Soldador

<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>2,4</b>	4,8	3,2	3,47	2,2		Recibir la maquinaria
<b>7,9</b>	8,5	8,2	8,20	5,7		Inspeccionar la maquinaria recibida para reparar
<b>2,5</b>	3,1	2,6	2,73	1,3		Establecer lo que se necesitan para el diagnostico
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Realizar lista de herramientas necesarias para el diagnostico
<b>8,5</b>	6,7	7,2	7,47	5,8		Entregar la lista al auxiliar de soldadura
<b>Totales</b>			<b>21,87</b>	<b>15</b>		

#### Auxiliar

<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Preparar la posición en la cual se va a ubicar la maquinaria a reparar
<b>13,2</b>	11,1	12,3	12,20	9,7		Salir del taller e ir a tomar la maquinaria para reparar
<b>11,2</b>	9,8	10,8	10,60	8,9		Transportar la maquina hasta el taller de soldadura
<b>4,1</b>	5,8	3,3	4,40	2,5		ubicar en la posición para el trabajo

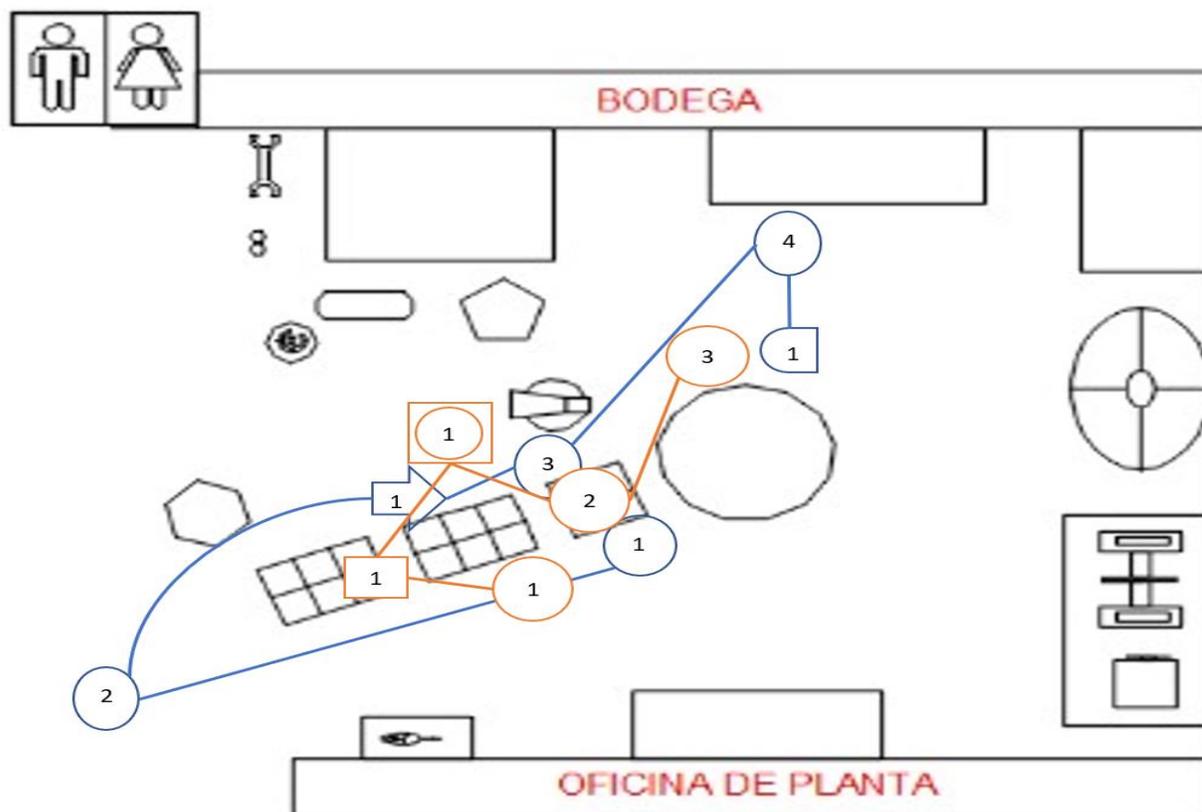
<b>15,2</b>	11,8	17,5	14,83	12,8	4	Buscar y alcanzar los implementos necesarios para que el soldador pueda recibir
<b>8,4</b>	7,5	8,9	8,27	6,7	1	Esperar la lista de herramientas para diagnosticar
<b>Totales</b>			50,30	40,60		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de recepción realizado por el equipo 2

## Ilustración 21

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de recepción equipo 3



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de recepción son consignados en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de recepción equipo 3*

<b>Subproceso recepción equipo 3</b>
<b>Soldador</b>

<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>2,6</b>	3,1	2,8	2,83	2,2		Recibir la maquinaria
<b>6,2</b>	7,5	5,9	6,53	5,7		Inspeccionar la maquinaria recibida para reparar
<b>2,3</b>	2,5	2,7	2,50	1,3		Establecer lo que se necesitan para el diagnostico
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Realizar lista de herramientas necesarias para el diagnostico
<b>5,6</b>	6,7	5,2	5,83	4,1		Entregar la lista al auxiliar de soldadura
<b>Totales</b>			<b>17,70</b>	<b>13,30</b>		

### Auxiliar

<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Preparar la posición en la cual se va a ubicar la maquinaria a reparar
<b>10,8</b>	11,6	11,5	11,30	9,7		Salir del taller e ir a tomar la maquinaria para reparar
<b>10,6</b>	12,9	11,8	11,77	8,9		Transportar la maquina hasta el taller de soldadura
<b>4,5</b>	3,7	4,1	4,10	2,5		ubicar en la posición para el trabajo

<b>16,5</b>	13,8	14,6	14,97	11,4		Buscar y alcanzar los implementos necesarios para que el soldador pueda recibir
<b>4,6</b>	5,1	4,8	4,83	3,5		Esperar la lista de herramientas para diagnosticar
<b>Totales</b>			<b>46,97</b>	<b>36,00</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de recepción realizado por el equipo 3.

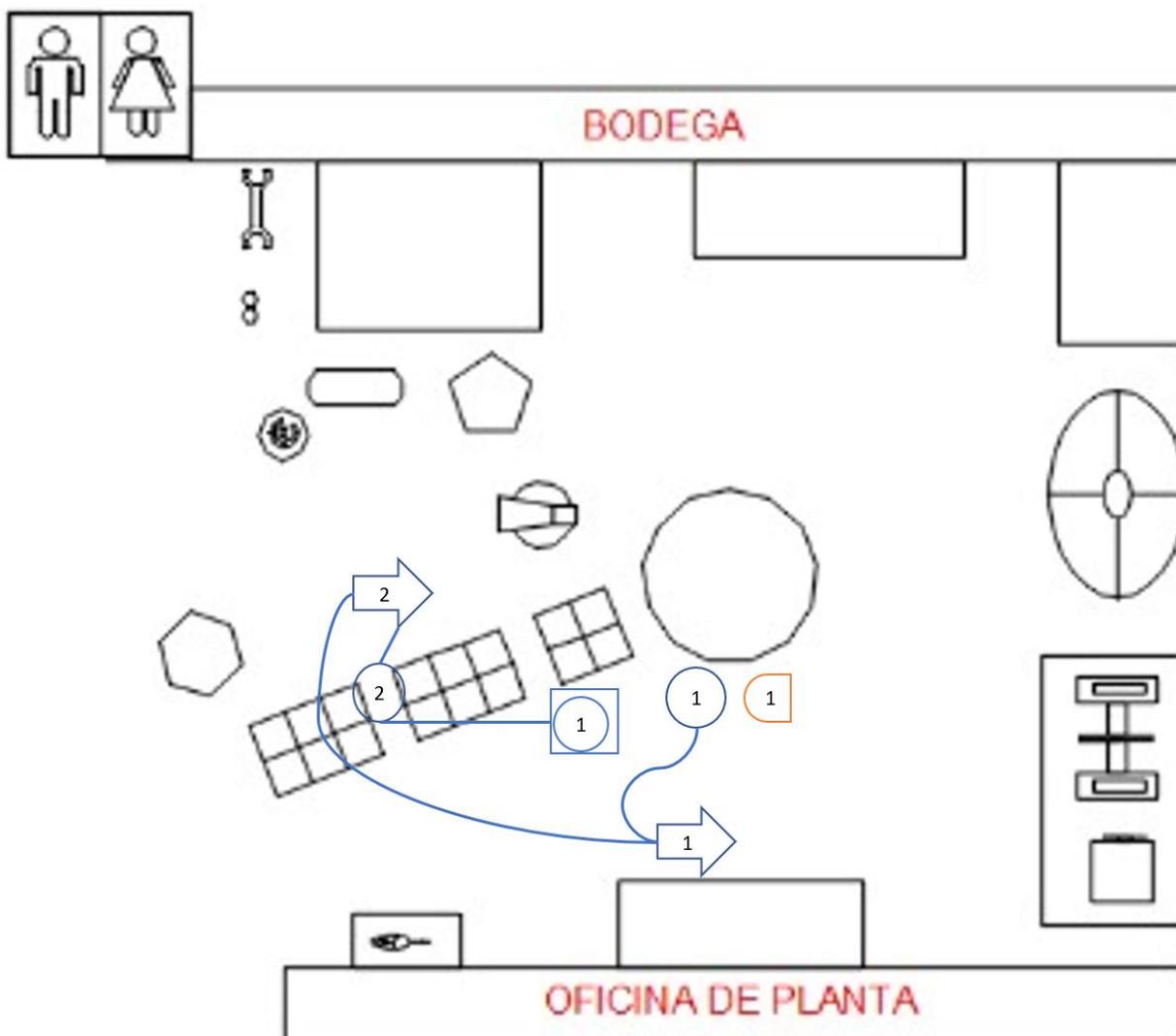
### 3.3.2 Subproceso de alistamiento.

Sobre el mismo plano se plasman las actividades y los movimientos del subproceso de alistamiento para cada uno de los equipos de trabajo los cuales se observan en las ilustraciones 22, 23 y 24.

El alistamiento corresponde en cada caso a disponer de las herramientas (manuales o eléctricas) que se requieran, también los elementos no convencionales que se requieran para el diagnóstico.

## Ilustración 22

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 1

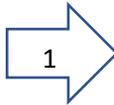
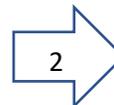


**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de alistamiento son consignados en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de alistamiento equipo 1*

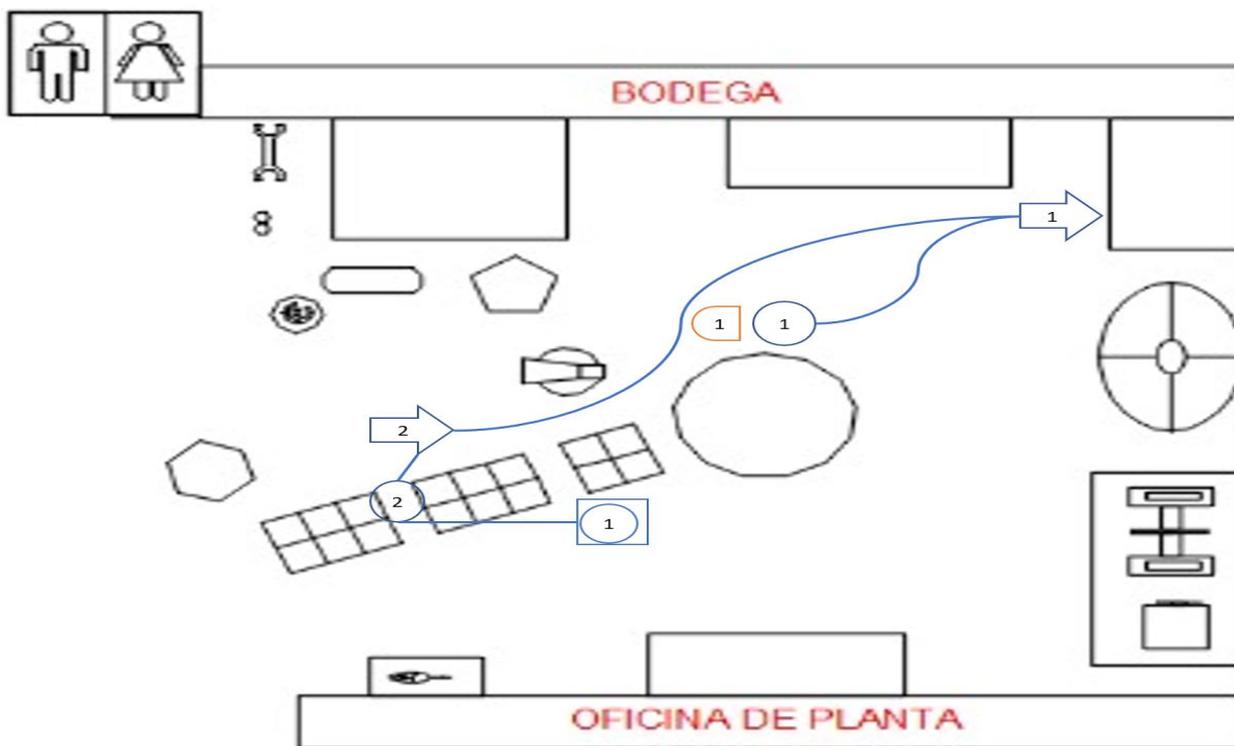
<b>Subproceso de alistamiento equipo 1</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Espera a que el auxiliar de soldadura prepare la herramienta necesaria para el diagnóstico
<b>Totales</b>			<b>0,00</b>	<b>0</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Recibir lista de herramientas para diagnóstico
<b>3,7</b>	4,1	13	6,93	3,5		Buscar las herramientas de la lista
<b>11,4</b>	12,8	10,4	11,53	10,7		Acercar las herramientas al punto de trabajo
<b>0</b>	0	0	0,00	0		verificar el estado de toda la herramienta manual
<b>4,2</b>	5,8	4,3	4,77	4,3		Inspeccionar la funcionalidad de las herramientas eléctricas
<b>Totales</b>			<b>23,23</b>	<b>18,50</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de alistamiento realizado por el equipo 1

### Ilustración 23

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 2*



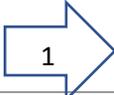
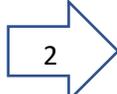
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de alistamiento son consignados en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de alistamiento equipo 2*

Subproceso de alistamiento equipo 2
Soldador

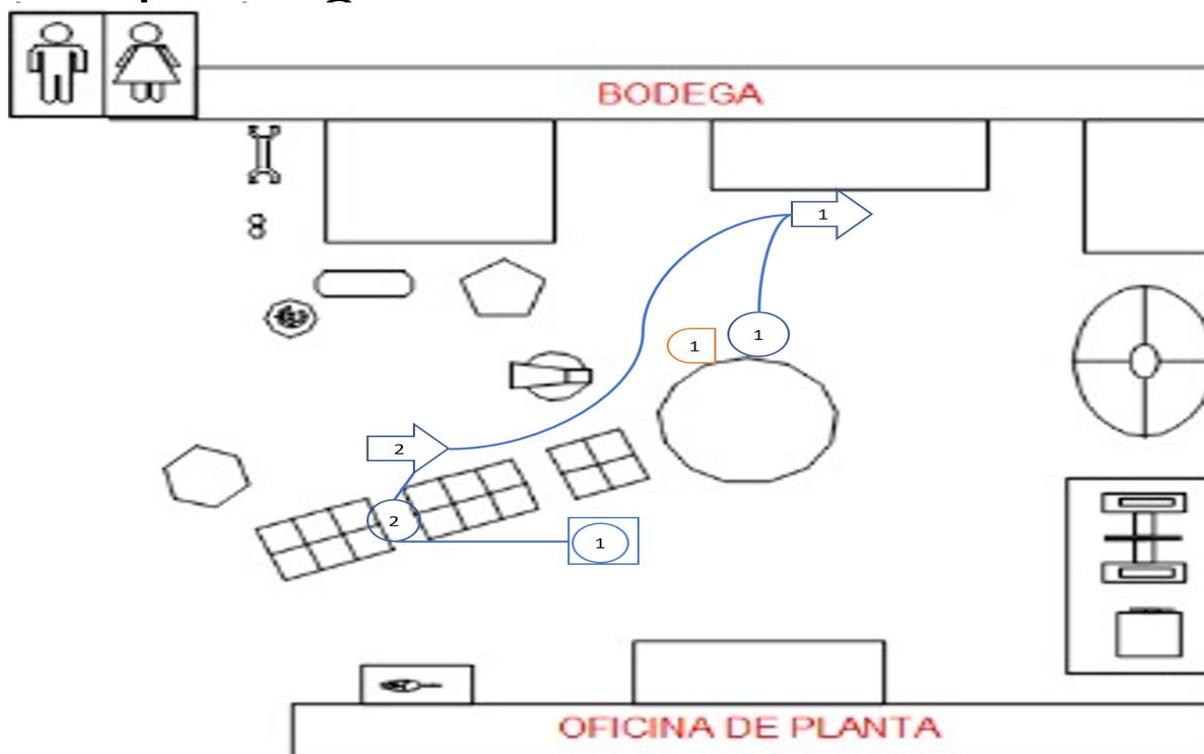
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
0	0	0	0,00	0		Espera a que el auxiliar de soldadura prepare la herramienta necesaria para el diagnóstico
<b>Totales</b>			<b>0,00</b>	<b>0</b>		
<b>Auxiliar</b>						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
0	0	0	0,00	0		Recibir lista de herramientas para diagnóstico
6,5	5,6	7,2	6,43	4,8		Buscar las herramientas de la lista
20,9	16,8	17,5	18,40	14		Acercar las herramientas al punto de trabajo
0	0	0	0,00	0		verificar el estado de toda la herramienta manual
6,7	8,2	5,2	6,70	4,3		Inspeccionar la funcionalidad de las herramientas eléctricas
<b>Totales</b>			<b>31,53</b>	<b>23,10</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de alistamiento realizado por el equipo 2

**Ilustración 24**

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 3*



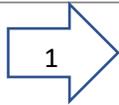
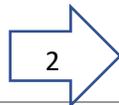
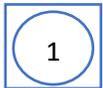
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de alistamiento son consignados en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de alistamiento equipo 3*

Subproceso de alistamiento equipo 3						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad

0	0	0	0,00	0		Espera a que el auxiliar de soldadura prepare la herramienta necesaria para el diagnostico
<b>Totales</b>			<b>0,00</b>	<b>0</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
0	0	0	0,00	0		Recibir lista de herramientas para diagnostico
4,8	6,7	5,4	5,63	3,5		Buscar las herramientas de la lista
15,4	12,8	16,5	14,90	10,7		Acercar las herramientas al punto de trabajo
0	0	0	0,00	0		verificar el estado de toda la herramienta manual
20,4	18,6	19,2	19,40	14,3		Inspeccionar la funcionalidad de las herramientas eléctricas
<b>Totales</b>			<b>39,93</b>	<b>28,50</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de alistamiento realizado por el equipo 3

### 3.3.3 Subproceso de limpieza

Por las características físicas de los equipos, teniendo en cuenta que su uso los expone a polvo, grasa y demás elementos que requieren ser retirados previamente a la realización del diagnóstico.

