



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Mejora de la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza S.R.L, Talara, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. García Aquino, Rony Luis (ORCID: 0000-0001-9543-2452)

ASESORA:

Mg. Guerrero Millones, Ana María (ORCID: 0000-0001-7668-6684)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Piura-Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A mi familia, a mis padres por el apoyo incondicional, a mis hijas y esposa origen de mi motivación, a mis compañeros, a mis maestros que siempre inculcaron lo mejor y a todas aquellas personas que estuvieron cerca de mí.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, fuente de motivaciones y de grandes valores inculcados

A mis profesores de toda la carrera, grandes profesionales persuadiendo la educación

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</small>	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 05 Fecha : 23-03-2015 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

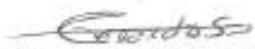
El Jurado en cargado de evaluar la tesis presentada por don (a)

*García Aguirre Ray*

cuyo título es: *Mejora de la Productividad en el Proceso De*  
*Soldadura Mediante la Metodología 5S5 Sigma*  
*En la Empresa Fertiliza S.R.L., Tarma, 2015.*

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante, otorgándole el calificativo de: *12* (número) *D.O.S.P.* (letras).

Trujillo (o Filial) *Rura* de *Julio* Del 201*9*

  
 .....  
 Mg. Gerardo Sosa Rente  
**PRESIDENTE**

  
 .....  
 Mg. Hilda Seminario Astranz  
**SECRETARIO**

  
 .....  
 Vócal  
**VÓCAL**



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

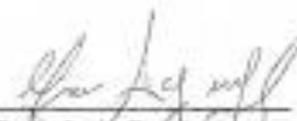
Yo, Rony Luis García Aquino, estudiante de la carrera de ingeniería Industrial de la escuela de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI: 44532964 con la tesis titulada "Mejora de la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza S.R.L., Talara, 2018"

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis no ha sido auto plagada es decir, dicha tesis ha sido utilizada para obtener algún grado previo o título profesional.
4. Los datos presentados en la tesis son reales, no han sido falseados ni copiados, por lo tanto, los resultados obtenidos en la investigación se constituirán en aporte a la realidad investigada.

De identificarse la presencia de plagio o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Piura, 20 de junio del 2019



Rony Luis García Aquino

DNI: 44532964

## ÍNDICE

Carátula _____	i
Dedicatoria _____	ii
Agradecimiento _____	iii
Página del jurado _____	iv
Declaratoria de autenticidad _____	v
Índice _____	vi
Índice de tablas _____	vii
RESUMEN _____	viii
ABSTRACT _____	ix
I INTRODUCCIÓN _____	1
II MÉTODO _____	13
2.1. Tipo y Diseño de investigación _____	13
2.3. Población, muestra y muestreo _____	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad _____	15
2.5. Métodos de análisis de datos _____	17
2.6. Aspectos éticos _____	19
III RESULTADOS _____	20
IV. DISCUSIÓN _____	288
V. CONCLUSIONES _____	300
VI. RECOMENDACIONES _____	311
REFERENCIAS _____	322
ANEXOS _____	366
ANEXO 01: DOCUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS _____	37
ANEXO 02: DOCUMENTOS DE VALIDACIÓN DE DATOS _____	42
ANEXO 03: NORMATIVAS, MEJORAS Y APLICACIÓN DE LAS SEIS SIGMA _____	69
ANEXO 04: ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS _____	98
ANEXO 05: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPERTORIO _____	100
ANEXO 06: AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN _____	101

## Índice de tablas

Tabla 1: <i>Matriz de Operacionalización de variable</i> .....	14
Tabla 2: <i>Indicadores, unidad de análisis, técnicas e instrumentos</i> .....	16
Tabla 3: <i>implementación de mejora</i> .....	22
Tabla 4: <i>Data de los nuevos resultados extraídos en el mes de mayo después de la implementación de la metodología Seis Sigma</i> .....	26
Tabla 5: <i>Data de los nuevos resultados extraídos en el mes de mayo después de la implementación de la metodología Seis Sigma</i> .....	27
Tabla 6: <i>Conversión del DPMO a nivel Sigma</i> .....	69
Tabla 7: <i>Gestión de riesgos y prevención de desastres</i> .....	73
Tabla 8: <i>Mapa de procesos</i> .....	81
Tabla 9: <i>Diagrama de análisis de proceso</i> .....	82
Tabla 10: <i>Definición de equipo y roles</i> .....	83
Tabla 11: <i>Herramienta porqué/porqué</i> .....	89
Tabla 12: <i>Implementación de mejora</i> .....	90
Tabla 13: <i>Programa de capacitaciones en estándares de calidad</i> .....	92
Tabla 14: <i>Parámetros de tratamiento termico</i> .....	93
Tabla 15: <i>Personal para la implementación</i> .....	96
Tabla 16: <i>recursos por capacitación</i> .....	97
Tabla 17: <i>recursos materiales</i> .....	97
Tabla 18: <i>costo total</i> .....	97

## RESUMEN

La investigación denominada mejora de la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza S.R.L, Talara 2018. Tuvo como objetivo principal determinar en qué medida se mejorará la productividad en el proceso de soldadura. La cual tuvo como variable independiente la metodología Seis Sigma y como variable dependiente la productividad.

