

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DEL CICLO DE DEMING EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE WAFFERS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA JAÉN STEEL S. A. C., DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2020”.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Edwin Abraham Chavez Tarrillo  
Martín Adolfo Fernandez Mendoza

Asesor:

Mg. Ing. Frank Alberto Tello Legoas

Cajamarca - Perú

2020



## **DEDICATORIA**

A nuestros padres y docentes de la Universidad Privada del Norte por su apoyo, por sus consejos y por su motivación constante, lo que nos permitió culminar nuestra carrera, y así poder alcanzar nuestras metas trazadas. Este logro lo dedicamos a ellos.

Edwin y Martín

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, quien con su sabiduría nos conduce siempre por la senda del bien; y a nuestras familias por su apoyo incondicional para cumplir nuestro sueño de ser profesionales.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Privada del Norte, a nuestro asesor y nuestros amigos por su aliento y por su apoyo para concluir nuestra carrera profesional.

Edwin y Martín

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>555</b>
<b>CAPÍTULO VI. ANEXOS.....</b>	<b>566</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos específicos de estudio.....	14
<b>Tabla 2.</b> Ciclo de producción diaria al 40% operacional de CNC .....	17
<b>Tabla 3.</b> Etapas del Ciclo de Deming .....	18
<b>Tabla 4.</b> Matriz de Operacionalización de Variables.....	22
<b>Tabla 5.</b> Las 5w para el Plan de actividades para mejorar la producción .....	25
<b>Tabla 6.</b> Datos estadísticos producción semanal .....	25
<b>Tabla 7.</b> Producción de Waffers .....	30
<b>Tabla 8.</b> Tiempo de producción al 40%.....	30
<b>Tabla 9.</b> Tiempo de producción al 60%.....	31
<b>Tabla 10.</b> Producción de waffers al 60% de operacionabilidad.....	32
<b>Tabla 11.</b> Insumos de maquinaria al 40 60 y 80%.....	40
<b>Tabla 12.</b> Ciclo de Producción antes y después mes de mayo aplicando el ciclo de Deming.....	43
<b>Tabla 13 .</b> Implementación del Ciclo de Deming Mes de Junio.....	44
<b>Tabla 14</b> Ciclo de Deming usando Ciclo de Deming y uso adecuado de la maquinaria al 60% .....	44
<b>Tabla 15.</b> Costo Beneficio al 40% de operacionabilidad.....	45
<b>Tabla 16.</b> Costo beneficio al 60% de operacionabilidad.....	46
<b>Tabla 17</b> Medición de producción al 60% de productividad por día semana y mes .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cronograma de actividades para el desarrollo de la aplicación del Ciclo de Deming .....	24
<b>Figura 2.</b> Diagrama de actividades de producción de waffers de 1/2 pulgada .....	27
<b>Figura 3.</b> Diagrama de Análisis de Procesos.....	28
<b>Figura 4.</b> Diagrama de Waffer en plancha de acero de 1/2 Pulgada .....	29
<b>Figura 5</b> Diagrama causa efecto .....	35
<b>Figura 6.</b> Análisis de Pareto.....	36
<b>Figura 7.</b> Actividades del ciclo de Deming Hacer.....	37
<b>Figura 8.</b> Actividades del ciclo de Deming – Verificar.....	43
<b>Figura 9.</b> Actividades del Ciclo de Deming – Actuar .....	45
<b>Figura 10.</b> Diagrama de actividades aplicando el Ciclo de Deming .....	48

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Productividad</i> .....	17
<i>Ecuación 2. Eficiencia</i> .....	18
<i>Ecuación 4. Eficiencia al 40%</i> .....	30
<i>Ecuación 4. Eficiencia al 60%</i> .....	31
<i>Ecuación 5. Eficacia al 60%</i> .....	32
<i>Ecuación 6. Productividad de Mano de Obra al 40%</i> .....	32
<i>Ecuación 7. Productividad de Mano de Obra al 60%</i> .....	33
<i>Ecuación 8. Productividad de Maquinaria al 40%</i> .....	33
<i>Ecuación 9. Productividad de Maquinaria al 60%</i> .....	33
<i>Ecuación 10. Costo de Producción</i> .....	41
<i>Ecuación 11. Costo de Operario</i> .....	41
<i>Ecuación 12. Costo Beneficio</i> .....	46
<i>Ecuación 13. Viabilidad</i> .....	46

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objeto de estudio aumentar la productividad en la fabricación y producción de waffers en una empresa del sector minero, la población de estudios fueron los resultados estadísticos tomados durante 4 semanas del mes de mayo en la producción de waffers aplicando el ciclo de Deming. Y los objetivos específicos fueron diagnosticar la situación actual de la empresa y sus indicadores de productividad, asimismo diseñar la mejora del proceso producción mediante la metodología del ciclo de Deming y medir la viabilidad económica del aumento de productividad con el método costo beneficio, se procedió en primer lugar a analizar por qué la empresa no cumplía a tiempo con los pedidos requeridos por sus clientes. En segundo lugar, se diagnosticaron las causas principales que provocan el problema, llegando a determinar "el cuello de botella" en el proceso de producción de Waffers.

Para ello, se recogió información a través de entrevistas aplicadas al jefe de operaciones y al Jefe de taller, evidenciándose, según los datos estadísticos que estas arrojaron, un bajo rendimiento de las operaciones en el área de producción; por lo que era necesario que se capacite a este personal usando una nueva metodología como del Ciclo de Deming. Luego de este proceso de capacitación, se incrementó la operacionabilidad de la maquinaria del 40% al 60%; la eficiencia aumentó en un 30%; la eficacia en un 30%; y la productividad en un 40%. De este modo, se concluye que el uso de la metodología del Ciclo de Deming permite aumentar la productividad, pues, permite que se optimice el uso eficaz de la maquinaria que interviene en la producción de waffers, satisfaciendo así las necesidades de los clientes, mejorando la calidad del servicio y la competitividad de los operadores al servicio de la empresa.

**Palabras clave:** (Ciclo de Deming, producción, productividad, mejora.)

## ABSTRACT

The present research work had the purpose of increasing productivity in the manufacture and production of waffers of the company JAEN STEEL SAC. Also to be able to meet the demand of its customers. Therefore, the shortcomings and operations that generated the bottleneck in the Waffers production process were identified, which did not meet the requirement of our customers to fulfill their orders on time. Identifying the cutting operation with the highest bottleneck index in the company. Taking as a sample of information the statistical data of, surveys to the operations manager and workshop manager, showing the low performance of operations in the production area.

Thanks to the proper training of the personnel increasing the operability of the machinery from 40% to 60%, the efficiency increased by 30%, the efficiency by 30% and the productivity by 40%. In this way, it is concluded that the use of the Deming Cycle methodology allows increasing productivity by operationally taking advantage of the machinery involved in production from 40% to 60%, satisfying the needs of customers, improving the quality of the service and the competitiveness of the operators at the service of the company.

Keywords: (Deming cycle, production, productivity, improvement.)

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La industria del acero ha pasado últimamente por altos y bajos en la productividad así como la rentabilidad de las empresas en todo el mundo. Los países y las empresas se vuelven más interdependientes a través del comercio, la inversión y los sistemas financieros. Los factores específicos que están impulsando las globalizaciones del sector siderúrgico incluyen la capacidad, la consolidación en los segmentos de proveedores y el cumplimiento con sus clientes, en el aumento del flujo mundial del acero y su comercio industrial.

Según (Fernández, 2016), el ciclo de Deming o PHVA Planificar, Hacer, Verifica y Actuar, fue desarrollado por el Dr. Walter A. Shewhart, pero popularizado en los años 50, en Japón por el Dr. Edwards Deming quien fundamentó, que todos los materiales ingresan a diferentes puntos de la línea de producción, el Dr. Deming introdujo el ciclo PVHA como una de las herramientas vitales para asegurar el mejoramiento continuo, destacando la importancia de la constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas en la conducción de negocios de la compañía. Este concepto de hacer girar siempre la rueda de Deming se extendió a todas las fases de la administración, en esta forma los ejecutivos japoneses reconstruyen la rueda de Deming y la llaman ciclo PHVA para aplicarla en todas las fases y situaciones.

- a) Planificar: significa estudiar la situación actual, definir el problema, analizarlo, determinar sus causas y formular el plan para el mejoramiento.
- b) Hacer: significa ejecutar el plan.
- c) Verificar: significa confirmar si se ha producido la mejora deseada.

d) Actuar: Significa Institucionalizar el mejoramiento como una nueva practica para mejorarse y estandarizar.

Según (Falvy, 2017) El ciclo de Deming o PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar) es una herramienta útil para la celeridad y consolides de los proceso laborables en la productividad, estando dirigidos generalmente hacia su mejora, partiendo en el reconocimiento de sus errores e incidencias; en este sentido es que se conoce que el origen de Ciclo de Deming se dió en el continente europeo, a mediados del siglo XX, países como Inglaterra, Francia y Alemania fueron los primeros en preocuparse en la optimización de tiempos, recursos y en la mejora de sus procesos, en la búsqueda de posicionamiento del mercado en la crisis económica atravesada, legado de conflictos bélicos del momento, cuya repercusión de bonanza colocaba a los EEUU en el ranking mundial y era necesario su competitividad.

Según, (Recinos, 2005), sustenta en su tesis llamada "Implementación de un programa de mejora continua para las áreas de manufactura y logística en una industria de bebidas" desarrollada en la universidad San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, el objetivo de la presente investigación es establecer los lineamientos y requerimientos para la implementación de un programa de mejora continua en una industria de bebidas, el cual concluye que las oportunidades de mejora con la implantación de este programa, dan un incremento de productividad en 5% anual, una reducción de mermas (10% anual) y una reducción de costo de producción por caja del (2% Anual).

Por su parte (Matheus, 2013), en su tesis llamada "Implementación de un sistema de mejora continua bajo la metodología PHVA en la empresa ARNAO S.A.C." desarrollado en la universidad de San Martín de Porres, facultad de ingeniería y arquitectura, presenta como

objetivo optimizar el área de operación usando el sistema de mejora continua, la cual resultó factible porque se llegó a recuperar la inversión y además generó beneficios económicos en la empresa con un VAN (Valor Actual Neto) de S/. 228.595 y un TIR (Tasa Interna de Retorno) de 69%”.

Teniendo en cuenta que la productividad es un factor importante en el proceso de producción, las empresas se rigen por los indicadores productivos las cuales se orientan por el ciclo de Deming, ya que pasan por distintos problemas por cada área en forma general.

Para (Anco, 2014) “Mediante la estandarización de procesos se busca establecer la mejor forma de hacer las cosas para obtener calidad uniforme y productos estandarizados, solo así mantendremos la preferencia de los clientes, reducimos la variación y logramos la mejor eficiencia productiva”.

