



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PHVA EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE TUBERÍAS EN LA EMPRESA ABG S.R.L.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Luis Alberto Cruzado Moreno

Asesor:

Mg. Ing. Teodoro Julián Riega Zapata

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicado a mis padres, hermanos, mi adorado hijo y a mi amada esposa, por su apoyo, comprensión y constante motivación, durante toda la carrera y en el desarrollo de la presente tesis.

Este nuevo logro obtenido es gracias a toda mi familia, logrando concluir con éxito mi proyecto de tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme estar a lado de mi amada familia, agradecer especialmente a mis padres y esposa por apoyarme desde el inicio de mi carrera hasta la culminación de mi tesis. Así mismo, agradecer a mi amado y adorado hijo Luis Adán, por ser mi motivo de constante superación.

Agradecer a todo el equipo de la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L., por brindarme su apoyo, experiencia y conocimientos.

También agradecer la enseñanza de nuestros docentes de la UPN y en especial por su gran apoyo a mi asesor de tesis el Ing. Teodoro Julián Riega Zapata, por el aporte de sus conocimientos y experiencia en la revisión de cada avance de la presente tesis.

## 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>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Simbología para diagrama de operaciones.....	21
Tabla 2	Puntaje para la determinación de la metodología.....	33
Tabla 3	Cuadro comparativo de algunas de las metodologías evaluadas.....	34
Tabla 4	Tabla de valor ponderado.....	42
Tabla 5	Análisis de los procesos .....	43
Tabla 6	Identificación del problema en cada una de las etapas del proceso de soldadura .....	45
Tabla 7	Implementación de herramientas de mejora.....	52
Tabla 8	Muestra piloto de tiempos (Segundos / Pulgada).....	53
Tabla 9	Resultado del número de observaciones de los procesos .....	54
Tabla 10	Toma de tiempos con el nuevo número de muestra .....	54
Tabla 11	Tiempos estándares para cada proceso.....	57
Tabla 12	Balance de línea de la producción actual .....	57
Tabla 13	Tabla de resumen con indicadores actuales .....	58
Tabla 14	Propuesta de mejora del balance de línea.....	59
Tabla 15	Tabla de resumen con indicadores mejorados.....	61
Tabla 16	Plan de capacitación anual para personal operativo.....	62
Tabla 17	Nivel de productividad antes de la mejora .....	74
Tabla 18	Datos estadísticos .....	75
Tabla 19	Tabla de No Conformidades antes de la mejora .....	75
Tabla 20	Tabla de frecuencia No Conformidades antes de la mejora.....	76
Tabla 21	Nivel de productividad después de la mejora.....	76
Tabla 22	Datos estadísticos .....	77
Tabla 23	Tabla de No Conformidades después de la mejora .....	77
Tabla 24	Tabla de frecuencia No Conformidades después de la implementación.....	78
Tabla 25	Comparación de medias de la productividad antes y después de la implementación .....	78
Tabla 26	Tabla de frecuencia No Conformidades antes y después de la implementación.....	79
Tabla 27	Cuadro de costos para la inversión.....	80
Tabla 28	Pulgadas diametrales de soldadura producida anualmente .....	81
Tabla 29	Ganancias y ahorros proyectados anualmente.....	82
Tabla 30	Cuadro de flujo de caja .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama general de la empresa ABG. Fuente: ABG S.R.L.....	10
Figura 2 Ubicación geográfica de la empresa ABG. Fuente: Elaboración propia .....	11
Figura 3 Ciclo PHVA. Fuente: Rojas (2015) .....	19
Figura 4 Simbología para Diagrama de Operaciones. Fuente: Meyer (2000).....	21
Figura 5 Determinación del número de mediciones. Fuente: Mundel .....	24
Figura 6 Sistema Westinghouse. Fuente: García (1998).....	25
Figura 7 Sistema de suplementos en porcentajes. Fuente: García (1998).....	26
Figura 8 Simbología de Flujograma. Fuente: Chang (1996).....	28
Figura 9 Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia .....	29
Figura 10 Diagrama Causa – Efecto. Fuente: Gutiérrez (2005).....	30
Figura 11 Proceso de corte de la tubería Fuente: ABG S.R.L.....	37
Figura 12 Proceso de biselado. Fuente: ABG S.R.L. ....	37
Figura 13 Proceso de armado y apuntalado. Fuente: ABG S.R.L.....	38
Figura 14 Proceso de soldadura Fuente: ABG S.R.L.....	39
Figura 15 Diagrama de operaciones del proceso de soldadura. Fuente: Elaboración propia.....	40
Figura 16 Diagrama de actividades del proceso de soldadura. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 17 Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia .....	44
Figura 18 Diagrama de Ishikawa - proceso de soldadura. Fuente: Elaboración propia .....	47
Figura 19 Diagrama de Ishikawa - proceso de corte. Fuente: Elaboración propia.....	48
Figura 20 Diagrama de Ishikawa - proceso de biselado. Fuente: Elaboración propia .....	50
Figura 21 Tabla Mundel.....	53
Figura 22 Sistema Westinghouse .....	56
Figura 23 Sistema suplementos en porcentajes.....	56
Figura 24 Takt Time de la línea de producción actual. Fuente Elaboración propia.....	58
Figura 25 Takt Time de la línea de producción mejorada. Fuente: Elaboración propia .....	60

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo del porcentaje de valoración .....	25
Ecuación 2 Cálculo del tiempo normal .....	25
Ecuación 3 Cálculo del tiempo estándar .....	27
Ecuación 4 Cálculo del índice de productividad .....	27
Ecuación 5 Cálculo del número de operarios .....	28
Ecuación 6 Cálculo del tiempo de ciclo .....	28
Ecuación 7 Cálculo de la eficiencia .....	28

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación es implementar la metodología PHVA, para mejorar los procesos en el área de soldadura de tuberías, que ayuden a incrementar la productividad, reducir las No Conformidades y mejorar la satisfacción del cliente.

En esta investigación se aplica diferentes herramientas de mejoras aprendidas durante la carrera de ingeniería industrial, como son: el balance de línea, plan de capacitación y plan de control de calidad en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L en Perú.

Con la implementación de la metodología PHVA, se logra incrementar la productividad en un 21%, cubriéndose así la demanda actual y la satisfacción del cliente. Así mismo, las No Conformidades que se encontraron en el área de soldadura de tuberías antes de la implementación de la metodología PHVA es 21.86%, y después de la implementación es de 6.08%, con lo que podríamos concluir que hay una disminución del 15.78% en las No Conformidades.

Respecto a la evaluación económica realizada después de la implementación de la metodología PHVA, se obtiene que el VAN es positivo obteniéndose como resultado S/. 160,384.35 y un TIR de 58% con estos valores positivos se demuestra que la implementación de la metodología PHVA son viables económicamente. Así mismo el costo beneficio que obtendrá la empresa es de S/. 1.26,

**Palabras clave:** Productividad, mejora de procesos, balance de línea, No Conformidades.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes de la Empresa**

### **Descripción de la Organización**

Construcciones metálicas y Montaje ABG S.R.L. es una empresa dedicada al rubro de la metalmecánica con más de 36 años de experiencia, posicionada en un exigente mercado nacional desde el año 1982, en la industria minera, pesquera y petróleo; especializada en el diseño, fabricación y montaje de tuberías en plantas industriales.

### **Misión:**

Ser un aliado estratégico de nuestros clientes, para satisfacer sus expectativas como empresa, antes, durante y después de la ejecución de nuestros proyectos.

### **Visión**

Ser la empresa metalmecánica con mayor crecimiento y prestigio en el exigente mercado nacional, a través de los proyectos que la empresa realiza a sus clientes.

### **Valores**

Honestidad. Respeto, Responsabilidad Lealtad y Trabajo en equipo

Por otro lado, la alta dirección de la empresa asume compromisos en conjunto con cada uno de sus colaboradores, en relación con la gestión de la empresa y el desarrollo de sus operaciones. A continuación, se detallan los compromisos mencionados:

- Cumplir con los requisitos del cliente, normas legales vigentes y reglamentos internos.
- Brindar un servicio enfocado en la satisfacción del cliente.
- Entrega de los productos en las fechas establecidas por cliente.

- Comunicar y promover la colaboración de los trabajadores que permita mejorar continuamente la mejora en los procesos productivos.

### Productos y servicios que ofrece la empresa

- Diseño, fabricación y montaje de plantas industriales.
- Fabricación y montaje de tuberías para procesos y sistemas contra incendio.
- Diseño, fabricación y montaje de tanques de almacenamiento y estructuras en general.

### Organigrama de la empresa

Está conformada por diferentes áreas, que ayudan a cumplir con los objetivos estratégicos planteados por la organización, como se muestra en la figura 1

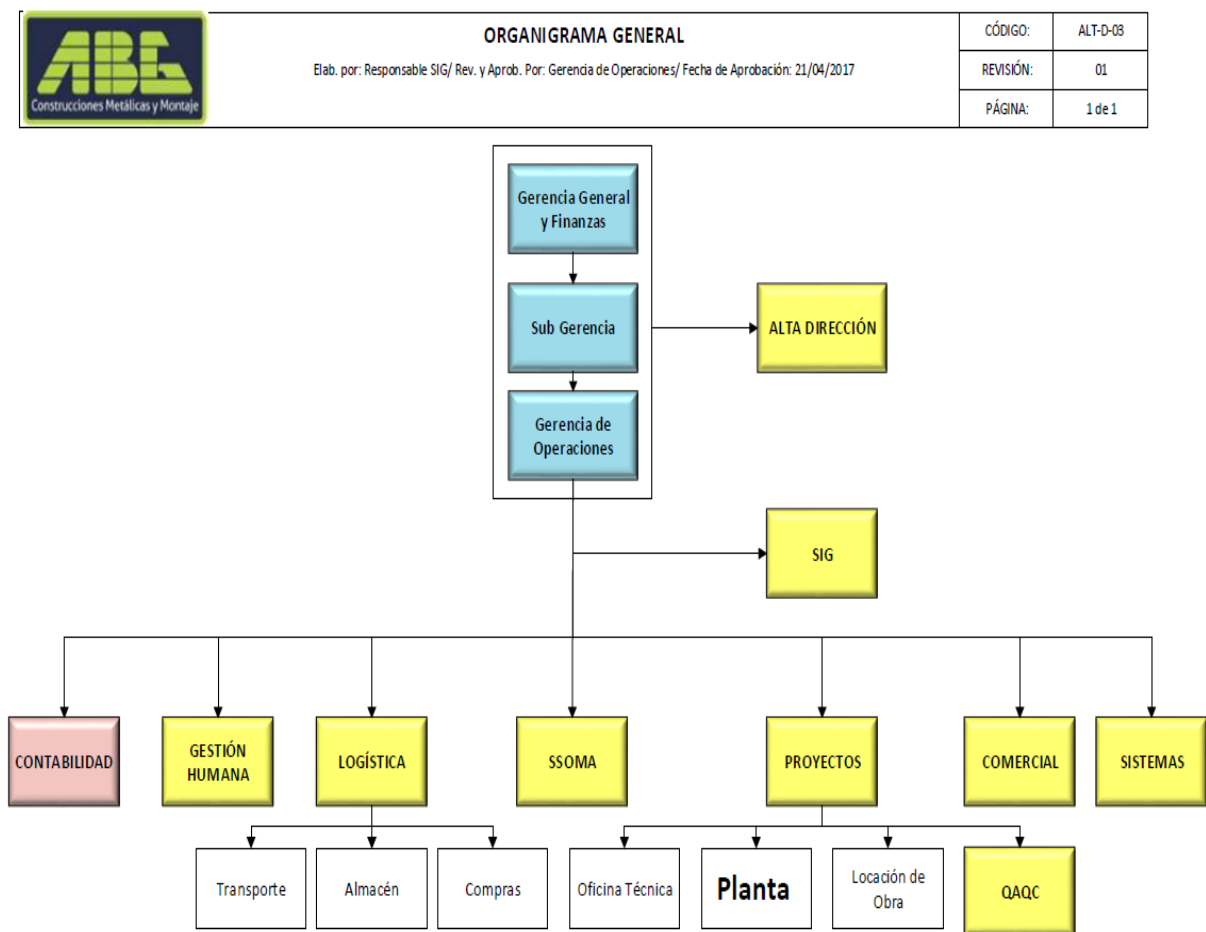


Figura 1 Organigrama general de la empresa ABG. Fuente: ABG S.R.L.

## Ubicación geográfica

Actualmente la organización está ubicada en la siguiente dirección: Calle 4 Mz. D Lt. 1 y 5 Urbanización Industrial Grimanese Callao – Lima – Perú. En la figura 2, se indica la ubicación geográfica de la empresa ABG S.R.L.

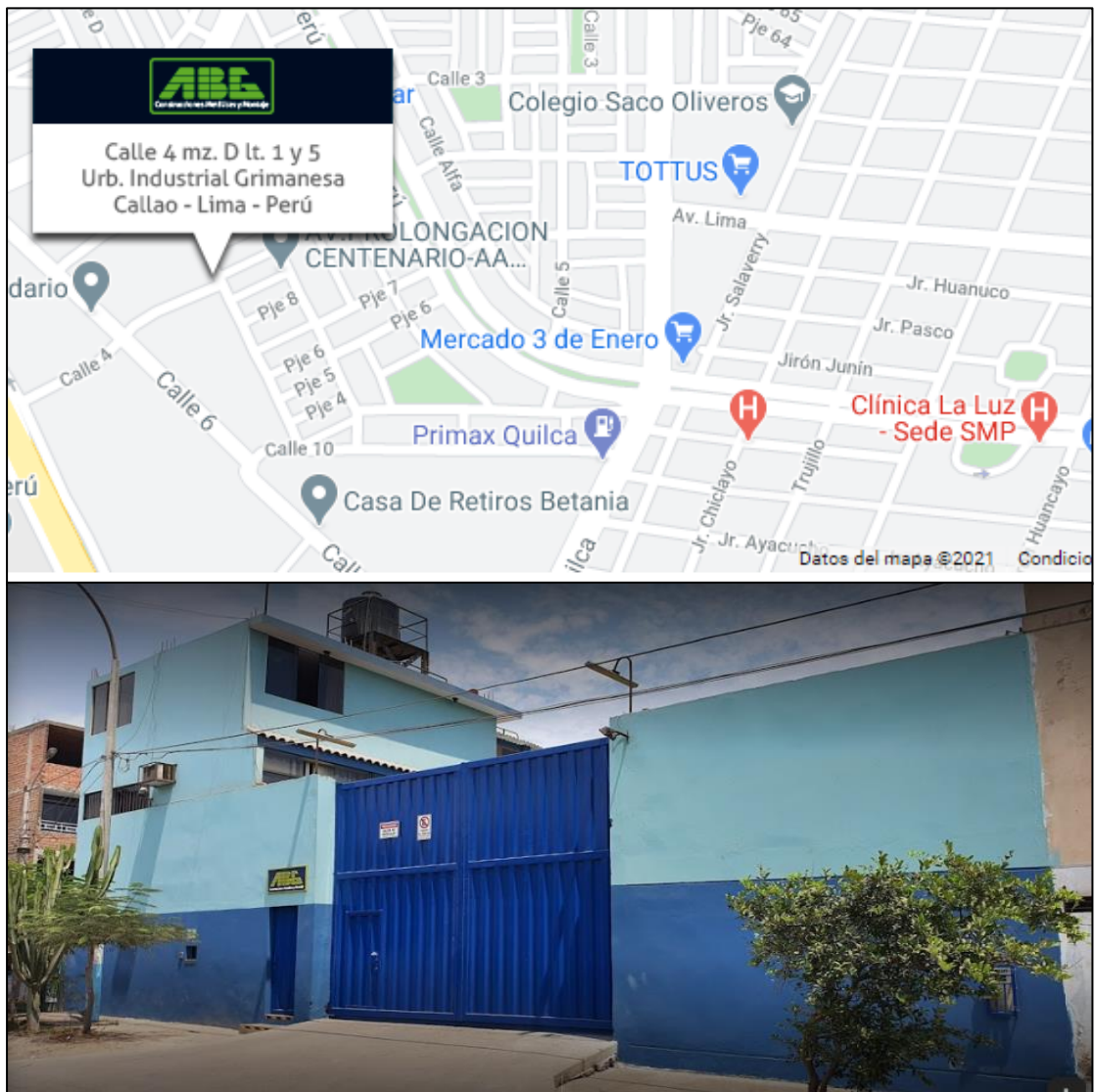


Figura 2 Ubicación geográfica de la empresa ABG. Fuente: Elaboración propia

## **Situación problemática**

Hoy en día, los retos con la productividad y competitividad que enfrentan las organizaciones en una economía globalizada requieren herramientas de gestión que propendan en satisfacer a los clientes, mediante la optimización y mejora de los procesos.

En la actualidad cada día son más las empresas que deciden mejorar la calidad del producto y/o servicios, siempre buscando como eje principal satisfacer a sus clientes. Para cumplir con estos objetivos planteados, es necesario realizar un análisis más profundo de los diferentes procesos, debido a que en el mercado actual las empresas buscan ser más eficientes, eficaces y competitivas obligando a las organizaciones buscar nuevas estrategias para ser mucho más productivas.

La empresa en estudio actualmente cuenta con un grupo de profesionales altamente competitivos y con amplia experiencia, sin embargo, carecen de un control en sus procesos productivos que incluyan un balance de línea, un plan de capacitación y un plan de control calidad. La empresa trabaja de manera desordenada y no cuenta con una planificación, por lo que, si un proceso falla desencadena una serie de fallas que afectan los diferentes procesos productivos de la empresa.

En la presente Tesis tiene como objetivo principal, implementar la metodología PHVA para mejorar los procesos de fabricación en el área de soldadura de tuberías, de esta manera se podrá reducir los efectos que ocasionan la disminución de la productividad; ya que las No Conformidades generadas en los trabajos ocasionan un desbalance económico y la baja productividad por los constantes defectos que se generan en los trabajos de soldadura impactando negativamente en la productividad, calidad y eficiencia.

## **Justificación**

### **Justificación Teórica**

Es de suma importancia el empleo de estrategias y herramientas de calidad, porque nos permite profundizar sobre los conocimientos de metodologías de mejora de procesos, entre ellas la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). Esta metodología nos permite realizar la mejora de los procesos para aumentar la productividad, teniendo un impacto positivo en la rentabilidad en la organización ABG S.R.L.

### **Justificación Practica**

La implementación de este proyecto en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L., es muy importante, porque al no cumplir con la demanda actual es necesario buscar una metodología de mejora continua, los resultados logrados de esta implementación se reflejan en los beneficios para la compañía. Principalmente logrando aumentar la productividad, la disminución de la No Conformidades generadas por los problemas de la soldadura, disminución de los sobretiempos de la producción, lo cual significará un aumento en los ingresos.

### **Justificación Metodológica**

Para desarrollar la presente tesis, se ha decidido aplicar la metodología PHVA como la herramienta más adecuada, ya que al implementarla permite a la compañía ABG S.R.L. una mejora de su competitividad y en consecuencia una mejor calidad de sus productos.

La metodología PHVA, permite brindar las siguientes soluciones:

- Reducir costos.
- Optimizar la productividad.

- Aumentar las utilidades.

### **Limitaciones para el desarrollo de la tesis**

Para poder desarrollar esta tesis se encontró las siguientes dificultades:

- Dificultad en la obtención de los documentos de producción.
- Reducidos recursos económicos para realizar la tesis.

### **Formulación del Problema**

#### **Problema General**

¿De qué manera se podrá implementar la metodología PHVA, para obtener un aumento en la productividad en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ?

#### **Problemas Específicos**

- ¿Cómo se presentan los problemas de soldadura más comunes que originan la baja productividad en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ?
- ¿En qué medida la implementación de la metodología PHVA, reduce las No Conformidades en el área de soldadura en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ?
- ¿Cuánto es el beneficio económico al implementar la metodología PHVA en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ?

## **Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Implementar la metodología PHVA, para aumentar la productividad en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los principales problemas de soldadura más comunes que originan la baja productividad en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ
- Realizar un programa para reducir las No Conformidades generadas por los problemas en la soldadura en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ.
- Calcular el beneficio económico al implementar la metodología PHVA en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. en PERÚ.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes de la Investigación

#### Antecedentes internacionales

Cárdenas (2017), en su artículo publicado “*Mejoramiento de los procesos de soldadura de una planta industrial para proporcionar condiciones seguras en el trabajo*”, se plantearon como objetivo implementar controles seguros del proceso de soldadura.. Con las medidas planteadas se logro un impacto psitivo mejorando asi las consiciones de seguridad en la empresa SEDEMI SCC. Asi tambien, Escudero y Marianetti (2016), en su tesis titulada “*Mejora en el desempeño del proceso de soldadura en industria autopartista*” que tuvo como objetivo: mejorar los requerimientos de calidad y el aumento de la productividad, impactando satisfactoriamente en los clientes. Para ello se emplearon el Diagrama de Ishikawa y la metodología PHVA.