El diseño de la investigación que se aplicó es de tipo pre-experimental, con una población de 16 servicios de soldadura ejecutados en un periodo de un mes, como la población fue reducida no hubo muestra. A los cuales se les aplicó las técnicas e instrumentos de recolección de datos como: lista de cotejos, guía de análisis documental y cuestionario.

La investigación tuvo como resultado el incremento de la productividad en un 16%, el cual se obtuvo mediante la mejora de la eficiencia y la eficacia. Mediante la implementación de capacitaciones en tema de estándares de calidad, parámetros de (PWHT) tratamiento térmico e implementación de formatos de lista de cotejos a las herramientas y equipos.

Mediante los instrumentos aplicados en la investigación se pudo identificar las causas que eran la fuente de la mala productividad en el proceso de soldadura, posterior a ello, mediante la metodología Seis Sigma se diseñaron soluciones a los posibles problemas detectados que en su mayoría eran las malas condiciones en que se encontraban las máquinas y equipos como también la falta de conocimientos en los operadores de la empresa Fortaleza S.R.L.

**Palabras claves:** Seis Sigma, Proceso, Soldadura y Productividad

## **ABSTRACT**

The research called Improvement of the productivity in the welding process through the Six Sigma methodology in the firm Fortaleza S.R.L, Talara 2018. Its main objective was to determine to what extent the productivity in the welding process will be improved. Which had as an independent variable the Six Sigma methodology and as a dependent variable productivity.

The design of the research that was applied is of pre-experimental type, with a population of 16 welding services executed in a period of one month, as the population was reduced there was no sample. To which are applied the techniques and data collection instruments such as, list of collations, document analysis guide and questionnaire.

The research resulted in an increase in productivity by 16%, which was obtained by improving efficiency and effectiveness. Through the implementation of training on the subject of quality standards, parameters of (PWHT) heat treatment, and implementation of checklist formats for tools and equipment.

Through the instruments applied in the research it was possible to identify the causes that were the source of the bad productivity in the welding process, afterwards, through the Six Sigma methodology solutions were designed to the possible problems detected that were mostly bad conditions in which the machines and equipment were found as well as the lack of knowledge in the operators of the company Fortaleza SRL

**Keywords:** Six Sigma, Process, Welding and Productivity

# I INTRODUCCIÓN

A continuación, se detallará la (realidad problemática, antecedentes de investigación, teorías con relación al tema, formulación problemática, justificación, hipótesis y objetivos) para el desarrollo del capítulo I.

Hoy en día las compañías que brindan los trabajos para realizar el servicio de soldadura (tendido de línea) en la ciudad de Talara, les es indispensable, ya que el mismo es importante para el transporte del crudo, desde su lote hacia refinería. Dicha operación consiste en unir tuberías de diversos diámetros (juntas a tope) y diferentes aceros, por el proceso de soldadura de acuerdo a normas internacionales como: ASME (Sociedad Americana De Ingenieros Mecánicos), o API (Instituto Americano Del Petróleo) las cuales dan pautas mediante procedimientos de cómo realizar el trabajo, que en muchos casos el personal desconoce.

El estudio se realiza en la empresa Fortaleza S.R.L. La cual se encuentra ubicada en la Zona industrial S/N Pariñas de la ciudad de Talara, cuenta con 30 colaboradores, dedicada a brindar servicio de tendido de línea, tanques para almacenamiento de crudo, estructuras metálicas y servicios varios de soldadura.

La empresa Fortaleza S.R.L está pasando por una fase crítica debido al proyecto de modernización de refinería de Talara su personal opto por dejar de laborar en la misma. En estos momentos la empresa se ve con la necesidad de contratar nuevo personal el mismo que se tiene que venir capacitando día a día.

Según datos históricos la empresa, antes de que hubieran cambios sus ingresos en la empresa tenía ganancia totales del 50% por los servicio cotizado, los desperdicios eran solo del 5% del total del material al ejecutar el trabajo, por desconocimiento de las actividades el personal de la empresa genera horas muertas que van en aumento al realizar las operaciones en la ejecución del proceso.

Uno de los problemas principales en la productividad en el servicio de soldadura se ve reflejado en el desconocimiento del acero al carbono (composición química “aleaciones”) ya que, el proceso de algunos se debe realizar con tratamiento térmico (llevar la tubería a una temperatura requerida por el tipo de acero, según procedimientos

de trabajo) el cual tiene un tiempo de ejecución de 12 horas, por no aplicarse se tiene que cortar la tubería lo que conlleva a realizar todo el proceso de soldeo nuevamente, en el cual se pierden 2 a 3 días por re-trabajo que significan pérdidas económicas para la empresa, ya que el costo es por pulgada lineal (10 dólares), y el incumplimiento con el cliente genera una penalidad que en muchas veces es una multa (realizar un pago). En muchos servicios la ganancia se ha reflejado como 0, hace 2 meses se generó un servicio en el cual se perdió aproximadamente 3000 dólares, viéndose este acontecimiento por primera vez en la empresa, afectando la economía de la misma.