La Empresa JAEN STEEL SAC, dedicada a la transformación del acero en palas, tolvas, rolados, planchas, waffers y acero estructural ha tomado en cuenta como su principal fuente de productividad la producción de waffers, la cual presenta una ineficiencia en el cumplimiento de los pedidos y baja rentabilidad, demostradas en las entrevistas realizadas al jefe de operaciones y al jefe de taller, encargados de las operaciones de la empresa. Llegando a la conclusión que el problema principal se encuentra enfocado en el mal manejo de la maquinaria por el personal no debidamente capacitado, exponiendo así el mal aprovechamiento de la máquina de corte a láser CNC 2010 y la falta de supervisión a los operadores los cuales influyen drásticamente en el proceso de producción.

Bajo los argumentos señalados, nace la necesidad de la implementación del ciclo de Deming como diseño de mejora continua de la producción de waffers, para aumentar la productividad y el cumplimiento del pedido de los clientes de la empresa JAEN STEEL SAC.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida la aplicación del ciclo de Deming mejora el proceso de producción de waffers para aumentar la productividad en la empresa JAEN STEEL SAC?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Aumentar la productividad de la empresa mediante la aplicación del ciclo de Deming en el proceso de producción de waffers en la empresa JAEN STEEL SAC, Cajamarca 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de waffers y sus indicadores de productividad en la empresa JAEN STEEL SAC.
- ✓ Diseñar la mejora del proceso de producción de waffers mediante la metodología del ciclo de Deming.
- ✓ Medir la viabilidad económica del aumento de la productividad de la fabricación de waffers con el método costo beneficio.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El ciclo de Deming y su aplicación en el proceso de producción de waffers permitirá aumentar la productividad en la empresa cajamarquina JAEN STEEL SAC.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El enfoque de la siguiente investigación es longitudinal, de nivel pre experimental, cuantitativo, pues (Palella, 2012), define que en una investigación pre experimental el grado de control de las variables es mínimo y poco adecuado para el establecimiento de relaciones entre las variables dependientes e independientes.

#### 2.1.1. Materiales, instrumentos y métodos

#### 2.1.2. Materiales:

Cuaderno de apuntes

Lapiceros y papel

#### 2.1.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Tabla 1.** Datos específicos de estudio.

Fuente Empresa Jaén Steel SAC.

Objetivo Específico	Técnicas	Instrumentos
Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de waffers y sus indicadores de productividad en la empresa JAEN STEEL SAC	Observación Directa	Guía de Observación
Entrevista a personal para identificar falencias	Entrevista	Guía de Entrevista

#### **2.1.4. Métodos:**

##### **2.1.4.1. Población:**

La población de estudio estuvo conformada por los datos estadísticos de la producción de waffers del mes de mayo, la cual constaba de 120 waffers producidos en cuatro semanas, estudio realizado en coordinación con los trabajadores del área de producción de la empresa JAEN STEEL SAC. A cargo del jefe de taller y operaciones de la producción el Sr. Jorge Luis Carranza y el técnico automotriz Dino Centurión, responsables de la producción de waffers.

Asimismo se tomó en cuenta a los operadores involucrados en el manejo de la maquinaria, ya que sus actividades, son de interés para el objetivo de estudio. Por lo tanto la población fue la unidad de operaciones para la producción de la empresa JAEN STEEL SAC.

##### **2.1.4.2. Procedimiento:**

Se llevó a cabo las entrevistas al personal involucrado en la producción de la empresa JAEN STEEL SAC, previo consentimiento y según lo acordado previamente con el gerente de la misma.

##### **2.1.4.3. Entrevistados:**

Gerente, Jefe de Taller

Operador de la máquina de corte a láser CNC 2010

Técnico mecánico automotriz

Ayudante de operador de la máquina de corte a láser CNC 2010

Conductor de Monta carga

Asistentes de esmerilado

Encargados de almacén

Encargado de pintura

Lugar donde se realizará la entrevista, Empresa JAEN STEEL SAC.

#### **2.1.4.4. Secuencia de la entrevista:**

Presentación de personal

Argumentación de la aplicación de la entrevista.

Dudas sugeridas después de la explicación

Realización de la entrevista

Registro de la información

Copia de la entrevista para conformidad

Revisión de datos estadísticos

Agradecimiento y despedida

#### **2.1.4.5. Temas considerados:**

Debido a la naturaleza de la investigación los temas en los cuales nos centraremos son los referentes a los relacionados con la baja productividad de fabricación de waffers.

1. Información general de la empresa
2. Personal específico encargado de producción
3. Diagrama de procesos de producción
4. Análisis de procesos

## 5. Diagrama de Pareto

## 6. Implementación del PHVA

### 2.1.4.6. Medición de la Productividad

**Tabla 2.** *Ciclo de producción diaria al 40% operacional de CNC*

*Fuente: Jaén Steel SAC*

Ciclo de Producción Diario al 40%	Pedidos	Entregados	Pendientes
Día	9	6	3
Totales	9	6	3

En la tabla N° 02 se muestra la producción de corte de la máquina CNC 2010 trabajando al 40% de operacionabilidad, produciendo 6 waffers de ½ pulgada al día, con una velocidad de 90 cm Ln/min. Se puede observar que no cubre la demanda semanal ya que los operadores no utilizan eficientemente funcionamiento de la máquina.

De esta manera se analizaron los indicadores de la producción de waffers basados en fórmulas de mano de obra, operacionabilidad de la maquinaria, la eficiencia y eficacia para concluir con los pedidos de los clientes, donde mostramos el incumplimiento con la entrega de los productos.

Según (Quiñonez, 2016) para el proceso de la mejora continua de la producción en la empresa utilizando el ciclo de Deming o PHVA se toma como indicadores las fórmulas que se presentan a continuación:

Ecuación 1. Productividad

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Calidad} \text{ Donde...}$$

## Ecuación 2. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \left( \frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo previsto}} \right) * \left( \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades previstas}} \right)$$

Dentro de las técnicas que utilizamos podemos evidenciar los 8 pasos donde aplicaremos el ciclo de Deming en el proceso de producción de waffers para aumentar la producción en la empresa JAEN STEEL SAC.

**Tabla 3.** *Etapas del Ciclo de Deming*

*Fuente: Elaboración Propia*

Etapa del ciclo	Paso N°	Pasos	Posibles técnicas a usar
Planear	1	Definir y analizar la magnitud del problema	Pareto, Histograma.
	2	Buscar todas las posibles causas	Diagrama Ishikawa.
	3	Investigar cuál es la causa más importante	Pareto e Ishikawa
	4	Considerar las posibles soluciones	Porqué.... Ineficiencia Qué..... Objetivo mejora de producción Dónde.... Lugar Cuánto.... Tiempo y costo Cómo..... Plan
Hacer	5	Poner en práctica las posibles soluciones	Seguir el plan elaborado del paso anterior e involucrar a las áreas afectadas
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Revisar Histograma y Pareto
	7	Prevenir la recurrencia de las fallas	Estandarización, supervisión, Inspección, Hojas de verificación
Actuar	8	Revisar las conclusiones	Revisar y documentar el procedimiento del Ciclo de Deming y planear el trabajo a futuro

Paso 1. Definir: para identificar el problema se tomó como una de las herramientas de identificación de la raíz problemática, al diagrama de Ishikawa que identifica las diversas causas que promueven la ineficiencia de la productividad de la empresa JAEN STEEL SAC.

Paso 2. Buscar las posibles causas:

Se realizó la inspección en el área de trabajo y se identificó el problema crítico de la productividad. Para ello, se solicitó la información específica de la empresa acerca de su producción y los tiempos estimados de trabajo en cada área a fin de aplicar el ciclo de Deming.

#### Paso 3. Investigar Las causas más importantes:

Se realizó un seguimiento del proceso de inicio a fin, supervisando a todos los involucrados en el proceso de producción, desde el ingreso de insumos hasta culminar con la entrega del producto.

#### Paso 4. Considerar las posibles soluciones:

Propusimos cambiar la metodología en el trabajo, fomentando un mayor compromiso de los trabajadores con la empresa, capacitación de los operadores y mejorar la coordinación de los trabajadores en el área de almacén para la obtención de los insumos y materiales, evitando la detención de la maquinaria en el proceso de producción.

#### Paso 5. Poner en práctica las posibles soluciones:

Siguiendo con la metodología Cuantitativa descriptiva, en la dimensión de Hacer se empezará a poner en práctica todas las posibles soluciones, con el fin de mejorar la eficiencia en la producción y en el área de almacenamiento para la adquisición de los insumos y materiales que se necesitan como prioritarios en el proceso de producción de la empresa JAEN STEEL SAC.

#### Paso 6. Revisar los resultados obtenidos:

En el paso 6, se evaluaron las causas que ocasionan la deficiencia del proceso de producción. En esta evaluación se usó el ciclo de Deming durante cuatro semanas y se utilizó 6 ciclos de mejora continua como Post-Test, de tal manera que de habiéndose identificado el punto crítico en la producción, se pudo comparar el antes y el después usando las técnicas estadísticas.

Mediante las técnicas estadísticas pudimos apreciar si se dieron o no las mejoras en el proceso, llegándose a concluir que hubo un incremento porcentual luego de la aplicación del ciclo de Deming en la cuarta semana.

Paso 7. Se logró evitar la recurrencia de fallas como parte de la prevención y estandarización de resultados obtenidos, los cuales están demostrados en las tablas donde se verifica el aumento de la productividad en la cuarta semana aplicando el proceso del ciclo PHVA.

Paso 8. Revisar las conclusiones.

Se evidenció la mejora de la productividad en la empresa, que es la variable dependiente, según los porcentajes de comparación mostrados en las tablas.

## **2.2. Técnicas e instrumentos específicos de recolección y análisis de datos**

(Falcón & Herrera, 2005), refieren que, se entiende como técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. En tal sentido, para el análisis de datos, se utilizaron entrevistas al jefe de operaciones, revisión documentaria del proceso de producción de waffers para minería del mes de mayo en la empresa JAEN STEEL SAC. Obteniendo como resultado los registros de información brindados.

Estos informes se aplicaron de acuerdo a los test realizados en el mes de producción (mayo del 2019), tiempo en el que se analizó si hubo o no efectos positivos en la cuarta semana, luego de la implementación del ciclo de Deming en la empresa.

### **2.2.1. Observación Directa**

#### **2.2.1.1. Objetivo:**

Se acompañó a la observación directa, la toma de fotografías con lo que se pudo conocer y verificar el funcionamiento del proceso de productividad de la empresa JAEN STEEL SAC.

#### **2.2.1.2.Procedimientos:**

Se realizaron visitas programadas a la empresa JAEN STEEL SAC, para poder observar el proceso de producción de los waffers y el uso adecuado de su maquinaria para el proceso de producción. Observamos paso a paso las actividades relacionadas con la producción de waffers. Por lo que pudimos proponer un plan de mejora para que la empresa pueda cubrir sus demandas de producción y productividad.

#### **2.2.2. Entrevista**

El objetivo principal de la entrevista realizada al responsable del área operativa fue detectar las deficiencias en esta área de producción para plantear y sugerir las acciones de mejora.

**Tabla 4. Matriz de Operacionalización de Variables**

Fuente Elaboración Propia.

