



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD, EN EL PROCESO DE MAQUINADO EN LA EMPRESA INREMMAA S.R.L, DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, 2018”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

Autor:

Br. Javier David Ayra Retamozo

Asesor:

Mg. Ing. Juan Goicochea Asian

Lima - Perú

2018

## DEDICATORIA

La presente tesis dedico principalmente a mi gran familia conformada por mis 2 hermosas hijas y

Mi señora esposa que fueron los promotores en los momentos tan difíciles, por sus momentos de alegría, celebrando mis triunfos en cada siglo conforme se terminaba.

También va dedicada a mis padres de la mano con Dios que motivaron siempre por haber llegado a una etapa más de mi carrera profesional.

Agradecer a mis compañeros que me apoyaron con sus valiosas aportaciones y haber demostrado

Su gran amistad.

Finalmente, a todo el personal de la Universidad, quienes formaron parte de mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

El agradecimiento va principalmente a mi señora esposa; Rosa, mis hijas Alisson y Dalai, Quienes fueron la motivación y confiaron.

Agradezco a mis padres que también siempre me encomendaron a Dios para Terminar mi carrera.

A Dios por haberme guiado y encaminado mi vida y ser el sostén de mi familia

A toda mi familia por el constante para poder cumplir mi objetivo profesional.

A mi asesor por su permanente orientación, guía y apoyo para el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos, compañeros de trabajo y colegas, que fueron parte de la realización de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de la UPN, con quien he compartido memorables momentos durante mi estadía en esta casa de estudios.

Y por último a mis jefes de trabajo quienes me han motivado durante mi formación laboral, proporcionando herramientas, consejos y guía para continuar con mi crecimiento profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1. Antecedentes.....	9
1.1.1. <i>La Empresa</i> .....	9
1.1.1.1. <i>Misión</i> .....	11
1.1.1.2. <i>Visión</i> .....	11
1.1.1.3. <i>Filosofía</i> .....	11
1.1.1.4. <i>Servicios</i> .....	11
1.1.1.5. <i>Posicionamiento</i> .....	11
1.2. Realidad problemática.....	12
1.3. Formulación del problema.....	13
1.3.1. <i>Problemas General</i> .....	13
1.3.2. <i>Problemas específicos</i> .....	13
1.4. Justificación.....	13
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	13
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i> .....	13
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i> .....	14
1.5. Objetivos.....	14
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	14
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	14
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
1.6. Estudio de tiempos.....	15
1.6.1. <i>Clasificación de tiempos</i> .....	15
1.6.2. <i>Consideración para medir el tiempo</i> .....	17
1.6.3. <i>Métodos de Valoración</i> .....	19
1.6.3.1. <i>Sistema Westinghouse:</i> .....	19
1.7. Estudio de Movimientos.....	20
1.7.1. <i>Diagramas y gráficos que se emplean para realizar el estudio de movimientos</i> .....	20
1.7.1.1. <i>Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)</i> .....	20
1.7.1.2. <i>Diagrama de recorrido</i> .....	22
1.7.1.3. <i>Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)</i> .....	23
1.8. Diferencia entre el estudio de tiempos y movimientos.....	24
1.9. Productividad.....	25
1.9.1. <i>Antecedentes</i> .....	25

1.9.2.	<i>Definición de Productividad</i> .....	25
1.9.3.	<i>Importancia de la Productividad</i> .....	28
1.9.4.	<i>Factores internos y externos que afectan la productividad</i> .....	29
1.10.	Definición de términos básicos .....	30
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA</b> .....		<b>31</b>
1.11.	Organización .....	31
1.12.	Desarrollo de los objetivos .....	39
1.12.1.	<i>Desarrollo el Objetivo 1</i> .....	39
1.12.1.1.	<i>Elaborar un diagnóstico de la productividad actual en el proceso maquinado.</i> .....	39
1.12.2.	<i>Desarrollo el Objetivo 2</i> .....	45
1.12.2.1.	<i>Establecer una metodología para abordar el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado para la mejora de la productividad.</i> .....	45
1.12.3.	<i>Desarrollo el Objetivo 3</i> .....	51
1.12.3.1.	<i>Aplicar el estudio de tiempos y movimientos y analizar los resultados de productividad en el proceso de maquinado.</i> .....	51
1.12.4.	<i>Desarrollo el Objetivo 4</i> .....	57
1.12.4.1.	<i>Realizar un análisis costos beneficio de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en la empresa INREMAA S.R.L</i> .....	57
1.12.4.2.	<i>Beneficios cualitativos</i> .....	57
1.12.4.3.	<i>Beneficio cuantitativo</i> .....	57
1.12.4.4.	<i>Costo de la implementación</i> .....	58
1.13.	Diagrama de Gantt de la ejecución del trabajo .....	61
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b> .....		<b>63</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES</b> .....		<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>65</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>66</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Sistema Westinghouse .....	19
Tabla N° 2 Símbolos del diagrama de operaciones.....	20
Tabla N° 3 La perspectiva de la productividad a través del ciclo de la productividad .....	28
Tabla N° 4 Medición de la productividad.....	29
Tabla N° 5 Ingreso por servicios realizado del año 2014 al 2018.....	39
Tabla N° 6 Cuadro de ventas mensual año 2018 .....	39
Tabla N° 7 Cuadro de ventas para calcular la productividad Medida .....	40
Tabla N° 8 Grafica de productividad media total.....	40
Tabla N° 9 Cuadro de ventas para calcular la productividad múltiple .....	41
Tabla N° 10 Grafica de productividad media múltiple .....	41
Tabla N° 11 Cuadro de casusas más relevantes.....	44
Tabla N° 12 8 procedimientos establecido por OIT .....	45
Tabla N° 13 Selección de actividades a estudiar (DAP).....	46
Tabla N° 14 Diagrama de proceso actual .....	46
Tabla N° 15 Registro de horas trabajadas por 10 días.....	47
Tabla N° 16 Registro de horas para calcular el tiempo promedio .....	49
Tabla N° 17 Tiempo estándar por actividad realizada en proceso de maquinado de un equipo ...	50
Tabla N° 18 Selección de actividades ordenadas .....	51
Tabla N° 19 Diagrama de proceso propuesto.....	52
Tabla N° 20 Registro de horas trabajadas durante 10 días.....	53
Tabla N° 21 Registro de horas para calcular el nuevo tiempo promedio .....	55
Tabla N° 22 Nuevo tiempo estándar obtenido por cada actividad.....	56
Tabla N° 23 Beneficios Cualitativos .....	57
Tabla N° 24 Tabla de gasto mensual antes de la propuesta .....	58
Tabla N° 25 Tabla de gasto mensual después de la propuesta .....	58
Tabla N° 26 Ganancia de la propuesta .....	58
Tabla N° 27 Costo de materiales .....	58
Tabla N° 28 Costo para la propuesta.....	59
Tabla N° 29 Otros Gastos .....	59
Tabla N° 30 Estado de resultados .....	59
Tabla N° 31 Periodo de recuperación .....	60
Tabla N° 32 Diagrama de Gantt para el desarrollo de cada objetivos.....	61
Tabla N° 33 Diagrama de Gantt del desarrollo detallado de los objetivos .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Logo de empresa .....	9
Figura N° 2 Ejemplo de equipos de trabajo .....	10
Figura N° 3 Inversión minera (millones de dólares) .....	12
Figura N° 4 Grafica de los suplementos .....	17
Figura N° 5 pasos de la metodología de la organización internacional del trabajo .....	18
Figura N° 6 Ejemplo diagrama de actividades del proceso .....	21
Figura N° 7 Ejemplo diagrama de recorrido .....	22
Figura N° 8 Ejemplo diagrama de proceso .....	23
Figura N° 9 Mapa conceptual de estudio de tiempos y movimientos. ....	24
Figura N° 10 Ejemplo de productividad.....	26
Figura N° 11 Ejemplo de productividad entrada y salidas .....	26
Figura N° 12 Formula de productividad .....	27
Figura N° 13 Diversas fórmulas para hallar la productividad .....	27
Figura N° 14 Importancia de la productividad .....	27
Figura N° 15 Factores internos y externos de la productividad .....	29
Figura N° 16 Organigrama de la empresa IREMAA .....	31
Figura N° 17 Mapa de procesos operativos.....	32
Figura N° 18 Plano de taller .....	33
Figura N° 19 Diagrama de flujo del proceso de maquinado .....	34
Figura N° 20 Equipos que han pasado por proceso de maquinado .....	35
Figura N° 21 Herramientas que se emplea en proceso de maquinado .....	35
Figura N° 22 Herramientas básicas que se emplea en proceso de maquinado.....	36
Figura N° 23 Reparación y fabricación .....	37
Figura N° 24 Inspecciones y evaluaciones .....	37
Figura N° 25 Proceso de maquinado en el taller .....	38
Figura N° 26 Foto del centro de trabajo .....	38
Figura N° 27 Diagrama de Ishikawa .....	42
Figura N° 28 Diagrama de Pareto de las causas más representativas .....	43
Figura N° 29 Foto tomado el proceso de maquinado .....	46
Figura N° 30 Diagrama de recorrido actual visto de la planta .....	48
Figura N° 31 Foto tomado el durante el proceso de maquinado .....	52
Figura N° 32 Foto de seguimiento de toma de tiempos.....	53
Figura N° 33 Diagrama de recorrido propuesto visto de la planta .....	54
Figura N° 34 Registro de productividad .....	56
Figura N° 35 Productividad global.....	63
Figura N° 36 Registro de ingreso mensual .....	63

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente desarrollo de tesis consiste en aplicar el estudio de tiempos y movimientos a fin de mejorar la productividad en proceso de maquinado de la empresa INREMAA S.R.L., distrito de puente piedra, año 2018.

Conocer el concepto de estudio de tiempos y movimientos es vital importancia puesto que este ayudará incrementar la rentabilidad de una empresa, por lo tanto, es de mucha importancia el uso de herramientas, el cual le permita a la empresa incrementar la productividad esperada, ya que nuestro entorno se muestra cada vez más cambiante por lo que se hace imprescindible realizar un análisis de nuestras principales actividades.

Partiendo de ello se tiene por objetivo aplicar técnica del de estudio de tiempos y movimientos para desarrollo de este trabajo, aplicado en el proceso de maquinado.

Para la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se toma como guía los 8 procedimientos establecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), lo cual se procede a levantar información , ordenar y combinar las actividades de trabajo, a fin de plasmarlo en un Diagrama de Ishikawa para valorizar por causas principales, siendo esto reflejado en un Diagrama de Pareto en la cual se va mostrar las causas más representativas con el fin de mejorar la productividad, se busca utilizar los métodos de forma sencilla, dentro del proceso de maquinado, a fin de analizar las actividades más repetitivas y proceder a eliminar y/o ordenar las actividades en la ejecución del trabajo.

## 1.1. Antecedentes

### 1.1.1. La Empresa

INREMMAA S.R.L. es una empresa peruana que fue fundada el 8 de octubre del 2009, dedicada al servicio de metal mecánica, cuenta con amplia experiencia en el mercado, brindando servicio de calidad, ofreciendo por cada trabajo garantía y seguridad para sus clientes y entorno.

Su actividad principal es reparar, reconstruir y fabricar conjuntos de equipos pesados para grandes mineras.

*Figura N° 1 Logo de empresa*



*Fuente: INREMMAA (2018)*

En taller se realiza mantenimiento correctivo como fabricación y reparación de equipos de maquinarias pesadas, y a su vez se almacenan máquinas y equipos, lo cual son adecuadamente cuidados brindando el mejor servicio a los clientes como:

- Minera Barrick PIERINA
- Minera Barrick LAGUNAS NORTE
- FERREYROS – Servicio de Campo
- Mitsui Komatsu
- Recolsa
- Consorcio Pasco GyM
- Mota Engil
- XSTRATA - Las Bambas

INREMMAA S.R.L, cuenta con maquinarias y equipos de última generación que garantizan un óptimo trabajo, cuenta con más de 40 equipos, entre ellos máquinas de soldar, equipo climax, equipos de oxicorte, alimentadores, entre otros.

*Figura N° 2 Ejemplo de equipos de trabajo*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

#### **1.1.1.1. Misión**

La misión fundamental de la empresa INREMMAA S.R.L, es seguir brindando un trabajo de calidad y eficiente en el tiempo para seguir satisfaciendo las necesidades y expectativas del cliente, suministrándoles soluciones integrales ahora, mañana y siempre.

#### **1.1.1.2. Visión**

Ser la mejor empresa líder dentro de la industria Metal Mecánica, destacándonos por brindar trabajos óptimos de calidad, basados en relaciones de confianza.

#### **1.1.1.3. Filosofía**

- Estamos 100% comprometidos con la seguridad en nuestros productos y en el lugar de trabajo.
- Creemos en la calidad en todo lo que hacemos, el diseño y fabricación de Productos, nos permiten maximizar la productividad para nuestros clientes.
- Guardamos un gran respeto por el servicio que prestamos a los demás somos receptivos, confiables y honestos en todo momento.

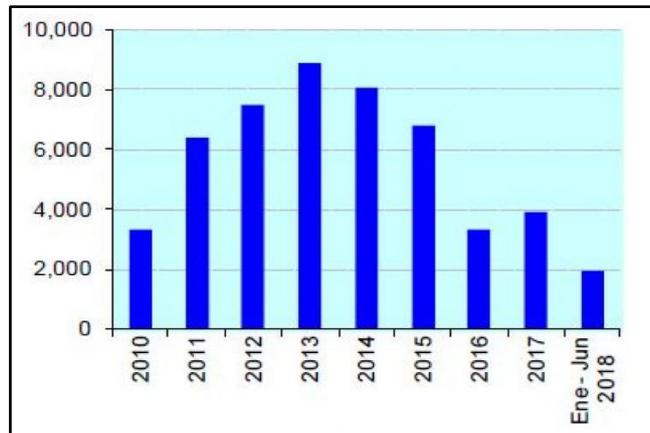
#### **1.1.1.4. Servicios**

- Servicio en taller y campo.
- Inspecciones y evaluaciones (realizando su informe correspondiente).
- Evaluación con tintes penetrantes y partículas magnéticas, para detectar discontinuidades.
- Evaluaciones dimensionales, verificación de alineamientos y paralelismo.
- Maquinado de alojamientos en campo.
- Reparación y fabricación de componentes mineros en General.
- Reparación y ensamble de tolvas Diversos modelos.
- Calderería en General.
- Soldadura en General.
- Maestranza en General.

#### **1.1.1.5. Posicionamiento**

En la figura N° 3, muestra que la tendencia de las ventas y servicios anuales están creciendo registrándose, en los últimos años, valores cercanos al 20% y consideramos que, crecerán aún más ya que la perspectiva del año 2018 para el Perú proyecta inversiones mineras por en el orden de US\$ 20,819 millones entre 2018 y 2022, según el MEF, la demanda de servicio para maquinaria pesada crecerá, ante esto la empresa INREMMAA S.R.L, busca captar servicios relacionados al sector minero a fin de expandirnos en el mercado nacional.

Figura N° 3 Inversión minera (millones de dólares)



Fuente: Elaborado por Estudios Económicos – Scotiabank

En la figura N° 3, se muestra que desde el año 2017, las empresas mineras han empezado a invertir alcanzando US\$ 3,928 millones (18%) y para el año 2018 asciende a US\$ 1,955 millones en el primer semestre.

## 1.2. Realidad problemática

INREMMAA actualmente cuenta con una alta demanda, brindando a sus clientes el servicio de reparación integral, siendo su actividad principal reparar, reconstruir o fabricar cualquier conjunto de equipos pesados o componentes, la completa integración de ingeniería, fabricación y servicios en terreno de última generación se conjuga para optimizar la seguridad, la calidad y el rendimiento de la vida útil de toda su flota de máquinas pesadas para minería.