Otro re-trabajo se genera cuando se realizan los ensayos de calidad de soldadura, muchas veces se detectan juntas con porosidad, lo que por norma se establece que la junta se repare, generando más pérdidas económicas.

Estos sucesos son los que están generando desprestigio hoy en día en la empresa, ya que los clientes están perdiendo la confianza ganada, desde muchos años atrás, se percibe que los clientes ya no están invitando a las cotizaciones, que son los concursos para obtener y realizar un servicio, siendo esto increíble para la gerencia, ya que siempre la empresa fue la pionera. Si se continúa así, se perderá la reputación y el nivel de aceptación será “nada” como ya se está viendo en los cuadros estadísticos de servicios realizados mensualmente.

La presente investigación se basará en la aplicación de la metodología Seis Sigma (DMAIC), la cual consta en (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), para poder aumentar la productividad en el proceso de producción en el servicio de soldadura. Visto los acontecimientos se realizó un análisis causa-efecto utilizando el diagrama de ishikawa, donde se verán algunas de las principales causas de la mala productividad

Saavedra, Jorge (2016) en su tesis emplea la metodología Seis Sigma en la gestión del departamento de mantenimiento del hospital San Rafael, Santa Tecla para obtener mejora continua, contribuyendo a mejoras de sistemas de gestión en los trabajos que se vienen desarrollando en el área de sostenimiento del Hospital San Rafael, se propuso una idea aplicando el método DMAIC (Define, Mide, Analiza, Mejora y Controla) que permitió determinar las amenazas, realizar un estudio profundo de los procedimientos insertes, examinar las raíces que lo producen, implementar diseños, determinar planes que permitan una alta mejora y llevar el control de todas las actividades de producción. La metodología empleada en esta investigación fue no experimental cuantitativa, con un

diseño transeccional descriptivo, aplicando como técnicas la recolección de datos: La entrevista, la encuesta y la verificación de procesos, a una población de 60 personas. Concluyendo que se debe definir de forma clara el proceso, bajo el cual se dará la comunicación de los servicios con el departamento de mantenimiento, como también debe existir un compromiso de la dirección y administración, participando de manera proactiva y brindando los recursos necesarios, para que esta sea promovida por toda la institución y se pueda realizar un correcto despliegue de la filosofía de mejora continua.

Moreno, Milagros (2017) en la tesis donde le permite incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017 aplicando la metodología seis sigma para, la cual consta del objetivo que le permite determinar en qué medida la aplicación de la metodología Seis Sigma incrementa la productividad en la misma, con un diseño experimental de tipo cuasi experimental con un tipo de investigación aplicada de tipo explicativo y descriptivo. Con una población de 10 personas que son los que conforman el área de pulido. El cual concluye que la productividad incremento en un 47%.

Bernardo, Katherine. PAREDES, Jennifer. Con su tesis donde emplea mejorar el proceso de registro de matrícula, en la universidad autónoma del Perú aplicando la metodología Seis Sigma para obtener el grado de ingeniería de sistemas en la Universidad Autónoma del Perú, facultad de ingeniería (2016). La cual tiene como objetivo principal para mejorar el proceso de Registro de Matricula en la misma universidad aplicando la metodología Seis Sigma. Desarrollando el método explicativo y descriptivo donde explicó la relación de causa-efecto entre las dos variables. Llegando a la conclusión que se logró la comprobar que la aplicación de la metodología Seis sigma en el registro de matrícula llegando a incrementar el porcentaje, así como el nivel sigma en un principio era de 0.5 sigma posteriormente a la aplicación paso a 1.8 sigma. Mejorando los tiempos de ciclo, minimizando costos, optimizando recursos, durante el proceso de matrícula vía web utilizando algunas herramientas como Promodel y Bizagi. Lo que llevo a recomendar así continuar con la metodología Seis sigma para toda el área de servicios académicos.

Almeida, Jhony. OLIVARES, Nilton. Diseñaron e implementaron un proceso que les permitió obtener la mejora continua en la fabricación de prendas de vestir Modetex. Tesis que les permitió obtener el grado de Ingeniería Industrial en la Universidad de San

Martin de Porres, facultad de ingeniería (2013). Teniendo como objetivo la determinación de qué manera mejorara el ordenar los puestos de trabajos, los equipos y las maquinarias consiguiendo brindar mayor seguridad a los empleados. Empleando el método cuantitativo. Obteniendo como resultados y conclusiones más resaltantes donde se determinó que por no haber implementado un sistema de producción para los pedidos generando el problema de demora en las fechas de entrega de los productos, con la aplicación de la metodología 5S le permitió el aumento de la productividad y la eficiencia, de esta manera mejoro las distintas formas de trabajar permitiendo optimizar la fecha de entrega a los clientes. Mejorando las condiciones de trabajo gracias a su implementación con 5S, en la actualidad tiene un 69% e irá aumentando con el tiempo. Logrando la mejora de la eficiencia pasando de 69.03% a 80.15%, pero con el transcurso del tiempo se llegara a 100%.