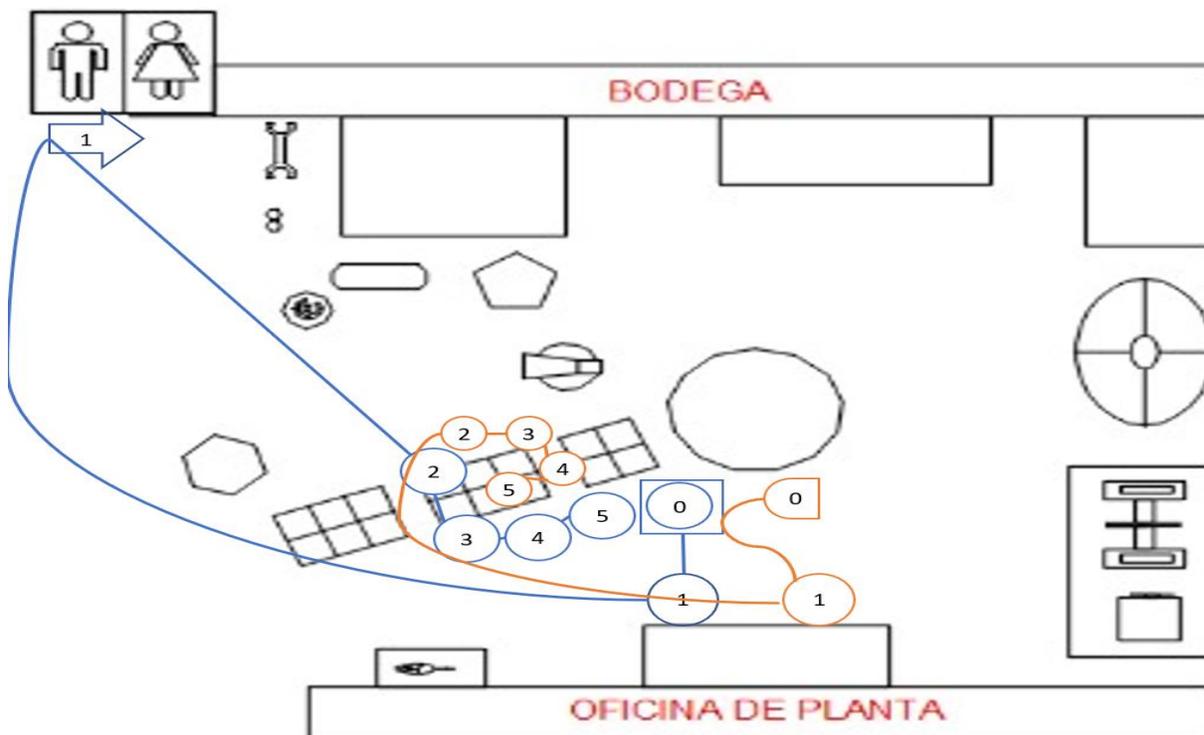
Para la limpieza se utilizan jabones, y disolventes como la gasolina por lo que es importante el uso de los Elementos de Protección Personal.

Los trabajadores consideran importante la revisar y limpiar el área de trabajo posteriormente a la limpieza de las partes, con el fin de minimizar el riesgo de conflagraciones, teniendo en cuenta el uso de líquidos inflamables durante la limpieza.

En las ilustraciones 25 a la 27 se observan los desplazamientos realizados por cada equipo, graficados sobre el plano en vista aérea del taller durante la ejecución del subproceso de limpieza

**Ilustración 25**

*Grafico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de limpieza equipo 1*



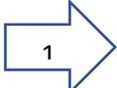
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de limpieza son consignados en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de limpieza equipo 1*

Subproceso de limpieza equipo 1						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad

<b>4,2</b>	5,6	3,8	4,53	3,7		Colocarse los EPP
<b>8,9</b>	8,2	7,5	8,20	7,6		Pulir la zona afectada
<b>3,1</b>	4,5	3,4	3,67	2,8		Reducir o eliminar la cantidad de corrosión
<b>2,8</b>	2,5	3,8	3,03	2,2		Pulir, cortar o retirar partes de zonas dañadas
<b>4,9</b>	2,9	3,5	3,77	3		Organizar/preparar la maquinaria para hacer el diagnostico
<b>Totales</b>			<b>23,20</b>	<b>19,30</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>3,8</b>	5,9	6,1	5,27	3,7		Colocarse los EPP
<b>50,9</b>	56,7	64,2	57,27	33,5		preparación de jabón y/o fluido necesario para limpiar (grasa, polvo, etc.)
<b>2,4</b>	1,5	3,2	2,37	2		Remover mugre/suciedad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Secar
<b>9,4</b>	8,1	8,8	8,77	7,3		Recoger los residuos resultantes del trabajo de limpieza

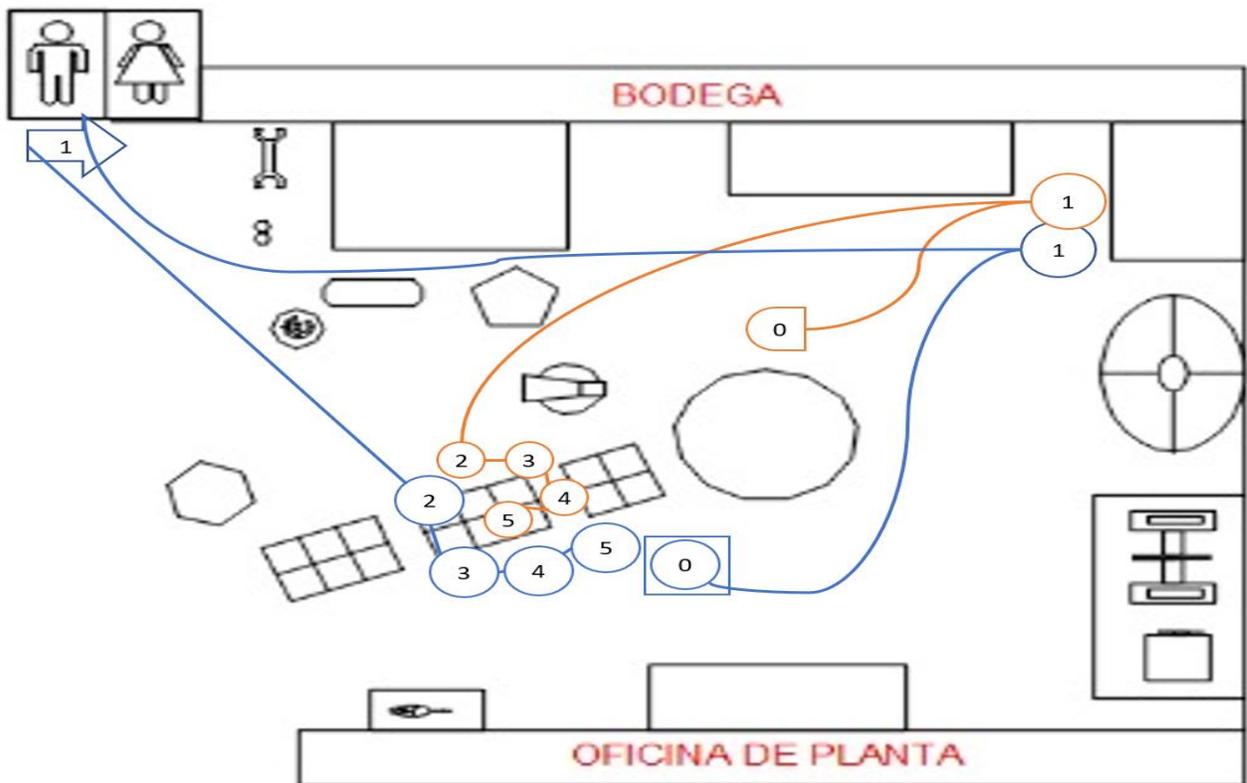
6,9	7,2	7,8	7,30	5,2	5	limpiar el espacio/área de trabajo
<b>Totales</b>			<b>80,97</b>	<b>51,70</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de limpieza realizado por el equipo 1

### Ilustración 26

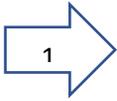
*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 2*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de limpieza son consignados en la Tabla 18.

**Tabla 18***Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de limpieza equipo 2*

<b>Subproceso de limpieza equipo 2</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>6,3</b>	7,1	7,8	7,07	5,8		Colocarse los EPP
<b>13,2</b>	17,2	10,8	13,73	11,2		Pulir la zona afectada
<b>4,6</b>	3,1	2,8	3,50	2,4		Reducir o eliminar la cantidad de corrosión
<b>5,9</b>	6,1	5,4	5,80	2,4		Pulir, cortar o retirar partes de zonas dañadas
<b>7,8</b>	5,4	5,1	6,10	3,7		Organizar/preparar la maquinaria para hacer el diagnóstico
<b>Totales</b>			<b>36,20</b>	<b>25,50</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>14,2</b>	11,2	11,5	12,30	9,7		Colocarse los EPP
<b>60,2</b>	58,1	55,2	57,83	28,4		preparación de jabón y/o fluido necesario para limpiar (grasa, polvo, etc.)

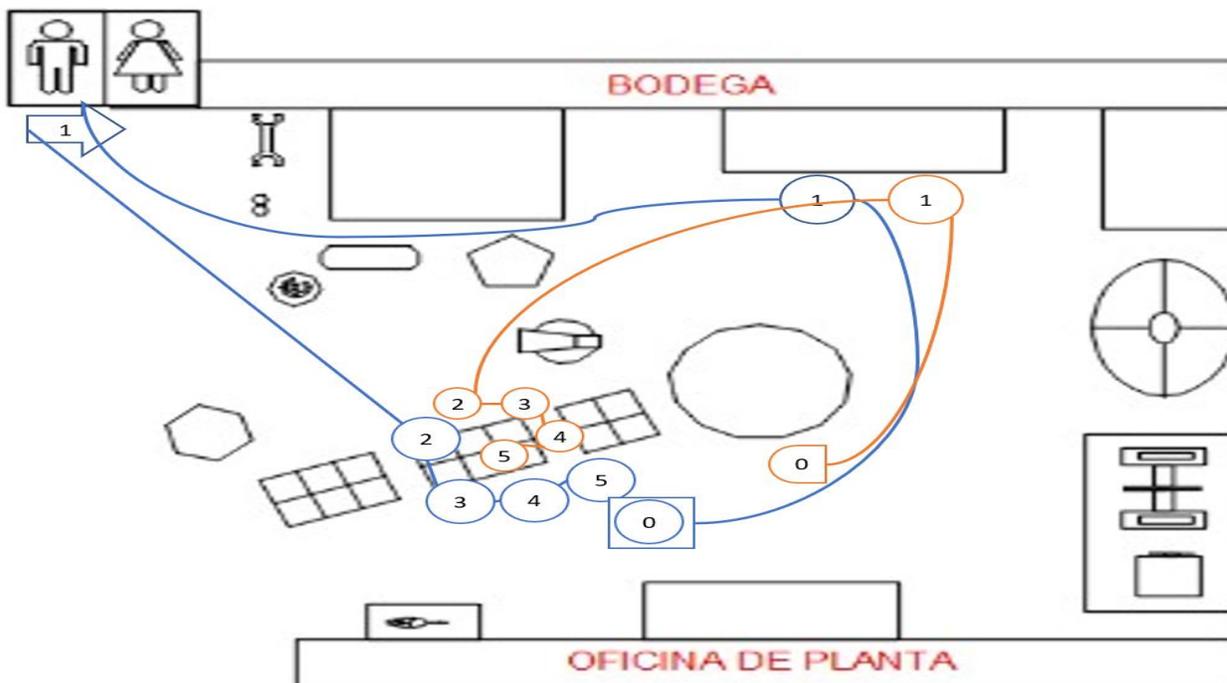
<b>3,5</b>	2,4	3,2	3,03	2	2	Remover mugre/suciedad
<b>0</b>	0	0	0,00	0	3	Secar
<b>9,6</b>	9,2	8,4	9,07	7,3	4	Recoger los residuos resultantes del trabajo de limpieza
<b>6,2</b>	8,6	5,4	6,73	5,2	5	limpiar el espacio/área de trabajo
<b>Totales</b>			88,97	52,60		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de limpieza realizado por el equipo 2

**Ilustración 27**

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso de alistamiento equipo 3*



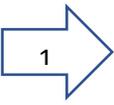
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de limpieza son consignados en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso de limpieza equipo 3*

Subproceso de limpieza equipo 3						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
4,8	5,1	4,2	4,70	3,7	1	Colocarse los EPP

<b>13,9</b>	11,2	15,1	13,40	10,4		Pulir la zona afectada
<b>2,9</b>	3,4	2,4	2,90	1,9		Reducir o eliminar la cantidad de corrosión
<b>5,1</b>	6,2	4,2	5,17	3,7		Pulir, cortar o retirar partes de zonas dañadas
<b>4,6</b>	3,8	4,8	4,40	2,8		Organizar/preparar la maquinaria para hacer el diagnostico
<b>Totales</b>			<b>30,57</b>	<b>22,50</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>5,9</b>	4,1	4,2	4,73	3,7		Colocarse los EPP
<b>48,2</b>	43,9	47,7	46,60	24,9		preparación de jabón y/o fluido necesario para limpiar (grasa, polvo, etc.)
<b>3,6</b>	3,4	4,2	3,73	2		Remover mugre/suciedad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Secar
<b>9,2</b>	10,5	9,5	9,73	7,3		Recoger los residuos resultantes del trabajo de limpieza
<b>7,2</b>	8,1	7,9	7,73	5,2		limpiar el espacio/área de trabajo

<b>Totales</b>	<b>72,53</b>	<b>43,10</b>		
----------------	--------------	--------------	--	--

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de limpieza realizado por el equipo 3

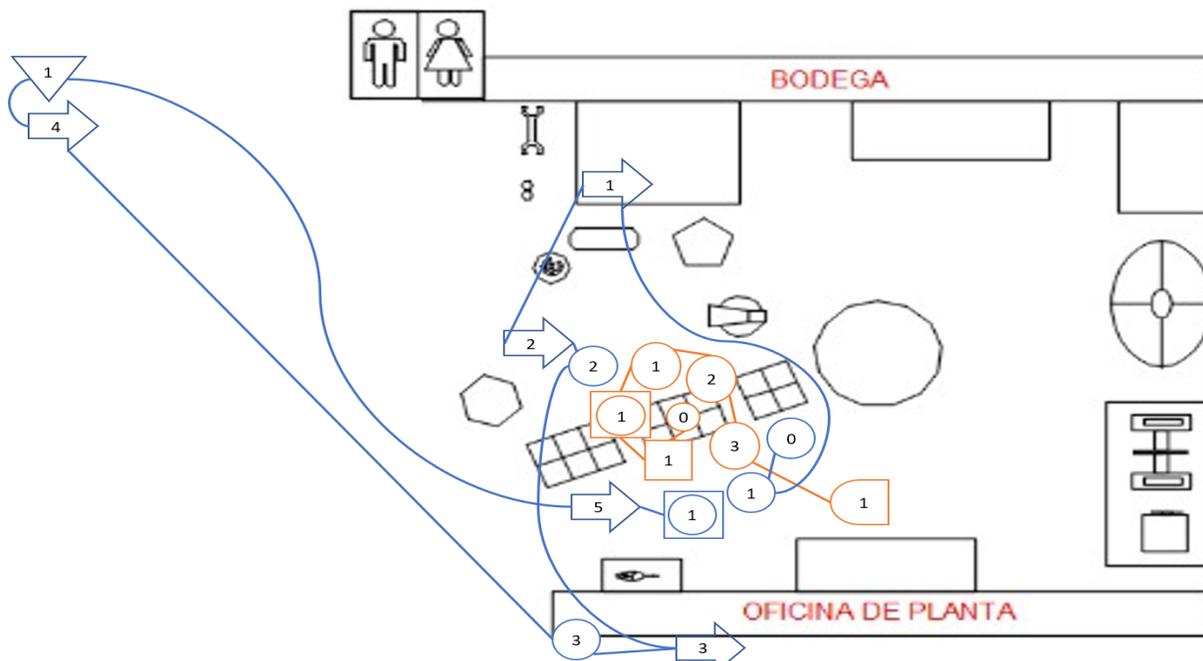
### 3.3.4 Subproceso de plan de trabajo

El plan de trabajo lo define el soldador después de la inspección realizada, este no es posible estandarizarlo debido a que las acciones correctivas y/o preventivas varían en cada uno de los mantenimientos.