Sánchez (2015), en el desarrollo de su tesis “*Elaborar e implementar un procedimiento de soldadura en la empresa Revoconstrucciones para la mejora productiva utilizando herramientas de calidad*”. Siendo el objetivo principal la implementación de un procedimiento de especificacion de soldadura para la compañía Revoconstrucciones. Al culminar el estudio de la investigación, se obtiene como resultado, mejorarar el proceso en el área de soldadura, mediante la elaboraciòn de un plan de calidad y procedimientos de soldadura.

#### Antecedentes nacionales

Olazo (2018), en su tesis titulada “*Propuesta de Mejora del Proceso de Planchado y Pintura para Incrementar la Productividad en la Empresa Autonort Cajamarca S.A.C.*” que tuvo como objetivo principal mejorar los procesos de pintura y planchado para aumentar la productividad. Entre las herramientas utilizadas están



métodos de trabajo, estudio de tiempos, las 5S y ergonomía. Concluyeron que al mejorar sus procesos tuvieron un resultado satisfactorio, logrando elevar la productividad. En esa misma línea, Gao (2017), en su investigación titulada “*Mejora en la gestión de los talleres externos de confección en una empresa exportadora, enfocado en un nivel de cumplimiento y calidad*” que tuvo como objetivo principal la implementación de herramientas como la producción esbelta, control de calidad y capacitación para optimizar el grado de calidad y entrega de las ordenes de producción. Por lo tanto, se logró mejorar los indicadores del nivel de entrega y calidad del producto.

Yauri (2015) realizó una investigación en la tesis titulada “*Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado*” como principal objetivo fue aumentar la productividad de calzado mediante el empleo de herramientas como el balance de línea y las 5S. Obteniendo como resultado aumentar la producción en un 30%, generando un ingreso de S/. 55,680 anual por cada pare incrementado y un ahorro de S/. 63,360 anuales por el reproceso.

Asi mismo, con el . análisis económico realizado se determinó incrementos de la productividad con un TIR de 63%, indicando la viabilidad del proyecto.

Cada uno de estos antecedentes, me permitieron consolidar los conocimientos para fortalecer mi propuesta titulada: Incremento de la Productividad Mediante la Implementación de la Metodología PHVA en la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. De allí que, para este trabajo de suficiencia profesional fue muy importante conocer los fundamentos teóricos, herramientas, metodologías, entre otros, porque me sirvieron de base para desarrollar la tesis.

## **Bases teóricas**

### **Mejora continua**

Según Richard (1996, p. 17), afirmó: “La mejora continua de procesos es un enfoque sistemático que se puede utilizar con el fin de lograr crecientes e importantes mejora de procesos que proveen productos y servicios a los clientes. Al utilizar la mejora continua, usted hecha una mirada detallada a los procesos, y descubre maneras de mejorarlos”.

### **Metodologías para la mejora continua**

A continuación, se detallan las principales metodologías de mejora continua:

- Mantenimiento preventivo total (TPM)
- Lean manufacturing
- Six Sigma
- Kaizen
- PHVA

### **PHVA**

De acuerdo con Pastor (2007, p. 50), “El ciclo PHVA viene hacer un ciclo dinámico que se puede desarrollar en los diferentes procesos de una empresa, y se encuentra muy ligada con la planeación, control, implementación y la mejora continua y su aplicación es muy útil, ya que nos permite mejorar la gestión y los procesos productivos”.

En la Figura 3 se muestra el PHVA, y está conformada por cuatro etapas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.



Figura 3 Ciclo PHVA. Fuente: Rojas (2015)

**Proceso.** El proceso según la OIT (1996), viene hacer el conjunto de tareas o actividades para elaborar un producto y/o servicio en un determinado tiempo y que se encuentran vinculadas entre si con elementos de entradas y salidas. En cada etapa de la actividad, se agregan valor a las entradas, para poder cumplir con las especificaciones implantadas del cliente o fabricante. Sin embargo, no todo proceso genera valor, también existen procesos que no generan valor que se les llama procesos degenerativos; esto sucede cuando se hace una mala planificación de las operaciones, generando reprogramaciones, reprocesos y hacen demora al objetivo de la tarea.

**Mejora de procesos.** Hoy en día el mundo de la competitividad cambia constantemente afectando a las industrias, esto obliga a las organizaciones a controlar, planificar y realizar una mejora en sus procesos de producción para mejorar la eficacia y eficiencia del proceso.

Para saber cuál es el proceso que se tiene que mejorar, antes se tiene que realizar un análisis del proceso productivo, identificando cuales son los problemas más comunes que afectan la productividad.

**Herramientas empleadas para mejorar los procesos.** Para que las empresas puedan alcanzar los resultados planificados se deben emplear las herramientas apropiadas; a continuación, se mencionaran cuáles son esas herramientas:

**1. Estudio de Métodos.** Hiriano (1992), indicó que para realizar el estudio de métodos se tiene que registrar, analizar y realizar un examen preciso de los procedimientos actuales y llevarlos a cada actividad para analizarlos y emplear métodos más eficaces y sencillos. Para un adecuado estudio de métodos se debe de contar con las siguientes etapas:

(a) Seleccionar. (b) Registrar. (c) Examinar. (d) Plantear alternativas. (e) Evaluar alternativas. (f) Definir. (g) Implantar. (h) Controlar.

El objetivo principal de realizar el estudio de métodos, es ayudarnos a mejorar nuestros procesos, mejorar la disponibilidad de los equipos, minimizar la carga de trabajo, mejorar la mano de obra y materiales; crear mejores condiciones de trabajo y realizar productos y servicios de calidad.

Los campos laborales en donde están relacionados el estudio de métodos de las industrias manufactureras son las siguientes: producción, planificación, medición del trabajo, control de calidad, análisis y control de fabricación.

**2. Herramientas utilizadas para el estudio de Métodos.** Para la presente tesis se emplearon herramientas como:

**a) Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP).** Señala Meyers (2000), que también se le conoce como un diagrama de proceso de esquema y proporciona una vista compacta de todo el sistema de operaciones involucradas en el

sistema productivo. En la tabla 1, se muestra la simbología para diagrama de operaciones.

Tabla 1  
*Simbología para diagrama de operaciones*

SÍMBOLO	INDICA	DESCRIPCIÓN
○	Operación	Modificación intencional cuando se cambia las características físicas a un objeto
□	Inspección	Verificación de la calidad o cantidad del objeto
◻	Combinado	Indica actividades combinadas en el mismo punto de trabajo
➡	Transporte	Indica movimiento de materiales o equipos de un lugar a otro
D	Retraso	Indica demora cuando las condiciones, cuando las condiciones no permiten la operación
▽	Almacenamiento	Indica almacenaje del producto en proceso o final.

Fuente: OIT (1996)

**b) Diagrama de Actividades del Proceso o Diagrama de Analítico del**

**Proceso (DAP):** Son actividades secuenciales y concurrentes donde se describen los procesos y operaciones y que tendrán un comienzo y un final. Meyers (2000).

PROCESO:						
MÉTODO:	Actual <input checked="" type="checkbox"/>	Máquina <input type="checkbox"/>	Material			
	Propuesto <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Operario <input type="checkbox"/>			
DESCRIPCIÓN		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje
		○	➡	□	D	▽
		○	➡	□	D	▽
		○	➡	□	D	▽
		○	➡	□	D	▽
		○	➡	□	D	▽
		○	➡	□	D	▽
RESUMEN	CANTIDAD					

Figura 4 Simbología para Diagrama de Operaciones. Fuente: Meyer (2000)

c) **Medición de trabajo.** Esto consiste en realizar las mediciones del tiempo de duración de un determinado trabajo, que está siendo desarrollado por un operario normal, capacitado y calificado; además debe emplear herramientas y/o equipos apropiados, con un ritmo de trabajo y en condiciones normales. Según OIT (1996), este proceso de medición es de suma importancia para medir el desempeño laboral en una organización, y debe de ser actualizada semestralmente.

- Cuantificar el rendimiento de los operarios y de los equipos.
- Obtener la capacidad de los procesos productivos y saber cuáles son las necesidades de los recursos a solicitar.
- Determinar los ciclos productivos.

d) **Estudio de tiempos.** Barnes (1972), define como un proceso estructurado de observación y medición directa del trabajo humano, utilizando un dispositivo de cronometraje para establecer el tiempo necesario.

Mediante estudio de tiempos, la organización puede conocer cuáles son sus tiempos que emplean en sus procesos de producción. Las razones por la cual se realizan los estudios de tiempos son:

- Reducir problemas en los procesos.
- Determinar la cantidad de operarios necesarios para realizar la tarea.
- Realizar la funcionalidad de las máquinas, pérdida de tiempos ociosos y cuáles son las causas que lo generaran.

Si la toma de tiempo de un determinado proceso se encuentra mal calculado, esto generaría problemas en el proceso de la producción. Para mejorarlo, primero se calcula el tiempo estándar donde el operario calificado debe realizar la toma de tiempo siguiendo las instrucciones siguientes.

“El tiempo estándar (TE), abarca el tiempo normal (TN) del proceso más un tiempo adicional que es para las interrupciones, recuperación de la fatiga o necesidades que tenga el operario”. (Meyers, 2000).

e) **Metodología empleada para el desarrollo de estudio de tiempos.** Para realizar las mediciones, se utilizará los datos tomadas en diferentes intervalos de tiempos, dado que, una mayor aleatoriedad de toma de tiempos nos dará un mejor resultado estadístico.

La toma de los tiempos se medirá con un cronómetro, ya que este es el método más común que emplean las compañías.

Antes de iniciar la medición de tiempos, primero se definirá y analizará a detalle el trabajo a medir. A continuación, se mencionarán las condiciones para medir un proceso:

- Tiene que tener un punto de partida (inicio) y un punto de llegada (final).
- Cada proceso debe estar separado, para poder calcular individualmente.
- Se debe analizar el proceso completo que conforman el ciclo para producir un determinado producto.

Para poder determinar los tiempos estándares en el proceso del área de soldadura de tuberías, se seguirán las siguientes pautas: Primeramente, se determinará el número de mediciones de cada operación, luego se determinará el porcentaje de valoración, con estos dos datos se procede a calcular el tiempo normal, posteriormente se definirá el tiempo suplementario para finalmente calcular el tiempo estándar.

**Determinación del número de mediciones de una operación.** Para determinar el número de mediciones, se realizará siguiendo los siguientes pasos:

- Primeramente, se realizará una muestra inicial de cinco mediciones de tiempos de la operación en estudio.
- Posteriormente se toma la medición mayor (A) y la medición menor (B), luego se divide la diferencia entre la suma del máximo y el mínimo como se indica en la tabla.
- Finalmente, el resultado de esta medición inicial se comprueba con la tabla de Mundel donde se indica el número de observaciones que se debe medir, como se muestra en la Figura 5.

**A. Tabla de Mundel:** desviación de +/- 5% y 95% de probabilidad.

$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de		$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de		$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de	
	5	10		5	10		5	10
0,05	3	1	0,21	52	30	0,36	154	88
0,06	4	2	0,22	57	33	0,37	162	93
0,07	6	3	0,23	63	36	0,38	171	98
0,08	8	4	0,24	68	39	0,39	180	103
0,09	10	5	0,25	74	42	0,40	190	108
0,10	12	7	0,26	80	46	0,41	200	114
0,11	14	8	0,27	86	49	0,42	210	120
0,12	17	10	0,28	93	53	0,43	220	126
0,13	20	11	0,29	100	57	0,44	230	132
0,14	23	13	0,30	107	61	0,45	240	138
0,15	27	15	0,31	114	65	0,46	250	144
0,16	30	17	0,32	121	69	0,47	262	150
0,17	34	20	0,33	129	74	0,48	273	156
0,18	38	22	0,34	137	78	0,49	285	163
0,19	43	24	0,35	145	83	0,50	296	170
0,20	47	27						

Figura 5 Determinación del número de mediciones. Fuente: Mundel

**Métodos empleados para estimar el ritmo de trabajo.** Llamado también de nivelación, al emplear este método, se evaluará el ritmo del operario considerando los siguientes factores: Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y Consistencia. (García, 2011).

El desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de su rendimiento, por ello a esta valoración se deben adicionar los valores de la tabla Sistema Westinghouse.

Para el estudio de la presente tesis, se utilizará el Sistema Westinghouse, y para el



cálculo se empleará la ecuación 1

$$\text{Valoración} = \frac{\text{Valor del ritmo observado}}{100}$$

*Ecuación 1* Cálculo del porcentaje de valoración

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 Habilísimo	+0.12	A2 Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 Excelente	+0.08	B2 Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 Bueno	+0.02	C2 Bueno
-0.00	D Promedio	+0.00	D Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 Regular	-0.08	E2 Regular
-0.15	F1	-0.12	F1

CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A Ideales	+0.04	A Perfecto
+0.04	B Excelente	+0.03	B Excelente
+0.02	C Buena	+0.01	C Buena
0.00	D Promedio	0.00	D Promedio
-0.03	E Regulares	-0.02	E Regulares
-0.07	F Malas	-0.04	F Deficientes

**Habilidad:** Es eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.

**Esfuerzo:** Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.

**Condiciones:** Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan a la operación.

**Consistencia:** Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante

*Figura 6* Sistema Westinghouse. Fuente: García (1998)

**Tiempo normal.** Anteriormente se ha explicado como determinar el número de mediciones de una operación y el porcentaje de valoración, que nos permite calcular el tiempo normal como se muestra en la ecuación 2.

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio observado} \times \text{Valoración}$$

*Ecuación 2* Cálculo del tiempo normal

**Tiempo suplementario.** El suplemento viene hacer el tiempo que se otorga al operario con el objetivo de amortizar las demoras que son partes regulares en la tarea a desarrollar. (García, 2011).

Tres son los elementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

1. Suplementos en los retrasos personales.
2. Suplementos de retrasos causadas por la fatiga.
3. Suplementos por retrasos especiales

Para el cálculo del porcentaje del tiempo suplementario se empleará la siguiente tabla, como se puede observar en la Figura 7.

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización"			
Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.			
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales		5	7
Suplementos base por fatiga		4	4
2. Suplementos variables			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda	0	1	
Incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estrado)	7	7	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			
2.5	0	1	
5	1	2	
7.5	2	3	
10	3	4	
12.5	4	6	
15	5	8	
17.5	7	10	
20	9	13	
22.5	11	16	
25	13	20 (max)	
30	17	—	
33.5	22	—	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			
Incluye de enfriamiento en el termómetro húmedo de — Suplemento			
Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)			
16		0	
14		0	
12		0	
10		3	
8		10	
6		21	
5		31	
4		45	
3		64	
2		100	
F. Concentración intensa	Hombres	Mujeres	
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido.			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte	5	5	
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	

Figura 7 Sistema de suplementos en porcentajes. Fuente: García (1998)

**Tiempo estándar.** Viene hacer el tiempo normal más la suma de todas las tolerancias. Que debe ser realizado por un operador instruido para realizar el trabajo a un ritmo normal, y que se pueda sostener trabajando sin indicios de algún signo de cansancio o fatiga. (Meyers, 2000).

Son múltiples las aplicaciones que pueden darse al tiempo estándar, entre las cuales se pueden citar las siguientes:

- Determinar el sueldo y bonificación.
- Ayuda a planificar la producción.
- Establecer cuáles son sus cargas de trabajo.

La fórmula a emplear, es como se muestra en la fórmula 3.

$$\textit{T tiempo estandar} = \textit{T tiempo normal} \times (1 + \textit{T tiempo suplementario})$$

*Ecuación 3* Cálculo del tiempo estándar

**Cálculo de variables para el balance de línea.** Consiste en poder asociar las secuencias de actividades de trabajo. Además, se deben igualar las cargas de trabajo con el objetivo de lograr el aprovechamiento máximo del recurso humano y equipos, de esta forma eliminar o reducir el tiempo ocioso y evitar los tiempos de demora, esta distribución trae consigo asociados variables como: número de operarios por estación, tiempo de ciclo, índice de productividad y eficiencia según García (2011), presentadas en las siguientes ecuaciones.

$$IP = \frac{\textit{Unidades a fabricar}}{\textit{Tiempo disponible}}$$

*Ecuación 4* Cálculo del índice de productividad

$$NO = \frac{\text{Tiempo estandar} * \text{Indice de productividad}}{\text{Eficiencia planeada}}$$

*Ecuación 5* Cálculo del número de operarios

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día}}$$

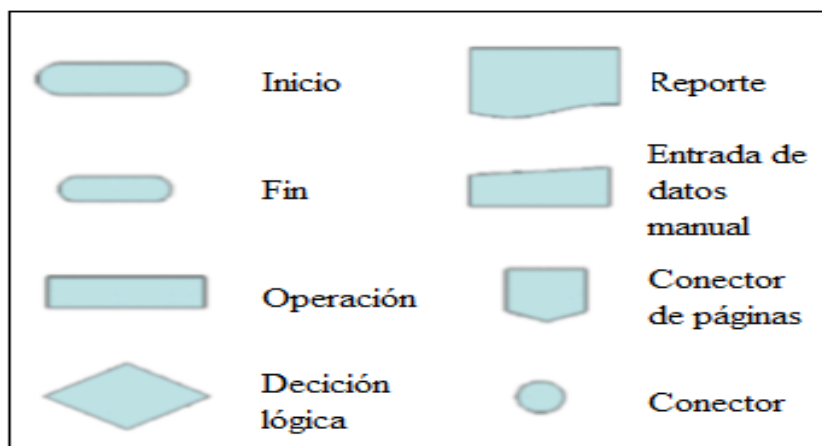
*Ecuación 6* Cálculo del tiempo de ciclo

$$E = \frac{\sum \text{tiempos de las tareas}}{\text{Minutos estándar asignados} * \text{Número de operarios}}$$

*Ecuación 7* Cálculo de la eficiencia

**Herramientas de calidad.** Para esta investigación se usarán el flujograma, diagrama causa – efecto y diagrama de Pareto.

**Flujograma:** Chang (1996), nos ayuda ver gráficamente el flujo del proceso, aquí se puede observar todos los procesos involucrados desde el inicio hasta el final del proceso. En la figura 8 se muestra una simbología de flujograma.



*Figura 8* Simbología de Flujograma. Fuente: Chang (1996)

**Diagrama de Pareto:** Cualquier proceso presenta muchas variables y que estas influyen en los resultados, ya que todas las variables no se pueden controlar, es por ello que se tiene que tener muy claro, cuáles son para tomar acciones sobre ellas. Este diagrama identifica, visualiza, que el 20% de sus causas provocan el 80% de los defectos de un determinado problema que es estudiado según Gutiérrez (2005). A continuación, se detallan las ventajas al emplear esta herramienta:

- La gráfica nos muestra cual es el problema que debemos enfocarnos.
- Se ordena del porcentaje mayor al porcentaje menor todos los problemas de mayor impacto.
- Nos permite realizar la mejora de los procesos.
- Ayuda a cuantificar información para tomar la decisión correcta

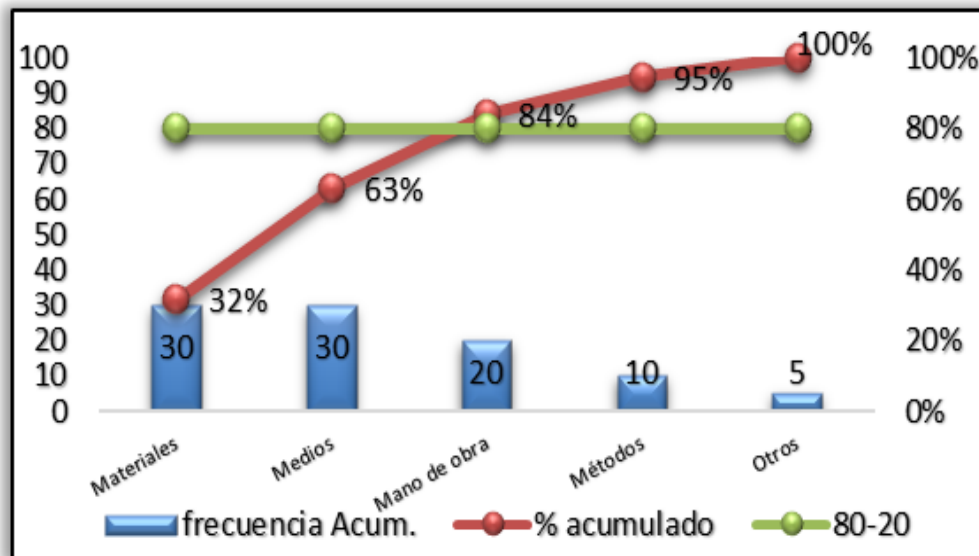


Figura 9 Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia

**Diagrama Causa – Efecto:** Gutiérrez (2005), Es una herramienta que nos permite visualizar y a la vez nos ayuda organizar de forma lógica las causas de un problema, mostrándolas gráficamente con un mayor detalle., como se muestra en la figura 10.