Moisés, Carlos (2013) en su tesis donde realiza un diagnóstico y propone realizar la mejora de procesos aplicando la metodología Seis Sigma para una fábrica que se encarga del mantenimiento y reposición de mobiliario para supermercados y tiendas comerciales, contribuyendo a la mejora en procesos en la fábrica de mantenimiento, se aplicó como herramienta de la mejora continua el Seis Sigma, la cual en extracto facultará a mejorar el proceso de pintado en polvo. La metodología empleada en esta investigación fue no experimental cuantitativa, con diseño transeccional descriptivo, el cual tiene como técnica de recolección de datos los cuestionarios y resultados de experimentos hechos a unas muestras de la pintura, a una población de 50 personas que forman parte del proceso, el cual se concluye que obteniendo el apoyo de todo el equipo con esmero y dirigiéndose a lograr los objetivos de la empresa, se lograra la mejora del proceso de pintado, que es el objetivo de este estudio.

Pereda, Jorge (2016) en la tesis donde pretende incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa transportes cruz del Sur S.A.C. ubicado en el distrito de Ate, año 2017, aplicando la metodología seis sigma. La cual tuvo como objetivo general la determinación de la aplicación de las Seis Sigma para incrementa la productividad en el Almacén de Economato de la misma, con un diseño experimental de finalidad aplicada y por la profundidad pertenece al de tipo descriptivo teniendo como población 634 artículos en el almacén empleando como técnicas e instrumentos de recolección de datos la observación y hojas de registro concluyendo que los niveles de inventario disminuyeron en 22,543.220 en el periodo de un año

Flores, Judith (2017) con su tesis donde le permitió implementar la herramienta Seis Sigma para mejorar la calidad del área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial SAC, 2017”, la presente investigación tuvo como objetivo general la implementación de la herramienta Seis Sigma que le permitirá mejorar la calidad en el área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial, con un diseño experimental, con un alcance longitudinal, teniendo como técnicas de recolección de datos la observación con sus instrumentos como son: ficha de reproducibilidad, ficha de requerimiento de productos y repetitividad, ficha de rendimiento de proceso, ficha de índice de capacidad de proceso los cuales se aplicaran a una muestra de 300 piezas de acero trabajadas en el área de mecanizado concluyendo que la implementación de la herramienta Seis Sigma mejora el rendimiento del proceso, como también mejora la capacidad del proceso y cumpliendo con el objetivo del tema se dice que también mejoro la calidad en el área de mecanizado debido a que la media después es mayor que la media antes ( $0.2252 > 0.0543$ ).

Rojas, Javier (2014) con su tesis donde realiza minimizar el consumo de las cuchillas en el proceso de corte en la fabricación de papel Tissue aplicando la metodología Seis Sigma, el estudio se realizó con el fin de acabar con los ambiguos mostrados en el área de corte (uso repetido de cuchillas), el cual se implementó por medio del método Seis Sigma, la que en recopilación permitió identificar los procesos, estableció la línea base del proyecto, para mejorar y disminuir el excesivo consumo de cuchillas. la metodología empleada en esta investigación fue descriptiva y proyectista, con un diseño cuasi-experimental, la misma que tiene como herramientas de recolección de datos los libros de Excel a una población que está constituida por los procesos de la planta de producción, Se pudo concluir que mediante la aplicación de Seis Sigma el ingreso incremento, siendo de beneficio para la empresa como para los colaboradores, la productividad se duplico gracias a los estudios realizados con muchas responsabilidades por parte de todo el grupo que conforma la compañía.

Teniendo como teorías relacionadas al tema las siguientes:

La productividad: Cruelles (2012) define la productividad como unidad de medida de lo producido en relación a la materia prima como los elementos que se emplearon para alcanzarla.

Sumanth David (1984) Nos indica que la relación que existente entre cantidad producida y los insumos utilizados dentro de un mismo proceso productivo. No es la medida de la producción más bien es la medida del uso eficiente de los recursos para tener resultados deseados

Como también Gutiérrez (2013), nos dice que tiene que ver con los resultados obtenidos en un proceso o en un sistema, por lo que aumentar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos y lo formula de la siguiente manera:  $\text{productividad} = \text{eficiencia} \times \text{eficacia}$ .

Y contribuyendo López (2013), el autor citado afirma que la productividad es fundamental para competir entre personas, en la sociedad y los países. Menciona que lo principal es la calidad en cuantos productos y servicios por ofrecer. Los cuales marchan de la mano de procedimientos, reglamentos bajo directrices de normativas, sistemas tecnológicos y de creación. Por lo tanto, formula de la siguiente manera:  $\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Factores}$ .

