



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Estandarización del proceso de Moldeo de fundición en la empresa  
FUNDI LASER- Ambato.

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Autor:**

**Taipe Tigse Edwin Javier**

**Tutor:**

**Mgs. María Fernanda Romero Villacrés**

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Edwin Javier Taipe Tigse**, con cédula de ciudadanía número **1850608975**, autor del trabajo de investigación titulado: **Estandarización del proceso de Moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER- Ambato**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Así mismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 05 de marzo de 2024.



Edwin Javier Taipe Tigse

C.I:1850608975

## **DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR**

Quien suscribe, **Mg. María Fernanda Romero Villacrés** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación **Estandarización del proceso de moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER-Ambato**, bajo la autoría de Edwin Javier Taípe Tigse; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 24 días del mes de Enero de 2024.



Mgs. María Fernanda Romero Villacrés  
**TUTOR(A)**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Estandarización del proceso de moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER-Ambato**, presentado por Edwin Javier Taípe Tigse, con cédula de identidad número 185060897-5 , bajo la tutoría de Mg. María Fernanda Romero Villacrés; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 5 días del mes de marzo de 2024.

Ángel Alberto Silva Conde , Mgs.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Luis Stalin López Telenchana , Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

José Vicente Soria Granizo, Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---



# CERTIFICACIÓN

Que, **TAIPE TIGSE EDWIN JAVIER** con CC: **185060897-5**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE MOLDEO DE FUNDICIÓN EN LA EMPRESA FUNDI LASER- AMBATO**", cumple con el 9%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 28 de Febrero de 2024.

Mg. María Fernanda Romero Villacrés  
TUTOR(A)

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios que me dio la oportunidad de llegar hasta este punto de la vida. A mis Padres Marco y Blanca que me dieron la vida, educación, apoyo y que fueron el pilar principal y mi motivación para superarme.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a Dios por guiarme en el trascurso de formación como profesional, mis Padres Marco Taípe y Blanca Tigse que fueron mi apoyo incondicional en este proceso, a mis Hermanas por sus palabras de motivación y consejos.

También quiero agradecer sinceramente a los docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo de la Carrera de Ingeniería Industrial por compartir sus conocimientos, en especial a la Ingeniera María Fernanda Romero por ser mi tutora de tesis y guiarme con su esfuerzo y dedicación.

# ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	16
1.1 Antecedentes .....	16
1.2 Problema .....	17
1.3 Justificación .....	19
1.4 Objetivos .....	20
1.4.1 Objetivo General .....	20
1.4.2 Objetivos específicos .....	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Estado del arte.....	21
2.2 Marco Teórico.....	21

2.3	Estandarización de procesos. ....	21
2.3.1	Diagrama de Ishikawa con método de las 5 M.....	23
2.3.2	Estudio de tiempos.....	25
2.3.3	Cursograma Analítico.....	28
2.3.4	Sistema de valoración Westinghouse.....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....		31
3.1	Tipo de investigación.....	31
3.2	Diseño de la investigación.....	31
3.3	Técnicas de Investigación.....	31
3.4	Población de estudio y tamaño de muestra,.....	31
3.5	Métodos de análisis, y procesamiento de datos. ....	32
3.6	Identificación de posibles causas de fallas de tapas de alcantarillado por Ishikawa con las 5M.....	33
3.7	Planteamiento de posibles soluciones a los problemas mediante herramienta de calidad 5 W.....	35
3.8	Cursograma actual de actividades del proceso de moldeo.....	36
3.9	Diagrama de recorrido del operador para la elaboración de tapas de alcantarillado.....	38
3.10	Determinación de número de observaciones para estudio de tiempo. ....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		54

4.1	Tiempo medio observado.....	54
4.2	Tiempo Normal.....	55
4.3	Tiempo estándar.....	56
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....		58
5.1	Cursograma de actividades propuesto. ....	58
5.2	Diagrama de recorrido Propuesto .....	60
5.3	Tiempo medio observado propuesto.....	61
5.4	Tiempo Normal propuesto .....	62
5.5	Tiempo estándar Propuesto.....	63
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		64
6.1	CONCLUSIONES .....	64
6.2	RECOMENDACIONES.....	65
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1</b>	Suplementos Según la OIT Para Valoración Por Westinghouse. ....	26
<b>Tabla 2</b>	Sistema De Valoración Westinghouse. ....	29
<b>Tabla 3</b>	Planteamiento De Soluciones Con Las 5 W. ....	35
<b>Tabla 4</b>	Cursograma Actual De Actividades Del Proceso De Moldeo. ....	36
<b>Tabla 5</b>	Tiempos Preliminares Observados De Preparación De Moldes. ....	40
<b>Tabla 6</b>	Tiempos Preliminares Observados De Llenado Y Compactado De Arena - Parte Superior. ....	42
<b>Tabla 7</b>	Tiempos Preliminares Observados De Inspección De Modelado. ....	43
<b>Tabla 8</b>	Tiempos Preliminares Observados De Preparación De Moldes- Parte Inferior. ....	45
<b>Tabla 9</b>	Tiempos Preliminares Observados De Llenado Y Compactado De Arena- Parte Inferior. ....	47
<b>Tabla 10</b>	Tiempos Preliminares Observados De Montaje De Molde Superior Con El Inferior. ....	49
<b>Tabla 11</b>	Tiempos Preliminares Observados De Desmontaje De Caja. ....	50
<b>Tabla 12</b>	Tiempos Preliminares Observados De Vertido Y Solidificado. ....	52
<b>Tabla 13</b>	Cálculo Del Tiempo Medio Observado. ....	54
<b>Tabla 14</b>	Cálculo Del Tiempo Normal. ....	55
<b>Tabla 15</b>	Cálculo Del Tiempo Estándar. ....	56
<b>Tabla 16</b>	Cursograma De Actividades Propuesto. ....	58
<b>Tabla 17</b>	Cálculo Del Tiempo Medio Del Proceso. ....	61
<b>Tabla 18</b>	Cálculo Del Tiempo Normal Propuesto. ....	62
<b>Tabla 19</b>	Cálculo Del Tiempo Estándar Propuesto. ....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ishikawa Con Las 5 M .....	33
<b>Figura 2</b> Diagrama de recorrido en el área de moldeo. ....	38
<b>Figura 3</b> Diagrama De Recorrido Propuesto. ....	60

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Fórmula de cálculo del tiempo promedio. ....	25
<b>Ecuación 2.</b> Fórmula de cálculo del tiempo normal. ....	25
<b>Ecuación 3.</b> Fórmula para calcular el factor de valoración por Westinghouse. ....	25
<b>Ecuación 4.</b> Fórmula de cálculo del tiempo estándar .....	26
<b>Ecuación 5.</b> Fórmula para el cálculo del número de observaciones .....	39
<b>Ecuación 6.</b> Fórmula para el cálculo de la media .....	39
<b>Ecuación 7.</b> Fórmula de cálculo de la desviación Típica.....	39

## **RESUMEN**

A través de la estandarización de procesos se puede obtener mejores resultados, determinando como, cuando y qué hacer, logrando así mejorar los métodos de trabajo en cada actividad o subproceso.

Con la estandarización del proceso de moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER se logra establecer los tiempos en cada actividad que debe realizar el operario , también permite el análisis de los factores que intervienen en el proceso tales como de material , maquinaria , métodos , medio ambiente y mano de obra que se utiliza se evaluará a través de Ishikawa aplicado con las 5 M entre otras herramientas de la mejora continua para el desarrollo del tema.

### **Palabras claves:**

Estandarización

Proceso de moldeo

Fundición

Piezas

## ABSTRACT

Process standardization can produce better results by determining how, when, and what to do, so enhancing work techniques in each activity or subprocess. With the standardization of the foundry moulding process at FUNDI LASER, it is feasible to determine the timings for each action that the operator must complete. It also allows for the investigation of the factors involved in the process, such as material, machinery, methods, medium environment, and labour used, which will be analysed using Ishikawa's 5 M, among other continuous improvement tools for the topic's progress.

**Keywords:** Standardization, Moulding process, Foundry, Parts



MARIO NICOLAS  
SALAZAR RAMOS

---

Revised by  
Mario N. Salazar

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCION.**

### **1.1 Antecedentes**

La presente investigación trata sobre la estandarización de procesos que es un tema importante para las empresas a nivel de todo el mundo.

Según (Chávez Z & Mercado G, 2017) mencionan que “la estandarización de procesos es una herramienta dinámica, en el cual se tiene que documentar los trabajos a realizar con la finalidad de crear una mejora continua en los procesos brindando así una ventaja competitiva”.

En la Ciudad de Ambato, Avenida Indoamérica, Barrio Santa Clara, se encuentra ubicada la empresa FUNDI LASER con más de 40 años en el mercado industrial, misma que se dedica a la fabricación y comercialización de tapas de alcantarillado de hierro nodular. En los últimos años se ha incrementado la demanda de este producto, generando que el proceso se realice de forma más rápida y por tal motivo genere ciertos defectos en el artículo final, provocando los reprocesos y la demora en este producto, afectando a la productividad de la empresa.

Actualmente la empresa está atravesando problemas con sus productos debido a defectos por porosidad a causa de la etapa de moldeo de tapas de alcantarillado, lo cual genera reprocesos y pérdidas de dinero. Por tal razón se realiza el estudio del proceso de modelado de fundición con el fin de estandarizar y evitar los problemas mencionados.

Con estos antecedentes una de las propuestas para la posible solución del problema es la estandarización del proceso de moldeo de fundición de tapas de alcantarillado en la Empresa, herramienta que permite realizar y entregar el producto con buenos estándares de

calidad de acuerdo con los requisitos del cliente y la empresa, buscando llegar a la mejora continua.