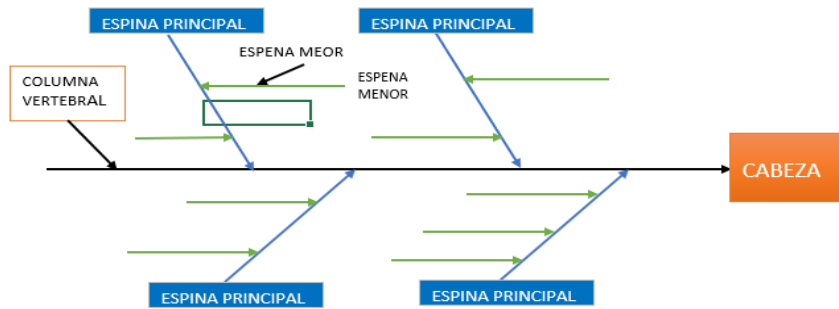


Figura 10 Diagrama Causa – Efecto. Fuente: Gutiérrez (2005)

**Productividad:** García (2011) indica que la Productividad es la relación entre los productos obtenidos y todos los insumos o factores que fueron utilizados en la producción. El resultado de la productividad nos indica el buen aprovechamiento de los factores de la producción, los críticos e importantes. (p.17). Es una medida de que tan bien se han utilizado la combinación de los recursos para llegar a cumplir con los objetivos planteados.

**No Conformidades:** De acuerdo con las normas ISO 9000: 2015, son la no atención de un requisito preestablecido, los cuales pueden variar entre factores externos (proveedor) y factores internos (como los procesos y procedimientos de la empresa). Es el incumplimiento o no satisfacción de un requisito. Los productos no conformes vienen hacer el resultado de un determinado proceso que genere el producto y/o servicio fuera de los esperado, es decir, no cumple con los requisitos establecidos por el cliente.

**Satisfacción del cliente:** Es conocer las expectativas cliente, sus necesidades, gustos, preferencia de tal forma de que la empresa sea competitiva, ya que este es quien la posiciona al requerir de los servicios o producto ofertado.

**Capacitación:** Las organizaciones se basan en una serie de elementos para realizar sus funciones, y capacitar a su personal. Según Chiavenato (2009), “la capacitación es el

esfuerzo continuo, para mejorar las competencias de los trabajadores y, en consecuencia, el desempeño de la empresa. Se trata de uno de los procesos más importantes de la administración de los recursos humanos”. (p. 377).

**Control de calidad:** Juran, J. (2001) define en su Manual de calidad, como sistemas de producción que económicamente genera bienes de calidad acorde a las especificaciones de los clientes.

**Soldadura:** Según Jeffus (2009), define como la unión que produce la coalescencia de los metales calentándolos a temperaturas que sean soldables, con o sin la aplicación de presión o mediante la aplicación presión y con o sin el uso de metal de aportación”. (p. 5).

**Soldador homologado:** Persona calificada y acreditada en base a estándares internacionales, que demuestra destreza y habilidad para garantizar la calidad de la soldadura.

**Corte:** Proceso realizado de forma manual con la ayuda de un esmeril, siguiendo las indicaciones del plano de fabricación y/o procedimiento de soldadura.

**Bisel:** Extremo de un componente que ha sido preparado para recibir la deposición de soldadura y unirlo con otro componente.

**Armado y apuntalado:** Consiste en fijar la junta a soldar mediante puntos de soldadura resistente y distanciados, de tal forma que no impidan la deformación de la misma al momento de realizar la soldadura.

**Defecto o discontinuidad:** Según Echevarría (2001), define como “Discontinuidad que por su naturaleza o efecto acumulado hacen a una parte o producto incapaz de cumplir los mínimos estándares o especificaciones aplicables” (p. 7).

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

#### **Inicio de Trabajo en la Empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.**

Desde el año 2011 hasta el año 2015, en la empresa ocupe el cargo de Inspector de Calidad y Soldadura realizando las siguientes funciones:

- Supervisión, inspección y control de la fabricación en planta y/o proyectos de acuerdo con especificaciones técnicas.
- Recepción e inspección de materiales e insumos de acuerdo con especificaciones técnicas y/o certificados de calidad.
- Elaboración del plan de calidad, procedimientos y registros de calidad para los proyectos.
- Seguimiento y solución de No conformidades.
- Supervisión, inspección y control de soldadura.
- Control de calidad del galvanizado por inmersión en caliente.
- Coordinar y supervisar las pruebas hidrostáticas.
- Elaboración de WPS, PQR, WPQ y calificación de soldadores de acuerdo con normas de construcción.
- Inspección y control del arenado y pintura según norma SSPC.
- Manejo de equipos e instrumentos de medición y ensayo, responsable de su codificación y calibración periódica.
- Elaboración de Dossier de Calidad.

Desde mayo del 2018 hasta la actualidad vengo desarrollando de manera externa asesoramiento en las áreas de producción y calidad. La empresa presentaba problemas en su producción, generando descontento e insatisfacción a sus clientes, por el



incumplimiento en la entrega de sus productos. Debido a eso se decidió desarrollar un proyecto de mejora continua en los procesos del área de soldadura, teniendo como objetivo incrementar la productividad y minimizar las No Conformidades generadas por los problemas de la soldadura.

Para el desarrollo del proyecto se contó con el apoyo de tres profesionales claves de la empresa.

- Ing. Charly Gasco Fuentes

**Cargo:** Gerente de operaciones – Representante legal

- Ing. Erick Alexander Rodríguez Arroyo

**Cargo:** Ingeniero de proyectos

- Marcos Núñez Gasco

**Cargo:** Supervisor de Planta

### **Criterios de selección de la metodología**

Para el desarrollo de la presente tesis, se ha decidido aplicar la metodología PHVA como la herramienta más adecuada, ya que al implementarla permite a la empresa ABG S.R.L. una mejora de su competitividad y en consecuencia una mejor calidad de sus productos.

Los criterios empleados para decidir la metodología PHVA, se realizó un cuadro comparativo de algunas de las metodologías de mejora continua, utilizando un puntaje determinado para cada una de ellas.

Tabla 2

*Puntaje para la determinación de la metodología*

Puntaje	Descripción
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Fuente: Rojas (2015)

Según los resultados obtenidos en la Tabla 3, consideramos como el mayor puntaje es “4.55”, la metodología que más se ajusta a las necesidades de la empresa es la de PHVA.

Tabla 3

*Cuadro comparativo de algunas de las metodologías evaluadas*

Herramienta de mejora continua	Dirigido a empresas de procesos	Tiempo de ejecución	Costos	Tiempo en aparición de resultados	Total
Importancia	0.35	0.2	0.25	0.2	1
Mantenimiento productivo total (TPM)	2	4	3	5	3.25
Six Sigma	5	3	2	4	3.65
Kaizen	5	2	3	3	3.5
Lean Manufacturing	2	3	4	4	3.1
PHVA	5	4	4	5	<b>4.55</b>

Fuente: Rojas (2015)

### **Tiempo de ejecución**

Para el desarrollo de la presente tesis, se evaluó el tiempo requerido de la metodología. Dependiendo de las circunstancias, la empresa puede evaluar la herramienta que presente una inversión de tiempo considerable. Para el desarrollo de este proyecto, la empresa busca una metodología que no invierta mucho tiempo en su ejecución e implementación. Por tal motivo, comparando las cinco metodologías mencionadas en la Tabla 3, observamos que el ciclo de Deming (PHVA) es la herramienta con menor requerimiento de inversión de tiempo. En el anexo 12 se puede ver el plan de trabajo para el desarrollo del presente proyecto.

### **Procedimiento del desarrollo del proyecto**

A continuación, se describe en forma general el procedimiento de desarrollo del proyecto, aplicando la metodología PHVA, este procedimiento se desarrolla mediante cuatro etapas: Planificación, Hacer, Verificar y Actuar.

Las etapas de Planificación, Hacer y Actuar, se desarrollarán en el Capítulo III Descripción de la Experiencia y la etapa de Verificar se desarrollará en el Capítulo IV Resultados.

### **Etapa 1. PLANIFICAR**

**Descripción de la situación actual de la empresa:** Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L. es una empresa dedicada al rubro de metalmecánica con más de 36 años de experiencia, posicionada en un exigente mercado nacional desde el año 1982, en la industria minera, pesquera y petróleo; especializada en el diseño, fabricación y montaje de tuberías en plantas industriales.

La empresa actualmente cuenta con un área de 1550 m<sup>2</sup> en donde se realizan los procesos de trabajos de soldadura de tuberías. La producción de la empresa en la actualidad es de aproximadamente 130 pulgadas diametrales de soldadura por día, la cadena de producción no está automatizada, algunos procesos son manuales generando una dependencia a la destreza del operario teniendo como consecuencia muchas veces cuellos de botella, demoras, colas, etc.

El proceso en estudio de la investigación involucra el área de soldadura de tuberías que incluye: las etapas de corte, biselado, armado y apuntalado, soldadura e inspección.

Las etapas mencionadas anteriormente se encuentran con diferentes tipos de problemas como la hora de cortar, puede que se corte mal debido a la fatiga del operario o el equipo presente fallas lo mismo sucede en el proceso de biselado que presenta muchas variaciones en los ángulos del bisel de la junta generando retrasos en el avance de la producción.

La producción que se planifica es de acuerdo con el tipo de pedido que solicite el cliente, los pedidos se hacen de acuerdo con la ejecución de cada proyecto. La cantidad

de pulgadas diametrales que se debe producir por día es de 215 pulgadas diametrales, a esto se traza la empresa para poder cumplir con los pedidos solicitados por los clientes. Sin embargo, muchas veces se presentan retrasos y no se puede cumplir con las 215 pulgadas diametrales como mínimo, sino que llegan a producir 130 pulgadas diametrales por día.

A continuación, se explica cada etapa del proceso en los trabajos de soldadura.

### **Almacenamiento**

En esta etapa del proceso a la llegada del material (tuberías de acero al carbono, soldadura, entre otros) al almacén, el responsable de almacén informa al Inspector de Calidad Y Soldadura (ICS).

El ICS revisa la documentación que acompaña a la guía de remisión del proveedor y se verifica si corresponde con la orden de compra o servicio emitida, así mismo verificará el contenido de los certificados de calidad comparando con las normas técnicas, estándares y/o especificaciones técnicas solicitadas por el cliente, una vez realizado la inspección o verificación y se tiene la conformidad por parte del inspector pasa a ser almacenado para luego pasar al proceso de corte.

### **Corte**

La materia prima (tuberías y accesorios de acero al carbono) llega al almacén en dimensiones comerciales, sin las medidas requeridas para el proyecto y/o presentan alguna desviación en su forma o dimensiones. De manera que, el operario se encargara de realizar trazos previos y el corte necesario para que las caras a unir por soldadura de las tuberías y accesorios queden perpendiculares con su generatriz como se muestra en la Figura 11. Los trazos y los cortes realizados se realizan de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto y del plano de fabricación que se emiten al responsable de producción.



*Figura 11* Proceso de corte de la tubería Fuente: ABG S.R.L.

### **Biselado**

El proceso de biselado como se muestra en la Figura 12, se realiza después del corte de los componentes (tuberías y accesorios de acero al carbono) y los detalles geométricos de su forma, se extraen del procedimiento de soldadura a emplear o de los detalles indicados en los planos de fabricación correspondientes.

El acabado final del biselado es determinante para la correcta ejecución del cordón de soldadura, al ser un proceso manual pueden ocurrir imperfecciones en su superficie.

Los biseles tienen que cumplir con los requisitos o especificaciones técnicas solicitadas por el cliente para la ejecución de la soldadura.



*Figura 12* Proceso de biselado. Fuente: ABG S.R.L.

### **Armado y apuntalado**

El proceso de armado y apuntalado de los componentes como se muestra en la figura 15, se realiza posterior al proceso de biselado. Para su ejecución es necesario tener en consideración las tolerancias de desviación y deformación indicadas en las normas aplicables (ASME B31.3, entre otras) y especificaciones técnicas solicitadas por el cliente para el armado de la junta soldada y de los componentes a unir (tuberías y accesorios de acero al carbono). Este proceso no deberá afectar la condición final de la superficie del bisel.

El apuntalado eléctrico necesario para el armado de los componentes deberá ser con el mismo proceso de soldadura a emplearse en la junta soldada.



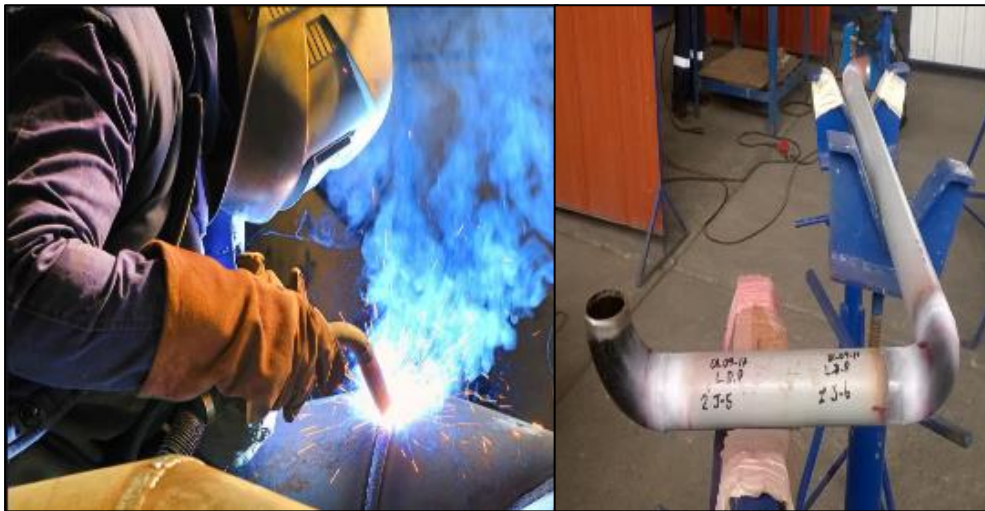
*Figura 13* Proceso de armado y apuntalado. Fuente: ABG S.R.L.

### **Soldadura**

En esta etapa de proceso como se muestra en la Figura 16, se realiza la soldadura para unir los componentes armados de las tuberías y accesorios. Se realiza en la medida de lo posible en espacios controlados que restrinjan la corriente del viento y que proteja otros puntos de trabajo de los reflejos del calor del arco eléctrico.

La persona que realiza el trabajo de soldadura tiene que ser un soldador homologado mediante una institución acreditada para garantizar la calidad de la soldadura.

En este proceso el soldador es el responsable de garantizar e identificar el estado óptimo de los equipos y materiales a emplear. La identificación de cada junta soldada será determinante para la trazabilidad del proceso.



*Figura 14* Proceso de soldadura Fuente: ABG S.R.L.

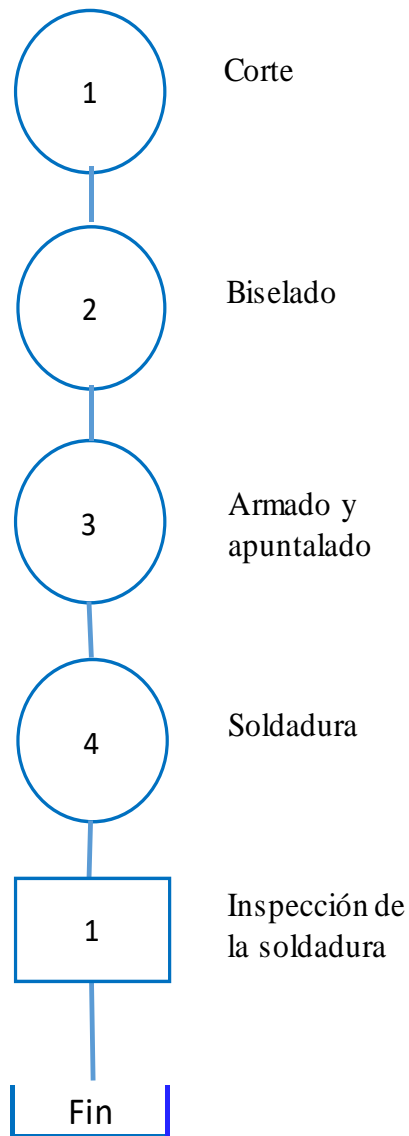
### **Inspección**

En esta etapa del proceso se realiza una serie de inspecciones o controles de calidad de los cordones de soldadura, de acuerdo con la normatividad aplicable o a los requisitos del proyecto al que sea más estricto como:

- Ensayo de inspección visual.
- Líquidos penetrantes.
- Ensayo de ultrasonido

Una vez descrito anteriormente todas las etapas del proceso que conforma el área de soldadura, se realiza un flujograma, diagrama de operaciones y un diagrama de actividades del proceso de soldadura que se muestra Flujograma del proceso de

soldadura. Ver anexo 01, Figura 15 Diagrama de operaciones del proceso de soldadura y en la Figura 16 Diagrama de actividades del proceso de soldadura.



*Figura 15* Diagrama de operaciones del proceso de soldadura. Fuente: Elaboración propia




		DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO					
<b>Empresa</b>	Construcciones Metálicas y Montage ABG S.R.L.	<b>RESUMÉN</b>					
<b>Proceso</b>	Proceso de soldadura	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>	<b>Distancia (m)</b>			
<b>Elaborado por</b>	Luis Cruzado Moreno	○	Operación	26.27			
<b>Fecha</b>	15/04/2019	⇒	Transporte				
<b>Mterial</b>		□	Inspección	2.07			
<b>Maquina</b>		▽	Almacenamiento				
<b>Inicia en</b>	Corte	<b>Total</b>		28.34			
<b>Finaliza en</b>	Almacén de productos semi terminados						
<b>Observaciones:</b>							
<b>Descripción de actividades</b>		<b>Operación</b>	<b>Transporte</b>	<b>Inspección</b>	<b>Almacenaje</b>	<b>Tiempo (min.)</b>	<b>Distancia (m)</b>
Corte		○	⇒	□	▽	6.57	
Biselado		○	⇒	□	▽	7.45	
Armado y apuntalado		○	⇒	□	▽	4.08	
Soldadura		○	⇒	□	▽	8.17	
Inspección de la soldadura		○	⇒	□	▽	2.07	
<b>Total</b>		4	0	1	1		
<b>Total de Minutos</b>						28.34	

Figura 16 Diagrama de actividades del proceso de soldadura. Fuente: Elaboración propia

## **Análisis y diagnóstico de la situación actual.**

### **Identificación de los problemas**

Para realizar la identificación de los problemas, se realizaron visitas diarias a la empresa para poder observar y analizar cada una de las etapas del proceso productivo que lo conforman el área de soldadura de tuberías, y para ello se hicieron visitas a la empresa durante 2 meses para poder observar y analizar cada una de las etapas del proceso productivo que conforman el área de soldadura. Para esta investigación se analizaron 432 juntas de soldadura, ver anexo 02. esto se inicia desde el corte hasta la etapa del proceso que corresponde a la etapa inspección.

### **Análisis de los procesos**

Para realizar el proceso de análisis, primero se listará los problemas más relevantes encontrados en un día laboral, luego se detallará el porcentaje de rechazos producidas por las No Conformidades. Finalmente se ponderará los problemas del 1 al 5 siendo el 1 el de más baja intensidad y 5 el de más alta intensidad como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4  
*Tabla de valor ponderado*

<b>Valor ponderado</b>	<b>Descripción</b>
1 Muy baja intensidad	Observaciones mínimas que no impactan en la productividad.
2 Baja intensidad	Falta de limpieza en la soldadura, verificación y limpieza incorrecta y medidas fuera de tolerancia.
3 Media alta intensidad	Ángulos mal biselados, diferentes medidas de raíz, presencia de desalineamiento y mal apuntalados.
4 Alta intensidad	Juntas mal cortadas y diferentes medidas de talón de raíz.
5 Muy alta intensidad	Presencia de poros, craters, falta de fusión y demora en el proceso.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se describen los problemas encontrados, estos datos descritos son los rechazos producidos por las No Conformidades, que fueron tomados durante los 2 meses de visitas a la empresa. Como se puede observar en la tabla se detallarán los procesos involucrados y los problemas más relevantes en cada una de las etapas de los procesos con su descripción que muestra la cantidad de rechazos, y también se calcula el porcentaje de deficiencia en cada proceso para que finalmente se pueda ponderar y poder encontrar cuál de estos es el de mayor intensidad.