Según Cruelles (2012) describe que se puede proponer de las siguientes formas:

Productividad total, afirma que es el cociente entre la producción total y todos los factores empleados, lo formula de la siguiente manera:  $\text{Producción total} = \text{Producción} / \text{Horas Hombre} + \text{Insumos} + \text{Ciencia} + \text{Terceros}$ .

Productividad multifactorial: Cruelles (2012) hace relación a lo producido con muchos agentes, formalmente faena y capital, lo formula de la siguiente manera:  $\text{Producción multifactorial} = \text{Lo producido} / \text{Mano de obra} + \text{Materiales}$ .

Productividad parcial: Cruelles (2012) determina que es el cociente entre la producción final y un solo factor, lo formula de la siguiente manera:  $\text{Productividad parcial} = \text{Producción} / \text{Mano de obra}$ .

Importancia de la productividad y de sus indicadores: Para Doerr (2006) la medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica. También define que los indicadores son el pilar más importante para el acrecentamiento de la organización.

Eficiencia y eficacia para medir la productividad: La eficiencia, García (2011) lo define, como la fracción de los recursos que se cotizaron para determinado servicio entre los que realmente se emplearon. Crea evocación a la eficiencia como el actuar de buena manera o realizar bien los servicios con determinados insumos, lo formula de la siguiente manera:  $\text{Servicios realizados} / \text{Material que se utilizó}$ . Para Gutiérrez (2013) nos dice que es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados

La eficacia: García (2011) hace relación a la fracción de las metas trazadas con los servicios realizados de las cuales obtiene respuestas. La unidad de medida con respecto a eficacia indicara en conclusión el servicio obtenido en un tiempo descrito. Colaborando con el concepto Cheavenato (2007) nos dice que es una medida del logro de resultados. Hace relación de los objetivos entre los resultados propuestos y lo formula de la siguiente manera:  $\text{Eficacia} = \text{número de horas programadas} / \text{número de horas alcanzadas}$ . Como también Gutiérrez (2013) lo define como el grado en el que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados.

Factores que aumentan la productividad de trabajo: Para Parkin, Michael, Esquivel, Gerardo y Muñoz, Mercedes (2007), los dividen en tres factores y los define de la siguiente manera: Bienes ya producidos, si incrementan los bienes ya producidos, crecerá la producción del trabajo. Con un esfuerzo que dé más producción, se dice, que se pueden expandir los bienes de fabricación, para la mejora de la economía. Amplificación humana: Si crece la productividad de la labor. Con un esfuerzo mucho más fructuoso, deberían de a ver más posibilidades de fabricación, que permitan que se expandan las economías. Ventaja tecnológica: Al obtener ventaja tecnológica la producción del trabajo se incrementará. Como se observa en los puntos anteriores, las oportunidades de fabricación o servicios de las economías se expandirán.

Metodología Seis Sigma: Valderrey (2011) determina, que la metodología Seis Sigma se personaliza métricamente, en un trabajo eficiente de su objetivo, por esta razón se desempeña con una forma de medir la ejecución de los procesos en cuanto al nivel de bienes o servicios conforme a sus descripciones creadas. A fin de que eficientemente signifique un progreso incesante de métodos de bienes o servicios, comprendida con la atención de herramientas industriales preparadas. Por otra parte, el objetivo de la misma es la fabricación de los productos con cero defectos o fallas.

Como también considera Hernández y Vizán (2013), que la metodología Seis Sigma es la prosperidad de técnicas, métodos y los resultados, enfocada en la rebaja de los desequilibrios de los procesos y las actividades que conllevan a las fallas. En cuanto a la metodología se busca la eliminación de fallas y errores en los productos, bienes o servicios para el mercado. El propósito del Seis Sigma es lograr un máximo de 3,4 desperfectos por millón de oportunidades. Aclarando que un desperfecto es cualquier error que no cumple con los requisitos ya establecidos por el consumidor.

Según Gutiérrez, Humberto. De la Varga, Román (2004) Métricas Seis Sigma. La Calidad Seis Sigma o los procesos Seis Sigma se centra en un concepto donde plantea que una aspiración o meta común en calidad para todos los procesos de una organización, dándole el nombre al programa de mejora Seis Sigma.

Miranda (2006, p. 11). Se debe entender que los clientes y los procesos son un sistema interrelacionado. Elaborar un sistema que permita obtener la capacidad de generar mayores ingresos obteniendo así mejores beneficios en muy corto tiempo. Para lograr dichos resultados es necesario concientizar una cultura de parte del empleado.

Distribución de los roles de la metodología Seis Sigma: Para Miranda, Luis (2006) conseguir obtener un compromiso por parte de los integrantes que van a permitir desplegar esta metodología, se creó una organización directora, por lo tanto, los roles y funciones se arrebataron de las artes marciales, posteriormente se describen los roles y las expectativas que se tienen:

Champion (campeón): Hacen referencia a los responsables del éxito de los proyectos (gerentes de plantas y gerentes de áreas), por lo tanto, son los que guían las decisiones de Seis Sigma, con la capacidad de administrar, dirigir, guiar y tener la visión del proyecto. Obteniendo resultados favorables para la organización.