Para lograr la estandarización del proceso de moldeo de fundición se tomará en cuenta el entorno de trabajo como, tiempo, actividades, personal con sus habilidades para desarrollar su actividad laboral, para ello se utilizará herramientas de la mejora continua como Ishikawa, analizando las 5M (maquinaria, material, mano de obra, métodos, medio ambiente), posterior a ello se establecerá el método adecuado para establecer un tiempo estándar del proceso con las siguientes herramientas: cursograma analítico, método Westinghouse, estudio de tiempos, etc.

La estandarización de los procesos es importante puesto que mediante la misma se logra obtener una mejora en los productos, estableciendo que hacer, como hacer y en qué tiempo hacer el trabajo, con estas condiciones se logra obtener buenos resultados al final de las actividades realizadas.

Según (Espíndola M & Hernández J, 2020) mencionan que:

El proceso de estandarización tiene sus inicios en el siglo XIX donde la innovación técnica floreció y surgieron grandes sumas de inventos relevantes para los procesos modernos por lo que se puede apreciar claramente la relación entre los avances tecnológicos y la estandarización. Sin embargo, los procesos de estandarización pueden aplicarse a cualquier actividad y área de conocimiento por lo que la cantidad de posibilidades de encontrar casos de éxito puede resultar extremadamente amplia.

## **1.2 Problema**

Una empresa con un procesos no normalizados se vuelve inadecuada y está destinada a cometer errores que afectan la calidad del producto y en efecto la insatisfacción de los

clientes, esto hace que la compañía no sea competitiva y quede fuera del mercado dentro del sector al que pertenece.

En México de acuerdo con (Espíndola M & Hernández J, 2020) en su artículo titulado revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico hace referencia a las:

Altas exigencias de los mercados para satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes y consumidores, inherentemente provoca una competencia entre las empresas para atraer mayor cantidad de clientes y lograr una supervivencia comercial, si no se modernizan, 25% de las empresas podrían desaparecer en un plazo menor de 7 años si no entran en un proceso de transformación.

En un ambiente altamente competitivo, las empresas buscan ofrecer más y mejores servicios a precios atractivos para los clientes sin afectar sus beneficios, una estrategia para lograrlo es minimizando los costos de producción a través de la estandarización de procesos, ya que reduce fallas, desperdicios y aumenta la productividad.

En Ecuador existen empresas dedicadas al sector siderúrgico y metalúrgico tales como Fundireciclar y Fedimetal que cuentan con certificaciones de calidad, ofertando su producto a nivel nacional e internacional lo cual puede causar como consecuencia la baja en su producción y ventas para la empresa Fundilaser en caso de continuar con sus problemas relacionados con la porosidad del producto de tapas de alcantarillado. Por tal razón se busca mejorar la productividad y la calidad de sus productos a través de la mejora y estandarización de sus procesos en cada una de sus etapas y poder ofertar el mejor producto al público.

En el presente año la Empresa FUNDI LASER Ubicada en la Ciudad de Ambato dedicada a la producción de piezas de alcantarillado ha sufrido inconvenientes por fallas de porosidad en el producto final, en el día se fabrican 30 tapas de alcantarillado de diámetro 60 cm de las cuales de 3 a 5 salen con defectos graves y se reprocesa, generando una pérdida de 70 dólares por cada tapa de alcantarillado y el resto de tapas que no contienen fallas excesivas se dan los acabados finales para cubrir defectos del proceso.

### **1.3 Justificación**

En el artículo titulado Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico (Enrique J & Velázquez M, 2020) menciona que:

Gracias a la capacitación sobre un método validado de trabajo se logró reducir el 60% de los retrabajos en el área de confección en una empresa textil por problemas de calidad. Se logró así mismo aumentar la productividad del área y de las áreas subsiguientes. Mejorando además la motivación de todos los trabajadores involucrados en el proyecto.

Por otra parte (Espíndola M & Hernández J, 2020) en su artículo titulado Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico, señalan que:

En México en un ambiente altamente competitivo, las empresas buscan ofrecer más y mejores servicios a precios atractivos para los clientes sin afectar sus beneficios, una estrategia para lograrlo es minimizando los costos de producción a través de la estandarización de procesos.

De acuerdo con lo antes mencionado la estandarización de un proceso es de gran beneficio para una empresa debido que ayuda a mejorar la calidad de trabajo esto enfocado en

trabajadores y el producto final que se oferta al cliente con ello se ofrece competitividad en el mercado generando mayor confianza en el sector comercial.

La empresa FUNDI LASER es una siderúrgica de la Provincia de Tungurahua que busca brindar a sus clientes un producto de calidad a través de la mejora continua de sus procesos y reducir los defectos en las tapas de alcantarillado, por lo tanto el proyecto de investigación permitirá mejorar el proceso de moldeo a través de la estandarización, ayudando a brindar calidad en sus productos, reducir reprocesos, eliminar actividades que no generan valor y por consiguiente evitar pérdidas de dinero.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Estandarizar el proceso de moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER-Ambato.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar las causas de los defectos en el producto que generan los reprocesos
- Determinar el método y el tiempo estándar actual del proceso de producción de tapas de alcantarillado, utilizando herramientas del estudio de trabajo
- Elaborar la propuesta de estandarización de tiempos en el proceso de moldeo de tapas de alcantarillado.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Estado del arte.**

En la Universidad Privada del Norte en Perú, (Torres & Zúñiga, 2018) en su investigación titulada Estandarización de procesos operativos y su influencia en la productividad de la empresa “industria Trujillo” determinan que la estandarización de procesos influye en la productividad, incrementando la eficiencia operacional en el área de producción de la empresa, logrando optimizar los tiempos de producción (Torres & Zúñiga, 2018)

Por otra parte de acuerdo con (Zúñiga, 2021), de la Universidad de Guayaquil en su informe se titulación denominado estandarización del proceso operativo del área de soplado (envases Pet) menciona que “la falta de procedimientos adecuados y socializados de la empresa San Miguel hace que las acciones de fuerza de trabajo, maquinaria y herramientas funcionen descoordinadamente lo que conlleva a la insatisfacción del cliente”.

Considerando el trabajo de investigación de (Zúñiga, 2021), se puede mencionar que con la estandarización del proceso logró reducir los tiempos, ordenar actividades generando mayor eficiencia del trabajador lo cual es una mejora para la empresa San Miguel.

### **2.2 Marco Teórico**

### **2.3 Estandarización de procesos.**

Según (Productivity Press Development Team, 2002), se puede definir a la estandarización como una acción que implica:

- Informar cómo se ha de ejecutar.
- Establecer la adhesión de los procesos.

- Propiciar una mejora continua.

Por otra parte (Crandi, 2021) menciona que las principales contribuciones que genera igualar los procesos en una empresa son:

- Reducir el balance de pérdidas.
- Formación de la cultura de la empresa.
- Aumentar la transparencia en la producción.
- Evitar variar la forma de diseñar el producto (Crandi, 2021).

Otros autores definen que la estandarización de procesos es una herramienta dinámica, en el cual se tiene que documentar los trabajos a realizar, materiales y aquellas herramientas que se utilizarán con la finalidad de crear una mejora continua en los procesos brindando así una ventaja competitiva. Es decir, en líneas claras la estandarización y el planeamiento de control dentro de una empresa tienen una relación directa. En conclusión, la estandarización no es más que la aplicación del estándar en la organización siendo de manera formal un punto importante en la dirección de producción, determinando ya en este punto los recursos necesarios y cuál será la manera de aplicar los estándares determinados en la institución (Chávez Z & Mercado G, 2017).

La estandarización de procesos en las empresas es el conjunto de acciones mediante las cuales se garantiza que las actividades dentro de esta se realicen con patrones establecidos y formalizados. Gracias a esta estandarización se pueden establecer las entradas y salidas de cada uno de los procesos, las especificaciones, las normas y los procedimientos que se deben cumplir, obteniendo entonces un nivel de calidad constante. Dentro de una empresa perseguir los mismos objetivos es clave para generar un desarrollo en la compañía. Por eso, la estandarización de procesos se vuelve fundamental, ya que

permite lograr un mejoramiento continuo con aportes de todos los involucrados (Soto C, 2017).

Las características que avalan la realización de una estandarización son:

- Garantizar que las actividades se puedan cumplir aún en ausencia del dueño del proceso.
- Tener un criterio único a la hora de ejecutar y tomar decisiones en procesos.
- Realizar la medición y el control de procesos y por ende su gestión y mejora.
- Establecer claramente las responsabilidades de cada persona perteneciente a un equipo de trabajo.
- Ahorrar tiempo en la organización y coordinación previa ya que está existe un estándar que permite que las actividades se realicen de forma más eficiente (Soto C, 2017).

Para obtener buenos resultados es necesario estandarizar las condiciones de trabajo incluyendo materiales, maquinaria, equipos, métodos de trabajo, tiempos, conocimiento y habilidad del personal para ello se utilizará lo siguiente:

### **2.3.1 Diagrama de Ishikawa con método de las 5 M**

El diagrama de Ishikawa o diagrama de Pescado es un método conocido por indagar, encontrar y detectar la raíz de un problema o efecto negativo en una empresa aplicando el método de las “5 M” analizando los cinco pilares fundamentales alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema. Estas cinco “M” son las siguientes:

**Máquina:** Un análisis de las entradas y salidas de cada máquina que interviene en el proceso, así como de su funcionamiento de principio a fin y los parámetros de configuración, permitirán saber si la causa raíz de un problema está en ellas. A veces no es fácil, sobre todo

cuando intervienen máquinas complejas y no se puede “acceder fácilmente a las tripas” o no se tiene un conocimiento profundo de sus mecanismos, pero siempre se puede hacer algo, por ejemplo, aislar partes o componentes hasta localizar el foco del problema (Grandes Pymes, 2012).

**Método:** Se trata de cuestionarse la forma de hacer las cosas. Cuando se diseña un proceso, existen una serie de circunstancias y condicionantes (conocimiento, tecnología, materiales,) que pueden variar a lo largo del tiempo y no ser válidos a partir de un momento dado. Un sistema que antes funcionaba, puede que ahora no sea válido. Un cambio en otro proceso puede afectar a algún “input” del que está fallando (Grandes Pymes, 2012).

