



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN  
NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO  
DE TIEMPOS.

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**Autores:**

Mena Urresta Rober Jholaus

Solórzano Murillo Erik Mauricio

**Tutor Académico:**

Ing. MSc. Cristian Eugenio

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Nosotros, **Mena Urresta Rober Jholaus**, con cédula de ciudadanía N° 1600557027, **Solórzano Murillo Erik Mauricio**, con cedula de ciudadanía N° 1600463945 declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS”**. Siendo el **Ing. MSc. Cristian Eugenio**, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2022

.....  
**Mena Urresta Rober Jholaus**  
**C.I. 1600557027**

.....  
**Solórzano Murillo Erik Mauricio**  
**C.I 1600463945**



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS”**. elaborado por Mena Urresta Rober Jholaus, Solórzano Murillo Erik Mauricio, postulantes de la carrera de Ingeniería Industrial, consideramos que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022

Ing. MSc. Cristian Eugenio

C.I. 1723727473




## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, los postulantes: **Mena Urresta Rober Jholaus, Solórzano Murillo Erik Mauricio** con el título de Proyecto de titulación: **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

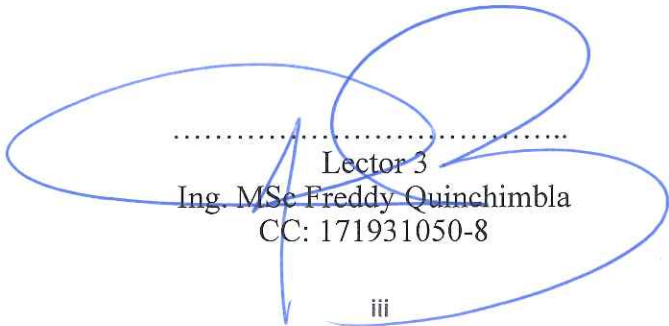
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto del 2022

Para constancia firman:

  
.....  
Lector 1 (Presidente)  
Ing. MSc. Raúl Andrango  
C.I. 171752625-3

  
.....  
Lector 2  
Ing. MSc. Jaime Acurio  
CC: 050257424-7

  
.....  
Lector 3  
Ing. MSc Freddy Quinchimbla  
CC: 171931050-8



## **AGRADECIMIENTO**

La dedicación es clave para el éxito.

Agradezco a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y a sus docentes por compartir sus conocimientos para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis Padres, Hermanas, Esposa e hijo por darme los ánimos, confianza y la fuerza para seguir adelante en todos los procesos por los que se ha pasado.

*ROBERMENA*



## **DEDICATORIA**

Esta etapa de mi vida se la dedico a mis Padres Pilar y Rober, a mis hermanas, Brítany y Leonela, a mi esposa Michelle y a mi hijo Santiago por ser el pilar fundamental, apoyo incondicional y mi inspiración para nunca rendirme y culminar esta etapa de mi vida.

*ROBER MENDO*



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por su cuidado y por su fidelidad.

Agradezco a los docentes de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día profesionalmente.

A mis Padres, Hermanos, Sobrinos y Cuñados, por brindarme su apoyo constante para cumplir poco a poco mis metas.

*ERIK SOLÓRZANO*



## **DEDICATORIA**

Este logro obtenido va dedicado a mis padres Mario Solórzano y Mercedes Murillo, a mis hermanos Vanessa y Mario Andres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han ayudado a llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación, hoy este logro se los dedico a ustedes.

¡MI PILAR FUNDAMENTAL!

*ERIK SOLÓRZANO*





## ÍNDICE GENERAL

|  |          |
|--|----------|
| DECLARACIÓN DE AUDITORÍA .....                 | i        |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN ..... | ii       |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....    | iii      |
| AGRADECIMIENTO .....                           | iv       |
| DEDICATORIA .....                              | v        |
| AGRADECIMIENTO .....                           | vi       |
| DEDICATORIA .....                              | vii      |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                         | xi       |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                        | xii      |
| ÍNDICE DE ECUACIONES .....                     | xii      |
| RESÚMEN .....                                  | xiv      |
| ABSTRACT.....                                  | xv       |
| AVAL DE TRADUCCIÓN.....                        | xvi      |
| <b>INFORMACIÓN GENERAL .....</b>               | <b>1</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                    | <b>2</b> |
| 1.1 RESUMEN .....                              | 2        |
| ABSTRACT.....                                  | 3        |
| <b>1.2 EL PROBLEMA .....</b>                   | <b>3</b> |
| 1.2.1 Situación Problemática: .....            | 4        |
| 1.2.2 Formulación del problema .....           | 4        |
| 1.3 BENEFICIARIOS .....                        | 5        |
| 1.3.1 Beneficiarios directos.....              | 5        |
| 1.3.2 Beneficiarios indirectos.....            | 5        |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN .....                        | 5        |
| 1.5 HIPÓTESIS .....                            | 6        |
| 1.6 OBJETIVOS .....                            | 6        |
| 1.6.1 General.....                             | 6        |



|  |    |
|--|----|
| 1.6.2 Específicos .....  | 6  |
| 1.7 SISTEMA DE TAREAS .....  | 7  |
| 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....   | 8  |
| 2.1 ANTECEDENTES .....   | 8  |
| 2.2 MARCO REFERENCIA / ESTADO DEL ARTE .....                             | 9  |
| 2.2.1 Ingeniería de métodos .....  | 9  |
| 2.2.2 Procesos Industriales.....   | 9  |
| 2.2.3 Estudio de trabajo .....   | 10 |
| 2.2.4 Producción y Productividad.....                                    | 10 |
| 2.2.4.1 Producción .....   | 10 |
| 2.2.4.2 Productividad .....  | 11 |
| 2.2.5 Medición de la productividad .....                                 | 11 |
| 2.2.6 Disposición y condiciones de ergonomía en el sitio de trabajo..... | 12 |
| 2.2.7 Optimización del proceso .....                                     | 12 |
| 2.2.8 Indicador clave de rendimiento (KPI) .....                         | 13 |
| 2.2.9 Takt time (ritmo de producción).....                               | 13 |
| 2.2.10 Lead time (tiempo de ciclo).....                                  | 13 |
| 2.2.11 Diagrama de recorrido .....                                       | 14 |
| 2.2.12 Cursograma analítico .....  | 15 |
| 2.2.13 Estudio del trabajo .....   | 16 |
| 2.2.14 Estudio de tiempos.....   | 17 |
| 2.2.14.1 Procedimiento para el estudio de tiempos .....                  | 17 |
| 2.2.14.2 Tamaño de muestra.....  | 18 |
| 2.2.14.3 Valoración del ritmo de trabajo .....                           | 18 |
| 2.2.14.4 Suplementos.....  | 19 |
| 2.2.14.4.1 Cálculo de suplementos .....                                  | 19 |
| 2.2.14.4.2 Suplementos por Descanso .....                                | 19 |



|  |    |
|--|----|
| 2.2.14.5 Tiempo Estándar .....                                   | 20 |
| 2.2.14.6 Tiempo Improductivo .....                               | 21 |
| 2.14.7 Capacidad de Producción.....                              | 21 |
| 3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....                               | 21 |
| 3.1 METODOLOGÍA.....   | 21 |
| 3.1.2 Método Inductivo.....                                      | 22 |
| 3.1.3 Materiales.....  | 22 |
| 3.1.4 Técnicas e instrumentos.....                               | 22 |
| 3.2 ANÁLISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS .....                 | 23 |
| 3.2.1DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....                                  | 24 |
| 3.2.2CHECK LIST NUEVA CASCADA GSM.....                           | 25 |
| 3.2.3DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EMPRESA .....                       | 26 |
| 3.2.4DIAGRAMA SIPOC .....  | 27 |
| 3.2.5DIAGRAMA DE RECORRIDO .....                                 | 27 |
| 3.2.6CURSOGRAMAS ANALÍTICOS. ....                                | 29 |
| 3.2.7Cursograma analítico del área de descarga.....              | 29 |
| 3.2.8Cursograma analítico del área de lavado .....               | 30 |
| 3.2.9Cursograma analítico del área de llenado .....              | 31 |
| 3.2.10Cursograma analítico del área de sellado y etiquetado..... | 32 |
| 3.2.11ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL.....                             | 33 |
| 3.2.12Área de descarga.....                                      | 33 |
| 3.2.13PROPUESTA DE MEJORAMIENTO.....                             | 37 |
| 3.2.14Diagrama de recorrido propuesto .....                      | 37 |
| 3.2.15Cursogramas analíticos propuestos.....                     | 39 |
| 3.2.16Estudio de tiempos propuesto .....                         | 41 |
| 3.2.16Incremento de la productividad .....                       | 48 |
| 3.2.17Comprobación de la hipótesis.....                          | 48 |



|  |    |
|--|----|
| 3.2.18COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA..... | 49 |
| 3.3EVALUACIÓN TÉCNICO SOCIAL .....                       | 49 |
| 3.4EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO.....                     | 50 |
| 4.CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....                        | 51 |
| 4.1CONCLUSIONES .....                                    | 51 |
| 4.2RECOMENDACIONES.....                                  | 51 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                       | 52 |
| ANEXO 1. Reporte de originalidad.....                    | 55 |
| ANEXOS .....   | 56 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1.1. Beneficiarios directos .....   | 5  |
| Tabla 1.2. Beneficiarios indirectos .....   | 5  |
| Tabla 1.3. Variables.....   | 6  |
| Tabla 1.4. Sistema de Actividades.....  | 7  |
| Tabla 1.5 Escalas de valoración del ritmo del trabajo [24] .....                              | 18 |
| Tabla 2.1. Suplementos .....  | 20 |
| Tabla 3.1. Materiales.....  | 22 |
| Tabla 3.2. Técnicas e instrumentos .....  | 23 |
| Tabla 3.1. Check list .....   | 25 |
| Tabla 3.2 Diagrama SIPOC .....  | 27 |
| Tabla 3.3. Descripción del recorrido actual del proceso productivo del purificado de agua. .. | 27 |
| Tabla 3.4. Cursograma analítico actual del área de descarga .....                             | 29 |
| Tabla 3.5. Cursograma analítico actual del área de lavado .....                               | 30 |
| Tabla 3.6. Cursograma analítico actual del área de llenado .....                              | 31 |
| Tabla 3.7. Cursograma analítico actual del área de llenado y etiquetado .....                 | 32 |
| Tabla 3.8 Actividades del área de descarga.....   | 33 |
| Tabla 3.9 Número de observaciones.....  | 34 |
| Tabla 3.10 Cálculo de los suplementos. ....   | 35 |
| Tabla 3.11 Cálculo del tiempo estándar. ....  | 35 |
| Tabla 3.12 Tabla resumen. ....  | 36 |



|  |    |
|--|----|
| Tabla 3.13 Recorrido del proceso productivo purificado de agua.....                  | 37 |
| Tabla 3.14 Cursograma analítico propuesto área de descarga y lavado .....            | 39 |
| Tabla 3.15 Cursograma analítico propuesto área de llenado, sellado y etiquetado..... | 40 |
| Tabla 3.16 Número de muestras del área de descarga y lavado.....                     | 41 |
| Tabla 3.17 Actividades del área de descarga y lavado.....                            | 42 |
| Tabla 3.18 Cálculo de los suplementos.....   | 43 |
| Tabla 3.19 Estudio de tiempos propuesto.....   | 43 |
| Tabla 3.20 Tabla resumen del tiempo estándar.....                                    | 45 |
| Tabla 3.21 Kpi de eficiencia.....  | 46 |
| Tabla 3.22 Takt time.....  | 46 |
| Tabla 3.23 Lead Time.....  | 47 |
| Tabla 3.24 Tabla comparativa comprobación de hipótesis.....                          | 48 |
| Tabla 3.25. Ganancia con la propuesta.....   | 49 |
| Tabla 3.26. Costos para la implementación de la propuesta.....                       | 49 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1 Estudio del trabajo [6].....               | 10 |
| Figura 2.2. Diagrama de recorrido [23].....           | 14 |
| Figura 2.3 Cursograma analítico [23].....             | 15 |
| Figura 2.4 Descomposición del tiempo .....            | 16 |
| Figura 2.5. Tipos de suplementos [24] .....           | 19 |
| <br>  |    |
| Figura 3.1. Diagrama de Ishikawa.....                 | 24 |
| Figura 3.2. Diagrama de flujo Nueva Cascada GSM ..... | 26 |
| Figura 3.3. Diagrama de recorrido.....                | 28 |
| Figura 3.4 Diagrama de recorrido propuesto.....       | 38 |
| Figura 3.5 Kpi de eficiencia.....                     | 46 |
| Figura 3.6 Takt Time .....                            | 47 |
| Figura 3.7 Lead time.....                             | 47 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|                     |    |
|---------------------|----|
| Ecuación (2.1)..... | 11 |
| Ecuación (2.2)..... | 11 |



|                     |    |
|---------------------|----|
| Ecuación_(2.3)..... | 13 |
| Ecuación_(2.4)..... | 18 |
| Ecuación_(2.5)..... | 21 |
| Ecuación_(2.6)..... | 21 |



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS.”

**Autores:** MENA URRESTA ROBER JHOLAUS  
SOLÓRZANO MURILLO ERIK MAURICIO

### RESÚMEN

Nueva Cascada GSM es una microempresa dedicada a la purificación de agua y envasado en bidones de 20 litros, pese a su corta trayectoria ha tenido gran acogida en el mercado. sin embargo, la mejora continua debe ser constante ante la competencia, ya que, es importante contar con un estudio de tiempos en el proceso productivo, por lo tanto, el presente proyecto de investigación está enfocado en ello, para poder determinar las actividades realizadas y distancias innecesarias en las áreas que requieran análisis para plantear un plan de mejora. Se debe identificar un check list, diagrama de flujo general, diagrama de recorrido, cursogramas analíticos, y así obtener información del proceso productivo del purificado de agua envasada el cual se va a enfocar en un estudio de tiempos. Se calculará el número de observaciones, tiempo básico, suplementos, tiempo estándar y la capacidad de producción para determinar la producción actual de la planta, se desarrollará un plan de mejora el cual consiste en unificar áreas y actividades, eliminar esperas y rediseñar la planta, para obtener un incremento en la producción, una buena distribución de la planta y mejorar las ganancias. Finalmente, se refleja que el estudio de tiempos cumple con todos sus objetivos y a su vez optimiza el proceso productivo del purificado de agua dando como resultado un aumento de 13 bidones por día, generando una ganancia de 19.50\$ diarios y un incremento del 23% en su producción en relación con el proceso actual.

**Palabras claves:** Diagramas, Procesos, Optimización, Tiempos, Mejora continua.



## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**TITLE:** "OPTIMIZATION OF THE BOTTLED WATER PURIFYING PROCESS IN  
"NUEVA CASCADA GSM" IN THE PUYO CITY THROUGH A TIME STUDY."

**Authors:** MENA URRESTA ROBER JHOLAUS  
SOLÓRZANO MURILLO ERIK MAURICIO

### ABSTRACT

"Nueva Cascada GSM" is a microenterprise dedicated to water purification and packaging in 20-liter drums, despite its short history it has been very well received in the market, however, the continuous improvement must be constant facing the competition, since, it is important to have a time study in the production process, therefore, this research project is focused on it in order to determine the activities carried out and unnecessary distances in the areas that require analysis to propose an improvement plan. A check list, general flowchart, travel diagram, analytical flowchart must be identified to obtain information on the production of bottled water purifying process which will be focused on a time study. The number of observations, basic time, supplements, standard time and production capacity will be calculated to determine the current production of the plant, an improvement plan will be developed which consists of unifying areas and activities, eliminating unproductive time and redesigning the plant to obtain an increase in production, a good distribution of the plant and improve profits. Finally, it is reflected that the time study meets all its objectives and in turn optimizes the production process of water purification resulting in an increase of 13 drums per day, generating a profit of \$ 19.50 per day and an increase of 23% in its production in relation to the current process.

**Keywords:** Diagrams, Processes, Optimization, Times, Continuous Improvement.





Centro  
de  
Idiomas

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS”** presentado por: **Mena Urresta Rober Jholaus, Solórzano Murillo Erik Mauricio**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2022

Mg. María Fernanda Aguaiza

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**

C.C. 0503458499



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

## **INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PURIFICADO DE AGUA ENVASADA EN NUEVA CASCADA GSM. EN LA CIUDAD DE PUYO MEDIANTE UN ESTUDIO DE TIEMPOS.

**Tipo de Proyecto:** Proyecto de investigación

**Fecha de inicio:** Octubre 2021

**Fecha de finalización:** Agosto 2022

**Lugar de ejecución:** Provincia de Pastaza – cantón Pastaza – parroquia Puyo – Barrio las palmas Av. Alberto Zambrano frente a la gasolinera del Sindicato de Choferes de Pastaza, microempresa NUEVA CASCADA GSM.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

**Carrera que auspicia:** Ingeniería industrial

### **Equipo de Trabajo:**

Tutor de Titulación:

- Ing. MSc. Cristian Eugenio

Estudiantes:

- Mena Urresta Rober Jholaus
- Solórzano Murillo Erik Mauricio

**Área de conocimiento:** 07 Ingeniería Industrial y construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 072 Fabricación y procesos.

**Línea de investigación:** Procesos industriales: Estará enfocada a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial.

### **Sublíneas de investigación de la Carrera:**

Sublínea 1: Procesos Productivos, Optimización de los procesos productivos.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la purificación del agua es muy importante ya que se elimina los contaminantes del agua cruda para poder ser consumida y que esta no sea dañina para el ser humano. El agua en la provincia de Pastaza es entubada y no es tratada debidamente ya que es recolectada directamente de las afluentes (ríos) en los tanques de agua, por lo tanto, la venta de agua purificada es importante, teniendo una gran acogida en dicha provincia.

El presente proyecto de investigación se desarrollará en la provincia de Pastaza cantón Pastaza ciudad de Puyo en la microempresa Nueva Cascada GSM. dicha microempresa nació como un negocio familiar hace 2 años, con una visión de mejorar la economía de cada uno de sus miembros y dando apertura a la creación de nuevos puestos de trabajo y oportunidades de desarrollo, dedicada a purificar el agua y envasarla en bidones de 20 litros, esta organización presenta conflictos en tiempos empleados en la producción y en cada una de sus áreas, provocando retrasos de gran relevancia, existen recorridos innecesarios que realizan los trabajadores en la planta desde el área de descarga hasta el área de lavado de bidones, por lo tanto, para hacerla más competitiva y mejorar la producción se realizará un estudio de tiempos pertinente en el cual se tomará información real de la misma, registrando los datos y evaluando el desempeño de la microempresa para tener un punto de referencia y así proponer un plan de mejoramiento para optimizar el proceso de purificado de agua.

Por consiguiente, permitan determinar la capacidad de producción de la planta, además poder identificar las demoras en el proceso y poder optimizar el mismo.

Al tener el estudio de tiempos terminado se procederá a realizar un análisis minucioso, permitiendo identificar varios puntos en los cuales existen falencias en el proceso, los cuales permitirán plantear alternativas para el mejoramiento y así aumentar la productividad de la empresa.

### **1.1 RESUMEN**

Nueva Cascada GSM es una microempresa dedicada a la purificación de agua y envasado en bidones de 20 litros, pese a su corta trayectoria ha tenido gran acogida en el mercado. sin embargo, la mejora continua debe ser constante ante la competencia, ya que, es importante contar con un estudio de tiempos en el proceso productivo, por lo tanto, el presente proyecto de investigación está enfocado en ello, para poder determinar las actividades realizadas y distancias innecesarias en las áreas que requieran análisis para plantear un plan de mejora. Se debe identificar un check list, diagrama de flujo general, diagrama de recorrido, cursogramas analíticos, y así obtener información del proceso productivo del purificado de agua envasada el

cual se va a enfocar en un estudio de tiempos. Se calculará el número de observaciones, tiempo básico, suplementos, tiempo estándar y la capacidad de producción para determinar la producción actual de la planta, se desarrollará un plan de mejora el cual consiste en unificar áreas y actividades, eliminar esperas y rediseñar la planta, para obtener un incremento en la producción, una buena distribución de la planta y mejorar las ganancias. Finalmente, se refleja que el estudio de tiempos cumple con todos sus objetivos y a su vez optimiza el proceso productivo del purificado de agua dando como resultado un aumento de 13 bidones por día, generando una ganancia de 19.50\$ diarios y un incremento del 23% en su producción en relación con el proceso actual.

**Palabras claves:** Diagramas, Procesos, Optimización, Tiempos, Mejora continua.

### **ABSTRACT**

“Nueva Cascada GSM” is a microenterprise dedicated to water purification and packaging in 20-liter drums, despite its short history it has been very well received in the market, however, the continuous improvement must be constant facing the competition, since, it is important to have a time study in the production process, therefore, this research project is focused on it in order to determine the activities carried out and unnecessary distances in the areas that require analysis to propose an improvement plan. A check list, general flowchart, travel diagram, analytical flowchart must be identified to obtain information on the production of bottled water purifying process which will be focused on a time study. The number of observations, basic time, supplements, standard time and production capacity will be calculated to determine the current production of the plant, an improvement plan will be developed which consists of unifying areas and activities, eliminating unproductive time and redesigning the plant to obtain an increase in production, a good distribution of the plant and improve profits. Finally, it is reflected that the time study meets all its objectives and in turn optimizes the production process of water purification resulting in an increase of 13 drums per day, generating a profit of \$ 19.50 per day and an increase of 23% in its production in relation to the current process.