Master Black Belt (maestro de cinta negra): Son los especialistas, conocedores de los conocimientos teórico y práctico muy avanzado de la metodología Seis Sigma, son los líderes que brindan asesoría a los proyectos. Por lo tanto, sus responsabilidades envuelven la conexión y la ejecución de la metodología en la empresa, en forma general se ofrecen al entrenamiento de la cinta negra.

Black Belt (Cinta Negra): Son los que tienen mayor experiencia y mucho reconocimiento por el personal, son los que lideran los proyectos Seis Sigma. Tienen

amplio conocimiento y buen manejo de la metodología, por lo que se les hace práctico aplicarlos en los proyectos Seis Sigma, en el cual dedican tiempo completo al desarrollo del proyecto.

Green Belt (Cinta Verde): Se les determina así a aquellos que tienen un buen discernimiento de la metodología en proporciones pequeñas si se hace comparación con un Black Belt (cinta negra), su dedicación es parcial en muchas ocasiones, encargados de solucionar problemas presentados en su área y en el trabajo en equipo.

Yellow Belt (Cinta Amarilla): Generalmente son los colaboradores de la empresa, que tienen mucho conocimiento de los problemas de la organización y se involucran tanto para sobrellevar al cambio de las buenas mejoras, que es el objetivo de la metodología.

Herramientas: Podríamos destacar a Gonzales, Fernando (2003) que manifiesta que el método DMAIC ordena aplicaciones para maximizar los resultados como herramientas no estadísticas, las cuales las constituyen los diagramas de flujo, matriz de causa efecto, herramientas de estadísticas básicas y avanzadas como Pareto, distribuciones de probabilidad, graficas de control, inferencia estadística, diseño de experimentos entre muchas herramientas más que contribuyen a la metodología.

Descripción de las fases de la metodología:

Fase de Definir: Nos dice Herrera, Roberto. Fontalvo, Tomás (2011) que hay criterios que deben de tomarse en cuenta en esta etapa de la definición, como son: Definir el objetivo del proyecto, las áreas donde se debe aportar las mejoras, tener en cuenta cual va a ser la trascendencia del proyecto, los que van a conformar los grupos de trabajo y en qué condiciones se encuentra el problema. Como también se debe de tener en cuenta la apreciación de los clientes tanto activos como potenciales, para consecutivamente tener en cuenta los recursos necesarios para dar medida a cada problema que se presente en la organización

Fase de Medir: Herrera, Roberto. Fontalvo, Tomás (2011) manifiestan que en esta etapa se debe calcular el trabajo de los procesos para mejorarlos mediante las herramientas. Es por ello el interés de los conocimientos que obtenga la empresa con respecto a la aplicación de las técnicas estadísticas, hace mención a dos objetivos fundamentales en la etapa medir, como son: Asemejar las causas y acopiar data que nos permita medir la dificultad.

Fase de Analizar: En esta fase Herrera, Roberto. Fontalvo, Tomás (2011) estiman que esta es la etapa más importante, porque en esta etapa se analiza toda la información sobre las deducciones vigentes y antiguas, para posteriormente identificar cual es la causa raíz de los problemas presentados para resolverse o establecer relaciones causa-efecto, como también, con el uso adecuado de las herramientas estadísticas contribuirá a un análisis que nos acerque a la posible realidad.

Fase de Mejorar: Contribuyendo Herrera, Roberto. Fontalvo, Tomás (2011) afirman, que es en esta fase donde se debe analizar las relaciones causa-efecto, para posteriormente realizar pronósticos, los que trajeran consigo soluciones para el mejor manejo de los procesos de producción de bienes o servicios. Aportar con estudios de desempeño y el nivel de competencia en relación a las demás empresas, los cuales traerán consigo la satisfacción del mercado. Concluye que con las técnicas de diseño experimental nos permitirá tener una mejor toma de decisiones para la empresa.

Fase de Controlar: Además en la quinta fase Herrera, Roberto. Fontalvo, Tomás (2011) indican que, ya validados los ejercicios de las soluciones, se procederá a efectuar los sistemas de control que ayuden con la continuidad de los procesos de bienes y servicios. Posteriormente se determinará la efectividad como la eficacia de los cambios que aporta el proceso pasando por las fases de mejora he aquí la importancia de los indicadores que nos mantengan informados con los niveles de desempeño de la organización.

Nivel del Seis Sigma y defectos por millón de oportunidades: Salazar, Bryan (2016) menciona que el nivel Sigma es un indicador de variación el cual corresponde a cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso. Para conocer el Nivel Sigma (Proceso Sigma) podemos buscar el valor del Yield en la siguiente tabla que se muestra en el anexo número 1. como la normativa que se desarrollara en el proceso de soldadura que se indica en el anexo 2, impacto ambiental en el anexo 3, como lo relacionado a Seguridad Y Salud Ocupacional en el anexo 4, gestión y riesgos y prevención de desastres en el anexo5 y para finalizar se dejó en el anexo 6 el estado del arte.