Sin embargo, en proceso de maquinado intervienen operaciones manuales que toman y/o causan contra tiempos, se realizan actividades como calibración, soldadura, parches, pintado, engrase de máquinas que han tenido roturas en piezas y/o requieren el mantenimiento, en estos procesos y/o actividades se evidencia incumplimiento en la producción, retrasando otros trabajos programados, por la urgencia de cumplir con los órdenes de servicio, la jefatura se ve obligado aprobar horas extras, por lo que se afectado utilidades de la empresa, en el apuro de cumplir con la entrega se ha utilizado grasa no adecuada, en cuanto a la cantidad y forma de realizar el engrase, ajustes incorrectos, piezas inadecuadas, fallos diversos por mala realización de calibración, generando que nuevamente se repita el trabajo con costo cero para el cliente.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), “Los tiempos improductivos son parte de la dirección y a los obreros, estos tiempos improductivos en las empresas manufactureras son un gran problema, la dirección mantiene una organización a medida que la demanda aumenta”, en practica si aumenta los pedidos y/o requerimientos de los clientes, las jefaturas optaran por contratar personal nuevo, sin experiencia u optar por realizar horas extra.

A lo largo del tiempo prestación de servicios ha aumentado, así como las actividades del trabajo, lo cual se podría afirmar que la productividad también, pero este no se ve reflejado en los ingresos mensuales.

Las anteriores situaciones descritas afectan la productividad, generando quejas y reclamos, algunas penalidades por trabajos entregados con retraso y en otras generando que nuevamente se repita el trabajo con costo cero para el cliente.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problemas General**

¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos mejora la productividad en el proceso de maquinado de la empresa INREMMAA S.R.L., Distrito de Puente Piedra, en el año 2018?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuál es la productividad actual en el proceso maquinado?
2. ¿Cuál es la metodología para abordar el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado para la mejora de la productividad?
3. ¿Cómo el estudio de tiempos y movimientos se aplica en el proceso de maquinado?
4. ¿Cuál es beneficio económico de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en la empresa INREMMAA S.R.L?

### **1.4. Justificación**

El desarrollo de este trabajo es conveniente porque actualmente la empresa busca aumentar su productividad para el cumplimiento de sus metas, como de sus compromisos con los clientes; además de tener que enfrentar a la competencia, cada vez más competitiva. Así mismo el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado, permitirá elevar la productividad, lo que significa que se pueda producir más con los mismos recursos con que cuenta hoy en día y al tener mayor producción.

#### **1.4.1. Justificación Teórica**

Este proyecto desea contribuir a las teorías que sustentan el mejoramiento del proceso y productividad, a través del análisis en el cual se investiguen y se proponga una solución.

#### **1.4.2. Justificación Práctica**

La investigación tiene como finalidad encontrar soluciones a problemas y el presente trabajo servirá además como referencia para otros casos que tenga similares problemas, debido a que el estudio de tiempos y movimientos busca mejorar la productividad en el área de afectado, con la finalidad de brindar servicios y productos de calidad, sin retrasos, mejorando la imagen institucional y obteniendo ventajas competitivas en relación a otras empresas del mismo rubro.

Niebel (2009), Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluye métodos y estudios de tiempos estándares.

### **1.4.3. Justificación Cuantitativa**

Para el análisis de este proyecto se recopilará información a fin de determinar aspectos relevantes.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Aplicar el estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el proceso de maquinado de la empresa INREMMAA S.R.L., Distrito de Puente Piedra, año 2018.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Elaborar un diagnóstico de la productividad actual en el proceso maquinado.
2. Establecer una metodología para abordar el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado para la mejora de la productividad.
3. Aplicar el estudio de tiempos y movimientos y analizar los resultados de productividad en el proceso de maquinado.
4. Realizar un análisis costos beneficio de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en la empresa INREMMAA S.R.L.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 1.6. Estudio de tiempos

Es un método de evaluación empleada para anotar la duración y ritmos de trabajo correspondiente a los tipos de una tarea definida, efectuada en estado determinado, y para estudiar los datos, a fin de conocer el periodo para ejecutar la tarea, teniendo en cuenta los demoras, retrasos y fatigas personales, se busca generar más en el menor tiempo, como también establecer tiempos estándar.

García (2010): dice “una técnica para determinar con mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada”

“El estudio de tiempos es a aplicación de técnicas para determinar, con exactitud, el tiempo en que se lleva a cabo una operación, actividad o proceso, desarrollados por un trabajador, máquina u otro según una norma o método establecido, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, considerando la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables” (Heizer, 2009, p.155).

#### 1.6.1. Clasificación de tiempos

**Tiempo Normal:** Ritmo de trabajo normal que se ejecuta en el desarrollo de una actividad.

$$T_n = T_o \times F_w$$

Dónde:

$T_n$  = Tiempo normal

$T_o$  = Tiempo observado

$F_w$  = Factor de Westinghouse

**Tiempo estándar:** realización de una tarea, aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal.

Benjamín (2009), dice. “El estudio de tiempos es una técnica que se utiliza para establecer tiempos estándar en el que se permite realizar distintas actividades, donde se toma en cuenta los retrasos, fatiga y demoras personales los que se presentan en la empresa, por lo tanto con el estudio de tiempos se busca generar más en el menor tiempo”

**Tiempos suplementarios o Tolerancias:** La tolerancia es el porcentaje de tiempo que se le adiciona al tiempo normal para que el trabajador se reponga del esfuerzo realizado en la actividad anterior o por las propias necesidades de la operación, de esta manera pueda alcanzar el estándar de trabajo a ritmo normal, como también se ve incluido en este los tiempos de interrupción nos contemplados en la actividad, esto fluctúa entre:

	FLUCTÚA
Personas normales	5% y 7 %,
Trabajos ligeros	8% y 15%
Trabajos medianos	12% y 40%.

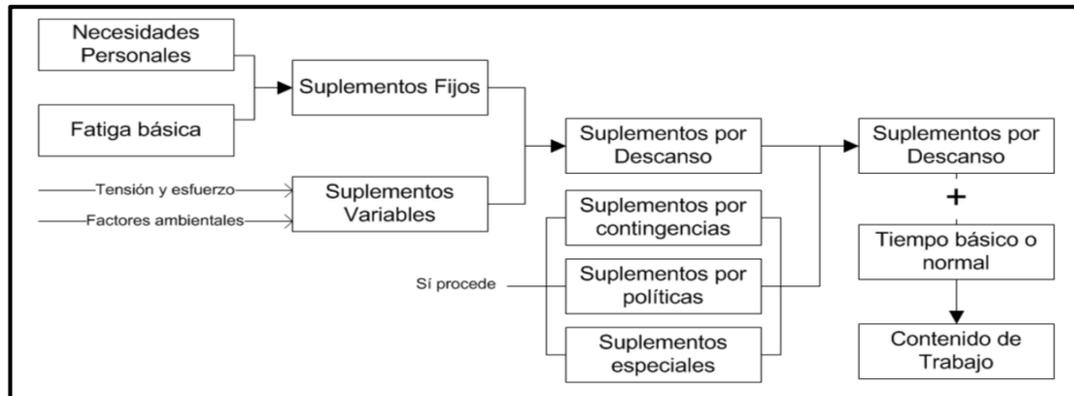
Gustavo (2007), la tolerancia es “el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea”.

La tolerancia es el porcentaje de tiempo que se le adiciona al tiempo normal para que el trabajador se reponga del esfuerzo realizado en la actividad anterior o por las propias necesidades de la operación, de esta manera pueda alcanzar el estándar de trabajo a ritmo normal, como también se ve incluido en este los tiempos de interrupción nos contemplados en la actividad.

#### Los suplementos por:

1. **Necesidades personales:** Este es el tiempo asignado para que el trabajador realice sus necesidades fisiológicas y se sienta cómodo al realizar su tarea.
2. **Fatiga:** Este es el tiempo donde se tome en cuenta el estado de actitud mental o física de una persona, por lo tanto, este interviene desfavorablemente en su capacidad de desempeño.
3. **Retrasos especiales:** Es el tiempo asociado a la naturaleza de la tarea, es generado por las demoras que se presentan al momento de dar o recibir indicaciones de cómo hacer la inspección, fallas en las máquinas, falla de materiales y otros, como se muestra en la Figura N° 4.

Figura N° 4 Grafica de los suplementos



Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

## 1.6.2. Consideración para medir el tiempo

### A. Material fundamental

- El cronómetro
- El formato de registro
- El tablero y lápiz
- Tablero de apoyo
- Calculadora
- Cinta Métrica
- Laptop
- Hojas de registro

### B. Etapas

Una vez determinado la actividad, este pasara por las seis etapas siguientes:

- Anotar descripción completa de la actividad y/o elementos.
- Registrar información
- Examinar su desglose de actividades
- Tomar el tiempo con un cronometro para registrar cada proceso
- Determinar el ritmo de trabajo.
- Establecer el tiempo estándar

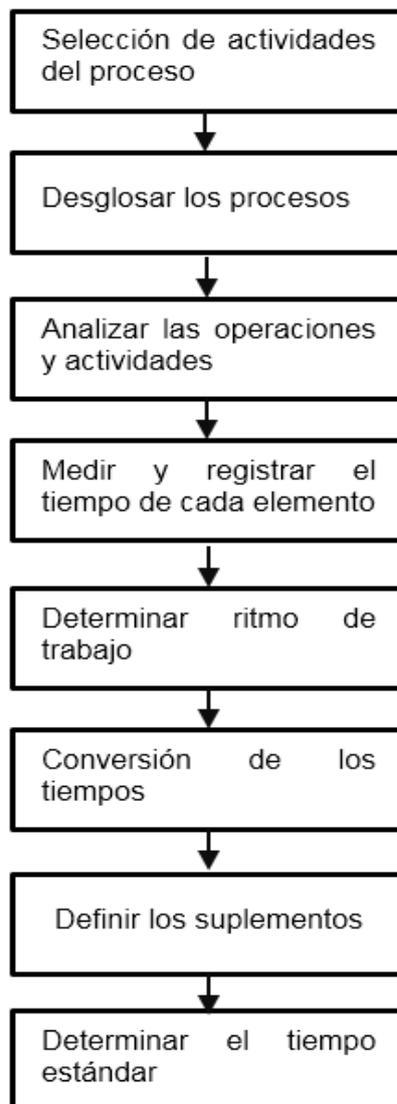
### C. Requerimientos

Es necesario que se tomen acuerdos de cooperación desde el analista, el supervisor y los operarios, para no tener obstáculos ni contratiempos en el momento de aplicar y/o ejecutar la toma de tiempo.

### D. Procedimientos

Para efectuar el desarrollo, tomare como guía los ocho procedimientos establecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), según los pasos de la figura n° 5.

*Figura N° 5 pasos de la metodología de la organización internacional del trabajo*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

### 1.6.3. Métodos de Valoración

#### 1.6.3.1. Sistema Westinghouse:

El método de valoración Westinghouse es un sistema de valoración del desempeño del operario, por lo tanto, sirve para calificar el esfuerzo, la habilidad y condiciones del trabajador.

1. **Habilidad:** se define como el nivel de competencia del operario para realizar una actividad específica; es decir, la destreza y habilidad de un trabajador es determinada por la experiencia y su capacidad innata
2. **Esfuerzo:** Voluntad para trabajar, está bajo el control del operario.
3. **Condiciones:** Los factores que afectan las condiciones de trabajo son la iluminación, ventilación, temperatura y ruidos, pero esto no quiere decir que afecten la actividad a realizar
4. **Consistencia:** La consistencia del operario varía debido a lecturas erróneas del cronómetro, habilidad y esfuerzo del operario, la consistencia del material, el estado de las herramientas, objetos que obstaculizan entre otros

Tabla N° 1 Sistema Westinghouse

DESTREZA O HABILIDAD.			ESFUERZO O EMPEÑO		
0.15	A1	Extrema.	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2	Extrema.	0.12	A2	Excesivo
0.11	B1	Excelente.	0.10	B1	Excelente.
0.08	B2	Excelente.	0.08	B2	Excelente.
0.06	C1	Buena.	0.05	C1	Bueno.
0.03	C2	Buena.	0.02	C2	Bueno.
0	D	Regular.	0	D	Regular.
-0.05	E1	Aceptable.	-0.04	E1	Aceptable.
-0.10	E2	Aceptable.	-0.08	E2	Aceptable.
-0.16	F1	Deficiente.	-0.12	F1	Deficiente.
-0.22	F2	Deficiente.	-0.17	F2	Deficiente.
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales.	0.04	A	Perfectas.
0.04	B	Excelentes.	0.03	B	Excelente.
0.02	C	Buenas.	0.01	C	Buena.
0	D	Regulares.	0	D	Regular.
-0.03	E	Aceptables.	-0.02	E	Aceptable.
-0.07	F	Deficientes.	-0.04	F	Deficiente.

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

## 1.7. Estudio de Movimientos

Es análisis riguroso de los movimientos del cuerpo en el momento de realizar una actividad, con la finalidad de combinar, reducir o eliminar movimientos que perjudican la producción.

Por lo tanto, la fuerza depende de las diferentes actividades que se realizaran, así como también la propia postura de las personas, con el fin de eliminar, reducir o combinar las actividades que no agreguen valor y facilitar los movimientos que ayudaran el buen desempeño del operario.

### 1.7.1. Diagramas y gráficos que se emplean para realizar el estudio de movimientos

Es recomendable emplear diagramas y gráficos que brindaran información y con ellos poder analizarlos.

#### 1.7.1.1. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)

Es el diagrama en donde se busca representar de manera general y abreviada, la fase de las operaciones e inspecciones que se realizar en el proceso, Todas las operaciones e inspecciones deberán ser mostradas de tal manera que se pueda tener una idea clara y rápida del proceso, los símbolos fueron creados por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos de América los cuales están estandarizados a nivel internacional, lo cual admite que estos diagramas puedan ser interpretados en cualquier parte del mundo, según la tabla n° 2 y figura n°6.

*Tabla N° 2 Símbolos del diagrama de operaciones*

SÍMBOLO	NOMBRE	CONCEPTO
	Inspección	En esta etapa ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.
	Operación	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.
	Demora	Su símbolo es una "D" este representa la presencia de una interferencia en el movimiento de materiales o en el flujo de las operaciones, lo que impide la secuencia del paso subsiguiente en el proceso.
	Almacén	El símbolo es un triángulo, esto quiere decir el depósito de los materiales, productos terminados, como también pueden ser documentos en almacenes o en algún otro lugar que pueda servir como tal.
	Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.
	Actividades combinadas	En lo general este símbolo es un círculo dentro de un cuadrado, donde las actividades se pueden combinar y son la inspección y las operaciones.