**Keywords:** Diagrams, Processes, Optimization, Times, Continuous Improvement.

### **1.2 EL PROBLEMA**

En la microempresa Nueva Cascada GSM. dedicada al purificado de agua y envaso en bidones de 20 litros, se refleja muchas falencias en cuanto al proceso productivo. La planta de purificación de agua tiene una mala distribución por lo tanto se observa que el personal que trabaja en la microempresa realiza actividades múltiples y repetitivas en cada una de las áreas, dando apertura para que se ocasionen tiempos improductivos, distancias innecesarias por

recorrer. Existe áreas que se pueden combinar y a su vez tener actividades que se puedan trabajar a la par sin tener tiempos de espera.

Las actividades que se realizan en las áreas de descarga, lavado, llenado, sellado y etiquetado son ejecutadas de manera manual causando lesiones en los trabajadores, la microempresa tiene 2 años de funcionamiento, además, dicha microempresa no tiene la debida información ni capacitación acerca de cómo un estudio de tiempos puede mejorar la producción, debido a que, no tienen registros de tiempos y ningún antecedente de algún estudio previo.

Por lo que resulta imprescindible realizar un estudio de tiempos que permitan mejorar el proceso productivo, así como tener una adecuada distribución de planta para poder competir de mejor manera con las demás empresas.

### **1.2.1 Situación Problemática:**

El principal problema de la planta se identifica en el área de descarga, lavado de bidones, llenado, sellado y etiquetado, teniendo actividades innecesarias que realiza el trabajador, el área de descarga de bidones refleja tiempos improductivos por una distancia de 6 metros que se debe recorrer para llegar al área de lavado, en el área de llenado se puede realizar tareas a la par con el área de sellado y etiquetado sin tener esperas en el proceso, así mismo recorre distancias largas con un peso de 20kg que deben cargar los operadores, además el sellado y etiquetado de los bidones es el área en el que más esperas se encuentran.

En la microempresa de purificado de agua Nueva Cascada GSM. no existe un estudio de tiempo previo, ya que se lleva a cabo la producción de manera empírica en base al conocimiento de los trabajadores.

Realizar un trabajo en el cual solo se basa en la experiencia de los operarios no es adecuado para el proceso, porque al no tener procesos estandarizados se reflejan las inconsistencias que existe en cada una de las áreas distribuidas en la planta.

Un estudio de tiempos en cualquier tipo de empresa es primordial, ya que se puede mejorar la producción, disminuir tiempos, economizar el esfuerzo humano para menorar la fatiga, crear mejores condiciones de trabajo y de una manera más ordenada, disminuir movimientos innecesarios y tener movimientos más eficientes, por lo tanto, es importante aplicar el estudio en la microempresa en la cual se desarrollará el proyecto de investigación.

### **1.2.2 Formulación del problema**

El estudio de tiempos permitirá la optimización en los procesos en la empresa Nueva Cascada GSM.

## 1.3 BENEFICIARIOS

### 1.3.1 Beneficiarios directos

Dentro de los beneficiarios directos se toma en cuenta todo el personal que está inmerso en la producción de agua purificada envasada.

**Tabla 1.1.** Beneficiarios directos

| <b>BENEFICIARIOS</b> | <b>CANTIDAD (PERSONAS)</b> |
|----------------------|----------------------------|
| GERENCIA             | 1                          |
| EMPLEADOS            | 10                         |
| <b>TOTAL</b>         | <b>11</b>                  |

**FUENTE:** Investigador, 2022

### 1.3.2 Beneficiarios indirectos

Dentro de los beneficiarios indirectos es necesario recalcar que serán todas aquellas personas que se beneficiarán del producto, sin ser principales receptores de la acción.

**Tabla 1.2.** Beneficiarios indirectos

| <b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b> | <b>CANTIDAD (PERSONAS)</b> |
|---------------------------------|----------------------------|
| CLIENTES FIJOS                  | 31                         |
| PROVEEDOR DE INSUMOS            | 1                          |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>32</b>                  |

**FUENTE:** Investigador, 2022

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Las empresas deben tener una mejora continua, brindando alta calidad a los consumidores, se enfocará en un estudio de tiempos y un rediseño de planta, con el estudio de tiempos se puede disminuir los cuellos de botella así también tener en cuenta en que partes de los procesos se está teniendo un mal manejo o se está haciendo mal las actividades.

Las mejoras que se obtienen a través de un estudio del trabajo, se reflejan en la disminución de los tiempos para así poder optimizar los procesos de fabricación de un producto.

El estudio de tiempos es importante en una empresa ya que ayudará a estandarizar la producción y así poder mejorar la empresa y cada una de sus áreas, por lo tanto, mediante el estudio del trabajo se podrá observar falencias, descubriendo problemas que estén presentes en el proceso de producción y en las actividades que se realiza.

Actualmente Nueva Cascada GSM es una microempresa en constante desarrollo, la misma que tiene limitación debido a los tiempos improductivos, por lo tanto, con el conocimiento adquirido en la carrera de Ingeniería Industrial se plantea una propuesta de mejoramiento en los procesos que están inmersos en la purificación de agua.

## 1.5 HIPÓTESIS

¿El estudio de tiempos permitirá estandarizar y controlar los procesos productivos de purificado de agua envasada en NUEVA CASCADA GSM?

**Tabla 1.3.** Variables

| <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Optimización de procesos    | Proceso de purificado de agua |

**FUENTE:** Investigador, 2022

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 General

Optimizar el proceso productivo de purificado de agua envasada en Nueva Cascada GSM. mediante un estudio de tiempos para la elaboración de una propuesta de mejoramiento en el proceso.

### 1.6.2 Específicos

- Identificar las actividades y tareas en el proceso productivo de purificado de agua envasada, recopilando y registrando información mediante check list, diagrama de flujo, y cursograma analítico para la caracterización de las operaciones que componen el proceso.
- Realizar el estudio de trabajo para la estandarización de las actividades mediante el análisis de tiempos en los procesos productivos de la empresa Nueva Cascada GSM.
- Proponer un plan de mejora para la optimización de proceso de purificado de agua envasada mediante el estudio de tiempos e indicadores de eficiencia.

## 1.7 SISTEMA DE TAREAS

**Tabla 1.4.** Sistema de Actividades

| OBJETIVOS  | ACTIVIDAD  | RESULTADO DE LA ACTIVIDAD  | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS  |
|--|--|--|--|
| Identificar las actividades y tareas en el proceso productivo de purificado de agua envasada, recopilando y registrando información mediante check list, diagrama de flujo, y cursograma analítico para la caracterización de las operaciones que componen el proceso. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de los procesos y subprocesos de producción.</li> <li>• Determinación de los problemas existentes en el proceso de purificación de agua.</li> <li>• Identificación de áreas de trabajo y disposición de maquinaria</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list</li> <li>• Diagrama de flujo</li> <li>• Diagrama Ishikawa</li> <li>• Diagrama de Recorrido</li> <li>• Layout actual de la empresa.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de campo.</li> <li>• Observación directa</li> <li>• Software AutoCad y Visio</li> </ul>                                 |
| Realizar el estudio de trabajo para la estandarización de las actividades mediante el análisis de tiempos en los procesos productivos de la empresa Nueva Cascada GSM.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección del proceso y del trabajador.</li> <li>• Cronometraje del tiempo de proceso.</li> <li>• Cálculo del número de observaciones</li> <li>• Valoración del ritmo de trabajo</li> <li>• Determinación de Suplementos</li> <li>• Cálculo del tiempo Estándar</li> <li>• Cálculo de la capacidad actual de la empresa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cursograma Analítico del proceso.</li> <li>• Registro de tiempos</li> <li>• Número de muestras</li> <li>• Tabla de registro de valoración ritmo y suplementos de trabajo</li> <li>• Tiempos estandarizados</li> <li>• Capacidad actual de la planta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa</li> <li>• Cronómetro regreso a cero</li> <li>• Cámara de video</li> <li>• Ficha de control de tiempos</li> </ul> |
| Proponer un plan de mejora para la optimización del proceso de purificado de agua envasada mediante el estudio de tiempos e indicadores de eficiencia.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de los diagramas actuales y estudio de tiempos de la empresa.</li> <li>• Elaboración de una propuesta de mejoramiento.</li> <li>• Cálculo de kpi EOP y EEP.</li> <li>• Lead time, takt time</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cursograma Analítico propuesto</li> <li>• Layout propuesto</li> <li>• Plan de mejora.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de campo.</li> <li>• Ficha de Registro de tiempos</li> </ul>  |

**FUENTE:** Investigador, 2022



## **2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

El estudio de tiempos ayuda con la optimización de todos los problemas existentes, además se puede proponer soluciones o planes de mejora para tener una producción óptima, para iniciar con el proyecto de investigación se necesita conocer en primera instancia la situación actual de una empresa.

En el proyecto de grado en la universidad técnica de Ambato, ayudó a identificar el problema de pérdida de tiempo en la empresa, el cual tiene una capacidad reducida, aplicando los métodos correctos se podría mejorar la producción de la empresa y su manera de trabajo con los mismos recursos y con los mismos trabajadores, sin afectar a la economía de la misma. [1]

Los objetivos generales planteados en los proyectos de investigación referente a optimización de tiempos, siempre tienen el propósito de mejorar la producción realizando el estudio de tiempos además depende de cual empresa se esté realizando el estudio, ya sea, pesquera, láctea, metalmecánica, etc.

Las empresas cuando empiezan a mostrar deficiencias en diversas actividades, además de cada área de trabajo se debe a la falta de control en cada cumplimiento de las actividades.

Cuando se realiza un estudio de tiempos en primera instancia se debe tomar información previa para poder realizar un análisis general de que tiene la empresa y que hace falta.

Para realizar el diagnóstico total de una empresa es fundamental acudir a una o varias herramientas que son de mucha utilidad en el estudio de tiempos, teniendo en cuenta que se debe calcular, el tiempo básico, la valoración del ritmo, suplementos y el tiempo estándar para poder calcular la capacidad de producción actual de la empresa, posteriormente con el estudio de tiempos realizado se puede realizar una propuesta de mejoramiento en la cual pueda consistir en un rediseño de planta o reubicación de puestos de trabajo, teniendo en cuenta que actividades están inmersas en los procesos productivos de la empresa en la cual se está realizando ese tipo de estudio.

Finalmente, un estudio de tiempos tiene como prioridad mejorar tiempos, eliminar esperar y la producción que realiza la empresa mejorarla, teniendo los mismos recursos y ganando más en cada lote de producción.

Se debe tomar en cuenta que un estudio de tiempos es una herramienta muy eficaz y de gran ayuda para todo tipo de empresa ya sea pequeña, mediana o grande.

## **2.2 MARCO REFERENCIA / ESTADO DEL ARTE**

El presente proyecto de investigación se centra en el estudio de tiempos en la empresa purificadora de agua envasada Nueva Cascada GSM. en el siguiente capítulo se recopila información bibliográfica de diferentes autores la cual será de mucha utilidad como guía para poder desarrollar la investigación, con la información que se va a adquirir se puede desarrollar todo el proyecto y así llevara con cabalidad el plan de mejoramiento para la empresa.

### **2.2.1 Ingeniería de métodos**

La ingeniera de métodos tiene como fin incrementar la productividad dentro de una entidad, industria, empresa, entre otros, con los recursos que posee la misma se pretende realizar un estudio sistemático y critico dentro de su línea de producción como operaciones, procedimientos y los métodos de trabajo. [1]

Tiene una gran importancia la ingeniería de métodos ya que la misma proporciona métodos que ayuda a cuantificar la producción, para poder medirla y así saber si la misma es factible por lo tanto también nos ayudará a saber si se gana o pierde tiempo en la producción de algo en relación hombre-máquina. [2]

Comprende el proceso de fabricación o prestación del servicio, además, del estudio de tiempo, movimientos y el cálculo de tiempos por lo tanto el mismo se encarga de reducir estos tiempos con ayuda del cálculo previamente obtenido. [3]

Se puede decir que la ingeniera de métodos ayuda con el estudio en los procesos productivos para así poder mejorarlos con la toma de tiempos en los mismos.

### **2.2.2 Procesos Industriales**

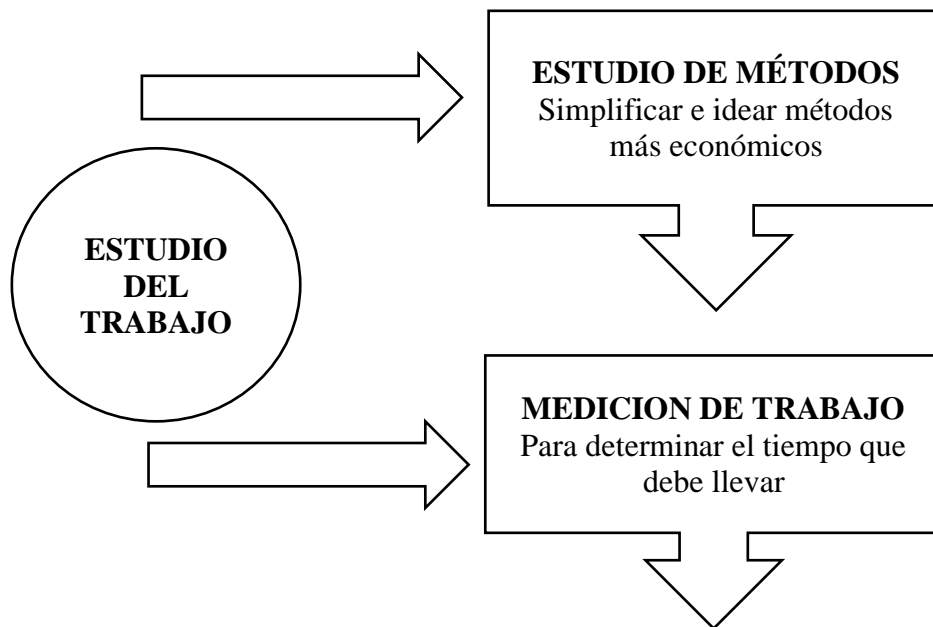
En la industria, un proceso industrial es un conjunto de etapas que se las realiza cronológicamente teniendo un objetivo en común, es decir, es una serie de acciones tomadas para producir un producto que beneficia a las masas. Para un proceso de transformación se requiere obtener conocimientos previos que son relacionados con ciencias puras y aplicadas.

Los procesos industriales son el grupo de etapas que hacen posible la transformación de la materia prima e insumos, en diversos productos, subproductos, residuos y desechos; tomando en cuenta las condiciones de operación que se realizan en cada etapa, para así obtener posibles procesos eficientes. [4]

El ingeniero industrial juega un papel muy importan en la sociedad ya que ha tenido una evolución en la misma de más de 100 años, al tener conocimientos teóricos y prácticos de los procesos que existen, el ingeniero industrial es capaz de modificar algunos procesos con el fin de mejorarlos, a través de la creación de nueva tecnología. [5]

### 2.2.3 Estudio de trabajo

El estudio de trabajo tiene la finalidad de utilizar métodos con los recursos que tenga la empresa para poder establecer estándares de rendimiento con respecto al trabajo, dicho estudio es indispensable para el ingeniero industrial ya que ayuda con la identificación de las actividades que realiza los trabajadores.



**Figura 2.1** Estudio del trabajo [6]

El estudio del trabajo tiene como fin mejorar los procesos y procedimientos, así como también mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, lugar de trabajo, etc. Creando mejores condiciones de trabajo y así poder optimizar los mismos. [6]

### 2.2.4 Producción y Productividad

#### 2.2.4.1 Producción

Se conoce como producción al proceso de fabricar y obtener productos para así poder satisfacer varias necesidades, por este motivo la producción es parte de la actividad económica mundial al generar valores agregados a diferentes bienes y servicios. Al momento de enfocarse en producción industrial se debe saber que es aquella que conlleva una serie de procesos, técnicas de tratamiento y modificación de la materia prima en la cual interviene mano de obra calificada, maquinaria y tecnología. [7]

### 2.2.4.2 Productividad

Es la relación entre la cantidad de productos obtenidos en un sistema de producción y los recursos utilizados, también es la encargada de evaluar la capacidad que tiene un sistema para poder elaborar los productos requeridos y cuanto se aprovechan todos los recursos. [8]

La productividad también es definida como un indicador el cual llega a reflejar la eficiencia con la cual los recursos de una economía, son usados en la producción de bienes y servicios en el mercado. [9]

Se define como la relación entre las salidas existentes y los insumos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Insumos}} \quad (1.1)$$

**FUENTE:** Kanawaty, 1996

### 2.2.5 Medición de la productividad

La medición de la productividad es un mecanismo muy importante que no debería faltar en las organizaciones que tienen un alto nivel de rendimiento. Las empresas o negocios que desean ser más rentables y productivos deben medir sus niveles internos de producción. [10]

La medición de la productividad empresarial es el proceso capaz de indicar si se está empleando de una forma correcta los recursos y horas laborales, a través de un estricto control de tiempo de trabajo. De esa manera, se observa aquellos puntos débiles, que se convierten en puntos de improductividad que no permiten llegar a ser una empresa rentable. [10]

La medición de la productividad a nivel de la empresa puede generar sistemas de medición que abarca a toda la organización o a su vez generar sistemas que describan a determinados procesos productivos. [11]

Para la medición del incremento de la productividad se realiza con la siguiente formula:

$$\text{Incremento} = \frac{\text{Unidades actuales} - \text{unidades anteriores}}{\text{unidades anteriores}} * 100\% \quad (1.2)$$

**FUENTE:** Kanawaty, 1996.

Es importante medir el incremento de la productividad para poder tener un porcentaje exacto en el cual se ve reflejado la mejora que se hace en el sistema productivo de las organizaciones, empresa, microempresas.

Se debe tomar en cuenta las unidades producidas actualmente y las unidades que son producidas anteriormente

En el incremento de la productividad es importante producir más conservando los mismos recursos que se utiliza al principio de todo, entonces se debe tener en cuenta que al realizar un estudio que tenga como fin incrementar la productividad se tendría que conservar los recursos para no afectar monetariamente a la organización o empresa en la cual se está realizando el estudio.

### **2.2.6 Disposición y condiciones de ergonomía en el sitio de trabajo.**

La ergonomía es el grupo de técnicas que tienen como objetivo la adecuación del trabajo con el trabajador, también se la puede definir como un mecanismo multidisciplinario, ya que requiere de la aplicación de distintas ramas de la ciencia con el fin de conseguir una correcta acomodación entre el puesto de trabajo y su entorno y las características del trabajador. [12]

En la ergonomía influyen varios factores en los cuales está inmerso la iluminación, climatización, condiciones acústicas, color, espacio y olores. [13]

Las condiciones de trabajo es el entorno físico en el que el trabajador se encuentra cuando realiza alguna actividad en la organización, es decir, es cualquier factor o característica que influya en cuanto a lo físico y social del trabajador. [14]

Los trabajadores se adaptan un cierto límite, por ese motivo existen intervalos de condiciones favorables para poder realizar cualquier actividad. La ergonomía es la encargada de definir cuáles son dichos intervalos y determina los efectos o reacciones no deseadas si llegan a superar los límites. [12]

En definitiva, la ergonomía tiene varios fines muy importantes como son.

- Reducir o eliminar los riesgos profesionales, accidentes y enfermedades.
- Disminuir la fatiga por carga física, psicofísica y mental.
- Aumentar la eficiencia de las actividades productivas. [15]

### **2.2.7 Optimización del proceso**

La optimización de procesos es la que se encarga de ajustar distintos procesos para así poder optimizar un grupo específico de parámetros sin infringir algunas restricciones.

Las ideas principales de la optimización de procesos van de la mano con:

- La reducción de costos
- El mejoramiento del rendimiento y la eficiencia.