En el plan de trabajo se define la maquinaria, herramienta e insumos a utilizar, en algunos casos se requiere el desplazamiento del auxiliar de soldadura al área administrativa ubicada a 15 metros del taller y posteriormente hasta el área de almacén, ubicada esta última a 300 metros del taller de soldadura, como se grafica en las ilustraciones 27, 28 y 29 de forma individual por equipos.

## Ilustración 28

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso plan de trabajo equipo 1



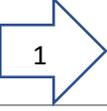
**Fuente:** Elaboración Propia

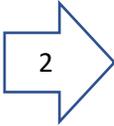
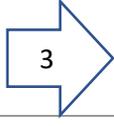
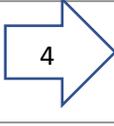
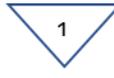
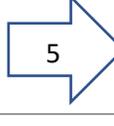
Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de plan de trabajo son consignados en la Tabla 20.

**Tabla 20**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso plan de trabajo equipo 1*

Subproceso plan de trabajo equipo 1						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
6,2	4,8	7,9	6,30	5,2	1	Inspeccionar que piezas o partes deben ser cambiadas

0	0	0	0,00	0		Diagnosticar y determinar que partes se pueden reparar y cuales se deben reemplazar.
0	0	0	0,00	0		Pensar y generar una lista de lo necesario para el cambio o reparación
0	0	0	0,00	0		Diligenciar solicitud para que la administración autorice retirar elementos de almacén
0	0	0	0,00	0		Entregar la lista y solicitud de autorización al auxiliar de soldadura
0	0	0	0,00	0,00		Esperar a que el auxiliar de soldadura reúna los elementos de la lista y sean traído ya sea de almacén o inventario.
<b>Totales</b>			<b>6,30</b>	<b>5,20</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>3,8</b>	1,7	4,1	3,20	2,6		Recibir lista de piezas o partes para realizar la reparación y la autorización para la administración
<b>17,4</b>	13,5	20,4	17,10	14		Buscar los elementos de la

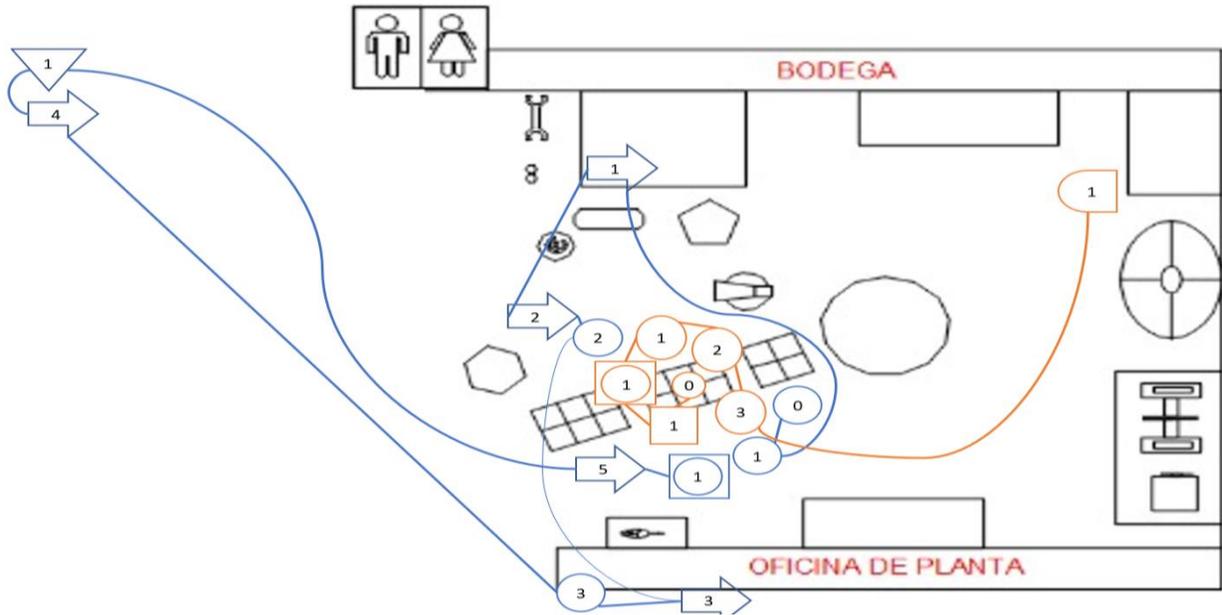
						lista en el inventario
<b>8,4</b>	11,5	10,9	10,27	9,2		llevar lo encontrado en inventario al punto de trabajo
<b>0</b>	0	0	0,00	0		revisar lista, definir que partes no están en el inventario
<b>20,4</b>	25,9	22,1	22,80	18,4		llevar la solicitud de autorización a la administración.
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Recibir autorización de la administración.
<b>650,4</b>	700,8	698,1	683,10	325		Llevar autorización al almacén.
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Recibir piezas en el almacén.
<b>654,4</b>	689,2	710,2	684,60	310		Llevar partes o piezas al taller de soldadura
<b>1,8</b>	3,5	2,2	2,50	2		Organizarlas para facilitar el uso de las partes traídas de inventario o almacén
<b>Totales</b>			<b>1423,57</b>	<b>681,20</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de plan de trabajo realizado por el equipo 1

**Ilustración 29**

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso plan de trabajo equipo 2*



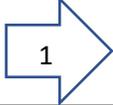
**Fuente:** Elaboración Propia

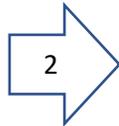
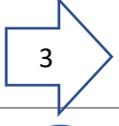
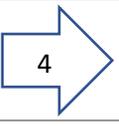
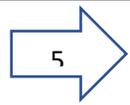
Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de plan de trabajo son consignados en la Tabla 21.

**Tabla 21**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso plan de trabajo equipo 2*

Subproceso plan de trabajo equipo 2						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
5,9	6,7	9,3	7,30	5,2	1	Inspeccionar que piezas o partes deben ser cambiadas

0	0	0	0,00	0		Diagnosticar y determinar que partes se pueden reparar y cuales se deben reemplazar.
0	0	0	0,00	0		Pensar y generar una lista de lo necesario para el cambio o reparación
0	0	0	0,00	0		Diligenciar solicitud para que la administración autorice retirar elementos de almacén
0	0	0	0,00	0		Entregar la lista y solicitud de autorización al auxiliar de soldadura
22,6	15,8	28,4	22,27	14,20		Esperar a que el auxiliar de soldadura reúna los elementos de la lista y sean traído ya sea de almacén o inventario.
<b>Totales</b>			<b>29,57</b>	<b>19,40</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>3,8</b>	4,7	5,7	4,73	2,6		Recibir lista de piezas o partes para realizar la reparación y la autorización para la administración
<b>18,4</b>	15,7	15,3	16,47	14		Buscar los elementos de la

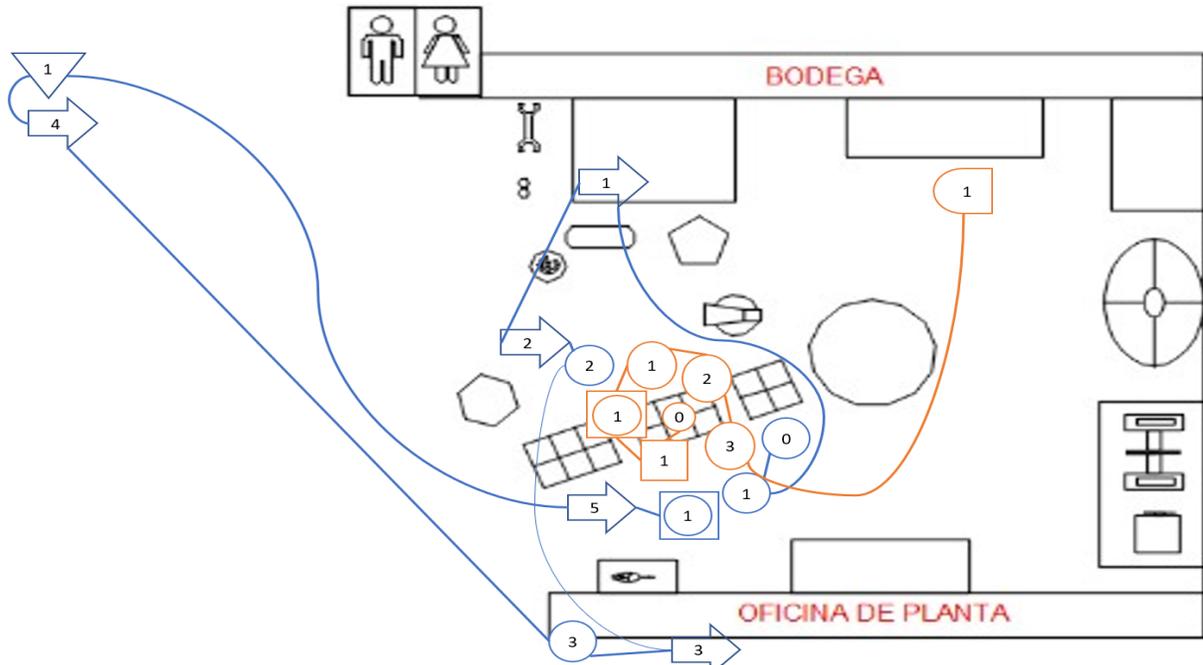
						lista en el inventario
<b>11,2</b>	11,5	15,7	12,80	9,2		llevar lo encontrado en inventario al punto de trabajo
<b>0</b>	0	0	0,00	0		revisar lista, definir que partes no están en el inventario
<b>25,8</b>	24,9	27,5	26,07	18,4		llevar la solicitud de autorización a la administración.
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Recibir autorización de la administración.
<b>698,4</b>	729,3	730,9	719,53	325		Llevar autorización al almacén.
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Recibir piezas en el almacén.
<b>689,4</b>	720,1	718,3	709,27	310		Llevar partes o piezas al taller de soldadura
<b>3,5</b>	3,2	4,5	3,73	2		Organizarlas para facilitar el uso de las partes traídas de inventario o almacén
<b>Totales</b>			<b>1492,60</b>	<b>681,20</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de plan de trabajo realizado por el equipo 2

### Ilustración 30

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso plan de trabajo equipo 3



**Fuente:** Elaboración Propia

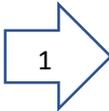
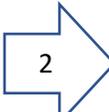
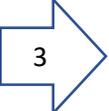
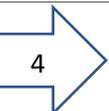
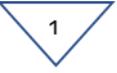
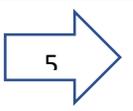
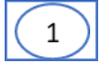
Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de plan de trabajo son consignados en la Tabla 22.

**Tabla 22**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso plan de trabajo equipo 3*

Subproceso plan de trabajo equipo 3						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
10	9,5	6,9	8,80	5,2	1	Inspeccionar que piezas o partes

						deben ser cambiadas
0	0	0	0,00	0	1	Diagnosticar y determinar que partes se pueden reparar y cuales se deben reemplazar.
0	0	0	0,00	0	1	Pensar y generar una lista de lo necesario para el cambio o reparación
0	0	0	0,00	0	2	Diligenciar solicitud para que la administración autorice retirar elementos de almacén
0	0	0	0,00	0	3	Entregar la lista y solicitud de autorización al auxiliar de soldadura
22,2	18,8	16	19,00	12,40	1	Esperar a que el auxiliar de soldadura reúna los elementos de la lista y sean traído ya sea de almacén o inventario.
<b>Totales</b>			<b>27,80</b>	<b>17,60</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
4,8	3,9	5,3	4,67	2,6	1	Recibir lista de piezas o partes para realizar la reparación y la autorización para la administración

22,1	19,3	17,9	19,77	14		Buscar los elementos de la lista en el inventario
14,5	18	17,4	16,63	9,2		Llevar lo encontrado en inventario al punto de trabajo
0	0	0	0,00	0		revisar lista, definir que partes no están en el inventario
24,1	26,8	22,6	24,50	18,4		llevar la solicitud de autorización a la administración.
0	0	0	0,00	0		Recibir autorización de la administración.
700,2	755,3	738,9	731,47	325		Llevar autorización al almacén.
0	0	0	0,00	0		Recibir piezas en el almacén.
694,4	721	699,1	704,83	310		Llevar partes o piezas al taller de soldadura
4,9	3,7	4,6	4,40	2		Organizarlas para facilitar el uso de las partes traídas de inventario o almacén
<b>Totales</b>			<b>1506,27</b>	<b>681,20</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso de plan de trabajo realizado por el equipo 3.

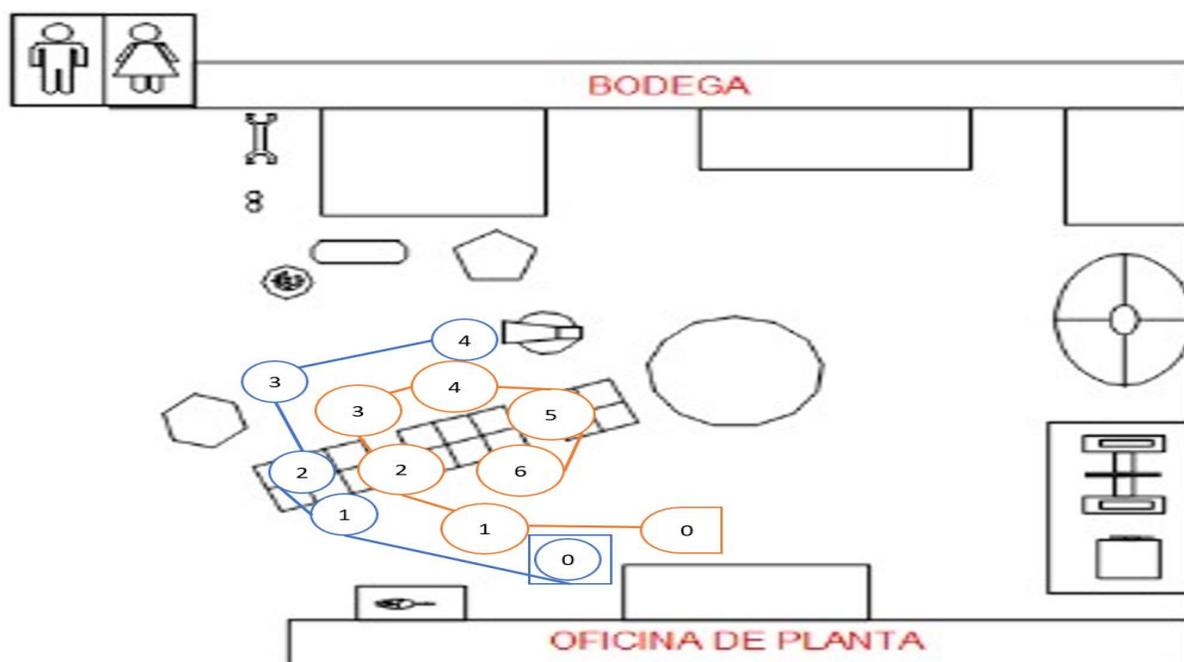
### 3.3.5 Subproceso de reparar

Durante el subproceso de reparar se considera imperativamente necesario el apoyo del auxiliar en trabajo coordinado con el soldador, en actividades como sujetar, alcanzar, buscar lo cual facilita la instalación de partes o repuestos a la maquinaria que se interviene.

Los movimientos realizados por los equipos de trabajo durante la ejecución del subproceso de reparar se encuentran graficado en las ilustraciones 31,32 y 33.

#### Ilustración 31

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso reparar equipo 1*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de reparar son consignados en la Tabla 23.

**Tabla 23***Tiempos observados y distancias por operario en subproceso reparar equipo 1*

<b>Subproceso reparar equipo 1</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>2,1</b>	3,9	2,8	2,93	2	①	Recibirle al auxiliar de soldadura las piezas o partes traídas de inventario o almacén
<b>0</b>	0	0	0,00	0	②	Retirar las piezas o las partes dañadas
<b>0</b>	0	0	0,00	0	③	Armar cada una de las partes/piezas nuevas lo requieran.
<b>1,5</b>	4,5	2,8	2,93	2	④	Instalar las partes o piezas.
<b>5,1</b>	3,4	2,8	3,77	2,5	⑤	Soldar las piezas que lo requieran.
<b>1,6</b>	3,8	2,4	2,60	2	⑥	Reparar las partes que lo requieran.
<b>Totales</b>			<b>12,23</b>	<b>8,50</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad

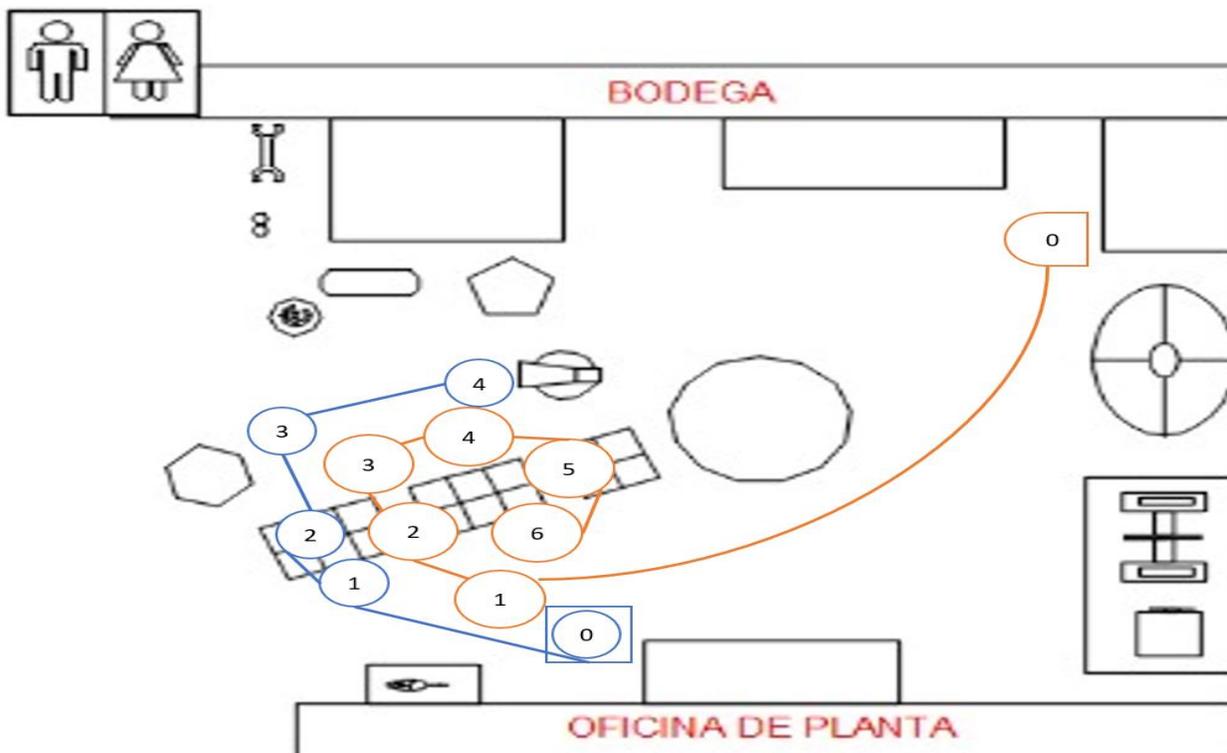
<b>6,1</b>	4,2	4,5	4,93	3,7	1	Alcanzar herramientas para desarmar o desmontar las partes que se deben cambiar.
<b>8,9</b>	7,8	6,6	7,77	6,1	2	Alcanzar los elementos traídos de inventario o almacén
<b>4,5</b>	5,3	5,1	4,97	3	3	Alcanzar las partes o piezas que se deben armar
<b>2,6</b>	3,2	2,3	2,70	2	4	Apoyar y suministrar las herramientas necesarias para la instalación, reparación y/o soldadura de las partes o piezas que lo requieran
<b>Totales</b>			<b>20,37</b>	<b>14,80</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso reparar realizado por el equipo 1

**Ilustración 32**

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso reparar equipo 2*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de reparar son consignados en la Tabla 24.