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

Figura N° 6 Ejemplo diagrama de actividades del proceso

<b>DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO</b> <b>PROCESO: SUB ENSAMBLE DE WATER DISPENSER</b>							<input type="checkbox"/> Operación : Ensamble <input type="checkbox"/> Material : Dispensador <input type="checkbox"/> Hombre : Operario	
<b>MÉTODO:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto								
DESCRIPCIÓN	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Alineamiento	Tipo de desperdicio	Tiempo en segundos	Tipo de actividad
1)Desplazarse hacia zona de tapa tanque y regresar	○	→	□	D	▽	Movimiento.	3	NO AGREGA VALOR
2)Coger tapa tanque y ponerlo en mesa de trabajo	○	→	□	D	▽	Traslado.	2	NO AGREGA VALOR
3)Insertar tapa de tapa de tanque a la tapa de tanque	●	→	□	D	▽		3	AGREGA VALOR
4)Girar tapa tanque armado	●	→	□	D	▽		1	AGREGA VALOR
5)Coger sello de tapa tanque de caja (abajo)	○	→	□	D	▽	Transporte	5	NO AGREGA VALOR
6)Insertar sello en tapa de tanque	●	→	□	D	▽		18	AGREGA VALOR
7)Limpiar sello insertado en la tapa tanque	●	→	□	D	▽	Sobrepceso	5	NO AGREGA VALOR
8)Ir hacia zona de tanque y regresar	○	→	□	D	▽	Movimiento	7	NO AGREGA VALOR
9)Coger tanque y retirarlo de la bolsa	●	→	□	D	▽		3	AGREGA VALOR
10)Insertar tanque en tapa tanque	●	→	□	D	▽		2	AGREGA VALOR
11)Coger y colocar jebe y caño	●	→	□	D	▽		5	AGREGA VALOR
12)Trasladarse a colocar tanque armado en caja	○	→	□	D	▽	Transporte	8	NO AGREGA VALOR
13)Colocar tanque armado a caja	●	→	□	D	▽		3	AGREGA VALOR
14)Espers	○	→	□	●	▽	Espera	2	NO AGREGA VALOR

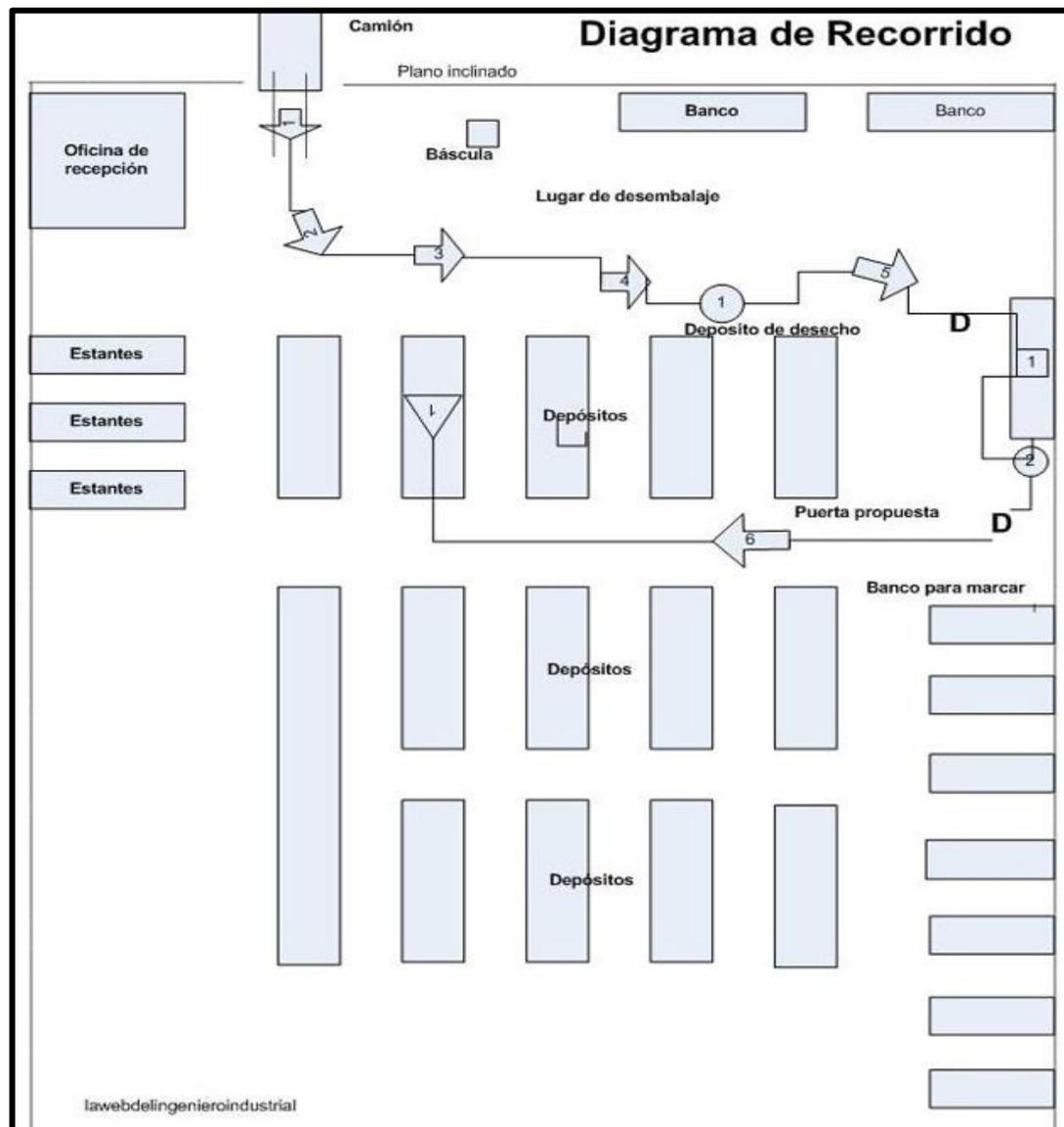
Fuente: <http://senseilean.blogspot.com/2015/02/dap-diagrama-de-actividades-de-proceso.html>

### 1.7.1.2. Diagrama de recorrido

Permite conocer y establecer el recorrido de los elementos que salen del almacén y pasa por todos los procesos de producción hasta llegar en la obtención del producto terminado, también permite circular las distancias de recorrido en las distintas etapas de producción, por lo tanto utilizando estos datos se presenta las propuestas de mejora.

Según, Retana (2013), indica que los diagramas de proceso de recorrido son familiares a las representaciones graficas en el que se emplea para visualizar y analizar los procesos en cada estación de trabajo por ciclo.

Figura N° 7 Ejemplo diagrama de recorrido

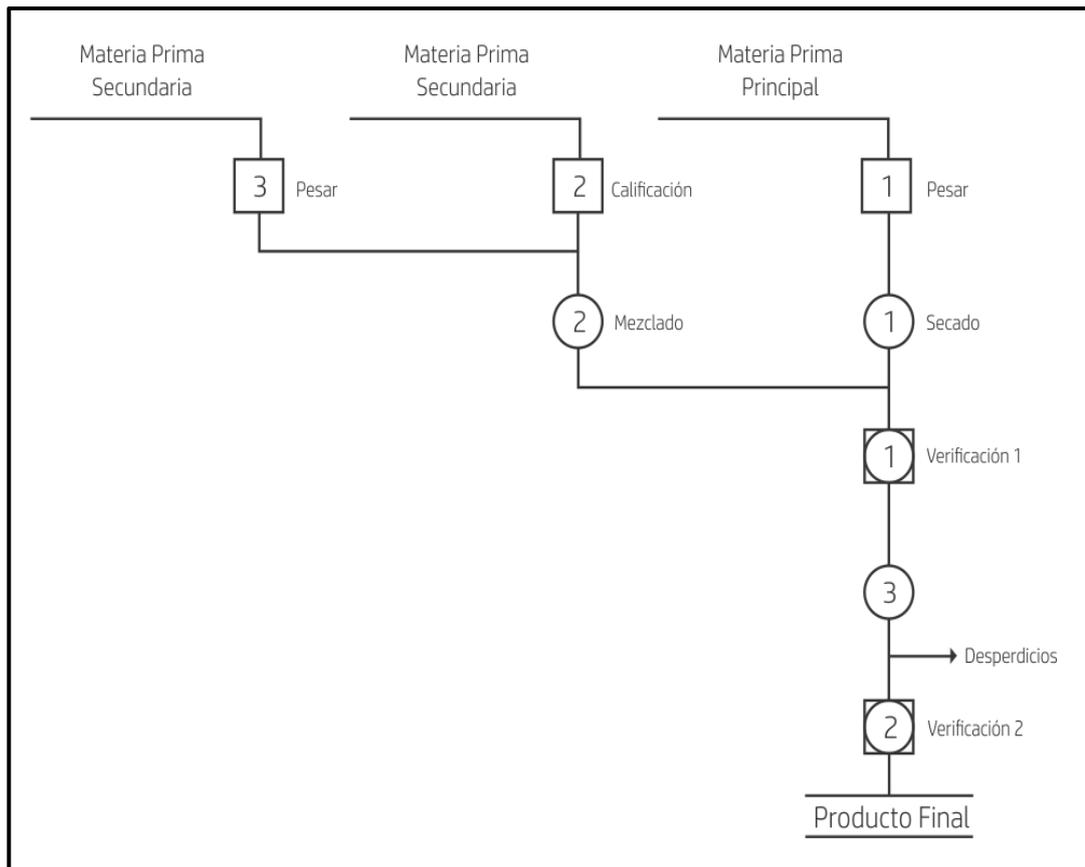


Fuente: <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/03/diagrama-de-recorrido.html>

### 1.7.1.3. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

Es una herramienta de secuencia detallada de las operaciones, lo cual se puede representar de manera gráfica una aserie de actividades, este esquema interviene operaciones e inspecciones, como se muestra en la Figura N° 8.

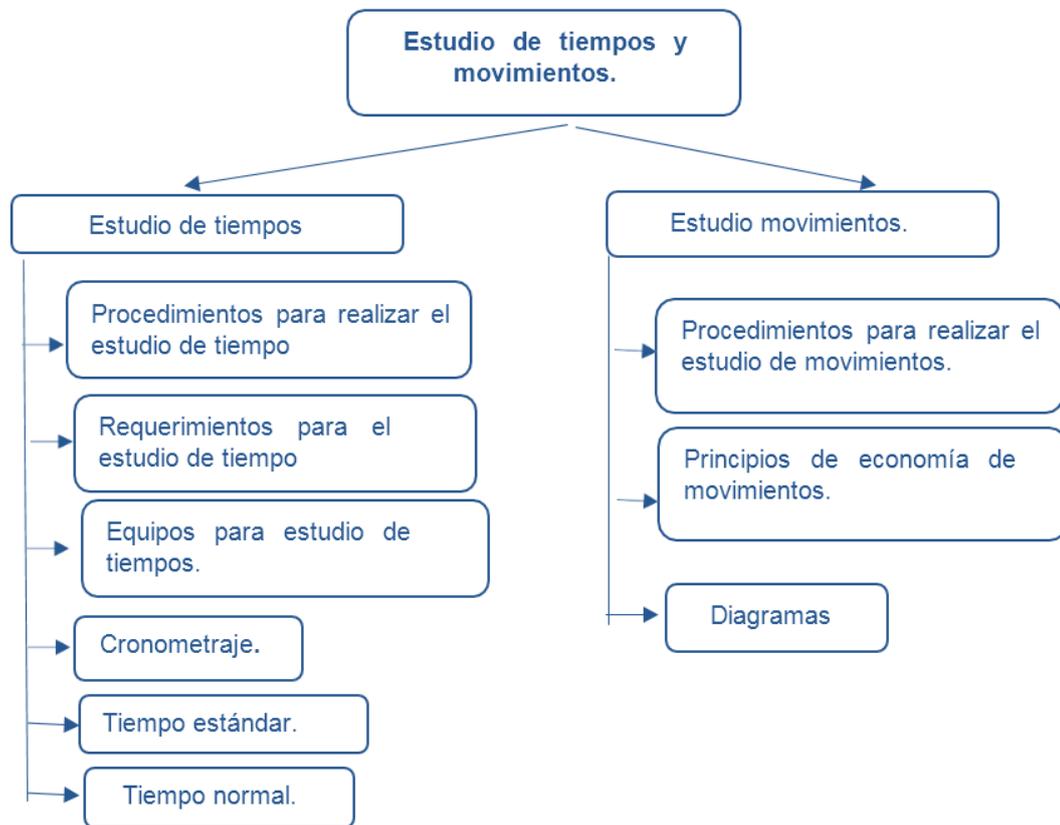
Figura N° 8 Ejemplo diagrama de proceso



Fuente: <https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dop.html>

### 1.8. Diferencia entre el estudio de tiempos y movimientos

Figura N° 9 Mapa conceptual de estudio de tiempos y movimientos.



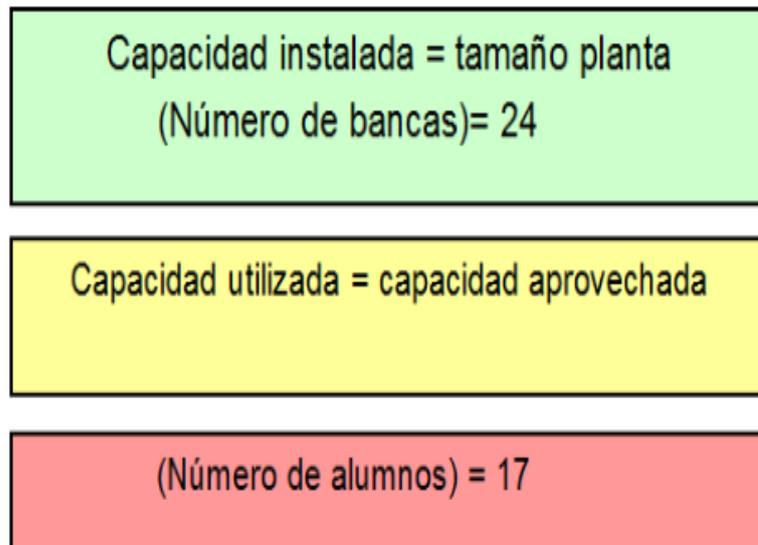
Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

## 1.9. Productividad

### 1.9.1. Antecedentes

La productividad está dirigida al incremento de la cantidad de producción por horas de trabajo empleado o también se puede decir que es el nivel de rendimiento con el que se emplean los recursos para lograr el objetivo esperado, refiriéndose en facultad de producir a la capacidad instalada o tamaño de la planta.

Ejemplo: Productividad en un salón.



Asumiendo que solo 17 alumnos pasaran el curso, la productividad (P), sería, 70%.

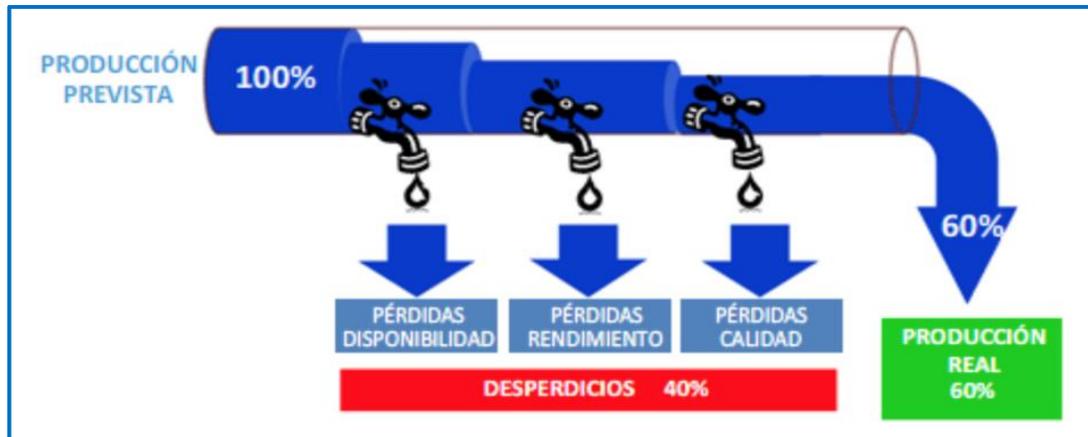
$$P = \frac{17}{24} \times 100 = 70\%$$

### 1.9.2. Definición de Productividad

La productividad está enfocada en el uso eficiente y eficaz de los recursos de la empresa con la finalidad de obtener resultados satisfactorios, es el uso eficiente de los recursos, obtenida por un sistema de producción o servicio se utilizaron para su obtención.

En un enfoque sistemático este se puede representar de manera gráfica como se muestra en la Figura N° 10.

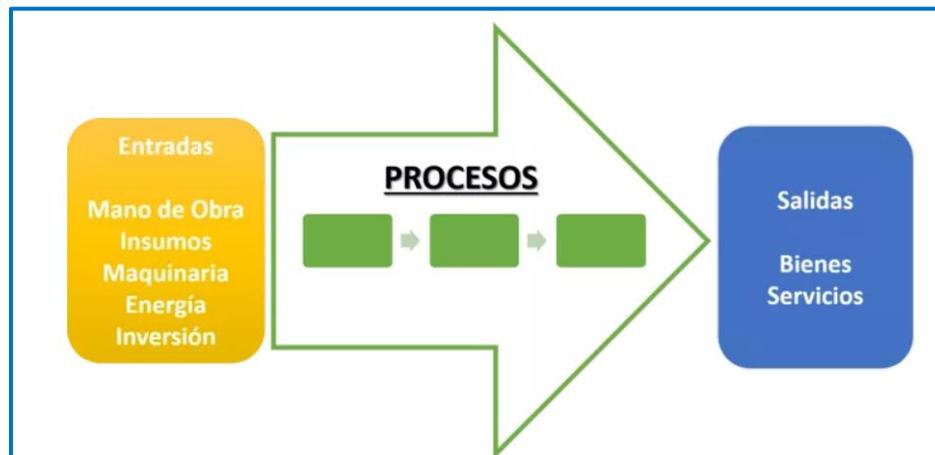
Figura N° 10 Ejemplo de productividad



Fuente: <https://www.plandemejora.com/productividad-empresarial>

Mide la eficiencia con que se utilizan los factores productivos en la fabricación de una determinada cantidad de bienes o prestación de servicios.