Aplicación del ciclo de Deming en el proceso de producción de waffers para aumentar la productividad en la empresa JAEN STEEL SAC

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Ciclo de Deming	Según Falvy (2017), el ciclo PHVA consolida los procesos laborables en la productividad, al identificar errores e incidencias en el área de producción, aprovechar la reducción de mermas, y reducción de costos de producción, producto a producto, llegando así a aumentar la productividad de la empresa.	Será medida a través de la revisión y análisis de encuesta, análisis de producción, información de producción, realizada al responsable quién trabaja en el área de operaciones y encargados del reporte de producción semanal o diaria del producto.	Planificar	Cantidad de actividades planificadas
			Hacer	$\text{Eficiencia de Producción} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades Planificadas}}$
			Verificar	Capacitación
			Actuar	$\text{Costo Beneficio} = (\text{Costo Producción} - \text{Precio Venta Final})$
Productividad	En la productividad la mejora del proceso conlleva a la realización de acciones destinadas, a cambiar la forma en la que queremos que ocurra un proceso. Esta mejora lógicamente se debe reflejar en una mejora de los indicadores del proceso	En ésta Variable, podemos medir la mejora de la productividad mediante cuadros estadísticos de comparación, un antes y un después para medir si existe aumento de productividad realizando la aplicación del ciclo de Deming, asimismo obteniendo información de la empresa para realizar un análisis financiero general.	Producción	Número de unidades por mes
			Productividad de mano de obra	$\text{P.M.O} = \frac{\text{Nro de Waffers producidos}}{\text{Horas hombre empleados}}$
			Productividad de maquinaria	$\text{P.M.} = \frac{\text{Nro de Waffers producidos}}{\text{Horas Máquina Gastadas}}$

### **2.2.3. Aspectos Éticos**

Los aspectos éticos y valores del estudio científico cuantitativo que se utilizaron para el desarrollo del presente proyecto fueron:

El estudio y la información que se realizó, fue exclusivamente con fines académicos y para la mejora de la producción de la empresa en estudio.

Respecto a la información recibida se tomaron datos del antes y después de la producción, utilizando el ciclo de Deming y el impacto que generó en la empresa JAEN STEEL SAC.

Sin distorsionar sus datos reales creímos conveniente utilizar los datos estadísticos tomados en el área de operaciones, donde pudimos identificar los problemas de la empresa en tiempo real.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3. Etapa de Ciclo de Deming: 3.1. Planificar

ACTIVIDADES	SEMANA			
	EJECUTORES			
Martín Fernández y Edwin Chávez	1	2	3	4
PLANIFICAR				
Análisis y Diagnóstico	x			
Recopilación de datos históricos	x			
Elaboración de entrevistas	x			
Toma de tiempos	x			
Entrevista al Gerente General	x			
Entrevista al jefe de operaciones	x			
Entrevista al operador de máquina de corte CNC 2010	x			
Entrevista al Técnico mecánico automotriz	x			
Entrevista al ayudante de operador de máquina	x			
Entrevista al conductor del monta carga	x			
Entrevistas a los asistentes de esmerilado	x			
Entrevista a los encargados de pintura	x			
Entrevista a los encargados de almacén	x			
Diagnóstico de la situación de la empresa	x			
Elaboración de Plan estratégico	x			
Elaboración del plan de mejora	x			

**Figura 1.** Cronograma de actividades para el desarrollo de la aplicación del Ciclo de Deming

*Fuente elaboración propia*

En la Figura 1. Podemos verificar el cronograma de actividades que se realizará en la empresa JAEN STEEL SAC donde aplicaremos el Ciclo de Deming en el proceso de producción de waffers para aumentar la productividad de la empresa.

**Tabla 5.** Las 5w para el Plan de actividades para mejorar la producción

Fuente: *Elaboración propia*

Que	Quien	Como	Donde	Cuando
Realizar análisis del proceso de producción de Waffers	jefe de taller y encargado de producción	Mediante aplicación de Ciclo de Deming	Empresa Jaén Steel SAC	Mayo 2019
Capacitar al personal que usa la maquinaria en el proceso de producción	Operadores de la máquina de corte CNC 2010	Capacitación para operar la máquina de corte CNC 2010	Área de producción de Waffers	Mayo - 2019

La meta al emplear la tabla de las 5w, está inmersa en mejorar la producción para incrementar la productividad de waffers y cumplir con la meta de pedidos de nuestros clientes en el periodo de estudio.

### 3.1.1. Producción Actual:

El proceso de producción de waffers actual, con un 40% de uso operacional de la máquina de corte CNC 2010, explica la baja producción de la maquinaria y el incumplimiento de los pedidos mensuales.

**Tabla 6.** Datos estadísticos producción semanal

Fuente: *Área de Operaciones JAEN STEEL SAC.*

Numero de Semanas	Pedidos	Entregados	Pendientes
semana 1	42.5	30	12.5
semana 2	42.5	30	12.5
semana 3	42.5	30	12.5
semana 4	42.5	30	12.5
Totales	170	120	50

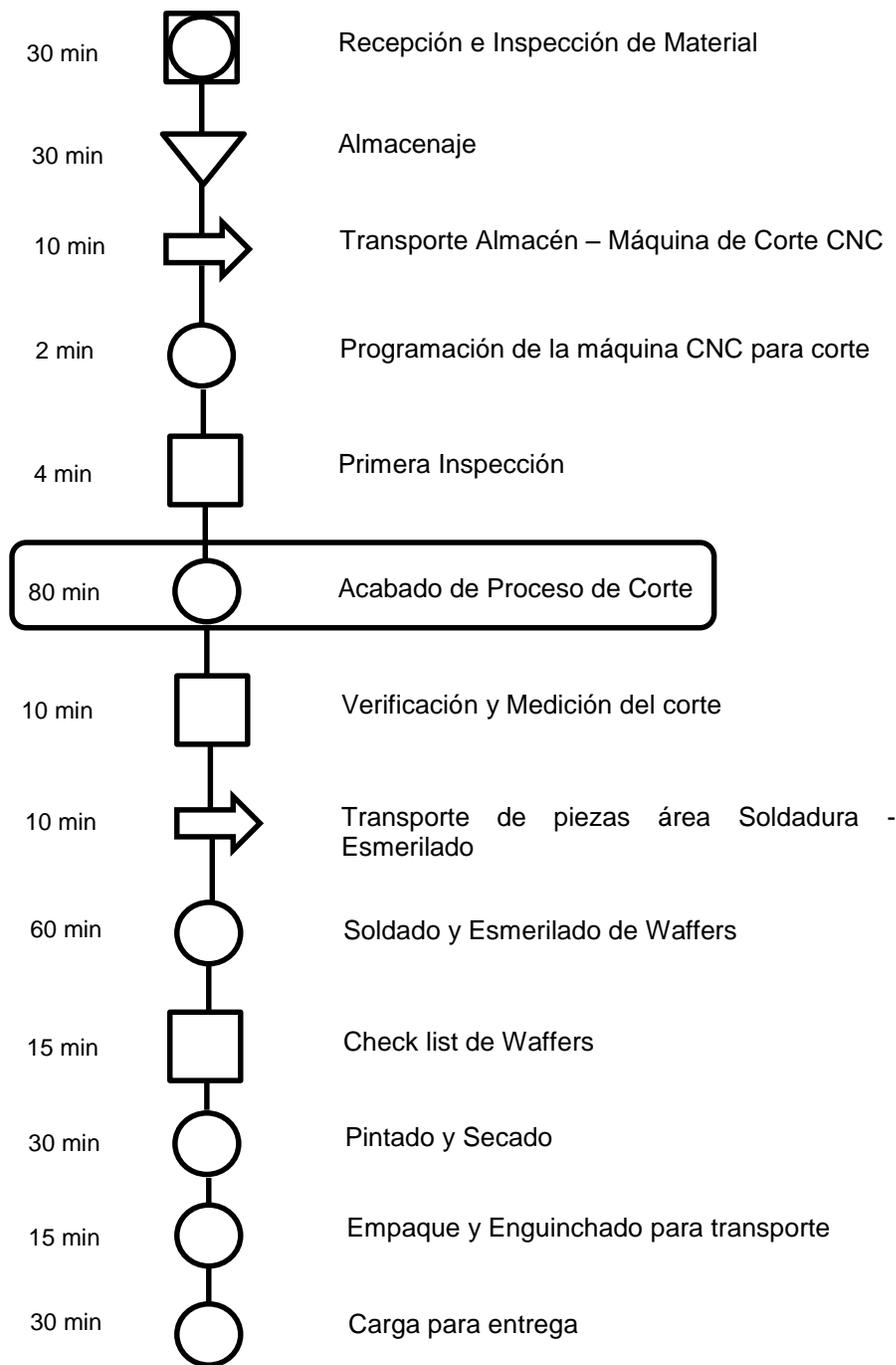
En la tabla 5, se presenta la producción de waffers del mes de mayo 2019 en el pedido de fabricación de 170 waffers, observándose el incumplimiento de 50 waffers al término de la 4ta semana.

### **3.1.2. Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de waffers y sus indicadores de productividad en la empresa JAEN STEEL SAC.**

JAEN STEEL SAC, dedicada a la transformación del acero en palas, tolvas, rolados, planchas, waffers y acero estructural tiene como su principal actividad la producción de waffers; sin embargo, éste presenta una ineficiencia en el cumplimiento de los pedidos y baja rentabilidad, debido a que el personal que no cuenta con la capacitación adecuada para la correcta operación de los equipos; por lo que realizan un mal manejo de la maquinaria, la cual se evidencia en el deficiente aprovechamiento de la máquina de corte a láser CNC 2010. Asimismo, la falta de supervisión a los operadores influye drásticamente en el proceso de producción. (Producción de 170 Waffers para fabricar correspondiente al pedido de mayo 2019).

### **3.1.3. Diagrama de actividades del proceso actual de producción**

A continuación, mostramos el diagrama de proceso de producción de Waffers de ½ pulgada donde se muestran los procesos y tiempos en cada área evidenciando los cuellos de botella existentes en el proceso de producción:



**Figura 2.** Diagrama de actividades de producción de waffers de 1/2 pulgada

Fuente: Área de Operaciones JAEN STEEL SAC.

En la figura 02, muestra el proceso actual de producción, identificándose que el área de acabado de proceso de corte cuenta con un tiempo de trabajo de 80 min, lo que muestra” el cuello de botella”

de la producción de waffers. Al realizar este proceso en la escala de producción, podemos evidenciar que ocupa un porcentaje alto de horas hombre y maquinaria para realizar el corte de cada waffer; por ser parte del proceso más importante de la producción se necesita mejorar los tiempos de corte y aprovechar el uso de la máquina CNC de corte.