**Tabla 24**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso reparar equipo 2*

Subproceso reparar equipo 2						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad

<b>20,4</b>	18,7	16,8	18,63	14,2	1	Recibirle al auxiliar de soldadura las piezas o partes traídas de inventario o almacén
<b>0</b>	0	0	0,00	0	2	Retirar las piezas o las partes dañadas
<b>0</b>	0	0	0,00	0	3	Armar cada una de las partes/piezas nuevas lo requieran.
<b>4,5</b>	4,3	2,1	3,63	2	4	Instalar las partes o piezas.
<b>3,6</b>	3,4	4,8	3,93	2,5	5	Soldar las piezas que lo requieran.
<b>4,2</b>	3,2	2,8	3,40	2	6	Reparar las partes que lo requieran.
<b>Totales</b>			<b>29,60</b>	<b>20,70</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>5,8</b>	4,9	5,2	5,30	3,7	1	Alcanzar herramientas para desarmar o desmontar las partes que se deben cambiar.
<b>8,1</b>	9,8	8,5	8,80	6,1	2	Alcanzar los elementos traídos de inventario o almacén
<b>5,2</b>	4,3	4,8	4,77	3	3	Alcanzar las partes o piezas que se deben armar

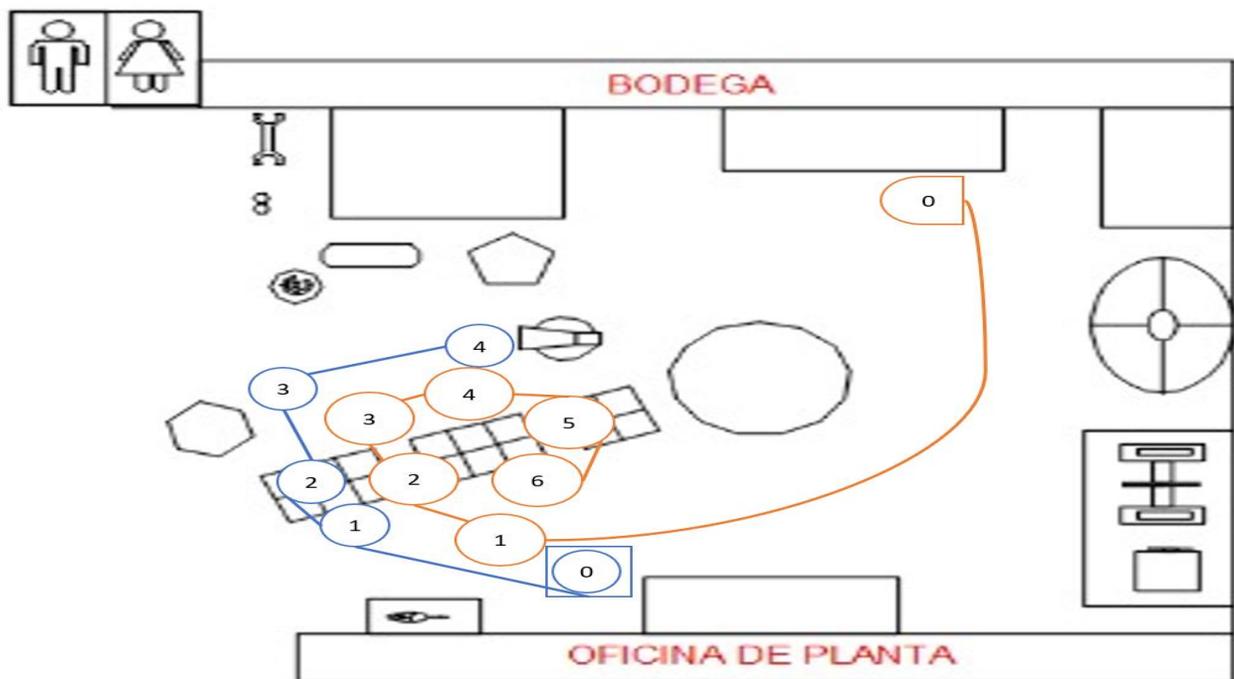
7,9	9,1	8,7	8,57	7	4	Apoyar y suministrar las herramientas necesarias para la instalación, reparación y/o soldadura de las partes o piezas que lo requieran
<b>Totales</b>			<b>27,43</b>	<b>19,80</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso reparar realizado por el equipo 2

### Ilustración 33

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso reparar equipo 3*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de reparar son consignados en la Tabla 25.

**Tabla 25**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso reparar equipo 3*

<b>Subproceso reparar equipo 3</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>5,3</b>	4,8	4,5	4,87	2	①	Recibirle al auxiliar de soldadura las piezas o partes traídas de inventario o almacén
<b>0</b>	0	0	0,00	0	②	Retirar las piezas o las partes dañadas
<b>0</b>	0	0	0,00	0	③	Armar cada una de las partes/piezas nuevas lo requieran.
<b>4,7</b>	3,8	5,2	4,57	2	④	Instalar las partes o piezas.
<b>4,8</b>	4,1	6,2	5,03	2,5	⑤	Soldar las piezas que lo requieran.
<b>3,1</b>	4,1	5,3	4,17	2	⑥	Reparar las partes que lo requieran.
<b>Totales</b>			<b>18,63</b>	<b>8,50</b>		
<b>Auxiliar</b>						

<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>4,5</b>	5,1	6,3	5,03	3,7	①	Alcanzar herramientas para desarmar o desmontar las partes que se deben cambiar.
<b>8,3</b>	7,1	8,9	7,37	6,1	②	Alcanzar los elementos traídos de inventario o almacén
<b>4,1</b>	5,6	3,4	4,00	3	③	Alcanzar las partes o piezas que se deben armar
<b>8,8</b>	9,8	7,6	8,07	6,8	④	Apoyar y suministrar las herramientas necesarias para la instalación, reparación y/o soldadura de las partes o piezas que lo requieran
<b>Totales</b>			<b>24,47</b>	<b>19,60</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso reparar realizado por el equipo 3

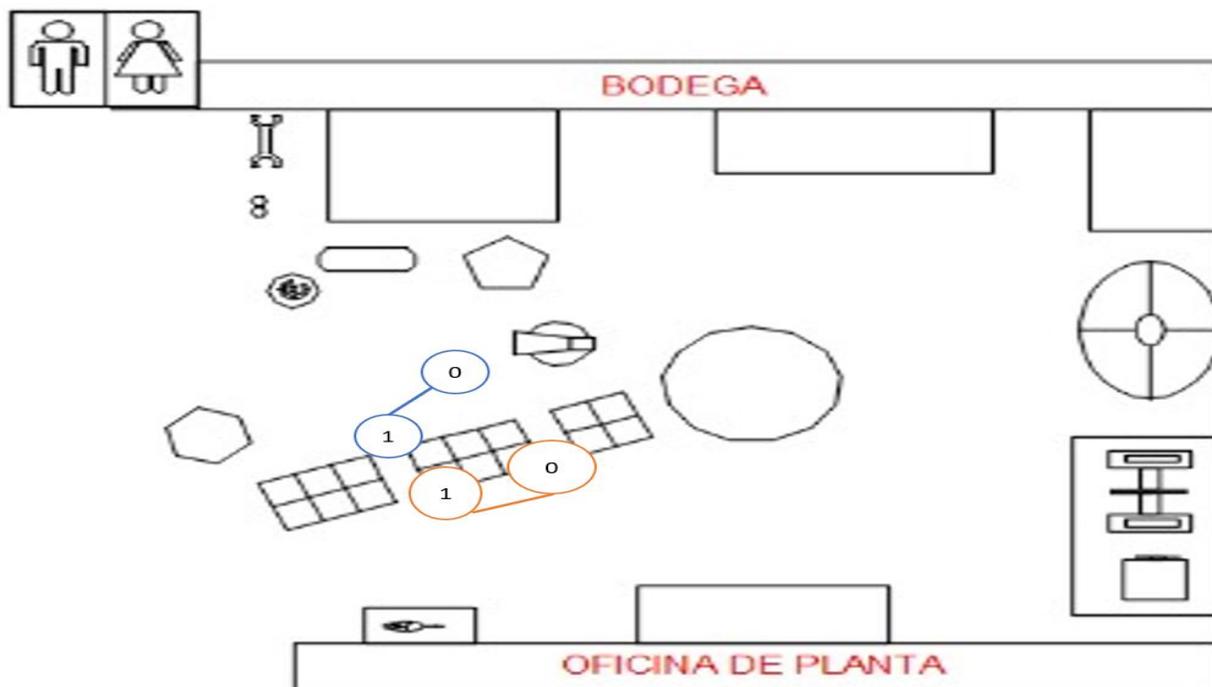
### 3.3.6 Subproceso de verificación

La verificación se hace por medio de observación, en ocasiones se realiza limpieza a las soldaduras realizadas, se verifica la funcionalidad de los componentes de la maquinaria.

En las ilustraciones 34, 35 y 36 se grafican los movimientos por equipos durante la ejecución del subproceso de verificación.

**Ilustración 34**

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso verificar equipo 1*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de verificar son consignados en la Tabla 26.

**Tabla 26**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso verificar equipo 1*

Subproceso verificar equipo 1						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad

<b>10,8</b>	11,5	9,5	10,60	8,2	1	Revisar que la maquinaria quede funcionando correctamente posterior a la reparación
<b>Totales</b>			<b>10,60</b>	<b>8,2</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>9,8</b>	12,5	10,1	13,50	9	1	Apoyar en la revisión funcional
<b>Totales</b>			<b>13,50</b>	<b>9</b>		

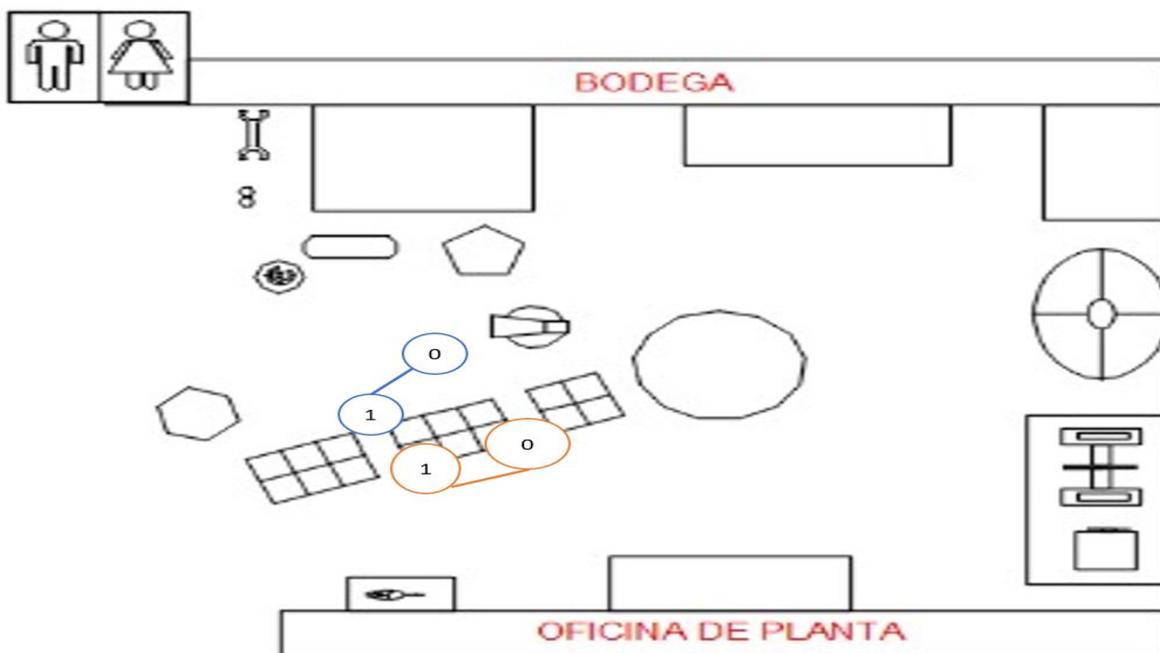
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso

verificar realizado por el equipo 1

**Ilustración 35**

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso verificar equipo 2*



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de verificar son consignados en la Tabla 27.

**Tabla 27**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso verificar equipo 2*

Subproceso verificar equipo 2						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad

<b>10,2</b>	11,2	9,5	10,30	8,2	1	Revisar que la maquinaria quede funcionando correctamente posterior a la reparación
<b>Totales</b>			<b>10,30</b>	<b>8,2</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>10,1</b>	10,8	10,1	10,33	8,2	1	Apoyar en la revisión funcional
<b>Totales</b>			<b>10,33</b>	<b>8,2</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso

verificar realizado por el equipo 2

### Ilustración 36

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso verificar equipo 3



**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de verificar son consignados en la Tabla 28.

**Tabla 28**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso verificar equipo 3*

Subproceso verificar equipo 3						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
10,5	9,8	11,2	10,50	8,2	1	Revisar que la maquinaria quede funcionando correctamente

						posterior a la reparación
<b>Totales</b>			<b>10,50</b>	<b>8,2</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>10,2</b>	11,9	13,8	11,97	8,2	1	Apoyar en la revisión funcional
<b>Totales</b>			<b>11,97</b>	<b>8,2</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso verificar realizado por el equipo 3

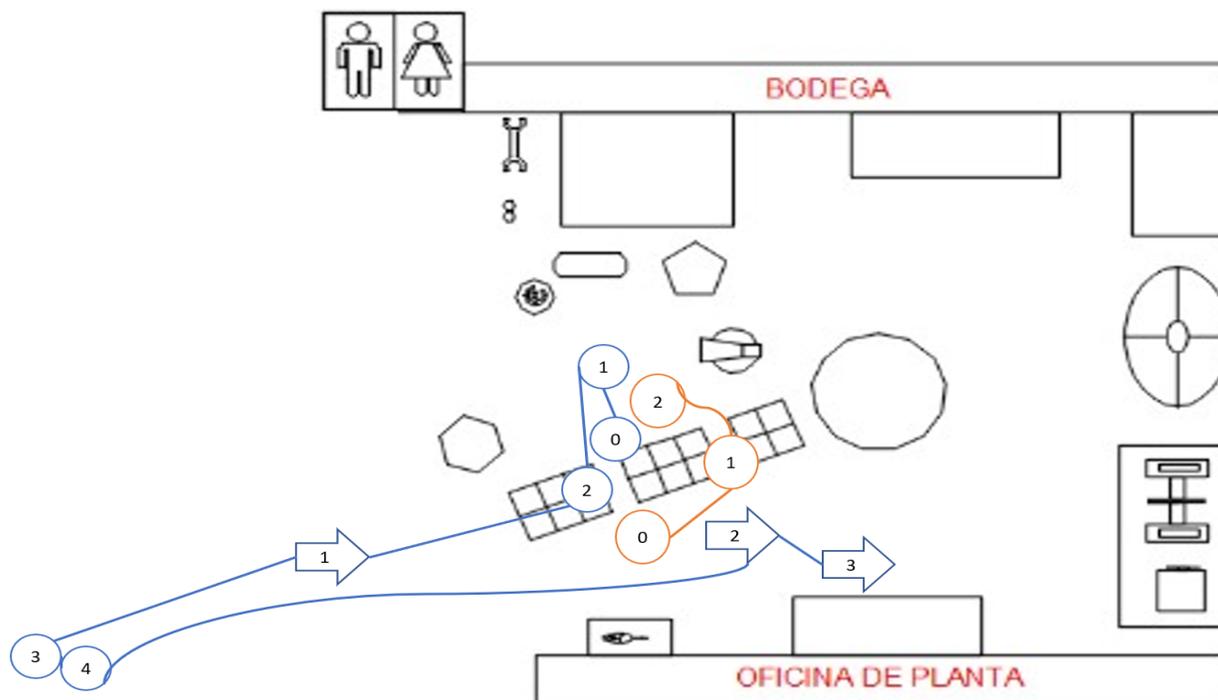
### 3.3.7 Subproceso de entrega

Una vez autorizado el reintegro de la maquinaria al área de producción se emiten de forma verbal las recomendaciones por parte del soldador, el responsable del traslado de la maquinaria e informar las recomendaciones es el auxiliar de soldadura.