Tabla 5  
*Análisis de los procesos*

<b>Etapas Proceso</b>	<b>Problemas</b>	<b>Descripción</b>	<b>% NC</b>
<b>Corte</b>	Juntas mal cortadas	145 juntas de 432 se encuentran mal cortadas	34%
	Limpieza incorrecta	120 juntas de 432 se encuentran limpiadas parcialmente	28%
	demora en el proceso	156 juntas de 432 presentan demoras que son generadas por paradas de maquina (la pérdida es de 2 horas al día)	28%
<b>Biselado</b>	Ángulo mal biselado	156 juntas de 432 se encuentran con el ángulo mal biselado	36%
	Deiferentes medidas de talon de la raiz	87 juntas de 432 se encontraron con las medidas fuera de las tolerancias	20%
	demora en el proceso	108 juntas de 432 presentan demoras que son generadas por tiempos elevados y paradas de maquina (la pérdida es de 1.7 horas al día)	25%
<b>Armado Y Apuntalado</b>	Desalineamiento de juntas	74 de 432 presentan desalineamiento en las juntas	17%
	Mal apuntalado	50 juntas de 432 se encontraron mal apuntaladas	11%
	Falta de limpieza en la junta	49 juntas de 432 se encontraron con falta de lipieza	11%
<b>Soldadura</b>	presencia de craters en el cordon de la soldadura	58 de 432 juntas se encontrarron craters en la junta soldada	13%
	Falta de fusion en la raiz	101 juntas soldadas de 432 se encontraron falta de fusion en la raiz	23%
	presencia de de poros en la soldadura	116 de 432 juntas juntas soldadas presentan poros superficiales	27%
	Demora en el proceso	135 juntas de 432 presentan demoras que son generadas por tiempos elevados y paradas de maquina (la pérdida es de 2.2 horas al día)	31%
<b>Inspección</b>	Mal limpieza en las juntas soldadas	65 de 432 juntas soldadas se encuentran mal limpiadas	15%
	Verificacion incorrecta en el control de calidad de la soldadura	55 de 432 juntas no fueron verificadas correctamente	13%
	Medidas fueras de tolerancia en el refuerzo de la soldadura	73 juntas de 432 estuvieron fuera de la tolerancia permitida	17%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra la ponderación y los resultados generados para poder encontrar los problemas a analizar en esta investigación.

Los resultados nos indica que los problemas más graves para el análisis en esta investigación son los procesos de corte, biselado y soldadura, por el cual se desarrollara la problemática en cada una de esas etapas y realizar su respectivo análisis para encontrar las causas que lo generan.

Así mismo con los resultados de ponderaciones de las No Conformidades de la Tabla 6, se genera el diagrama de Pareto 80-20 para seleccionar los problemas con mayor impacto y así proceder a dar solución, el cual significa que el 20% (pocos factores vitales) de estas causas afectan el 80% del proceso como se muestra en la Figura 17.

En el Diagrama de Pareto se puede ver claramente que en las etapas de procesos de soldadura, corte y biselado se encuentran dentro del 20% afectando al 80% del proceso.

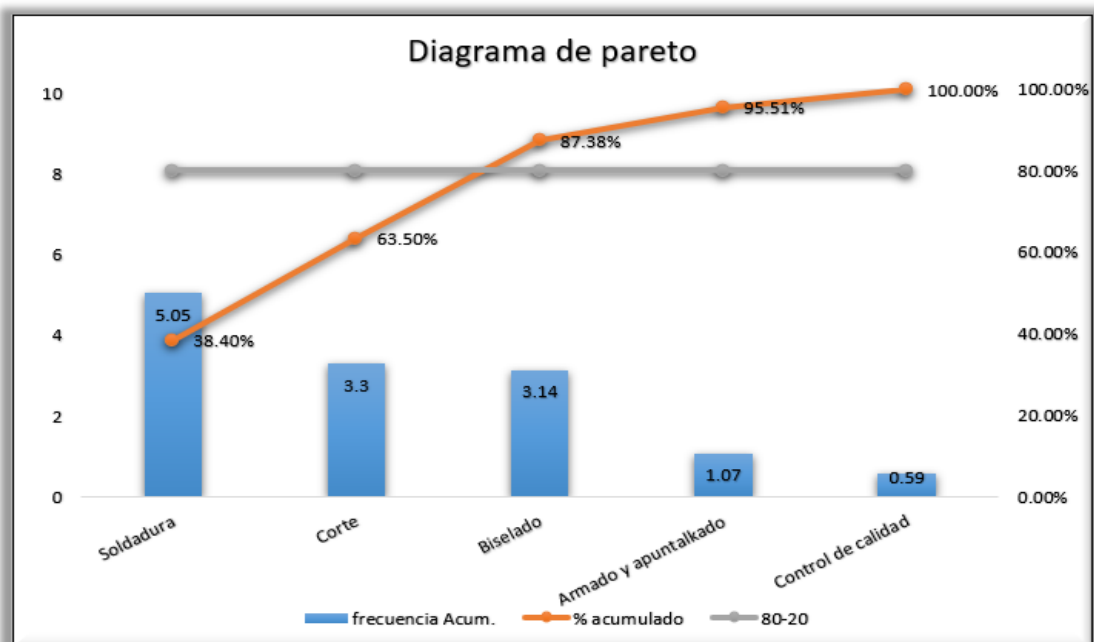


Figura 17 Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6**
*Identificación del problema en cada una de las etapas del proceso de soldadura*

<b>Etapas Proceso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Juntas inspeccionadas</b>	<b>Conforme (C)</b>	<b>No Conforme (NC)</b>	<b>% N.C.</b>	<b>Valor ponderado</b>	<b>Ponderación N.C.</b>	<b>Total</b>
Corte	Juntas mal cortadas	432	287	145	34%	4	1.34	3.30
	Limpieza incorrecta	432	312	120	28%	2	0.56	
	Demora en el proceso por paradas de máquinas (la pérdida es de 2 horas al día)	432	311	120	28%	5	1.40	
Biselado	Ángulo mal biselado	432	276	156	36%	3	1.08	3.14
	Diferentes medidas de talón de raíz	432	345	87	20%	4	0.81	
	Demora en el proceso por tiempos elevados y paradas de máquinas (la pérdida es de 1.7 horas al día)	432	324	108	25%	5	1.25	
Armado y apuntalado	Desalineamiento de juntas	432	358	74	17%	3	0.51	1.09
	Mal apuntalado	432	382	50	11%	3	0.35	
	Falta de limpieza en la junta	432	383	49	11%	2	0.23	
Soldadura	Presencia de cráteres en el cordón de soldadura	432	374	58	13%	5	0.67	5.05
	Falta de fusión en la raíz	432	331	101	23%	5	1.17	
	Presencia de poros en la soldadura	432	316	116	27%	5	1.34	
	Demora en el proceso por elevados tiempos y paradas de máquinas (la pérdida es de 2.2 horas al día)	432	297	135	31%	5	1.56	
	Mal limpieza en el cordón soldadura	432	367	65	15%	2	0.30	
Inspección	Verificación incorrecta en el control de calidad de la soldadura	432	377	55	13%	2	0.25	0.59
	Medidas fuera de la tolerancia en el refuerzo	432	359	73	17%	2	0.34	

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis de las causas de las No Conformidades que originan la baja productividad.**

En esta parte se realizará el análisis de las causas de las No Conformidades que originan la baja productividad que fueron encontrados en la tabla 6, que son en las etapas de soldadura, corte y biselado. La herramienta que se utilizará para realizar el análisis será el diagrama causa – efecto.

### **Causas de las No Conformidades en la etapa del proceso de soldadura**

En la etapa de soldadura que es la etapa más crítica, ya que este es un proceso en el cual se tiene que realizar la soldadura por un soldador con amplia experiencia y estar homologado bajos las especificaciones y normas de construcción. En esta etapa se encontraron las No Conformidades más relevantes como: falta de fusión en la raíz, presencia de poros en la soldadura y demora en el proceso por falta de control de tiempos y mala limpieza en el cordón de soldadura que generan la baja productividad.

En el Diagrama de Ishikawa se muestra el Análisis causa efecto para esta etapa de proceso de soldadura como se muestra en la Figura 18, obteniéndose los siguientes factores que influyen en esta etapa:

- **Materiales:** Recepción de materiales y aporte de soldadura inadecuados y las juntas que vienen del proceso de armado y apuntalado vienen con presencia de desalineamiento.
- **Maquinas:** Las máquinas de soldar no se encuentran calibradas y tienen mantenimiento inadecuado lo cual genera paradas inesperadas retrasando la producción.
- **Método:** Tiempos elevados y sin control, ausencia de un plan de control de calidad que incluya un plan de puntos de inspección y el trabajador trabaja bajo presión para cumplir con las cantidades planificadas.

- Mano de obra: Personal nuevo sin experiencia y soldadores no calificados de acuerdo con las normas de construcción o especificadas por el cliente y falta de capacitación en el buen uso de las máquinas de soldar.

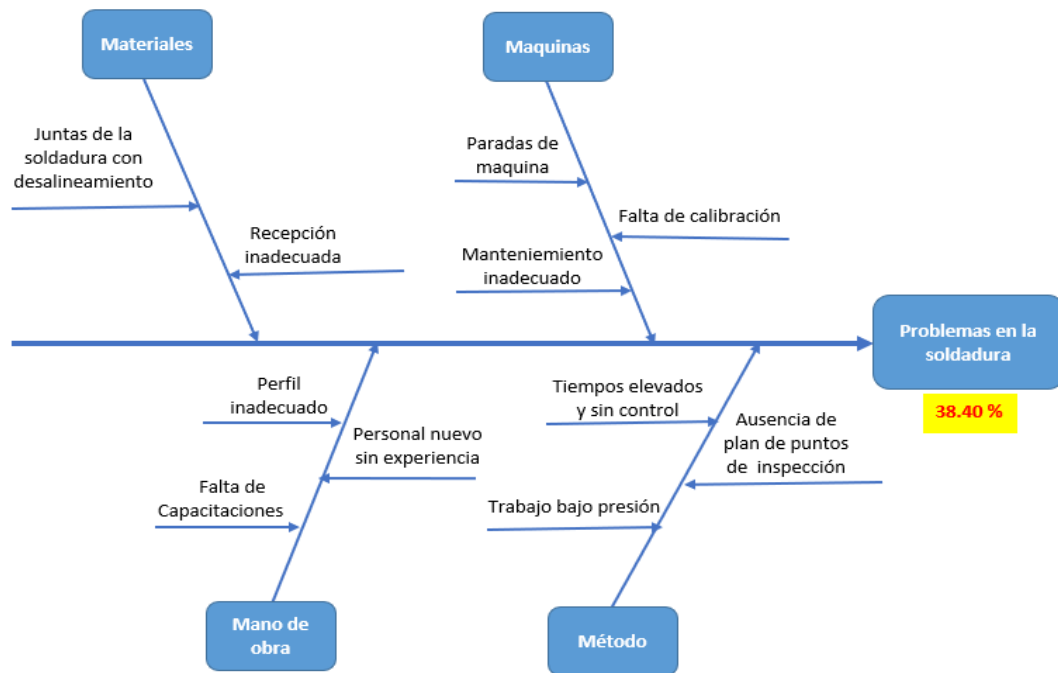


Figura 18 Diagrama de Ishikawa - proceso de soldadura.  
Fuente: Elaboración propia

### Causas de las No Conformidades en la etapa del proceso de corte

Las No Conformidades más significativas que se encontró en la etapa del proceso de corte que generan la baja productividad, fueron la demora en el proceso, falta de capacitación y que las juntas cortadas presentaban desviaciones en la longitud de la circunferencia de la tubería, sin respetar la línea de trazado por el operador.

En el Diagrama de Ishikawa como se muestra en la Figura 19, se realizó el análisis causa efecto, obteniéndose los siguientes factores que influyen en la etapa del proceso de corte:

- Materiales: Los operarios no cuentan con los consumibles y materiales adecuados para realizar los cortes de la junta a soldar.

- Máquinas: Paradas inesperadas de las máquinas por falta de mantenimiento y uso inapropiado de los equipos de corte.
- Método: Ausencia de un plan de control de calidad, lo cual no les permite saber si la junta de corte está conforme, demora en el proceso de corte porque no existe un control de tiempos ya que los operarios desconocen el tiempo que deben tardar en realizar el corte de una junta de soldadura.
- Mano de obra: Los operarios no tienen capacitación sobre el uso correcto de las máquinas de corte y también presentan fatiga debido a que el equipo en funcionamiento presenta alta vibración y ruidos fuertes.

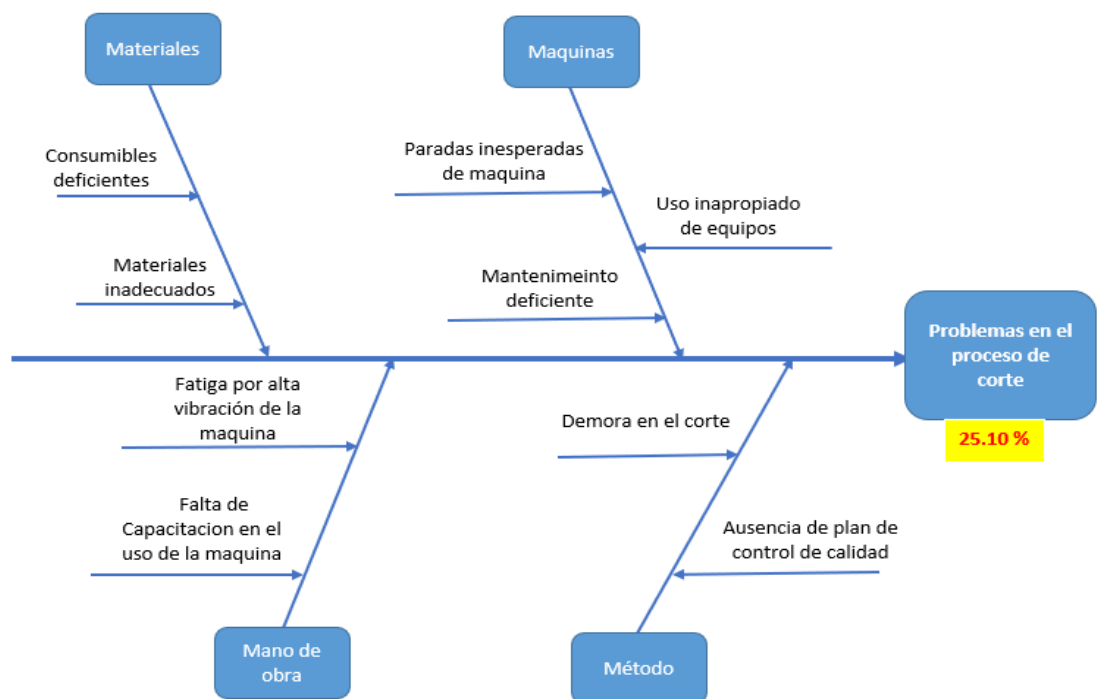


Figura 19 Diagrama de Ishikawa - proceso de corte. Fuente: Elaboración propia.



### **Causas de Las No Conformidades en la etapa del proceso de biselado**

En la etapa del proceso de biselado, actualmente existen 2 operarios que están encargados de realizar los biselados de las juntas cortadas, estos operarios trabajan bajo presión conllevándole a generar errores en la preparación del bisel como son: ángulos mal biselados y demoras en el proceso.

En el Diagrama de Ishikawa como se muestra en la Figura 20, se realizó el análisis causa efecto, obteniéndose los siguientes factores que influyen en la baja productividad en la etapa del proceso de biselado:

- **Materiales:** El operario no cuenta con herramientas eficientes y también se observaron que los consumibles son inadecuados para realizar un correcto bisel en la junta de soldadura y las juntas que vienen del proceso de corte no se encuentran alineadas esto le genera retrasos al operario en las correcciones.
- **Máquinas:** Paradas inesperadas de la máquina de biselado por falta de mantenimiento.
- **Mano de obra:** El operador trabaja bajo presión para cumplir con las cantidades planificadas, presentan fatiga debido a que el equipo en funcionamiento presenta alta vibración y ruidos fuertes, cuentan con personal nuevo sin experiencia y falta de capacitación al operario en el uso de la máquina para realizar el biselado.
- **Método:** Ausencia de un plan de control de calidad, lo cual no les permite saber si la junta del biselado está conforme y demora en el proceso de biselado porque no existe un control de tiempos y los operarios desconocen el tiempo que deben tardar en realizar el biselado de una junta de soldadura.

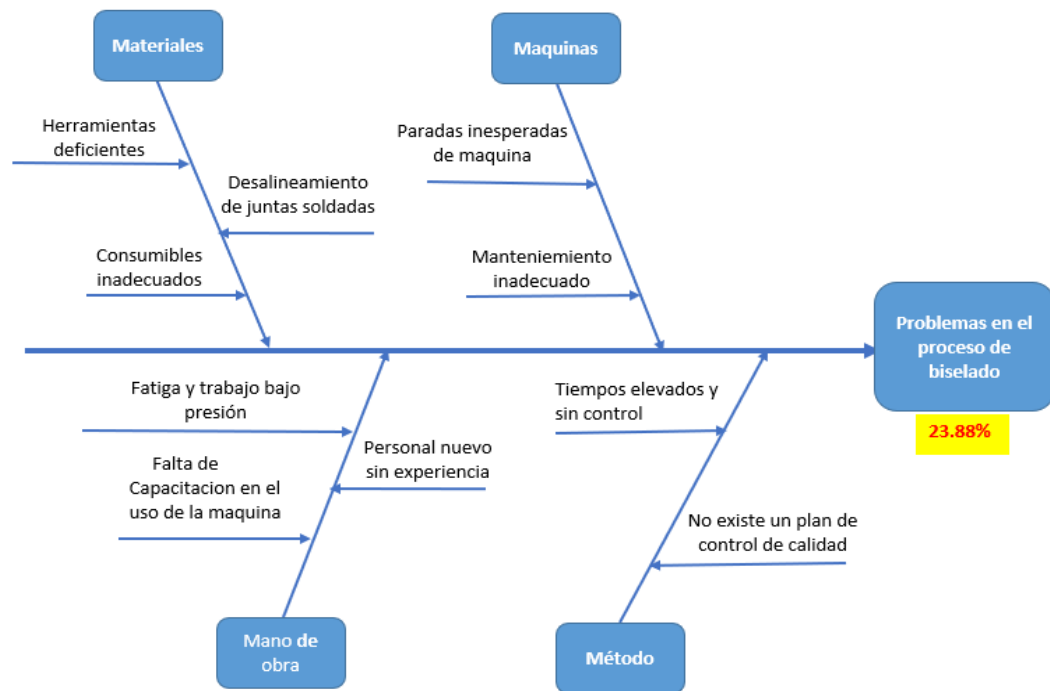


Figura 20 Diagrama de Ishikawa - proceso de biselado. Fuente: Elaboración propia

### Resumen de los problemas analizados que originan la baja productividad

Luego de analizar las causas producidas por los problemas más significantes en las etapas de los procesos del área de soldadura de tuberías que se encuentran en la Tabla 03. A continuación, se resumen las causas más relevantes que generan la baja productividad para sus respectivo análisis y propuesta de mejora.

- Para el primer problema referente a la etapa del proceso de soldadura se encontraron las siguientes causas: falta de capacitación, Ausencia de un plan de control de calidad que incluya un plan de puntos de inspección y tiempos elevados y sin control.
- Para el segundo problema en la etapa del proceso de corte, se observa las causas más relevantes que son ausencia de un plan de control de calidad, demora en el proceso y falta de capacitación en el uso de las maquinas.

- Finalmente, para el último problema referente a la etapa del proceso de biselado se tienen las siguientes causas más relevantes: No existe un plan de control de calidad, tiempos elevados y sin control y falta de capacitación para el buen uso de las máquinas.

Se escogieron estas causas porque generan un mayor impacto en el proceso del área de soldadura, y se puede ver que estas causas son repetitivas en los 3 procesos en estudio, además de presentar mayor impacto en el porcentaje de deficiencias que se analizó en la Tabla 06 afectando directamente con el proceso en su conjunto.

## **Etapa 2. Hacer**

### **Aplicación de implementación de un sistema de mejora continua**

Anteriormente se realizó el análisis a cada uno de los procesos de soldadura del área de tuberías, determinándose los problemas más significativos en el proceso productivo que son: el proceso de soldadura, corte y biselado. Luego se seleccionaron las causas que más influyen en estos problemas que originan la baja productividad.

A continuación, se desarrollará cada implementación de mejora como se muestra en la Tabla 7.

Como se puede observar los tiempos elevados generadas por la ausencia de control de tiempos serán reducidos total o parcialmente aplicando el método de balance de línea, luego se procederá a la capacitación de los operarios para que realicen de manera efectiva sus actividades en el menor tiempo y finalmente se elaborara un plan de control de calidad, con este plan se minimizaran los problemas desde la etapa del proceso de corte hasta la etapa del proceso de soldadura.

Tabla 7  
*Implementación de herramientas de mejora*

Proceso	Descripción de la causa	Herramienta de mejora
Problemas en el proceso de soldadura	Demora en el proceso por paradas de máquinas y por tiempos elevados y sin control.	Balance de línea
	Falta de capacitación al soldador.	Plan de capacitación
	Ausencia de plan de control de calidad	Plan de control de calidad
Problemas en el proceso de corte	Demora en el corte por paradas de máquinas.	Balance de línea
	Falta de capacitación al operario.	Plan de capacitación
	Ausencia de plan de control de calidad.	Plan de control de calidad
Problemas en el proceso de biselado	Tiempos elevados y sin control y paradas de máquinas.	Balance de línea
	Falta de capacitación al operario	Plan de capacitación
	Ausencia de plan de control de calidad.	Plan de control de calidad

Fuente: Elaboración propia

### **Aplicación del Balance de Línea**

Para realizar el balance de línea, primero se realiza el estudio de tiempos para analizar con detalle la duración de cada proceso involucrado en el área de soldadura de tuberías y así darle a conocer a cada operario su tiempo específico para que no se exceda ni genere demoras en el flujo productivo, para este estudio se toma como referencia a la tubería de Ø 6" SCH 40. Para calcular el tiempo estándar del proceso en estudio se realizará los siguientes pasos:

- Determinar el número de mediciones que se realizará en cada proceso del área de soldadura.
- Determinar el porcentaje de valoración para calcular el tiempo normal.