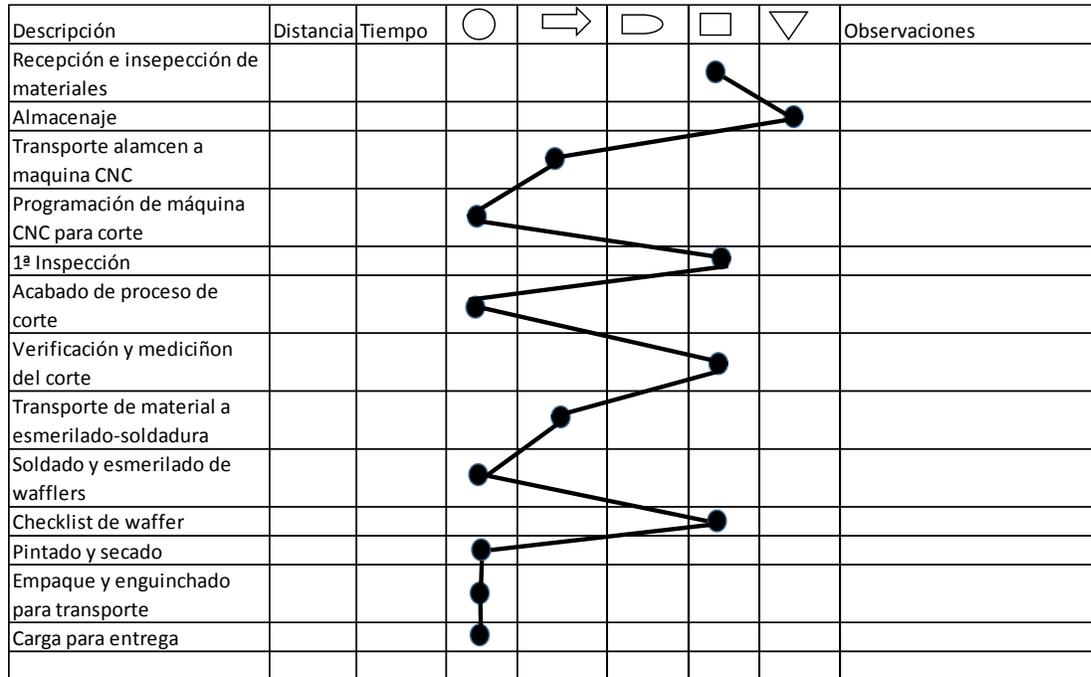


Figura 3. Diagrama de Análisis de Procesos

Fuente: Área de Operaciones JAEN STEEL SAC.

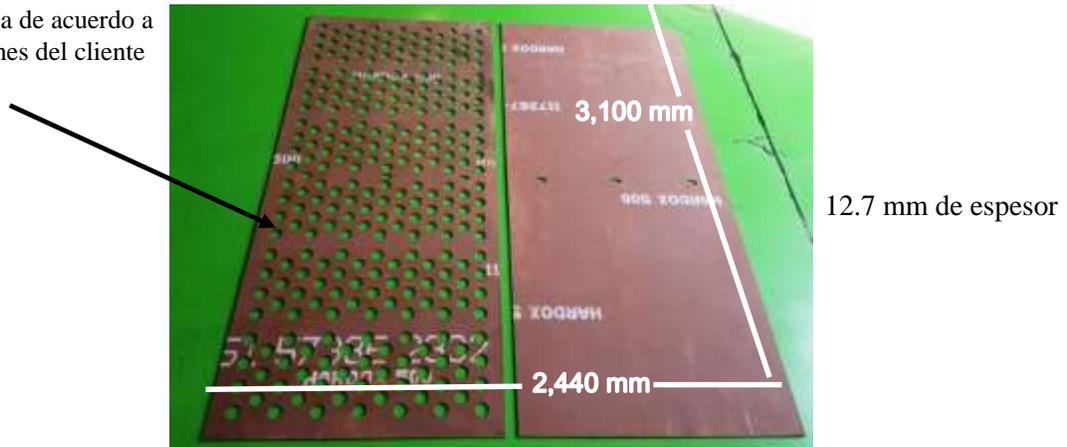
En la figura 03.Podemos observar el análisis de cada proceso y su automatización desde que el material ingresa al área de almacén hasta la entrega del producto terminado. En este diagrama de análisis de procesos podemos evidenciar que la programación de la máquina de corte CNC 2010 para corte va seguida de una inspección, la cual se realiza con el fin de verificar la calidad realizada por la máquina y la operacionabilidad de la misma antes de pasar al acabado del proceso de corte. Esto disminuye el desperdicio de materiales y la pérdida de dinero, reduciendo los costos en la

producción. Cabe señalar que existe un solo operador que realiza la inspección para la programación de la máquina CNC 2010 en su proceso de corte y para el Check list del waffer.

### 3.1.4. Tiempo de ciclo de producción

JAEN STEEL SAC muestra el producto con las dimensiones y estándares de calidad que ofrecen a sus clientes la plancha de acero de 1/2 cuenta con un ancho 2440 mm, altura 3100 mm y espesor 12.7 mm, Las circunferencias de los orificios se realizan de acuerdo a las especificaciones del cliente, en este caso estamos estudiando la producción de Waffers en planchas de acero de 1/2 pulgada.

Circunferencia de acuerdo a especificaciones del cliente



**Figura 4.** Diagrama de Waffer en plancha de acero de 1/2 Pulgada

Fuente Elaboración Propia

### 3.1.5. Producción de la población en estudio.

**Tabla 7.** Producción de Waffers

Fuente: Empresa JAEN STEEL SAC

Waffers	Cantidad de Waffers	Minutos
Días	6	480
Semana	30	14400
Mes	120	57600

En la Tabla 7 podemos apreciar la cantidad de waffers producidos en horas días y semanas

### 3.1.6. Eficiencia.

**Tabla 8.** Tiempo de producción al 40%

Fuente: elaboración propia

Producción de waffers 40%	horas	días	semana	Mes
90 mm Ln/min por waffer	0.88	6	30	120

Donde:

Tiempo Utilizado = 8 hrs

Tiempo previsto = 9 hrs

Waffers producidos = 6

Waffers previstos = 9

Ecuación 3. Eficiencia al 40%

$$\left( \text{Eficiencia al 40\%} = \frac{\text{Tiempo Utilizado}}{\text{Tiempo previsto}} * \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades previstas}} \right)$$

$$\text{Eficiencia al 40\%} = \left( \frac{8}{9} * \frac{6}{9} \right) = (0.88 * 0.66) = 0.58$$

$$0.58 * 100 = 58\% \text{ de eficiencia de producción de waffers}$$

En la tabla 8 de eficiencia de producción de waffers al 40% de operacionabilidad de la maquinaria, podemos apreciar que la máquina opera en 900 milímetros lineales o 90 cm lineales por minuto produciendo 120 waffers al término del mes para el pedido de la empresa minera. Esto nos muestra

que no es eficiente, ya que al producir el 58% de producción de un waffer se llega a producir 6 diarios, 30 semanales y 120 mensuales del pedido que no alcanza a abastecer lo solicitado.

**Tabla 9.** *Tiempo de producción al 60%*

*Fuente: Elaboración Propia*

Producción de waffers al 60%	horas	días	semana	Mes
1200 mm Ln/min por waffer	1.058	9	45	180

Ecuación 4. Eficiencia al 60%

$$\left( \text{Eficiencia al 60\%} = \frac{\text{Tiempo Utilizado}}{\text{Tiempo previsto}} * \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades previstas}} \right)$$

Donde:

Tiempo Utilizado = 8 hrs

Tiempo previsto = 9 hrs

Waffers producidos = 9

Waffers previstos = 10

$$\left( \text{Eficiencia al 60\%} = \frac{\text{Tiempo Utilizado}}{\text{Tiempo previsto}} * \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades previstas}} \right)$$

$$\text{Eficiencia al 60\%} = \left( \frac{8}{9} * \frac{9}{10} \right) = (0.88 * 0.9) = 0.80$$

$$0.80 * 100 = 80 \% \text{ de eficiencia de producción de waffers}$$

En la tabla 9 de eficiencia de producción de waffers al 60% de operacionabilidad de la máquina, podemos apreciar que la máquina opera en 1200 milímetros lineales o 120 centímetros lineales por minuto utilizando la misma cantidad de insumos produciendo 180 waffers al término del mes para el pedido de la empresa minera, la cual nos muestra que es eficiente ya que llega al 1,058 Waffers por hora, 9 Waffers diarios y 180 waffers mensuales superando el pedido mensual solicitado de la empresa minera, demostrando el aumento de la eficiencia del 58% al 80% operacional.

### 3.1.7. Eficacia.

**Tabla 10.** Producción de waffers al 60% de operacionabilidad

Fuente: Elaboración propia

Producción de waffers al 60%	horas	días	semana	mes
1200 mm Ln/min por waffer	1.125	9	45	180

Ecuación 5. Eficacia al 60%

$$\left( \text{Eficacia al 60\%} = \frac{\text{Nro de Waffers alcanzado}}{\text{Nro de Waffers previstos}} \right)$$

$$\frac{180}{170} = 1.0588 \text{ de waffers producidos}$$

En la Tabla 10 de eficacia de la maquinaria al 60% de operacionabilidad nos muestra un 105.88% más eficaz de acuerdo al pedido inicial de nuestro cliente, esto quiere decir que la máquina produce al final del mes 180 waffers de los 170 solicitados en el mes anterior, usando los mismos insumos que cuando la máquina operaba al 40%, evitando generar desgaste de trabajo a una mayor velocidad de corte.

### 3.1.8. Productividad.

Diseñar la mejora del proceso de producción de waffers mediante la metodología del ciclo de Deming.

#### 3.1.8.1. Fórmula de Productividad de Mano de Obra.

Ecuación 6. Productividad de Mano de Obra al 40%

$$\left( \text{PMO} = \frac{\text{Nro de Waffers producidos}}{\text{Hora hombre empleada}} \right)$$

$$\frac{120}{160} = 0.75$$

La productividad de la mano de obra al 40% es de 75% ya que se produce 120 waffers en 160 horas mensuales, mostrando un déficit en el uso de la máquina de corte CNC 2010 en un 25% para el cumplimiento de los pedidos.

Ecuación 7. Productividad de Mano de Obra al 60%

$$\left( PMO = \frac{\text{Nro de Waffers producidos}}{\text{Hora hombre empleada}} \right)$$

$$\frac{180}{160} = 112.5 \%$$

La productividad de la mano de obra al 60% es de 112.5% teniendo como proyección estadística la producción de 180 waffers en 160 horas mensuales, mostrando un incremento notable del 12.5% de productividad de mano de obra mensual, demostrando la correcta utilización de la maquinaria con la misma cantidad de insumos, por lo que sobrepasa el pedido mensual solicitado en 10 waffers de excedente en la producción.

### 3.1.8.2. Fórmula de Productividad de Maquinaria.

Ecuación 8. Productividad de Maquinaria al 40%

$$\left( PM = \frac{\text{Nro de Waffers producidos}}{\text{Horas máquina CNC}} \right)$$

$$\frac{120 \text{ waffers}}{160 \text{ horas}} = 0.75 \times 100 = 75\%$$

La producción de la maquinaria al 40% es de 93.7%, ya que produce 120 waffers mensuales en 160 horas de uso de operación de la máquina de corte CNC 2010, evidenciando la insuficiencia del pedido solicitado por la empresa minera en un 7.3%.