**Mano de obra:** El personal puede ser el origen de un fallo. Existe el fallo humano, que todos conocemos y sino no se informa y forma a la gente en el momento adecuado, pueden surgir los problemas. Cambios de turno en los que el personal saliente no informa al entrante de incidencias relevantes, es un ejemplo (Grandes Pymes, 2012).

**Medio ambiente:** Las condiciones ambientales pueden afectar al resultado obtenido y provocar problemas. Valorar las condiciones en las que se ha producido un fallo, nunca está de más, ya que puede que no funcione igual una máquina con el frío de la primera hora de la mañana que con el calor del mediodía, por ejemplo (Grandes Pymes, 2012).

**Materia prima:** Los materiales empleados como entrada son otro de los posibles focos en los que puede surgir la causa raíz de un problema. Contar con un buen sistema de trazabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro y durante el proceso de almacenaje permitirá tirar del hilo e identificar materias primas que pudieran no cumplir ciertas especificaciones o ser defectuosas (Grandes Pymes, 2012)

### 2.3.2 Estudio de tiempos

El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Salazar B, 2019).

**Tiempo promedio:** tiempo promedio del ciclo de operación medido con un cronometro en el puesto de trabajo. Consiste en tomar el tiempo de la misma operación varias veces, usualmente son 5 veces y luego se promedia (Ramírez, 2017).

*Ecuación 1. Fórmula de cálculo del tiempo promedio.*

$$TP = \frac{\text{tiempos observados}}{\text{número de observaciones}}$$

**Tiempo Normal:** Es el tiempo que tarda un operario conocedor del trabajo en desarrollar la actividad que está siendo objeto de estudio, a un ritmo normal y sin interrupciones (Euroinnova, 2021).

*Ecuación 2. Fórmula de cálculo del tiempo normal.*

$$TN = TP * FV$$

Donde:

*Ecuación 3. Fórmula para calcular el factor de valoración por Westinghouse.*

$$FV = 1 + H + E + C + C$$

De acuerdo con el método de Westinghouse el factor de valoración esta dado por la suma de uno más habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia.

**Tiempo Estándar:** Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente cualificado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido. El tiempo estándar debe incluir los coeficientes y suplementos de

descanso, otros suplementos y tareas frecuentes debidas a la tarea (Gonzales & Bernal, 2012).

Fórmula de cálculo

*Ecuación 4. Fórmula de cálculo del tiempo estándar*

$$TE = TN * \text{Suplemento total}$$

De acuerdo con la OIT presenta los suplementos constantes y variables para valoración por género masculino y femenino mismo que se detalla a continuación.

**Tabla 1**

*Suplementos Según la OIT Para Valoración Por Westinghouse.*

Suplementos Constantes		
Suplementos	H	M
Por necesidades personales	5	7
Por fatiga	4	4
Suplementos variables		
Suplementos	H	M
Por trabajar de pie	2	4
<b>Por postura anormal</b>		
Ligeramente incómodo	0	1
Inclinado	2	3
Echado estirado	7	7
Suplementos Variables		
Suplementos	H	M

<b>Uso de fuerza muscular Kg</b>	0	1
2,5		
5	1	2
7,5	2	3
10	3	5
12,5	4	6
15	5	8
17,5	7	10
20	9	13
22,5	11	16
25	13	20
30	17	
35,5	22	

<b>Suplementos variables</b>		
<b>Suplementos</b>	<b>H</b>	<b>M</b>
<b>Mala iluminación</b>		
Ligeramente por debajo	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
<b>Concentración intensa</b>		
Trabajo de cierta presión	0	0
Fatigoso	2	2
Muy fatigoso	5	5
<b>Ruidos</b>		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	2	2
Estridente y fuerte	5	5
<b>Tensión mental</b>		

Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo	4	4
Muy complejo	8	8
Monotonía		
Algo monótono	0	0
Bastante monótono	1	1

*Nota: Tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

### 2.3.3 Cursograma Analítico

Diagrama que representa todas las acciones (operación, transporte, inspección, espera y almacenaje) que tienen lugar en el desarrollo de un trabajo, mostrando, de este modo, la trayectoria de un producto e incluyendo los tiempos requeridos para cada acción y las distancias recorridas. Este diagrama presenta un nivel de detalle superior al sinóptico ya que registra mayor cantidad de información, que luego podrá ser utilizada para mejorar el proceso (Sanchis, 2020).

### 2.3.4 Sistema de valoración Westinghouse

El método de Westinghouse busca nivelar las actividades que se realizan y el tiempo que éstas toman evaluando factores. Esta valoración es la medición de las actividades del operario durante el estudio de tiempos en función de una actividad normal. Se evalúan aquellos factores que rodean el trabajo y determinan el ambiente mismo.

Las bases de esta valoración están determinadas por cuatro factores:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones
- Consistencia

**Habilidad:** Es definida como pericia resultante de un método determinado, la destreza

puesta de manifiesto se juzga en función de las definiciones y es comparada con un concepto normal con sus desviaciones (Solis, 2021).

**Esfuerzo:** El esfuerzo se define como el anhelo de trabajo, se considera que está siempre

bajo control del operario, se juzga en función del espíritu con el que el operario acomete su trabajo (Solis, 2021).

**Condiciones:** Son aquellas que afectan al operario más que a la ejecución. Se consideran

incluidos con fines de nivelación la luz, el calor, la ventilación; o mejor, las variaciones de estas condiciones, o sea, lo que es suministrado normalmente para una operación determinada. Las condiciones de este factor cubren sólo desviaciones inferiores a partir de lo normal (Solis, 2021).

**Consistencia:** Se hace la recomendación que debe determinarse la causa de la falta de concordancia y corregirla, mejor que graduarla. No existe una medida determinada para los diversos grados de concordancia (Solis, 2021).

**Tabla 2**

*Sistema De Valoración Westinghouse.*

Sistema de valoración Westinghouse		
Puntaje	Código	Descripción
0,15	A1	Superior
0,13	A2	
0,11	B1	Excelente
0,08	B2	
0,06	C1	Bueno
0,03	C2	

0	D	Promedio
-0,05	E1	Ligero
-0,1	E2	
-0,16	F1	Pobre
ESFUERZO		
0,13	A1	Excesivo
0,12	A2	
0,1	B1	Excelente
0,08	B2	
0,05	C1	Bueno
0,02	C2	
0	D	Promedio
-0,04	E1	Ligero
-0,08	E2	
-0,12	F1	Pobre
CONDICIONES		
0,06	A	Ideal
0,04	B	Excelente
0,02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0,03	E	Ligero
-0,07	F	Pobre
CONSISTENCIA		
0,04	A	Perfecto
0,03	B	Excelente
0,01	C	Bueno
0	D	Promedio
-0,02	E	Ligero
-0,04	F	Pobre

*Nota: Tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA.**

### **3.1 Tipo de investigación**

Investigación no experimental: Es una investigación que no demuestra la ejecución de un antes y después.

### **3.2 Diseño de la investigación**

Investigación descriptiva: Es un tipo descriptivo porque se va a recolectar información del proceso y detallar los aspectos encontrados ayudándonos con información de libros, revistas científicas, documentos de referencia.

### **3.3 Técnicas de Investigación**

- Investigación bibliográfica documental
- Análisis documental
- Análisis de contenido
- Investigación de campo
- Observación

### **3.4 Población de estudio y tamaño de muestra,**

- Población total de la empresa.

21 trabajadores

- Población en el área de fundición

12 trabajadores en el área de fundición.

### **3.5 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.**

La Empresa Fundi Laser para la fabricación de tapas de alcantarillado utiliza maquinaria, herramientas, materias primas y aditivos que se detallan a continuación:

#### **Maquinaria:**

- Mezclador
- Molino
- Martillo Neumático
- Tecele
- Compresor

#### **Herramientas**

- Carretillas
- Palas
- Modelo de tapa
- Cucharillas

#### **Materia Prima**

- Arena verde
- Chatarra

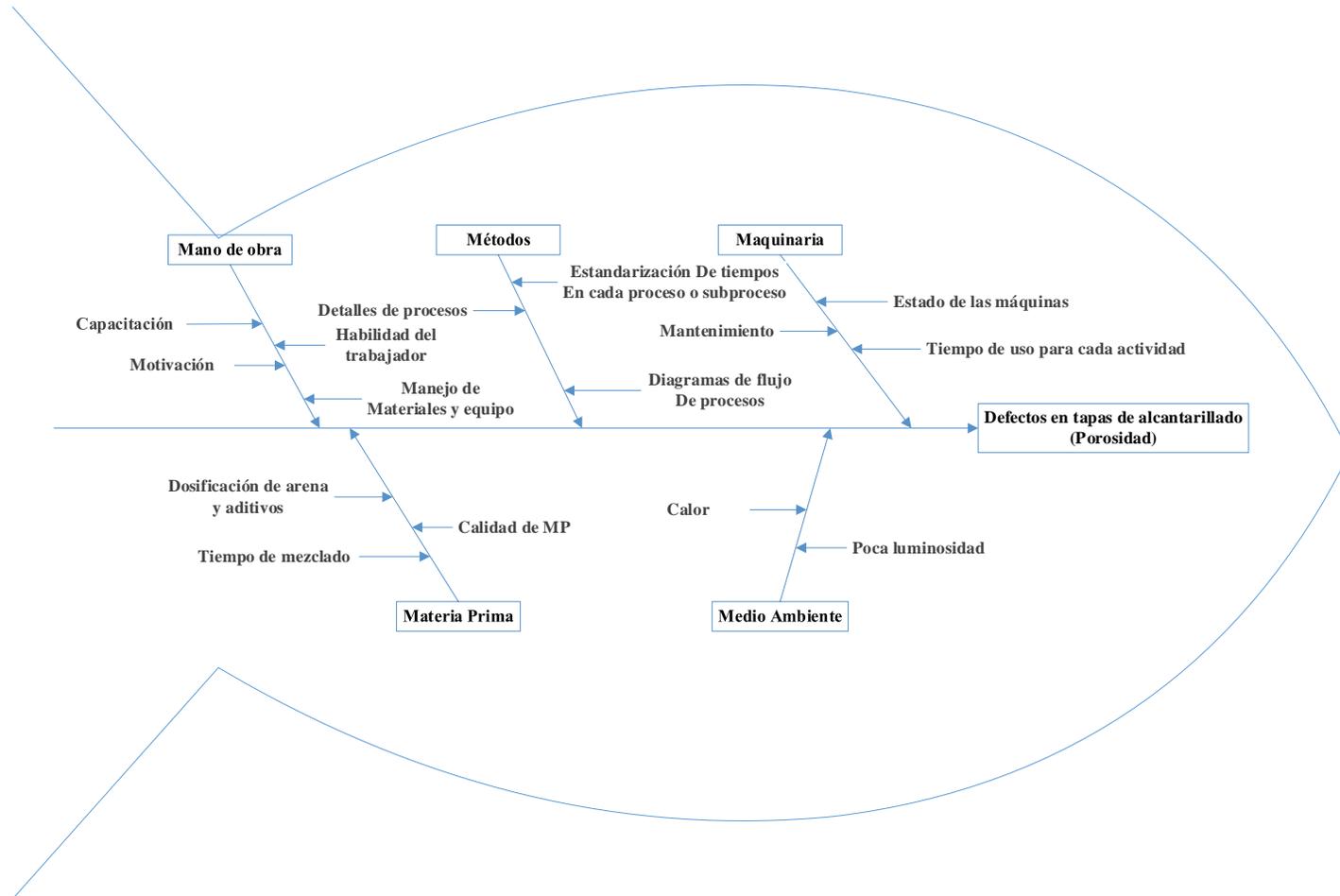
#### **Aditivos**

- Sílice
- Bentonita
- Carbón bituminoso

### 3.6 Identificación de posibles causas de fallas de tapas de alcantarillado por Ishikawa con las 5M

Figura 1

Ishikawa Con Las 5 M



Nota: Elaborado por el Autor, 2023.

Una vez analizado los factores que pueden influir en el trabajo dentro del área de modelado en la fabricación de tapas de alcantarillado, se realizó entrevistas con los trabajadores con el objetivo de generar una lluvia de ideas y verificar si están de acuerdo con las causas que genera los problemas en el proceso de moldeo obteniendo como resultado que efectivamente el proceso no está estandarizado, no hay tiempos definidos para uso de maquinaria, y no existe capacitación continua por tales razones se procede a presentar posibles soluciones para los problemas presentes en la etapa para lo cual se utilizará la herramienta de gestión de calidad denominado 5 W, en la misma que se planteará posibles soluciones para mejorar el proceso.

### 3.7 Planteamiento de posibles soluciones a los problemas mediante herramienta de calidad 5 W

Tabla 3

*Planteamiento De Soluciones Con Las 5 W.*

<b>Causa</b>	<b>What Qué Actividad</b>	<b>When Cuando Tiempo</b>	<b>Where Dónde Lugar</b>	<b>Who Quien Responsable</b>	<b>Why Por qué Justificar acción a desarrollar</b>
Estandarización de tiempos	Realizar estudio de tiempos del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado. Elaboración de diagrama de recorrido	Periodo abril-Agosto	Empresa FUNDI LASER Área de modelado	Tesista (Javier Taípe)	Ayudar a la empresa a establecer tiempos para las actividades a realizar en el área de modelado
Tiempo de uso de maquinaria para cada actividad	Determinar tiempo estándar del proceso	Periodo abril-Agosto	Empresa FUNDI LASER	Tesista (Javier Taípe)	Establecer tiempo de uso de maquinaria para las actividades a desarrollar
Capacitación	Capacitar al personal de trabajo en el área	Periodo abril-Agosto	Empresa FUNDI LASER	Encargado del proceso de producción (Ing. Jairo Villagrán)	Evitar errores y reforzar conocimientos del proceso

*Nota: Elaborado por el Autor, 2023.*

Una vez realizado el análisis de los posibles problemas para que las tapas de alcantarillado salgan con defectos de porosidad se procede a elaborar el método de trabajo actual mediante un cursograma analítico mismo que ayudará a detallar el proceso para la fabricación del producto que ofrece la empresa FUNDI LASER.

### 3.8 Cursograma actual de actividades del proceso de moldeo

Tabla 4

Cursograma Actual De Actividades Del Proceso De Moldeo.

Elementos		N°	Actividades	SIMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)
				○	⇨	D	□	▽		
 <b>FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO</b>										
Empresa: Fundilaser								Evento		Total
Actividad: Modelado de tapas de alcantarillado		Método Actual		x		O		Operación:		28
						⇨		Transporte:		14
Analista: Javier Taipe		Método Propuesto				D		Retrasos:		1
						□		Inspección:		1
Operadores: Carlos Álvarez William Sánchez		Área: Modelado				▽		Almacenamiento:		1
								Tiempo(min):		93,43
								Distancia(m):		72,66
PREPARACIÓN DE MOLDES-PARTE SUPERIOR DE LA TAPA		1	Trasladar los modelos desde estantería para armado de moldes de las tapas encima de tablero de madera	○	⇨				0,2	4,5
		2	Colocar modelo de tapa	○	⇨				0,26	0
		3	Armar caja de moldeo de la parte superior	○	⇨				0,18	0
		4	Transportar pistola de airea presión	○	⇨				0,1	5,1
		5	Limpiar la caja con aire a presión	○	⇨				0,18	0
		6	Colocar plombagina en la caja de moldeo armada	○	⇨				0,45	0
LLENADO Y COMPACTADO DE ARENA-PARTE SUPERIOR DE LA TAPA		7	Traer arena de moldeo del mezclador	○	⇨				3,17	7,28
		8	Colocar arena de moldeo dentro de la caja.	○	⇨				1,63	0
		9	Traer arena de relleno del molino	○	⇨				2,91	6,9
		10	Llenar caja con arena de relleno	○	⇨				2,09	0
		11	Traer martillo neumatico	○	⇨				0,27	3,7
		12	Compactar arenas colocadas en la caja	○	⇨				5,13	0
INSPECCIÓN DEL MODELADO		13	Transportar el tecele mecánico	○	⇨				0,3	4,4
		14	Izar con el tecele para girar la parte superior de la caja	○	⇨				0,84	0
		15	Descolgar la parte superior de la caja	○	⇨				0,16	0
		16	Inspeccionar el molde de la parte superior de la tapa	○	⇨				3,76	0
PREPARACIÓN DE MOLDES-PARTE INFERIOR DE LA TAPA		17	Preparar tablero de madera para armar la caja para la parte inferior de la tapa	○	⇨				0,21	0
		18	Colocar modelo de la parte inferior de la tapa	○	⇨				0,33	0
		19	Armar caja de moldeo de la parte inferior	○	⇨				0,17	0
		20	Transportar pistola de aire a presión	○	⇨				0,13	5,1
		21	Limpiar la caja con aire a presión	○	⇨				0,2	0
		22	Colocar plombagina en la caja de moldeo armada para la parte inferior	○	⇨				1	0
		23	Colocar tubo para vertido de colada	○	⇨				0,1	0

LLENADO Y COMPACTADO DE ARENA- PARTE INFERIOR DE LA TAPA	24	Traer arena de moldeo del mezclador		3,44	7,28				
	25	Colocar arena de moldeo dentro de la caja.		2,33	0				
	26	Traer arena de relleno del molino		3,22	6,9				
	27	Llenar caja con arena de relleno para la parte inferior de la tapa		2,17	0				
	28	Traer martillo neumatico		0,71	3,7				
	29	Compactar arenas colocada en la caja		5,78	0				
MONTAJE DE MOLDE SUPERIOR CON EL INFERIOR	30	Transportar el tecele mecánico		0,42	4,4				
	31	Izar caja con molde de la parte inferior		0,61	0				
	32	Colocar caja del molde inferior sobre el molde superior		0,55	0				
	33	Fijar las dos cajas con seguros		0,35	0				
	34	Izar las cajas con tecele mecánico		0,22	0				
	35	Transportar mecanicamente las cajas a la zona de vertido		0,47	1,2				
DESMONTAJE DE CAJAS	36	Almacenar las cajas con el molde en la zona de vertido		0,21	0				
	37	Desmontar las cajas		1,35	0				
	38	Colocar arena alrededor de las cajas moldeadas		0,65	0				
VERTIDO Y SOLIDIFICACIÓN	39	Transportar el tecele mecánico con recipiente caliente		0,39	6,1				
	40	Verter colada en recipiente caliente		0,18	0				
	41	Transportar colada a la zona de vertido		0,38	6,1				
	42	Verter colada en moldes de tapas superior e inferior		0,21	0				
	43	Solidificar la tapa de alcantarillado		35	0				
	44	Esperar que se enfrie completamente el molde		10	0				
	45	Retiro de la tapa del molde de arena		1,05	0				
	TOTAL			28	14	1	1	1	93,46