- Por último, determinar el porcentaje de tiempos suplementarios para obtener el tiempo estándar.

Para obtener el número de mediciones en cada proceso del área de soldadura se tomará una muestra piloto de 5 datos como se indica en la Tabla 8, ver anexo 03.

Tabla 8

*Muestra piloto de tiempos (Segundos / Pulgada)*

	Corte	Biselado	Armado y Apuntalado	soldadura	inspección visual
1	391.46	330.20	195.07	487.68	114.85
2	327.88	391.67	177.80	367.28	101.90
3	268.22	398.78	213.36	429.26	93.43
4	340.87	439.42	246.38	339.34	109.22
5	310.90	317.50	264.16	454.66	115.60

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se hallará y estimará el tamaño del número de observaciones como se muestra en la Tabla 9, aplicando la fórmula de la tabla de Mundel como se muestra en la Figura 21.

**A. Tabla de Mundel:** desviación de +/- 5% y 95% de probabilidad.

$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de		$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de		$\frac{(A-B)}{(A+B)}$	Serie inicial de	
	5	10		5	10		5	10
0,05	3	1	0,21	52	30	0,36	154	88
0,06	4	2	0,22	57	33	0,37	162	93
0,07	6	3	0,23	63	36	0,38	171	98
0,08	8	4	0,24	68	39	0,39	180	103
0,09	10	5	0,25	74	42	0,40	190	108
0,10	12	7	0,26	80	46	0,41	200	114
0,11	14	8	0,27	86	49	0,42	210	120
0,12	17	10	0,28	93	53	0,43	220	126
0,13	20	11	0,29	100	57	0,44	230	132
0,14	23	13	0,30	107	61	0,45	240	138
0,15	27	15	0,31	114	65	0,46	250	144
0,16	30	17	0,32	121	69	0,47	262	150
0,17	34	20	0,33	129	74	0,48	273	156
0,18	38	22	0,34	137	78	0,49	285	163
0,19	43	24	0,35	145	83	0,50	296	170
0,20	47	27						

Figura 21 Tabla Mundel

Tabla 9  
*Resultado del número de observaciones de los procesos*

	Corte	Biselado	Armado y Apuntalado	soldadura	inspección visual
(A-B) / (A+B)	0.19	0.16	0.20	0.18	0.11
<b>N° observaciones</b>	<b>43</b>	<b>30</b>	<b>47</b>	<b>38</b>	<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10 se muestra los resultados de la toma de tiempos con el nuevo número de observaciones de la muestra calculado anteriormente, ver anexo 04.

Tabla 10  
*Toma de tiempos con el nuevo número de muestra*

	Tiempo Corte	Tiempo Biselado	Armado y Apuntalado	soldadura	inspección visual
<b>N° observaciones</b>	<b>43</b>	<b>30</b>	<b>47</b>	<b>38</b>	<b>14</b>
1	322.04	382.07	207.94	445.03	114.83
2	301.12	388.58	207.74	378.99	110.45
3	350.16	364.64	199.52	440.82	114.85
4	360.41	379.85	202.09	383.27	105.65
5	354.42	386.82	211.13	384.09	115.44
6	356.85	372.83	214.76	436.25	102.75
7	351.90	406.87	202.06	386.41	102.07
8	352.53	432.01	203.51	397.54	101.30
9	271.23	393.97	205.95	420.24	104.69
10	360.14	391.46	296.77	543.54	104.65
11	305.22	394.00	209.11	433.80	102.45
12	351.93	367.79	207.14	420.24	97.90
13	358.44	373.00	217.04	453.54	108.06
14	362.05	402.69	212.81	392.22	106.36
15	353.57	396.55	208.60	461.98	
16	349.58	366.27	200.55	411.78	
17	296.55	388.32	217.07	459.44	
18	362.96	402.69	191.05	394.03	
19	275.38	394.00	207.74	411.22	
20	351.94	417.07	214.79	443.36	
21	357.67	396.77	208.60	419.63	
22	295.15	367.79	217.04	393.18	
23	351.67	383.24	202.02	479.09	
24	391.46	366.27	215.36	383.00	

Continuación de la Tabla 10

25	267.25	389.68	215.36	427.76
26	328.09	332.23	218.13	420.27
27	391.48	354.58	185.05	445.03
28	377.34	392.81	182.75	420.48
29	319.91	383.16	210.51	413.61
30	351.67	373.94	207.98	477.82
31	326.48		216.37	383.24
32	322.45		209.93	411.16
33	389.76		216.32	440.79
34	325.54		178.35	410.88
35	296.87		241.74	454.27
36	377.32		195.11	382.91
37	309.50		182.51	470.93
38	356.07		237.54	391.60
39	360.10		191.05	
40	330.75		199.69	
41	271.15		216.36	
42	306.87		241.83	
43	420.35		190.69	
44			209.58	
45			224.81	
46			211.97	
47			223.96	

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procederá a calcular el tiempo normal y por último el tiempo estándar como se muestra en la Tabla 11, aplicando las fórmulas como se indica en la parte teórica para cada proceso del área de soldadura, para ello se requiere definir el porcentaje de valoración y los tiempos suplementarios.

Para calcular el tiempo normal, antes se requiere calcular el porcentaje de valoración, para ello se empleará el Sistema Westinghouse, obteniéndose como resultado del 93% como se muestra en la Figura 22.

El desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de su rendimiento, por ello a esta valoración se deben adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia percibidas por el analista.

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 Habilísimo	+0.12	A2 Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 Excelente	+0.08	B2 Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 Bueno	+0.02	C2 Bueno
-0.00	D Promedio	+0.00	D Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 Regular	-0.08	E2 Regular
-0.15	F1	-0.12	F1

CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A Ideales	+0.04	A Perfecto
+0.04	B Excelente	+0.03	B Excelente
+0.02	C Buena	+0.01	C Buena
0.00	D Promedio	0.00	D Promedio
-0.03	E Regulares	-0.02	E Regulares
-0.07	F Malas	-0.04	F Deficientes

**Habilidad:** Es eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.

**Esfuerzo:** Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.

**Condiciones:** Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan a la operación.

**Consistencia:** Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante

Figura 22 Sistema Westinghouse

Para el cálculo del porcentaje del tiempo suplementario se empleará la tabla de sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales, como se muestra en la Figura 23.

1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
	Hombres	Mujeres	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento		
Suplementos por necesidades personales	5	7	Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
Suplementos base por fatiga	4	4	16	0	
2. Suplementos variables			14	0	
	Hombres	Mujeres	12	0	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	10	3	
B. Suplemento por postura anormal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3	64	
			2	100	
Peso levantado por kilogramo			F. Concentración intensa		
2.5	0	1	Hombres Mujeres		
5	1	2	Trabajos de cierta precisión		
7.5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos		
10	3	4	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		
12.5	4	6	5 5		
15	5	8	G. Ruido.		
17.5	7	10	Continuo		
20	9	13	Intermitente y fuerte		
22.5	11	16	Intermitente y muy fuerte		
25	13	20 (máx)	Estridente y fuerte		
30	17	—	H. Tensión mental		
33.5	22	—	Proceso bastante complejo		
D. Mala iluminación			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada			Muy complejo		
Bastante por debajo			I. Monotonía		
Absolutamente insuficiente			Trabajo algo monótono		
			Trabajo bastante monótono		
			Trabajo muy monótono		
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido		
			Trabajo aburrido		
			Trabajo muy aburrido		

Figura 23 Sistema suplementos en porcentajes



Una vez realizado el análisis de tiempos suplementarios según la Figura 23, el resultado obtenido es de 25% y este valor servirá para poder calcular el tiempo estándar.

En la Tabla 11 se muestra los tiempos estándares para cada proceso que conforman el área de soldadura en estudio.

Tabla 11  
*Tiempos estándares para cada proceso*

	Corte	Biselado	Armado Apuntalado	y soldadura	inspección visual
<b>Media</b>	338.90	384.73	210.40	421.93	106.68
% valoración (93%)	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
<b>Tiempo normal</b>	315.18	357.80	195.67	392.40	99.21
Tiempo suplementario 25%	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
<b>Tiempo estándar segundos</b>	<b>393.97</b>	<b>447.25</b>	<b>244.58</b>	<b>490.50</b>	<b>124.01</b>
<b>Tiempo estándar minutos</b>	<b>6.57</b>	<b>7.45</b>	<b>4.08</b>	<b>8.17</b>	<b>2.07</b>

Fuente: Elaboración propia

Luego de encontrar los tiempos estándares de cada proceso, se procede a calcular la productividad, eficiencia, mano de obra, costo y el tiempo de ciclo que nos indica el ritmo de la demanda de los clientes para que ayude a definir el tiempo en que una pieza se produce para satisfacer al cliente, en la Tabla 12 se muestra el balance de línea actual de la empresa.

Tabla 12  
*Balance de línea de la producción actual*

Número Estación	Estación	Tiempo standar (minutos/ unidad)	Cantidad Und./hora	Eficiencia actual (%)	Operarios Estación	Total Und./hora	Cantidad Und./día	Minutos operador	Operación Lenta	Eficiencia (%)	Costo Total
1	Corte	6.57	9	76%	2.00	18	146	3.28	3.73	88%	600.00
2	Biselado	7.45	8	76%	2.00	16	129	3.73	3.73	100%	600.00
3	Armado y Apuntalado	4.08	15	76%	2.00	29	236	2.04	3.73	55%	600.00
4	Soldadura	8.17	7	76%	3.00	22	176	2.72	3.73	73%	1,000.00
5	Inspección	2.07	29	76%	1.00	29	232	2.07	3.73	55%	666.67
<b>Total</b>		<b>28.34</b>			<b>10.00</b>			<b>13.84</b>	<b>18.64</b>		<b>S/. 3,466.67</b>

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se muestran en la Tabla 13, nos indican que el porcentaje de eficiencia de la línea del proceso productivo solo llega al 76.16%, esto nos indica que está en mal camino, además el tiempo promedio para la elaboración de una pulgada diametral de soldadura toma 3.7 minutos, esto quiere decir que no se está tomando las medidas pertinentes de poder reducir ese tiempo, dado que no hay un control adecuado para ver en donde se están generando tiempos muertos. Además, la empresa tiene trazado producir 215 pulgadas diametrales por día; sin embargo, actualmente solo llegan a producir 129 pulgadas diametrales de soldadura.

Tabla 13  
*Tabla de resumen con indicadores actuales*

INDICADORES	PRODUCCIÓN ACTUAL
<b>Rendimiento (unidades/ hora)</b>	16 unid/hr
<b>Duración</b>	8 horas
<b>Mano Obra</b>	10.00
<b>Productividad</b>	1.60 unid/hr. * persona.
<b>Eficiencia</b>	76.16%
<b>Horas Hombre</b>	80 H-H
<b>Costo x pulgada soldadura.</b>	S/. 26.92
<b>Tiempo ciclo (minutos/unidad)</b>	3.73 min. /unid.
<b>Cantidad actual (unidades/día)</b>	129 unid. /día
<b>Takt time (minutos/unidad)</b>	2.40 min. /unid.

Fuente: Elaboración propia

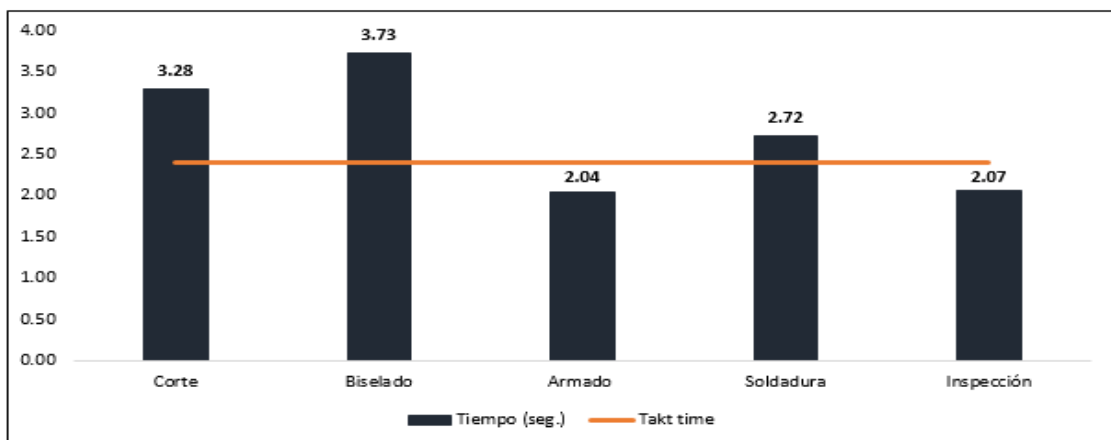


Figura 24 Takt Time de la línea de producción actual. Fuente Elaboración propia

La línea de producción tiene 5 puestos principales para la producción de la soldadura. Como se observa en la figura 24 hay 3 procesos que se encuentran fuera del límite del tiempo de ciclo, esto quiere decir que la demanda del cliente no está satisfecha, esto obliga a la empresa a generar horas extras para poder cumplir con la demanda que el cliente pide. La posibilidad de implementar otros turnos de trabajo en la empresa es muy difícil debido a que los operarios terminan muy agotados al final de la jornada laboral, por tratarse de un trabajo que demanda mucho esfuerzo físico. El objetivo del Takt Time es organizar la producción en cada una de las actividades de trabajo y hacer coincidir el Takt Time con el tiempo de ciclo.

Por último, se procederá hacer el balance de línea para poder reducir la línea de producción y la deficiencia que genera cada proceso, y poder estar debajo del Takt Time. Además, la empresa se propone en aumentar la eficiencia en un 90% para cumplir con la demanda.

Tabla 14  
*Propuesta de mejora del balance de línea*

Número Estación	Estación	Tiempo standar (Minutos/ unidad)	Cantidad Und./hora	Eficiencia deseada (%)	Nº Operarios teóricos	Nº Operarios reales	Total Und./hora	Cantidad Und./día	Minutos operador	Operación Lenta	Eficiencia (%)	Costo Total
1	Corte	6.57	9	90%	3.33	3.00	27	219	2.19	2.19	100%	840.00
2	Biselado	7.45	8	90%	3.78	4.00	32	258	1.86	2.19	85%	840.00
3	Armado y	4.08	15	90%	2.07	2.00	29	236	2.04	2.19	93%	840.00
4	Soldadura	8.17	7	90%	4.15	4.00	29	235	2.04	2.19	93%	1,400.00
5	Inspección	2.07	29	90%	1.05	1.00	29	232	2.07	2.19	94%	933.33
<b>Total</b>		<b>28.34</b>				<b>14.00</b>	<b>147.43</b>		<b>10.20</b>	<b>10.94</b>		<b>S/. 4,853.33</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 14, se observa ahora en el proceso de corte se necesita 3 operarios y para el proceso de biselado y soldadura se necesitarán 4 operarios, debido a que el ritmo del trabajo es mayor para 2 operarios en el proceso de corte y biselado

y 3 operarios en el proceso de soldadura. Luego de este nuevo cálculo y la distribución de operarios para cada actividad de trabajo, reducirá el tiempo de ciclo y estará en el nivel del Takt Time.

En la figura 25, se observa la nueva comparación entre el tiempo de ciclo y la línea de producción.

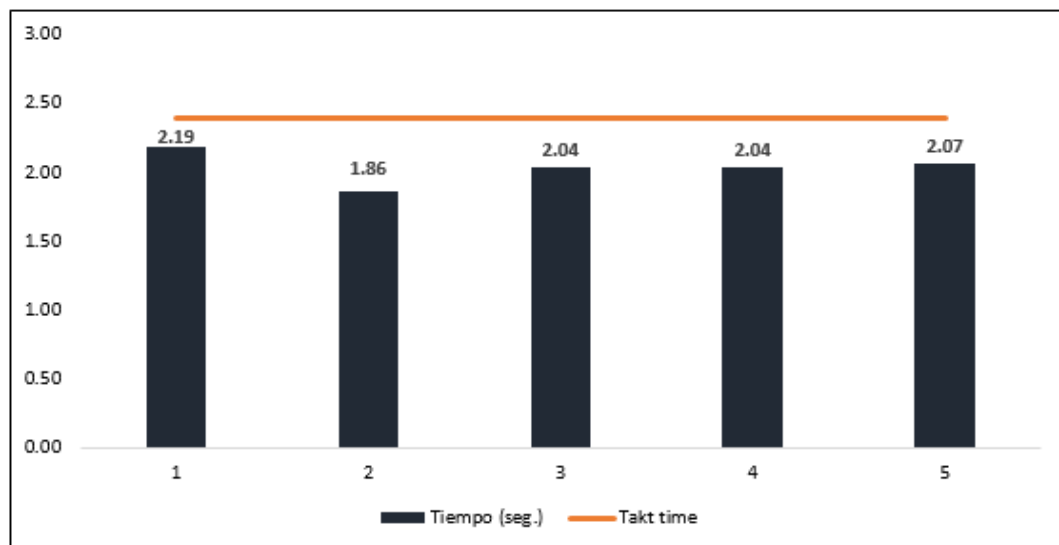


Figura 25 Takt Time de la línea de producción mejorada. Fuente: Elaboración propia

Con esta mejora se llega a obtener los siguientes resultados:

- El cumplimiento con la demanda del cliente, el cual es 215 pulgadas diametrales de soldadura por día, logrando de esta manera la satisfacción del cliente.
- El aumento de la eficiencia y la productividad se ha logrado incrementar en un 21 % respecto a la producción actual.
- El costo por pulgada de soldadura producida se ha logrado disminuir en un 39.90%.
- La disminución del tiempo de ciclo de 3.73 a 2.19 minutos por unidad.

En la Tabla 15, se muestra el resumen de los indicadores actuales después de la implementación de la metodología PHVA.

Tabla 15  
*Tabla de resumen con indicadores mejorados*

INDICADORES	PRODUCCIÓN MEJORADA
<b>Rendimiento(unidades/hora)</b>	27 unid. /hr.
<b>Duración</b>	8 horas
<b>Mano Obra</b>	14.00
<b>Productividad</b>	1.93 unid. / hr. * persona
<b>Eficiencia</b>	92.36%
<b>Horas Hombre</b>	112 H-H
<b>Costo x pulgada soldadura</b>	S/. 22.16
<b>Tiempo ciclo (minutos/unidad)</b>	2.19 min. /unid.
<b>Cantidad (unidades/día)</b>	219 unid. /día
<b>Take time (minutos/unidad)</b>	2.4 min. /unid.

Fuente: Elaboración propia

### **Plan de Capacitación**

El plan de capacitación ayudara a evitar tiempos de retraso a la hora de producir las pulgadas diametrales de soldadura, ya que estos son generados por las ausencias de los operarios dentro de la jornada laboral y la falta de conocimientos del uso correcto de las máquinas, para ello se propone capacitar a todos los operarios involucrados en el proceso como se muestra en la tabla 16, para el uso correcto de las diferentes máquinas que se emplean en la empresa, y así poder remplazar al operario que se encuentre ausente, y todas las capacitaciones serán registradas en sus registros de capacitación como se muestra en el Anexo 11. Este método es de uso alternativo para aquellos días que se necesite con urgencia y de esta forma se evitara retrasar la producción por ausencia del operario.

Para ello se plantea realizar capacitaciones para que todos los operarios puedan estar preparados y aptos para el uso correcto de las máquinas que son empleadas en el proceso de soldadura.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la importancia de realizar este plan de capacitación es lograr hacer que los operarios sean polifuncionales. Y como objetivo principal del plan es que la capacitación tenga el alcance a todos los operarios para el uso correcto de todas las máquinas. De esta forma se minimizará el tiempo de paradas generadas por las ausencias de los operarios o por el mal uso de estas.

La descripción del plan de capacitación se desarrollará mediante prácticas y charlas teóricas, esta capacitación se realizará 2 veces al año en los meses de junio y diciembre dentro de la jornada laboral.