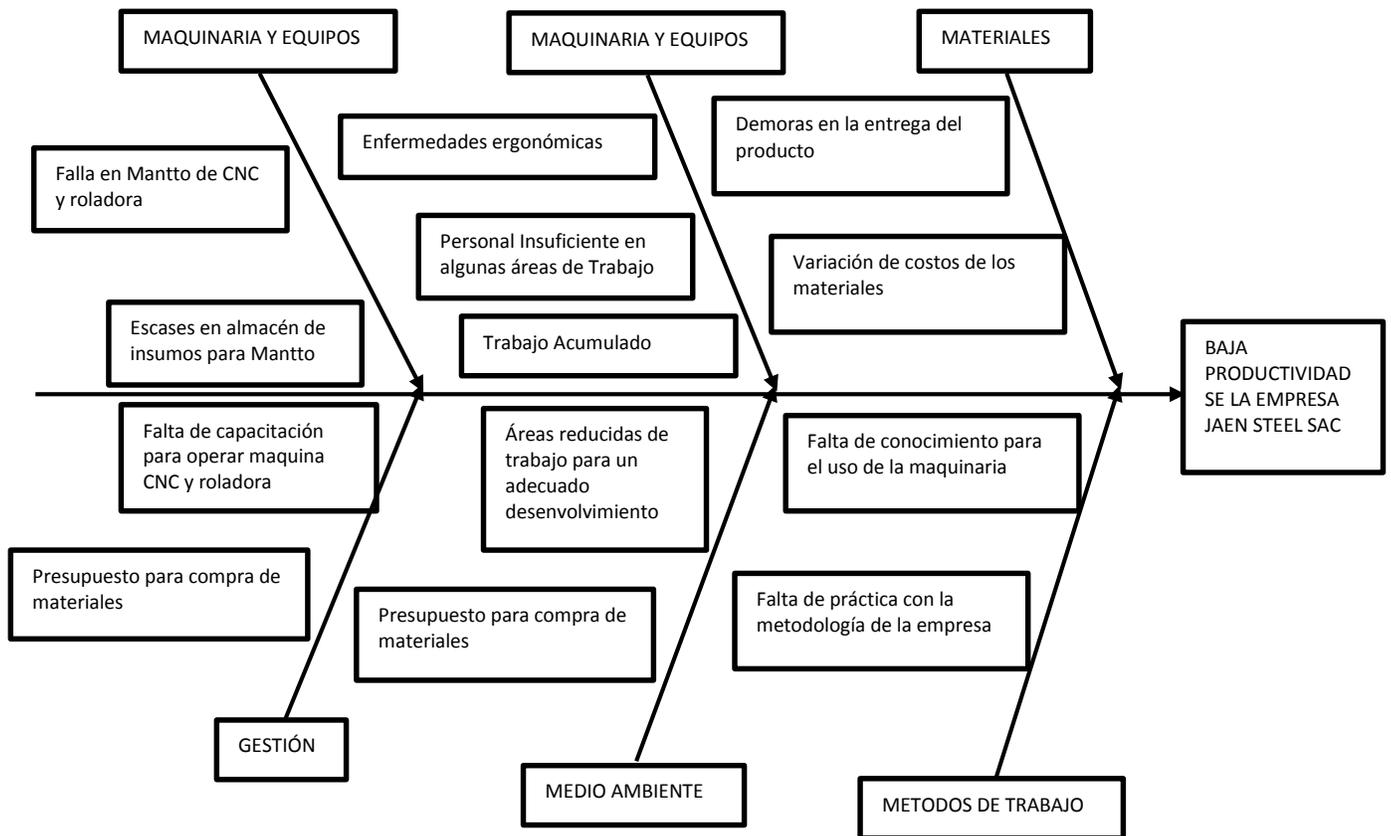
Ecuación 9. Productividad de Maquinaria al 60%

$$\frac{180}{160} = 0.125 \times 100 = 112.5\%$$

La producción de la maquinaria al 60% es de 112.5 %, teniendo como proyección estadística la producción de 180 waffers mensuales en 160 horas de uso de operación de la máquina de corte CNC 2010, evidenciando la eficiencia del uso adecuado de la máquina en un 12.5% logrando superar el pedido mensual con 10 waffers de excedente.

### 3.1.9. Diagrama de Ishikawa

Para identificar el problema se tomó como una de las herramientas de identificación de la raíz problemática, al diagrama de Ishikawa que identifica las diversas causas que promueven la ineficiencia de la productividad de la empresa JAEN STEEL SAC.



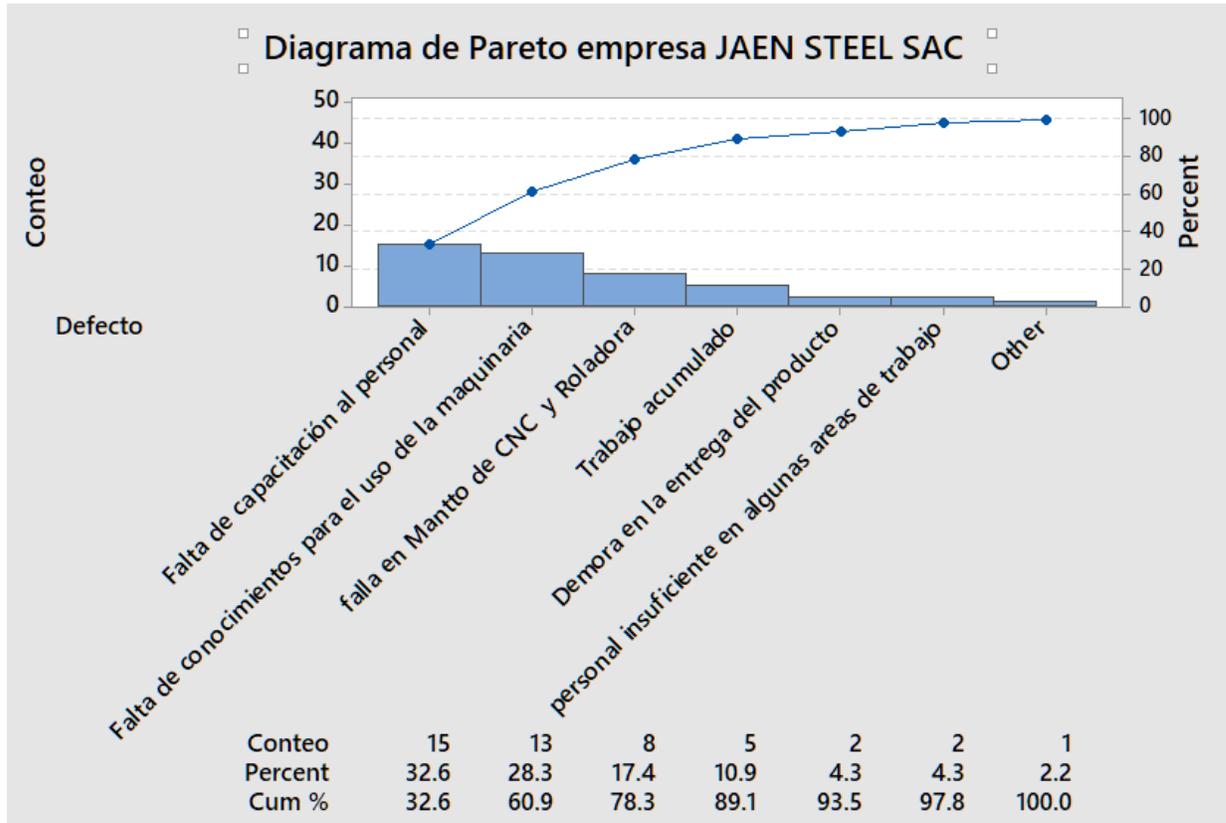
**Figura 5** Diagrama causa efecto

Fuente: Elaboración Propia.

El diagrama de Ishikawa nos permite evidenciar la raíz del problema de la producción de waffers, ya que es indispensable la capacitación al personal para el uso adecuado del manejo de la máquina CNC, quien permitirá el desarrollo de la producción de waffers de ½ que se fabrica en la empresa. Asimismo existen otros puntos no menos importantes, pero si efectivos en el desarrollo de la producción que nos llevará a una mejora en la productividad de la empresa.

### **3.1.10. Diagrama de Pareto**

Luego de obtener las causas estamos jerárquicamente estableciendo los objetivos críticos más frecuentes utilizando el diagrama de Pareto tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico.



**Figura 6.** Análisis de Pareto

Fuente: Elaboración Propia.

En el diagrama de Pareto se muestra la ocurrencia de fallos en porcentajes de la producción de la empresa JAEN STEEL SAC.

Donde evidenciamos que la falta de capacitación al personal y la falta de conocimientos para el uso correcto de la maquinaria son los principales puntos que lideran las fallas en el cumplimiento de la producción.

### 3.2. Etapa de Ciclo de Deming –Hacer

ACTIVIDADES	SEMANA			
Martín Fernández y Edwin Chávez	EJECUTORES			
	1	2	3	4
HACER				

Plan de mantenimiento		x		
Recopilar información de maquinaria y equipos		x		
Evaluación de tiempo y ajustes		x		
Planeamiento de la producción		x		
Estandarización de métodos		x		
Elaboración de procedimientos		x		
Capacitación de la máquina de corte CNC 2010		x		

**Figura 7.** *Actividades del ciclo de Deming Hacer*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura N° 07 evidenciamos el cronograma de actividades para la etapa Hacer.

### **3.2.1. Diseñar la mejora de producción de waffers de la empresa JAEN STEEL SAC.**

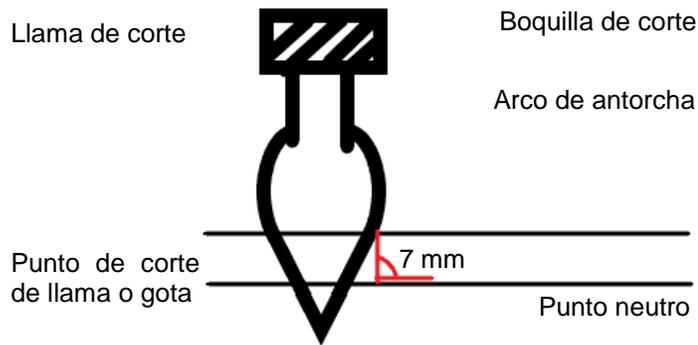
#### **3.2.1.1. Capacitación**

Para la capacitación a los operadores de la empresa JAEN STEEL SAC, se contó con el módulo de operacionabilidad de la máquina CNC: corte fuente a plasma, 260 Amperios para las planchas de ½ pulgada. Se siguió el siguiente procedimiento:

##### **3.2.1.1.1. Desarrollo de capacidad de corte de la maquina CNC fuente de plasma 260 Amperios.**

##### **3.2.1.1.1.1. Comportamiento de la maquina CNC con una capacidad de operacionabilidad del 40%.**

- ✓ Avance de corte de ½ velocidad
- ✓ 90 cm lineales/minuto (centímetros)
- ✓ 900 mm lineales/minuto (milímetros)
- ✓ Arco de corte de llama del láser

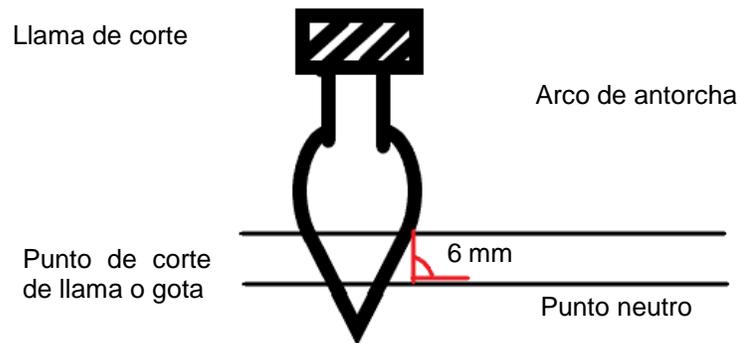


Al 40%, se puede observar que el avance de corte es de 900 mm lineales/minuto y con un arco de llama de corte de 7 mm de altura en relación al punto neutro de la llama y el acero, el cual produce 120 waffers al mes, 30 waffers semanales y 7.5 diarios, por lo que indicamos que la operacionabilidad nos muestra una ineficiente productividad cumplir con el pedido del cliente.