La optimización de procesos es una de las herramientas más usada para la toma de decisiones industriales. [16]

Optimizar procesos es una de las metodologías más usadas en el mercado actual, para cubrir las necesidades frecuentes de las organizaciones, como el producir más, gastando menos y así obtener la reducción de errores, tiempo y costos. [17]

### **2.2.8 Indicador clave de rendimiento (KPI)**

Es un valor cualitativo o cuantitativo que permite evaluar el progreso hacia la obtención de los objetivos que una empresa se plantea. La idea principal es descubrir el indicador más conveniente que esté ligado a lo que se está analizando. [18]

Al indicador clave de rendimiento (KPI), se lo define en la industria como un término que permite la medición o evaluación de todos los objetivos planteados en la empresa y la buena gestión del rendimiento, así como también contribuyen a la alineación de las actividades diarias de las organizaciones. [19]

Los KPI son un implemento clave para el incremento de la competitividad que permite estandarizar con valores cuantitativos, determinando en qué estado se encuentra un proceso para así encontrar fallas y corregir el sistema de una manera pronta. [20]

### **2.2.9 Takt time (ritmo de producción)**

Es un KPI de producción que tiene como metas principales en un proyecto el reducir la variabilidad, disminuir los tiempos del proyecto y minimizar costos al hacer un buen uso de los recursos, como por el ejemplo los de mano de obra, también se puede dar con la eliminación de los procesos que por algún motivo representan pérdidas. [21]

El Takt Time es usado como una herramienta para la planificación y gestión de proyectos para así proporcionar un flujo de trabajo continuo a un cierto nivel para alcanzar el tiempo asignado en un trabajo marcado por el cliente. [21]

De esta manera se le puede definir matemáticamente al takt time:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{tiempo de trabajo disponible}}{\text{cantidad de trabajo demandado}} \quad (1.3)$$

FUENTE: SALAZAR, 2019

### **2.2.10 Lead time (tiempo de ciclo)**

Al lead time se lo define como el retraso desde que se genera un pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercadería de ese proveedor hacia al cliente, dependiendo del segmento de la cadena de suministro en el que se enfoque y del punto de vista que se tome. [22]

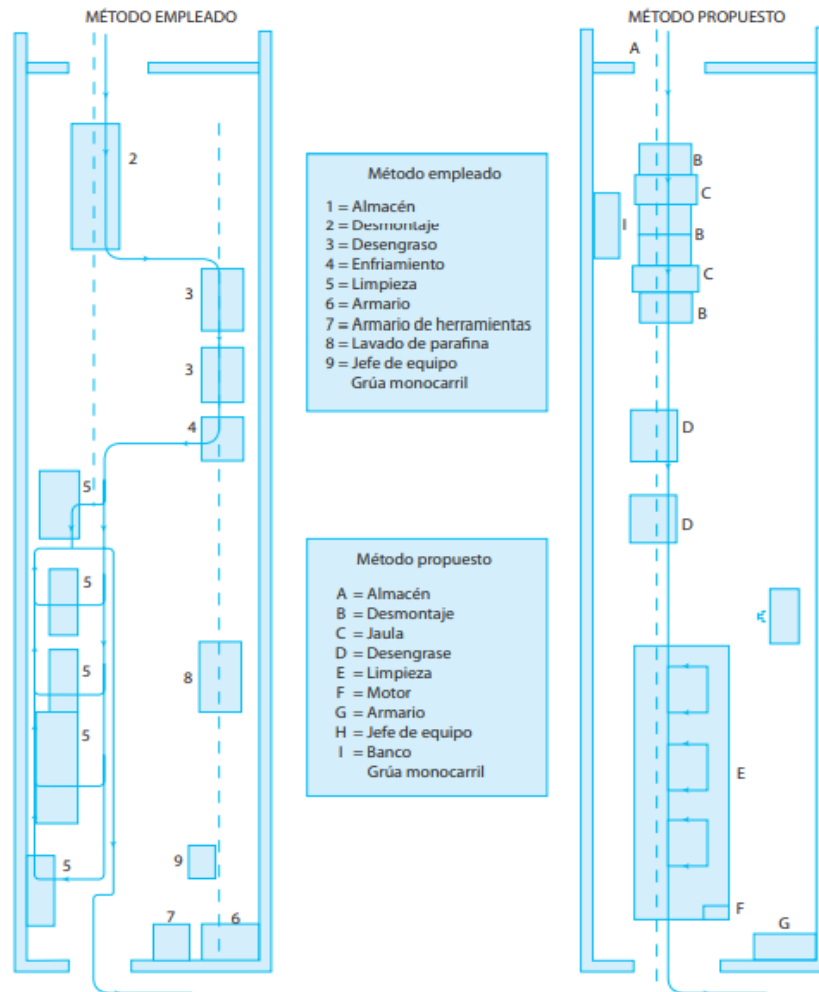
El Lead Time es el tiempo que se genera desde el comienzo de un proceso hasta el momento en el que termina el mismo tomando en cuenta las áreas o líneas de producción existentes dentro de una empresa u organización.

### 2.2.11 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un plano que muestra la posición correcta de las máquinas y así mismo de los puestos de trabajo que son usadas en el proceso, en este diagrama se proyecta los movimientos que son realizados en todo el proceso que implique para tener un producto o servicio final. A continuación, se muestra un ejemplo de diagrama de recorrido. [23]

Un diagrama de recorrido es el plano en el cual se muestra el recorrido que tiene el proceso productivo de cualquier organización o empresa, es importante tener claro el recorrido del mismo.

En un diagrama de recorrido es importante tener claro que proceso forma parte del sistema productivo, identificando todas las máquinas y los puestos de trabajo en el cual está inmerso el mismo.



**Figura 2.2.** Diagrama de recorrido [23]

### 2.2.12 Cursograma analítico

Un cursograma analítico es un diagrama en el cual se encuentran todos los símbolos (operación, transporte, demora, inspección), es un instrumento más eficaz ya que nos permite tener una vista más amplia de la trayectoria y lo que sucede en cada uno de los procesos. [23]

| CURSOGRAMA ANALÍTICO  |          |                        |               | Material     |           |          |           |   |               |
|---|----------|------------------------|---------------|--------------|-----------|----------|-----------|---|---------------|
| Diagrama núm. 2 Hoja núm. 1   |          | Resumen                |               |              |           |          |           |   |               |
| Objeto<br>Motores de autobús usados                                       |          | Actividad              |               | Actual       | Pro       |          |           |   |               |
|   |          | Operación ○            |               | 4            | 3         | 1        |           |   |               |
| Actividad<br>Desmontar, desengrasar y limpiar antes de la inspección      |          | Transporte □           |               | 21           | 15        | 6        |           |   |               |
|   |          | Espera ⇨               |               | 3            | 2         | 1        |           |   |               |
|   |          | Inspección □           |               | 1            | -         | 1        |           |   |               |
| Método propuesto  |          | Almacenamiento ▽       |               | 1            | 1         | 1        |           |   |               |
|   |          | Distancia (metros)     |               | 238.5        | 150       | 88.5     |           |   |               |
| Lugar de desengrase   |          | Tiempo (min. nombre)   |               | _____        | _____     | _____    |           |   |               |
| Operarios   |          | Ficha núm. 1234<br>571 |               | Costo        |           |          |           |   |               |
| Compuesto por:  |          | Fecha                  |               | Mano de obra |           |          |           |   |               |
| Aprobado por:   |          |                        |               | Material     |           |          |           |   |               |
|   |          |                        |               | Total        |           | _____    | _____     |   |               |
| Descripción   | Cantidad | Distancia (m)          | Tiempo (min.) | Símbolo      |           |          |           |   | Observaciones |
|   |          |                        |               | ○            | ⇨         | □        | □         | ▽ |               |
| Almacenamiento en local de motores usados                                 |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Motor recogido  |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Transportado hasta trailer de desmontes                                   |          |                        |               |              |           |          |           |   | Grúa          |
| Descargado  |          | 55                     |               |              |           |          |           |   |               |
| Desmontado  |          |                        |               |              |           |          |           |   | Eléctrico     |
| Transportado hasta jaula de desengrase                                    |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Colocado en jaula   |          | 1                      |               |              |           |          |           |   | Monocarril    |
| Transportado hasta desengrasadora   |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Colocado en desengrasadora  |          | 1.5                    |               |              |           |          |           |   | A mano        |
| Desengrase  |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Secado de desengrasado  |          |                        |               |              |           |          |           |   | Grúa          |
| Transportado desde desengrasadora   |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Descargado en tierra  |          | 4.5                    |               |              |           |          |           |   |               |
| Dejado enfriar  |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Transportado hasta bancos de limpieza                                     |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Limpiadas todas las piezas  |          | 6                      |               |              |           |          |           |   |               |
| Recogidas todas las piezas en bandejas especiales                         |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Esperar transporte  |          | 6                      |               |              |           |          |           |   |               |
| Bandejas y bloque de los cilindros cargados en un carrillo                |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Transportados hasta el departamento de inspección de motores              |          |                        |               |              |           |          |           |   |               |
| Bandejas deslizadas hasta bancos de inspección y bloques hasta plataforma |          | 76                     |               |              |           |          |           |   | En carrillo   |
| <b>Total</b>  |          | <b>150</b>             |               | <b>3</b>     | <b>15</b> | <b>2</b> | <b>-1</b> |   |               |

Figura 2.3 Cursograma analítico [23]



### 2.2.13 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo se considera un examen sistemático de los métodos de realización de actividades con el objetivo de mejorar el uso de los recursos y de establecer estándar de desempeño para realizar las actividades. [24]

El estudio del trabajo tiene como principal objetivo ayudar a reducir los tiempos de trabajo y a su vez los costos en cada uno de los trabajos, a continuación, se podrá observar cómo está constituido el tiempo en un trabajo. [24]

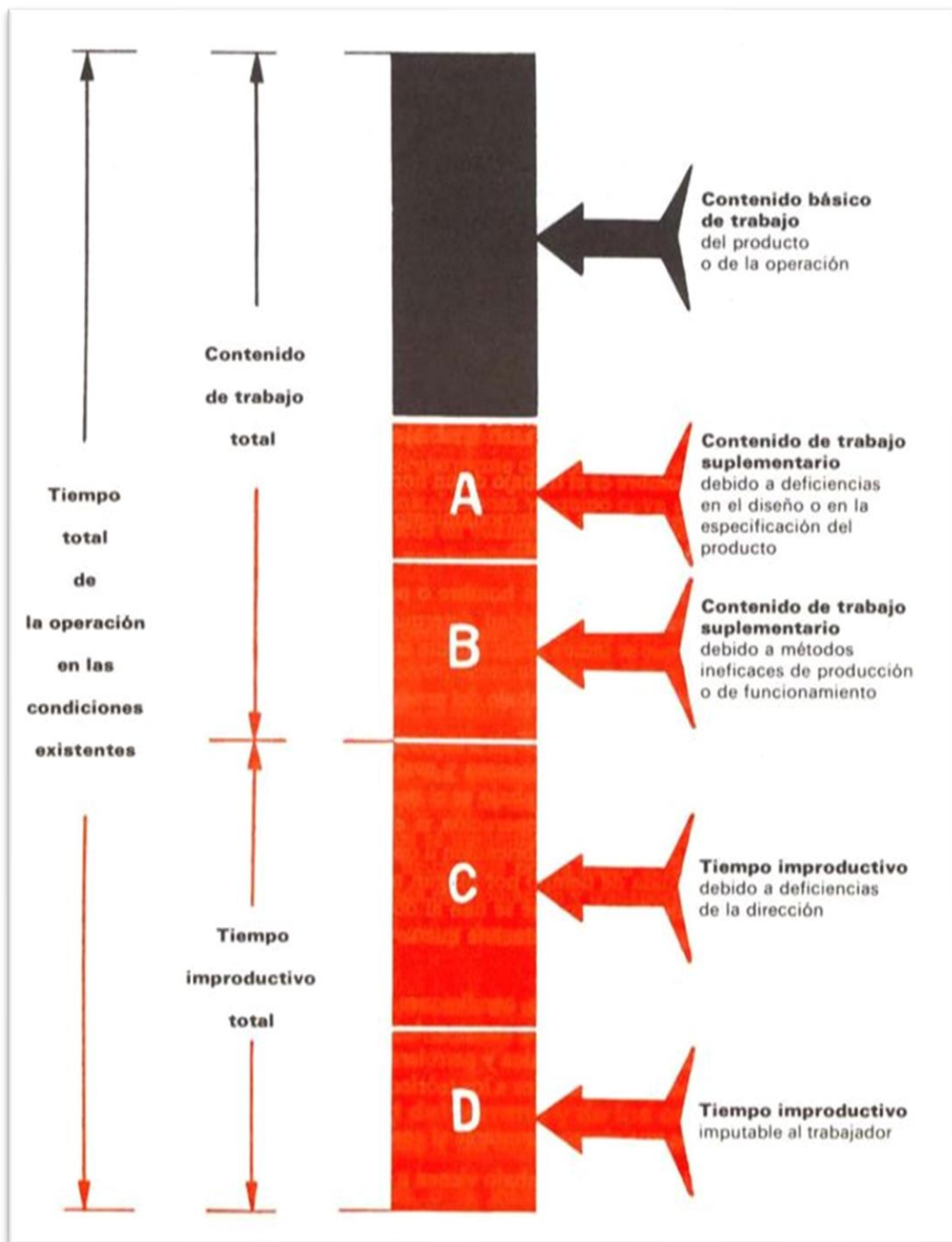


Figura 2.4 Descomposición del tiempo

En la figura 3.4. Se considera el tiempo que tarda un trabajador una máquina en realizar cualquier actividad o en producir alguna cantidad predeterminada de algún producto.

#### **2.2.14 Estudio de tiempos**

Federick W. Taylor el padre de la ingeniería industrial y la administración científica en los años 80s fue la primera persona en medir con un cronometro al trabajador, luego de estos acontecimientos Frank y Lilian Gilbreth ayudaron en un estudio de métodos, y así siendo reconocidos como los inventores del estudio antes mencionado.

Taylor fundador del estudio de tiempos dio a conocer las siguientes innovaciones:

- Estudio de tiempos cronometrado
- Afiladores de herramientas
- Reglas de cálculo
- Herramientas de acero de altas velocidades [25]

Frank y Lilian con sus amplios conocimientos en analizar los movimientos de trabajo, llegaron a la conclusión de que se pueden sustituir por otros más cortos, es decir, eliminar todos los movimientos que sean innecesarios a la hora de realizar un proceso y así simplificar el trabajo en el mismo. [25]

##### **2.2.14.1 Procedimiento para el estudio de tiempos**

Para asegurar el éxito de un estudio de tiempos, los analistas deben tener un acercamiento personal con todas aquellas personas que están a su alrededor, para así poder realizar todas las funciones relacionadas con el estudio: seleccionar el trabajo a estudiar, seleccionar el trabajador, recabar información sobre el trabajador y ejecutar el estudio de tiempos.

- **Seleccionar el trabajo a estudiar**

Se toma el lugar o área donde se encuentra el trabajador laborando.

- **Seleccionar el trabajador**

La persona que realizará el análisis elegirá a un grupo de empleados, tomando en cuenta que los mismos deben tener un tiempo prudente desarrollando sus actividades en el área seleccionada y sean personas que estén capacitadas.

- **Recabar información sobre el trabajo**

Los diagramas realizados con anterioridad serán de mucha ayuda ya que permitirán conocer las actividades que se realizan en el área o puesto de trabajo seleccionado.

- **Ejecutar el estudio de tiempo**

Al momento de culminar de recabar toda la información necesaria y ya contando con todas las herramientas se puede empezar a efectuar el estudio tomando en cuenta que, el estudio de tiempos tiene varios tiempos y suplementos que se debe considerar para realizar los cálculos. [26]

### 2.2.14.2 Tamaño de muestra

El tamaño de muestra es importante calcular ya que con el mismo se identifica el número de observaciones exactas para obtener resultados más precisos y con un pequeño margen de error. La fórmula para calcular el número de observaciones es:

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1.4)$$

**FUENTE:** Kanawaty, 1996

Donde:

n = Número de observaciones.

n' = Número de observaciones estudio preliminar.

$\sum$  = Sumatoria de valores.

x = Valor de las observaciones preliminares.

40 = Constante. (confiabilidad 95%)

### 2.2.14.3 Valoración del ritmo de trabajo

En la determinación del ritmo de trabajo se utiliza la escala de valoración del ritmo de la OIT

**Tabla 1.5** Escalas de valoración del ritmo del trabajo [24]

| Escala | Descripción   |
|--------|---|
| 0      | Sin actividad   |
| 50     | Lento, se nota inseguro sin agradarle el trabajo.   |
| 75     | Lento, pero capaz de realizar el trabajo sin perder el tiempo.                                    |
| 100    | Se desenvuelve de manera adecuada, una persona con un ritmo normal.                               |
| 125    | El operario es rápido, superior al resto de sus compañeros con mayores destrezas                  |
| 150    | Demasiado rápido, tiene mucho esfuerzo y garra en el puesto de trabajo en el cual esta designado. |

**FUENTE:** Kanawaty, 1996

### 2.2.14.4 Suplementos

En el estudio de tiempos, los trabajadores siempre trabajaran duro, por lo tanto, estas horas deben tenerse en cuenta para que los trabajadores que ocupen necesidades personales y factores menores relacionados con ello, con la naturaleza del trabajo.

#### 2.2.14.4.1 Cálculo de suplementos

Para el cálculo de los suplementos existen varios factores, de los cuales el resto de suplementos son los únicos incluidos en el tiempo normal, los demás suplementos solo se aplican bajo determinadas condiciones de trabajo. [24]

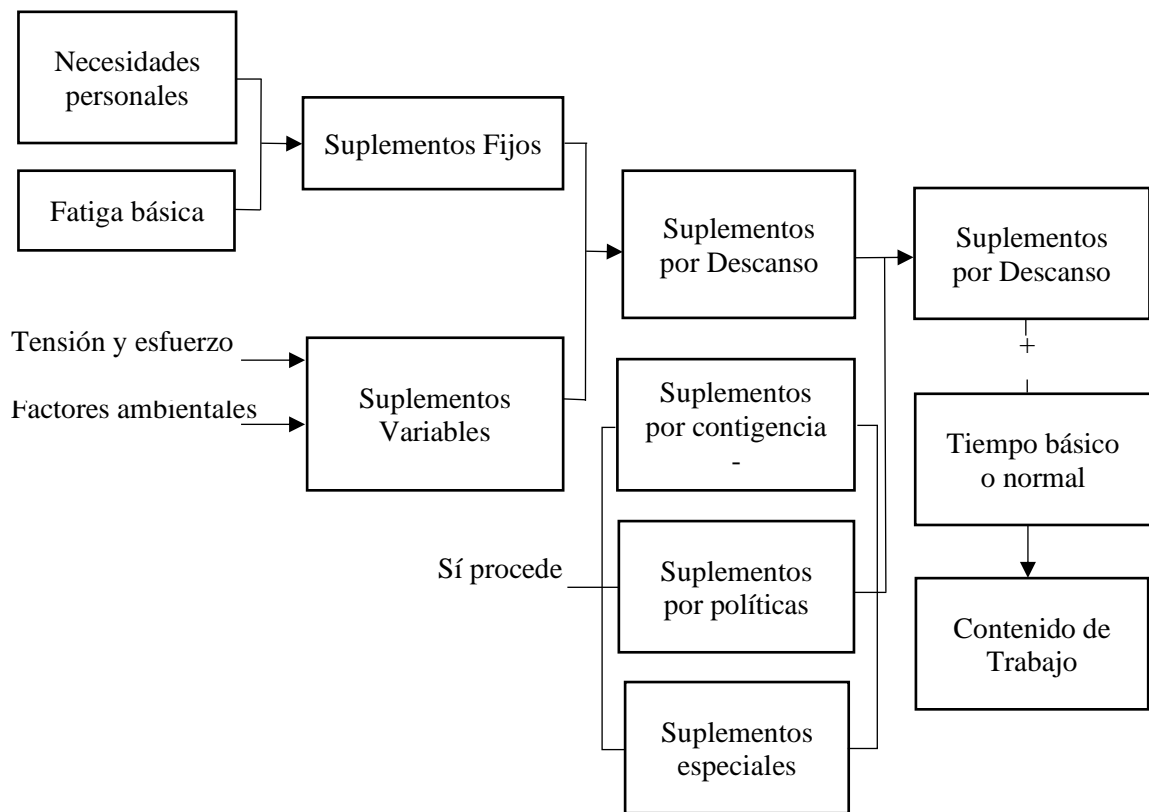


Figura 2.5. Tipos de suplementos [24]

#### 2.2.14.4.2 Suplementos por Descanso

Se integra con el fin de que el trabajador se reponga de la fatiga o cansancio físico. En el mismo se puede identificar los suplementos fijos y los variables, todos los suplementos tienen divisiones en las cuales consta en cuanto un trabajador deba ir a realizar sus necesidades personales, etc. Además, se toma en cuenta toda la energía que se ha consumido el trabajador en su jornada laboral.