Tabla 16  
*Plan de capacitación anual para personal operativo*

PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN					
Actividad	Descripción	Maquinas	Responsable	Tiempo	Periodo
Charla teórica	Tema: Mantenimiento uso y funciones de los equipos de todo lo referente el funcionamiento y características		Experto en maquinas	2 horas	La primera semana de cada mes
Charla práctica	En esta etapa la capacitación se desarrollará en cada una de las maquinas su funcionamiento y operación de forma presencial	Máquinas de soldar y esmeriles radiales	Experto en maquinas	2 horas	La segunda semana de cada mes
Operación de los equipos	Los operarios, previamente instruidos, desarrollaran el uso de las maquinas con el objetivo de evaluar los conocimientos adquiridos en la charla teórica y practica		Responsable de producción y experto en maquinas	4 horas	La tercera semana d cada mes

Fuente: Elaboración propia

## **Plan de Control de Calidad**

La responsabilidad de la calidad es de quien lo está produciendo por lo tanto cada operador debe tener el sentido de la responsabilidad e inspeccionar las operaciones que está realizando. Los operarios en la empresa no se sienten responsables de la calidad y siempre están esperando a que el inspector de calidad les avise si están conformes o no la junta de soldadura que ellos están fabricando.

En el plan de control de calidad, se incluye un plan de puntos de inspección como se muestra en el anexo 05, este plan nos ayudara a saber inmediatamente si las juntas de soldadura que se están fabricando están o no cumpliendo con las especificaciones técnicas, estándares y planos de fabricación, y poder tomar las medidas correctivas en ese momento, de esta manera se lograra disminuir significativamente el número de No Conformidades generadas por los defectos que se presentan en el área de soldadura de tuberías.

Antes de elaborar el plan de control de calidad, se capacitaron a todos los operarios que conforman el área de soldadura de tuberías, indicándoles cómo se debe recibir el trabajo del proceso anterior y como debe entregar al siguiente proceso, también se les enseñó que todo este control se debe de realizar antes, durante y después de cada actividad.

El objetivo principal es realizar el control de calidad en cada uno de los procesos que conforman el área de soldadura de tuberías, para disminuir los porcentajes de defectos que son generados durante la fabricación de las pulgadas diametrales de soldadura en la empresa.

A continuación, se desarrolla el plan de control de calidad.

## **Introducción**

En el presente Plan de Control de Calidad, se establecerá el proceso y la secuencia de actividades ligadas a la calidad.

El contenido de estos documentos acerca de los diferentes aspectos del proceso de fabricación permitirá dar la confiabilidad a sus clientes, que los trabajos ejecutados por la empresa son acordes con los requisitos de calidad a cada proyecto.

## **Objetivo y Campo de Aplicación**

El presente Plan de Control de Calidad tiene por objeto mostrar las bases que se llevaran a cabo en los trabajos de fabricación en el área de soldadura de tuberías. El Plan de Control de Calidad es un documento que pretende detallar los procesos de fabricación facilitando una herramienta de trabajo mediante la cual se describen los controles e inspecciones a realizar.

## **Organización**

Para el correcto desarrollo del presente Plan de Control de Calidad, la empresa ha dispuesto una organización lo cual tendrá a su cargo funciones y responsabilidades, con la finalidad de lograr el nivel de calidad requerido en sus productos finales. El personal asignado estará conformado por especialistas y operarios calificados.

## **Funciones y Responsabilidades**

### **Gerente de Operaciones**

- Responsable ante el cliente de la totalidad de los trabajos de cada proyecto.
- Responsable para la correcta aplicación del Plan de Calidad.
- Asegurarse que se realice la difusión del Plan de Calidad, disponer y asignar los recursos necesarios para asegurar la calidad de los proyectos.



- Garantizar una correcta ejecución de los trabajos de soldadura en los plazos programados y con la calidad especificada.
- Liderar la toma de acciones preventivas y correctivas necesarias para la mejora en la calidad.

### **Responsable de Logística**

- Mantener informado al Gerente de Operaciones respecto a los materiales y equipos solicitados para cada proyecto.
- Responsable por asegurar que todos los pedidos sean entregados en el tiempo correspondiente.
- Llevar un control de todos los materiales que ingresen a taller y de los equipos, y herramientas asignadas a cada proyecto.
- Verificar si el material recibido cumple con las características y la cantidad requerida.
- Es responsable de archivar las guías de remisión.
- Mantener en orden adecuado los materiales, herramientas y equipos.

### **Responsable de Planta**

- Mantener informado al Gerente de Operaciones, sobre los avances de fabricación.
- Responsable por asegurar que las fabricaciones se realicen de acuerdo a planos aprobados para fabricación emitidos por el área de ingeniería.
- Planificar las actividades antes, durante y después de la realización de los trabajos descritos.
- Dirigir y organizar los recursos para ejecutar las actividades.
- Responsable de la ejecución de los trabajos en Taller.

- Responsable de las coordinaciones de las inspecciones y pruebas con el área de Calidad.

### **Inspector de Calidad**

- Administrar el Plan de Calidad.
- Como control de Calidad es responsable de verificar que se efectuó las actividades operativas establecidas en el plan de calidad.
- Reportar al Gerente de Proyectos la situación y/o cumplimiento del Plan de Calidad.
- Inspeccionar, autorizar y liberar los materiales que serán incorporados de forma permanente al proyecto.
- Elaborar y/o completar los datos de los Registros de Calidad establecidos en el Plan de Calidad.
- Responsable de realizar cuantas inspecciones y controles sean necesarias en los procesos de fabricación, de acuerdo con el Plan de Puntos de Inspección.
- Emitir las no conformidades y efectuara su tratamiento y seguimiento hasta el cierre de estas.

### **Sistema de gestión**

Actualmente la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG se encuentra certificada con la norma ISO 9001:2015. Con base a ello se ha elaborado un Plan de Control de Calidad específico para las actividades en el área de soldadura, dicho plan se basa en los procedimientos y/o documentos del Sistema de Gestión de Calidad.

### **Revisión del contrato**

Los alcances y requisitos de calidad establecidos para cada proyecto se encuentran plasmados en los contratos, especificaciones y otros documentos, por lo

cual, antes de la ejecución de las actividades, el personal responsable de las diferentes áreas realiza una revisión de estos documentos a fin de asegurar los cumplimientos de todos los registros del cliente.

### **Control de documentos y datos**

Toda la documentación empleada será organizada en forma sistemática, a fin de ordenar integralmente las actividades concernientes al objeto de cada contrato, dándose especial énfasis al control, registro, emisión y distribución de todos los documentos resultantes de las actividades comprendidas en la fabricación.

### **Control de Documentos**

El control de la revisión, aprobación de los documentos del Plan de Control de Calidad garantizara que las actividades de los trabajos de soldadura se ejecutaran en concordancia con los documentos vigentes. Toda modificación debe seguir la misma secuencia de aprobación que el documento original para proceder luego a su distribución.

### **Control de Archivo**

El Inspector de Control de Calidad mantendrá el archivo de la documentación de Calidad en el Dossier de Calidad de cada Proyecto. El Responsable de Operaciones será responsable de disponer y mantener el archivo y Dossier de los Proyectos.

El archivo debe garantizar el ordenamiento de los documentos, así como su fácil localización, control y protección adecuada.

### **Comunicación con el cliente**

A través del Gerente de Operaciones se realizará la comunicación y coordinación con el cliente para determinar los requerimientos y especificaciones que se deben cumplir durante los trabajos de fabricación, para luego revisarlas y aprobarlos con el

cliente, verificando que se cumplan con las especificaciones y las bases del contrato antes de iniciar la ejecución de los trabajos asegurando los requerimientos de calidad.

### **Control de cambios**

El Gerente de Operaciones, efectuara las revisiones de los planos, especificaciones técnicas y los procedimientos suministrados por la Ingeniería del Proyecto para evaluar la necesidad de cambio o consultas en lo referente al alcance.

Se le informará de los cambios al Jefe de Planta e Inspector de Control de Calidad para que tomen las medidas del caso.

### **Adquisiciones**

Los materiales y los equipos para emplear en los trabajos de fabricación serán recibidos, comprobando antes del cumplimiento de las especificaciones técnicas del Proyecto.

Las adquisiciones serán realizadas a proveedores calificados y aprobados según la evaluación realizada sobre la base de una lista de proveedores potencialmente seleccionados por la empresa.

### **Control de Materiales a Proveedores**

El Gerente de Operaciones es el responsable de establecer que productos serán suministrados por los proveedores, durante la fase de desarrollo del proyecto, estableciendo las características y especificaciones requeridas para la recepción, almacenamiento, manejo, aceptación y uso de los bienes que se suministre.

Los materiales adquiridos serán verificados, y controlados antes de ingresar al almacén, a fin de constatar y garantizar las características, el estado físico, el cumplimiento de especificaciones técnicas, y el estado de conservación, siendo

responsable de esta actividad el Inspector de Calidad, deberá proceder a verificar la conformidad de los siguientes documentos:

- Ordenes emitidas por la empresa.
- Guías de entrega de los materiales con sus respectivos certificados de calidad.
- Plan de Puntos de Inspección aplicable a la recepción de materiales.

### **Identificación y trazabilidad**

La empresa establecerá un sistema de control de materiales y elementos que serán incorporados a cada Proyecto bajo la premisa de demostrar el uso de materiales aprobados y liberados. Todo material que ingrese al proyecto será marcado con el código del plano.

### **Control de proceso de fabricación**

Durante la ejecución de los procesos de fabricación se aplicarán los planes de puntos de inspección (PPI). Estos documentos definen los controles y pruebas que se deben realizar a través de todo el proceso; quedando constancia de las inspecciones realizadas en los respectivos Registros de Calidad indicados en el PPI. Dichos planes de puntos de inspección son:

- Control de documentos y planos.
- Recepción de materiales.
- Actividades previas al inicio de la soldadura.
- Inspección y entrega Final.

## **Inspección**

Las inspecciones, ensayos y pruebas serán según el Plan de Puntos de Inspección y los que sean mutuamente acordados con el cliente. Las inspecciones y ensayos serán ejecutados durante todas las etapas de la fabricación.

Todo control, Inspección o ensayo será documentado mediante el registro de calidad correspondiente los cuales serán adjuntados al Dossier de Calidad del Proyecto.

## **Control de dispositivos de medición y seguimiento**

Los equipos utilizados para el control e inspección, medición, verificación y calibración deberán estar en condiciones de uso y con calibración vigente. Los equipos de medida

solicitados a los proveedores estarán acompañados del correspondiente certificado de calibración incluyendo las características técnicas exigidas y la documentación que demuestre su calibración vigente.

El Inspector de Calidad, revisará la vigencia de los informes y certificados de calibración antes de proceder a las mediciones definitivas. Así mismo, se deberá asegurar las condiciones ambientales adecuadas para almacenaje de equipos e instrumentos, que por su precisión lo requieran. Solo se utilizarán equipos que se encuentren dentro del periodo de calibración vigente.

## **Control de no conformes**

El Sistema de Gestión de Calidad de la empresa, establece el control de todos aquellos elementos que no cumplan con los requisitos específicos, los cuales, dependiendo de su situación, serán identificados y separados temporal o definitivamente basándose en la disposición que emita el Inspector de Calidad.

El Inspector de Calidad, efectuara el seguimiento de los elementos no conformes hasta la disposición final. Las posibles disposiciones serán:

- ✓ Reparación para satisfacer los requerimientos específicos.
- ✓ Aceptación con o sin reparaciones.
- ✓ Rechazo definitivo o desecho

### **Acciones correctivas y preventivas**

La empresa, ha establecido dentro de su Sistema de Gestión de Calidad, un procedimiento para medición, análisis y mejora, en la cual se detallan las acciones a seguir en caso de observarse un producto no conforme y las acciones correctivas que esto implica a las acciones preventivas para evitar su ocurrencia y/o recurrencia a lo largo del desarrollo de la fabricación.

### **Manipulación, almacenamiento y entrega**

La empresa, ha establecido dentro de su Sistema de Gestión de Calidad un instructivo de calidad para entrega, en la cual se indica la secuencia de actividades a seguir durante la manipulación, almacenamiento, el embalaje, despacho y entrega de los materiales y equipos a ser entregados a sus clientes.

### **Control de los registros de calidad**

Se ha previsto el diseño y uso de registros de calidad los cuales son citados en los diferentes documentos que conforman el Plan de Control de Calidad. El Inspector de Calidad es responsable del uso de los diferentes registros de calidad, su cuidado y almacenamiento. Los diferentes registros de calidad son referidos en los Planes de Puntos de Inspección y el Plan de Calidad.

### **Auditorías internas de calidad e informes**

El presente plan prevé el desarrollo de auditorías internas de calidad que serán dirigidas por un auditor líder designado por el Representante de la Dirección (RED) y auditores internos de Construcciones Metálicas y Montaje S.R.L. El objetivo principal es verificar el grado de implantación del plan e identificar las acciones correctivas y no conformidades de tal manera de mejorar la eficacia del plan. Este numeral está basado en el procedimiento de Medición, Análisis y Mejora del Sistema de Gestión de Calidad.

### **Entrenamiento, capacitación y calificación**

La empresa a través de su Departamento de Recursos Humanos ha establecido dentro del Sistema de Gestión de Calidad evaluaciones que le permite identificar las necesidades de capacitación del personal en todos los niveles de la empresa.

### **Registros**

A continuación, se detallan los registros que conforman el plan de control de calidad, que se muestran en el Anexo 05:

- Plan de Puntos de Inspección
- Registro de Recepción de Materiales y Control Dimensional
- Registro de Inspección Visual de Soldadura
- Registro de Seguimiento y Control de No Conformidades



## **Etapa 4. Actuar**

### **Auditorías de Verificación**

En esta etapa de verificación se ha coordinado con las áreas de Calidad y Producción para realizar inspecciones diarias, las cuales estarán orientadas a encontrar No Conformidades de acuerdo con lo descrito en el Plan de Puntos de Inspección que forma parte del Plan de Control de Calidad, que serán registradas en el formato de seguimiento y control de No Conformidades, ver anexo 05. Así mismo, se debe hacer un seguimiento y control del plan de capacitación y el balance de línea implementado con los nuevos tiempos estándares para cada operador.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### Etapa 3. Verificar

En esta etapa se verificará los resultados obtenidos antes y después de la implementación de la metodología PHVA.

#### Situación antes de la implementación de la metodología PHVA

##### Nivel de la productividad

En la Tabla 17, se puede ver los datos tomados, sobre las cantidades producidas por hora y la cantidad de recurso empleado en la mano de obra directa para producir de acuerdo con las ordenes de fabricación antes de realizar la implementación de la metodología PHVA como se muestra en el anexo 06; y en la tabla 18, se pueden ver los resultados estadísticos del nivel de productividad de acuerdo con las órdenes de fabricación.

Tabla 17  
*Nivel de productividad antes de la mejora*

Orden de fabricación	Pedido (pulgadas diametrales de soldadura)	Tiempo programado (horas)	Tiempo empleado (horas)	Cantidad mano de obra directa	Cantidad producida (hora)	productividad (unidades/horas*persona)
4C10-H1	1300	52	80	10	16.25	1.63
4C10-H2	1500	60	96	10	15.63	1.56
4C10-H3	800	32	48	10	16.67	1.67
4C10-H4	900	36	56	10	16.07	1.61
4C10-H5	1200	48	72	10	16.67	1.67
5B18-H1	1400	56	88	10	15.91	1.59
5B18-H2	1500	60	88	10	17.05	1.70
5B18-H3	1200	48	80	10	15.00	1.50
5B18-H4	850	34	56	10	15.18	1.52
5B18-H5	1000	40	64	10	15.63	1.56
5B18-H6	1300	52	80	10	16.25	1.63
1011-H1	1500	60	96	10	15.63	1.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18  
*Datos estadísticos*

Nivel de productividad		
N	Válido	12
	Pérdidas	0
Media		<b>1.60</b>
Mediana		1.60
Moda		1.56
Desviación estándar		0.062

Fuente: Elaboración propia

### Nivel de No Conformidades

Durante las actividades de soldadura, se realizó la inspección para cuantificar las juntas que presentan No Conformidades como se muestra en el anexo 07. En la Tabla 19, se tiene la información del total de juntas de soldadura revisadas por parte del inspector de calidad, donde se puede ver el total de No conformidades en los procesos de corte, bisel y soldadura.

Tabla 19  
*Tabla de No Conformidades antes de la mejora*

Orden de fabricación	juntas inspeccionadas	Defectos en la soldadura			Juntas Conformes	No Conformes	Juntas Conformes
		Corte	Biselado	Soldadura			
4C10-H1	1200	115	95	45	255		945
4C10-H2	1500	125	102	48	275		1225
4C10-H3	800	98	92	35	225		575
4C10-H4	900	102	98	42	242		658
4C10-H5	1200	120	98	47	265		935
5B18-H1	1400	105	102	55	262		1138
5B18-H2	1500	115	105	57	277		1223
5B18-H3	1200	116	106	53	275		925
5B18-H4	850	92	88	41	221		629
5B18-H5	950	102	96	45	243		707
5B18-H6	1200	112	102	55	269		931
1011-H1	1450	118	108	58	284		1166

Fuente: Elaboración propia

Así mismo en la Tabla 20, se tiene el cuadro de frecuencias de los datos inspeccionados.

Tabla 20  
*Tabla de frecuencia No Conformidades antes de la mejora*

Antes de la mejora	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Juntas Conformes	11057	78.14%	78.14%
Juntas No Conformes	3903	<b>21.86%</b>	100%
Total	14150	100%	

Fuente: Elaboración propia

## Situación después de la implementación de la metodología PHVA

### Nivel de la productividad

En la Tabla 21, se registran los datos sobre las cantidades producidas por hora y la cantidad de recurso empleado de la mano de obra directa para producir de acuerdo con las ordenes de fabricación, después de la implementación de la metodología PHVA. Estos datos tomados se muestran en el anexo 08. Así mismo en la Tabla 22 se muestra los datos estadísticos.

Tabla 21  
*Nivel de productividad después de la mejora*

Orden de fabricación	Pedido (pulgadas diametrales de soldadura)	Tiempo programado (horas)	Tiempo empleado (horas)	Cantidad mano de obra directa	Cantidad producida (hora)	productividad (unidades/horas*persona)
4D28-H1	1550	60	57	14	27.19	1.94
PF-RLP21	1250	48	47	14	26.60	1.90
4D10-H3	1500	58	56	14	26.79	1.91
4D28-H3	1800	69	67	14	26.87	1.92
SW-H1	1550	60	57	14	27.19	1.94
SW-H2	2000	77	73	14	27.40	1.96
SW-H3	1280	49	47	14	27.23	1.95
SW-H4	1300	50	48	14	27.08	1.93
SW-H5	1750	67	64	14	27.34	1.95
5H68-H1	2000	77	75	14	26.67	1.90
5H68-H2	1650	63	60	14	27.50	1.96
5H68-H3	1450	56	54	14	26.85	1.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22  
*Datos estadísticos*

Nivel de productividad		
N	Válido	12
	Perdidos	0
Media		<b>1.93</b>
Mediana		1.94
Moda		1.94
Desviación estándar		0.021

### Nivel de No Conformidades

En la Tabla 23, se registra el total de No Conformidades encontrados en las etapas de los procesos de corte, bisel y soldadura. Estos datos fueron inspeccionados y registrados como se muestra en el anexo 09. Así mismo en la Tabla 24, se muestra la frecuencia de los datos observados.

Tabla 23  
*Tabla de No Conformidades después de la mejora*

Orden de fabricación	de Juntas inspeccionadas	Defectos en la soldadura			Juntas Conformes	No Conformes	Juntas Conformes
		Corte	Biselado	Soldadura			
4D28-H1	1550	43	39	10	92		1458
4D28-H2	1250	32	24	9	65		1185
4D28-H3	1500	47	45	9	101		1399
SW5-H1	1800	52	48	10	110		1690
SW5-H2	1550	42	36	8	86		1464
SW5-H3	1650	47	41	7	95		1555
SW5-H4	1280	39	36	6	81		1199
SW5-H5	1200	35	32	5	72		1128
5H68-H1	1350	38	34	5	77		1273
5H68-H2	1850	64	43	12	119		1731
5H68-H3	1650	54	49	10	113		1537
5H68-H4	1450	42	38	8	88		1362

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

*Tabla de frecuencia No Conformidades después de la implementación*

Después de la mejora	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Juntas conformes	16981	93.92%	93.92%
Juntas No Conformes	1099	<b>6.08%</b>	100%
Total	18080	100%	

Fuente: Elaboración propia

Después de haber realizado la toma de datos antes y después de la implementación de la metodología PHVA, se presenta la comparación del porcentaje de la productividad, como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25

*Comparación de medias de la productividad antes y después de la implementación*

Aumento de la Productividad						
Antes de la implementación de la metodología PHVA	Etapa de implementación de metodología PHVA	después de la	de la	Aumento de productividad	de	la
<b>1.60 (unidades/horas*persona)</b>	<b>1.93 (unidades/horas*persona)</b>			<b>21%</b>		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25, se puede ver que la media de la productividad después de la implementación de la metodología PHVA es mayor que la media de la productividad antes de la implementación de la metodología, lo cual se indica que hubo un incremento de la productividad en un 21%.