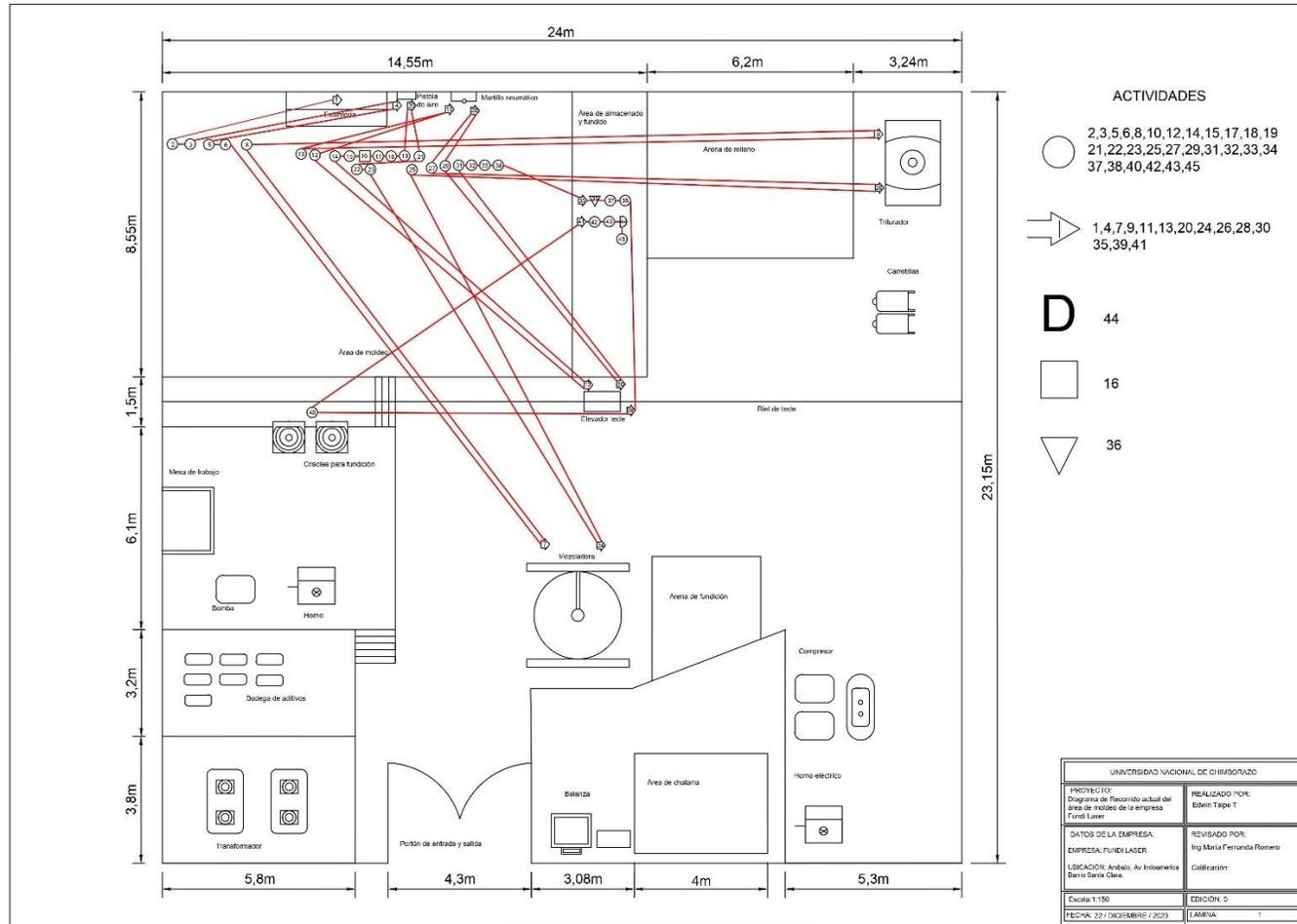
*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Una vez levantado y analizado el método actual, utilizando el diagrama de actividades o Cursograma analítico se pudo determinar que el método de trabajo está dado por, 28 operaciones, 14 transportes, 1 demora, 1 inspección y 1 almacenamiento.

### 3.9 Diagrama de recorrido del operador para la elaboración de tapas de alcantarillado

Figura 2

Diagrama de recorrido en el área de moldeo.



Nota: Elaborado por el autor, 2023.

Una vez levantado y analizado el método actual, utilizando diagrama de recorrido se pudo identificar la distancia que recorre el operador, teniendo un total de 72,66 metros.

### 3.10 Determinación de número de observaciones para estudio de tiempo.

De acuerdo con (Criollo, 2005) “El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación se puede determinar mediante los procedimientos” (p.204).

- Fórmulas estadísticas
- Tabla de Westinghouse
- Criterio de General Electric.

Una vez mencionados los métodos validos utilizados para el determinar el número de observaciones que se deberán realizar se procede a calcular utilizando la formula estadística.

*Ecuación 5. Fórmula para el cálculo del número de observaciones*

$$N = \left( \frac{k * \theta}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Donde

k = 2 para industria general y representa al 95% de confianza

e = margen de error

x = media de los datos

*Ecuación 6. Fórmula para el cálculo de la media*

$$\bar{x} = \frac{\text{Suma de los datos}}{\text{número de terminos}}$$

$\theta$  = Desviación Típica

*Ecuación 7. Fórmula de cálculo de la desviación Típica*

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Una vez dada la fórmula con datos preliminares se procede con el cálculo para cada los elementos del proceso.

- Preparación de moldes-parte superior de la tapa

**Tabla 5**

*Tiempos Preliminares Observados De Preparación De Moldes.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
1,37	2	1,37 - 1,40 = -0,03	$(-0,03)^2$ = 0,0009	0,0018
1,41	1	1,41- 1,40 = -0,01	$(-0,01)^2$ = 0,0001	0,0001
1,43	1	1,43 – 1,40 = 0,03	$(0,03)^2$ = 0,0009	0,0009
1,39	1	1,39 - 1,40 = - 0,01	$(0,01)^2$ =0,0001	0,0001
1,48	1	1,48 – 1,40 =0,08	$(0,08)^2$ =0,0064	0,0064
<b>Total</b>	<b>6</b>			<b>0,0093</b>

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{1,37 + 1,37 + 1,41 + 1,43 + 1,39 + 1,48}{6}$$

$$\bar{x} = 1,40$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{0,0093}{6}}$$

$$\theta = 0,039$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left(\frac{k * \theta}{e * \bar{x}}\right)^2 + 1$$

$$N = \left(\frac{2 * 0,039}{0,04 * 1,40}\right)^2 + 1$$

$$N = 1,94 + 1$$

$$N = 2,94 = 3$$

De acuerdo con la formula estadística se debe realizar 3 observaciones para el análisis y estudios de tiempos para el elemento preparación de moldes-parte superior de la tapa

- Llenado y compactado de arena-parte superior

**Tabla 6***Tiempos Preliminares Observados De Llenado Y Compactado De Arena -Parte Superior.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
15,2	1	15,2 - 15,4 = -0,2	$(-0,2)^2$ = 0,04	0,04
14,8	1	14,8 - 15,4 = -0,6	$(-0,6)^2$ = 0,36	0,36
15	1	15 - 15,4 = -0,4	$(0,4)^2$ = 0,16	0,16
15,7	1	15,7 - 15,4 = 0,3	$(0,3)^2$ = 0,09	0,09
15,3	1	15,3 - 15,4 = -0,1	$(0,1)^2$ = 0,01	0,01
16,4	1	16,4 - 15,4 = 1	$(1)^2$ = 1	1
Total	6			1,66

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{15,2 + 14,8 + 15 + 15,7 + 15,3 + 16,4}{6}$$

$$\bar{x} = 15,4$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{1,66}{6}}$$

$$\theta = 0,53$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left(\frac{k * \theta}{e * \bar{x}}\right)^2 + 1$$

$$N = \left(\frac{2 * 0,53}{0,04 * 15,4}\right)^2 + 1$$

$$N = 2,96 + 1$$

$$N = 3,96 = 4$$

- Inspección de modelado

**Tabla 7**

*Tiempos Preliminares Observados De Inspección De Modelado.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
5,06	1	5,06 - 5,73	$(-0,67)^2$	0,45

			= -0,67	= 0,45	
5,15	1	5,15 - 5,73	(-0,58) <sup>2</sup>		0,34
			= -0,58	= 0,34	
6,01	1	6,01 - 5,73	(0,28) <sup>2</sup>		0,078
			= 0,28	= 0,078	
6,03	1	6,03 - 5,73	(0,3) <sup>2</sup>		0,09
			= 0,3	= 0,09	
6,2	1	6,2 - 5,73	(0,47) <sup>2</sup>		0,22
			= 0,47	= 0,22	
5,9	1	5,9 - 5,73	(0,17) <sup>2</sup>		0,029
			= 0,17	= 0,029	
Total	6				1,20

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{5,06 + 5,15 + 6,01 + 6,03 + 6,2 + 5,9}{6}$$

$$\bar{x} = 5,73$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{1,20}{6}}$$

$$\theta = 0,44$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left( \frac{k * \theta}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

$$N = \left( \frac{2 * 0,44}{0,04 * 5,73} \right)^2 + 1$$

$$N = 14,74 + 1$$

$$N = 15,74 = 16$$

- Preparación de moldes-parte inferior de la tapa

**Tabla 8**

*Tiempos Preliminares Observados De Preparación De Moldes- Parte Inferior.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
2,14	1	2,14 - 2,54 = -0,4	$(-0,4)^2$ = 0,16	0,16
2,81	1	2,81 - 2,54 = 0,27	$(0,27)^2$ = 0,072	0,072
2,33	1	2,33 - 2,54 = -0,21	$(-0,21)^2$ = 0,044	0,044

2,5	1	2,5 - 2,54 = 0,04	(0,04) <sup>2</sup> = 0,09	0,0016
3	1	3 - 2,54 = 0,46	(0,46) <sup>2</sup> = 0,22	0,21
2,47	1	2,47 - 2,54 = -0,07	(-0,07) <sup>2</sup> = 0,029	0,0049
<hr/>				
Total	6			0,49
<hr/>				

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{2,14 + 2,81 + 2,33 + 2,5 + 3 + 2,47}{6}$$

$$\bar{x} = 2,54$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\Sigma f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{0,49}{6}}$$

$$\theta = 0,28$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left( \frac{k * \theta}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

$$N = \left( \frac{2 * 0,28}{0,04 * 2,54} \right)^2 + 1$$

$$N = 30,3 + 1$$

$$N = 31,3 = 31$$

- Llenado y compactado de arena-parte inferior

**Tabla 9**

*Tiempos Preliminares Observados De Llenado Y Compactado De Arena- Parte Inferior.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
17,65	1	17,65 - 17,53	$(0,12)^2$	0,0144
		= 0,12	= 0,0144	
18,03	1	18,03 - 17,53	$(0,5)^2$	0,25
		= 0,5	= 0,25	
17,23	1	17,23 - 17,53	$(-0,3)^2$	0,09
		= -0,3	= 0,09	
16,93	1	16,93 - 17,53	$(-0,6)^2$	0,36
		= - 0,6	=0,36	
17,1	1	17,1 - 17,53	$(-0,43)^2$	0,18
		= - 0,43	=0,18	
18,21	1	18,21 - 17,53	$(0,68)^2$	0,46
		= 0,68	= 0,46	