**Tabla 2.1.** Suplementos

| <b>SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO</b>                             |               |              |   |               |              |
|--|---------------|--------------|---|---------------|--------------|
| <b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>  | <b>HOMBRE</b> | <b>MUJER</b> | <b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>  | <b>HOMBRE</b> | <b>MUJER</b> |
| Necesidades personales   | 5             | 7            | <b>e) Condiciones atmosféricas</b>                                      |               |              |
| Básico por fatiga  | 4             | 4            | Índice de enfriamiento, termómetro de kata (mili calorías/cm2/segundos) |               |              |
| <b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>   | <b>HOMBRE</b> | <b>MUJER</b> |   |               |              |
| <b>a) Trabajo de Pie</b>   |               |              | 16  | 0             |              |
| Trabajo de pie   | 2             | 4            | 14  | 0             |              |
|  |               |              | 12  | 0             |              |
| <b>b) Postura anormal</b>  |               |              | 10  | 3             |              |
| Ligeramente incomoda   | 0             | 1            | 8   | 10            |              |
| Incomoda (inclinado)   | 2             | 3            | 6   | 21            |              |
| Muy incómoda (echado, estirado)  | 7             | 7            | 5   | 31            |              |
|  |               |              | 4   | 45            |              |
| <b>c) Uso de fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b> |               |              | 3   | 64            |              |
|  |               |              | 2   | 100           |              |
| Peso levantado por kilogramos  |               |              | <b>f) Tensión visual</b>  |               |              |
|  |               |              | Trabajos de cierta precisión  | 0             | 0            |
| 2,5  | 0             | 1            | Trabajos de precisión o fatiga  | 2             | 2            |
| 5  | 1             | 2            | Trabajos de gran precisión  | 5             | 5            |
| 7,5  | 2             | 3            | <b>g) Ruido</b>   |               |              |
| 10   | 3             | 4            | Continuo  | 0             | 0            |
| 12,5   | 4             | 6            | Intermitente y fuerte   | 2             | 2            |
| 15   | 5             | 8            | Intermitente y muy fuerte   | 5             | 5            |
| 17,5   | 7             | 10           | Estridente y muy fuerte   | 7             | 7            |
| 20   | 9             | 13           | <b>h) Tensión mental</b>  |               |              |
| 22,5   | 11            | 16           | Proceso algo complejo   | 1             | 1            |
| 25   | 13            | 20 (máx.)    | Proceso complejo o atención individual                                  | 4             | 4            |
| 30   | 17            | -            | Proceso muy complejo  | 8             | 8            |
| 33,5   | 22            | -            | <b>i) Monotonía mental</b>  |               |              |
|  |               |              | Trabajo algo monótono   | 0             | 0            |
| <b>d) Iluminación</b>  |               |              | Trabajo bastante monótono   | 1             | 1            |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada                        | 0             | 0            | Trabajo muy monótono  | 4             | 4            |
|  |               |              | <b>j) Monotonía física</b>  |               |              |
| Bastante por debajo  | 2             | 2            | Trabajo algo aburrido   | 0             | 0            |
| Absolutamente insuficiente   | 5             | 5            | Trabajo aburrido  | 2             | 1            |
|  |               |              | Trabajo muy aburrido  | 5             | 2            |

FUENTE: Kanawaty, 1996

**2.2.14.5 Tiempo Estándar**

Este tiempo es definido como cuales el tiempo en el que tarda el trabajador en realizar una actividad. El tiempo estándar será calculado como:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo básico} + \text{tiempo de suplementos} + \text{tiempo improductivo.} \quad (1.5)$$

**FUENTE:** Kanawaty, 1996

#### **2.2.14.6 Tiempo Improductivo**

El tiempo improductivo es la inactividad del hombre o de la maquina cuando se está realizando algún proceso, dicho tiempo es parte del tiempo estándar.

Otra definición clara de tiempo improductivo es el tiempo en el que no se ejecuta un trabajo eficaz, el cual se puede derivar por numerosos factores, tanto externos al trabajador como la falta de material o tiempo perdido por una mala organización y los derivados de su propio desarrollo del trabajo como la impuntualidad, ausentismo o la mala ejecución del trabajo. [27]

#### **2.14.7 Capacidad de Producción**

Técnicamente la capacidad de producción es el volumen de producción recibido y almacenado sobre unidad de tiempo, dicha capacidad se calcula para saber el estado en el que se encuentra una empresa según la empresa y el tipo de producto que la misma ofrece. La fórmula para calcular la capacidad de producción es:

$$CP = \frac{1}{TS} \quad (1.6)$$

**FUENTE:** Kanawaty, 1996

Donde:

CP = Capacidad de producción.

TS = Tiempo estándar.

### **3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1 METODOLOGÍA**

##### **3.1.1 Descriptiva:**

Permite describir detalladamente los diferentes procesos inmersos en la purificación de agua y de esta manera poder realizar la optimización de los mismos para poder mejorar la productividad, se describió la problemática que está presente en la microempresa, además se determinó el estado actual, encontrando detalles como tiempos improductivos, distancias innecesarias, una distribución de planta inadecuada, el trabajo es realizado de una manera empírica. Finalmente se presentará un posible plan de mejoramiento de los inconvenientes que existen.




### 3.1.2 Método Inductivo

Se ha indagado a lo largo de la investigación, partiendo con la recopilación de tiempos de las actividades y datos requeridos que están inmersos en el proceso de productivo del purificado de agua para tener una base y realizar el estudio de tiempos, apoyando en observaciones específicas en cada uno de los procesos.

### 3.1.3 Materiales

Para poder ejecutar de una buena manera el proyecto de investigación es necesario tomar en cuenta varios materiales que son indispensables, en el cual se tomará en cuenta los siguientes materiales:

**Tabla 3.1.** Materiales

| Materiales      | Fotografías   | Descripción  |
|-----------------|---|--|
| Laptop          |   | Computadora portátil con la cual se puede investigar o realizar cualquier tipo de trabajo en distintos lugares.  |
| Cronómetro      |  | Instrumento que permite medir el tiempo transcurrido en algún proceso o duración de un fenómeno con una precisión de centésimas de segundos. Puede ser activado y desactivado a voluntad por medio de dos botones. |
| Cámara de video |  | Instrumento que permite grabar y tomar fotos para obtener credibilidad de un evento o situación de mucha importancia   |

**FUENTE:** Investigador, 2022

### 3.1.4 Técnicas e instrumentos

Se describió las técnicas e instrumentos utilizadas a lo largo del proyecto de investigación en la tabla 4.2 se encuentra detallada.

**Tabla 3.2.** Técnicas e instrumentos

| <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>  | <b>DESCRIPCIÓN</b>   |
|---------------------------------|--|
| Observación                     | Técnica para recopilar información a través de la observación.                       |
| Registro de medición de tiempos | Se obtuvo un registro con datos reales los mismos que se utilizó en el estudio.      |
| Check list                      | Lista de chequeo que permite recopilar datos del estado actual de cualquier empresa. |
| AutoCad                         | Software de diseño asistido por computadora.   |
| Visio                           | Software de diagramación.  |

**FUENTE:** Investigador, 2022

### **3.2 ANÁLISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

Para la identificación de los problemas existentes en la microempresa Nueva Cascada GSM. Se utiliza el diagrama Ishikawa en su proceso de productivo, estableciendo los problemas presentes, así como la falta ya sea de maquinaria, mano de obra, el trabajo que es realizado de forma empírica. Para lo cual se debe tomar en cuenta las siguientes áreas que están inmersas en la misma, cabe recalcar que el área de purificado no se la tomo en cuenta, puesto que, el área está en constante funcionamiento.

- Descarga de bidones
- Lavado de bidones
- Llenado de bidones
- Sellado y etiquetado de bidones



### 3.2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

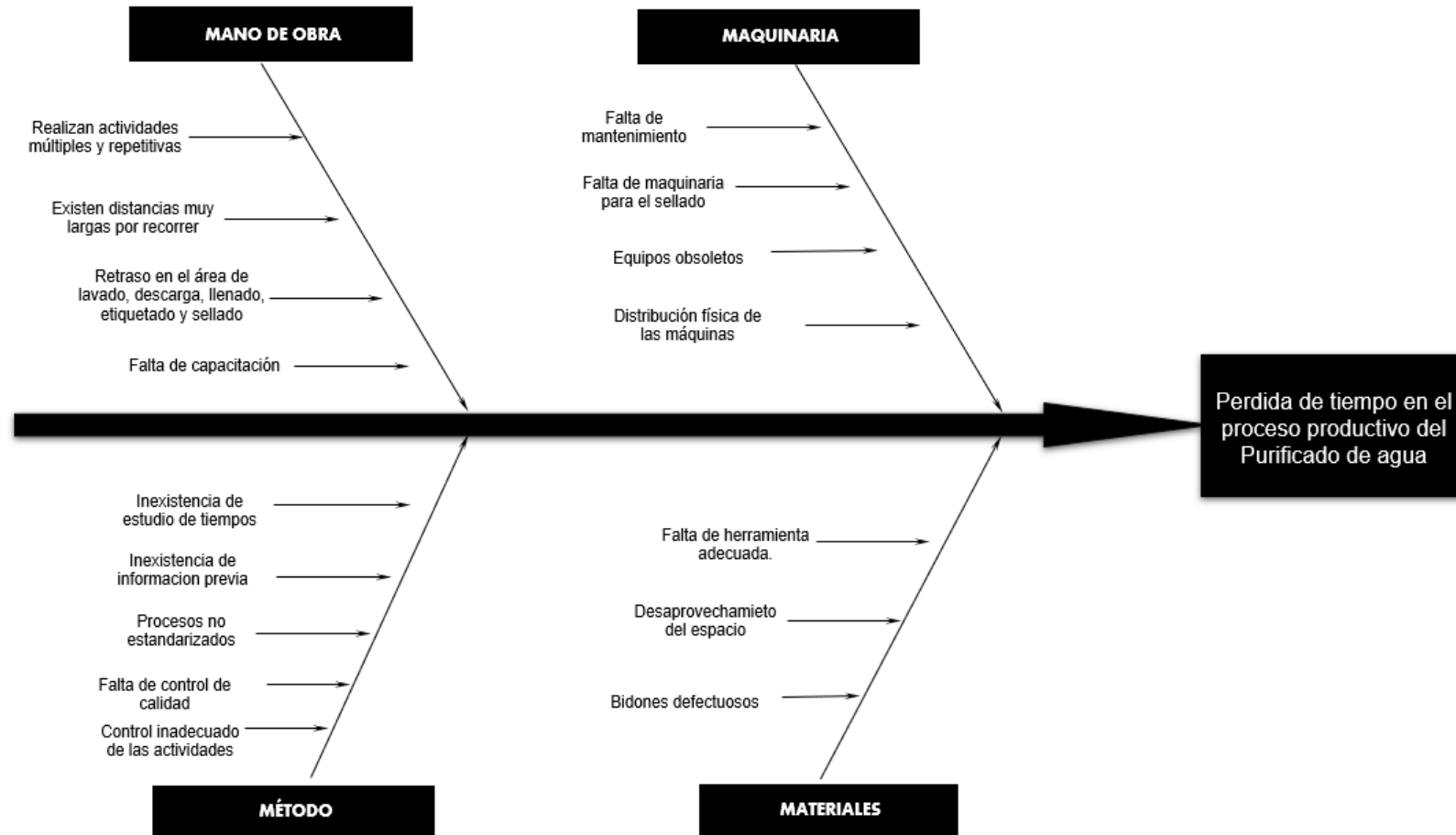




Figura 3.1. Diagrama de Ishikawa

**3.2.2 CHECK LIST NUEVA CASCADA GSM**

Una lista de chequeo permite conocer en qué estado se encuentra la empresa y a su vez tener en cuenta varios ítems que se realizará en el proyecto de investigación.

**Tabla 3.1.** Check list

|  <b>UNIVERSIDAD<br/>TÉCNICA DE<br/>COTOPAXI</b> | CHECK LIST  |    |  |
|--|---|----|---|
| <b>INSPECTORES</b>   | MENA URRESTA ROBER JHOLAUS                                |    |   |
| <b>ESTUDIANTES</b>   | SOLORZANO MURILLO ERIK MAURICIO                           |    |   |
| <b>INSPECCIONADO</b>   | NUEVA CASCADA GSM   |    |   |
|  | DESCRIPCIÓN   | SI | NO  |
|  | ¿Existe Layout en la empresa?                             |    | X   |
|  | ¿Existe diagramas de flujo, recorrido del proceso?        |    | X   |
|  | ¿Existe una distribución adecuada de la planta?           |    | X   |
|  | ¿Existe cursogramas analíticos de la empresa?             |    | X   |
|  | ¿La empresa está dividida en áreas?                       | X  |   |
|  | ¿Cuenta con área de descarga?                             | X  |   |
|  | ¿Cuenta con área de purificado?                           | X  |   |
|  | ¿El purificado es realizado con maquinaria?               | X  |   |
|  | ¿Cuenta con área de lavado?                               | X  |   |
|  | ¿El lavado interno es realizado con maquinaria?           | X  |   |
|  | ¿El lavado externo es realizado con maquinaria?           |    | X   |
|  | ¿Cuenta con área de llenado?                              | X  |   |
|  | ¿Existe suficientes dispensadores para el llenado?        |    | X   |
|  | ¿Cuenta con área de sellado y etiquetado?                 | X  |   |
|  | ¿El sellado y etiquetado se realiza con maquinaria?       |    | X   |
|  | ¿Existe registro de la producción diaria, mensual, anual? |    | X   |
|  | ¿Existe registro de tiempos en la empresa?                |    | X   |
|  | ¿Existe un previo estudio de tiempos en la empresa?       |    | X   |
|  | ¿Se sabe de la capacidad actual de la empresa?            |    | X   |
|  | ¿Existe mejoras en el proceso?                            |    | X   |
|  | ¿La construcción ofrece protección a los trabajadores?    | X  |   |
|  | ¿Cuenta con un horario de trabajo establecido?            | X  |   |

**FUENTE:** Investigador, 2022

### 3.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EMPRESA

Para un mejor entendimiento del proceso de purificación de agua se realiza un diagrama de flujo general en el cual se detalla todas las áreas existentes en la planta, en la figura 3.2 se presenta el diagrama de flujo general.

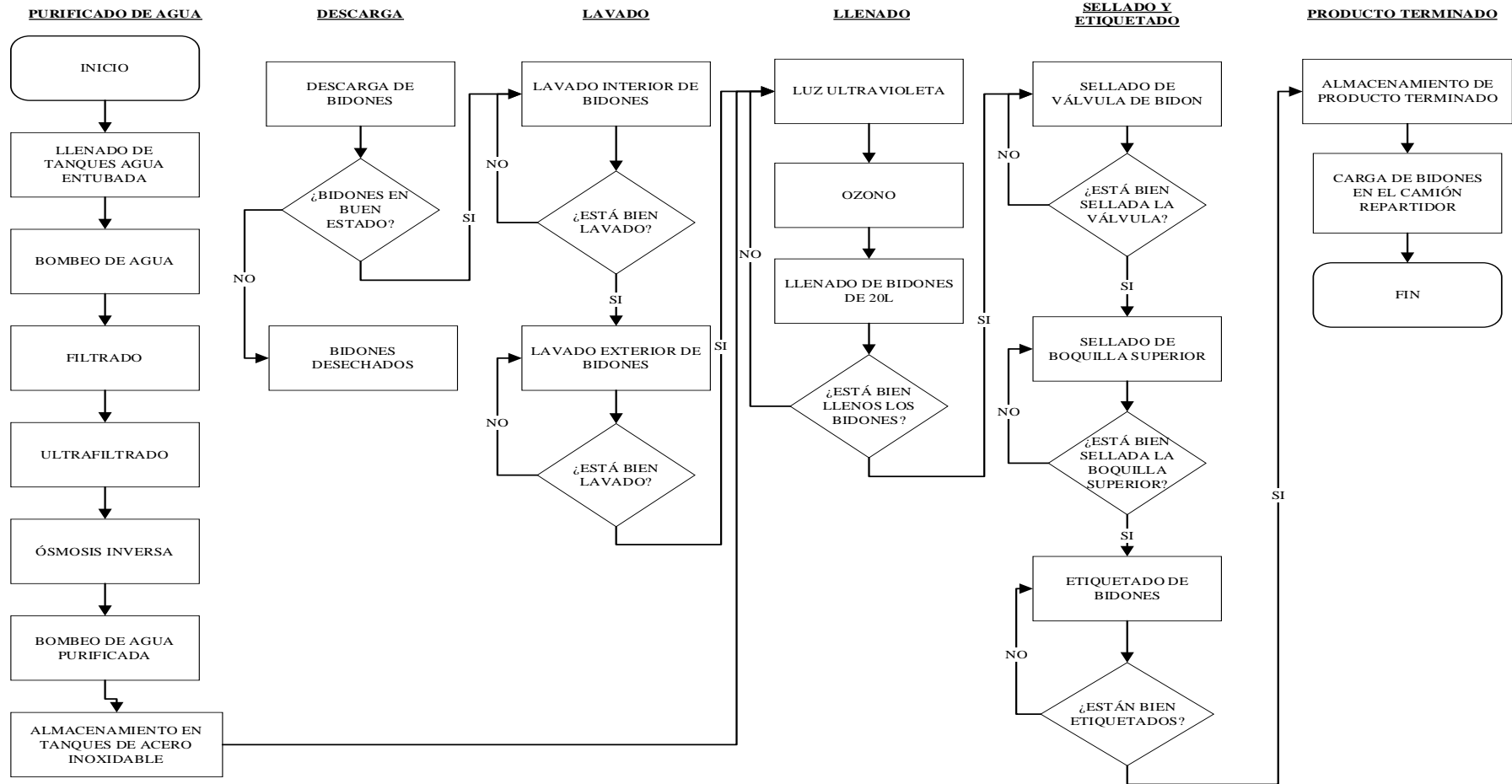


Figura 3.2. Diagrama de flujo Nueva Cascada GSM

### 3.2.4 DIAGRAMA SIPOC

Un diagrama sipoc permite conocer de una manera más clara todo lo que se encuentra inmerso en el proceso productivo del purificado de agua.

**Tabla 3.2** Diagrama SIPOC

| DIAGRAMA SIPOC   |  |  |   |                     |
|--|--|--|---|---------------------|
| PROVEEDORES  | ENTRADAS   | PROCESO  | SALIDAS                                 | CLIENTES            |
| Un solo proveedor el cual entrega las tapas y bandas de seguridad para el sellado de las válvulas. | Agua<br>Tapas<br>Bandas de seguridad<br>Bidones<br>Etiquetas | 1.Llenado de tanque de agua<br>2. Se activa la bomba y pasa por 3 filtros (Filtrado, ultrafiltrado, osmosis inversa)<br>3. Se lavan los bidones y son trasladados al área de llenado para posteriormente ser etiquetados y sellados. | Bidones llenos, etiquetados y sellados. | Cliente a domicilio |

FUENTE: Investigador, 2022

### 3.2.5 DIAGRAMA DE RECORRIDO

La purificación de agua está compuesta por una secuencia lógica que está representada en un diagrama de recorrido, el cual se detalla en el siguiente layout conjuntamente con la descripción de cada una de los recorridos que se realiza.

**Tabla 3.3.** Descripción del recorrido actual del proceso productivo del purificado de agua.

| DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO |  |
|---------------------------|--|
| 1 - 2                     | Los bidones son descargados y transportados al área de lavado              |
| 2 - 3                     | Los Bidones lavados son transportados al área de llenado                   |
| 3 - 4                     | Los bidones llenados son transportados al área de sellado y etiquetado     |
| 4 - 5                     | Los bidones sellados y etiquetados son almacenados y cargados en el camión |

FUENTE: Investigador, 2022

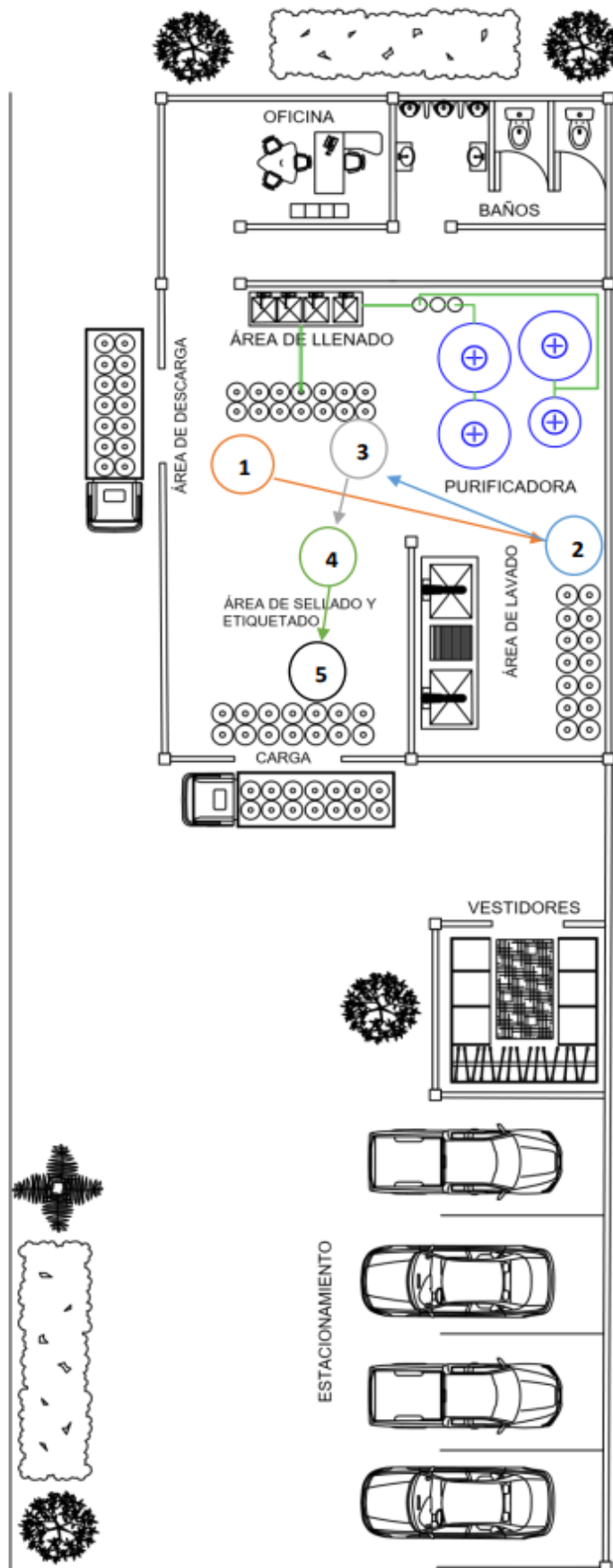


Figura 3.3. Diagrama de recorrido












### 3.2.6 CURSOGRAMAS ANALÍTICOS.

En vista de los problemas que tiene la empresa se ha realizado cursogramas analíticos de todas las áreas, ya que, en el área de descarga, lavado, llenado, sellado y etiquetado existe distancias muy largas y repetitivas que cumple el operador.