En la Tabla de frecuencias 26, se puede ver el total de juntas inspeccionadas en todos los procesos del área de soldadura, donde se tiene el total de juntas que están conformes y el total de juntas No Conformes que se encuentran en las ordenes de fabricación antes y después de la implementación de la metodología PHVA. Así mismo se puede observar que el total de porcentaje de las No Conformidades que se encontraron en las etapas de los procesos de corte, bisel y soldadura antes de la implementación de la metodología es 21.86%, y después de la implementación es de

6.08%, con lo que podríamos concluir que hay una disminución del 15.78% en las No Conformidades de las ordenes de fabricación inspeccionadas.

Tabla 26  
*Tabla de frecuencia No Conformidades antes y después de la implementación*

<b>Reducción de los No Conformidades</b>					
Control de Calidad		Antes de la implementación de la metodología PHVA		Después de implementación de la metodología PHVA	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
	Conformes	11057	78.14%	16981	93.92%
	No Conformes	3903	<b>21.86%</b>	1099	<b>6.08%</b>
Juntas Inspeccionadas	Total	14150	100%	18080	100%

Fuente: Elaboración propia

### **Evaluación económica después de la implementación de la metodología PHVA**

En la evaluación económica se analizará todo lo correspondiente al costo de inversión de la mejora del proceso, tales como personal adicional, equipos y/o máquinas, capacitaciones y la demanda incrementada. La evaluación económica se realizará mediante los siguientes indicadores económicos: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Costo Beneficio (B/C).

El tiempo de evaluación será por un periodo de 5 años.

La metodología para emplear el análisis económico es de la siguiente forma.

- Primeramente, se calculará los costos de inversión, ahorros y beneficios que generan las propuestas de mejora.
- En segundo lugar, se calculará el flujo de caja y costo del capital promedio ponderado (WACC)
- En tercer lugar, se calculará el VAN y el costo beneficio (B/C), si el VAN es positivo y el B/C es mayor a 1 indica que la propuesta es factible económicamente.

- Finalmente, se calculará la tasa interna de retorno (TIR), de ser mayor a la tasa representativa del WACC, indica que la propuesta es factible.

### Costo de inversión

A continuación, se presenta el resumen de los costos de la inversión requerida por concepto de equipos, mano de obra, capacitaciones en base a las actividades y puestos de trabajo analizados como se muestra en el anexo 10. En la Tabla 27, se detalla los costos para la inversión.

Tabla 27  
*Cuadro de costos para la inversión*

<b>COSTOS DE CAPACITACION</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo x hora</b>	<b>Cantidad horas x año</b>	<b>Costo parcial</b>
Costo del tiempo del oficial	9	S/ 7.50	144.00	S/ 9,720.00
Costo del tiempo del soldador	4	S/ 12.50	64.00	S/ 3,200.00
Costo del tiempo del experto	1	S/ 150.00	16.00	S/ 2,400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/ 15,320.00</b>

<b>COSTO MANO DE OBRA DIRECTA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo mensual</b>	<b>Cantidad meses</b>	<b>Costo parcial</b>
Oficiales	3	S/ 1,800.00	12	S/ 64,800.00
soldador	1	S/ 3,000.00	12	S/ 36,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/ 100,800.00</b>

<b>EQUIPOS DE GIRO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo parcial</b>
Máquina de soldar multiproceso	1	S/ 8,200.00	S/ 8,200.00
Esmeril de mano	3	S/ 350.00	S/ 1,050.00
Mesas metálicas	3	S/ 545.00	S/ 1,635.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/ 10,885.00</b>

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el cuadro de costos para la inversión de la tabla 27 para el año 0, se tendrá una inversión de S/. 127,005.00 (cursos de capacitación + costo de mano de obra directa + equipos de giro).

Luego para el año 1, 2, 3, 4 y 5 de tendrán los gastos de cursos de capacitación y mano de obra directa, dando un monto total de S/. 116,120.00.



Así mismo estos datos se detallarán en la Tabla 30 Tabla cuadro de flujo de caja.

### Ganancias y ahorros

Con la implementación de mejoras planteadas, se reducirán el tiempo de la fabricación de las juntas de soldadura, lo que indica que se fabricará mayor cantidad de pulgadas diametrales de soldadura. En la Tabla 28, se puede ver la cantidad de pulgadas diametrales de soldadura incrementadas anualmente.

Tabla 28

*Pulgadas diametrales de soldadura producida anualmente*

Descripción	Tiempo		Cantidades fabricadas	
	Segundos	Minutos	Semanal	anual
Tiempo que debe demorar en fabricar 1 pulgada diametral de soldadura	144	2.4	1,200	57,600
Tiempo en soldar 1 pulgada diametral de soldadura (antes de la implementación de la metodología PHVA)	224	3.73	774	37,152
Tiempo en soldar 1 pulgada diametral de soldadura (después de la implementación de la metodología PHVA)	132	2.19	1,314	63,072

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28, se observa que antes de la implementación de la metodología PHVA se realizaban 37,152 pulgadas diametrales de soldadura, ahora minimizando los tiempos muertos y otros problemas que presentaba la empresa en su área de soldadura se pueden realizar 63,072 pulgadas diametrales de soldadura.

Para resumir en la Tabla 29, se indican los ingresos por parte de la productividad incrementada, cabe señalar que el margen de utilidad es aproximadamente S/. 7.65 por pulgada diametral de soldadura fabricada.

Tabla 29  
*Ganancias y ahorros proyectados anualmente*

Descripción	Cantidades	Margen de utilidad	Total
Ingresos por las pulgadas diametrales de soldadura incrementadas	25,920	S/. 7.65	S/. 198,288.00

Fuente: Elaboración propia

### Flujo de caja

Luego de hacer un análisis del costo de inversión y el incremento de la productividad en la fabricación de las pulgadas diametrales de soldadura producidas, se realizará el flujo de caja proyectada en 5 años, donde se detallará los ingresos y egresos basados en la productividad. Antes de realizar el flujo de caja se determinará el costo del capital promedio ponderado (WACC). Este valor es de 13%, este dato es proporcionado por la empresa Construcciones Metálicas y Montaje ABG.

Tabla 30  
*Cuadro de flujo de caja*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
Ingresos por incremento de la producción		S/. 198,288.00	S/. 198,288.00	S/. 198,288.00	S/. 198,288.00	S/. 198,288.00
Total, de utilidad marginal		S/. 198,288.00	S/. 198,288.00	S/. 198,288.00	S/. 198,288.00	S/. 198,288.00
<b>EGRESOS</b>						
Costo de la propuesta de mejora	S/. 127,005.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00
Total, de egresos	S/. 127,005.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00	S/. 116,120.00
Flujo efectivo	S/. -127,005.00	S/. 82,168.00	S/. 82,168.00	S/. 82,168.00	S/. 82,168.00	S/. 82,168.00
WACC	13%					
<b>Indicadores económicos</b>						
VAN	S/. 160,384.35					
TIR	58%					
B/C	1.26					

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 30, el VAN es mayor que cero obteniéndose como resultado S/. 160,384.35, con este valor se puede concluir que el proyecto es viable. Además, el valor del TIR es el 58% siendo mayor que el valor del WACC (13%). Con estos valores positivos se demuestra que la implementación de la metodología PHVA en esta investigación son viables económicamente. Así mismo el costo beneficio (B/C) que obtendrá la empresa es de S/. 1.26, este valor significa que por cada sol invertido la empresa tiene una utilidad de S/. 0.26.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

### CONCLUSIONES

- Con la implementación de la metodología PHVA, mediante la aplicación de herramientas como el balance de línea, plan de capacitación y el plan de control de calidad, se logra incrementar la productividad en un 21%, cubriéndose así la demanda actual y la satisfacción del cliente.
- Respecto a las No Conformidades que se encontraron en las etapas de los procesos de corte, bisel y soldadura antes de la implementación de la metodología PHVA es 21.86%, y después de la implementación es de 6.08%, con lo que podríamos concluir que hay una disminución del 15.78% en las No Conformidades de las ordenes de fabricación inspeccionadas.
- En la evaluación económica realizada después de la implementación de la metodología PHVA, se obtiene que el VAN es positivo obteniéndose como resultado S/. 160,384.35 y un TIR de 58% con estos valores positivos se demuestra que la implementación de la metodología PHVA son viables económicamente. Así mismo el costo beneficio que obtendrá la empresa es de S/. 1.26, este valor significa que por cada sol invertido la empresa tiene una utilidad de S/. 0.26.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un programa anual de mantenimiento correctivo y preventivo, dado a que los operarios se encuentran en constante manejo con maquinarias peligrosas, para evitar accidentes laborales que son generadas por fallas mecánicas.
- Con la implementación del plan de capacitaciones, se recomienda a la empresa seguir realizándolas para mejorar las competencias, habilidades y destrezas de sus colaboradores.
- Así mismo, se recomienda el compromiso por parte de la alta dirección en las auditorías internas, porque así se mide el estado y como va en la funcionabilidad de los procesos con la nueva implementación de la metodología PHVA.

## REFERENCIAS

- Cárdenas, C. y González, M. (2017). Mejoramiento de los procesos de soldadura de una planta industrial para proporcionar condiciones seguras en el trabajo. FIGEMPA: Investigación y Desarrollo. Volumen 2. Número 2. Diciembre 2017. Disponible en <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/72/52>
- Escudero, L. & Marianetti, M. (2016) Mejora en el desempeño del proceso de soldadura en industria autopartista. Tesis profesional. Universidad Nacional de Córdova.
- Sánchez, B. (2015) Elaborar e implementar un procedimiento de soldadura en la empresa revoconstrucciones para la mejora productiva utilizando herramientas de calidad. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5060/1/UDLA-EC-TTPSI-2016-02.pdf>
- Olazo Carrasco & Del Carmen Palacios(2018) Propuesta de Mejora del Proceso de Planchado y Pintura para Incrementar la Productividad en la Empresa Autonort Cajamarca S.A.C
- Gao Montoya(2017) Mejora en la gestión de los talleres externos de confección en una empresa exportadora, enfocado en un nivel de cumplimiento y calidad. Tesis Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- Yauri, L. (2015). Análisis y Mejora de Procesos en una Empresa Manufacturera de Calzado. Tesis profesional. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Rojas, S. (2015). Propuesta de un Sistema de Mejora Continua, en el Proceso de Producción de Productos de Plástico Domésticos Aplicando la Metodología PHVA. Tesis Profesional. Universidad San Martin de Porres. Lima.
- Chang, R. (1996). Guía Práctica para Mejorar Procesos y Lograr Resultados Medibles. Primera edición. Barcelona: Ediciones Granica S.A.

Pastor, E. (2007). Reflexiones para Implementar un Sistema de Gestión de Calidad.

Universidad Cooperativa de Colombia, Primera edición, Bogotá, 2007

Hirano, Hiroyuki (1992). Manual para la implementación del Just In Time.

Meyers, F. (2000). Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura. 2. Ed. México.

OIT (Organización Internacional del Trabajo) (1996). Introducción al Estudio de Trabajo,

Ginebra.

Barnes, Ralph (1972). Estudio de Movimientos y Tiempos.

García C., R. (2011) Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo (2.<sup>ª</sup>

ed.) McGraw Hill. México.

Gutiérrez, P. (2005). Calidad Total y Productividad. MC Graw Hill Ed3 México.

ISO 9001:2015 International Standardization Organization.

Chiavenato, I. (2009), Gestión del Talento Humano 2 Ed. México.

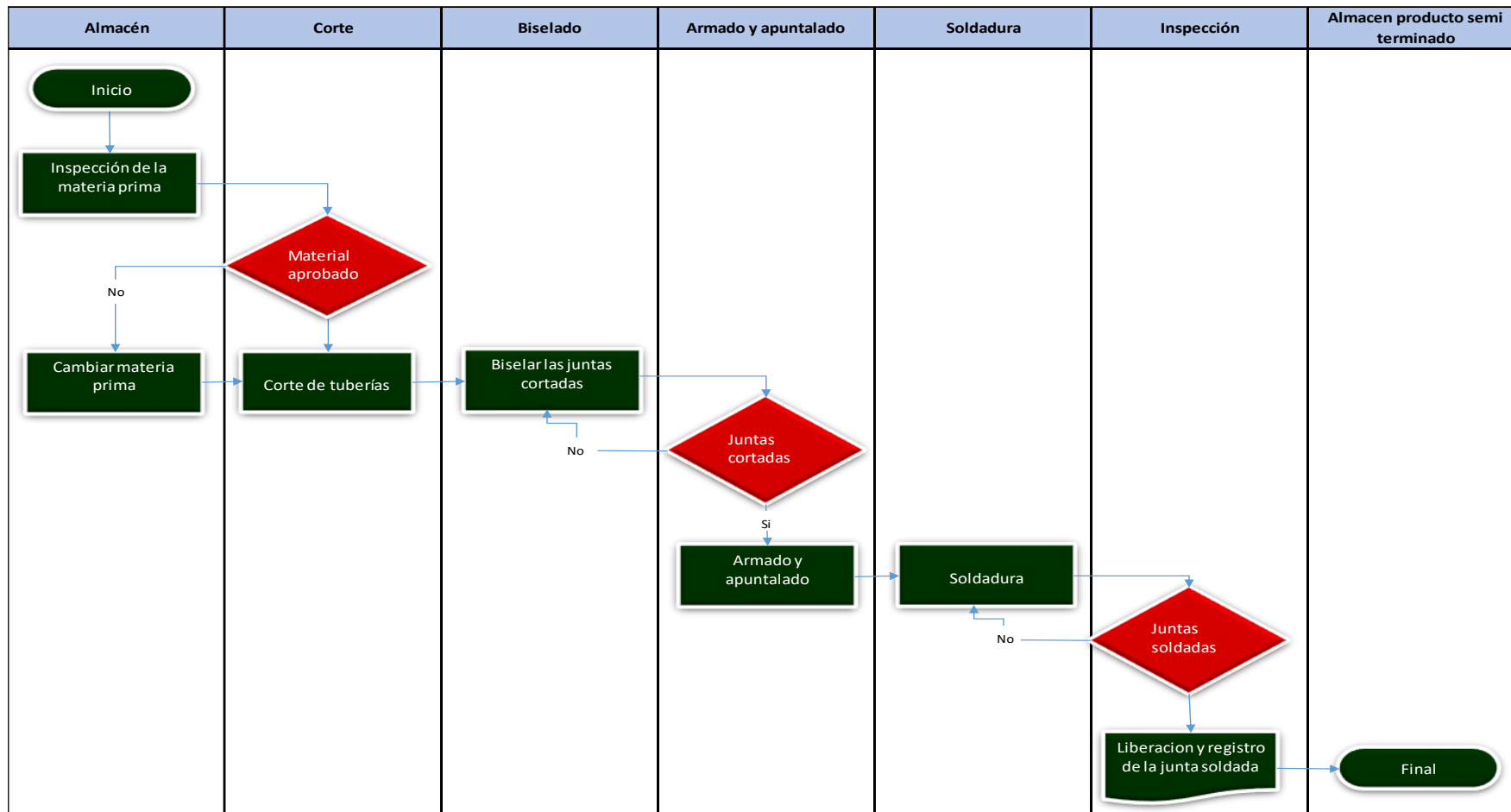
Juran, J. (2001) Análisis y planeación de la calidad: Método Juran 5ta Edición, México.

Jeffus, L. (2009), Principios y Aplicaciones de la soldadura 5. Ed. España.

Echaverría, R. (2001), Ensayos No Destructivos, Universidad Nacional del Comahue.

## ANEXOS


Anexo 01 Flujograma del proceso de soldadura



Fuente: Elaboración propia




Anexo 02

		<b>REGISTRO NO CONFORMIDADES EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO EN EL ÁREA DE SOLDADURA DE TUBERÍAS</b>				
Empresa:	Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.	Observado por:	Luis Alberto Cruzado Moreno			
Área:	Área de soldadura de tuberías		Marcos Nuñez Gasco			
Proceso:	Soldadura	Turno	Día (8 horas)			
Leyenda:	C = Conforme NC = No Conforme	Leyenda:	C = Conforme NC = No Conforme			
Etapas Proceso	Fecha	Descripción del problema	Cantidad juntas Inspeccionadas	Conforme	No Conforme	% No Conforme
Corte	1/07/2019 al 31/08/2019	Juntas mal cortadas	432	287	145	34%
		Limpieza incorrecta	432	312	120	28%
		demora en el proceso por falta de control de tiempos (la pérdida es de 2 horas al día)	432	311	121	28%
Biselado	1/07/2019 al 31/08/2019	Ángulo mal biselado	432	276	156	36%
		Deiferentes medidas de talon de la raiz	432	345	87	20%
		demora en el proceso por falta de control de tiempos (la pérdida es de 1.7 horas al día)	432	324	108	25%
Armado Y Apuntalado	1/07/2019 al 31/08/2019	Desalineamiento de juntas	432	358	74	17%
		Mal apuntalado	432	382	50	11%
		Falta de limpieza en la junta	432	383	49	11%
Soldadura	1/07/2019 al 31/08/2019	presencia de craters en el cordon de la soldadura	432	374	58	13%
		Falta de fusion en la raiz	432	331	101	23%
		presencia de de poros en la soldadura	432	316	116	27%
		demora en el proceso por falta de control de tiempos (la pérdida es de 2.2 horas al día)	432	297	135	31%
		Mal limpieza en las juntas soldadas	432	367	65	15%
Control de calidad	1/07/2019 al 31/08/2019	Verificacion incorrecta en el control de calidad de la	432	377	55	13%
		Medidas fuera de tolerancia en el refuerzo de la soldadura	432	359	73	17%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03

		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS - MUESTRA PILOTO			
<b>Empresa:</b>	Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.	<b>Observado por:</b>	Luis Alberto Cruzado Moreno / Marcos Nuñez Gasco		
<b>Área:</b>	Área de soldadura de Tuberías	<b>Turno:</b>	Día (8 horas)		
<b>Proceso:</b>	Soldadura	<b>Fecha:</b>	Desde 02/09/2019 hasta 07/09/2019		
ÍTEM	Tiempos Corte segundos/pulgada	Tiempos Biselado segundos/pulgada	Tiempos Armado segundos/pulgada	Tiempos Soldadura segundos/pulgada	Tiempos Inspección segundos/pulgada
1	391.46	330.20	195.07	487.68	114.85
2	327.88	391.67	177.80	367.28	101.90
3	268.22	398.78	213.36	429.26	93.43
4	340.87	439.42	246.38	339.34	109.22
5	310.90	317.50	264.16	454.66	115.60

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04

		TOMA DE TIEMPOS OBSERVADOS CON LA NUEVA MUESTRA				
<b>Empresa:</b>	Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.	<b>Observado por:</b>	Luis Alberto Cruzado Moreno / Marcos Nuñez Gasco			
<b>Área:</b>	Área de soldadura de Tuberías	<b>Turno:</b>	Día (8 horas)			
<b>Proceso:</b>	Soldadura	<b>Fecha:</b>	Desde 09/09/2019 hasta 14/09/2019			
ÍTEM	Tiempos Corte segundos/pulgada	Tiempos Biselado segundos/pulgada	Tiempos Armado segundos/pulgada	Tiempos Soldadura segundos/pulgada	Tiempos Inspección segundos/pulgada	
1	322.04	382.07	207.94	445.03	114.83	
2	301.12	388.58	207.74	378.99	110.45	
3	350.16	364.64	199.52	440.82	114.85	
4	360.41	379.85	202.09	383.27	105.65	
5	354.42	386.82	211.13	384.09	115.44	
6	356.85	372.83	214.76	436.25	102.75	
7	351.90	406.87	202.06	386.41	102.07	
8	352.53	432.01	203.51	397.54	101.30	
9	271.23	393.97	205.95	420.24	104.69	
10	360.14	391.46	296.77	453.54	1.4.65	
11	305.22	394.00	209.11	433.80	102.45	
12	351.93	367.79	207.74	420.24	97.90	
13	358.44	373.00	217.04	453.54	108.06	
14	362.05	402.69	212.81	392.22	106.36	
15	353.57	396.55	208.60	461.98		
16	349.58	366.27	200.55	411.78		
17	296.55	388.32	217.07	459.44		
18	362.96	402.69	191.05	394.03		
19	275.38	394.00	207.74	411.22		
20	351.94	417.07	214.79	443.36		
21	357.00	396.77	208.60	419.63		
22	295.15	367.79	217.04	393.18		
23	351.67	383.24	202.02	479.09		
24	391.46	366.27	215.36	383.00		
25	267.25	389.68	215.36	427.76		

Continuación Anexo 04


ÍTEM	Tiempos Corte segundos/pulgada	Tiempos Biselado segundos/pulgada	Tiempos Armado segundos/pulgada	Tiempos Soldadura segundos/pulgada
26	328.09	332.23	218.13	420.27
27	391.48	354.58	185.05	445.03
28	377.34	392.81	182.75	420.48
29	319.91	383.16	210.51	413.61
30	351.67	373.94	207.98	477.82
31	326.48		216.37	383.24
32	322.45		209.93	411.16
33	389.76		216.32	440.79
34	325.54		178.35	410.88
35	296.87		241.74	454.27
36	377.32		195.11	382.91
37	309.50		182.51	470.93
38	356.07		237.54	391.60
39	360.10		191.05	
40	330.75		199.69	
41	271.15		216.36	
42	306.87		241.83	
43	420.35		190.69	
44			209.58	
45			224.81	
46			211.97	
47			223.96	