Total	6	1,86
-------	---	------

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{17,65 + 18,03 + 17,23 + 16,93 + 17,1 + 18,21}{6}$$

$$\bar{x} = 17,53$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{1,86}{6}}$$

$$\theta = 0,56$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left( \frac{k * \theta}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

$$N = \left( \frac{2 * 0,56}{0,04 * 17,53} \right)^2 + 1$$

$$N = 2,55 + 1$$

$$N = 3,55 = 4$$

- Montaje de molde superior con el inferior

**Tabla 10***Tiempos Preliminares Observados De Montaje De Molde Superior Con El Inferior.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
2,62	1	2,62 - 3 = - 0,38	$(-0,38)^2$ = 0,14	0,14
3,02	1	3,02 - 3 = 0,02	$(0,02)^2$ = 0,004	0,004
2,9	1	2,9 - 3 = - 0,10	$(-0,1)^2$ = 0,01	0,01
3	1	3 - 3 = 0	$(0)^2$ = 0	0
3,17	1	3,17 - 3 = 0,17	$(0,17)^2$ = 0,028	0,028
3,31	1	3,31 - 3 = 0,31	$(0,31)^2$ = 0,096	0,096
<b>Total</b>	<b>6</b>			<b>0,278</b>

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{2,62 + 3,02 + 2,9 + 3 + 3,17 + 3,31}{6}$$

$$\bar{x} = 3$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{0,278}{6}}$$

$$\theta = 0,21$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left(\frac{k * \theta}{e * \bar{x}}\right)^2 + 1$$

$$N = \left(\frac{2 * 0,21}{0,04 * 3}\right)^2 + 1$$

$$N = 12,25 + 1$$

$$N = 13,25 = 13$$

- Desmontaje de caja

**Tabla 11**

*Tiempos Preliminares Observados De Desmontaje De Caja.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
2,21	1	2,21 - 2,61	$(-0,4)^2$	0,16
		= - 0,4	= 0,16	
2,16	1	2,16 - 2,61	$(-0,45)^2$	0,20

			= - 0,45	= 0,20	
3,02	1	3,02 - 2,61	(0,41) <sup>2</sup>		0,17
			= 0,41	= 0,17	
3,17	1	3,17 - 2,61	(0,56) <sup>2</sup>		0,31
			= 0,56	= 0,31	
2,4	1	2,4 - 2,61	(-0,21) <sup>2</sup>		0,044
			= - 0,21	= 0,044	
2,69	1	2,69 - 2,61	(0,08) <sup>2</sup>		0,0064
			= 0,08	= 0,0064	
<hr/>					
Total	6				0,89
<hr/>					

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{2,21 + 2,16 + 3,02 + 3,17 + 2,4 + 2,69}{6}$$

$$\bar{x} = 2,61$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{0,89}{6}}$$

$$\theta = 0,38$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left( \frac{k * \theta}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

$$N = \left( \frac{2 * 0,38}{0,04 * 2,61} \right)^2 + 1$$

$$N = 53 + 1$$

$$N = 54$$

- Vertido y Solidificado

**Tabla 12**

*Tiempos Preliminares Observados De Vertido Y Solidificado.*

Datos preliminares	frecuencia	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$f(x_i - \bar{x})^2$
47,21	1	47,21- 47,63 = - 0,42	$(-0,42)^2$ = 0,17	0,17
47,83	1	47,83 - 47,63 = 0,2	$(0,2)^2$ = 0,04	0,04
47,23	1	47,23- 47,63 = -0,4	$(-0,4)^2$ = 0,16	0,16
47,96	2	47,96 - 47,63 = 0,33	$(0,33)^2$ = 0,10	0,20
47,6	1	47,6 - 47,63 = - 0,03	$(-0,03)^2$ = 0,0009	0,0009
Total	6			0,57

*Nota: Formato de tabla tomado del libro Estudio del trabajo (Criollo, 2005).*

Calcular la media de los datos preliminares observados

$$\bar{x} = \frac{47,21 + 47,83 + 47,23 + 47,96 + 47,96 + 47,6}{6}$$

$$\bar{x} = 47,63$$

Calcular la desviación típica

$$\theta = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{0,57}{6}}$$

$$\theta = 0,30$$

Reemplazar los datos utilizando un margen de error del 4%

$$N = \left( \frac{k * \theta}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

$$N = \left( \frac{2 * 0,30}{0,04 * 47,63} \right)^2 + 1$$

$$N = 0,099 + 1$$

$$N = 1,09$$

Una vez realizado el cálculo del número de observaciones , se tiene como resultado que se deben ejecutar 15 observaciones para el proceso de investigación.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Tiempo medio observado

**Tabla 13**

*Cálculo Del Tiempo Medio Observado.*

Elementos principales	FUNDI LASER - AMBATO															Tiempo medio		
	FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO																	
	CICLOS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Preparación de moldes parte superior de la tapa	1,37	1,37	1,41	1,43	1,39	1,48	1,33	1,61	1,81	1,53	1,35	1,32	1,41	1,5	1,72	1,47		
Llenado y compactado de arena-Parte superior de la tapa	15,2	14,8	15	15,7	15,3	16,4	15,05	15,29	15,9	15	15,03	15,46	16	16,06	15,59	15,45		
Inspección de Modelado	5,06	5,15	6,01	6,03	6,20	5,9	5,15	6,12	5,82	5,1	6,24	6,09	5,24	5,55	6	5,71		
Preparación de moldes-Parte inferior de la tapa.	2,14	2,81	2,33	2,5	3	2,47	2,67	2,29	2,63	3,01	3,09	2,56	2,93	2,45	2,41	2,62		
Llenado y compactado de arena-Parte inferior de la tapa	17,65	18,03	17,23	16,93	17,1	18,21	17,44	17	18,15	17,86	17,07	18,15	17,61	17,26	17,81	17,57		
Montaje de molde superior con el inferior	2,62	3,02	2,9	3	3,17	3,31	3,41	3,05	2,86	2,61	3,29	3,21	2,93	2,67	2,93	3		
Desmontaje de cajas	2,21	2,16	3,02	3,17	2,4	2,69	2,47	2,63	3,17	2,95	2,33	3	2,74	2,86	3,03	2,72		
Vertido y solidificado	47,21	47,83	47,23	47,96	47,6	47,08	46,98	47,01	47,11	47,33	47,96	47,22	47,44	47,88	47	47,39		
																	<b>TOTAL</b>	95,93

*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Para el cálculo del tiempo medio observado se realizaron 15 ciclos de los elementos principales del proceso de modelado, logrando así obtener un tiempo medio del proceso de 95,93 minutos.

## 4.2 Tiempo Normal

**Tabla 14**

*Cálculo Del Tiempo Normal.*

Elementos principales	Tiempo medio	Calificación del operario por Westinghouse				FV=1+H+E+C+C	Tiempo Normal (min)
		Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia		
Preparación de moldes de la parte superior de la tapa	1,47	0,08	0,02	0,02	0,01	1,13	1,66
Llenado y compactado de arena-Parte superior de la tapa	15,45	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	17,15
Inspección de Modelado	5,71	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	6,34
Preparación de moldes-Parte inferior de la tapa.	2,62	0,08	0,02	0,02	0,01	1,13	2,96
Llenado y compactado de arena-Parte inferior de la tapa	17,57	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	19,50
Montaje de molde superior con el inferior	3	0,08	0,02	0,02	0,01	1,13	3,39
Desmontaje de cajas	2,72	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	3,02
Vertido y solidificado	47,39	0,08	0,02	-0,03	0,01	1,08	51,18
<b>TOTAL</b>							<b>105,20</b>

*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Valorando el ritmo de trabajo del operario por el método de Westinghouse en el que se califica 4 factores como:

Habilidad, esfuerzo , condiciones y consistencia se pudo obtener diferentes valoraciones. Estos datos permitieron obtener un tiempo normal de 105,20 minutos.

### 4.3 Tiempo estándar

**Tabla 15**

*Cálculo Del Tiempo Estándar.*

Elemento	Tiempo Normal (min)	Suplementos constantes			Suplementos variables			Suplemento total	Tiempo Estandar (Min)
		Necesidades Personales	Fatiga	Por trabajar de pie	Uso de fuerza muscular (Kg)	Ruidos(Intermitente y fuerte)			
Preparación de moldes parte superior de la tapa	1,66	5%	4%	2%	(5kg)	1%	2%	14%	1,80
Llenado y compactado de arena parte superior de la tapa	17,15	5%	4%	2%	(17,5)	7%	2%	20%	17,35
Inspección de modelado	6,34	5%	4%	2%	0%		2%	13%	6,47
Preparación de moldes- Parte inferior de la tapa	2,96	5%	4%	2%	(5kg)	1%	2%	14%	3,10
Llenado y compactado de arena- Parte Inferior de la tapa	19,5	5%	4%	2%	(17,5)	7%	2%	20%	19,70
Montaje de molde supererrior con el inferior	3,39	5%	4%	2%	0%		2%	13%	3,52
Desmontaje de cajas	3,02	5%	4%	2%	(5kg)	1%	2%	14%	3,16
Vertido y solificación	51,18	5%	4%	2%	(30kg)	17%	2%	30%	51,48
<b>TOTAL</b>									<b>106,58</b>

*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Partiendo de los suplementos establecidos por la OIT (Tabla 1), se determina un suplemento total para cada elemento . Considerando los suplementos constantes y variables que se refieren las necesidades personales y fatiga, así como por trabajar de pie, uso de fuerza muscular y presencia de ruido. Porcentaje de suplementos que permiten obtener el tiempo estándar de 106,58 minutos.