Los movimientos observados se registran sobre el plano aéreo del taller de soldadura en las ilustraciones 37, 38 y 39 de forma individual por equipos.

### Ilustración 37

Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso entrega equipo 1



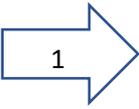
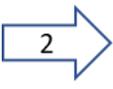
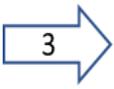
**Nota:** Fuente propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de entregar son consignados en la Tabla 29.

**Tabla 29**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso entregar equipo 1*

Subproceso entregar equipo 1						
Soldador						
Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
2,5	1,4	1,8	1,90	1,5	1	Dar la orden para entregar la maquinaria al área de producción

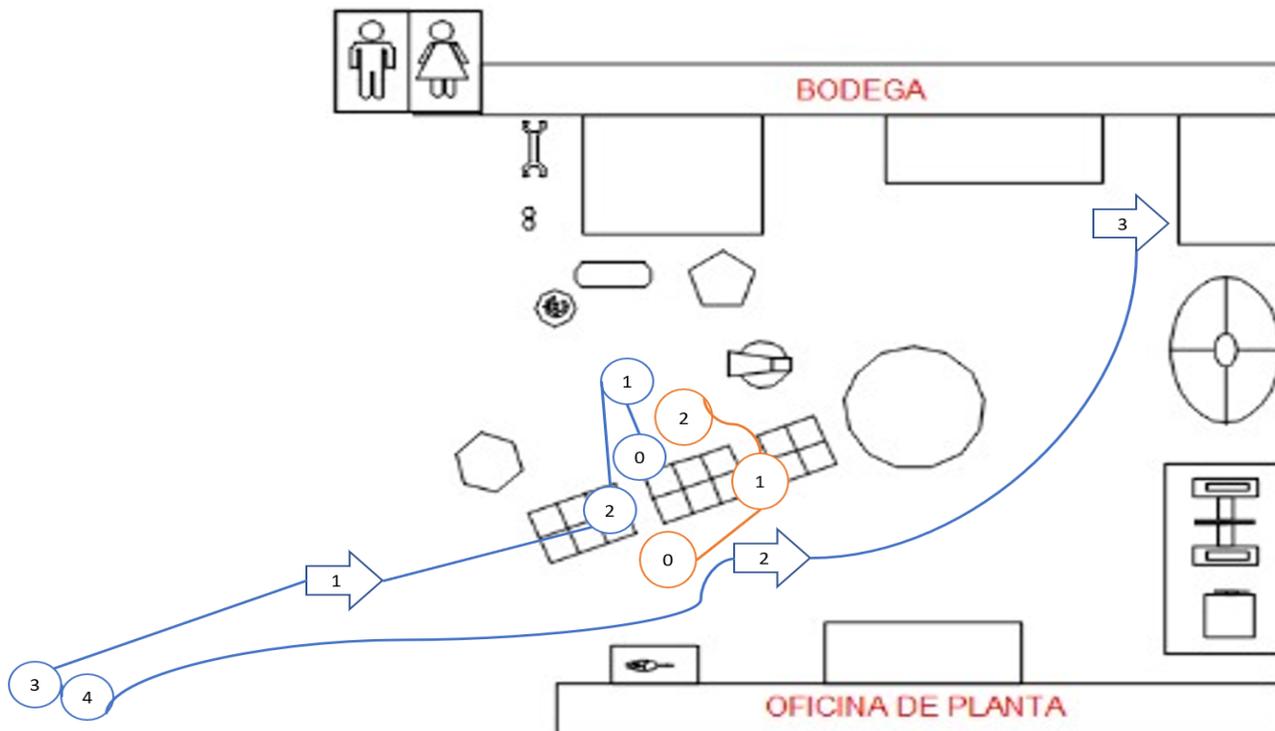
0	0	0	0,00	0		Emitir las recomendaciones para que perdure la reparación y se le dé un buen uso adecuado.
<b>Totales</b>			<b>1,90</b>	<b>1,50</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
0	0	0	0,00	0		Tomar nota de las recomendaciones dadas por el soldador de turno
0	0	0	0,00	2,3		Tomar la maquinaria
325,4	308,6	333,2	322,40	150		Llevar la maquinaria reparada hacia el área de producción
0	0	0	0,00	0		Hacer entrega al área de producción
25,2	22,3	30,5	26,00	20		Entregar al jefe del área de producción la hoja de recomendaciones
345,2	328,5	300,1	324,60	150		Recoger la herramienta que se usó para el trabajo
25,1	20,4	17,3	20,93	15,3		Llevar la herramienta y organizarla en el lugar correspondiente.
<b>Totales</b>			<b>693,93</b>	<b>337,60</b>		

Fuente: Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso entregar realizado por el equipo 1

### Ilustración 38

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso entrega equipo 2*

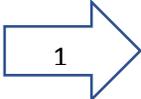


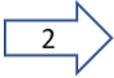
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 1 durante la ejecución del subproceso de entregar son consignados en la Tabla 29.

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 2 durante la ejecución del subproceso de entregar son consignados en la Tabla 30.

**Tabla 30***Tiempos observados y distancias por operario en subproceso entregar equipo 2*

<b>Subproceso entregar equipo 2</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>2,5</b>	3,8	3,2	3,17	1,5		Dar la orden para entregar la maquinaria al área de producción
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Emitir las recomendaciones para que perdure la reparación y se le dé un buen uso adecuado.
<b>Totales</b>			<b>3,17</b>	<b>1,50</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Tomar nota de las recomendaciones dadas por el soldador de turno
<b>5,2</b>	3,4	3,1	3,90	2,3		Tomar la maquinaria
<b>340,5</b>	320,7	331,2	330,80	150		Llevar la maquinaria reparada hacia el área de producción
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Hacer entrega al área de producción
<b>27,6</b>	35,8	29,1	30,83	20		Entregar al jefe del área de producción la hoja

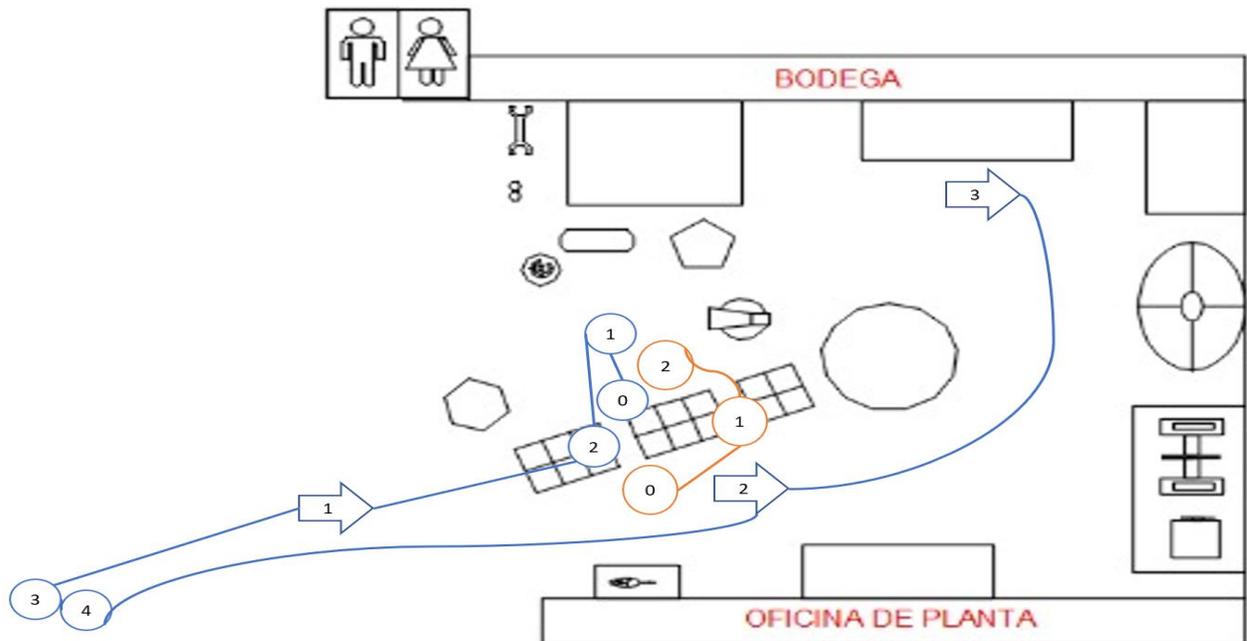
						de recomendaciones
<b>420,1</b>	321,2	346,4	362,57	150		Recoger la herramienta que se usó para el trabajo
<b>79,5</b>	63,8	59,7	67,67	30,7		Llevar la herramienta y organizarla en el lugar correspondiente.
<b>Totales</b>			<b>795,77</b>	<b>353,00</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso entregar realizado por el equipo 2

### Ilustración 39

*Gráfico de desplazamiento sobre plano aéreo en subproceso entrega equipo 3*

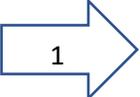


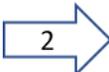
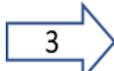
**Fuente:** Elaboración Propia

Los resultados de las mediciones de tiempo y desplazamiento por cada operario del equipo 3 durante la ejecución del subproceso de entregar son consignados en la Tabla 31.

**Tabla 31**

*Tiempos observados y distancias por operario en subproceso entregar equipo 3*

<b>Subproceso entregar equipo 3</b>						
<b>Soldador</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>2,4</b>	4,2	3,5	3,37	1,5		Dar la orden para entregar la maquinaria al área de producción
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Emitir las recomendaciones para que perdure la reparación y se le dé un buen uso adecuado.
<b>Totales</b>			<b>4,00</b>	<b>1,5</b>		
<b>Auxiliar</b>						
<b>Tiempo 1 (segundos)</b>	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo promedio	Distancia en metros	Símbolo	Actividad
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Tomar nota de las recomendaciones dadas por el soldador de turno
<b>3,4</b>	4,1	3,6	3,70	2,3		Tomar la maquinaria
<b>326,9</b>	350,5	330,9	336,10	150		Llevar la maquinaria

						reparada hacia el área de producción
<b>0</b>	0	0	0,00	0		Hacer entrega al área de producción
<b>24,6</b>	42	23,7	30,10	20		Entregar al jefe del área de producción la hoja de recomendaciones
<b>321,2</b>	450	380,4	383,87	150		Recoger la herramienta que se usó para el trabajo
<b>74,1</b>	90,5	48,2	70,93	25,5		Llevar la herramienta y organizarla en el lugar correspondiente.
<b>Totales</b>			824,70	347,80		

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran la distancia y tiempos observados correspondientes al subproceso entregar realizado por el equipo 3

### 3.3.8 Distancias y tiempos promedios por subprocesos

Se consolida los datos producto de las mediciones por subproceso, segregados por equipo y por cada uno de los trabajadores del equipo, los cuales se encuentran organizados en la Tabla 32.

**Tabla 32**

*Distancias y tiempos promedios por subprocesos, por trabajador y por equipos de trabajo*

<b>Distancias y tiempos promedios por subprocesos por trabajador y equipos de trabajo</b>												
<b>Equipo</b>	<b>Equipo 1</b>				<b>Equipo 2</b>				<b>Equipo 3</b>			
<b>Trabajador</b>	<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar</b>		<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar</b>		<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar</b>	
<b>Subproceso</b>	tiempo	distancia										
<b>Recepción</b>	14,0	12,4	34,6	30,1	21,9	15,0	50,3	40,6	17,7	13,3	47,0	36,0
<b>Alistamiento</b>	0,0	0,0	23,2	18,5	0,0	0,0	31,5	23,1	0,0	0,0	39,9	28,5
<b>Limpieza</b>	23,2	19,3	81,0	51,7	40,9	25,5	96,8	52,6	30,6	22,5	72,5	43,1
<b>Plan de trabajo</b>	6,3	5,2	1423,6	681,2	29,6	19,4	1492,6	681,2	27,8	17,6	1506,3	681,2
<b>Reparar</b>	12,2	8,5	20,4	14,8	29,6	20,7	27,4	19,8	18,6	8,5	24,5	19,6
<b>Verificar</b>	10,6	8,2	13,5	9,0	13,3	8,2	10,3	8,2	10,5	8,2	12,0	8,2
<b>Entrega</b>	1,9	1,5	693,9	337,6	3,2	1,5	795,8	353,0	4,0	1,5	824,7	347,8

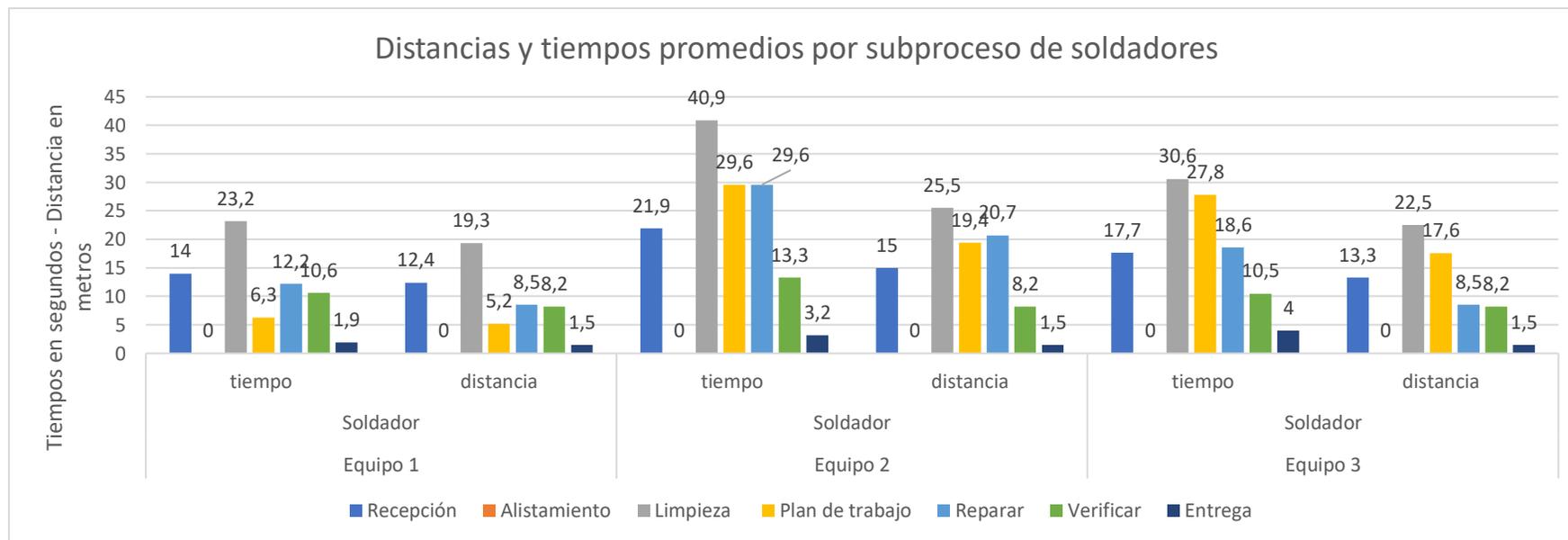
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Se registran los tiempos promedios de operario del equipo con base en las observaciones durante la ejecución de los subprocesos

En la ilustración 40 en la gráfica se pueden observar los tiempos y movimientos por cada uno de los soldadores de cada equipo, durante el desarrollo de las actividades por subprocesos.

## Ilustración 40

Gráfica tiempos y movimientos de operarios por equipos durante subprocesos

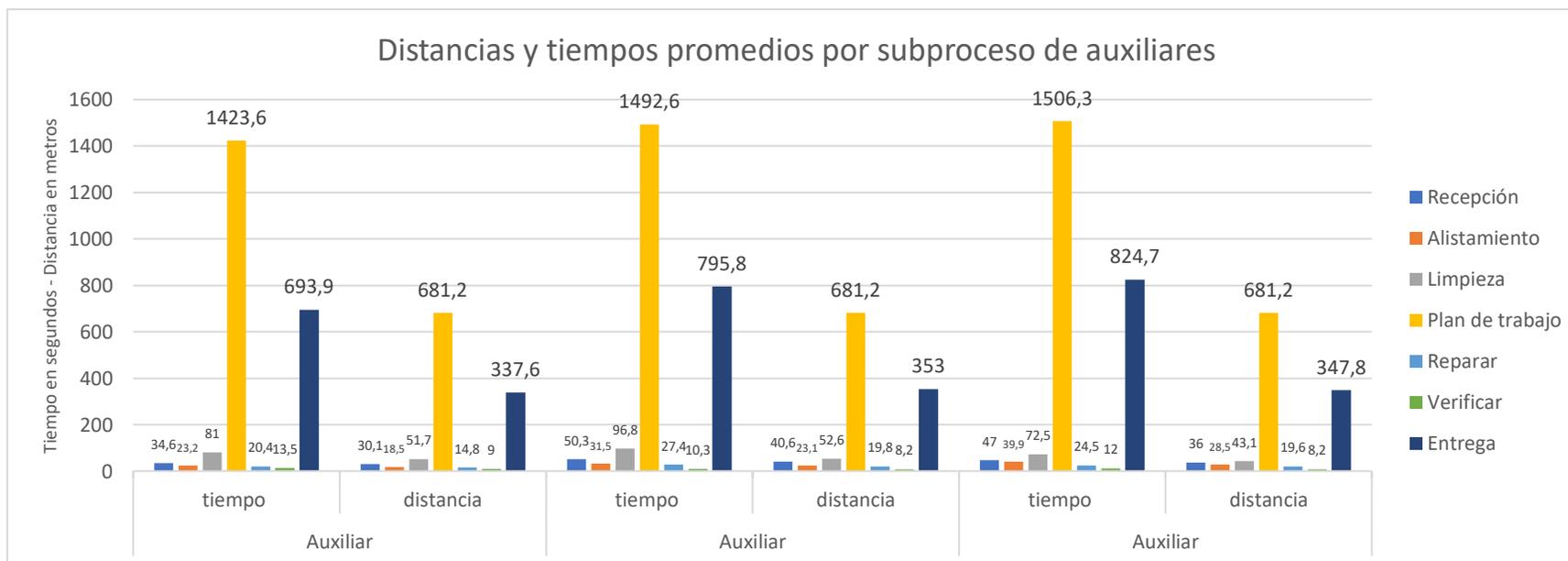


**Fuente:** Elaboración Propia

Se observa a continuación los tiempos y movimientos realizados por los auxiliares de soldadura por subprocesos se puede comparar de forma visual en la gráfica correspondiente a la ilustración 41.