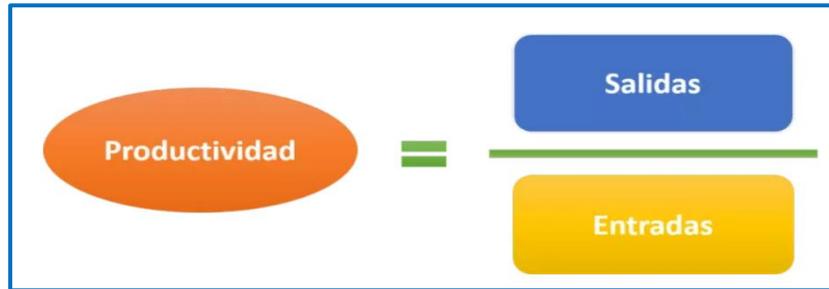
Figura N° 11 Ejemplo de productividad entrada y salidas



Fuente: <https://www.plandemejora.com/productividad-empresarial>

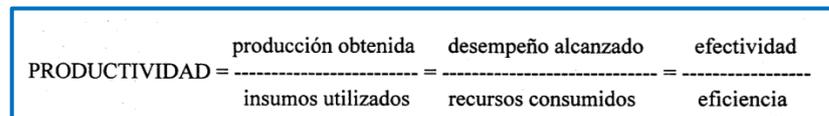
La productividad está relacionada con salidas y entradas, lo cual es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizado, como se muestra en la Figura N° 11 y Figura N° 12.

Figura N° 12 Formula de productividad



Fuente: <https://www.plandemejora.com/productividad-empresarial>

Figura N° 13 Diversas fórmulas para hallar la productividad



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

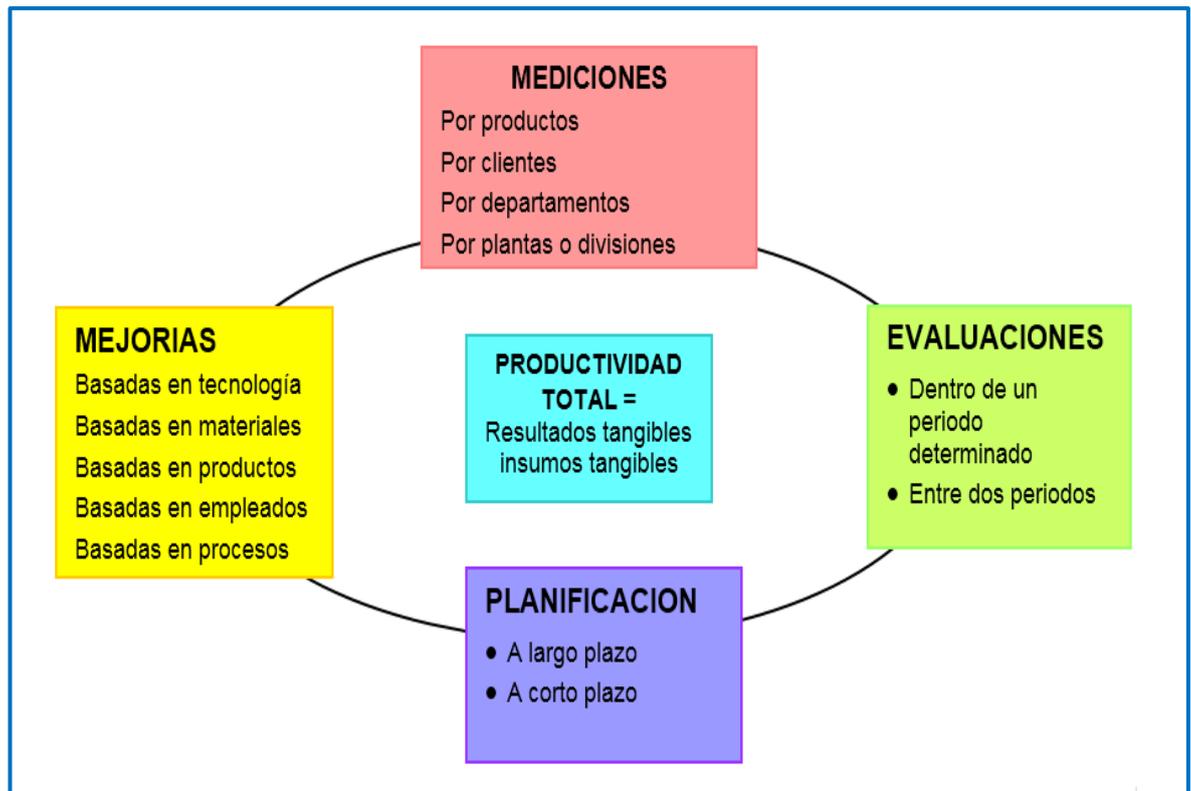
Koontz (2008), “La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables”.

Figura N° 14 Importancia de la productividad



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Tabla N° 3 La perspectiva de la productividad a través del ciclo de la productividad



Fuente: <http://resumendetareasmayday.com/2016/09/08/medicion-de-la-productividad-de-una-empresa/>

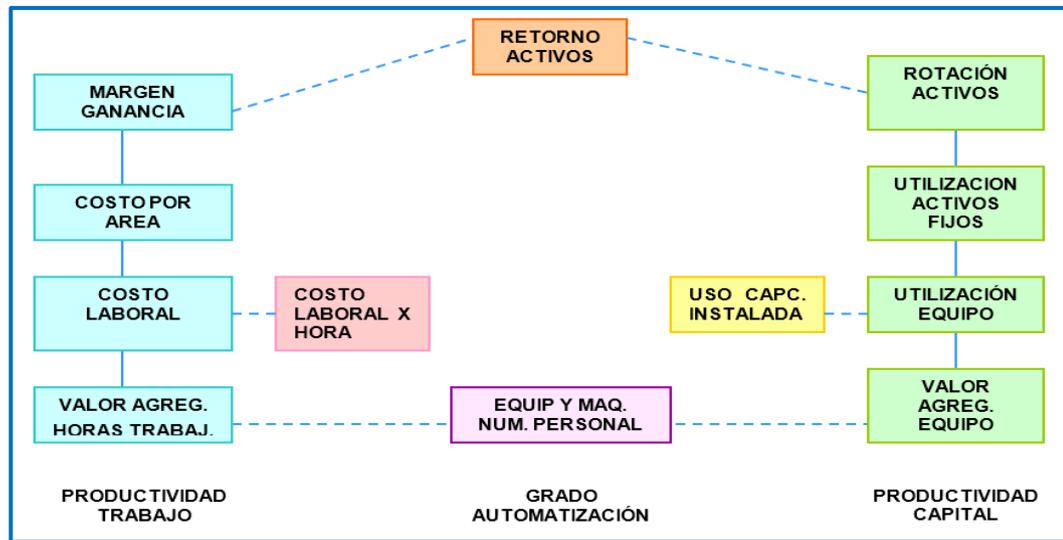
Comentario: EL ciclo de la productividad permite tener una mejor medición de la productividad de una empresa

### 1.9.3. Importancia de la Productividad

Se logra disminuir los costos, esto a consecuencia de la reducción del reproceso, menor número de reclamos, devoluciones y menor tiempo en los retrasos utilizando de mejor forma los tiempos ganados y todos los recursos que se ven involucrados, esto lleva a la entrega de productos de que cumplen los altos estándares de calidad, generando mayores puestos de trabajo e incremento de la rentabilidad de la empresa, cuanto mayor se incremente la utilidad de la empresa estas son divididas entre los trabajadores y los propietarios.

$$Productividad (total) = \frac{\text{resultados}}{\text{Recursos}} \times 100$$

Tabla N° 4 Medición de la productividad



Fuente: <https://es.slideshare.net/JuanManuelCarrionD/medicin-de-la-productividad-27587941>

#### 1.9.4. Factores internos y externos que afectan la productividad

Uno de los factores que más afecta la productividad y en el que comúnmente se piensa es la aplicación de una nueva tecnología de producción, es decir, nuevas máquinas más eficientes. Pero hay muchos otros factores tan importantes como la tecnología que tienen que ser identificados y evaluados.

Figura N° 15 Factores internos y externos de la productividad



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

## 1.10. Definición de términos básicos

**Calidad.-** La calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando, por ejemplo, la calidad del servicio postal, del servicio dental, del producto, de vida, etc.

**Productividad.-** Es producción o servicio obtenido, uso eficiente de los recursos que se utilizaron para su obtención.

**Operario Normal.-** es el trabajador competente, trabaja a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento.

**Eficiencia.-** los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo.

**Eficacia.-** Es la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción.

**Producción.-** Cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios.

**Cliente.-** Persona que utiliza los servicios de un profesional o de una empresa, especialmente la que lo hace regularmente.

**Tiempo:** El tiempo es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos. El tiempo permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro.

**Movimiento:** Es una técnica de eficiencia en el negocio que combina el trabajo

**Diagrama:** Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno o de las relaciones que tienen los elementos o las partes de un conjunto.

**Organización Internacional del Trabajo (OIT):** es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales.

**Maquinado:** Este se basa en remover por medio de una herramienta de corte todo el exceso del material, reparación y otros, de tal forma que la pieza terminada sea realmente la deseada.

**Diagrama de Operaciones:** es una representación gráfica de todas las operaciones e inspecciones que forman parte de un proceso.

**Diagrama de Actividades de Proceso:** es una representación gráfica simbólica del trabajo realizado.

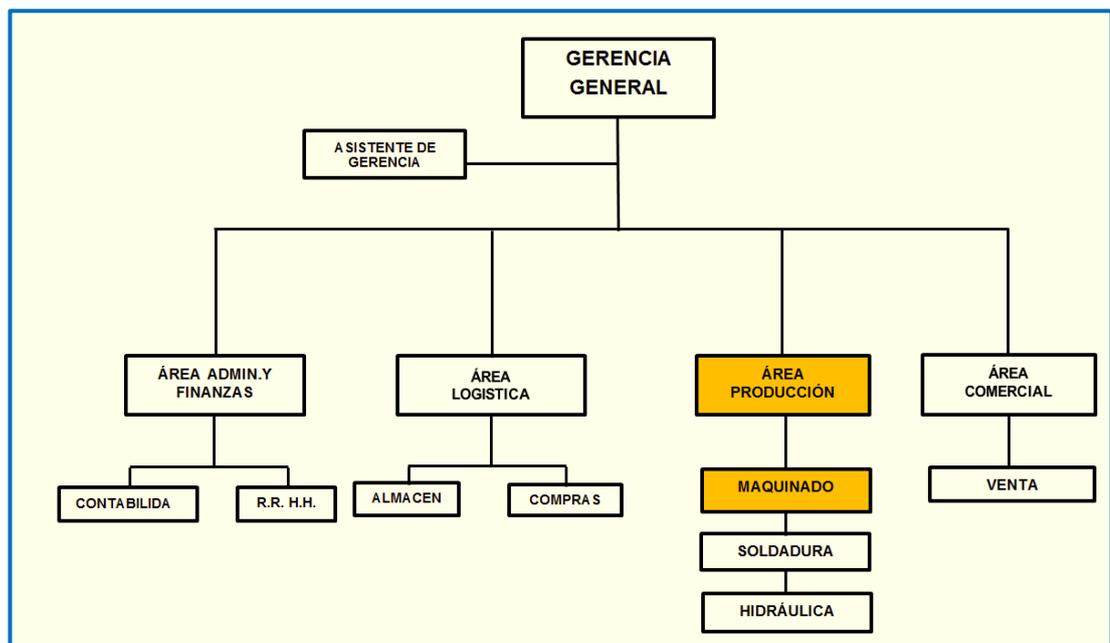
## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 1.11. Organización

IREMMAA se especializa en la fabricación personalizada para el trabajo en minería, con frecuencia realiza construcciones, reconstrucciones y actualizaciones de máquinas pesadas que requieren normas para nuevas fabricaciones o componentes mejorados, el taller se encuentra ubicado al lado del extremo de las oficinas administrativas.

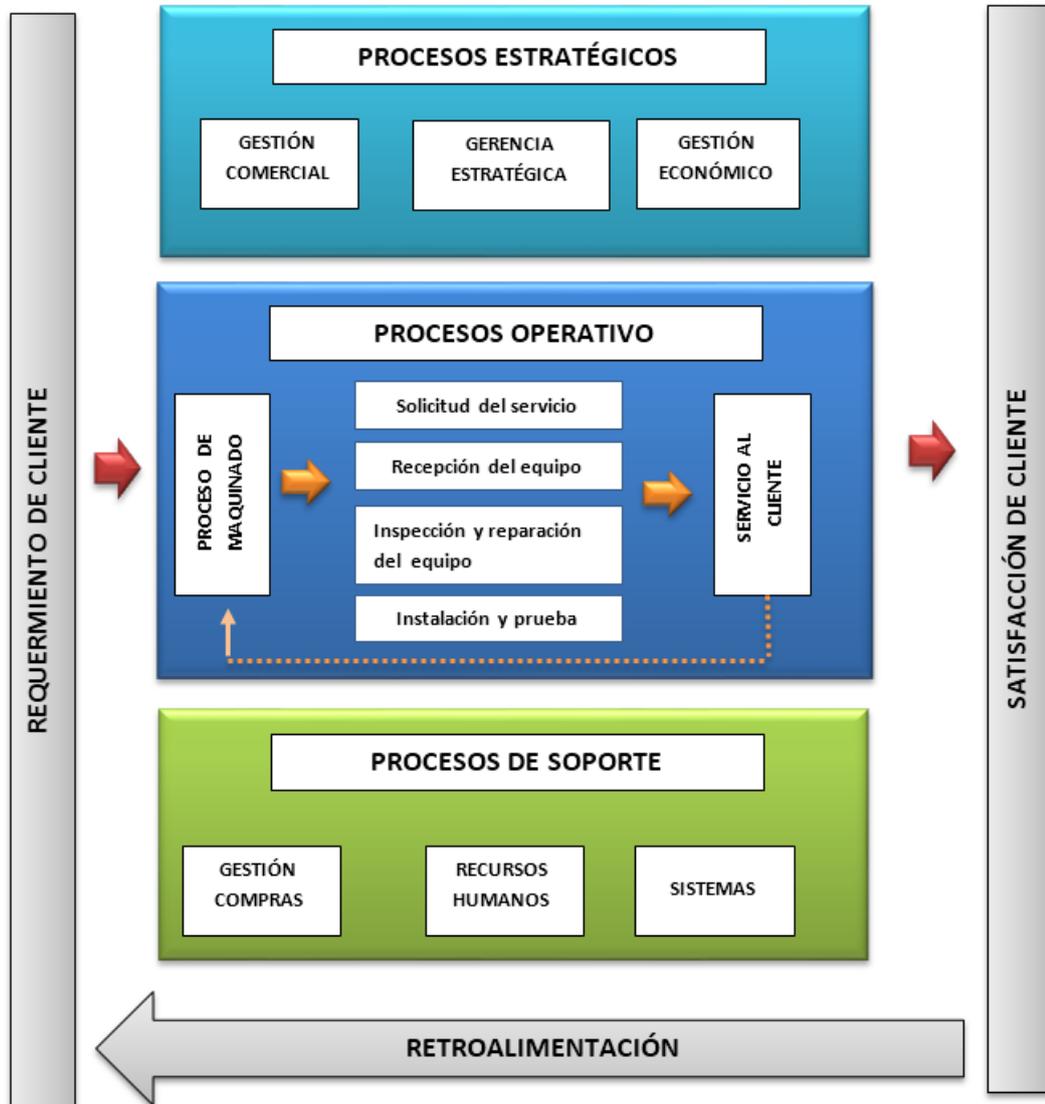
Esta área se encarga de la reparación y fabricación de componentes así como al realizar requerimientos de materiales, informes y llenado de protocolos de calidad.