Fuente: Elaboración propia


Anexo 05


		<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>				Código:	PPI-D-1
						Revisión:	00
						Página:	1 de 1
CONTROL DE DOCUMENTACIÓN							
ETAPAS INSPECCIONAR	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	MODO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	FRECUENC.	RESPONSABLE		
Revisión de Documentación Contractual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcance contractual</li> <li>Normas aplicables</li> <li>Ingeniería básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrato u orden de compra</li> <li>Especificaciones técnicas</li> <li>Propuestas de la empresa</li> <li>Planos de ingeniería básica</li> </ul>	Inicio de fabricación	Gerente de Operaciones		
Revisión de planos de detalle y de especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificaciones técnicas</li> <li>Cumplimiento de códigos y/o normas aplicables</li> <li>Requisitos de calidad</li> <li>Actualizaciones de cambio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Cálculos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de ingeniería de detalle</li> <li>Especificaciones técnicas</li> <li>Códigos y normas aplicables</li> <li>Documentación y/o transmittal del cliente</li> </ul>	Inicio de fabricación	Gerente de Operaciones Responsable de Planta		
Recepción de planos aprobados y emitidos para fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estatus por cliente</li> <li>Observaciones por el cliente</li> <li>Emisión y sello para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmittal del cliente</li> <li>Planos aprobados por el cliente</li> </ul>	Inicio de fabricación	Responsable de Planta		
Distribución de documentación (planos y especificaciones) a los responsables de la ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprobación para fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para fabricación</li> <li>Relaciones de planos y especificaciones aprobadas</li> </ul>	Inicio de fabricación	Responsable de planta		

Fuente: Elaboración propia

 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>					<b>Código:</b>	PPI-D-1
					<b>Revisión:</b>	00
					<b>Página:</b>	1 de 1
<b>RECEPCIÓN DE MATERIALES</b>						
<b>ETAPAS INSPECCIONAR</b>	<b>CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR</b>	<b>MODO DE INSPECCIÓN</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>	<b>FRECUENC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
Revisión de hojas de metrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Cantidad</li> <li>• Calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Códigos y normas aplicables</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Revisión del suministro (tuberías, accesorios y consumibles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de remisión de especificaciones técnicas</li> <li>• Hojas técnicas de materiales</li> <li>• Cantidades y dimensiones</li> <li>• Estado superficial del suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> <li>• Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de metrado</li> <li>• Órdenes de compra y/o servicio</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad Responsable de Logística	
Liberación física para uso en fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformidad de revisión de especificaciones técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmital del cliente</li> <li>• Planos aprobados por el cliente</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Conservación y almacenamiento de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales, productos y equipos de recepción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Relaciones de planos y especificaciones aprobadas</li> </ul>	100%	Responsable de Logística Inspector de Calidad	


Fuente: Elaboración propia

 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>					<b>Código:</b>	PPI-D-1
					<b>Revisión:</b>	00
					<b>Página:</b>	1 de 2
<b>ACTIVIDADES PREVIAS A LA SOLDADURA</b>						
<b>ETAPAS INSPECCIONAR</b>	<b>CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR</b>	<b>MODO DE INSPECCIÓN</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>	<b>FRECUENC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
Revisión de planos de fabricación y de los procesos a emplear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría de las juntas</li> <li>• Tipo de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para construcción</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> </ul>	100%	Responsable de Planta Inspector de Calidad	
Selección de proceso (s) a emplear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparativo de procesos de soldadura.</li> <li>• Disponibilidad de equipos y mano de obra calificada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Códigos y normas aplicables</li> <li>• Catálogos, hojas técnicas y manuales.</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Selección y presentación de procedimiento de soldadura (WPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material base</li> <li>• Material de aporte</li> <li>• Variable de soldadura</li> <li>• Detalle de la junta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> <li>• Planos de fabricación</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Selección y presentación de registro de calificación de procedimiento (PQR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión y rango calificado</li> <li>• Parámetro de soldadura</li> <li>• Criterios de aceptación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe técnico de ensayos de probetas</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	

 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>					<b>Código:</b>	PPI-D-1
					<b>Revisión:</b>	00
					<b>Página:</b>	2 de 2
<b>ACTIVIDADES PREVIAS A LA SOLDADURA</b>						
<b>ETAPAS INSPECCIONAR</b>	<b>CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR</b>	<b>MODO DE INSPECCIÓN</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>	<b>FRECUENC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
Calificación de soldadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones de las probetas</li> <li>• Material base</li> <li>• Posición de la soldadura</li> <li>• Destreza y técnica</li> <li>• Pruebas para realizar</li> <li>• Parámetros de soldadura</li> <li>• Ejecución de soldadura en probetas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para construcción</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> <li>• Resultados de pruebas</li> <li>• Instrumentos de calidad aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Registro de lista de soldadores calificados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de ensayos de probetas</li> <li>• Registro de calificación de soldadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportes de ensayos destructivos y/o no destructivos</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	


*Fuente:* Elaboración propia




 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>					<b>Código:</b>	PPI-D-1
					<b>Revisión:</b>	00
					<b>Página:</b>	1 de 2
<b>CORTE, BISELADO, ARMADO Y SOLDEO</b>						
<b>ETAPAS INSPECCIONAR</b>	<b>CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR</b>	<b>MODO DE INSPECCIÓN</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>	<b>FRECUENC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
Control dimensional antes y después de realizar los cortes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones de partes</li> <li>• Tolerancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Planos de distribución de cortes</li> </ul>	100%	Responsable de Planta Inspector de Calidad	
Control dimensional de los biselados de las juntas previas a soldar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría de la junta</li> <li>• Ángulo de bisel de la junta</li> <li>• Dimensión del talón de raíz</li> <li>• Tolerancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Especificación de procedimiento de soldadura WPS</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Procesos de armado y apuntalado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría de la junta</li> <li>• Dimensiones de armado</li> <li>• WPS</li> <li>• Abertura de la raíz</li> <li>• Alineamiento</li> <li>• Calificación de soldadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Especificación de procedimiento de soldadura WPS</li> <li>• PQR</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	

		<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>				Código:	PPI-D-1
						Revisión:	00
						Página:	2 de 2
<b>CORTE, BISELADO, ARMADO Y SOLDEO</b>							
ETAPAS INSPECCIONAR	CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	MODO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	FRECUENC.	RESPONSABLE		
Proceso de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secuencias de soldadura</li> <li>• Selección de aporte</li> <li>• Parámetros de soldadura</li> <li>• Limpieza entre pases</li> <li>• Tolerancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• WPS y PQR aprobados</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad		
Inspección visual del proceso de soldadura antes, durante y después.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discontinuidades superficiales</li> <li>• Parámetros de soldeo</li> <li>• Limpieza entre pases</li> <li>• Material de aporte</li> <li>• Tolerancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• WPS y PQR aprobados</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad		
Ensayos no destructivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos penetrantes</li> <li>• Partículas magnéticas</li> <li>• Radiografía industrial</li> <li>• Ultrasonido</li> <li>• Tratamientos térmicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad		


Fuente: Elaboración propia


 <b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b>					<b>Código:</b>	PPI-D-1
					<b>Revisión:</b>	00
					<b>Página:</b>	1 de 1
<b>INSPECCIÓN FINAL Y ALMACENAMIENTO</b>						
<b>ETAPAS INSPECCIONAR</b>	<b>CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR</b>	<b>MODO DE INSPECCIÓN</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>	<b>FRECUENC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
Chequeos dimensionales finales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Espesores</li> <li>• Refuerzo de la soldadura</li> <li>• Limpieza superficial</li> <li>• Discontinuidades superficiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos aprobados para fabricación</li> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• WPS y PQR aprobados</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Revisión final de las juntas soldadas en su conjunto previo a su almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento del plan de puntos de inspección</li> <li>• Levantamiento de observaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Plan de calidad</li> <li>• Códigos y normas aplicables</li> </ul>	100%	Inspector de Calidad	
Almacenamiento de productos semi terminados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento del plan de calidad y plan de puntos de inspección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas</li> <li>• Plan de calidad</li> </ul>	100%	Responsable de Logística Inspector de Calidad	

*Fuente:* Elaboración propia

		<b>CONTROL DE CALIDAD</b>						Código:		RM-F-01
		NOMBRE DEL PROYECTO						Revisión:		00
		<b>REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES</b>						Página:		1 de 1
<b>1.- DATOS PERSONALES</b>										
REGISTRO No:			ESPECIFICACION DE REFERENCIA:				ESTÁNDAR DE REFERENCIA:			
DESIGNACIÓN			INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:							
RESPONSABLE:										
<b>2.- INSPECCIÓN</b>										
ÍTEM	FECHA DE RECEPCIÓN	DE CANT.	DESCRIPCIÓN MATERIAL	PROVEEDOR	CERTIFICADO CALIDAD	Nº ORDEN DE COMPRA	RESULTADO PARCIAL	CORRECCIÓN	RESULTADO FINAL	
LEYENDA: C = Conforme NC = No Conforme										
<b>3.- OBSERVACIONES:</b>										
<b>4.- APROBACIÓN</b>										
CONTROL DE CALIDAD			PRODUCCIÓN				CLIENTE			
NOMBRE:			NOMBRE:				NOMBRE:			
Firma:			Firma				Firma:			
FECHA:			FECHA:				FECHA:			

Fuente: Elaboración propia

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>						<b>Código.</b>	CD-F-01
	NOMBRE DEL PROYECTO						<b>Revisión:</b>	00
	<b>REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL</b>						<b>Hoja:</b>	1 de 1
<b>1.- DATOS PERSONALES:</b>								
<b>Registro N°:</b>				<b>Estándar de Referencia:</b>				
<b>Designación:</b>				<b>Especificación de Referencia</b>				
<b>Responsable:</b>				<b>Instrumento de Medición</b>				
<b>Plano de Referencia:</b>				<b>Tag:</b>				
<b>2.- INSPECCIÓN:</b>								
TAG	DIMENSIÓN	Cota 01 (mm)	Cota 02 (mm)	Cota 03 (mm)	Cota 04 (mm)	Cota 05 (mm)	Cota 06 (mm)	
	Cota Nominal							
	Cota Real							
	Variación							
<b>LEYENDA: C = Conforme    NC = No Conforme</b>								
<b>3.- OBSERVACIONES:</b>								
<b>4.- APROBACIÓN FINAL:</b>								
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>			<b>PRODUCCIÓN</b>			<b>CLIENTE</b>		
<b>NOMBRE:</b>			<b>NOMBRE:</b>			<b>NOMBRE:</b>		
<b>Firma:</b>			<b>Firma:</b>			<b>Firma:</b>		
<b>FECHA:</b>			<b>FECHA:</b>			<b>FECHA:</b>		

		<b>CONTROL DE CALIDAD</b>							<b>Código.</b>	IV-F-01		
		NOMBRE DEL PROYECTO							<b>Revisión:</b>	00		
		<b>REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA</b>							<b>Hoja:</b>	1 de 1		
<b>1.- DATOS PERSONALES:</b>												
<b>Registro N°:</b>						<b>Estándar de Referencia:</b>						
<b>Designación:</b>						<b>Especificación de Referencia</b>						
<b>Responsable:</b>						<b>Instrumento de Medición</b>						
<b>Plano de Referencia:</b>						<b>Tag:</b>						
<b>2.- INSPECCIÓN:</b>												
Código de Junta	Tipo Preparación de Juntas		Código del Soldador	Posición	Lugar de Ejecución	WPS	Inspección Visual		Líquidos Penetrantes		Radiografía Industrial.	
	Tope	Filete					Resultado	Fecha	Resultado	Fecha	Resultado	Fecha
<b>LEYENDA: C = Conforme      NC = No Conforme</b>												
<b>3.- OBSERVACIONES:</b>												
<b>4.- APROBACIÓN FINAL:</b>												
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				<b>PRODUCCIÓN</b>				<b>CLIENTE</b>				
<b>NOMBRE:</b>				<b>NOMBRE:</b>				<b>NOMBRE:</b>				
<b>Firma:</b>				<b>Firma:</b>				<b>Firma:</b>				
<b>FECHA:</b>				<b>FECHA:</b>				<b>FECHA:</b>				

Fuente: Elaboración propia



Anexo 06

	<b>NIVEL DE PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA MEJORA</b>
---	--

Empresa: <u>Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.</u>	Observado por: <u>Luis Alberto Cruzado Moreno</u>
Área: <u>Área de soldadura de tuberías</u>	<u>Marcos Nuñez Gasco</u>
Proceso: <u>Soldadura</u>	Fecha: <u>Desde 16/09/2019 hasta 09/11/2019</u>
Turno: <u>Día (8 horas)</u>	

Orden de fabricación	Pedido (pulgadas diametrales de soldadura)	Tiempo programado (horas)	Tiempo empleado (horas)	Cantidad mano de obra directa	Cantidad producida por hora	productividad (unidades/horas*persona )
4C10-H1	1300	52	80	10	16.25	1.63
4C10-H2	1500	60	96	10	15.63	1.56
4C10-H3	800	32	48	10	16.67	1.67
4C10-H4	900	36	56	10	16.07	1.61
4C10-H5	1200	48	72	10	16.67	1.67
5B18-H1	1400	56	88	10	15.91	1.59
5B18-H2	1500	60	88	10	17.05	1.70
5B18-H3	1200	48	80	10	15.00	1.50
5B18-H4	850	34	56	10	15.18	1.52
5B18-H5	1000	40	64	10	15.63	1.56
5B18-H6	1300	52	80	10	16.25	1.63
1011-H1	1500	60	96	10	15.63	1.56

Fuente: Elaboración propia



Anexo 07

	<b>NIVEL DE NO CONFORMIDADES EN LAS JUNTAS SOLDADAS ANTES DE LA MEJORA</b>
---	--

Empresa:	Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L	Observado por:	Luis Alberto Cruzado Moreno
Área:	Área de soldadura de tuberías		Marcos Nuñez Gasco
Proceso:	Soldadura	Fecha:	Desde 16/09/2019 hasta 09/11/2019
Turno:	Día (8 horas)		

Orden de fabricación	Producido	Defectos en el proceso de soldadura			Total juntas No Conformes	Total soldaduras conformes
		Corte	Biselado	Soldadura		
4C10-H1	1200	115	95	45	255	945
4C10-H2	1500	125	102	48	275	1225
4C10-H3	800	98	92	35	225	575
4C10-H4	900	102	98	42	242	658
4C10-H5	1200	120	98	47	265	935
5B18-H1	1400	105	102	55	262	1138
5B18-H2	1500	115	105	57	277	1223
5B18-H3	1200	116	106	53	275	925
5B18-H4	850	92	88	41	221	629
5B18-H5	950	102	96	45	243	707
5B18-H6	1200	112	102	55	269	931
1011-H1	1450	118	108	58	284	1166
<b>Total</b>	<b>14150</b>				<b>3093</b>	<b>11057</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 08



**NIVEL DE PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA MEJORA**

Empresa: <u>Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.</u>	Observado por: <u>Luis Alberto Cruzado Moreno</u>
Área: <u>Área de soldadura de tuberías</u>	<u>Marcos Nuñez Gasco</u>
Proceso: <u>Soldadura</u>	Fecha: <u>Desde 02/03/2020 hasta 30/04/2020</u>
Turno: <u>Día (8 horas)</u>	

Orden de fabricación	Pedido (pulgadas diametrales de soldadura)	Tiempo programado (horas)	Tiempo empleado (horas)	Cantidad mano de obra directa	Cantidad producida por hora	productividad (unidades/horas*persona )
4D28-H1	1550	60	57	14	27.19	1.94
PF-RLP21	1250	48	47	14	26.60	1.90
4D10-H3	1500	58	56	14	26.79	1.91
4D28-H3	1800	69	67	14	26.87	1.92
SW-H1	1550	60	57	14	27.19	1.94
SW-H2	2000	77	73	14	27.40	1.96
SW-H3	1280	49	47	14	27.23	1.95
SW-H4	1300	50	48	14	27.08	1.93
SW-H5	1750	67	64	14	27.34	1.95
5H68-H1	2000	77	75	14	26.67	1.90
5H68-H2	1650	63	60	14	27.50	1.96
5H68-H3	1450	56	54	14	26.85	1.92

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09

	<b>NIVEL DE NO CONFORMIDADES EN LAS JUNTAS SOLDADAS DESPUES DE LA MEJORA</b>
---	--

Empresa:	Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L	Observado por:	Luis Alberto Cruzado Moreno
Área:	Área de soldadura de tuberías		Marcos Nuñez Gasco
Proceso:	Soldadura	Fecha:	Desde 02/03/2020 hasta 30/04/2020
Turno:	Día (8 horas)		

Orden de fabricación	Producido	Defectos en el proceso de soldadura			Total juntas No Conformes	Total soldaduras conformes
		Corte	Biselado	Soldadura		
4D28-H1	1550	43	39	10	92	1458
4D28-H2	1250	32	24	9	65	1185
4D10-H3	1500	47	45	9	101	1399
4D28-H3	1800	52	48	10	110	1690
SW-H1	1550	42	36	8	86	1464
SW-H2	1650	47	41	7	95	1555
SW-H3	1280	39	36	6	81	1199
SW-H4	1200	35	32	5	72	1128
SW-H5	1350	38	34	3	75	1275
5H68-H1	1850	64	43	12	119	1731
5H68-H2	1650	54	49	10	113	1537
5H68-H3	1450	42	38	8	88	1362
<b>Total</b>	<b>18080</b>				<b>1097</b>	<b>16983</b>


Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

		CUADRO DE COSTOS PARA LA INVERSIÓN		
<b>Empresa:</b> Construcciones Metálicas y Montaje ABG S.R.L.		<b>Elaborado por:</b> Luis Alberto Cruzado Moreno		
<b>Área:</b> Área de soldadura		<b>Aprobado por:</b> Ing. Erick Rodríguez Arroyo		
<b>Proceso:</b> Soldadura		Marcos Nuñez Gasco		
CURSOS DE CAPACITACIÓN				
Descripción	Cantidad	Costo x hora	Cantidad horas x año	Costo parcial
Costo de tiempo del oficial	9	S/.7.50	144.00	S/.9,720.00
Costo de tiempo del soldador	4	S/.12.50	64.00	S/.3,200.00
Costo de tiempo del experto	1	S/.150.00	16.00	S/.2,400.00
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>S/.15,320.00</b>
COSTO MANO DE OBRA DIRECTA				
Descripción	Cantidad	Sueldo mensual	Cantidad meses	Costo parcial
Oficiales	3	S/.1,800.00	12.00	S/.64,800.00
Soldador	1	S/.3,000.00	12.00	S/.36,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/.100,800.00</b>
EQUIPOS DE GIRO				
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial	
Maquinas de soldar multiproceso	1	S/.8,200.00	S/.8,200.00	
Esmeril de mano	3	S/.350.00	S/.1,050.00	
Mesas metálicas	3	S/.545.00	S/.1,635.00	
		<b>TOTAL</b>	<b>S/.10,885.00</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

		REGISTRO DE CAPACITACIÓN				CÓDIGO	SIG-GI-F-05		
						REVISIÓN	0		
						PÁGINA	1 de 1		
<b>DATOS DEL EMPLEADOR</b>									
<b>RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL</b>		CONSTRUCCIONES METÁLICAS Y MONTAJE ABG S.R.L.		<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA:</b>		METALMECÁNICA			
<b>DOMICILIO (Dirección, Distrito, Departamento, Provincia):</b>				Mz. D, Lote 1, Urb. Grimanesa, Callao					
<b>RUC.</b>	20122545637	<b>FECHA</b>		<b>CÓDIGO DE INFORMACIÓN</b>					
EN CUMPLIMIENTO DE:									
ISO 9001	<input type="checkbox"/>	ISO 14001	<input type="checkbox"/>	OHSAS 18001	<input type="checkbox"/>	LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
<b>EXPOSITOR:</b>				<b>FIRMA DEL EXPOSITOR:</b>					
<b>LUGAR:</b>				<b>INSTITUCIÓN:</b>					
INDUCCIÓN	<input type="checkbox"/>	CHARLA DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/>	DIFUSIÓN	<input type="checkbox"/>	CAPACITACIÓN	<input type="checkbox"/>	HORA DE INICIO:	
REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN	<input type="checkbox"/>	REUNIÓN DE APERTURA	<input type="checkbox"/>	REUNIÓN DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>	HORA FIN:	
<b>CURSO Y/O TEMA:</b>									
<b>RESUMEN DEL TEMA:</b>									
N°	NOMBRE(S) Y APELLIDOS	PERSONAL		CARGO	PROCESO O ÁREA	N° DNI	FIRMA		
		INTERNO	EXTERNO						
1									
2									
3									
4									
5									
<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>									
<b>NOMBRE:</b>					<b>FIRMA:</b>				
<b>CARGO:</b>									

Fuente: Elaboración propia