### **3.2.1.1.1.2. Comportamiento de la máquina CNC con una capacidad de operacionabilidad del 60%**

- ✓ Avance de corte de 1/2 velocidad
- ✓ 120 cm lineales/minuto (centímetros)
- ✓ 1200 mm lineales/minuto (milímetros)
- ✓ Arco de corte de llama del laser

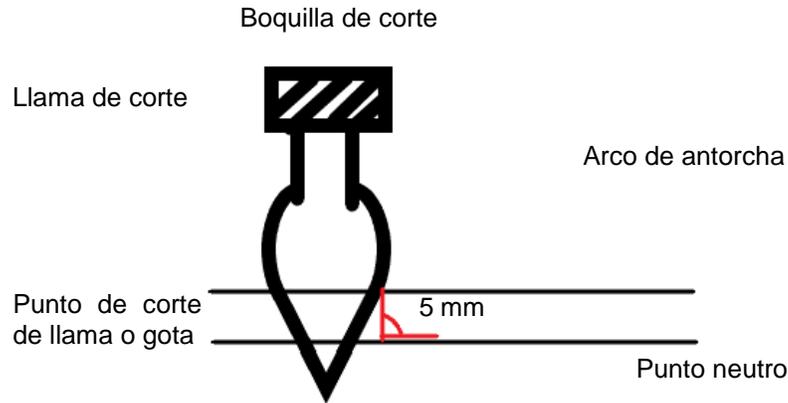
Boquilla de corte



Al 60%, se puede observar que el avance de corte es de 1200 mm lineales/minuto y con un arco de llama de corte de 6 mm de altura en relación al punto neutro de la llama; y el acero el cual produce 180 waffers al mes, 45 waffers semanales y 9 diarios, por lo que indicamos que la operacionabilidad nos muestra la capacidad suficiente para cubrir con el pedido del cliente de manera eficiente.

### **3.2.1.1.1.3. Comportamiento de la maquina CNC con una capacidad de operacionabilidad del 80%**

- ✓ Avance de corte de ½ velocidad
- ✓ 150 cm lineales/minuto (centímetros)
- ✓ 1500 mm lineales/minuto (milímetros)
- ✓ Arco de corte de llama del laser



Al 80%, se puede observar que el avance de corte es de 1500 mm lineales/minuto y con un arco de llama de corte de 5 mm de altura en relación al punto neutro de la llama y el acero, el cual produce 220 waffers al mes, 45 waffers semanales y 9 diarios, por lo que indicamos que la operacionabilidad nos muestra la capacidad suficiente para cubrir con el pedido del cliente de manera eficiente.

**Tabla 11.** Insumos de maquinaria al 40 60 y 80%

Fuente: Jaén Steel SAC

Insumos al 40% de operacionabilidad		Insumos al 60% de operacionabilidad		Insumos al 80% de operacionabilidad	
capacidad de uso hasta cambio o recambio		capacidad recambio		capacidad recambio	
electrodo	\$ 50	electrodo	\$ 50	electrodo	\$ 50
boquilla	\$ 60	boquilla	\$ 60	boquilla	\$ 60
escudo	\$ 45	escudo	\$ 45	escudo	\$ 45
Mantto 2500 mm/min		Mantto 2500 mm/min		Mantto 2000 mm/min	
velocidad de corte 900 mm L/min		velocidad de corte 1200 mm L/min		velocidad de corte 1500 mm L/min	
costo de mano de obra		costo de mano de obra		costo de mano de obra	
hora / hombre	\$ 15	hora / hombre	\$ 15	hora / hombre	\$ 15
hora / maquina	\$ 60	hora / maquina	\$ 60	hora / maquina	\$ 60
Cantidad	120 waffers	Cantidad	180 waffers	Cantidad	220 waffers

En la tabla 11 podemos apreciar el uso óptimo de la máquina CNC 2010 en sus distinto niveles operacionales. Para verificar y poner en marcha el que más convenga a la empresa para producir más waffers con los mismos insumos de la

maquinaria sin afectar los ingresos de ganancia. Tomando como porcentaje ideal el 60% operacional de la máquina de corte CNC 2010 que produce 180 waffers con los mismos insumos. Por lo consiguiente el mantenimiento preventivo de la maquinaria se realizará a los 2500 mm lineales/min de corte.

Ecuación 10. Costo de Producción

$$\text{Costo de producción} = \frac{\text{Valor maquina}}{\text{Tiempo de duración}} \cdot 15\% \text{ devaluación porcentual}$$

Ecuación 11. Costo de Operario

$$\text{Costo de operario} = 25\% \text{ del costo de producción}$$

Esta capacitación permitió al operador conocer el correcto manejo operacional de la máquina CNC Laser Fuente de plasma de 260 Amperios, aprovechando reforzar el conocimiento de la programación en los 3 porcentajes que ofrece su configuración de corte al 40% 60% y 80%, teniendo en cuenta que el costo de la máquina es de 200 000 dólares con una garantía de 5 años, se desarrolla el uso eficiente del pedido de loa clientes y sus requerimientos. También la optimización de los insumos, ya que al utilizar la máquina al 40% y 60% el aumento de los consumibles es el mismo.

Para culminar, se somete a prueba la capacidad operacional de la máquina de los operadores en la fabricación de waffers de ½ pulgada para la empresa JAEN STEEL SAC. Esta información fue brindada por el jefe de operaciones y producción de la empresa.

#### 3.2.1.1.1.4. Pasos de operacionabilidad de la maquinaria.

- ✓ Encendido ON/OFF CNC
- ✓ Transporte de plancha de ½ pulgada a la tina de corte
- ✓ Alineamiento, corte (Programación del simulador Pronex)
- ✓ Programación de altura del sensor de corte de la antorcha laser

Por recomendación de los bachilleres de la Universidad Privada del Norte, las empresas NECA CORTE y SOLDA MUNDO, por encargo de la empresa JAEN STEEL SAC, pusieron en práctica el ciclo PHVA, realizaron 2 capacitaciones anuales sobre el uso operacional de la máquina CNC 2010 de corte de fuente de plasma de 260 amperios para el mejoramiento de producción. Se consiguió aumentar la eficiencia y la eficacia en el corte de las planchas de acero para la fabricación de waffers de ½ pulgada, y se aumentó la productividad de Waffers.



### 3.3. Etapa de Ciclo de Deming – Verificar

ACTIVIDADES	SEMANA			
Martín Fernández y Edwin Chávez	EJECUTORES			
VERIFICAR				
Recopilación de datos despues de la mejora			x	
Comparacion de datos			x	
Reporte de los resultados de indicadores después de la mejora			x	

**Figura 8.** Actividades del ciclo de Deming – Verificar

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 08 nos muestra las actividades programadas pata la etapa Verificar.

#### 3.3.1. Producción de la máquina al 60% usando la metodología del ciclo de Deming

**Tabla 12.** Ciclo de Producción antes y después mes de mayo aplicando el ciclo de Deming

Fuente Elaboración propia

Pedido Mensual mes de Mayo	Pedidos	Entregados	Pendientes
semana 1 al 40%	42.5	30	12.5
semana 2 al 40%	42.5	30	12.5
semana 3 al 40%	42.5	30	12.5
semana 4 al 60%	42.5	42.5	0

En la tabla 12 podemos apreciar que, después de realizar la aplicación del ciclo de Deming en la cuarta semana del mes de producción, mostramos los porcentajes de operacionabilidad de la máquina CNC 2010 al 60%. Posteriormente, mostramos el pedido de waffers para el mes de junio aplicando el ciclo de Deming donde, evidenciamos la mejora de la productividad en el proceso de producción cumpliendo eficazmente con el pedido semanal y mensual solicitado.

**Tabla 13 . Implementación del Ciclo de Deming Mes de Junio**

*Fuente: Datos estadísticos JAEN STEEL SAC.*

Pedido Mensual mes de junio	Pedidos	Entregados	Pendientes
semana 1 al 60%	42.5	42.5	0
semana 2 al 60%	42.5	42.5	0
semana 3 al 60%	42.5	42.5	0
semana 4 al 60%	42.5	42.5	0
Totales	170	170	0

En la tabla 13 se puede apreciar el pedido mensual de producción aplicando el ciclo de Deming en las cuatro semanas del mes de Junio, observándose cero pedidos pendientes. Llegando a satisfacer la meta de cumplimiento de pedidos por el cliente.

**Tabla 14 Ciclo de Deming usando Ciclo de Deming y uso adecuado de la maquinaria al 60%**

*Fuente Elaboración propia*

Numero de Semanas	Pedidos	Producidos	Pendientes
semana 1	42.5	45	0
semana 2	42.5	45	0
semana 3	42.5	45	0
semana 4	42.5	45	0
Totales	170	180	0

En la tabla 14 mostramos la producción de la máquina CNC 2010 al 60%, teniendo como proyección estadística la producción de 180 waffers mensuales usando la metodología del ciclo de Deming, evidenciamos que superamos la meta de pedido solicitado por el cliente, de 150 waffers mensuales llegamos a producir 180 waffers superando el pedido mensual en 10 unidades.

### 3.4. Etapa de ciclo: Actuar

ACTIVIDADES	SEMANA			
	EJECUTORES			
Martín Fernández y Edwin Chávez				
ACTUAR				
Retroalimentación teniendo en cuenta los objetivos del proyecto				x
Planear acciones correctivas				x
Ejecución de actividades de mejora				x
Documentación de las nuevas normas de trabajo				x

**Figura 9.** Actividades del Ciclo de Deming – Actuar

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 09 se muestra las actividades programadas en la etapa de Actuar.

#### 3.4.1. Medir la viabilidad económica del aumento de la productividad de la fabricación de waffers con el método costo beneficio.