La que tiene como formulación de problema general la siguiente pregunta:

- ¿En cuánto se Mejorará la productividad en el proceso de soldadura, aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018?

Como también las siguientes preguntas específicas:

- ¿Conocer cuáles son las causas que generan la disminución de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L, Talara 2018?
- ¿Es posible diseñar posibles soluciones a los problemas detectados e implementar las más convenientes para mejorar la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma?
- ¿En qué medida se mejorará la eficiencia en el proceso de soldadura, mediante la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018?
- ¿En qué medida se mejorará la eficacia en el proceso de soldadura, mediante la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018?

Y se justifica de la siguiente manera:

Justificación Teórica: La investigación se justifica teóricamente porque los conocimientos guardan relación, para la solución de problemas presentados en la organización, debemos de tener en cuenta la importancia de conocer cada procedimientos tal cual sea las normas internacionales especifican, para un buen desempeño del servicio en relación a la empresa, las teorías en un contexto amplio de los temas de estudio que están al alcance de cada colaborador nos servirán para englobarnos de conocimientos, para así ser más competitivo en cuanto al desempeño, generando beneficios para la empresa.

Los resultados que se van obteniendo vendrán siendo trascendentales para la empresa ya que se ha creado un valor muy significativo de los objetos de estudio que todos los colaboradores están muy comprometidos en mantenerlos dentro de los parámetros.

Justificación Práctica: Al implementar una propuesta de mejora, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L, basado en la metodología Seis Sigma para la aplicación de técnicas y herramientas que puedan identificar las irregularidades en los procesos de soldadura con el fin de mejorar los tiempos de trabajo y tener el control de lo establecido, para reducir un porcentaje de tiempos muertos que afectan en la eficiencia de la empresa, satisfacer a los clientes y ganar más mercado tanto en la provincia como a nivel nacional.

Justificación Económica: Atraves de Seis Sigma los desperdicios reducirán, la duplicidad de los trabajos se podría decir que ya no se generaran con frecuencia, por la implantación de actividades que detalla de manera sencilla la adecuada aplicación del

proceso de soldadura, mejorando la economía para la empresa, donde se podría decir que aumentaría la ganancia, aún más del 50% que inicialmente tenía.

Teniendo como hipótesis general la siguiente:

- La metodología Seis Sigma incrementará la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara 2018.

Como también las siguientes hipótesis generales:

- Mejorar las causas que generan la disminución de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L, Talara 2018
- Considerar el diseño de las posibles soluciones a los problemas detectados mediante la metodología Seis Sigma e implementar las más convenientes, mejorará la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L, Talara 2018.
- Mejorar la eficiencia en el proceso de soldadura, mediante la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, talara 2018.
- Mejorar la eficacia en el proceso de soldadura, mediante la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, talara 2018.

Generándose el siguiente objetivo general:

- Determinar en qué medida se mejorará la productividad en el proceso de soldadura, aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018

Como también los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las causas que generan la disminución de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza, S.R.L, Talara 2018.
- Diseñar posibles soluciones a los problemas detectados e implementar las más convenientes para mejorar la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma
- Determinar en qué medida se mejorará la eficiencia en el proceso de soldadura, aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018
- Determinar qué medida se mejorará la eficacia en el proceso de soldadura, aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018

## II MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

Es aplicada, porque el problema presentado es real, por lo tanto, la imposición de la herramienta permitirá en la medida posible a aumentar la productividad en el proceso de soldadura.

La investigación es explicativa, porque se intentan encontrar las causas de los problemas que generan que exista una mala productividad.

La investigación es transversal: pues dichos datos recolectados es en un solo momento y en un tiempo único.

#### 2.1.2 Diseño

Se determinó según Hernández, Fernández y Baptista (2006) un diseño experimental de tipo pre-experimental (Diseño de preprueba- posprueba con un solo grupo), debido a que en este diseño se evalúa al grupo anterior a la presentación del estímulo, posteriormente se le administra el tratamiento y al final se aplica una prueba posterior a dicho estímulo donde se verá la relación y el efecto de la metodología Seis Sigma, causa sobre la variable de productividad, así como también se recogerá la data para trabajarlos con un análisis estadístico, data que permitirá lograr objetivos.