*Figura N° 16 Organigrama de la empresa IREMMAA*



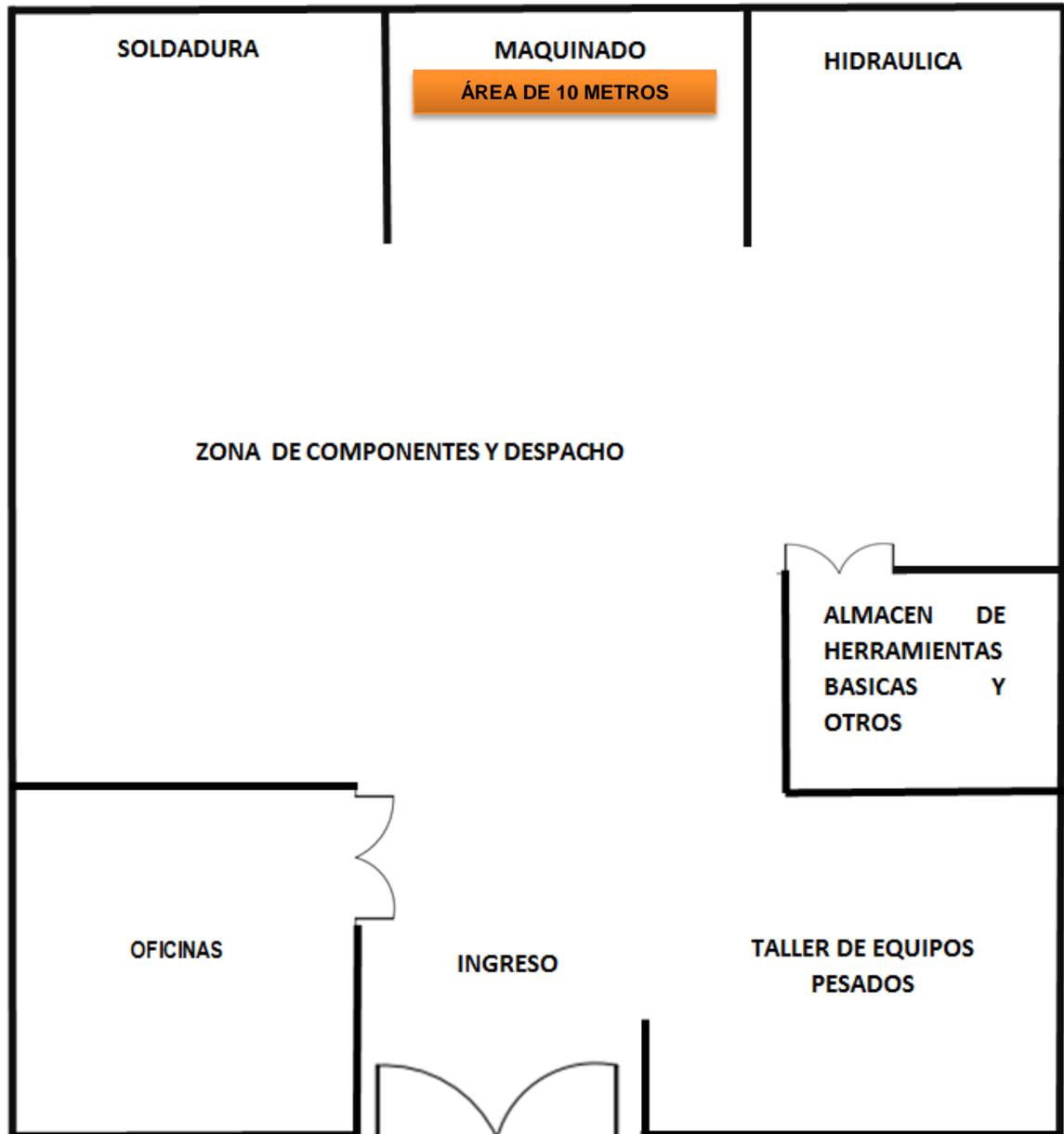
*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

Figura N° 17 Mapa de procesos operativos



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

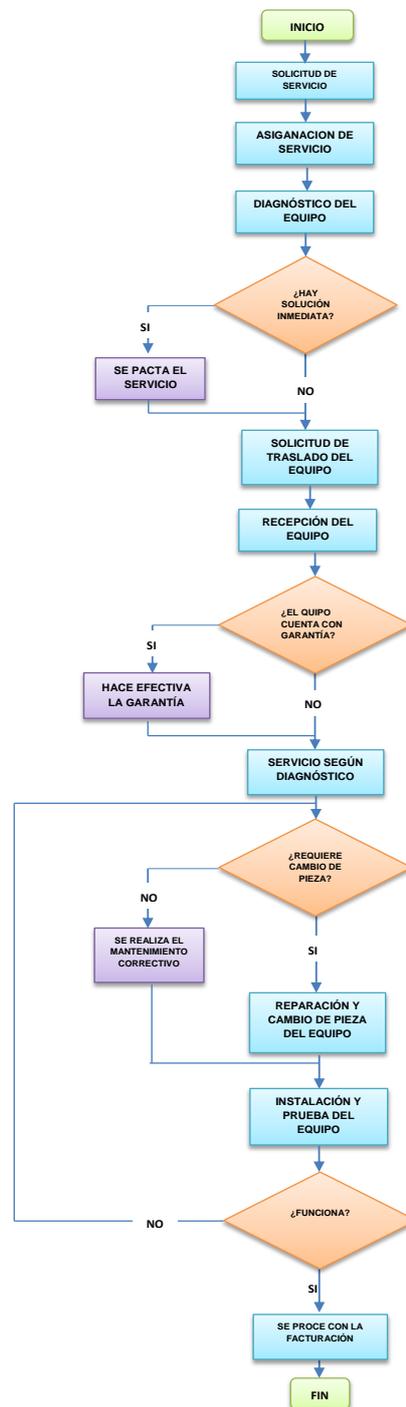
Figura N° 18 Plano de taller



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

El taller mide 800 m<sup>2</sup>, lo cual se tiene una zona amplia para el desarrollo de las actividades.

Figura N° 19 Diagrama de flujo del proceso de maquinado



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Figura N° 20 Equipos que han pasado por proceso de maquinado



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Figura N° 21 Herramientas que se emplea en proceso de maquinado



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

*Figura N° 22 Herramientas básicas que se emplea en proceso de maquinado*

Estandar de orden	EQUIPO
	Juego de porta herramientas con insertos
	Micrometro de exteriores
	Andamio de insumos
	Aditamentos de corte
	Elementos rotativos para discos abrasivos
	Brocas
	Parihuelas
	Stockas

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

**En el proceso de maquinado se realiza actividades como:**

**Reparación y fabricación:** de equipos como Bucket (baldes) de excavadoras, castillo de cargadores frontales, palas, etc.

Las reparaciones incluyen reparación de fisuras, cambios de planchas, line Bering, instalación de planchas anti-desgaste de acuerdo al uso del equipo.

*Figura N° 23 Reparación y fabricación*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

**Inspecciones y evaluaciones:** Realizar las evaluaciones dimensionales, verificación de alineamientos, concentricidad, paralelismo, planitud, etc.

Evaluaciones con partículas magnéticas y tintes penetrantes para detectar discontinuidades como: fisuras, fatigas, socavaciones, laminados, etc.

*Figura N° 24 Inspecciones y evaluaciones*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

**Servicio de reparación:** como de fisuras, soldeo y maquinado de los alojamientos durante los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos.

*Figura N° 25 Proceso de maquinado en el taller*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

*Figura N° 26 Foto del centro de trabajo*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

## 1.12. Desarrollo de los objetivos

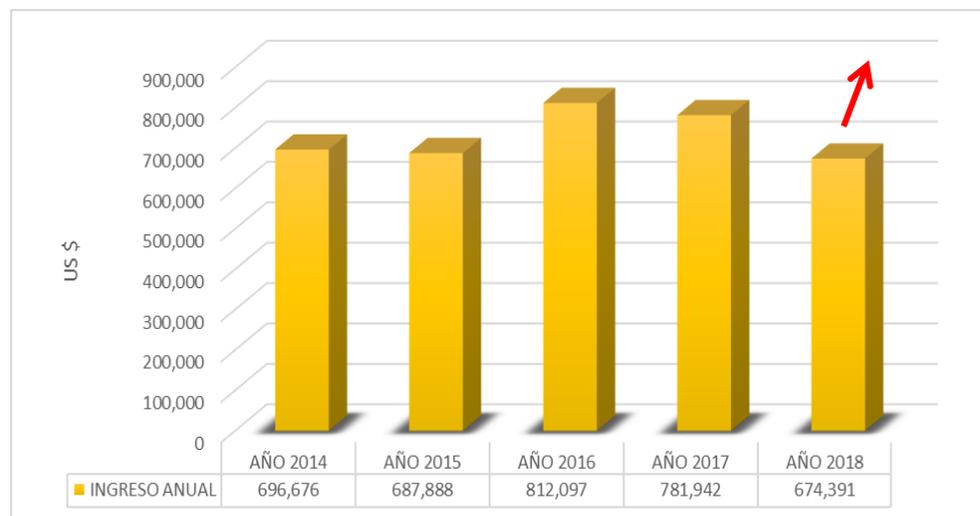
### 1.12.1. Desarrollo el Objetivo 1

#### 1.12.1.1. Elaborar un diagnóstico de la productividad actual en el proceso maquinado.

La productividad se va calcular en base a la cantidad de servicios efectuados para el proceso de maquinado, para este trabajo se medirá en términos de valor por tratarse trabajo de tipo servicio.

Registro de ventas por servicio realizado del año 2014 al 2018.

Tabla N° 5 Ingreso por servicios realizado del año 2014 al 2018



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Con los servicios realizados en año 2018 del mes de Enero a Agosto se proceder a calcular la productividad media y múltiple.

Tabla N° 6 Cuadro de ventas mensual año 2018

CUADRO DE VENTAS MENSUALES AÑO 2018										
ITEM	CLIENTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	TOTAL
1	MINERA BARRICK MSQUICHILC	150,000	93,732	61,209	31,043	44,372	47,487	108,665	75,000	611,508
2	HUDBAY PERU S.A.C.			6,000					5000	11,000
3	PEVOEX CONTRATISTAS S.A.C.	8788		2500		4,301	14,094			29,683
4	FERREYROS SOCIEDAD ANÓNIMA		2000							2,000
5	LOGISTIC INDUSTRY & MINING				15000				5200	20,200
TOTAL US \$		158,788	95,732	69,709	46,043	48,673	61,581	108,665	85,200	674,391

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

**Productividad del año 2018:**

**Productividad Medida Total:**

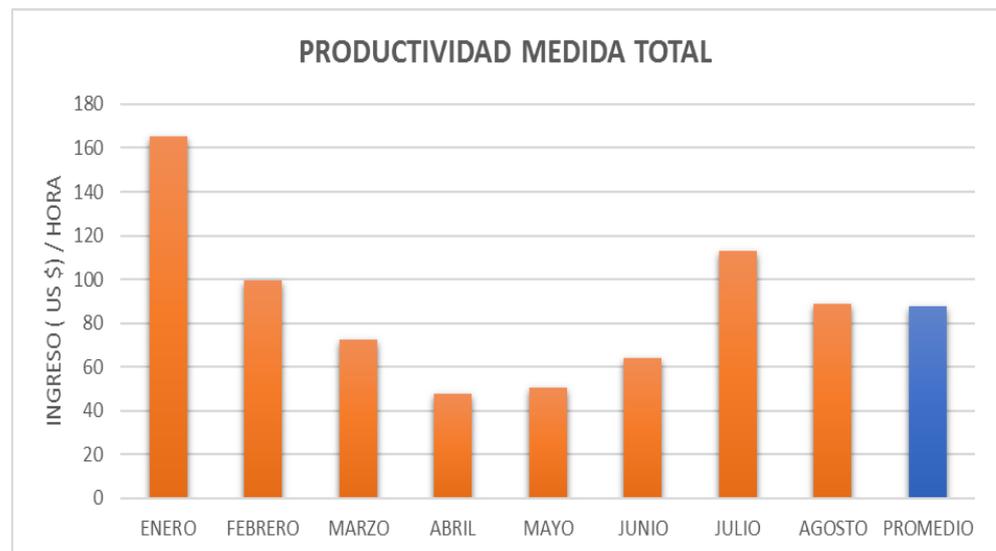
$$\text{Medida Total} = \frac{\text{Prudccion}}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Ingreso Mensual}}{\text{Horas de Trabajo Mensual}}$$

Tabla N° 7 Cuadro de ventas para calcular la productividad Medida

		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
PRODUCTO SERVICIO	INGRESO US \$	158,788	95,732	69,709	46,043	48,673	61,581	108,665	85,200
INSUMOS	HORAS DE TRABAJO	960	960	960	960	960	960	960	960
<b>INGRESO ( US \$) / HORA</b>		165	100	73	48	51	64	113	89

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Tabla N° 8 Grafica de productividad media total



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

### Productividad Medida Múltiple:

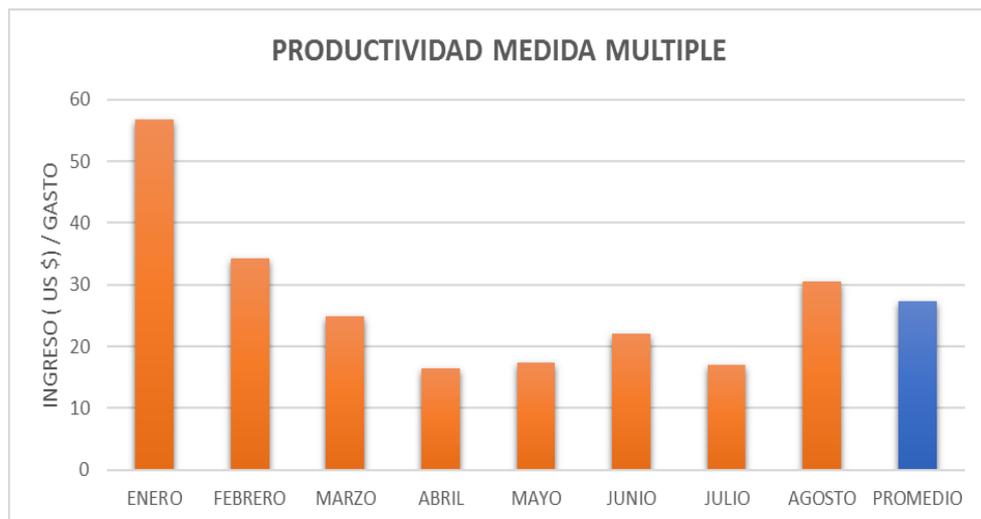
$$\text{Medida Múltiple} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumo 1} + \text{Insumo 2}} = \frac{\text{Ingreso Mensual}}{\text{Engreso Mensual}}$$

Tabla N° 9 Cuadro de ventas para calcular la productividad múltiple

		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
PRODUCTO SERVICIO	INGRESO US \$	158,788	95,732	69,709	46,043	48,673	61,581	108,665	85,200
INSUMOS 1	PAGOS A LOS TRABAJADORES	1800	1800	1800	1800	1800	1800	5400	1800
INSUMOS 2	OTROS GASTOS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
INGRESO ( US \$ ) / GASTO		57	34	25	16	17	22	17	30

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Tabla N° 10 Grafica de productividad media múltiple