## CAPÍTULO V. PROPUESTA

### 5.1 Cursograma de actividades propuesto.

**Tabla 16**

*Cursograma De Actividades Propuesto.*

Empresa: Fundilaser		FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO							
Actividad: Modelado de tapas de alcantarillado		Método Actual							
Analista: Javier Taípe		Método Propuesto		X					
Operadores: Carlos Álvarez William Sánchez		Área: Modelado							
				Evento					
				O	Operación: 20				
				⇨	Transporte: 9				
				D	Retrasos: 1				
				□	Inspección: 2				
				▽	Almacenamiento: 1				
				Tiempo(min): 83,36					
				Distancia(m): 45,28					
Elementos	N°	Actividades	O	⇨	D	□	▽	Tiempo (min)	Distancia (m)
PREPARACIÓN DE MOLDES-PARTE SUPERIOR E INFERIOR DE LA TAPA	1	Trasladar en carretillas los modelos desde estantería para armado de moldes de las tapas encima de tablero	●					0,41	4,5
	2	Colocar modelo de tapa	●					0,47	0
	3	Armar caja de moldeo de la parte superior e inferior	●					0,4	0
	4	Transportar pistola de aire a presión	●					0,1	5,1
	5	Limpiar las cajas con aire a presión	●					0,29	0
	6	Colocar plumbagina en la caja de moldeo superior e inferior de moldeo	●					0,71	0
	7	Colocar tubo en la caja inferior para el vertido de colada	●					0,1	0
LLENADO Y COMPACTADO DE ARENA-PARTE SUPERIOR E INFERIOR DE LA TAPA	8	Traer arena de moldeo del mezclador	●					3,62	7,28
	9	Colocar arena de moldeo dentro de las cajas para la parte superior e inferior	●					2,03	0
	10	Traer arena de relleno del molino	●					3,12	6,9
	11	Llenar las cajas con arena de relleno de la parte superior e inferior	●					3,08	0
	12	Traer martillo neumático	●					0,27	3,7
	13	Compactar arenas colocadas en las cajas	●					10,89	0
INSPECCIÓN DEL MODELADO-PARTE SUPERIOR E INFERIOR DE LA TAPA	14	Transportar el teclé mecánico	●					0,3	4,4
	15	Izar con el teclé para girar la parte superior de la caja	●					0,84	0
	16	Descolgar la parte superior de la caja	●					0,16	0
	17	Inspeccionar el molde de la parte superior de la tapa	●					3,76	0
	18	Izar con el teclé para girar la parte inferior de la caja	●					0,84	0
	19	Inspeccionar el molde de la parte inferior de la caja	●					1,13	0

MONTAJE DE MOLDE SUPERIOR CON EL INFERIOR	20	Descolgar el molde de la caja inferior sobre la superior	●	0,34	0				
	21	Fijar las dos cajas con seguros	●	0,35	0				
	22	Izar las cajas con tecle mecánico	●	0,26	0				
	23	Transportar mecánicamente las cajas a la zona de vertido	●	0,47	1,2				
DESMONTAJE DE CAJAS	24	Almacenar las cajas con el molde en la zona de vertido	●	0,21	0				
	25	Desmontar las cajas	●	1,35	0				
	26	Colocar arena alrededor de las cajas moldeadas	●	0,65	0				
VERTIDO Y SOLIDIFICACIÓN	27	Transportar el tecle mecánico con recipiente caliente	●	0,39	6,1				
	28	Verter colada en recipiente caliente	●	0,18	0				
	29	Transportar colada a la zona de vertido	●	0,38	6,1				
	30	Verter colada en moldes de tapas superior e inferior	●	0,21	0				
	31	Solidificar la tapa de alcantarillado	●	35	0				
	32	Esperar que se enfrie completamente el molde	●	10	0				
	33	Retiro de la tapa del molde de arena	●	1,05	0				
<b>TOTAL</b>			20	9	1	2	1	83,36	45,28

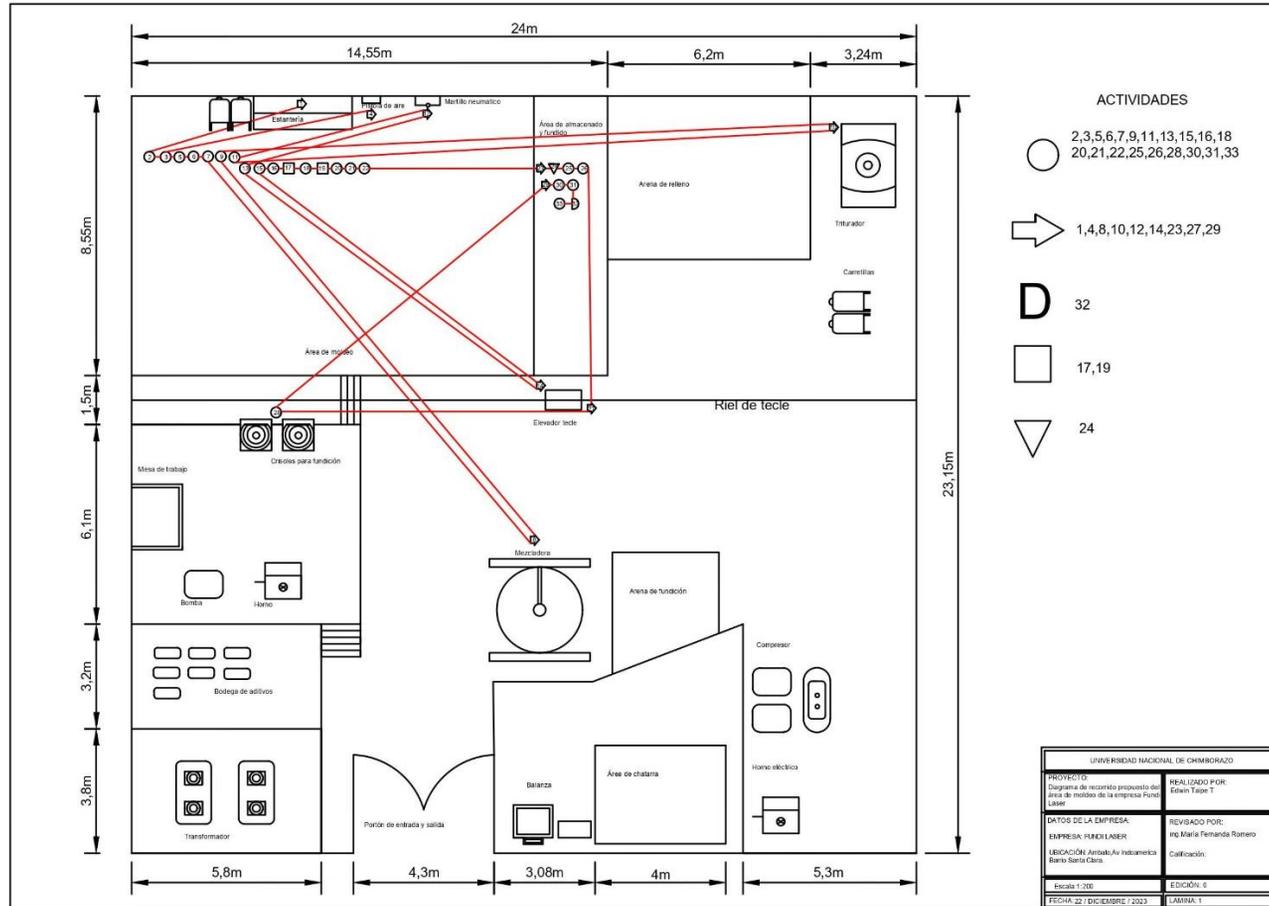
*Nota. Elaborado por el autor, 2023*

Con este método propuesto al combinar actividades similares se logró reducir el tiempo empleado en el proceso de fabricación de tapas de alcantarillado de 93,46 a 83,36 minutos con un total de 20 operaciones, 9 transportes, 1 demora, 2 inspecciones y 1 almacenamiento.

## 5.2 Diagrama de recorrido Propuesto

Figura 3

Diagrama De Recorrido Propuesto.



Nota: Elaborado por el autor, 2023.

Planteando la propuesta del diagrama de recorrido se pudo minimizar la distancia que se mueve el operador de 72,66 a 45,28 metros optimizando una distancia de 27,38 m.