## Ilustración 41

Gráfica distancias y tiempos promedios por subprocesos realizados por auxiliares



Fuente: Elaboración Propia

Se consolida la información en la Tabla 33, el total de las mediciones de distancia y tiempos durante el desarrollo de todos los subprocesos con el fin de establecer los tiempos y movimientos totales por cada integrante de cada equipo de trabajo.

**Tabla 33**

*Tiempos y distancias totales recorridas por operario por equipos en el proceso*

**Distancias (metros) y tiempos (segundos) promedios en proceso por trabajador, por equipo de trabajo**

<b>Equipo</b>	<b>Equipo 1</b>				<b>Equipo 2</b>				<b>Equipo 3</b>			
<b>Trabajador</b>	<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar</b>		<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar</b>		<b>Soldador</b>		<b>Auxiliar</b>	
<b>Factor</b>	tiempo	distancia										
<b>Totales por trabajador</b>	68,3	55,1	2290,2	1142,9	138,4	90,3	2504,7	1178,5	109,2	71,6	2526,8	1164,4

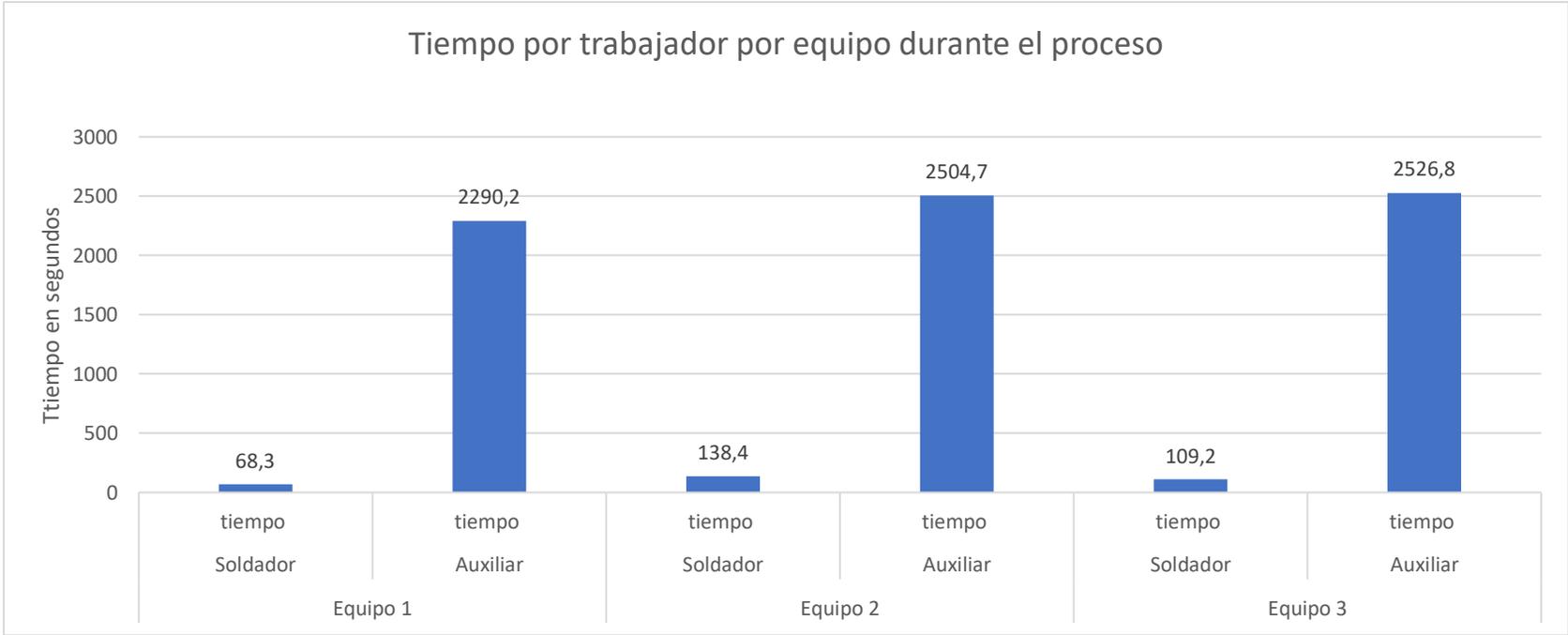
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Los datos permiten identificar diferencias en tiempos y distancias durante la realización del proceso.

Se realiza la comparación por medio de grafica de barras de los tiempos de desplazamientos por cada operario, teniendo en cuenta el equipo al que pertenecen, lo cual se observa en la ilustración 42, seguidamente en la ilustración 43 se grafican las distancias en metros recorridas por cada operario durante la ejecución de todo el proceso.

**Ilustración 42**

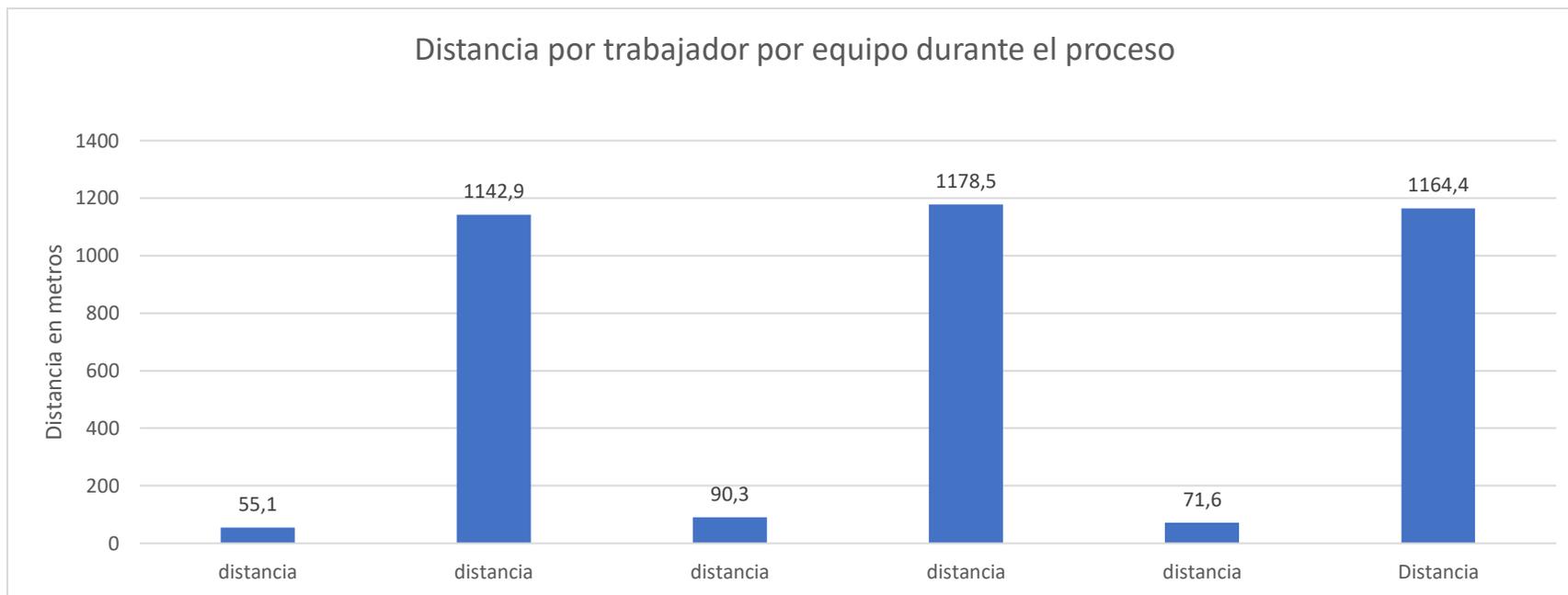
*Gráfica tiempos por cada trabajador durante el proceso*



**Fuente:** Elaboración Propia

### Ilustración 43

Gráfica distancia en metros recorridos por cada trabajador durante el proceso.



**Fuente:** Elaboración Propia

Los tiempos observados y distancias totales por equipos se obtienen de la suma de las distancias y tiempos registrados por cada uno de los operarios de cada equipo, los cuales se encuentran en la Tabla 34.

**Tabla 34**

*Tiempos observados y distancias totales por equipos*

<b>Distancias (metros) y tiempos(segundos) promedios por proceso por equipo de trabajo</b>						
<b>Equipo</b>	Equipo 1		Equipo 2		Equipo 3	
<b>Totales en proceso por equipo</b>	tiempo	distancia	tiempo	distancia	tiempo	distancia
	2358,5	1198,0	2643,1	1268,8	2636,0	1236,0

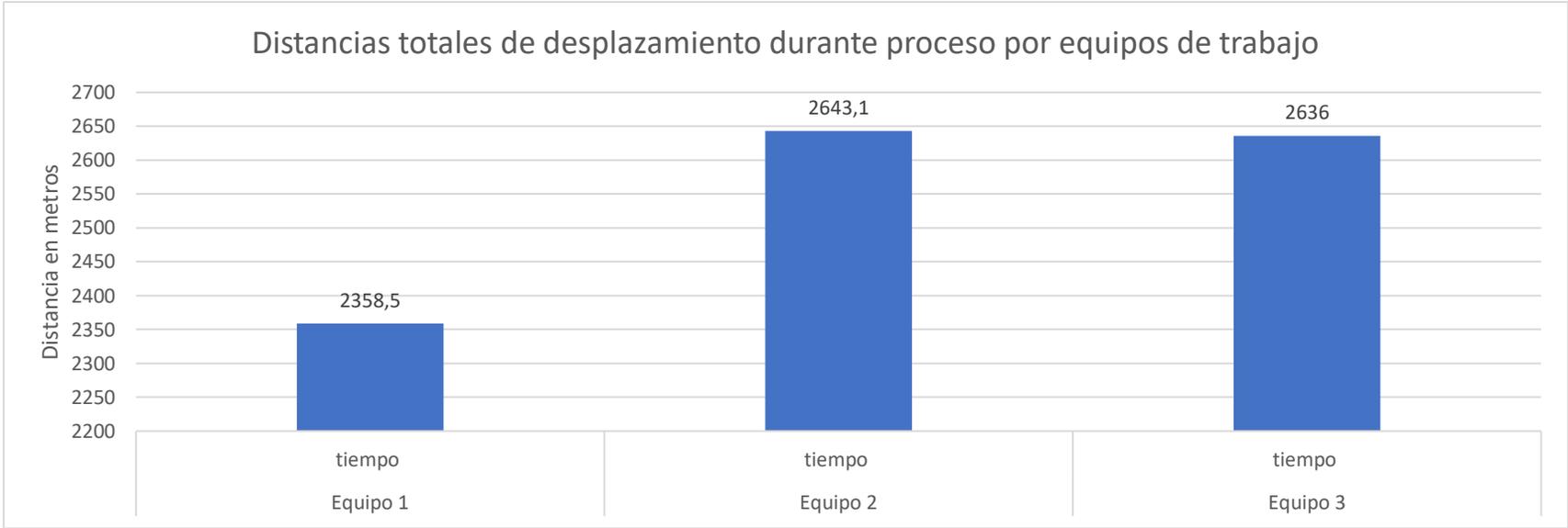
**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Los datos permiten identificar que los desplazamientos al igual que los tiempos son distintos por equipos

Con el fin de establecer diferencias entre los equipos, se grafica en la ilustración 44 las distancias totales recorridas por equipo de trabajo, par lo cual se realizó la sumatoria de la distancia recorrida por el soldador y el auxiliar de cada uno de los equipos.

**Ilustración 44**

*Gráfica distancias totales de desplazamiento por equipos*



### 3.4 Valoración del ritmo de trabajo

La valoración del ritmo de trabajo se realiza a partir de la observación, con base al ritmo de trabajo que se identifica, con base en la clasificación de valoración porcentual del trabajo asignados en la siguiente tabla 35 de valoración porcentual, junto a su descripción.

**Tabla 35**

*Porcentajes y descripción de los ritmos de trabajo*

<b>Variación</b>	<b>Descripción</b>
<b>0%</b>	Actividad nula
<b>50%</b>	Muy lento, movimientos torpes, inseguros. El operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo
<b>75%</b>	Constante, resuelto sin prisa, como obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado. Parece lento, pero no pierde tiempo.
<b>100%</b>	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo. Logra con tranquilidad el nivel de precisión y calidad fijado
<b>125%</b>	Muy rápido. El operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del operario calificado medio.
<b>150%</b>	Excepcionalmente rápido. Concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos. Actuación de virtuoso, sólo alcanzada por pocos trabajadores sobresalientes.

**Fuente:** elaboración propia

Con base en las observaciones y teniendo en cuenta los criterios para la valoración de los ritmos de trabajo de los soldadores, se consignan en la tabla 36.

**Tabla 36**

*Valoración de los ritmos de trabajo por subprocesos de soldadores*

<b>Valoración de ritmo de trabajo en subprocesos por soldadores</b>			
<b>Subproceso</b>	<b>Valoración ritmo de trabajo Soldador 1</b>	<b>Valoración ritmo de trabajo Soldador 2</b>	<b>Valoración ritmo de trabajo Soldador 3</b>
<b>Recepción</b>	1,00	1,25	1,25
<b>Alistamiento</b>	1,00	1,00	1,25
<b>Limpieza</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Plan de trabajo</b>	1,00	1,25	1,00

<b>Reparar</b>	1,00	1,00	1,00
<b>Verificar</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Entrega</b>	1,00	1,25	1,00
<b>Totales</b>	7,50	7,75	7,50

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* La valoración del trabajo por subprocesos permite identificar variaciones en el ritmo de trabajo en cada uno de los soldadores.

Con base en las observaciones y teniendo en cuenta los criterios para la valoración de los ritmos de trabajo de los auxiliares, se consignan en la tabla 37.

**Tabla 37**

*Valoración de los ritmos de trabajo por subprocesos de auxiliares*

<b>Valoración de ritmo de trabajo en subprocesos por auxiliares</b>			
<b>Subproceso</b>	Valoración ritmo de trabajo auxiliar 1	Valoración ritmo de trabajo auxiliar 2	Valoración ritmo de trabajo auxiliar 3
<b>Recepción</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Alistamiento</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Limpieza</b>	1,00	1,00	1,00
<b>Plan de trabajo</b>	1,00	1,25	1,00
<b>Reparar</b>	1,25	1,25	1,00
<b>Verificar</b>	1,00	1,00	1,00
<b>Entrega</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Totales</b>	8,00	7,50	7,00

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* La valoración del trabajo por subprocesos permite identificar variaciones en el ritmo de trabajo en cada uno de los auxiliares.

### **3.5 Cálculo del tiempo tipo o estándar**

Teniendo en cuenta las condiciones en las cuales se desarrollan los subprocesos se describen la valoración de los suplementos (fijos y variables) por cada uno de los cargos, obteniendo las cifras que se consignan en la Tabla 38 para los soldadores, Tabla 39 en relación con los auxiliares.

**Tabla 38***Suplementos fijos y variables aplicados a subprocesos ejecutado por soldadores*

<b>Suplementos fijos y variables para subprocesos realizados por soldadores</b>							
<b>Suplementos</b>	Recepción	Alistamiento	Limpieza	Plan de trabajo	Reparar	Verificar	Entrega
<b>Suplementos constantes</b>							
<b>A. necesidades personales</b>	5	5	5	5	5	5	5
<b>B. Fatiga</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>Suplementos variables</b>							
<b>A) trabajar de pie</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>B) Postura normal</b>	0	0	0	2	2	0	0
<b>C) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>	0	0	0	0	2	2	0
<b>D) Iluminación</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>E) Condiciones atmosféricas</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>F) Tensión visual</b>	0	0	0	0	2	0	0
<b>G) Ruido</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>H) Tensión mental</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>I) Monotonía mental</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>J) Monotonía física</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Suma total suplementos constantes y variables</b>	14	14	14	16	20	16	14

**Fuente:** Elaboración propia.*Nota.* La valoración de los suplementos fijos y variables aplican para los tres soldadores**Tabla 39***Suplementos fijos y variables aplicados a subprocesos ejecutado por auxiliares*

<b>Suplementos fijos y variables para subprocesos realizados por auxiliares</b>							
<b>Subproceso</b>	Recepción	Alistamiento	Limpieza	Plan de trabajo	Reparar	Verificar	Entrega

<b>Suplementos constantes</b>							
<b>A. necesidades personales</b>	5	5	5	5	5	5	5
<b>B. Fatiga</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>Suplementos variables</b>							
<b>A) trabajar de pie</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>B) Postura normal</b>	0	0	2	0	2	0	0
<b>C) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>	17	2	1	0	2	2	17
<b>D) Iluminación</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>E) Condiciones atmosféricas</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>F) Tensión visual</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>G) Ruido</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>H) Tensión mental</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>I) Monotonía mental</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>J) Monotonía física</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Suma total suplementos constantes y variables</b>	31	16	17	14	18	16	31

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* La valoración de los suplementos fijos y variables aplica para los tres soldadores

Los tiempos observados se multiplican por la valoración del trabajo, obteniendo así el tiempo base, el cual se multiplica porcentualmente por los valores de los suplementos constantes y variables ya calculados, con el fin de obtener el tiempo tipo o estándar, como se muestra en la tabla 40, con relación a los soldadores y en la Tabla 41 con relación a los auxiliares.