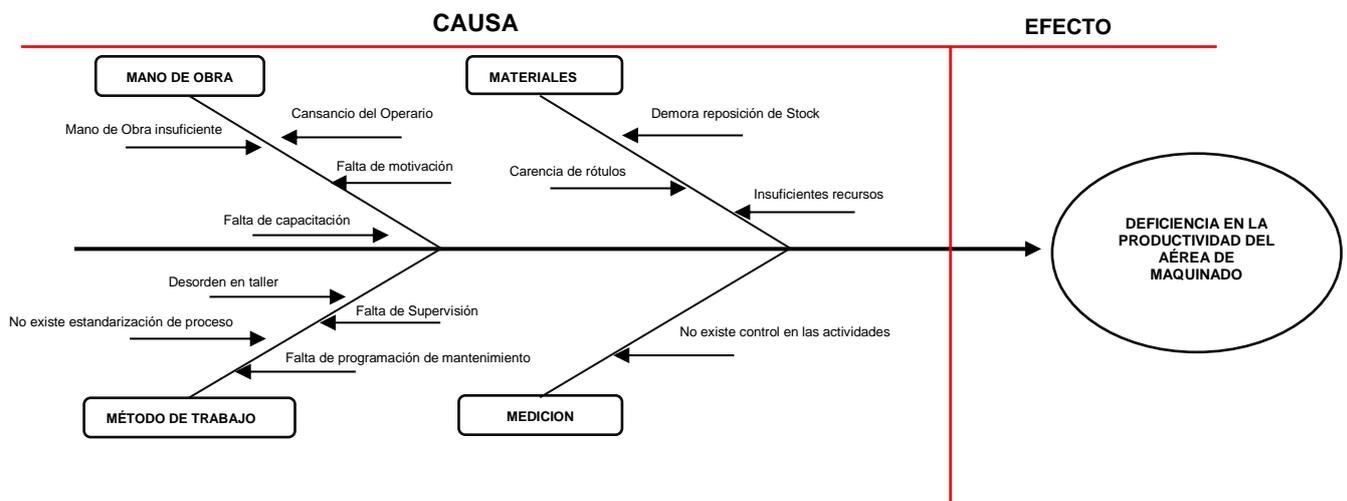
Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Nota: los ingresos obtenidos entre los años 2016 y 2017, se muestra disminución como se muestra en la tabla 6, por lo que es preocupante e importante saber los factores que están ocasionado la baja productividad con respecto al ingreso obtenido en el proceso de maquinado, por tanto se procederá a analizar las posibles causas a través del Diagrama de Ishikawa a fin de conocer las causas relevantes, para finalmente plasmar en un Diagrama de Pareto a fin de conocer las causas más representativas.

### Determinación de las causas:

1. **El Diagrama de Ishikawa**, también conocido como diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso en la productividad del proceso de maquinado.

*Figura N° 27 Diagrama de Ishikawa*



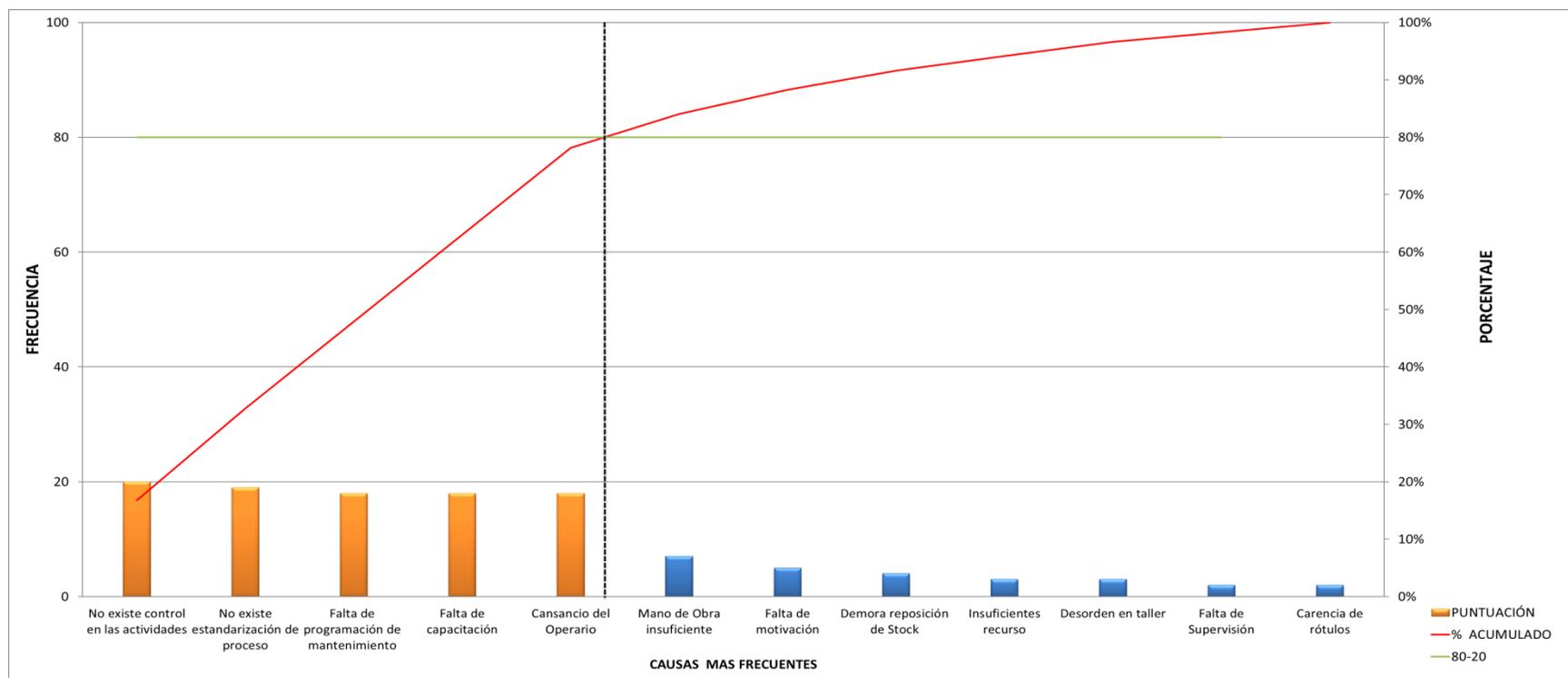
*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

En la Figura N° 27 se ha detectado las causas que han están generando deficiencia en la productividad del proceso de maquinado.

Según los resultados obtenidos de la figura causa efecto (figura n° 27), tomando en cuenta las ponderaciones para cada causa se realizó el Diagrama de Pareto, estas se obtuvieron en una reunión con el supervisor y los operarios que están involucrado en el proceso de maquinado, luego se procedió a ordenar las ideas basándonos en su prioridad para plasmarlo en un Diagrama de Pareto (Figura N° 28) a fin de conocer las cusas principales.

**2. El Diagrama de Pareto**, Es un método gráfico de análisis que permite distinguir de las causas de un problema, las que son más importantes de las más triviales, como se muestra en Figura n° 28

*Figura N° 28 Diagrama de Pareto de las causas más representativas*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

Tabla N° 11 Cuadro de causas más relevantes

DESCRIPCIÓN DE CAUSA	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO DE LA CAUSA EN EL PROCESO DE MAQUINADO
<b>No existe control en las actividades</b>	Tiempos ociosos
	Excesos de horas de trabajo
	No hay un orden en el flujo de las actividades del proceso que se estandarizada, generando pérdidas de tiempo por exceso de movimientos.
<b>No existe estandarización de proceso</b>	La falta estandarizar métodos y procedimientos de trabajo.
<b>Falta de programación de mantenimiento</b>	Acumulación de trabajo y recurrencia errores de trabajo.
<b>Falta de capacitación</b>	Empresa no invierte la formación por especialización del personal, en consecuencia, el personal se forma durante el desarrollo de sus labores.
<b>Cansancio del Operario</b>	Por acumulación de trabajos, se tiene que trabajar los fines de semana.

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Nota: Las causas más representativas como se muestra en tabla n° 11, son lo que estarían relacionado con la productividad en el proceso de maquinado.

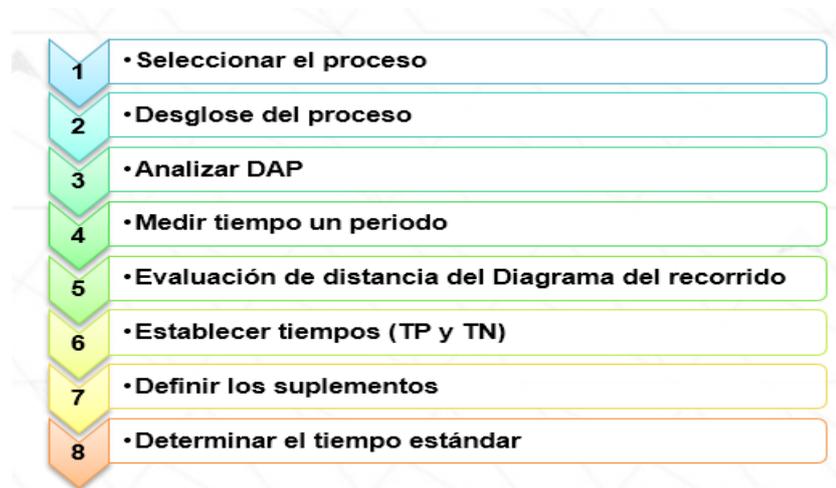
## 1.12.2. Desarrollo el Objetivo 2

### 1.12.2.1. Establecer una metodología para abordar el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado para la mejora de la productividad.

Para realizar el estudio, se realizarán observaciones de las actividades que desempeñan de un operario en particular, en este caso el encargado del área de taller, el cual puede desempeñar las actividades que se muestra en la Tabla n° 11, para efectos del estudio de tiempo se tiene que la jornada de trabajo es de 9hr, tiempo destinado para almuerzo es de 1hr, 5 días a la semana.

Para realizar la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se toma como guía los 8 procedimientos establecido por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), como se muestra en la Tabla n° 12.

*Tabla N° 12 8 procedimientos establecido por OIT*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

**PRIMERO:** Seleccionamos las actividades comunes que se realizan en el proceso de maquinado para el equipo de la empresa en estudio los cuales son los siguientes, como se muestra en la Figura n° 29.

- Soldadura
- Parches
- Pintado
- Engrase
- Calibración

*Figura N° 29 Foto tomado el proceso de maquinado*



*Fuente: Tomado el investigador (2018)*

**SEGUNDO:** Se desglosa los procesos en actividades más repetitivas y se detalló cada una de las operaciones, como se muestra en la siguiente Tabla n° 13.

*Tabla N° 13 Selección de actividades a estudiar (DAP)*

ITEM	ACTIVIDAD
1	Recepción
2	Inspección del área de trabajo
3	Habilitado de materiales
4	Inspección de las fallas en equipo
5	diagnostico
6	Desarmado
7	Preparado de los materiales
8	Reparación (Parches y Soldadura)
9	Armado
10	Probar equipo
11	Calibración
12	Engrase del equipo
13	Pintado y secado
14	Entrega de equipo

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

**TERCERO:** Se procede a analizar las operaciones y actividades y se evalúa si están utilizando los métodos correctos, mediante el DAP, como se muestra en la Tabla n° 14.

*Tabla N° 14 Diagrama de proceso actual*

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO (ACTUAL)								
RESUMEN								
OBJETO:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO				
OPERACIONES:	Operación	●	12					
<input type="checkbox"/> Calibración <input type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Parches <input type="checkbox"/> Pintado <input type="checkbox"/> Engrase	Transporte.	➔	1					
	Inspección.	■	8					
	Espera	⏸	2					
AÑO: 2018	Almacenamiento	▼	0					
METODO: Antes	DISTANCIA:		19					
LUGAR: Área de Maquinado	TIEMPO: HORA		11.00					
DESCRIPCION	Dist.	Tiem. MIN	TIPO DE ACTIVIDAD					Observaciones
			●	➔	■	⏸	▼	
Recepción	5	35	X					Ingresar el equipo al área de Maquinado
Inspección del área de trabajo	3	30	X		X			Se habilita área de trabajo
Habilitado de materiales	2	30	X		X			Materiales que se van a necesitar
Inspección de las fallas en equipo		60	X		X			Revisión General
Diagnóstico	2	20				X		Planificación de Tipo de trabajo a realizar
Desarmado		65	X					Pieza desgastada
Preparado de los materiales	2	90	X		X			Material que solo será para la reparación
Reparación (Parches y Soldadura)		120	X		X			
Armado		45	X		X			
Probar equipo		60	X		X			
Calibración		20	X		X			
Engrase del equipo		25	X					
Pintado y secado		30	X			X		
Entrega de equipo	5	30		X				

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Nota: se observa que recorrido durante la jornada laboral es de 19 metros y el trabajo es desarrollado en 11 horas, por lo que puede afirmar que se está trabajando 3 horas adicionales.

**CUARTO:** Se procede a medir y registrar el tiempo en horas, durante 10 días, como se muestra en la Tabla n° 15.

Tabla N° 15 Registro de horas trabajadas por 10 días

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma ( $\Sigma x_i$ )
HORA	10	11	11	10	10	9	11	9	8	10	99

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)



**SEXO:** Se procedió a realizar la conversión de los tiempos observados en tiempo promedio y normal.

### 1. Tiempo Promedio

Tabla N° 16 Registro de horas para calcular el tiempo promedio

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma ( $\Sigma xi$ )	LC
HORA	10	11	11	10	10	9	11	9	8	10	99	9

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

En este caso el número de lecturas consistentes (LC) es igual a 9.

$$Te = \frac{\sum Xi}{LC} \quad Te = \frac{99}{9} = 11$$

### 2. Tiempo Normal

Asumiendo que el trabajador tuvo un factor de ritmo de trabajo equivalente a 90; y que el factor de ritmo estándar equivale a 100, lo cual es normal, tendremos que para un tiempo promedio de 9.90 Hrs.

Ritmo de Trabajo	
120 -	Acelerado
115 -	Rápido
110 -	Optimo
105 -	Bueno
100 -	Normal
95 -	Regular
90 -	Lento
85 -	Muy Lento
80 -	Deficiente

$$Tn = Te \times \left( \frac{\text{Valor Atribuido}}{\text{Valor Estándar}} \right)$$

$$Tn = 11 \times \left( \frac{90}{100} \right) = 9.90$$

**SÉPTIMO:** Buscar definir los suplementos y/o tiempo concedido elemental (Tt) los cuales sumaran al tiempo normal, el tiempo que se asigna al trabajador por ser trabajos pesados, fluctúa entre 12% y 40%,

$$Tt = Tn \times (1 + \text{Suplementos})$$

$$Tt = 9.90 \times (1 + 15\%) = 11.39$$

**OCTAVO:** Se procedió a determinar el tiempo estándar para la operación, lo cual se suman los tiempos totales concedidos para cada elemento 11 hrs., como se muestra en la Tabla n° 17.

*Tabla N° 17 Tiempo estándar por actividad realizada en proceso de maquinado de un equipo*

ITEM	DESCRIPCION	Tiem. MIN	Tiem. Horas
1	Recepción	35	0.58
2	Inspección del área de trabajo	30	0.50
3	Habilitado de materiales	30	0.50
4	Inspección de las fallas en equipo	60	1.00
5	Diagnostico	20	0.33
6	Desarmado	65	1.08
7	Preparado de los materiales	90	1.50
8	Reparación (Parches y Soldadura)	120	2.00
9	Armado	45	0.75
10	Probar equipo	60	1.00
11	Calibración	20	0.33
12	Engrase del equipo	25	0.42
13	Pintado y secado	30	0.50
14	Entrega de equipo	30	0.50
TOTAL			11.00

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

#### **Análisis:**

Después de haber tomado los tiempos para la ejecución de un trabajo denominado proceso de maquinado de un equipo, hay evidencia que se está trabajando 3 horas adicionales, referente al tiempo estándar (11 hrs.), ya que este trabajo se debería ejecutar dentro de la jornada laboral (8 hrs), en consecuencia se tiene una productividad de 73 %, lo cual no es favorable para la empresa.

$$Productividad = \frac{\text{Tiempo Real}}{\text{Tiempo Disponible}} \times \frac{\text{Cantidad de Reparacion producidas}}{\text{Cantidad de Reparacion planificadas}}$$

$$Productividad = \frac{8}{11.00} \times \frac{1}{1} = 73\%$$

### 1.12.3. Desarrollo el Objetivo 3

#### 1.12.3.1. Aplicar el estudio de tiempos y movimientos y analizar los resultados de productividad en el proceso de maquinado.