### 3.2.7 Cursograma analítico del área de descarga.

El proceso de descarga lo realizan 2 operarios en los cuales se reparten las actividades o las realizan alternadamente, en el cursograma presentado en la tabla 5.3. se detalla cada una de las actividades.

**Tabla 3.4.** Cursograma analítico actual del área de descarga

| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO   |   |                  |  |                                 |   |   |   |   |   |  |
|--|---|------------------|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| Hoja N° 01 De: 01 Diagrama N°: 01  |   |                  | Operar. <input checked="" type="checkbox"/>   | Mater. <input type="checkbox"/> | Maqui. <input type="checkbox"/>   |   |   |   |   |  |
| <b>Proceso: Área de descarga</b>   |   | <b>RESUMEN</b>   |   |                                 |   |   |   |   |   |  |
| <b>Fecha:</b> 13/06/2022   | <b>SÍMBOLO</b>  | <b>ACTIVIDAD</b> | <b>Act.</b>   | <b>Pro.</b>                     | <b>Econ.</b>  |   |   |   |   |  |
| <b>El estudio Inicia:</b> Ingreso de camión a la microempresa                                  |  | Operación        | 3   |                                 | 0%  |   |   |   |   |  |
| <b>Método:</b> Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/> |  | Transporte       | 0   |                                 | 0%  |   |   |   |   |  |
| <b>Producto:</b> Agua purificada envasada  |  | Inspección       | 1   |                                 | 0%  |   |   |   |   |  |
| <b>Número de operarios:</b> 2 Operadores   |  | Espera           | 2   |                                 | 0%  |   |   |   |   |  |
| <b>Elaborado por:</b> Rober Mena - Erik Solorzano  |  | Almacenaje       | 0   |                                 | 0%  |   |   |   |   |  |
| <b>Total de Actividades realizadas</b>   |   |                  | <b>6</b>  |                                 | <b>0%</b>   |   |   |   |   |  |
| <b>Distancia total en metros</b>   |   |                  | <b>10</b>   |                                 | <b>0%</b>   |   |   |   |   |  |
| <b>Tiempo min/hombre</b>   |   |                  | <b>0,57</b>   |                                 | <b>0%</b>   |   |   |   |   |  |
| N°   | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad         | Distancia metros  | Tiempo Segundos                 | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |  |
|  |   |                  |   |                                 |  |  |  |  |  |  |
| 1  | Ingreso de camión a la microempresa   |                  | 10,0  | 7,59                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 2  | Descarga del bidón  |                  |   | 2,02                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 3  | Inspeccionar bidones  |                  |   | 8,22                            |   |   | ●   |   |   |  |
| 4  | Espera para retirado de sellos y tapas  |                  |   | 5,06                            |   |   |   | ●   |   |  |
| 5  | Retirar sellos y tapas del bidón  |                  |   | 6,46                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 6  | Espera para transportar del área de descarga al área de lavado                      |                  |   | 5,02                            |   |   |   |   | ●   |  |
| <b>Tiempo Minutos: 0,57</b>  |   | <b>m</b>         | <b>10,0</b>   | <b>34,4 s</b>                   |   |   |   |   |   |  |

FUENTE: Investigador, 2022

### 3.2.8 Cursograma analítico del área de lavado

En el área de lavado trabajan a la par lavando y enjuagando los bidones, así como también preparando el jabón para el lavado de los bidones. En la tabla 5.4. se puede observar las actividades que están presentes en el proceso.

**Tabla 3.5.** Cursograma analítico actual del área de lavado












| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO  |   |                         |                  |                 |   |   |   |   |   |
|---|---|--|------------------|-----------------|---|---|---|---|---|
| Hoja N° 01 De 01 Diagrama N°: 02  |   | Ope: <input checked="" type="checkbox"/> Mater.: <input type="checkbox"/> Maqui.: <input type="checkbox"/> |                  |                 |   |   |   |   |   |
| Proceso: Área de lavado   |   | RESUMEN  |                  |                 |   |   |   |   |   |
| Fecha: 13/06/2022   |   | SÍMBOLO  | ACTIVIDAD        | Act.            | Pro.  | Econ.   |   |   |   |
| El estudio Inicia: Transporte del área de descarga al área de lavado                    |   |                           | Operación        | 4               |   | 0%  |   |   |   |
| Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/> |   |                          | Transporte       | 3               |   | 0%  |   |   |   |
| Producto: Agua purificada envasada  |   |                         | Inspección       | 0               |   | 0%  |   |   |   |
| Número de operarios: 2 Operadores   |   |                         | Espera           | 1               |   | 0%  |   |   |   |
| Elaborado por: Rober Mena - Erik Solorzano  |   |                         | Almacenaje       | 0               |   | 0%  |   |   |   |
|   |   | Total de Actividades realizadas  |                  | 8               |   | 0%  |   |   |   |
|   |   | Distancia total en metros  |                  | 8               |   | 0%  |   |   |   |
|   |   | Tiempo min/hombre  |                  | 1,64            |   | 0%  |   |   |   |
| N°  | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad   | Distancia metros | Tiempo Segundos | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |
|   |   |  |                  |                 |  |  |  |  |  |
| 1   | Transporte del área de descarga al área de lavado               |  | 6,0              | 5,37            |   |   |   |   |   |
| 2   | Preparado de agua con jabon desinfectante                       |  |                  | 40,32           |   |   |   |   |   |
| 3   | Lavado interior del bidón                                       |  |                  | 6,25            |   |   |   |   |   |
| 4   | Transporte al lavado exterior                                   |  | 1,0              | 1,75            |   |   |   |   |   |
| 5   | Lavado exterior del bidón                                       |  |                  | 8,37            |   |   |   |   |   |
| 6   | Transporte para enjuagar interior del bidón                     |  | 1,0              | 1,68            |   |   |   |   |   |
| 7   | Enjuague interior y exterior del bidón                          |  |                  | 27,33           |   |   |   |   |   |
| 8   | Espera para el transporte del área de lavado al área de llenado |  |                  | 7,44            |   |   |   |   |   |
|   |   |  | m                | 8,0             |   |   |   |   | s   |

FUENTE: Investigador, 2022

### 3.2.9 Cursograma analítico del área de llenado

En el área de llenado lo realiza un operador en el cual se ve reflejado la demora, ya que solo existe un dispensador para el llenado de los bidones, en la siguiente tabla 5.5. se detalla las actividades de este proceso.

**Tabla 3.6.** Cursograma analítico actual del área de llenado

| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO                                    |   |  |                  |                 |   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|------------------|-----------------|---|---|---|---|---|--|
| Hoja N° 01 De: 01 Diagrama N°: 03                                   |   | Operat.   | X                | Mater.          |   | Maqui.  | X   |   |   |  |
| Proceso: Área de llenado  |   | RESUMEN   |                  |                 |   |   |   |   |   |  |
| Fecha: 13/06/2022   |   | SÍMBOLO   | ACTIVIDAD        | Act.            | Pro.  | Econ.   |   |   |   |  |
| El estudio Inicia: Transporte del área de lavado al área de llenado |   |    | Operación        | 3               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: ___  |   |    | Transporte       | 2               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Producto: Agua purificada envasada                                  |   |   | Inspección       | 0               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Número de operarios: 1 Operadores                                   |   |  | Espera           | 2               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Elaborado por: Rober Mena - Erik Solorzano                          |   |  | Almacenaje       | 0               |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |   | Total de Actividades realizadas   |                  | 7               |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |   | Distancia total en metros   |                  | 7               |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |   | Tiempo min/hombre   |                  | 1,17            |   | 0%  |   |   |   |  |
| N°  | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad  | Distancia metros | Tiempo Segundos | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |  |
|   |   |   |                  |                 |  |  |  |  |  |  |
| 1   | Transporte del área de lavado al área de llenado                        |   | 5,0              | 3,35            |   |   |   |   |   |  |
| 2   | Espera de bidón para ser llenado  |   |                  | 15,22           |   |   |   |   |   |  |
| 3   | Transporte al suministro de agua purificada                             |   | 2,0              | 3,45            |   |   |   |   |   |  |
| 4   | Luz ultravioleta  |   |                  | 1,05            |   |   |   |   |   |  |
| 5   | Ozono   |   |                  | 2,15            |   |   |   |   |   |  |
| 6   | Llenado de bidón de agua purificada                                     |   |                  | 30,07           |   |   |   |   |   |  |
| 7   | Espera de transporte al área de llenado al área de sellado y etiquetado |   |                  | 15,02           |   |   |   |   |   |  |
| Tiempo Minutos: 1,17  |   | m   | 7,0              | 70,3            | s   |   |   |   |   |  |












FUENTE: Investigador, 2022



### 3.2.10 Cursograma analítico del área de sellado y etiquetado

Finalmente, tenemos el área de sellado y etiquetado el cual consta de dos operarios que realizan las actividades que se encuentran detalladas en la siguiente tabla 5.6, para proceder con el producto terminado.

**Tabla 3.7.** Cursograma analítico actual del área de llenado y etiquetado

| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO  |  |   |                  |  |   |   |   |   |   |  |
|---|--|---|------------------|---|---|---|---|---|---|--|
| Hoja N° 01  |  | De: 01  | Diagrama N°: 04  | Operar.   | Mater.  | Maqui.  |   |   |   |  |
| <b>Proceso: Área de etiquetado y sellado</b><br>Fecha: 13/06/2022<br>El estudio Inicia: Transporte del área de llenado al área de sellado y etiquetado<br>Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: _____<br>Producto: Agua purificada envasada<br>Número de operarios: 2 Operadores<br>Elaborado por: Rober Mena - Erik Solorzano |  | <b>RESUMEN</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |  |
|   |  | <b>SÍMBOLO</b>  | <b>ACTIVIDAD</b> | <b>Act.</b>   | <b>Pro.</b>   | <b>Econ.</b>  |   |   |   |  |
|   |  |    | Operación        | 3   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  |    | Transporte       | 1   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  |    | Inspección       | 1   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  |   | Espera           | 2   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  |  | Almacenaje       | 1   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  | Total de Actividades realizadas   |                  | 8   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  | Distancia total en metros   |                  | 6   |   | 0%  |   |   |   |  |
|   |  | Tiempo min/hombre   |                  | 1,18  |   | 0%  |   |   |   |  |
| N°  | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO  | Cantidad  | Distancia metros | Tiempo Segundos   | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |  |
|   |  |   |                  |   |  |  |  |  |  |  |
| 1   | Transporte del área de llenado al área de sellado y etiquetado |   | 6,0              | 8,95  |   |   |   |   |   |  |
| 2   | Espera de sellado de válvula de bidón                          |   |                  | 9,57  |   |   |   |   |   |  |
| 3   | Sellado de válvula y boquilla superior de bidón                |   |                  | 14,02   |   |   |   |   |   |  |
| 4   | Espera de etiquetado de bidón                                  |   |                  | 9,56  |   |   |   |   |   |  |
| 5   | Etiquetado de bidón  |   |                  | 8,49  |   |   |   |   |   |  |
| 6   | Inspección de producto terminado                               |   |                  | 7,78  |   |   |   |   |   |  |
| 7   | Almacenamiento de producto terminado                           |   |                  | 3,55  |   |   |   |   |   |  |
| 8   | Carga de producto terminado                                    |   |                  | 9,01  |   |   |   |   |   |  |
| Tiempo Minutos: 1,18  |  |   | m 6,0            | s 70,9  |   |   |   |   |   |  |

FUENTE: Investigador, 2022

**Análisis actual:** En la microempresa se puede observar actividades innecesarias que están causando problemas que se ven reflejados en tiempos improductivos, afectando directamente al proceso de producción.

### 3.2.11 ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL

Para la realización del estudio de tiempos actual de la empresa se tomó en cuenta las áreas antes mencionadas en los cursogramas analíticos, cabe recalcar que el área de purificación de agua no se le tomo en cuenta, debido a que está conformada por elementos que en conjunto trabajan las 24 horas del día de forma automática y continua.

Se realizó la toma de los cinco tiempos preliminares (segundos) para poder calcular el número de observaciones que son necesarias para tener un porcentaje del 95% de confiabilidad, y así poder obtener el estudio de tiempos actual. Para la toma de los tiempos de las actividades se estableció un formato que se encuentra en el anexo A.

El estudio de tiempos se lo realizo de una manera simultánea en todas las áreas, no obstante, para la ejemplificación de la elaboración del estudio se tomó en cuenta el área de descarga y al final se estableció una tabla resumen con todos los tiempos estándar para poder calcular la capacidad actual de la empresa, las tablas con los cálculos de los tiempos de las áreas se encuentran en el Anexo C.

### 3.2.12 Área de descarga

En el área de descarga se encuentra las siguientes actividades que se detallan en la tabla 5.7:

**Tabla 3.8** Actividades del área de descarga.

| ÁREA DE DESCARGA |  |            |
|------------------|--|------------|
| ACTIVIDAD        | DESCRIPCIÓN  | TRABAJADOR |
| 1                | Ingreso de camión a la microempresa (10m)                      | H          |
| 2                | Descarga del bidón   | H          |
| 3                | Inspeccionar bidones   | H          |
| 4                | Espera para retirado de sellos y tapas                         | H          |
| 5                | Retirar sellos y tapas del bidón                               | M          |
| 6                | Espera para transportar del área de descarga al área de lavado | H          |

**FUENTE:** Investigador, 2022.

Se cronometraron las cinco muestras preliminares para el cálculo del número de observaciones mediante la fórmula (2.2).

**Tabla 3.9** Número de observaciones

| 1     | 2    | 3     | 4     | 5     | X      | X <sup>2</sup> |
|-------|------|-------|-------|-------|--------|----------------|
| 70,67 | 78,9 | 75,82 | 80,41 | 86,85 | 392,65 | 30976,82       |



El número de observaciones es:

**7**

Nivel de confianza del 95%

**FUENTE:** Investigador, 2022

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{5(30976,82) - (392,65)^2}}{392,65} \right)^2$$

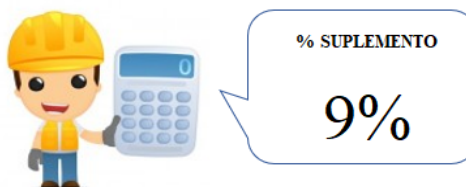
$$n = 7$$

Con las 7 observaciones obtenidas en el cálculo anterior se procedió a cronometrar las actividades realizadas dentro del área de descarga, se valoró el ritmo de trabajo de los operadores basándose en la OIT que se encuentra en la tabla 2.5, para poder calcular los suplementos y así cuantificar el tiempo estándar.

**Tabla 3.10** Cálculo de los suplementos.

¿Género del operario?     HOMBRE     MUJER

|  |                                   |   |                              |   |
|--|-----------------------------------|---|------------------------------|---|
| <b>S<br/>u<br/>V<br/>p<br/>a<br/>r<br/>t<br/>e<br/>s</b> | <b>Suplementos</b>                | <b>Necesidades personales</b>                                 | 5                            | 0 |
|  | <b>Constantes</b>                 | <b>Básico por fatiga</b>                                      | 4                            | 0 |
|  |                                   | <b>¿El trabajo se realiza de pie?</b>                         | NO                           |   |
|  |                                   |   | 0                            |   |
|  | <b>Postura anormal</b>            | <b>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</b> | Cómoda                       |   |
|  |                                   |   | 0                            |   |
|  | <b>Uso de la fuerza</b>           | <b>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</b>          | Menor de 2,5kg               |   |
|  |                                   |   | 0                            |   |
|  | <b>Iluminación</b>                | <b>La percepción de iluminación es:</b>                       | Normal                       |   |
|  |                                   |   | 0                            |   |
|  | <b>Tensión visual</b>             | <b>La operación realizada requiere:</b>                       | Trabajos de cierta precisión |   |
|  |                                   |   | 0                            |   |
|  | <b>Ruido</b>                      | <b>La sensación de ruido percibido es:</b>                    | Continuo                     |   |
|  |                                   |   | 0                            |   |
| <b>Tensión mental</b>                                    | <b>La operación realizada es:</b> | N/D   |                              |   |
|  |                                   | 0   |                              |   |
| <b>Monotonía mental</b>                                  | <b>La operación realizada es:</b> | Trabajo algo monótono   |                              |   |
|  |                                   | 0   |                              |   |
| <b>Monotonía física</b>                                  | <b>La operación realizada es:</b> | Trabajo algo aburrido   |                              |   |
|  |                                   | 0   |                              |   |



**FUENTE:** Investigador, 2022.

**Tabla 3.11** Cálculo del tiempo estándar.

|                    |                  | Obs1 (segundos) | Obs2 (segundos) | Obs3 (segundos) | Obs4 (segundos) | Obs5 (segundos) | Obs6 (segundos) | Obs7 (segundos) | SUMA  | Tiempo básico | Suplementos            | Tiempo Estándar |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|---------------|------------------------|-----------------|
| <b>ACTIVIDAD 1</b> | Tiempo observado | 7,59            | 7,82            | 7,63            | 7,77            | 7,85            | 7,67            | 7,71            | 54,04 | 7,72          | 9%                     | 8,41            |
|                    | Valoración       | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             |       |               |                        |                 |
|                    | Tiempo básico    | 7,59            | 7,82            | 7,63            | 7,77            | 7,85            | 7,67            | 7,71            |       |               |                        |                 |
| <b>ACTIVIDAD 2</b> | Tiempo observado | 2,02            | 2,1             | 2,09            | 2,33            | 2,45            | 2,19            | 2,38            | 15,56 | 2,22          | 13%                    | 2,51            |
|                    | Valoración       | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             |       |               |                        |                 |
|                    | Tiempo básico    | 2,02            | 2,1             | 2,09            | 2,33            | 2,45            | 2,19            | 2,38            |       |               |                        |                 |
| <b>ACTIVIDAD 3</b> | Tiempo observado | 8,22            | 7,96            | 8,36            | 9,66            | 8,45            | 7,65            | 8,75            | 59,05 | 8,44          | 13%                    | 9,53            |
|                    | Valoración       | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             |       |               |                        |                 |
|                    | Tiempo básico    | 8,22            | 7,96            | 8,36            | 9,66            | 8,45            | 7,65            | 8,75            |       |               |                        |                 |
| <b>ACTIVIDAD 4</b> | Tiempo observado | 5,06            | 6,55            | 5,86            | 5,59            | 6,22            | 5,96            | 6,75            | 41,99 | 6,00          | 13%                    | 6,78            |
|                    | Valoración       | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             |       |               |                        |                 |
|                    | Tiempo básico    | 5,06            | 6,55            | 5,86            | 5,59            | 6,22            | 5,96            | 6,75            |       |               |                        |                 |
| <b>ACTIVIDAD 5</b> | Tiempo observado | 6,46            | 13,25           | 7,65            | 9,36            | 5,3             | 13,65           | 8,55            | 64,22 | 9,17          | 18%                    | 10,83           |
|                    | Valoración       | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             |       |               |                        |                 |
|                    | Tiempo básico    | 6,46            | 13,25           | 7,65            | 9,36            | 5,3             | 13,65           | 8,55            |       |               |                        |                 |
| <b>ACTIVIDAD 6</b> | Tiempo observado | 5,02            | 5,33            | 5,45            | 5,22            | 5,86            | 5,18            | 5,13            | 37,19 | 5,31          | 13%                    | 6,00            |
|                    | Valoración       | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             |       |               |                        |                 |
|                    | Tiempo básico    | 5,02            | 5,33            | 5,45            | 5,22            | 5,86            | 5,18            | 5,13            |       |               |                        |                 |
|                    |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |       |               | <b>Tiempo estándar</b> | <b>44,07</b>    |

**FUENTE:** Investigador, 2022.

Para el cálculo de la capacidad actual de la microempresa se tomó en cuenta todas las áreas, en la siguiente tabla resumen se observa el tiempo estándar total.

**Tabla 3.12** Tabla resumen.

| TABLA RESUMEN TIEMPO ESTÁNDAR   |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| ÁREAS                           | TIEMPO ESTÁNDAR<br>(SEGUNDOS) |
| ÁREA DE DESCARGA                | 44,37                         |
| ÁREA DE LAVADO                  | 111,42                        |
| ÁREA DE LLENADO                 | 81,20                         |
| ÁREA DE SELLADO Y<br>ETIQUETADO | 79,87                         |
| <b>TOTAL (segundos)</b>         | 316,57                        |
| <b>TOTAL (minutos)</b>          | 5,27                          |

**FUENTE:** Investigador, 2022

La capacidad actual de la micro empresa se calculó con el tiempo estándar total de 5.27 minutos obtenidos de las 4 áreas que conforman la producción y tomando en cuenta las 5 horas laborables, se basó en la fórmula (2.4).

$$Cp = \frac{1}{Ts}$$

$$Cp = \frac{1}{5.27}$$

$$Cp = 0.19 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}}$$

$$Cp = 0.19 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{\text{hora}}$$

$$Cp = 11.37 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}}$$

$$Cp = 11.37 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}} * 5 \text{ horas}$$

$$Cp = 56.85 \frac{\text{bidones}}{\text{dia}}$$

**Análisis:** La capacidad actual de la empresa es de 11.37 bidones por hora la cual se multiplica por la jornada laboral que es 5 horas, dando como resultado una capacidad de 56.859 bidones al día, que redondeando son 56 bidones al día.