Para medir la viabilidad económica de la productividad de la fabricación de waffers con el método costo beneficio presentamos un cuadro de comparación al 40 y 60% de uso operacional de la máquina.

**Tabla 15.** Costo Beneficio al 40% de operacionabilidad

Fuente: Empresa JAEN STEEL SAC

costo al 40 % de operacionabilidad		Beneficio	
Producción Waffers Cerro Verde 120 Unidades		Pedido de producción Cerro verde 170 Unid.	
Costo 40% Empresa JAEN STEEL SAC		El total de producción no cubre con pedido de la empresa	
Consumibles: (Electrodo, Boquilla, Escudo )	150	Realizar diagnóstico y mejora para aumentar la Productividad	
Plancha de 1/2 de 3100 mm x 2,400 m x 1.27 espesor	741.7		
costo 1 Waffer = 90 m/lineales	1928.42		
Costo por Kg = 2.60\$	2.6		
Peso de Waffer = 741.7 kg	741.7		
Costo de prod. 40% = 6 Waffers x 1928 día	11570.52		
Costo de prod. 40% = 120 waffers mensuales	231,360		
costo de producción total neto	232,252	Costo Beneficio	0.00

En la tabla 15 se representa el trabajo de producción de la empresa al 40% de operacionabilidad de la maquinaria no es suficiente para realizar los trabajos requeridos por la empresa minera con una ineficiencia del 20% que son 50 unidades de ineficiencia en la producción.

Ecuación 12. Costo Beneficio

$$\begin{aligned} \text{Costo Beneficio} &= (\text{Costo Producción} - \text{Precio Venta Final}) \\ &= (328651 - 425000) = 96348.3 \text{ de Ganancia Total} \end{aligned}$$

Análisis de la viabilidad económica de ganancia del costo beneficio de la producción

Ecuación 13. Viabilidad

$$\text{Viabilidad} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

Donde:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} < 1 \text{ es Inviabile ; } \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 1 \text{ es Indiferente ; } \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} > 1 \text{ es Viable}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{425\ 000}{328\ 651.7} = 1.29 \text{ el proyecto de mejora es viable.}$$

**Tabla 16.** Costo beneficio al 60% de operacionabilidad

Fuente: JAEN STEEL SAC

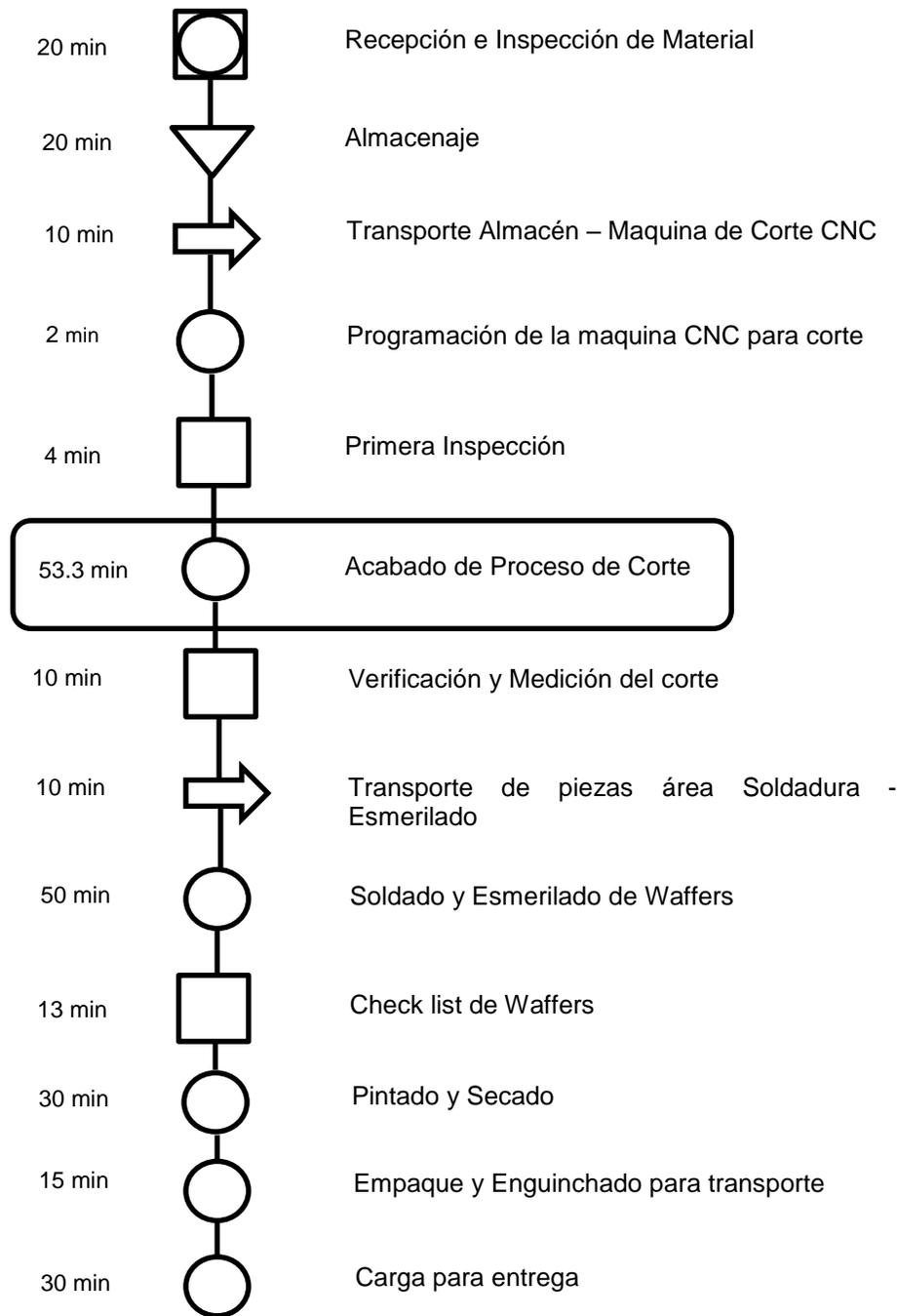
costo al 60 % de operacionabilidad		Beneficio	
consumibles:(Electrodo, Boquilla, Escudo)	150	Pedido de 170 waffers	
costo Plancha de 1/2 3100mm*2400m*1.27	741.7		
costo 1 waffer = 135 m/lineales	1928	costo de compra x unidad	2500
Costo por Kg = 2.60\$	2.6		
Peso de Waffer = 741.7 kg	741.7		
Costo Produc. 60% = 9 waffers * 1928 día	17352	Cantidad de unidades de compra	170
costo Produc.60% = 170waffers *1928 día	327760		
Costo de producción total	328651.7		425000
monto total de ganancia	96348.3		

En la tabla 16 del costo beneficio se puede evidenciar que al aumentar la operacionabilidad de la maquinaria al 60% de producción aumenta considerablemente la productividad, fabricando eficazmente el producto solicitado por la empresa minera teniendo un monto de ganancia de 96348.3 dólares por pedido mensual del cliente.

### **3.4.2. Nuevo proceso de producción de waffers de la empresa JAEN STEEL SAC.**

El nuevo proceso de producción de waffers de la empresa JAEN STEEL SAC comienza desde que el área de almacén solicita el material para poder producir un waffer. La recepción del material e inspección demora 30 min, luego almacenaremos el material a utilizar. Seguidamente, se transportarán las planchas de acero hacia el área de producción donde está la máquina de corte CNC. Después de la programación por el personal que fue capacitado para el aprovechamiento y operacionabilidad de la maquinaria, se reducirá considerablemente el tiempo de corte de las planchas de acero de  $\frac{1}{2}$  programándose al 60% de operatividad reduciendo cada corte de 80 min a 53.3 min. Aquí es donde se realizará el aumento de la velocidad de corte de la CNC en su programación, por parte del personal calificado y capacitado, iniciando el proceso de control de calidad de corte para posteriormente ser trasladado al área de soldadura y esmerilado. Este personal ejecutará el trabajo con todas las medidas de seguridad y criterio, para así poder entregar un buen producto, identificando las irregularidades de corte que anteriormente existían para reducir el tiempo de corte en la fabricación de piezas innecesarias, concluyendo con el Check list del producto para poder ser enviado a pintado y empaquetado.

### 3.4.3. Nuevo Procedimiento en el proceso de producción de waffers para aumentar La productividad en la empresa JAEN STEEL SAC



**Figura 10.** Diagrama de actividades aplicando el Ciclo de Deming

Fuente: elaboración propia

Para mejorar la productividad presentada en la producción de waffers de la empresa JAEN STEEL SAC., se creyó conveniente Implementar el ciclo de Deming en 8 pasos dirigidos al caso de la empresa, con el fin de determinar su impacto en su producción, tomando en consideración 30 días como un ciclo.

Según (Nelson, 2017), cuando un equipo se reúne con el propósito de ejecutar un proyecto para resolver un problema importante y recurrente, antes de proponer soluciones y aventurar acciones se debe contar con información y buscar un método que incremente la probabilidad del éxito. De esta manera la planeación, el análisis y la refracción se harán un hábito que gracias a ello reducirán las acciones por reacción.

#### **3.4.4. Nueva medición de producción al 60%**

**Tabla 17** *Medición de producción al 60% de productividad por día semana y mes*

*Fuente: elaboración propia*

Waffers	Cantidad de Waffers	Minutos
Días	9	480
Semana	45	14400
Mes	180	57600

En la tabla 17 nos muestra la nueva medición de producción al 60% de operacionabilidad de la máquina de corte CNC 2010 donde identificamos el incremento de producción de waffers diario semanal y mensual respectivamente.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión:

Al diagnosticar la situación actual del proceso de producción de waffers ha permitido determinar el nivel de producción el cual nos permite entender el problema de la productividad en la empresa JAEN STEEL SAC. Ya que producía 120 waffers mensuales sin llegar a satisfacer el pedido de nuestro cliente, gracias a la implementación del ciclo de Deming hemos podido incluir la mejora continua como aspecto primordial de identificación de los problemas de producción, como el uso erróneo de la capacidad de producción de la maquina CNC en un 40%, trabajando erróneamente sin mostrar las capacidades de operación de la maquinaria, permitiendo así desarrollar el uso adecuado de la maquina CNC en un 60% y brindando la capacitación constante de todo el personal que involucra el área de operaciones, siendo más eficaces y eficientes en la elaboración del producto catapultando la producción a 180 waffers mensuales llegando a superar el pedido mensual de nuestro principal cliente.

Al diseñar la mejora del proceso de producción de waffers mediante la metodología del ciclo de Deming mostramos paso a paso la elaboración de cada waffers e identificamos de los tiempos de ejecución incrementando el índice de producción de la empresa JAEN STEEL SAC, ya que contábamos con tiempos exagerados de espera y re trabajos por no contar con una buena metodología de mejora continua y capacitación continua del personal.

El análisis costo beneficio nos muestra el aumento en la productividad de la fabricación de waffers asimismo los beneficios y utilidades monetarias de la empresa, brindando mayores oportunidades de mejora en equipamiento y capacitación a cada empleado para que la producción no decaiga

fortaleciendo el nombre de la empresa a nivel nacional e Internacional. Enfocándonos en la mejora económica en el porcentaje de rentabilidad mensual puesto a prueba.