Con metodología de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se ha medido tiempos y el recorrido que este conlleva en reparación de un equipo, teniendo como resultado 3 hrs de trabajo, considerado como horas extras y 19 metros de recorrido causando el cansancio de personal.

A fin de tener mayor productividad se propone ordenar y combinar las actividades de trabajo, aplicando los 8 procedimientos de la metodología de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

**PRIMERO:** Seleccionamos las actividades comunes que se realizan en el proceso de maquinado para el equipo, los cuales son los siguientes.

- Calibración
- Soldadura
- Parches
- Pintado
- Engrase

**SEGUNDO:** Se ordenó y desglosó las operaciones en actividades más repetitivas y se detalló cada una de las operaciones, como se muestra en la siguiente Tabla n° 18.

*Tabla N° 18 Selección de actividades ordenadas*

ITEM	ACTIVIDAD
1	Recepción
2	Inspección de las fallas en equipo
3	Desarmado y Diagnostico
4	Preparado de los materiales
5	Reparación (Parches y Soldadura)
6	Armado y Calibracion
7	Engrase de equipo y Probar equipo
8	Pintado y secado
9	Entrega de equipo
10	Inspección del área de trabajo

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

Figura N° 31 Foto tomado el durante el proceso de maquinado



Fuente: Tomado por el investigador (2018)

**TERCERO:** Luego de ordenar se procede a a evaluar si están utilizando los métodos correctos, mediante el DAP, como se muestra en la Tabla n° 19.

Tabla N° 19 Diagrama de proceso propuesto

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO (PROPUESTO)								
RESUMEN								
OBJETO:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO				
OPERACIONES:	Operación		12	9				
<input type="checkbox"/> Calibración <input type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Parches <input type="checkbox"/> Pintado <input type="checkbox"/> Engrase	Transporte.		1	1				
	Inspección.		8	5				
	Espera		2	2				
	AÑO: 2018	Almacenamiento		0	0			
METODO: Antes	DISTANCIA:		19	10				
LUGAR: Área de Maquinado	TIEMPO: HORA		11	8				
DESCRIPCION	Dist.	Tiem. MIN	TIPO DE ACTIVIDAD					Observaciones
								
Recepción	3	30	X					
Inspección de las fallas en equipo		30			X			Se tiene la referencia la cotización.
Desarmado y Diagnostico	1	40	X		X			Confirmación se lo solicitado por el cliente.
Preparado de los materiales	2	60	X		X			Maerial puntal
Reparación (Parches y Soldadura)		120	X					
Armado y Calibracion		50	X		X			Afinación en paralelo
Engrase de equipo y Probar equipo		60	X		X			En paralelo
Pintado y secado		30	X			X		
Entrega de equipo	3	30	X	X				
Inspección del área de trabajo	1	30	X			X		Luego de entregar el equipo el taller se debe dejar ordenado y limpio

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Con la propuesta se tiene una reducción en tiempo y distancia, lo cual esto es favorable para la empresa como se muestra en la Tabla N° 19.

**CUARTO:** Después de haber ordenado los procesos, se procede a medir y registrar el tiempo en horas durante 10 días como se muestra en Tabla n° 20.

*Tabla N° 20 Registro de horas trabajadas durante 10 días*

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma ( $\Sigma x_i$ )	LC
HORA	7	8	7	8	6.5	8	8	7	8	8	75.5	9

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

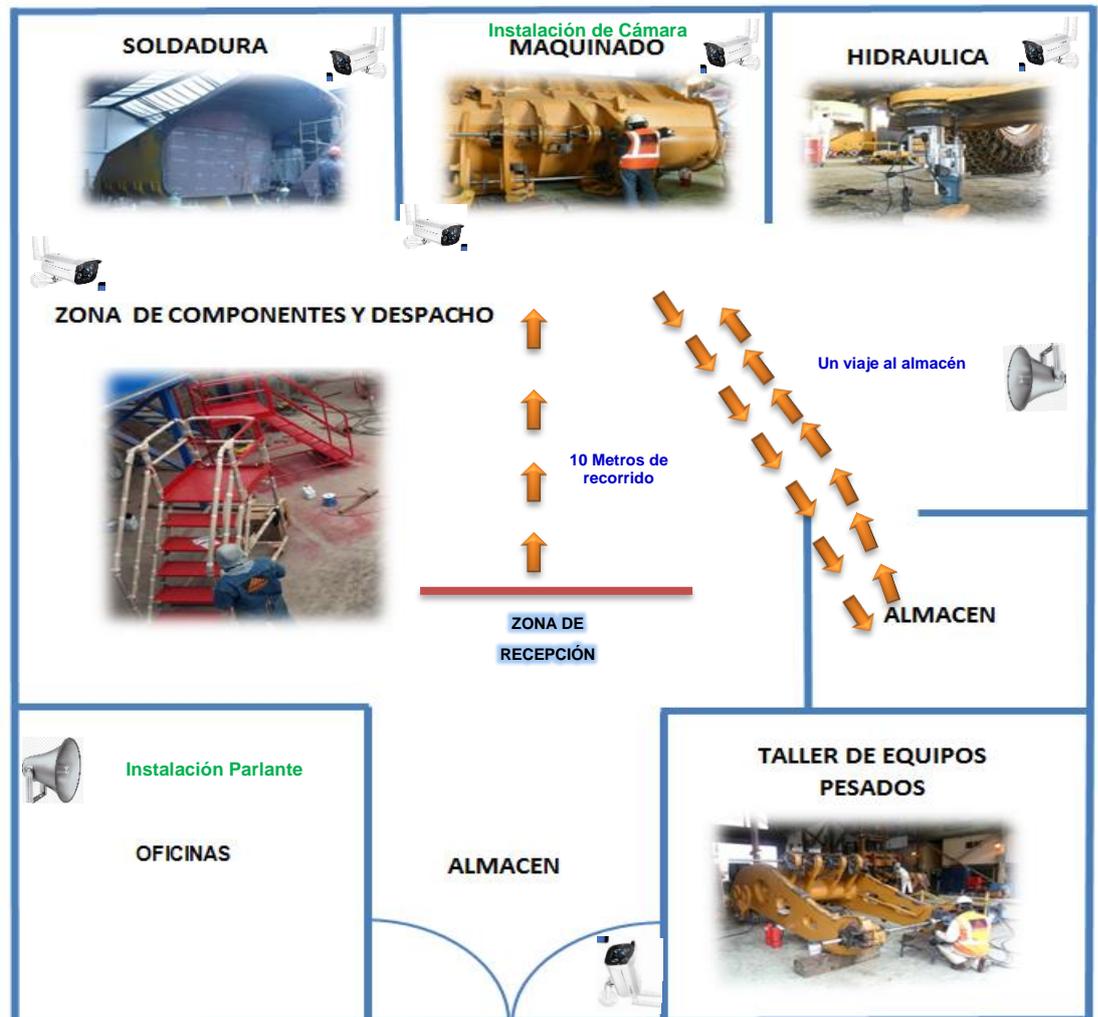
*Figura N° 32 Foto de seguimiento de toma de tiempos*



*Fuente: Tomado por el investigador (2018)*

**QUINTO:** Con el ordenamiento del proceso, se procedió a la evaluación de distancia para conocer diagrama de recorrido propuesto como se muestra en la Figura N° 33, cual se obtiene el nuevo ritmo de ejecución de actividades.

Figura N° 33 Diagrama de recorrido propuesto visto de la planta



Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

**SEXTO:** Con el nuevo tiempo observado, se procedió a realizar la conversión de los tiempos a promedio y normal.

## 1. Tiempo Promedio

Tabla N° 21 Registro de horas para calcular el nuevo tiempo promedio

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma ( $\Sigma xi$ )	LC
HORA	7	8	7	8	6.5	8	8	7	8	8	75.5	9

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

En este caso el número de lecturas consistentes (LC) es igual a 9.

$$Te = \frac{\sum Xi}{LC} \quad Te = \frac{75.5}{9} = 8.39$$

Nota: el nuevo tiempo promedio es de 8.39 hrs, se observa disminución 2.61 hrs.

## 2. Tiempo Normal

Para efectos de comparación el factor de ritmo de trabajo se mantendrá equivalente a 90; ya que el factor de ritmo estándar equivale a 100, lo cual es normal, tendremos que para un tiempo promedio de 7.55 Hrs.

Ritmo de Trabajo	
120 -	Acelerado
115 -	Rápido
110 -	Optimo
105 -	Bueno
100 -	Normal
95 -	Regular
90 -	Lento
85 -	Muy Lento
80 -	Deficiente

$$Tn = Te \times \left( \frac{\text{Valor Atribuido}}{\text{Valor Estándar}} \right)$$

$$Tn = 8.39 \times \left( \frac{90}{100} \right) = 7.55$$

Nota: el tiempo nuevo tiempo normal es de 7.55 hrs. con respecto al anterior 9.9 hrs., lo cual se puede afirmar que hay mejora con el proceso ordenado.

**SÉPTIMO:** Buscar definir los suplementos y/o tiempo concedido elemental (Tt) los cuales sumaran al tiempo normal, el tiempo que se asigna al trabajador por ser trabajos pesados, fluctúa entre 12% y 40%.

$$Tt = Tn \times (1 + \text{Suplementos})$$

$$Tt = 9.90 \times (1 + 15\%) = 8.42$$

**OCTAVO:** Se procedió a determinar el nuevo tiempo estándar para la ejecución de las actividades ordenadas, lo cual se suman los tiempos totales concedidos para cada elemento un total de 8 hrs., como se muestra en la Tabla n° 22.

*Tabla N° 22 Nuevo tiempo estándar obtenido por cada actividad*

ITEM	DESCRIPCION	Tiem. MIN	Tiem. Horas
1	Recepción	30	0.50
2	Inspección de las fallas en equipo	30	0.50
3	Desarmado y Diagnostico	40	0.67
4	Preparado de los materiales	60	1.00
5	Reparación (Parches y Soldadura)	120	2.00
6	Armado y Calibracion	50	0.83
7	Engrase de equipo y Probar equipo	60	1.00
8	Pintado y secado	30	0.50
9	Entrega de equipo	30	0.50
10	Inspección del área de trabajo	30	0.50
TOTAL			8.00

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

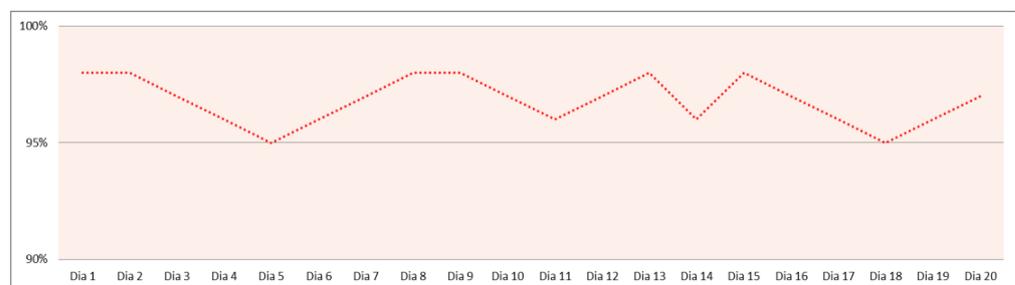
#### **Análisis:**

Después de haber tomado los tiempos para la ejecución de un trabajo denominado proceso de maquinado de un equipo, con la actividades ordenadas, el trabajo se ejecuta dentro de las 8 horas dentro de la jornada, con la productividad de 98%, lo cual es favorable para la empresa, en la figura n° 34 se muestra el registro de la productividad durante 20 días.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo Real}}{\text{Tiempo Disponible}} \times \frac{\text{Cantidad de Reparacion producidas}}{\text{Cantidad de Reparacion planificadas}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{8}{8} \times \frac{1.95}{2} = 98\%$$

*Figura N° 34 Registro de productividad*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

#### 1.12.4. Desarrollo el Objetivo 4

##### 1.12.4.1. Realizar un análisis costos beneficio de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en la empresa INREMAA S.R.L

##### 1.12.4.2. Beneficios cualitativos

A continuación, se detalla los beneficios cualitativos antes y luego del estudio de tiempos y movimientos.

Tabla N° 23 Beneficios Cualitativos

CAUSAS	ANTES DE LA APLICACIÓN	CON LA PROPUESTA DE APLICACIÓN
No existe control en las actividades	Se perdía el control de trabajos	Se optimiza tiempo en la ejecución de actividades
No existe estandarización de proceso	Se realizan el trabajo repetitivo	Se eliminados procesos repetitivos de poco rendimiento.
Falta de programación de mantenimiento	Acumulación de trabajo	Al cierre del día se programa el trabajo del día siguiente
Falta de capacitación	Falta de especialización	Capacitación anual como motivación al personal
Cansancio del Operario	El recorrido de trabajo largo	Con la aplicación de estudio de tiempo y movimiento, se redujo el recorrido.

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

##### 1.12.4.3. Beneficio cuantitativo

Luego de la recolección de datos y la reducción del tiempo estándar, la empresa tiene el ingreso adicional a la utilidad de fin de años de US \$ 5560.00, obteniendo una rentabilidad favorable como se muestra en la Tabla n° 26.

## 1. Antes de la aplicación

*Tabla N° 24 Tabla de gasto mensual antes de la propuesta*

DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Pago al personal (4)	US \$ 3600	US \$ 43200											
3 Horas extras 25%	US \$ 160	US \$ 180	US \$ 160	US \$ 160	US \$ 160	US \$ 160	US \$ 180	US \$ 1960					
Penalidad retraso de un día	US \$ 300	US \$ 3600											
<b>TOTAL</b>	<b>US \$ 4060</b>	<b>US \$ 4080</b>	<b>US \$ 4060</b>	<b>US \$ 4060</b>	<b>US \$ 4060</b>	<b>US \$ 4060</b>	<b>US \$ 4080</b>	<b>US \$ 48760</b>					

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

## 2. Con la aplicación

*Tabla N° 25 Tabla de gasto mensual después de la propuesta*

DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Pago al personal (4)	US \$ 3600	US \$ 43200											
3 Horas extras 25%	US \$ 0												
Penalidad retraso de un día	US \$ 0												
<b>TOTAL</b>	<b>US \$ 3600</b>	<b>US \$ 43200</b>											

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

### 1.12.4.4. Costo de la implementación

El proyecto será financiado con las ganancias que se obtienen, lo cual provienen del ahorro como se muestra en Tabla N° 26.