**Tabla 40**

*Tiempo estándar por subprocesos realizado por soldadores*

<b>Cálculo de tiempo estándar por subprocesos soldadores</b>					
<b>Cálculo de tiempo estándar soldador 1</b>					
<b>Subproceso</b>	Tiempo promedio soldador 1	valoración ritmo de trabajo	Tiempo básico (segundos)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (segundos)
<b>Recepción</b>	14,0	1,00	14,03	1,14	16,00
<b>Alistamiento</b>	0,0	1,00	0,00	1,14	0,00
<b>Limpieza</b>	23,2	1,25	29,00	1,14	33,06
<b>Plan de trabajo</b>	6,3	1,00	6,30	1,16	7,31
<b>Reparar</b>	12,2	1,00	12,23	1,20	14,68
<b>Verificar</b>	10,6	1,25	13,25	1,16	15,37
<b>Entrega</b>	1,9	1,00	1,90	1,14	2,17
<b>Totales</b>	68,3		76,72		<b>88,58</b>

<b>Cálculo de tiempo estándar soldador 2</b>					
<b>Subproceso</b>	Tiempo promedio soldador 2	valoración ritmo de trabajo	Tiempo básico (segundos)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (segundos)
<b>Recepción</b>	21,9	1,25	27,33	1,14	31,16
<b>Alistamiento</b>	0,0	1,00	0,00	1,14	0,00
<b>Limpieza</b>	40,9	1,00	40,87	1,14	46,59
<b>Plan de trabajo</b>	29,6	1,25	36,96	1,16	42,87
<b>Reparar</b>	29,6	1,00	29,60	1,20	35,52
<b>Verificar</b>	13,3	1,00	13,30	1,16	15,43
<b>Entrega</b>	3,2	1,25	3,96	1,14	4,51
<b>Totales</b>	138,4		152,02		<b>176,08</b>
<b>Cálculo de tiempo estándar soldador 3</b>					
<b>Subproceso</b>	Tiempo promedio soldador 3	valoración ritmo de trabajo	Tiempo básico (segundos)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (segundos)
<b>Recepción</b>	17,7	1,25	22,13	1,14	25,22
<b>Alistamiento</b>	0,0	1,25	0,00	1,14	0,00
<b>Limpieza</b>	30,6	1,00	30,57	1,14	34,85
<b>Plan de trabajo</b>	27,8	1,00	27,80	1,16	32,25
<b>Reparar</b>	18,6	1,00	18,63	1,20	22,36
<b>Verificar</b>	10,5	1,00	10,50	1,16	12,18
<b>Entrega</b>	4,0	1,00	4,00	1,14	4,56
<b>Totales</b>	109,2		113,63		<b>131,42</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Para el cálculo se tiene en cuenta el tiempo promedio de cada soldador

**Tabla 41**

*Tiempo estándar por subprocesos realizado por auxiliares*

<b>Cálculo de tiempo estándar por subprocesos auxiliares</b>					
<b>Cálculo de tiempo estándar auxiliar 1</b>					
<b>Subproceso</b>	Tiempo promedio auxiliar 1	valoración ritmo de trabajo	Tiempo básico (segundos)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (segundos)
<b>Recepción</b>	34,6	1,25	43,29	1,31	56,71
<b>Alistamiento</b>	23,2	1,25	29,04	1,16	33,69
<b>Limpieza</b>	81,0	1,00	80,97	1,17	94,73
<b>Plan de trabajo</b>	1423,6	1,00	1423,57	1,14	1622,87
<b>Reparar</b>	20,4	1,25	25,46	1,18	30,04
<b>Verificar</b>	13,5	1,00	13,50	1,16	15,66

<b>Entrega</b>	693,9	1,25	867,42	1,31	1136,32
<b>Totales</b>	2290,2	8,00	2483,24		<b>2990,01</b>
<b>Cálculo de tiempo estándar auxiliar 2</b>					
<b>Subproceso</b>	Tiempo promedio auxiliar 2	valoración ritmo de trabajo	Tiempo básico (segundos)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (segundos)
<b>Recepción</b>	50,3	1,00	50,30	1,31	65,89
<b>Alistamiento</b>	31,5	1,00	31,53	1,16	36,58
<b>Limpieza</b>	96,8	1,00	96,77	1,17	113,22
<b>Plan de trabajo</b>	1492,6	1,25	1865,75	1,14	2126,96
<b>Reparar</b>	27,4	1,25	34,29	1,18	40,46
<b>Verificar</b>	10,3	1,00	10,33	1,16	11,98
<b>Entrega</b>	795,8	1,00	795,77	1,31	1042,45
<b>Totales</b>	2504,7		2884,74		<b>3437,54</b>
<b>Cálculo de tiempo estándar auxiliar 3</b>					
<b>Subproceso</b>	Tiempo promedio auxiliar 3	valoración ritmo de trabajo	Tiempo básico (segundos)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (segundos)
<b>Recepción</b>	47,0	1,00	46,97	1,31	61,53
<b>Alistamiento</b>	39,9	1,00	39,93	1,16	46,32
<b>Limpieza</b>	72,5	1,00	72,53	1,17	84,86
<b>Plan de trabajo</b>	1506,3	1,00	1506,27	1,14	1717,14
<b>Reparar</b>	24,5	1,00	24,47	1,18	28,87
<b>Verificar</b>	12,0	1,00	11,97	1,16	13,89
<b>Entrega</b>	824,7	1,00	824,70	1,31	1080,36
<b>Totales</b>	2526,8		2526,84		<b>3032,97</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Para el cálculo se tiene en cuenta el tiempo promedio de cada auxiliar

## **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1 Observación del proceso y entrevista al líder de procesos**

Se infiere de la entrevista y las visitas al área de trabajo que el líder del proceso, al igual que los colaboradores tienen conocimiento de las labores que deben desarrollar en el área de taller de soldadura y la importancia de su desempeño.

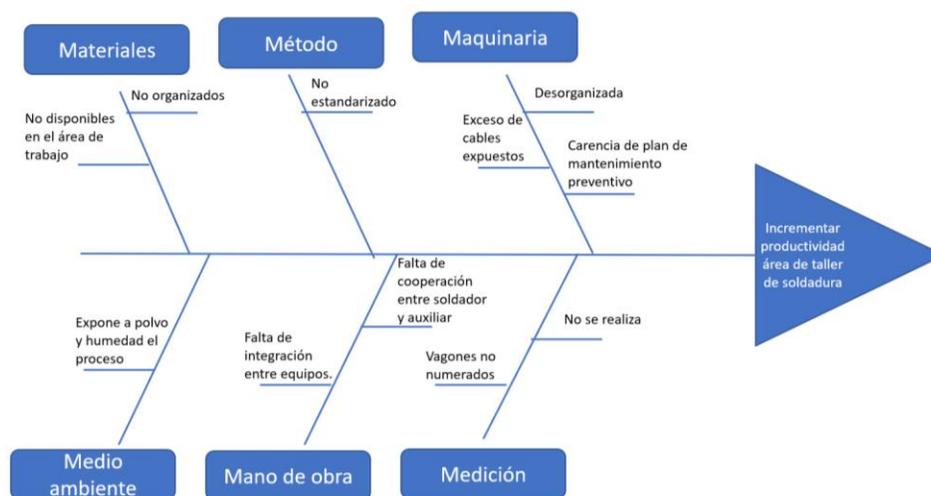
El conocimiento facilitó la caracterización del proceso y los subprocesos, teniendo en cuenta que la organización no lo tenía elaborado.

### **4.2 Análisis de causa y efecto**

El análisis de causa y efecto, el cual se grafica bajo el modelo Ishikawa se centra en identificar las acciones correctivas u opciones de mejora a partir del análisis de las 6M realizado por categorías a los factores que intervienen en el proceso del taller de soldadura, con el fin de plantear posibles soluciones o alternativas que permitan mejorar la productividad. Las mismas se encuentran relacionadas en la ilustración 45.

## Ilustración 45

Diagrama causa y efecto con base en análisis de factores bajo metodología 6M



**Fuente:** Adaptado a partir de diagrama Ishikawa [34]

A causa de la disponibilidad de materiales en el área del taller se presenta la necesidad de desplazamientos y actividades administrativas que representan tiempo significativo durante el proceso, los materiales que se encuentran disponibles en el taller, especialmente los excedentes metálicos que son reutilizados, no se encuentran rotulados, organizados ni clasificados, situación que genera en algunos casos reprocesos en la búsqueda de materiales. Con relación al método, indiscutiblemente cada equipo tiene el conocimiento del que hacer y del cómo hacerlo, pro cada equipo dispone de herramientas, maquinaria, mesas de trabajo, en ubicación distinta, situación que no permite estandarizar el proceso, lo que a su vez genera que el rendimiento de los equipos sea distinto.

La maquinaria se encuentra expuesta permanentemente a polvo y humedad, condiciones que incrementa su deterioro, la misma maquinaria no cuenta con plan de mantenimiento

preventivo, estas condiciones incrementan el riesgo generar atraso a cauda de los mecanismos para acciones correctivas, en caso de que se requieran y agotamiento de la vida útil del mismo.

El uso de maquinaria eléctrica implica en algunos casos extender cableado en el área de trabajo para su conexión, estos cables en algunos casos no se recogen inmediatamente después de ser utilizados, situación que incrementa el riesgo eléctrico y el riesgo de accidentes de trabajo en el área.

El medio ambiente del cual se dispone no solo afecta o expone la funcionabilidad de las maquinas, también afecta el ritmo de trabajo de los colaboradores (de acuerdo con lo manifestado por algunos operarios), el tipo de trabajo industrial que allí se realiza expone a los operarios a riesgos específicos de sus labores como virutas metálicas, químicas, entre otras.

Los equipos de trabajo laboran de forma armónica, en el entendido que han generado sinergias que permiten el desarrollo de sus actividades de forma amigable y continua. Sin embargo, se evidencia falta de colaboración para con los auxiliares por parte de los soldadores. Así mismo, no se percibe integración social entre los equipos de trabajo, lo cual es notorio a causa de la “territorialidad” que han desarrollado durante el ejercicio de sus actividades, lo que conlleva a la carencia de estandarización en la ejecución del proceso.

No se evidencia medición de las actividades, tampoco medición relacionada con la resistencia de las reparaciones o mantenimientos preventivos, lo cual es un obstáculo en el momento de

supervisar las revisiones, momento en el cual reina una vez más el empirismo, los vagones no se encuentran enumerados, lo que impide conocer la frecuencia en la reparación de cada uno de ellos, aspecto que sería útil para establecer la eficacia de los mantenimientos y reparaciones realizadas.

#### 4.3 Análisis del estudio de tiempos y movimientos

Las distancias totales recorridas por cada uno de los operarios son distintas, en la comparación entre los mismos cargos se evidencia en la tabla 42 que:

**Tabla 42**

*Comparativo distancia recorrida durante el proceso por soldadores*

<b>Distancia total recorrida durante el proceso por soldadores (Cada Turno)</b>			
	Soldador 1	Soldador 2	Soldador 3
<b>Distancia en metros</b>	68,3	138,4	109,2

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* La variación en las distancias permite identificar que no hay estandarización del proceso

El soldador que menos desplazamiento realiza es el soldador 1, tomando este como patrón para el cálculo, el soldador 2 se desplaza el 26% más, mientras que el soldador 3, el soldador 3 se desplaza 59% más distancia con relación al soldador 1, siendo el soldador 1 quien menos se desplaza.

La diferencia en las distancias recorridas se refleja en los tiempos estándar como se encuentra en la tabla 43.

**Tabla 43**

*Comparativo tiempo estándar durante el proceso por soldadores*

<b>Tiempo estándar total durante el proceso por soldadores</b>			
	Soldador 1	Soldador 2	Soldador 3
<b>Tiempo en segundos</b>	88,6	176,1	131,4

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Los tiempos estándar no presentan amplias diferencias.

El soldador 1 es quien menos tiempo le toma hacer su recorrido, mientras que el soldador 2 utiliza el 99% más de tiempo con relación al soldador 1, en el caso del soldador 3 el tiempo se incrementa en el 48% con relación al soldador 1.

Con base en lo consignado en la tabla 44 tenemos que las variaciones de distancia y tiempo presentan pequeñas variaciones en el comparativo, lo que obedece a su vez a la similitud en la valoración del ritmo de trabajo, tal como se demuestra al comparar la sumatoria de estas valoraciones de ritmo de trabajo.

**Tabla 44**

*Comparativo valoración del ritmo de trabajo durante el proceso ejecutado por soldadores*

<b>Valoración del ritmo de trabajo total durante el proceso por soldadores</b>			
	Soldador 1	Soldador 2	Soldador 3
<b>Valoración de ritmo de trabajo</b>	7,50	7,75	7,50

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* El ritmo de trabajo no presenta variaciones amplias

Los suplementos básicos y variables son iguales teniendo en cuenta que se realizan bajo igualdad de condiciones y métodos.

En relación las distancias recorridas durante los desplazamientos realizados por los auxiliares se tienen los siguientes datos en la tabla 45.

**Tabla 45**

*Comparativo distancia recorrida durante los subprocesos por auxiliares*

<b>Distancia en metros de movimientos por subproceso de auxiliares</b>			
<b>Subproceso</b>	Distancia auxiliar 1	Distancia auxiliar 2	Distancia auxiliar 3
<b>Recepción</b>	30,1	40,6	36,0
<b>Alistamiento</b>	18,5	23,1	28,5
<b>Limpieza</b>	51,7	52,6	43,1
<b>Plan de trabajo</b>	681,2	681,2	681,2
<b>Reparar</b>	14,8	19,8	19,6
<b>Verificar</b>	9,0	8,2	8,2
<b>Entrega</b>	337,6	353,0	347,8
<b>Totales por trabajador</b>	1142,9	1178,5	1164,4

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* Las distancias recorridas por los auxiliares presentan variaciones similares en los subprocesos.

La diferencia de distancia en la sumatoria de los subprocesos es de 35,6 metros del auxiliar 2 con relación al recorrido del auxiliar 1, y de 21,5 metros la diferencia de la distancia en metros recorrida por el auxiliar 3 con relación al auxiliar 1. En conclusión, el auxiliar 1 presenta el menor recorrido.

Los subprocesos que más distancia generan a los tres auxiliares son: plan de trabajo, el cual representa entre el 57% y el 59% del recorrido total del proceso, mientras que el subproceso entrega representa 29% del total de recorrido en el proceso de soldadura.

La valoración del ritmo de trabajo de los auxiliares por proceso se consolida en la tabla 46.

**Tabla 46***Comparativo valoración del ritmo de trabajo realizado por auxiliares*

<b>Valoración del ritmo de trabajo por subproceso de auxiliares</b>			
<b>Subproceso</b>	Valoración del ritmo de trabajo auxiliar 1	Valoración del ritmo de trabajo auxiliar 2	Valoración del ritmo de trabajo auxiliar 3
<b>Recepción</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Alistamiento</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Limpieza</b>	1,00	1,00	1,00
<b>Plan de trabajo</b>	1,00	1,25	1,00
<b>Reparar</b>	1,25	1,25	1,00
<b>Verificar</b>	1,00	1,00	1,00
<b>Entrega</b>	1,25	1,00	1,00
<b>Totales por trabajador</b>	8,00	7,50	7,00

**Fuente:** Elaboración propia.

*Nota.* El ritmo de trabajo en los auxiliares no presenta variaciones significativas

La diferencia en la valoración del ritmo de trabajo se encuentra en el rango de 0,5 y 1, lo cual se puede considerar como un ritmo de trabajo homogéneo entre los auxiliares, situación que no representa mayor impacto al momento de calcular el tiempo estándar.

En cuanto con los tiempos estándar consolidados por subproceso por auxiliares en la tabla 47.

**Tabla 47***Comparativo tiempos estándar por subproceso en auxiliares*

<b>Tiempo estándar en segundos de movimientos por subproceso de auxiliares</b>			
<b>Subproceso</b>	Tiempo auxiliar 1	Tiempo auxiliar 2	Tiempo auxiliar 3
<b>Recepción</b>	56,71	65,89	61,53
<b>Alistamiento</b>	33,69	36,58	46,32
<b>Limpieza</b>	94,73	113,22	84,86
<b>Plan de trabajo</b>	1622,87	2126,96	1717,14
<b>Reparar</b>	30,04	40,46	28,87
<b>Verificar</b>	15,66	11,98	13,89

<b>Entrega</b>	1136,32	1042,45	1080,36
<b>Totales por trabajador</b>	<b>2990,01</b>	<b>3437,54</b>	<b>3032,97</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Permiten identificar que existe una diferencia entre los auxiliares, el auxiliar 1 presentó un tiempo menor, el auxiliar 2 presenta un tiempo mayor en apenas 1,5%, el auxiliar 2 presenta un incremento en el tiempo del 14%, estas dos diferencias con relación al auxiliar 1.