Vinculando al concepto de nuestra apreciación de la implementación del Ciclo de Deming tomamos como referencia a (Anco, 2014) que trata de mejorar la productividad de una empresa que es diagnosticar de una forma detallada el bajo nivel de productividad, al utilizar ineficientemente su maquinaria; esto se dedujo a que debía ser parte del bajo desempeño, liderazgo de sus operadores y líderes en la supervisión del proceso productivo. Por lo que diferimos con lo sustentado por (Falvy, 2017) ya que utiliza una aplicación de diseño cuasi experimental, tomando como muestras reportes mensuales de productividad usando técnicas de observación de campo, análisis documental, datos que fueron procesados utilizando diferentes programas de investigación, los cuales concluyeron que después de utilizar estos controles de campo, los operadores aumentaron su rendimiento de cada área generando un aumento masivo de producción. Ya que en el caso de la empresa JAEN STEEL SAC la baja productividad está relacionada con la inexperiencia de sus operadores y el mal uso de su maquinaria.

En la implementación del ciclo de Deming para JAEN STEEL SAC, al iniciar los procesos, Planificar, Hacer, Verificar y actuar, siguiendo sus pasos y sus posibles técnicas a usar para la mejora continua, es necesario tomar en cuenta a (Veliz Tito, 2017) quien indica que el uso de herramientas y técnicas de mejora continua del ciclo de Deming, corrige los problemas acaecidos enfocándose en los procesos de control y supervisión, los cuales no existían en la empresa de una forma estándar, produciendo ineficiencias e ineficacias que impactaban grandemente en la producción a través de una demora en los procesos de fabricación y reproceso, de esta manera con los resultados de corte analizados y los datos estadísticos que la implementación del ciclo de

Deming se logró incrementar la eficiencia y eficacia en el área de operaciones de la empresa. Asimismo, dentro de este marco y en virtud de lo expuesto no concordamos con lo sustentado por (Martínez Huamani, 2016) ya que se enfoca en el ciclo de Deming en otra dirección, tomando como objetivo general el mantenimiento en la maquinaria de la empresa, que incrementara su producción aplicada por datos de información longitudinal, descriptiva explicativa y la población que se tomó para investigar a cada equipo y su mantenimiento a lo largo de 30 días de trabajo centrándose en tomar los problemas de productividad de la empresa en el área de mantenimiento que afectan pero que en este caso estudiado no tienen nada que ver con el desarrollo del aumento de la producción para incrementar la productividad.

#### **4.2 Conclusiones:**

Al diagnosticar el proceso actual de producción de Waffers de la empresa JAEN STEEL SAC. en base a sus indicadores de productividad nos permitió evidenciar la posibilidad de una mejora en sus operaciones, debido a que las actividades planificadas de producción no cumplían con la meta de los pedidos a los clientes, reflejándose en el diagnóstico de la producción, así como el bajo uso de indicadores de eficiencia y eficacia en la productividad de la mano de obra, de esta manera se cumplió con el objetivo principal de la tesis que es mejorar la producción y aumentar la productividad de Waffers para el cumplimiento de los pedidos de los clientes.

Se evidencio que la productividad de la mano de obra mostraba insuficiencia del uso de la maquinaria, que a su vez no contaba con el desarrollo óptimo de la maquinaria, mostrando una incapacidad en el ciclo de entrega de pedidos.

Se usaron herramientas como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, el uso de la eficiencia y la eficacia operacional de la maquinaria y el desempeño de la mano de obra fueron determinantes

para poder localizar y evaluar los principales problemas que afectaban el proceso de producción, con las causas identificadas se realizó la medición para luego establecer los indicadores que fueron utilizados en el desarrollo de las actividades de mejora continua, con la posterior implementación del ciclo de Deming la cual verificó las mejoras significativas en el área de producción, cumpliendo con los objetivos planeado en esta investigación.

En la primera fase de la aplicación de la metodología PHVA, la etapa de “Planear” se utilizó herramientas de planeamiento y de gestión que nos ayudaron a decidir y a lograr los objetivos propuestos. De esta manera se crearon los planes de acción que se desarrollan en la etapa “Hacer o Actuar” donde se comprueban los porcentajes de operaciones de la maquinaria y aumento de la productividad, cuya evolución de resultados se comprueba en la etapa “Verificar” una vez implementadas en la empresa JAEN STEEL SAC.

Consideremos que antes de aplicar el Ciclo de Deming se producían 6 waffers diarios que no satisfacían las necesidades de los clientes, al usar la máquina de corte CNC 2010 en un 40% de operacionabilidad produciendo 120 waffers al mes, pero después de la aplicación del ciclo de Deming y su respectiva capacitación a todo el personal encargado del usó la máquina de corte CNC 2010 en un 60% de operacionabilidad se produjeron 180 waffers al mes, superando el requerimiento mensual solicitado, donde se logró superar los estándares de productividad por pedido mensual del cliente; la mejora se puede evidenciar al plantear el costo beneficio en esta etapa de prueba usando el ciclo PHVA que nos muestras la rentabilidad y la viabilidad económica encontrada al medir sus indicadores de productividad dando como resultado un 1,29% de capacidad rentable siendo esta una clara mejora de ganancias, prestigio y aumento de producción de la empresa JAEN STEEL SAC en la fabricación de Waffers.

Concluimos que la metodología PHVA o Ciclo de Deming nos permitió identificar las fallas en la producción que ocasionaban una baja productividad y la mejora del proceso de corte realizado por la maquinaria CNC 2010, sin afectar el costo que con esto conlleva usar una mejora operacional y al capacitar dos veces al año a los operadores encargados del uso de la maquinaria en este proceso de producción de waffers de la empresa JAEN STEEL SAC.

Cabe mencionar que, si seguimos cumpliendo con el plan de eficiencia y eficacia para generar la reducción de tiempos de corte por la maquina CNC 2010 evitando paradas por fallas y ajustes durante el proceso de producción, obtendremos un beneficio aun mayor ya que sensibilizaríamos y capacitaríamos continuamente al personal midiendo los resultados y el aporte individual a la empresa JAEN STEEL SAC.

El área de producción ahora lleva un registro ordenado y documentado de los puntos de control, mejoras, posibilidades de mejora y otros a fin de tomar las medidas correctivas y preventivas que garanticen un buen nivel de producción de waffers.

La gerencia invierte ahora en proyectos de capacitación a sus trabajadores que directa o indirectamente actúen con el proceso de producción y que contribuyen a la optimización de sus recursos tanto en la maquinaria y los productos que se desarrollan, reflejándose en la mejora de la calidad y el aumento de la productividad.

Se evidenció claramente el aumento de la productividad después de usar el ciclo de Deming. La eficiencia y eficacia como variable dependiente mejoran en un 25% y 15% respectivamente.

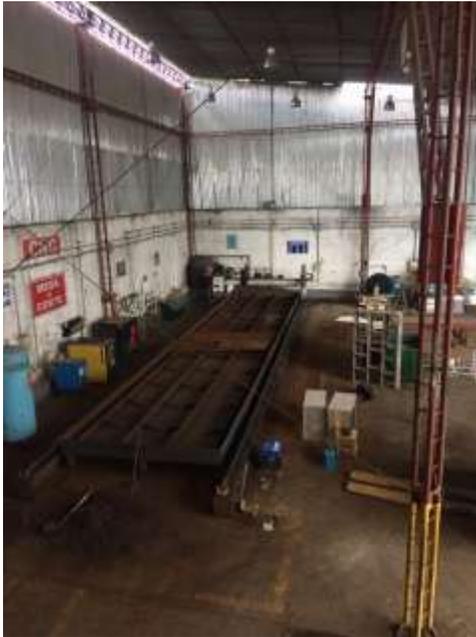
## CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFIA

### REFERENCIAS:

- Anco, L. E. (2014). DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BAJO LA METODOLOGIA PHVA EN LA EMPRESA STEEL JRV SAC. 02. Obtenido de [http://www.usmp.edu.pe/PFIL/pdf/20142\\_8.pdf](http://www.usmp.edu.pe/PFIL/pdf/20142_8.pdf)
- Falcón, J., & Herrera, J. (2005). *Técnicas e Instrumentos de recolección de datos*. Caracas, Venezuela. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion.html>
- Falvy, E. (2017). *Aplicación del ciclo de deming, para mejorar la calida del servicio, en Comercial del Acero SA*. Trujillo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21898>
- Fernández, R. (2016). *Aplicación del ciclo Deming para incrementar la productividad del área de ventas de construcción civil de Siderperú, Lima, 2016*. Lima, Peru. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18549/Fern%C3%A1ndez\\_NR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18549/Fern%C3%A1ndez_NR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernández, R. (2016). *Aplicación del ciclo Deming para incrementar la productividad del área de ventas de construcción civil de Siderperú, Lima, 2016*. Lima, Peru. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18549/Fern%C3%A1ndez\\_NR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18549/Fern%C3%A1ndez_NR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Katz, J. (1970). Cambios estructurales y productividad en la Industria Latioamericana. 66. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12210/071065084\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12210/071065084_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Martínez Huamani, J. V. (2016). *Implementación del ciclo de Deming, para incrementar la productividad del área de mantenimiento de la Empresa Kmmp*. Callao, Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21915>
- Matheus, A. y. (2013). “implementación de un sistema de mejora continua bajo la metodología PHVA en la empresa ARNAO S.A.C.”. 15.
- Nelson, Y. R. (2017). APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PANIFICACIÓN EN HIPERMERCADOS TOTTUS S.A. 5. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12634/Ynfantes\\_REN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12634/Ynfantes_REN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Palella, S. y. (2012). “*Metodología de la investigación cuantitativa*” 3ra Edición. Morón, Venezuela. Obtenido de [https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&scioq=valvulas+neumaticas&q=investigacion+pre+experimental&btnG=](https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&scioq=valvulas+neumaticas&q=investigacion+pre+experimental&btnG=)
- Quiñonez, N. (2016). *Sistema de Mejora Continua en el area de producción en la empresa "TEXTILES BETEX SAC" utilizando el metodo PHVA*. Lima, Perú. Obtenido de [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2140/1/quinonez\\_salinas.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2140/1/quinonez_salinas.pdf)
- Recinos. (2005). Implementacion de un programa de mejora continua para las areas de manufactura y logistica en una industria de bebidas. 8.
- Trejos, E. A. (2009). *Determinacion de la eficiencia financiera a una empresa del sector metal metalico*. Pereira, Colombia. Obtenido de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/2329>
- Vásques, J. (2005). *Modelo de Enfoque basado en procesos para la mejora continua de la eficacia de una empresa metal mecanica*. Lima, Perú. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4581>
- Veliz Tito, A. (2017). *Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Máquinas y Equipos de Acero s.a.*. Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/13831>

## CAPÍTULO VI. ANEXOS

### MAQUINA CNC 2010



### SIMULADOR PRONEX 2010