### 3.2.13 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO.

La propuesta de mejoramiento tendrá como objetivo realizar todos los cambios que se crean necesarios para poder optimizar el proceso productivo del purificado de agua, empezando con el diagrama de recorrido de la microempresa para poder analizar las áreas en las cuales se crucen en el proceso o a su vez tengan tiempos improductivos. El diagrama de proceso de la figura 5.2 no se verá afectado puesto que es el mismo proceso y no existe ninguna modificación en el mismo.

### 3.2.14 Diagrama de recorrido propuesto

El recorrido existirán cambios ya que se unificarán áreas y a su vez se combinarán actividades en las cuales puedan funcionar de forma paralela y se pueda ganar más tiempo, sin embargo, se realizó un análisis minucioso en el cual se pudo identificar un área en que el recorrido que tiene es un poco largo e innecesario, esta área se identifica como descarga, que tendrá que ser removida y combinada con el área de lavado para una mejora en el proceso productivo, así como el área de llenado, área de sellado y etiquetado se combinarán para poder tener actividades que trabajen a la par, en la tabla 5.12 y en la figura 5.4 se puede ver reflejado la nueva redistribución de planta que se propone a la empresa y el nuevo diagrama de recorrido.

**Tabla 3.13** Recorrido del proceso productivo purificado de agua.

| <b>DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO</b> |  |
|----------------------------------|--|
| 1 - 2                            | Los bidones son descargados, lavados y preparados para el transporte al área de llenado, etiquetado y sellado. |
| 2 - 3                            | Los bidones son llenados, sellados y etiquetados, listos para el almacenamiento y la carga.                    |

**FUENTE:** Investigador, 2022.

A continuación, en la figura 5.4 se presenta la propuesta en el diagrama de recorrido.

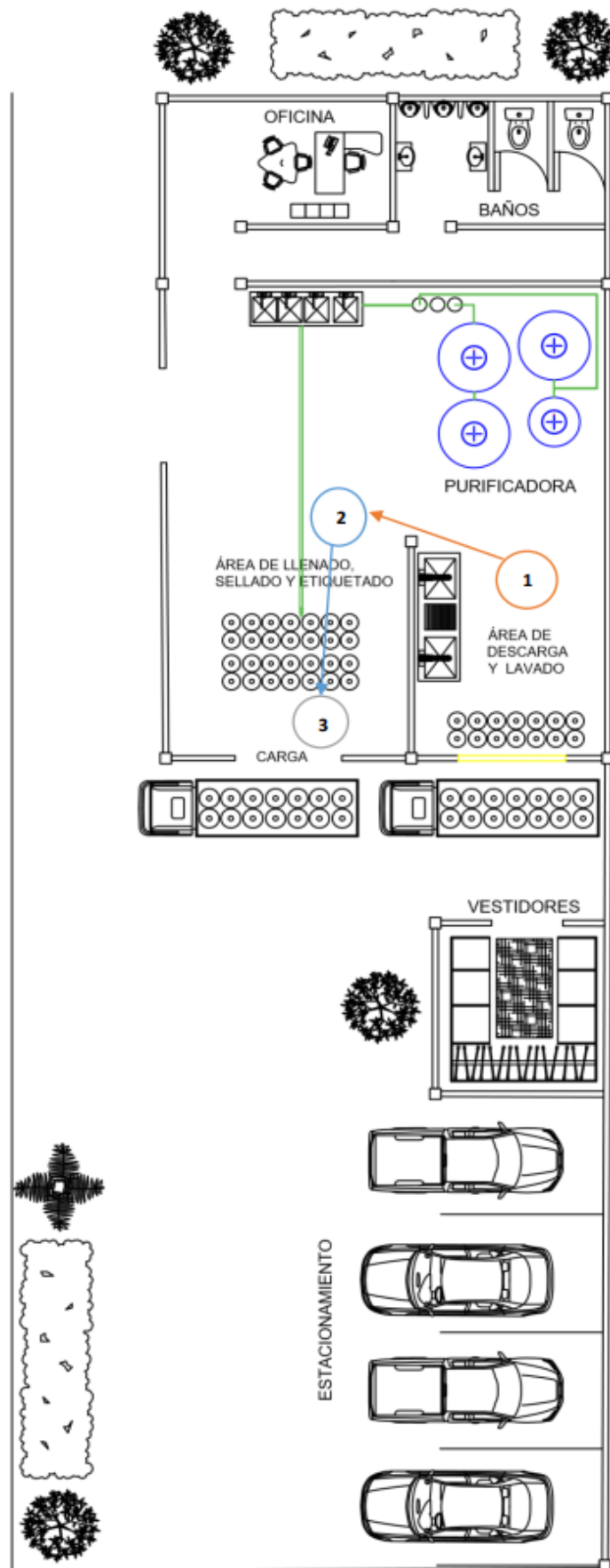


Figura 3.4 Diagrama de recorrido propuesto

### 3.2.15 Cursogramas analíticos propuestos.

Se realizó la unificación de áreas reduciendo actividades, removiendo operarios sin necesidad de despedir personal, optimizando el proceso productivo. En la tabla 3.13 Se ve reflejado las nuevas actividades con el nuevo cursograma analítico.

**Tabla 3.14** Cursograma analítico propuesto área de descarga y lavado

| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO                       |   |  |                                     |                 |   |   |   |   |   |  |
|--|---|---|-------------------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|--|
| Hoja N° 01 De: 01 Diagrama N°: 01                      |   | Operar.   | <input checked="" type="checkbox"/> | Mater.          | <input type="checkbox"/>  | Maqui.  | <input type="checkbox"/>  |   |   |  |
| Proceso: Área de descarga y lavado                     |   | RESUMEN   |                                     |                 |   |   |   |   |   |  |
| Fecha: 09/07/2022                                      |   | <b>SÍMBOLO</b>  | <b>ACTIVIDAD</b>                    | <b>Pro.</b>     |   | <b>Econ.</b>  |   |   |   |  |
| El estudio Inicia: Ingreso de camión a la microempresa |   |    | Operación                           | 7               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Método: Actual: ___ Propuesto: X                       |   |    | Transporte                          | 2               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Producto: Agua purificada envasada                     |   |    | Inspección                          | 1               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Número de operarios: 4 Operadores                      |   |  | Espera                              | 0               |   | 0%  |   |   |   |  |
| Elaborado por: Rober Mena - Erik Solorzano             |   |  | Almacenaje                          | 0               |   | 0%  |   |   |   |  |
|  |   | Total de Actividades realizadas   |                                     | 10              |   | 0%  |   |   |   |  |
|  |   | Distancia total en metros   |                                     | 24              |   | 0%  |   |   |   |  |
|  |   | Tiempo min/hombre   |                                     | 2,04            |   | 0%  |   |   |   |  |
| N°   | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad  | Distancia metros                    | Tiempo Segundos | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |  |
|  |   |   |                                     |                 |  |  |  |  |  |  |
| 1  | Ingreso de camión a la microempresa   |   | 22,0                                | 16,65           | ●   |   |   |   |   |  |
| 2  | Descarga e inspeccion del bidón   |   |                                     | 6,02            | ●   |   | ●   |   |   |  |
| 3  | Retirar sellos y tapas del bidón  |   |                                     | 6,46            | ●   |   |   |   |   |  |
| 4  | Preparado de agua con jabon desinfectante   |   |                                     | 40,32           | ●   |   |   |   |   |  |
| 5  | Lavado interior   |   |                                     | 6,25            | ●   |   |   |   |   |  |
| 6  | Transporte al lavado exterior   |   | 1,0                                 | 1,75            | ●   |   | ●   |   |   |  |
| 7  | Lavado exterior   |   |                                     | 8,37            | ●   |   |   |   |   |  |
| 8  | Transporte para enjuagar interior y exterior de bidon   |   | 1,0                                 | 1,68            | ●   |   | ●   |   |   |  |
| 9  | Enjuague de interior y exterior de bidon  |   |                                     | 27,33           | ●   |   |   |   |   |  |
| 10   | Espera para el transporte del área de descarga y lavado al área de llenado, sellado y etiquetado. |   |                                     | 7,44            |   |   |   |   | ●   |  |
| Tiempo Minutos: 2,04                                   |   | m   | 24,0                                | 122,27          | s   |   |   |   |   |  |

**FUENTE:** Investigador, 2022.












En el cursograma de la tabla 3.13 se realizó cambios en los cuales como primer punto se unificaron las áreas de lavado y descarga, combinando actividades como:



- Descarga e inspección del bidón dando como resultado solo una actividad que se convierte en “Descarga e inspección del bidón”.
- Se trabaja actividades a la par como la preparación del agua con jabón eliminando la espera para el transportado al área de lavado.

En el área de llenado, área de sellado y etiquetado, realizando la unificación de las áreas y la combinación de actividades. en la tabla 3.14 se proyecta el nuevo cursograma analítico.

**Tabla 3.15** Cursograma analítico propuesto área de llenado, sellado y etiquetado.

| CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO  |   |                                    |                  |                 |   |   |   |   |   |
|---|---|---|------------------|-----------------|---|---|---|---|---|
| Hoja N° 01 De: 01 Diagrama N°: 02   |   | Operar <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input checked="" type="checkbox"/> |                  |                 |   |   |   |   |   |
| <b>Proceso: Área de llenado, sellado y etiquetado</b>   |   | <b>RESUMEN</b>  |                  |                 |   |   |   |   |   |
| Fecha: 09/07/2022<br>El estudio Inicia: Transporte del área de descarga y lavado al área de llenado, sellado y etiquetado<br>Método: Actual:___ Propuesto: X<br>Producto: Agua purificada envasada<br>Número de operarios: 3 Operadores<br>Elaborado por: Rober Mena - Erik Solorzano |   | <b>SÍMBOLO</b>  | <b>ACTIVIDAD</b> | <b>Pro.</b>     | <b>Econ.</b>  |   |   |   |   |
|   |   |                                     | Operación        | 6               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   |                                    | Transporte       | 1               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   |                                    | Inspección       | 0               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   |                                    | Espera           | 0               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   |                                    | Almacenaje       | 0               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   | Total de Actividades realizadas   |                  | 7               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   | Distancia total en metros   |                  | 3               | 0%  |   |   |   |   |
|   |   | Tiempo min/hombre   |                  | 1,58            | 0%  |   |   |   |   |
| N°  | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad  | Distancia metros | Tiempo Segundos | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |
|   |   |   |                  |                 |  |  |  |  |  |
| 1   | Transporte del área de descarga y lavado al área de llenado, sellado y etiquetado |   | 3,0              | 3,35            |   |   |   |   |   |
| 2   | Espera del bidón para ser llenado   |   |                  | 15,22           |   |   |   |   |   |
| 3   | Luz ultravioleta  |   |                  | 1,05            |   |   |   |   |   |
| 4   | Ozono   |   |                  | 2,15            |   |   |   |   |   |
| 5   | Llenado de bidón de agua purificada   |   |                  | 30,07           |   |   |   |   |   |
| 6   | Sellado de valvula y boquilla superior de bidon                                   |   |                  | 14,02           |   |   |   |   |   |
| 7   | Etiquetado de bidón   |   |                  | 8,49            |   |   |   |   |   |
| 8   | Inspección de producto terminado  |   |                  | 7,78            |   |   |   |   |   |
| 9   | Almacenamiento de producto terminado  |   |                  | 3,55            |   |   |   |   |   |
| 10  | Carga de producto terminado   |   |                  | 9,01            |   |   |   |   |   |
| Tiempo Minutos: 1,58  |   |   | m 3,0            | 94,7 s          |   |   |   |   |   |

FUENTE: Investigador, 2022

En el cursograma analítico propuesto se unifico el área de llenado y el área de sellado y etiquetado, dando apertura a poder combinar actividades:

- Se elimina el transporte al suministro de agua purificada y la espera del transporte al área de etiquetado, ya que se encuentra en la misma área y no tiene que recorrer la distancia que anteriormente lo hacía.
- Se eliminan las esperas de sellado de válvula de bidón y etiquetado de bidón, puesto que se tiene 3 operarios los cuales pueden realizar actividades a la par y así realizar el sella y el etiquetado de manera simultánea.

**Análisis propuesto:** Se puede observar que en los nuevos cursogramas analíticos se redujo actividades dando apertura para optimizar el proceso productivo del purificado de agua.

### 3.2.16 Estudio de tiempos propuesto

Para realizar el estudio de tiempos propuesto se tomó nuevas muestras con los cursogramas analíticos propuestos para obtener el número de observaciones de cada área que se unifico y tener un nivel de confiabilidad del 95% en el estudio realizado.

**Tabla 3.16** Número de muestras del área de descarga y lavado.

| 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | X      | X <sup>2</sup> |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| 122,27 | 136,65 | 120,25 | 135,36 | 124,58 | 639,11 | 81925,74       |



El numero de observaciones es:

5

Nivel de confianza del 95%

**FUENTE:** Investigador, 2022

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{5(81925.74) - (639.11)^2}}{639.11} \right)^2$$

$$n = 5$$

Con el número de observaciones obtenido se realizó la toma de los tiempos nuevos para calcular los tiempos que se necesitan para poder calcular el CP.

Para el cálculo de los suplementos se obtuvo un nuevo cuadro de actividades teniendo en cuenta el género de los operarios, aplicando el método de la OIT se calculó los suplementos y la valoración del ritmo del trabajador como se observa en la tabla 2.5.

**Tabla 3.17** Actividades del área de descarga y lavado.

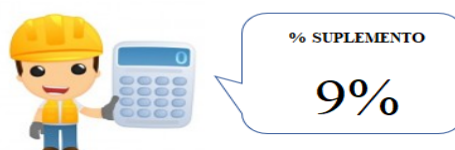
| N° | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | TRABAJADOR |
|----|---|------------|
| 1  | Ingreso de camión a la microempresa   | H          |
| 2  | Descarga e inspección del bidón   | H          |
| 3  | Retirar sellos y tapas del bidón  | M          |
| 4  | Preparado de agua con jabón desinfectante   | H          |
| 5  | Lavado interior   | H          |
| 6  | Transporte al lavado exterior   | H          |
| 7  | Lavado exterior   | M          |
| 8  | Transporte para enjuagar interior y exterior de bidón   | H          |
| 9  | Enjuague de interior y exterior de bidón  | H          |
| 10 | Espera para el transporte del área de descarga y lavado al área de llenado, sellado y etiquetado. | H          |

**FUENTE:** Investigador, 2022.

**Tabla 3.18** Cálculo de los suplementos.

¿Género del operario?  HOMBRE  MUJER

| Suplementos<br>Constantes   | Necesidades personales     |  | 5                            | 0 |
|---|----------------------------|--|------------------------------|---|
|   |                            | Básico por fatiga                                      |                              | 4 |
| S<br>u<br>V<br>P<br>a<br>r<br>e<br>l<br>i<br>m<br>a<br>b<br>e<br>n<br>l<br>e<br>s<br>o<br>s |                            | ¿El trabajo se realiza de pie?                         | NO                           |   |
|   |                            |  | 0                            |   |
|   | Postura anormal            | ¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo? | Cómoda                       |   |
|   |                            |  | 0                            |   |
|   | Uso de la fuerza           | Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:          | Menor de 2,5kg               |   |
|   |                            |  | 0                            |   |
|   | Iluminación                | La percepción de iluminación es:                       | Normal                       |   |
|   |                            |  | 0                            |   |
|   | Tensión visual             | La operación realizada requiere:                       | Trabajos de cierta precisión |   |
|   |                            |  | 0                            |   |
|   | Ruido                      | La sensación de ruido percibido es:                    | Continuo                     |   |
|   |                            |  | 0                            |   |
|   | Tensión mental             | La operación realizada es:                             | N/D                          |   |
|   |                            | 0  |                              |   |
| Monotonía mental  | La operación realizada es: | Trabajo algo monótono                                  |                              |   |
|   |                            | 0  |                              |   |
| Monotonía física  | La operación realizada es: | Trabajo algo aburrido                                  |                              |   |
|   |                            | 0  |                              |   |



**FUENTE:** Investigador, 2022.

Se realizó el cálculo con los nuevos tiempos y las nuevas actividades teniendo como resultado un nuevo tiempo estándar.

**Tabla 3.19** Estudio de tiempos propuesto

|                 |                  | Obs1<br>(segundos) | Obs2<br>(segundos) | Obs3<br>(segundos) | Obs4<br>(segundos) | Obs5<br>(segundos) | SUM<br>A | Tiempo<br>básico | Suplemento<br>s | Tiempo<br>Estándar |
|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|------------------|-----------------|--------------------|
| ACTIVIDA<br>D 1 | Tiempo observado | 16,65              | 17,26              | 16,98              | 18,26              | 17,95              | 87,1     | 17,42            | 9%              | 18,99              |
|                 | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |          |                  |                 |                    |
|                 | Tiempo básico    | 16,65              | 17,26              | 16,98              | 18,26              | 17,95              |          |                  |                 |                    |
| ACTIVIDA<br>D 2 | Tiempo observado | 6,02               | 6,35               | 6,22               | 6,25               | 6,85               | 31,69    | 6,338            | 11%             | 7,04               |
|                 | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |          |                  |                 |                    |
|                 | Tiempo básico    | 6,02               | 6,35               | 6,22               | 6,25               | 6,85               |          |                  |                 |                    |
| ACTIVIDA<br>D 3 | Tiempo observado | 6,46               | 6,85               | 6,75               | 6,59               | 6,57               | 33,22    | 6,644            | 13%             | 7,51               |
|                 | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |          |                  |                 |                    |
|                 | Tiempo básico    | 6,46               | 6,85               | 6,75               | 6,59               | 6,57               |          |                  |                 |                    |
| ACTIVIDA<br>D 4 | Tiempo observado | 40,32              | 42,35              | 43,21              | 41,25              | 42,21              | 209,34   | 41,868           | 22%             | 51,08              |

|                      |                         |       |       |       |       |       |        |        |                                 |               |
|----------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------------------------------|---------------|
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 40,32 | 42,35 | 43,21 | 41,25 | 42,21 |        |        |                                 |               |
| <b>ACTIVIDA D 5</b>  | <b>Tiempo observado</b> | 6,25  | 6,35  | 6,75  | 7,02  | 6,45  | 32,82  | 6,564  | 13%                             | 7,42          |
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 6,25  | 6,35  | 6,75  | 7,02  | 6,45  |        |        |                                 |               |
| <b>ACTIVIDA D 6</b>  | <b>Tiempo observado</b> | 1,75  | 1,85  | 1,93  | 1,85  | 1,65  | 9,03   | 1,806  | 11%                             | 2,00          |
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 1,75  | 1,85  | 1,93  | 1,85  | 1,65  |        |        |                                 |               |
| <b>ACTIVIDA D 7</b>  | <b>Tiempo observado</b> | 8,37  | 8,45  | 8,65  | 9,03  | 8,45  | 42,95  | 8,59   | 16%                             | 9,96          |
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 8,37  | 8,45  | 8,65  | 9,03  | 8,45  |        |        |                                 |               |
| <b>ACTIVIDA D 8</b>  | <b>Tiempo observado</b> | 1,68  | 1,57  | 1,69  | 1,63  | 1,96  | 8,53   | 1,706  | 11%                             | 1,89          |
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 1,68  | 1,57  | 1,69  | 1,63  | 1,96  |        |        |                                 |               |
| <b>ACTIVIDA D 9</b>  | <b>Tiempo observado</b> | 27,33 | 27,58 | 28,25 | 27,36 | 28,54 | 139,06 | 27,812 | 11%                             | 30,87         |
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 27,33 | 27,58 | 28,25 | 27,36 | 28,54 |        |        |                                 |               |
| <b>ACTIVIDA D 10</b> | <b>Tiempo observado</b> | 7,44  | 7,85  | 7,63  | 7,69  | 8,02  | 38,63  | 7,726  | 11%                             | 8,58          |
|                      | <b>Valoración</b>       | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |        |        |                                 |               |
|                      | <b>Tiempo básico</b>    | 7,44  | 7,85  | 7,63  | 7,69  | 8,02  |        |        |                                 |               |
|                      |                         |       |       |       |       |       |        |        | <b>Tiempo estándar del área</b> | <b>145,34</b> |

FUENTE: Investigador, 2022.

El mismo procedimiento se realizó en el área de llenado, sellado y etiquetado, se realizó una tabla resumen con los tiempos estándar totales para proceder al cálculo de la capacidad de la empresa.