El subproceso que se considera el cuello de botella durante el proceso, por la cantidad de tiempo que requiere para su ejecución en relación con el tiempo total es el “Plan de trabajo”, teniendo en cuenta que corresponde 54%, 61% y 57% para el auxiliar 1, auxiliar 2 y auxiliar 3. la empresa de manera mensual mide sus operaciones a través de indicadores de proceso, estos

## **5 Conclusiones**

- a) Se caracterizan los recursos y las operaciones necesarias para lograr los resultados o salidas previstas durante la ejecución del proceso de soldadura.
- b) El análisis de causa y efecto evidencia que: las distancias entre las áreas de almacenamiento de insumos y la de operaciones del taller, la falta de coordinación entre los operarios a la hora de ejecutar sus actividades y la inadecuada disposición de los equipos o herramientas dentro del área del taller son las principales causas de la prolongación de los tiempos a cumplir, los movimientos o traslados entre estos ocupan entre el 54% y el 61% del sobre el tiempo total, aunque esto no impacta de manera directa la calidad del producto como resultado, si genera un desperdicio significativo para la eficacia del proceso haciendo que se prolonguen los tiempos de reparación o mantenimiento.

- c) Se evidencia el impacto en la eficacia del proceso por el ritmo de trabajo de cada operario por cargo y turno puesto que no se articulan de manera adecuada entre el soldador y auxiliar. Además de ello, la falta de organización o distribución en el área de soldadura no permite explotar al máximo la capacidad de mantenimiento por turno.

## **6 recomendaciones**

Con base en el análisis de la información durante las mediciones de distancias, tiempos de desplazamiento, valoración del ritmo de trabajo, suplementos constantes y variables se proponen las siguientes recomendaciones con el fin de incrementar la productividad y la eficiencia de sus procesos:

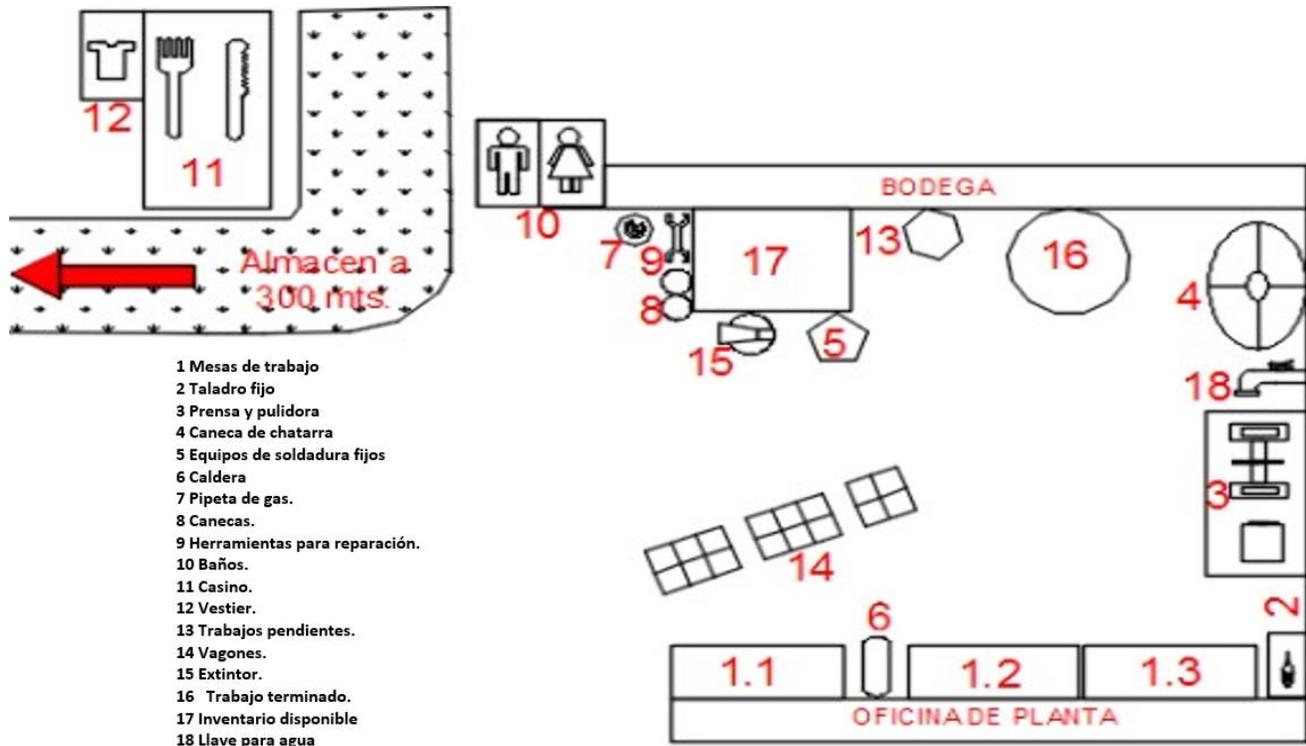
- Analizar los insumos de alta rotación en el proceso de soldadura con el fin de establecer un stock de inventario (mínimos y máximos) que garantice la reducción máxima en los tiempos y distancias de desplazamiento que actualmente requiere cada operario, lo que haría eficiente en proceso de reparación teniendo en cuenta que no se eliminarían tiempos de espera a causa de desplazamiento que actualmente se realiza para conseguir los repuestos.
- Adquirir tableros de organización o control de herramientas en los puestos de trabajo con el fin de garantizar la practicidad a la hora de requerir las necesarias para la operación. Además de lo anterior, esto permitirá la verificación o validación de herramientas cuando los equipos de trabajo roten según su horario laboral.
- Implementar un plan de mantenimiento con el fin de garantizar la vida útil de la maquinaria y equipos puesto que se encuentran expuestos a condiciones extremas de uso, este mantenimiento preventivo se puede ejecutar en los tiempos de baja

producción de fruto con el fin de minimizar el impacto en las líneas de transporte en temporada alta de cosecha.

- Cambiar el método de asignación de herramientas, pasar de herramientas asignadas a cada soldador a herramientas asignadas al taller de soldadura, con el fin de estandarizar las ejecuciones proceso, al igual que establecer un solo método de trabajo con relación al diagnóstico y supervisión de trabajo realizado.
- Establecer un plan de mantenimiento que permita garantizar la prolongación de la vida útil de los equipos, maquinaria o herramienta y disminuir al máximo las reparaciones correctivas y paradas de producción, se debe contemplar que en el medio en que operan se encuentran expuestos al polvo, humedad y altas temperaturas. Así mismo, garantizar la trazabilidad de la información con hojas de vida y mantenimientos realizados en cada vagón, esto servirá para tener un control del gasto y obtener información para analizar la causa raíz de los daños o desgaste del vagón.
- Establecer una zona de almacenamiento para el producto terminado con el fin de reducir al máximo los obstáculos en las áreas de trabajo ante posibles desplazamientos continuos del operario (soldador o auxiliar de soldador).
- Transmitir a los colaboradores (soldadores y auxiliares) las nuevas directrices del proceso con el fin de garantizar la eficacia de las operaciones en soldadura.
- A continuación, en la ilustración 46 se propone una nueva distribución de la planta con base en los tiempos o movimientos observados y algunas consideraciones mínimas de seguridad, como distanciar las pipetas de gas de la fuente de calor que representa la caldera.

## Ilustración 46

Plano aéreo de propuesta de distribución del taller de soldadura



**Fuente:** Elaboración propia

Con la distribución propuesta se considera la ubicación de inventario disponible que evite el desplazamiento del auxiliar de soldadura hasta las áreas administrativas y el almacén, con lo que se minimizaría en 50% el tiempo de desplazamientos de este operario y minimizaría el tiempo de espera del soldador, logrando ser más productivos.

Los tableros de control de herramientas están ubicados sobre las mesas de trabajo, iniciando desde la mesa identificada en la ilustración como 1.1 con el fin de contar con la herramienta a una distancia menos hasta los rieles con relación a la distribución actual de la planta.

La ubicación de la caldera reduce el tiempo y distancia de desplazamiento al requerir de los electrodos.

La llave de toma de agua se encuentra cerca de las herramientas que representan mayor riesgo de esquirlas, como son loas pulidoras y el uso de las prensas, de esta misma toma de agua se puede acceder al liquido requerido para la preparación de mezclas a utilizar durante el subproceso de limpieza, lo cual representa una reducción de tiempo al minimizar la distancia de desplazamiento.

## Bibliografía

[ I. O. f. Standardization, ISO 9000 Version 2015 para Colombia, Ginebra : ISO, 2015.

1

]

[ J. B. Carrasco, Gestión de Procesos 8alineados con la estrategia), Santiago de Chile: Editorial 2 Evolución s.a., 2011.

]

[ H. G. Pulido, Calidad total y productividad, Mexico: Mc Graw Hill, 2015.

3

]

[ C. A, LA organización del trabajo en la GRH, Habana: Felix Varela , 2008.

4

]

[ V. Luis, Diagrama de Ishikawa, Santiago de Chile: UNAB, 2000.

5

]

[ R. H. D. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez, «Propuesta de Instrumento de Valoración de 6 Tiempos Industriales (SETI),» 2004. [En línea]. Available:

] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402603..> [Último acceso: 20 abril 2022].

[ O. J. S.-R. A. E.-B. L.-S. I. R.-I. Alberto Ramírez-Leyva, «OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PROCESO 7 EN DESESTIBADORA Y EN LLENADORA,» 2017. [En línea]. Available:

] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46154070016..> [Último acceso: 20 abril 2022].

[ R. MONCALEANO, «Estudio de métodos y tiempos para la comercialización en COOMERCA,» 8 *coomerca*, 2014.

]

[ J. M. A. C. S. M. Gloria Miño Cascante, «Tiempos estándar para balanceo de línea en área 9 soldadura del automóvil modelo cuatro,» 2019. [En línea]. Available:

] <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/890/880>. [Último acceso: 18 abril 2022].

[ A. J. V. Castellar, «El tiempo estandar controlado bajo la perspectiva de un análisis 1 multivariado,» 2007. [En línea]. Available:

0 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251109004..> [Último acceso: 20 abril 2022].

]

[ O. A. P. Cruz, «Medición de la eficiencia en la industria del limón en Colima mediante el análisis 1 envolvente de datos,» *Sistema de Información Científica Redalyc*, vol. 24, nº 1, p. 13, 2019.

1

]

[ E. W. R. VILLEGAS, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ALCANZAR LA 1 PRODUCTIVIDAD EN LA,» 2014. [En línea]. Available:

2 <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>. [Último acceso: 18  
] abril 2022].

[ CENIPALMA, «Estudios de tiempos v movimientos para la agroindustria colombiana de palma  
1 de aceite,» *Ceniavances*, vol. 129, p. 4, 2005.

3  
]

[ F. M. D. y. C. A. C. H. Daniel Bello Parra, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de  
1 producción de vapor de una empresa generadora de,» *ciencia administrativa*, vol. 1, p. 9, 2020.

4  
]

[ R. Sampieri, Metodología de la investigación, MEXico : Mac Graw Hill, 2014.

1  
5  
]

[ «Palmeras del Llano,» [En línea]. Available:

1 <https://www.palmar.com.co/palmerasdelllano/index.php>. [Último acceso: 25 Abril 2022].

6  
]

[ UNIMETA, «Plan de estudios -INGENIERIA INDUSTRIAL - unimeta,» 19 Junio 2020. [En línea].

1 Available: [https://unimeta.edu.co/media/attachments/2020/06/19/plan-de-estudios---](https://unimeta.edu.co/media/attachments/2020/06/19/plan-de-estudios---ingenieria-industrial---digital.pdf)  
7 [ingenieria-industrial---digital.pdf](https://unimeta.edu.co/media/attachments/2020/06/19/plan-de-estudios---ingenieria-industrial---digital.pdf). [Último acceso: 10 Julio 2022].

]

[ A. Perez, «OBS Business School,» [En línea]. [Último acceso: 10 julio 2022].

1  
8  
]

[ Ingeniería industrial on line, «Ingeniería industrial on line,» [En línea]. Available:

1 [https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-9-metodos/)  
9 [metodos/](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-9-metodos/). [Último acceso: 10 julio 2022].

]

[ R. g. Criollo, Estudio del trabajo Ingeniería de metodos y medicion del trabajo, Mexico: Mac  
2 Graw Hill, 1998.

0  
]

[ G. Kanawaty, Introduccion al estudio del trabajo tercera edicion, Ginebra: Organizacin

2 internacional del trabajo , 1998.

1  
]

[ E. r. J. N. J. A. Richard B. Chase, Administracion de operaciones producción y cadenas de  
2 suministros decima edición, Mexico : Mac Greg Hill, 2009.

2  
]

[ J. Rodriguez, «www,academia.edu,» diciembre 2008. [En línea]. Available:  
2 INSTITUTO\_TECNOLOGICO\_DE\_SONORA\_DETERMINACIÓN\_DEL\_TIEMPO\_ESTANDAR\_PARA\_LA  
3 ACTUALIZACIÓN\_DE\_LAS\_AYUDAS\_VISUALES\_EN\_UNA\_LÍNEA\_DE\_PRODUCCIÓN\_DE\_UNA\_E  
] MPRESA\_MANUFACTURERA\_TITULACIÓN\_POR\_TESIS\_QUE\_PARA\_OBTENER\_EL\_TÍTULO\_DE\_I  
NGENIERO\_INDUSTRIAL\_Y\_DE\_SISTEMAS. [Último acceso: 17 mayo 2022].

[ J. E. S. C. Nathalia Alzate Guzmán, «Repositorio Universidad Tecnológica de Pereira,» 2013. [En  
2 línea]. Available: [https://repositorio.utp.edu.co/items/dc0717b8-9008-45aa-b669-  
4 4cd42a9eb287](https://repositorio.utp.edu.co/items/dc0717b8-9008-45aa-b669-4cd42a9eb287). [Último acceso: 10 Abril 2022].

]

[ J. D. S. Luz Natalia Cardona Londoño, «Universidad tecnologica de pereira,» 2007. [En línea].  
2 Available: <https://repositorio.utp.edu.co/items/1d05af1a-cd07-4e1c-a164-2624dfe3be02>.  
5 [Último acceso: 1 junio 2022].

]

[ J. D. S. Luz Natalia Cardona Londoño, «Universidad Tecnológica de Pereira,» abril 2007. [En  
2 línea]. Available: [https://repositorio.utp.edu.co/items/1d05af1a-cd07-4e1c-a164-  
6 2624dfe3be02](https://repositorio.utp.edu.co/items/1d05af1a-cd07-4e1c-a164-2624dfe3be02). [Último acceso: 15 Abril 2022].

]

[ P. A. F. ZAMORA, «Repositorio Institucional Unilibre,» mayo 2017. [En línea]. Available:  
2 <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10723>. [Último acceso: 23 Abril 2022].

7  
]

[ R. J. N. A. Richard B Chase, Administracion de operaciones producción y cadena de suministros,  
2 Mexico: Mc Graw Hill, 2000.

8  
]

[ F. E. Meyers, Estudio de tiempos y movimmientos, Mexico: Pearson Educación , 2000.

2  
9  
]

[ R. I. & asociados, «Raul lopez & asociados,» [En línea]. Available:  
3 <https://raullopezconsultor.com/los-therbligs-1911/>. [Último acceso: 10 8 2022].

0  
]

[ D. d. Ingeniería, «Departamento de Ingeniería,» [En línea]. Available:  
3 [https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-](https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-1-trabajo/)  
1 trabajo/. [Último acceso: 8 Agosto 2022].  
]

[ S. Hausen, «Analysis of Requirement Problems Regarding Their Causes and Effects for Projects  
3 with the Objective to,» 2018. [En línea]. Available:  
2 [https://www.researchgate.net/profile/Serda-](https://www.researchgate.net/profile/Serda-Hauser/publication/324775189_Analysis_of_Requirement_Problems_regarding_their_Causes_and_Effects_for_Projects_with_the_objective_to_Model_Qualitative_PRIs-Empirical_Study/links/5e655fd3299bf1744f6b8753/Analysis-o)  
] Hauser/publication/324775189\_Analysis\_of\_Requirement\_Problems\_regarding\_their\_Causes\_  
and\_Effects\_for\_Projects\_with\_the\_objective\_to\_Model\_Qualitative\_PRIs-  
Empirical\_Study/links/5e655fd3299bf1744f6b8753/Analysis-o. [Último acceso: 22 abril 2022].

[ L. LUca, «A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment, doi: 10.1088/1757-  
3 899X/161/1/012099, 20th,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, nº  
3 12099, p. 7, 2016.  
]

[ «Diagrama de isikawa,» 2015. [En línea]. Available: [https://diagramadeishikawa.com/metodo-](https://diagramadeishikawa.com/metodo-3-de-las-6m-diagrama-)  
3 de-las-6m-diagrama-. [Último acceso: 10 Julio 2022].  
4  
]

[ «Ingeniería y construcción,» 14 Mayo 2020. [En línea]. Available:  
3 <https://www.hlcsac.com/noticias/codigos-de-soldadura-segun-asme-api-aws/>. [Último acceso:  
5 15 Julio 2022].  
]

[ M. d. C. sas, «Maquitec de Colombia sas,» 2020. [En línea]. Available:  
3 [https://maquitecdecolombia.com/compra-de/industrial/soldador/inversor-mma/soldador-](https://maquitecdecolombia.com/compra-de/industrial/soldador/inversor-mma/soldador-6-inversor-260-amp-110-220v-skyarc-2650-fx/?shopping&gclid=Cj0KCQjwgO2XBhCaARIsANrW2X0ksUrxj8_W7FdxCu-yHy13IMfGzJH0nxcbivAaeYVocS4e4W5CA4aAvzjEALw_wc)  
6 inversor-260-amp-110-220v-skyarc-2650-  
] fx/?shopping&gclid=Cj0KCQjwgO2XBhCaARIsANrW2X0ksUrxj8\_W7FdxCu-  
yHy13IMfGzJH0nxcbivAaeYVocS4e4W5CA4aAvzjEALw\_wc. [Último acceso: 15 Julio 2022].

[ I. I. o. line, «Ingeniería Industrial on line,» 2018. [En línea]. Available:  
3 [https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-7-tiempos/)  
7 tiempos/. [Último acceso: 14 Julio 2022].  
]