*Tabla N° 26 Ganancia de la propuesta*

COSTO TOTAL	TOTAL
ANTES	<b>US \$ 48,760</b>
DESPUES	<b>US \$ 43,200</b>
<b>Ingreso</b>	<b>US \$ 5,560</b>

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

#### 1.12.4.4.1 Costo de materiales que se utilizara

*Tabla N° 27 Costo de materiales*

DESCRIPCIÓN	MEDIA	CANTIDAD	COSTO US \$	TOTAL US \$
Cronómetro Digital MARATHON ADANAC	Unid.	1	61	61
El tablero y lápiz	Unid.	1	2	2
Calculadora	Unid.	1	31	31
Cinta Métrica	Unid.	1	5	5
Hojas de registro	Unid.	1	1	1
				<b>US \$ 101</b>

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

#### 1.12.4.4.2 Costo para la Propuesta de Inversión

Tabla N° 28 Costo para la propuesta

DESCRIPCIÓN	MEDIA	CANTIDAD	COSTO US \$	TOTAL US \$
Pintura para señalizacion	galon	15	215	3231
Parlante tipo bocina	unid	2	260	520
Camara de video	unid.	6	370	2220
				<b>US \$ 5,971</b>

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

#### 1.12.4.4.3 Otros Gastos

Tabla N° 29 Otros Gastos

DESCRIPCIÓN	TOTAL US \$
Gastos Administrativos	38
Depreciación	597
<b>US \$ 635</b>	

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

#### 1.12.4.4.4 Estado de Resultados

Tabla N° 30 Estado de resultados

ESTADOS DE RESULTADO						
AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>Ingreso por Implementación</b>		<b>US \$ 5,560</b>				
Costo de Materiales		US \$ 101				
Depreciación		US \$ 597				
Gastos Administrativos		US \$ 38				
Utilidad antes del Impuesto		US \$ 4,825				
Impuesto 30%		US \$ 1,447				
Utilidad despues del Impuesto		US \$ 3,377				
Depreciación		US \$ 597				
Inversion	US \$ 5,971					
<b>Flujo Neto de Efectivo</b>	<b>-US \$ 5,971</b>	<b>US \$ 3,974</b>				

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

#### 1.12.4.4.5 Cálculo del VAN y TIR

Para este proyecto El Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), es brindado por la empresa a fin de realizar los cálculos, siendo este 16 %; lo que significa que será la valla mínima que el Proyecto debe superar, entendiéndose que a más de eso, crea valor, menos de eso destruye valor, si el TIR es igual WACC ha brindado lo mínimo requerido.

<b>WACC</b>	16.00%
<b>VAN</b>	US \$ 13,013
<b>TIR</b>	60.27%

El proyecto analizado devuelve el capital invertido más una ganancia adicional, por lo que se presume que el proyecto es rentable, es por tanto atractivo para ser aceptado.

#### 1.12.4.4.6 Análisis del Beneficio / Costo

Cuando el beneficio costo es mayor que 1, el valor de los beneficios es mayor a los costos del proyecto, por lo que se acepta el proyecto y se recomienda la inversión, debido a que existe beneficio, el valor de B/C 2.18, es decir que los ingresos es superior a los egresos, por lo que se puede afirmar que por cada unidad (1) monetaria invertida, se tendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 1.18, en consecuencia este proyecto resulta atractivo.

<b>INVERSION</b>	US \$ 5,971
<b>VAN</b>	US \$ 13,013
<b>B/C</b>	2.18

#### 1.12.4.4.7 Periodo de recuperación

Siendo solo la inversión de la ganancia con la Propuesta de implementación, el periodo de recuperación es de 1 año con 10 meses y 9 días.

*Tabla N° 31 Periodo de recuperación*

(PRI)				
PERIODO DE RECUPERACIÓN				
AÑO	INVERSION	VALOR ACTUAL	SALDO DE INVERSION	PRI
0	US \$ 5,971			
1		US \$ 3,426	2,545	1.00
2		US \$ 2,954	-409	0.86
3		US \$ 2,546		
4		US \$ 2,195		
5		US \$ 1,892		

*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

### 1.13. Diagrama de Gantt de la ejecución del trabajo

Se muestra una herramienta gráfica cuyo objetivo es evidenciar el tiempo invertido para el desarrollo de este trabajo como se muestra en tabla n° 32 y 33.

Tabla N° 32 Diagrama de Gantt para el desarrollo de cada objetivo

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	MESES																			
		JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Elaborar un diagnóstico de la productividad actual en el proceso maquinado.	■	■	■	■	■	■	■													
2	Establecer una metodología para abordar el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado para la mejora de la productividad.								■	■	■	■									
4	Aplicar el estudio de tiempos y movimientos y analizar los resultados de productividad en el proceso de maquinado.											■	■	■	■	■	■				
5	Realizar un análisis costos beneficio de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en la empresa INREMMAA S.R.L																	■	■	■	■

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

Tabla N° 33 Diagrama de Gantt del desarrollo detallado de los objetivos

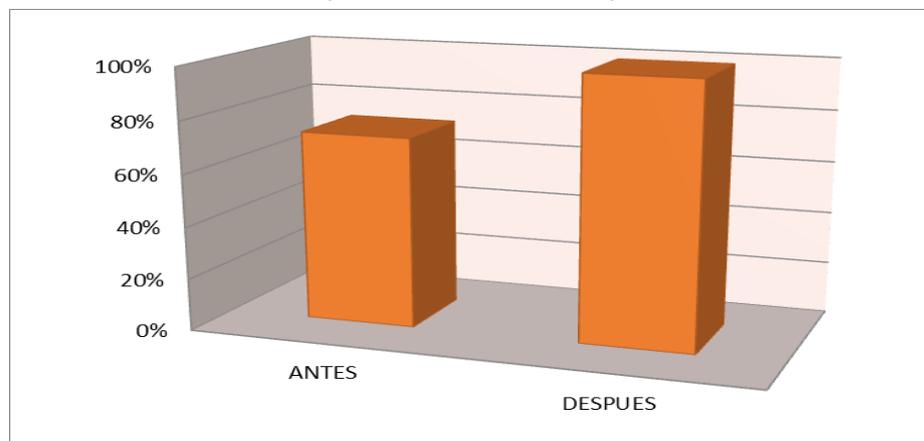
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	MESES																			
		JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Recolecta y toma de información para diagnóstico, mediante el uso de herramientas como Ishikawa y Pareto.																				
	Identificación de posibles herramientas estudio de tiempos y movimientos																				
	Sensibilización al personal sobre el estudio de tiempos y movimientos																				
	Identificación de recursos (humanos, materiales)																				
	Recopilación de información para medición																				
	Identificación y análisis de problemas identificados																				
2	Análisis de alternativas estudio de tiempos y movimientos proceso de maquinado.																				
	Establecer prioridades para aplicación de herramientas estudio de tiempos y movimientos, con los 8 pasos de OIT																				
	Establecer estrategias y planificación de la implementación.																				
3	Aplicar la herramientas estudio de tiempos y movimientos, con los 8 pasos de OIT																				
	Estandarizar y mejorar métodos de trabajo																				
	Establecimiento de plan de acción																				
4	Medición y análisis de resultados																				
	Elaboración de beneficio y seguimiento																				

Fuente: Elaborado por el investigador (2018)

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

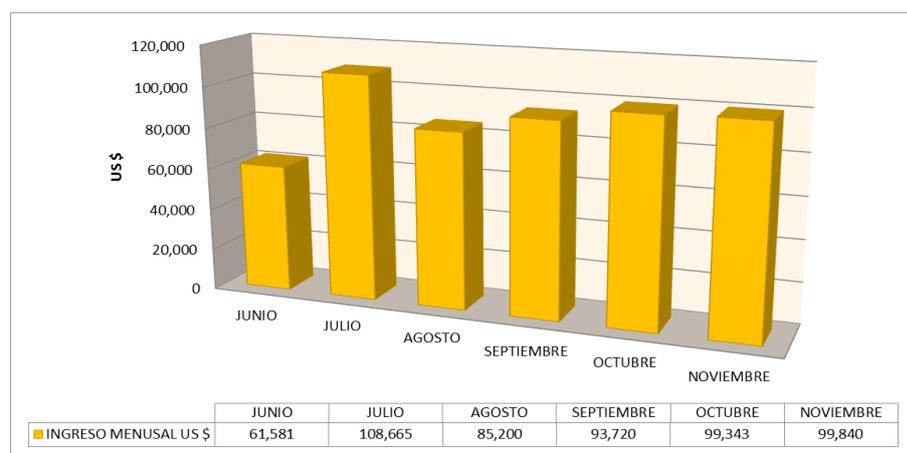
Tomando como guía la metodología de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se aplicó los 8 procedimientos para la aplicación del estudio de tiempo y movimiento, lo cual al ordenar y combinar las actividades de trabajo se logra reducción de tiempo excedente y movimientos innecesarios, por lo que se puede afirmar que toda actividad que se realice en el proceso de maquinado se realiza dentro de las 8 horas conllevando a una mayor productividad en uso de los recursos y la ejecución del servicio solicitado por el cliente, generando mayor ingreso económico como se muestra figura n° 36, así mismo se afirma que para el periodo de un mes hay un cambio notable en la productividad como se muestra en la Figura n° 35.

*Figura N° 35 Productividad global*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

*Figura N° 36 Registro de ingreso mensual*



*Fuente: Elaborado por el investigador (2018)*

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Con el diagnóstico de la productividad actual en el proceso maquinado, se puede afirmar que hay una evidencia en la disminución en las ventas anual y mensual, para conocer dichos factores que están ocasionados la baja productividad y como consecuencia de ellos disminución del ingreso, se trabajó con la herramienta de Diagrama de Ishikawa para levantar las causas más representativas y finalmente plasmarlo en un Diagrama de Pareto a fin de establecer una metodología para abordar el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de maquinado para la mejora de la productividad.

Se estableció metodología para la mejora de la productividad, siendo los 8 procedimientos establecido por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en cual se desglosó el proceso, se plasmó en DAP, lo cual se puede afirmar que se emplea 3 horas adicionales y se recorre 19 metros para ejecución de proceso de maquinado en un equipo y la productividad para el proceso de maquinado es de 73%.

Se aplicó la herramienta de estudio de tiempo y movimiento, lo cual se ordenó y combino las actividades de trabajo, por lo que se puede afirmar para la ejecución de un trabajo en el proceso de maquinado de un equipo, con las actividades ordenadas, el trabajo se ejecuta dentro de las 8 horas dentro de la jornada laboral, con la productividad del 98%.

Concluye que se acepta esta investigación, debido a que se ha podido evidenciar que hay una retribución económica favorable, ya que devuelve el capital invertido más una ganancial adicional, por lo que se presume que el proyecto es rentable, es por tanto atractivo para ser aceptado, siendo VAN US \$ 13,013.00, TIR 60.27 % lo cual ha superado el valla del Costo Promedio Ponderado de Capital, logrando B/C 2.18, por lo que se puede afirmar que por cada unidad (1) monetaria invertida, se tendrá un retorno del capital invertido, además con sola ganancia del proyecto se logra recuperar en 1 año con 10 meses y 9 días.

## RECOMENDACIONES

Se recomiendo seguir el método propuesto puesto que contribuye con la reducción de tiempos improductivos y realizar estudio de tiempo más a fondo para establecer el tiempo promedio que tarda la actividad completa de reparación en el proceso de maquinado y que pueda quedar como dato de la empresa para estudios posteriores, se recomiendo llevar un mejor control en las actividades, como estandarizar de procesos para realizar un adecuado programación de mantenimiento, se siguiere establecer una capacitación de manera anual.

Realizar una limpieza exhaustiva de aquellos equipos que están almacenados, pero no tiene reparación y la chatarra acumulada; para poder habilitar otros espacios y limpieza exhaustiva del área de trabajo, esto permitirá a los operarios desempeñar un buen funcionamiento en su trabajo.

Ejecutar inspecciones para verificar que los operarios cumplen con los procedimientos en taller de tal manera que se conserve el día se lo mas productivo posible.

Se recomienda dar seguimiento y control de las propuestas usando indicadores que permitirán tener un mejor control de las operaciones y facilitar la toma de decisiones.

## REFERENCIAS

- Melgar, C. (2012). *Propuesta para el mejoramiento de los procesos de productividad*.
- Montserrat, R. (2011). *Gestión de la producción: Cómo planificar y controlar la producción industrial*. Barcelona.
- Cruelles R. (2012). *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*
- Fuentes, S. (2012). *Satisfacción Laboral y su Influencia en la Productividad*.
- Fernandez G. (2013). *Le mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*.
- Alexis G. (2002). *Guía de metodología para anteproyectos de investigación*. Fondo editorial de la universidad pedagógica experimental libertad.
- Joseph (2009). *La gestión de la productividad*. 1ª ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Morí, G. *Medición del trabajo: tiempo normal, tiempo estándar*. (2.ª ed.). 2007. P. 117.
- Meyers, F. (2015). *Cualidades de un ingeniero industrial*. (3.ª ed.). México: Pearson Educación. P.5.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. (9ª edición). Colombia: Alfa omega. P.139.
- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*.
- Maynard, H. B., & Zandin, K. b. (2008). *Manual del ingeniero industrial (Vol. I)*.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. (9ª edición). Colombia: Alfa omega. P 141.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. (9ª edición). Colombia: Alfa omega. P. 328
- Gutiérrez H. (2010). *Calidad total y productividad*
- García R. (2005). *Ingeniera de métodos y medición del trabajo*.

## ANEXOS

Anexo N° 1 Foto del proceso de maquinado .....	68
Anexo N° 2 Foto del proceso de maquinado en la mina.....	69
Anexo N° 3 Foto del taller .....	70
Anexo N° 4 Centro de labores para el proceso de maquinado.....	71
Anexo N° 5 Cotización por el servicio de proceso de maquinado .....	72
Anexo N° 6 Datos para la elevación del diagrama de Pareto.....	73

*Anexo N° 1 Foto del proceso de maquinado*



*Anexo N° 2 Foto del proceso de maquinado en la mina*



*Anexo N° 3 Foto del taller*



*Anexo N° 4 Centro de labores para el proceso de maquinado*



Anexo N° 5 Cotización por el servicio de proceso de maquinado



Asoc.de propietarios los portales del pinar Mz b lote 1 Comas - Lima  
RPC : 989087990  
RPM : 927868  
Movistar : 996120881  
R.U.C.: 20521118308

**COTIZACIÓN 558 - 2018**

Señores: Minera Barrick Misquichilca - Pierina			Fecha: 28/08/2018		
Atención: Ciro Molina					
Dirección:					
E-mail: <a href="mailto:cmolina@barrick.com">cmolina@barrick.com</a>					
ITEM	CAN	UND	DESCRIPCION	VALOR UNIT	SUB-TOTAL
1	1	SS	<b>REPARACIÓN DE BELLCRANK RH</b> Remoción de pintura para realizar prueba de liquido penetrante Inspección de alineamiento entre 6 ejes principales Extracción de bocina central Reparación de rajaduras en las orejas Rellenar con soldadura 4 agujeros roscantes para realizar nuevos agujeros y pasar macho M30 Realizar Soldeo y Maquinado de 5 alojamientos Recuperación de caras desgastadas Recuperar topes de impacto Instalación de bocina central con nitrogeno líquido Fabricación y Reconstrucción de orejas		\$5,700.00
					\$1,900.00
			<b>TRABAJO A REALIZAR EN TALLER DE INREMAA</b>  <b>DURACIÓN DEL TRABAJO 04 DÍAS DESPUES DE GENERADA LA OC</b>		
Son: Ocho Mil Novecientos Sesenta y Ocho con 00/100 dólares americanos				Sub-Total	\$7,600.00
				I.G.V. 18%	\$1,368.00
				<b>Total US\$</b>	<b>8,968.00</b>

Condiciones Generales :  
:  
:  
Forma de pago: 30 días:  
Validez de la oferta: 15 :  
:

Atentamente,  
Giuliana Gonzáles S.  
[ggonzales@inremmaa.com](mailto:ggonzales@inremmaa.com)  
INREMAA

*Anexo N° 6 Datos para la elevación del diagrama de Pareto.*

ITEM	CAUSAS	PUNTUACIÓN	ACUMULADO	% PUNTUACIÓN	% ACUMULADO	80-20
1	No existe control en las actividades	20	20	16.81%	16.81%	80.00%
2	No existe estandarización de proceso	19	39	15.97%	32.77%	80.00%
3	Falta de programación de mantenimiento	18	57	15.13%	47.90%	80.00%
4	Falta de capacitación	18	75	15.13%	63.03%	80.00%
5	Cansancio del Operario	18	93	15.13%	78.15%	80.00%
6	Mano de Obra insuficiente	7	100	5.88%	84.03%	80.00%
7	Falta de motivación	5	105	4.20%	88.24%	80.00%
8	Demora reposición de Stock	4	109	3.36%	91.60%	80.00%
9	Insuficientes recurso	3	112	2.52%	94.12%	80.00%
10	Desorden en taller	3	115	2.52%	96.64%	80.00%
11	Falta de Supervisión	2	117	1.68%	98.32%	80.00%
12	Carencia de rótulos	2	119	1.68%	100.00%	80.00%