**Tabla 3.20** Tabla resumen del tiempo estándar.

| <b>TABLA RESUMEN TIEMPO ESTÁNDAR</b>  |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>ÁREAS</b>                          | <b>TIEMPO ESTÁNDAR<br/>(SEGUNDOS)</b> |
| ÁREA DE DESCARGA Y LAVADO             | 145,33                                |
| ÁREA DE LLENADO, SELLADO Y ETIQUETADO | 112,50                                |
| <b>TOTAL (segundos)</b>               | 257,84                                |
| <b>TOTAL (minutos)</b>                | 4,29                                  |

**FUENTE:** Investigador, 2022

La capacidad de producción de la micro empresa se calculó con el tiempo estándar total de 4.29 minutos obtenidos de las 2 áreas que conforman el proceso productivo, además se tomó en cuenta las 5 horas laborables, se basó en la fórmula (2.4).

$$Cp = \frac{1}{Ts}$$

$$Cp = \frac{1}{4.29}$$

$$Cp = 0.23 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}}$$

$$Cp = 0.23 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{\text{hora}}$$

$$Cp = 13.96 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}}$$

$$Cp = 13.96 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}} * 5 \text{ horas}$$

$$Cp = 69.81 \frac{\text{bidones}}{\text{dia}}$$

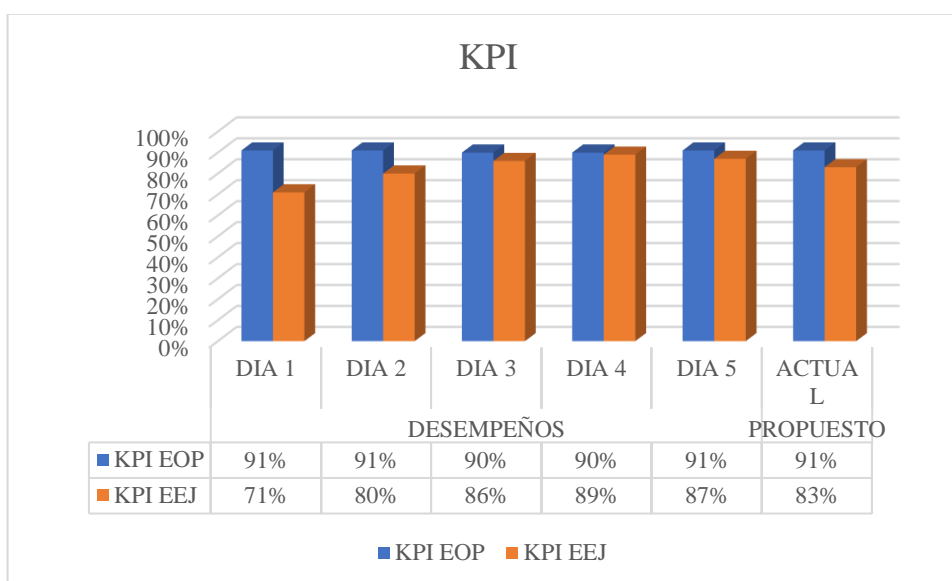
Con la propuesta de mejoramiento se obtuvo 69 bidones en cada jornada laboral.

Para dar validez a los cambios realizados durante la propuesta se realizó indicadores claves de eficiencia (Kpi) utilizando la eficiencia de ejecución de una orden de producción (EOP) y eficiencia de ejecución en una jornada laboral (EEJ) para la comparación de la producción actual con la propuesta de mejoramiento dando como resultado:

**Tabla 3.21** Kpi de eficiencia.

| KPI     | DESEMPEÑOS |       |       |       |       | PROPUESTO |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|         | DIA 1      | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | ACTUAL    |
| KPI EOP | 91%        | 91%   | 90%   | 90%   | 91%   | 91%       |
| KPI EEJ | 71%        | 80%   | 86%   | 89%   | 87%   | 83%       |

FUENTE: Investigador, 2022.



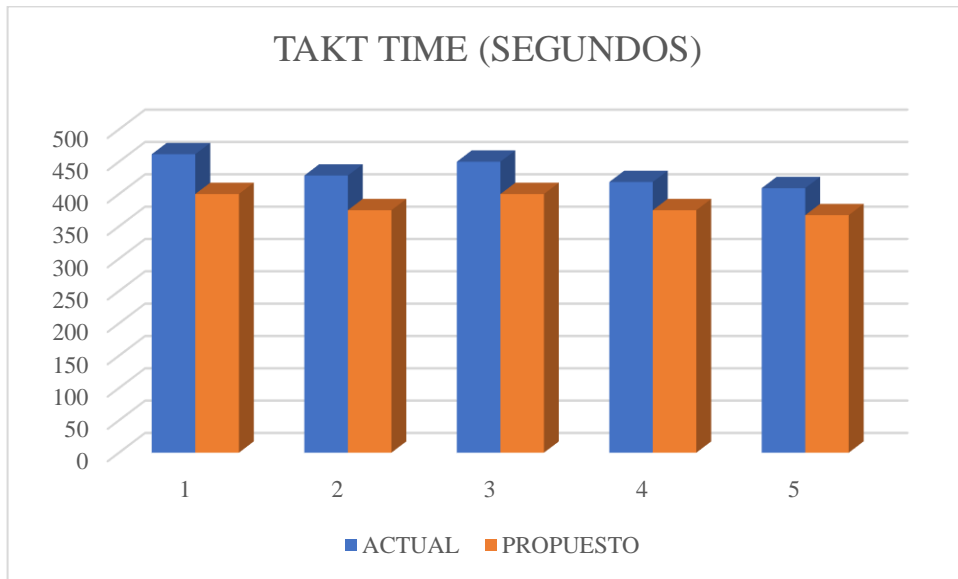
**Figura 3.5** Kpi de eficiencia.

Además, se calculó el takt time tomando en cuenta cuanto se demorará en producir una unidad para un flujo continuo de la producción y la diferencia entre el tiempo actual y el propuesto.

**Tabla 3.22** Takt time

| TAKT TIME (SEGUNDOS) |        |        |     |       |        |
|----------------------|--------|--------|-----|-------|--------|
| ACTUAL               | 461,54 | 428,57 | 450 | 418,6 | 409,09 |
| PROPUESTO            | 400    | 375    | 400 | 375   | 367,35 |

FUENTE: Investigador, 2022



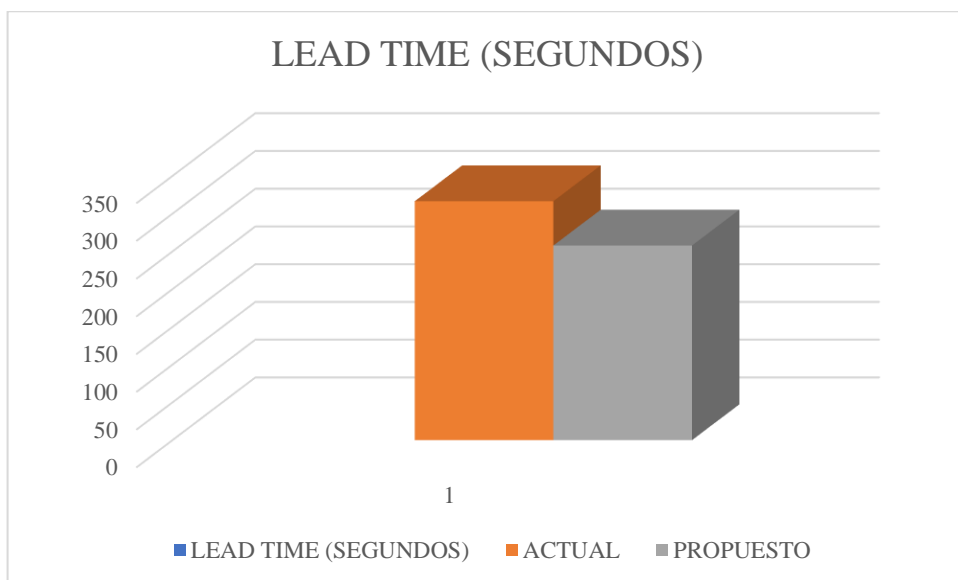
**Figura 3.6** Takt Time

Un lead time o tiempo de ciclo también es importante tener en cuenta para tener una mejora continua en la siguiente tabla, figura se refleja el tiempo actual y el propuesto:

**Tabla 3.23** Lead Time

| LEAD TIME<br>(SEGUNDOS) |        |
|-------------------------|--------|
| ACTUAL                  | 316,53 |
| PROPUESTO               | 257,84 |

**FUENTE:** Investigador, 2022



**Figura 3.7** Lead time



### 3.2.16 Incremento de la productividad

Calcular el incremento de la productividad es muy importante puesto que se ve reflejado el mejoramiento que se obtuvo al realizar cambio en la microempresa, para el cálculo del incremento se basó en la fórmula 2.2:

$$\text{Incremento en \%} = \frac{69 - 56}{56} * 100\%$$

$$\text{Incremento en \%} = 23\%$$

$$\text{Incremento en unidades por dia} = 13 \text{ bidones/dia}$$

$$\text{Incremento en unidades mensual} = 312 \text{ bidones/mensual}$$

El tiempo que se está mejorando y a su vez ahorrando se ve reflejado como:

$$T = 316.53\text{seg} - 257.84\text{seg} = 58.69 \text{ seg.}$$

### 3.2.17 Comprobación de la hipótesis

A través de una tabla comparativa se observa la producción actual y propuesta, teniendo un incremento considerable de los bidones que se producen diariamente.

**Tabla 3.24** Tabla comparativa comprobación de hipótesis.

| CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN   |   |
|---|---|
| ACTUAL  | PROPUESTA   |
| $Cp = \frac{1}{Ts}$   | $Cp = \frac{1}{Ts}$   |
| $Cp = \frac{1}{5.27}$   | $Cp = \frac{1}{4.29}$   |
| $Cp = 0.190 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}}$  | $Cp = 0.233 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}}$  |
| $Cp = 0.190 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{\text{hora}}$ | $Cp = 0.233 \frac{\text{bidones}}{\text{minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{\text{hora}}$ |
| $Cp = 11.37 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}}$   | $Cp = 13.96 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}}$   |
| $Cp = 11.37 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}} * 5 \text{ horas}$                           | $Cp = 13.96 \frac{\text{bidones}}{\text{hora}} * 5 \text{ horas}$                           |
| $Cp = 56.85 \frac{\text{bidones}}{\text{dia}}$  | $Cp = 69.81 \frac{\text{bidones}}{\text{dia}}$  |
| INCREMENTO  |   |
| $\text{Incremento en \%} = \frac{69 - 56}{56} * 100\%$                                      |   |
| $\text{Incremento en \%} = 23\%$  |   |
| $\text{Incremento en unidades por dia} = 13 \text{ bidones/dia}$                            |   |
| $\text{Incremento en unidades mensual} = 312 \text{ bidones/mensual}$                       |   |

**FUENTE:** Investigador, 2022.

Como se observa en la tabla (3.20) se tiene un aumento del 23% en el proceso productivo, dando validez a la hipótesis anteriormente planteada, llegando al objetivo general que es la optimización del proceso productivo de purificado de agua, además, se refleja una ganancia en dólares significativa que se detalla en la tabla (3.21):

**Tabla 3.25.** Ganancia con la propuesta

| <b>BIDONES (UNIDADES)</b> | <b>PRECIO UNITARIO (\$)</b> | <b>TOTAL (\$)</b> |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Actual 56                 | 1.50                        | 84                |
| Propuesta 69              | 1.50                        | 103.50            |
|                           | <b>Ganancia diaria</b>      | 19.50             |
| Actuales mensual 1344     | 1.50                        | 2016              |
| Propuesta mensual 1656    | 1.50                        | 2484              |
|                           | <b>Ganancia mensual</b>     | 468               |
|                           | <b>Ganancia anual</b>       | 5628              |

**FUENTE:** Investigador, 2022

### 3.2.18 COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En la tabla (5.21) se detalla los costos de la implementación de la propuesta.

**Tabla 3.26.** Costos para la implementación de la propuesta.

| <b>COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA</b> |                      |                        |                     |
|--|----------------------|------------------------|---------------------|
| <b>CANTIDAD</b>                                      | <b>MATERIAL</b>      | <b>PRECIO UNITARIO</b> | <b>PRECIO TOTAL</b> |
| 1  | Tubo 3/4             | \$ 14,50               | \$ 14,50            |
| 3  | Codos 3/4            | \$ 0,85                | \$ 2,55             |
| 5  | Manguera 3/4(metros) | \$ 2,25                | \$ 11,25            |
| 1  | Válvula de bola 3/4  | \$ 4,50                | \$ 4,50             |
| 2  | Abrazadera           | \$ 0,80                | \$ 1,60             |
| 1  | Teflón               | \$ 1,50                | \$ 1,50             |
| Mantenimiento de lanfor                              |                      |                        | \$ 60,00            |
| <b>TOTAL</b>   |                      |                        | <b>\$ 95,90</b>     |

**FUENTE:** Investigador, 2022

### 3.3 EVALUACIÓN TÉCNICO SOCIAL

La planta con todas las mejoras realizadas en la propuesta y con la capacidad de producción aumentada, existe un beneficio social, debido a que la microempresa puede abastecer de mejor

manera a la sociedad y llegar a más personas, ya que son eficientes en las jornadas laborales teniendo una mayor producción.

El beneficio interno en la microempresa es mayor debido a que, se aumentó el volumen en la producción y esta a su vez es proporcional a las ventas, es decir, mientras más se produce la microempresa tiene más ingresos.

### **3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO**

Con el incremento de la producción, la mejora en la distribución de planta, se consigue mayores ventas, mejores utilidades para los trabajadores, motivando y bonificando para que estén en una mejora continua.

En cuanto a la evaluación técnica económica externa el proveedor puede verse beneficiado, debido al incremento de producción de la microempresa ya que mientras mayor es la producción se necesitará mayores insumos para cubrir la producción de bidones de 20 litros.

## **4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- El levantamiento de información detallada mediante un check list, diagramas de flujo y cursogramas analíticos de la microempresa es de vital importancia para conocer el estado en el que se encuentra actualmente, dando apertura a proyectos futuros y evaluaciones continuas de los procesos productivos de la purificación de agua.
- El estudio de tiempos en el proceso productivo de purificado de agua, se basó en la OIT para calcular los suplementos y la valoración del ritmo y así obtener una confiabilidad del 95%, permitiendo conocer el tiempo estándar de 5.27 minutos y la capacidad actual de 56 bidones para una toma de decisiones, mejorando los tiempos improductivos, distancias innecesarias por recorrer y cuellos de botella.
- Con la ubicación adecuada de las áreas, la eliminación y combinación de varias actividades que ocasionan demoras, el estudio de tiempos junto con los Kpi de eficiencia ayuda con la optimización en el proceso productivo del purificado de agua envasada, incrementando en la productividad un 23% en el proceso, el cual refleja monetariamente 19,50\$ diarios.

### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Dado que la producción de la microempresa se enfoca únicamente en bidones de 20 litros, se recomienda ampliar la variedad de productos, ofreciendo botellas en distintas presentaciones.
- En vista de que la producción de bidones en la microempresa se la realiza de manera manual, se recomienda incorporar maquinaria para facilitar el trabajo.
- Es recomendable tener más énfasis en las posiciones que tiene el trabajador al realizar las actividades ya que las mismas pueden ocasionar lesiones a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Luz, «virtual pro,» virtual pro, 09 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.virtualpro.co/revista/ingenieria-de-metodos/4>. [Último acceso: 2022 05 02].
- [2] D. Lobos, «Ingeniería de Métodos,» Mi carrera universitaria, 22 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://micarrerauniversitaria.com/c-ingenieria/ingenieria-de-metodos/>. [Último acceso: 2022 05 02].
- [3] L. C. P. Acero, Ingeniería de Métodos movimientos y tiempos, Bogota: ECOE EDICIONES, 2016.
- [4] J. Loayza Pérez y V. Silva Meza, «Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales,» *Industrial Data-Revista de investigación* , vol. 16, n° 1, pp. 108-1017, 2013.
- [5] G. B. U, «Papel del Ingeniero industrial,» de *Introduccion a la Ingenieria Industrial*, México, 2da ed. , 2014.
- [6] R. G. Criollo, ESTUDIO DEL TRABAJO INGENIERIA DE METODOS Y MEDICION DEL TRABAJO, PUEBLA: 2da edicion, McGrawHill.
- [7] A. Larrama, «Economía gestione a su favor,» 25 10 2021. [En línea]. Available: <https://economia.org/produccion.php>. [Último acceso: 05 05 2022].
- [8] M. H. Roger G. Schroeder, «Administración de operaciones,» de *Administración de operaciones conceptos y casos contemporeneos*, Mexico DF, McGraw.Hill companies, 2011, p. 562.
- [9] O. Colmenares, «Gestiopolis,» 12 Enero 2007. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2007/07/medicion-de-la-productividad-empresarial.pdf>. [Último acceso: 04 Agosto 2022].
- [10] l. Blog, «Medición de la productividad empresarial: ejemplos e instrumentos,» Producciones lemontech Blog, 24 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://blog.lemontech.com/medicion-de-la-productividad-para-mejorar-la-rentabilidad/>. [Último acceso: 04 junio 2022].
- [11] L. Mertens, «LA MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD COMO REFERENTE DE LA FORMACION-CAPACITACION ARTICULADA CON EL APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL,» 12 junio 2012. [En línea]. Available: [https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/medicion\\_capacitacion.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/medicion_capacitacion.pdf). [Último acceso: 04 junio 2022].
- [12] A. H. C. P. L. M. Manuel Bestratén Belloví, «Instituto Nacional de seguridad e higiene en el

- trabajo,» 12 04 2018. [En línea]. Available:  
<https://www.insst.es/documents/94886/710902/Ergonom%C3%ADa+-+A%C3%B1o+2018.pdf/18f89681-e667-4d15-b7a5-82892b15e1fa>. [Último acceso: 04 06 2022].
- [13] U. C. Madrid, Recomendaciones ergonómicas y psicosociales, Madrid: Real jardin.
- [14] C. IDALBERTO, Administración de recursos, Colombia: 5ta Edición, Mc Graw Hill, 2017.
- [15] M. Jaureguiberry, «ERGONOMIA,» 17 10 2003. [En línea]. Available:  
<https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/ERGONOMIA.pdf>. [Último acceso: 04 06 2022].
- [16] E. d. r. Drew, «Gestión por procesos,» DREW, 23 07 20. [En línea]. Available:  
<http://blog.wearedrew.co/optimizacion-de-procesos-que-es-beneficios-pasos-y-mas>. [Último acceso: 11 05 22].
- [17] M. S. Campos, «Virtual Pro,» 01 10 2021. [En línea]. Available:  
<https://www.virtualpro.co/noticias/optimizacion-de-procesos--pilar-fundamental-para-la-mejora-continua>. [Último acceso: 04 08 2022].
- [18] I. L. L. Cruz, «Definición y análisis de indicadores estratégicos para redes sociales.,» 12 noviembre 2016. [En línea]. Available:  
[http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/165315/tfm\\_indira\\_lazara\\_lanza\\_cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/165315/tfm_indira_lazara_lanza_cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 16 agosto 2022].
- [19] H. J. V. Buitrago, «Un Método para la Definición de Indicadores Clave de Rendimiento con base en Objetivos de Mejoramiento,» 15 10 2015. [En línea]. Available:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55737/1128277405.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 16 08 2022].
- [20] R. J. O. Ivan, «Desarrollo, aplicación y gestión de las key performance indicators (KPI) en área crítica del proceso logístico,» 10 07 2012. [En línea]. Available:  
[https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w/S8\\_desarrollo\\_aplicacion\\_gestion.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w/S8_desarrollo_aplicacion_gestion.pdf). [Último acceso: 16 08 2022].
- [21] A. S. S. Salazar, «Estudio de la implementación de la herramienta takt time en un proyecto de construcción,» 26 Febrero 2019. [En línea]. Available:  
<http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8993/1/43969.pdf>. [Último acceso: 16 Agosto 2022].
- [22] J. Melero, «Transgesa,» 29 Enero 2020. [En línea]. Available:  
<https://www.transgesa.com/blog/lead-time-produccion-y-logistica/>. [Último acceso: 16 Agosto 2022].

- [23] E. B. F. FINCOWSKY, «ORGANIZACION DE EMPRESAS,» de *ORGANIZACION DE EMPRESAS*, México, McGrawHil, 2009, p. 501.
- [24] G. Kanawaty, *INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO, SUIZA: 4ta ed. Ginebra*, 1996.
- [25] F. E. Meyers, *TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS, MÉXICO: PEARSON EDUCACION DE MEXICO*, 2000, p. 334.
- [26] B. W. N. A. Freivalds, *INGENIERIA INDUSTRIAL*, México DF: MCGrawHill, 2009.
- [27] N. Gabriel, «Scribd,» 20 03 2018. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/374330082/Tiempo-Improductivo>. [Último acceso: 04 08 2022].
- [28] B. Charles, «wikipedia.org,» 9 ABRIL 2021. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_industrial). [Último acceso: 2 5 2022].
- [29] F. G. Meza, «INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA INDUSTRIAL,» de *INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA INDUSTRIAL*, LIMA, UNIVERSIDAD CONTINENTAL, 2015, p. 10.