### 5.3 Tiempo medio observado propuesto

**Tabla 17**

*Cálculo Del Tiempo Medio Del Proceso.*

 <b>FUNDI LASER - AMBATO</b> <b>FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO</b> CICLOS																
Elementos principales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	<b>TIEMPO MEDIO</b>
Preparación de moldes para parte superior e inferior de la tapa.	2,48	2,41	2,43	2,39	2,45	2,35	2,36	2,4	2,51	2,63	2,4	2,39	2,37	2,41	2,49	2,43
Llenado y compactado de arena-Parte superior e inferior de la tapa.	23,01	23,08	23,1	23,1	23,11	23,14	23,32	23,2	23,1	23,41	23,13	23,02	23,2	23,2	23,11	23,14
Inspección de Modelado-Parte superior e inferior de la tapa.	7,03	7,15	7,01	7,03	7,2	7,09	7,15	7,12	7,21	7,1	7,07	7,08	7,13	7,2	7,11	7,11
Montaje de molde superior con el inferior.	1,42	3,02	2,9	3	3,17	3,31	3,41	3,05	2,86	2,61	3,29	3,21	2,93	2,67	2,93	2,92
Desmontaje de cajas.	2,21	2,16	3,02	3,17	2,40	2,69	2,47	2,63	3,17	2,95	2,33	3,00	2,74	2,86	3,03	2,72
Vertido y solidificado.	47,21	47,83	47,23	47,96	47,60	47,08	46,98	47,01	47,11	47,33	47,96	47,22	47,44	47,88	47,00	47,39
																<b>TOTAL</b> 85,72

*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Con los 15 ciclos realizados se establece un tiempo medio propuesto para el proceso de moldeo de 85,72 minutos

## 5.4 Tiempo Normal propuesto

**Tabla 18**

*Cálculo Del Tiempo Normal Propuesto.*

Elementos principales	TIEMPO medio observado	Calificación del operario por Westinghouse					FV=1+H+E+C+C	Tiempo Normal (min)
		Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia			
Preparación de moldes para la parte superior e inferior de la tapa.	2,43	0,08	0,02	0,02	0,01	1,13	2,75	
Llenado y compactado de arena-Parte superior e inferior	23,14	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	25,69	
Inspección de Modelado- Parte superior e inferior de la tapa.	7,11	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	7,89	
Montaje de molde superior con el inferior.	2,92	0,08	0,02	0,02	0,01	1,13	3,2996	
Desmontaje de cajas.	2,72	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11	3,02	
Vertido y solidificado.	47,39	0,08	0,02	-0,03	0,01	1,08	51,18	
						<b>TOTAL</b>	<b>93,82</b>	

*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Utilizando la valoración del ritmo de trabajo por el método de Westinghouse se califica la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia en cada uno de los elementos calculando así un tiempo normal de 93,82 minutos

## 5.5 Tiempo estándar Propuesto

**Tabla 19**

*Cálculo Del Tiempo Estándar Propuesto.*

Elemento	Tiempo Normal (min)	Suplementos constantes		Suplementos variables			Suplemento total	Tiempo Estandar (Min)
		Necesidades Personales	Fatiga	Por trabajar de pie	Uso de fuerza muscular (Kg)	Ruidos(Intermitente y fuerte)		
Preparación de moldes parte superior e inferior de la tapa.	2,49	5%	4%	2%	(7,5kg) 2%	2%	15%	2,64
Llenado y compactado de arena parte superior e inferior de la tapa.	29,18	5%	4%	2%	(22,5) 11%	2%	24%	29,42
Inspección de modelado- Parte superior e inferior de la tapa.	6,51	5%	4%	2%	0%	2%	13%	6,64
Montaje de molde supererrior con el inferior.	3,45	5%	4%	2%	0%	2%	13%	3,58
Desmontaje de cajas .	2,77	5%	4%	2%	(7,5kg) 2%	2%	15%	2,92
Vertido y solificación.	51,18	5%	4%	2%	(30kg) 17%	2%	30%	51,48
<b>TOTAL</b>								<b>96,68</b>

*Nota: Elaborado por el autor, 2023.*

Para el cálculo el tiempo estándar propuesto se tomó en cuenta los suplementos constantes y variables que son necesidades personales, fatiga, por trabajar de pie, uso de fuerza muscular, y ruido, obteniendo así un tiempo estándar de 96,68 minutos.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- Utilizando la herramienta Ishikawa con método de las 5 M se pudo determinar las posibles causas del problema. Para definir las causas potenciales se aplicó la herramienta lluvia de ideas con los trabajadores, teniendo como resultado las siguientes: estandarización del proceso, tiempo de uso inadecuado de maquinaria, falta de capacitación. Por estas razones se presenta posibles soluciones utilizando la herramienta de gestión de calidad denominado 5 W, determinando así realizar estudio de tiempos, elaborar diagrama de recorrido, cursograma analítico, y capacitación para el personal.
- Para poder determinar el mejor método se estableció el cursograma analítico acompañado del diagrama de recorrido. Una vez que se determinó el método actual se calculó el número de observaciones por elemento del proceso para así obtener el tiempo medio, para establecer el tiempo normal se realizó por valoración del ritmo de trabajo Westinghouse calificando habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, finalmente para definir el tiempo estándar se consideró los suplementos constantes y variables que son: necesidades personales, fatiga, trabajo de pie, uso de fuerza muscular y ruido, con todos estos parámetros se determinó que el tiempo estándar actual para elaborar 1 tapa es de 106,58 minutos con 28 operaciones, 14 transportes, 1 demora, 1 inspección y 1 almacenamiento y una distancia total recorrida por el operador de 72,66 metros.
- La mejoras se realizó mediante la combinación de actividades que se pueden realizar al mismo tiempo tanto para la parte inferior y superior de la tapa las cuales son armado

de la caja, colocación y compactado de arena. Se logró reducir el tiempo estándar del proceso de 106,58 a 96,68 minutos optimizando así 9,9 minutos, así también una reducción de operaciones de 28 a 20, transportes de 14 a 9 y la distancia recorrida por el operario de 72,66 a 45,28 metros

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- Una vez definido el método y tiempo estándar para elaboración de tapas del proceso de moldeo y determinado el tiempo estándar para la fabricación de una tapa de alcantarillado se recomienda a la Empresa Fundi Laser considerar la propuesta del método establecido teniendo en cuenta que los cálculos presentados muestran optimización de tiempo, y menor distancia recorrida por parte del operario y permitirá incrementar la producción.
- Para optimizar los tiempos que realiza el operario en el llenado de cajas con arena de moldeo y relleno se recomienda utilizar carretillas con mayor capacidad de carga para evitar el traslado frecuente del operario hacia el molino y el mezclador, siempre y cuando no afecte la salud y seguridad del trabajador.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Criollo, R. G. (2005). *Estudio del trabajo*. Mc Graw Hill.

Solis, F. (2021). *Studocu*. Studocu: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-sedes-sapientiae/gerencia-de-proyectos/capitulo-medicion-westinghouse/17243257>

Zuñiga, D. (2021). *ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPERATIVO DEL ÁREA DE SOPLADO (ENVASES PET) EN LA EMPRESA SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET.*

Chávez Z, & Mercado G. (2017). “*ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA NEGOCIACIONES MINERA CHAVEZ SAC, AÑO 2017.*”

Crandi, A. (2021). *¿Qué es la estandarización de procesos y cuál es su importancia?* <https://academia.crandi.com/negocios-digitales/estandarizacion-de-procesos/>

Enrique, J., & Velázquez, M. (2020). *Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla. 4.* <https://doi.org/10.35429/JIE.2020.13.4.1.7>

Espíndola, M., & Hernández, J. (2020). *Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico.*

Euroinnova. (2021). *QUE ES EL TIEMPO NORMAL | Web Oficial EUROINNOVA.* <https://www.euroinnova.mx/blog/que-es-el-tiempo-normal>

Gonzales, R., & Bernal, J. (2012). *Check list / Listas de chequeo: ¿Qué es un checklist y cómo usarlo? – PDCA Home.* <https://www.pdcahome.com/check-list/>

- Grandes Pymes. (2012). *Las 5 “M” como método para localizar la causa raíz de un problema* / *Grandes Pymes*. <https://www.grandespymes.com.ar/2011/04/08/las-5-m-como-metodo-para-localizar-la-causa-raiz-de-un-problema/>
- Ramírez, N. (2017). *MEDICIÓN DEL TRABAJO: TIEMPO NORMAL, TIEMPO ESTÁNDAR*.  
*Sesión* 07 (07).  
[https://www.academia.edu/32845710/MEDICI%C3%93N\\_DEL\\_TRABAJO\\_TIEMPO\\_NORMAL\\_TIEMPO\\_EST%C3%81NDAR\\_Sesi%C3%B3n\\_07](https://www.academia.edu/32845710/MEDICI%C3%93N_DEL_TRABAJO_TIEMPO_NORMAL_TIEMPO_EST%C3%81NDAR_Sesi%C3%B3n_07)
- Salazar B. (2019). *Estudio de tiempos » Medición del trabajo » Ingeniería Industrial*.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>
- Sanchis, R. (2020). *Diagramación de Procesos*.
- Soto C. (2017). *ESTANDARIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE CREACIÓN DEL MODELO DE PRE-MEZCLA, MINA EL TENIENTE* [Universidad de Chile].  
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145919/Estandarizacion-de-las-etapas-de-creacion-del-modelo-de-pre-mezcla-Mina-El-Teniente.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, R., & Zúñiga, R. (2018). *ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS OPERATIVOS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA “INDUSTRIA S. & B.”*  
*S.R.L TRUJILLO 2018*.

## ANEXOS

### Anexo 1

Permiso para realizar la tesis en la Empresa.



**Anexo 2**

**Resolución Del Perfil Aprobado.**

A PROBABDO

Resolución: No. 035-CE-011-075CH-2013.

Perfil aceptado previo a la aceptación de la Empresa.

Riobamba, 25 de Enero del 2023

Ingeniero  
Fabián Silva Frey  
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
Presente. –

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo, Yo **Taipe Tigse Edwin Javier** con CC.II: 1850608975 , estudiante de la carrera de **Ingeniería Industrial** me permito solicitar de la manera más comedida de aprobación del perfil de proyecto de investigación titulado **"Estandarización del proceso de Moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER- Ambato "**, que corresponde al dominio **domino científico, humanístico y tecnológico** y alineamiento a la línea de investigación **Ingeniería, Construcción, Industria y Producción.**

Por la atención a la presente, le agradezco.

Atentamente;

  
Taipe Tigse Edwin Javier  
**Estudiante**

Correo electrónico: edwin.taipe@unach.edu.ec  
Teléfono convencional: N/A  
Teléfono móvil: 0979502996

Se adjunta: Perfil del Proyecto de Investigación

*Recibido  
26/01/2023*

**Anexo 3**

*Toma de Tiempos de Llenado De La Arena.*



*Anexo 4*

*Toma de Tiempo de Compactado de Arena.*



*Anexo 5*

*Colocación De Tubo Para Ingreso de Colada.*



*Anexo 6*

*Izado De los Moldes.*



*Anexo 7*

*Preparación De Colada.*



*Anexo 8*

*Transporte de colada para el vertido.*



*Anexo 9*

*Producto Final Obtenido*



*Anexo 10*

*Producto listo para entrega*