## ANEXO 1. Reporte de originalidad



## Document Information

|                   |   |
|-------------------|---|
| Analyzed document | Tesis Mena plagio_ING_CRISTIAN.pdf (D143447459) |
| Submitted         | 8/31/2022 6:52:00 PM                            |
| Submitted by      | william villa                                   |
| Submitter email   | manuel.villa@utc.edu.ec                         |
| Similarity        | 0%  |
| Analysis address  | manuel.villa.utc@analysis.orkund.com            |

## Sources included in the report

## Entire Document

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 1. INTRODUCCIÓN En la actualidad la purificación del agua es muy importante ya que se elimina los contaminantes del agua cruda para poder ser consumida y que esta no sea dañina para el ser humano. El agua en la provincia de Pastaza es entubada y no es tratada debidamente ya que es recolectada directamente de las afluentes (ríos) en los tanques de agua, por lo tanto, la venta de agua purificada es importante, teniendo una gran acogida en dicha provincia. El presente proyecto de investigación se desarrollará en la provincia de Pastaza cantón Pastaza ciudad de Puyo en la microempresa Nueva Cascada GSM. dicha microempresa nació como un negocio familiar hace 2 años, con una visión de mejorar la economía de cada uno de sus miembros y dando apertura a la creación de nuevos puestos de trabajo y oportunidades de desarrollo, dedicada a purificar el agua y envasarla en bidones de 20 litros, esta organización presenta conflictos en tiempos empleados en la producción y en cada una de sus áreas, provocando retrasos de gran relevancia, existen recorridos innecesarios que realizan los trabajadores en la planta desde el área de descarga hasta el área de lavado de bidones, por lo tanto, para hacerla más competitiva y mejorar la producción se realizará un estudio de tiempos pertinente en el cual se tomará información real de la misma, registrando los datos y evaluando el desempeño de la microempresa para tener un punto de referencia y así proponer un plan de mejoramiento para optimizar el proceso de purificado de agua. Por consiguiente, permitan determinar la capacidad de producción de la planta, además poder identificar las demoras en el proceso y poder optimizar el mismo. Al tener el estudio de tiempos terminado se procederá a realizar un análisis minucioso, permitiendo identificar varios puntos en los cuales existen falencias en el proceso, los cuales permitirán plantear alternativas para el mejoramiento y así aumentar la productividad de la empresa.

1.2 EL PROBLEMA En la microempresa Nueva Cascada GSM. dedicada al purificado de agua y envaso en bidones de 20 litros, se refleja muchas falencias en cuanto al proceso productivo. La planta de purificación de agua tiene una mala distribución por lo tanto se observa que el personal que trabaja en la microempresa realiza actividades múltiples y repetitivas en cada una de las áreas, dando apertura para que se ocasionen tiempos improductivos, distancias innecesarias por recorrer. Existe áreas que se pueden combinar y a su vez tener actividades que se puedan trabajar a la par sin tener tiempos de espera.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Las actividades que se realizan en las áreas de descarga, lavado, llenado, sellado y etiquetado son ejecutadas de manera manual causando lesiones en los trabajadores, la microempresa tiene 2 años de funcionamiento, además, dicha microempresa no tiene la debida información ni capacitación acerca de cómo un estudio de tiempos puede mejorar la producción, debido a que, no tienen registros de tiempos y ningún antecedente de algún estudio previo.

Por lo que resulta imprescindible realizar un estudio de tiempos que permitan mejorar



**ANEXOS**

## Anexo A. Formato para el registro de tiempos

| <b>Proceso: Lavado de bidones</b> |   | <b>REGISTRO DE TIEMPOS CRONOMETRADOS</b> |          |          |          |          |          | <b>segundos ( )</b> | <b>minutos ( )</b> |
|-----------------------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|--------------------|
| <b>N°</b>                         | <b>ACTIVIDAD</b>  | <b>1</b>                                 | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b>            | <b>8</b>           |
| 1                                 | Transporte del area de descarga al área de lavado               |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 2                                 | Preparado de agua con jabón desinfectante                       |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 3                                 | Lavado interior del bidón                                       |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 4                                 | Transporte al lavado exterior                                   |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 5                                 | Lavado exterior del bidon                                       |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 6                                 | Transporte para enjuagar interior del bidon                     |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 7                                 | Enjuague interior y exterior del bidon                          |  |          |          |          |          |          |                     |                    |
| 8                                 | Espera para el transporte del area de lavado al area de llenado |  |          |          |          |          |          |                     |                    |

Tabla A.1 Formato registro de tiempos

Anexo B. Toma de tiempos

| Proceso: Descarga de bidones |   | REGISTRO DE TIEMPOS CRONOMETRADOS |       |      |      |      |       | segundos ( ) | minutos ( ) |
|------------------------------|---|-----------------------------------|-------|------|------|------|-------|--------------|-------------|
| Nº                           | ACTIVIDAD   | 1                                 | 2     | 3    | 4    | 5    | 6     | 7            | 8           |
| 1                            | Ingreso de camión a la microempresa                             | 7,59                              | 7,82  | 7,63 | 7,77 | 7,85 | 7,67  | 7,71         |             |
| 2                            | Descarga del bidon  | 2,02                              | 2,10  | 2,09 | 2,33 | 2,45 | 2,19  | 2,38         |             |
| 3                            | Inspeccionar bidones  | 8,22                              | 7,96  | 8,36 | 9,66 | 8,45 | 7,65  | 8,75         |             |
| 4                            | Esperar para retirado de sellos y tapas                         | 5,06                              | 6,55  | 5,86 | 5,59 | 6,22 | 5,96  | 6,75         |             |
| 5                            | Retirar sellos y tapas del bidon                                | 6,46                              | 13,25 | 7,65 | 9,36 | 5,30 | 13,65 | 8,55         |             |
| 6                            | Esperar para transportar del área de descarga al área de lavado | 5,02                              | 5,33  | 5,45 | 5,22 | 5,86 | 5,18  | 5,13         |             |

| Proceso: Lavado de bidones |   | REGISTRO DE TIEMPOS CRONOMETRADOS |       |       |       |       |       | segundos ( ) | minutos ( ) |
|----------------------------|---|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------|
| Nº                         | ACTIVIDAD   | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7            | 8           |
| 1                          | Transporte del area de descarga al área de lavado               | 5,37                              | 5,66  | 5,42  | 5,52  | 5,40  | 5,71  |              |             |
| 2                          | Preparado de agua con jabón desinfectante                       | 40,32                             | 41,22 | 39,32 | 40,08 | 38,64 | 41,02 |              |             |
| 3                          | Lavado interior del bidón                                       | 6,25                              | 6,15  | 6,34  | 7,12  | 6,23  | 6,22  |              |             |
| 4                          | Transporte al lavado exterior                                   | 1,75                              | 1,89  | 1,73  | 1,45  | 1,59  | 1,82  |              |             |
| 5                          | Lavado exterior del bidon                                       | 8,33                              | 9,22  | 8,88  | 8,69  | 9,15  | 8,35  |              |             |
| 6                          | Transporte para enjuagar interior del bidon                     | 1,68                              | 2,02  | 1,73  | 1,33  | 1,42  | 1,32  |              |             |
| 7                          | Enjuague interior y exterior del bidon                          | 27,33                             | 26,45 | 26,62 | 27,35 | 27,93 | 26,35 |              |             |
| 8                          | Espera para el transporte del area de lavado al area de llenado | 7,44                              | 8,23  | 8,55  | 7,60  | 8,55  | 8,63  |              |             |

Tabla B.1 Toma de tiempos

| Proceso: Llenado de bidones |   | REGISTRO DE TIEMPOS CRONOMETRADOS |       |       |       |       |   | segundos ( ) | minutos ( ) |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|---|--------------|-------------|
| Nº                          | ACTIVIDAD   | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6 | 7            | 8           |
| 1                           | Transporte del area de lavado al area de llenado                        | 3,35                              | 4,02  | 3,85  | 3,42  | 3,55  |   |              |             |
| 2                           | Espera de bidon para ser llenado  | 15,22                             | 15,45 | 15,25 | 15,30 | 15,25 |   |              |             |
| 3                           | Transporte al suministro de agua purificada                             | 3,45                              | 3,46  | 4,06  | 3,65  | 4,33  |   |              |             |
| 4                           | Luz ultravioleta  | 1,05                              | 1,05  | 1,05  | 1,05  | 1,05  |   |              |             |
| 5                           | Ozono   | 2,15                              | 2,15  | 2,15  | 2,15  | 2,15  |   |              |             |
| 6                           | Llenado de bidon de agua purificada                                     | 30,70                             | 30,69 | 30,76 | 31,02 | 30,95 |   |              |             |
| 7                           | Espera de transporte al area de llenado al area de sellado y etiquetado | 15,02                             | 15,35 | 15,04 | 15,33 | 15,22 |   |              |             |

| Proceso: Sellado y etiquetado |  | REGISTRO DE TIEMPOS CRONOMETRADOS |       |       |       |       |       | segundos ( ) | minutos ( ) |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------|
| Nº                            | ACTIVIDAD  | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7            | 8           |
| 1                             | Transporte del area de llenado al area de sellado y etiquetado | 8,95                              | 7,96  | 9,22  | 8,36  | 7,75  | 8,99  |              |             |
| 2                             | Espera de sellado de válvula de bidon                          | 9,57                              | 8,66  | 9,36  | 10,65 | 9,93  | 9,68  |              |             |
| 3                             | Sellado de válvula y boquilla superior de bidon                | 14,02                             | 13,90 | 14,13 | 14,26 | 13,78 | 14,80 |              |             |
| 4                             | Espera de etiquetado de bidon                                  | 9,56                              | 9,88  | 8,76  | 8,96  | 8,63  | 9,66  |              |             |
| 5                             | Etiquetado de bidon  | 8,49                              | 8,63  | 9,35  | 8,23  | 8,01  | 8,76  |              |             |
| 6                             | Inspeccion de producto terminado                               | 7,78                              | 6,96  | 7,63  | 7,02  | 9,36  | 7,89  |              |             |
| 7                             | Almacenamiento de producto terminado                           | 3,85                              | 3,98  | 4,33  | 8,69  | 3,75  | 4,21  |              |             |
| 8                             | Carga de producto terminado                                    | 9,01                              | 8,90  | 9,23  | 10,36 | 9,65  | 9,35  |              |             |

Tabla B.2 Toma de tiempos

Anexo C. Cálculo de tiempo área de lavado

|             |                         | Obs1<br>(segundo<br>s) | Obs2<br>(segundo<br>s) | Obs3<br>(segundo<br>s) | Obs4<br>(segundo<br>s) | Obs5<br>(segundo<br>s) | Obs6<br>(segundo<br>s) | SUMA   | Tiempo<br>básico | Suplemento<br>s                | Tiempo<br>Estándar |
|-------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD 1 | Tiempo<br>observad<br>o | 5,37                   | 5,65                   | 5,42                   | 5,52                   | 5,4                    | 5,71                   | 33,07  | 5,51             | 11%                            | 6,12               |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 5,37                   | 5,65                   | 5,42                   | 5,52                   | 5,4                    | 5,71                   |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 2 | Tiempo<br>observad<br>o | 40,32                  | 41,22                  | 39,32                  | 40,68                  | 38,64                  | 41,02                  | 241,20 | 40,20            | 13%                            | 45,43              |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 40,32                  | 41,22                  | 39,32                  | 40,68                  | 38,64                  | 41,02                  |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 3 | Tiempo<br>observad<br>o | 6,25                   | 6,15                   | 6,34                   | 7,12                   | 6,23                   | 6,22                   | 38,31  | 6,39             | 13%                            | 7,22               |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 6,25                   | 6,15                   | 6,34                   | 7,12                   | 6,23                   | 6,22                   |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 4 | Tiempo<br>observad<br>o | 1,75                   | 1,89                   | 1,73                   | 1,45                   | 1,59                   | 1,82                   | 10,23  | 1,71             | 11%                            | 1,89               |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 1,75                   | 1,89                   | 1,73                   | 1,45                   | 1,59                   | 1,82                   |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 5 | Tiempo<br>observad<br>o | 8,37                   | 9,22                   | 8,88                   | 8,69                   | 9,15                   | 8,35                   | 52,66  | 8,78             | 16%                            | 10,18              |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 8,37                   | 9,22                   | 8,88                   | 8,69                   | 9,15                   | 8,35                   |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 6 | Tiempo<br>observad<br>o | 1,68                   | 2,02                   | 1,73                   | 1,33                   | 1,42                   | 1,32                   | 9,50   | 1,58             | 11%                            | 1,76               |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 1,68                   | 2,02                   | 1,73                   | 1,33                   | 1,42                   | 1,32                   |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 7 | Tiempo<br>observad<br>o | 27,33                  | 26,45                  | 26,52                  | 27,35                  | 27,93                  | 25,35                  | 160,93 | 26,82            | 11%                            | 29,77              |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 27,33                  | 26,45                  | 26,52                  | 27,35                  | 27,93                  | 25,35                  |        |                  |                                |                    |
| ACTIVIDAD 8 | Tiempo<br>observad<br>o | 7,44                   | 8,23                   | 8,55                   | 7,6                    | 8,55                   | 8,63                   | 49,00  | 8,17             | 11%                            | 9,07               |
|             | Valoración              | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    | 100                    |        |                  |                                |                    |
|             | Tiempo<br>básico        | 7,44                   | 8,23                   | 8,55                   | 7,6                    | 8,55                   | 8,63                   |        |                  |                                |                    |
|             |                         |                        |                        |                        |                        |                        |                        |        |                  | Tiempo<br>estándar<br>del área | 111,43             |

Tabla C.1 Cálculo del tiempo estándar

Anexo D. Cálculo de tiempo del área de llenado

|             |                  | Obs1<br>(segundos) | Obs2<br>(segundos) | Obs3<br>(segundos) | Obs4<br>(segundos) | Obs5<br>(segundos) | SUMA   | Tiempo<br>básico | Suplemento<br>s                 | Tiempo<br>Estándar |
|-------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|------------------|---------------------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD 1 | Tiempo observado | 3,35               | 4,02               | 3,85               | 3,42               | 3,55               | 18,19  | 3,64             | 11%                             | 4,04               |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 3,35               | 4,02               | 3,85               | 3,42               | 3,55               |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 2 | Tiempo observado | 15,22              | 15,45              | 15,85              | 15,3               | 15,25              | 77,07  | 15,41            | 11%                             | 17,11              |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 15,22              | 15,45              | 15,85              | 15,3               | 15,25              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 3 | Tiempo observado | 3,45               | 3,96               | 9,06               | 3,65               | 4,33               | 24,45  | 4,89             | 11%                             | 5,43               |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 3,45               | 3,96               | 9,06               | 3,65               | 4,33               |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 4 | Tiempo observado | 1,05               | 1,05               | 1,05               | 1,05               | 1,05               | 5,25   | 1,05             | 11%                             | 1,17               |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 1,05               | 1,05               | 1,05               | 1,05               | 1,05               |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 5 | Tiempo observado | 2,15               | 2,15               | 2,15               | 2,15               | 2,15               | 10,75  | 2,15             | 11%                             | 2,39               |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 2,15               | 2,15               | 2,15               | 2,15               | 2,15               |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 6 | Tiempo observado | 30,7               | 30,69              | 30,76              | 31,02              | 30,95              | 154,12 | 30,82            | 11%                             | 34,21              |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 30,7               | 30,69              | 30,76              | 31,02              | 30,95              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 7 | Tiempo observado | 15,02              | 15,35              | 15,04              | 15,33              | 15,22              | 75,96  | 15,19            | 11%                             | 16,86              |
|             | Valoración       | 100                | 100                | 100                | 100                | 100                |        |                  |                                 |                    |
|             | Tiempo básico    | 15,02              | 15,35              | 15,04              | 15,33              | 15,22              |        |                  |                                 |                    |
|             |                  |                    |                    |                    |                    |                    |        |                  | <b>Tiempo estándar del área</b> | <b>81,21</b>       |

Anexo E. Cálculo del tiempo del área de sellado y etiquetado

|             |                     | Obs1<br>(segundo) | Obs2<br>(segundo) | Obs3<br>(segundo) | Obs4<br>(segundo) | Obs5<br>(segundo) | Obs6<br>(segundo) | SUMA  | Tiempo<br>básico | Suplemento<br>s                         | Tiempo<br>Estándar |
|-------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|------------------|---|--------------------|
| ACTIVIDAD 1 | Tiempo<br>observado | 8,95              | 7,96              | 9,22              | 8,36              | 7,75              | 8,99              | 51,23 | 8,54             | 20%                                     | 10,25              |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 8,95              | 7,96              | 9,22              | 8,36              | 7,75              | 8,99              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 2 | Tiempo<br>observado | 9,57              | 8,66              | 9,36              | 10,65             | 9,93              | 9,68              | 57,85 | 9,64             | 11%                                     | 10,70              |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 9,57              | 8,66              | 9,36              | 10,65             | 9,93              | 9,68              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 3 | Tiempo<br>observado | 14,02             | 13,96             | 14,13             | 14,26             | 13,78             | 14,8              | 84,95 | 14,16            | 11%                                     | 15,72              |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 14,02             | 13,96             | 14,13             | 14,26             | 13,78             | 14,8              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 4 | Tiempo<br>observado | 9,56              | 9,88              | 8,76              | 8,96              | 8,63              | 9,66              | 55,45 | 9,24             | 11%                                     | 10,26              |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 9,56              | 9,88              | 8,76              | 8,96              | 8,63              | 9,66              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 5 | Tiempo<br>observado | 8,49              | 8,63              | 9,35              | 8,23              | 8,01              | 8,76              | 51,47 | 8,58             | 11%                                     | 9,52               |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 8,49              | 8,63              | 9,35              | 8,23              | 8,01              | 8,76              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 6 | Tiempo<br>observado | 7,78              | 6,96              | 7,63              | 7,02              | 9,36              | 7,89              | 46,64 | 7,77             | 11%                                     | 8,63               |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 7,78              | 6,96              | 7,63              | 7,02              | 9,36              | 7,89              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 7 | Tiempo<br>observado | 3,55              | 3,98              | 4,33              | 3,69              | 3,75              | 4,21              | 23,51 | 3,92             | 11%                                     | 4,35               |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 3,55              | 3,98              | 4,33              | 3,69              | 3,75              | 4,21              |       |                  |   |                    |
| ACTIVIDAD 8 | Tiempo<br>observado | 9,01              | 8,9               | 9,23              | 10,36             | 9,65              | 9,35              | 56,50 | 9,42             | 11%                                     | 10,45              |
|             | Valoración          | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |       |                  |   |                    |
|             | Tiempo<br>básico    | 9,01              | 8,9               | 9,23              | 10,36             | 9,65              | 9,35              |       |                  |   |                    |
|             |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |       |                  | <b>Tiempo<br/>estándar<br/>del área</b> | <b>79,87</b>       |

Tabla E.1 Cálculo de tiempo estándar

Anexo F. Cálculo de la propuesta área de llenado, sellado y etiquetado

|              |                  | Obs1<br>(segundo) | Obs2<br>(segundo) | Obs3<br>(segundo) | Obs4<br>(segundo) | Obs5<br>(segundo) | SUMA   | Tiempo<br>básico | Suplementos                     | Tiempo<br>Estándar |
|--------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|------------------|---------------------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD 1  | Tiempo observado | 3,35              | 3,52              | 3,62              | 4,02              | 3,85              | 18,36  | 3,67             | 11%                             | 4,08               |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 3,35              | 3,52              | 3,62              | 4,02              | 3,85              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 2  | Tiempo observado | 15,22             | 16,35             | 15,82             | 17,02             | 15,36             | 80,37  | 16,07            | 11%                             | 17,84              |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 15,22             | 16,35             | 15,82             | 17,02             | 15,36             |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 3  | Tiempo observado | 1,05              | 1,05              | 1,05              | 1,05              | 1,05              | 5,25   | 1,05             | 11%                             | 1,17               |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 1,05              | 1,05              | 1,05              | 1,05              | 1,05              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 4  | Tiempo observado | 2,15              | 2,15              | 2,15              | 2,15              | 2,15              | 10,75  | 2,15             | 11%                             | 2,39               |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 2,15              | 2,15              | 2,15              | 2,15              | 2,15              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 5  | Tiempo observado | 30,07             | 32,25             | 31,11             | 30,35             | 31,38             | 156,36 | 31,27            | 13%                             | 35,34              |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 30,07             | 32,25             | 31,11             | 30,35             | 31,38             |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 6  | Tiempo observado | 14,02             | 15,22             | 14,75             | 14,25             | 14,32             | 72,56  | 14,51            | 13%                             | 16,40              |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 14,02             | 15,22             | 14,75             | 14,25             | 14,32             |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 7  | Tiempo observado | 8,43              | 8,65              | 8,75              | 9,04              | 8,55              | 43,48  | 8,70             | 13%                             | 9,83               |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 8,43              | 8,65              | 8,75              | 9,04              | 8,55              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 8  | Tiempo observado | 7,78              | 7,65              | 8,01              | 8,35              | 7,96              | 33,75  | 7,95             | 13%                             | 8,38               |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 7,78              | 7,65              | 8,01              | 8,35              | 7,96              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 9  | Tiempo observado | 3,55              | 4,02              | 3,65              | 3,85              | 4,12              | 19,19  | 3,84             | 22%                             | 4,68               |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 3,55              | 4,02              | 3,65              | 3,85              | 4,12              |        |                  |                                 |                    |
| ACTIVIDAD 10 | Tiempo observado | 9,01              | 9,15              | 10,21             | 10,36             | 9,65              | 48,38  | 9,68             | 22%                             | 11,80              |
|              | Valoración       | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               |        |                  |                                 |                    |
|              | Tiempo básico    | 9,01              | 9,15              | 10,21             | 10,36             | 9,65              |        |                  |                                 |                    |
|              |                  |                   |                   |                   |                   |                   |        |                  | <b>Tiempo estándar del área</b> | <b>112,50</b>      |

Tabla F.1 Cálculo del tiempo estándar

Anexo G. Evidencias Fotográficas



Figura G.1 Purificadora de agua



Figura G.2 Lavado de bidones





Figura G.3 Llenado de bidones



Figura G.4 Sellado y etiquetado de bidones