Se diagrama de la siguiente manera:

G    O<sub>1</sub>    X    O<sub>2</sub>,

Donde:

G: Grupo de participantes

X: Tratamiento experimental

O<sub>1</sub>: Medición de la variable dependiente preprueba

O<sub>2</sub>: Medición de la variable dependiente posprueba

## 2.2. Operacionalización de variables

**Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variable**

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES (SUB VARIABLES)	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	METODOLOGIA SEIS SIGMA	La metodología Seis Sigma radica, en esencia de confiabilidad, en los estudios del procedimiento efectivo para mejorar los métodos de fabricación. Estas metodologías se conocen como el ciclo DMAIC (Define Mide Analiza, Mejora y Controla) que corresponden a los incomparables períodos o espacios de que consta la metodología. Prieto (2009).	Identifica	Se verificarán las operaciones del proceso actual, mediante lista de cotejos y guía de análisis documental.	Operaciones del proceso actual.	Razón
			Mide	Se medirá el tiempo de las actividades de cada proceso, mediante hoja de registro de campo.	Medir el tiempo de las actividades de cada proceso.	
			Analiza	Se verificará el desempeño del personal y el estado de los equipos, mediante guía de análisis documental.	Desempeño del personal. Estado de los equipos.	
			Mejora	Se verificará la mejora de la Cantidad de defectos en los servicios, disminución de los desperdicios, mejorar las relaciones con los clientes y mejorar el estado de las máquinas y equipos, mediante guía de análisis documental, lista de cotejos y hoja de registro de campo.	Cantidad de defectos en los servicios, disminución de los desperdicios, mejorar las relaciones con los clientes y mejorar el estado de las máquinas y equipos.	
			Controla	Se verificará el control de los procedimientos de trabajo, Mediante guía de análisis documental.	Procedimientos de trabajo.	
VARIABLE DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	Unidad de medida de lo producido en relación a la materia prima como los elementos que se emplearon para alcanzarla. Cruelles (2012) Gutiérrez (2013) la fórmula de la siguiente manera  Productividad = eficiencia x eficacia.	Eficiencia	Se medirá el número de defectos de los servicios, el tiempo de la mano de obra en la ejecución del mismo, cantidad de desperdicio y las condiciones de las máquinas y equipos, mediante una guía de análisis de documentos y lista de cotejos.	Número de defectos en cada servicio.	Razón
					Tiempo de mano de obra por tarea	
					Cantidad de desperdicio	
					Condiciones de las máquinas y equipos	
			Eficacia	Se verificará la satisfacción del cliente considerando la experiencia, quejas y reclamos, servicios nuevos y perdidos, mediante la aplicación de un cuestionario.	Experiencia respecto al servicio	Ordinal
Quejas y reclamos						
Servicios nuevos y perdidos						

FUENTE: Elaboración propia

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

#### Población

Para Bernal (2010) la población tiene un radio a la ciudad de Piura, con 30 días calendario de trabajo, la naturaleza de estudio en esta investigación van a ser los servicios de soldadura que realiza la empresa Fortaleza que por lo tanto la población está conformada por los 16 servicios de soldadura que realiza la empresa en el periodo de un mes.

#### Muestra

Para Bernal (2010) por ser una población pequeña, se trabajara con todas las unidades de la población, por lo tanto, no se calculará muestra.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para la presente investigación se utilizó la observación, análisis documental y la encuesta

#### La observación

Fue aplicada mediante los registros de campo y lista de cotejos a los determinados indicadores como son: Tiempo de mano de obra por tarea en el proceso de soldadura y a las condiciones de las máquinas y equipos, las cuales nos permitirán observar los tiempos muertos y las condiciones de las máquinas y equipos antes y después de cada jornada.

#### Análisis Documental

Que permitió observar en qué medida se están generando defectos en los servicios, la cantidad que se genera de desperdicio por servicio, los servicios nuevos, los perdidos, las quejas y los reclamos que se generan por parte de los clientes, la cual será utilizando guías de análisis de documentos a los registros obtenidos para cada servicio generado por la misma empresa.

#### Encuesta:

Que fue aplicada mediante cuestionarios a todos los clientes, para medir el grado de satisfacción por el servicio que se les prestó.

## 2.4.2 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación que han sido obtenidos por estudios hechos a los indicadores y sus técnicas de recolección de datos son:

- Registros de campo
- Listas de cotejo
- Guía de análisis de documento
- Cuestionario

Como se observan en la siguiente tabla que a continuación se detalla:

**Tabla 2:** *Indicadores, unidad de análisis, técnicas e instrumentos*

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>	<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Número de defectos en cada servicio	Juntas de soldadura (ensayos respectivos)	Análisis documental	Guía de análisis documental
Tiempo de mano de obra por tarea	Personal de la Empresa	Análisis documental	Guía de análisis documental
Cantidad de desperdicio	Retrabajo Reinspección transporte consumibles	Análisis documental	Guía de análisis documental
Condiciones de las máquinas y equipos	Máquinas Equipos Herramientas	Observación	Lista de verificación
Experiencia respecto al servicio	Cliente	Encuesta	Cuestionario
Quejas y reclamos	Quejas Reclamos Quejas respondidas Reclamos atendidos	Análisis documental	Guía de análisis documental
Servicios nuevos y Perdidos	Trabajos a cotizar Trabajos nuevos por realizar Trabajos Perdidos	Análisis documental	Guía de análisis documental

Fuente: Elaboración propia

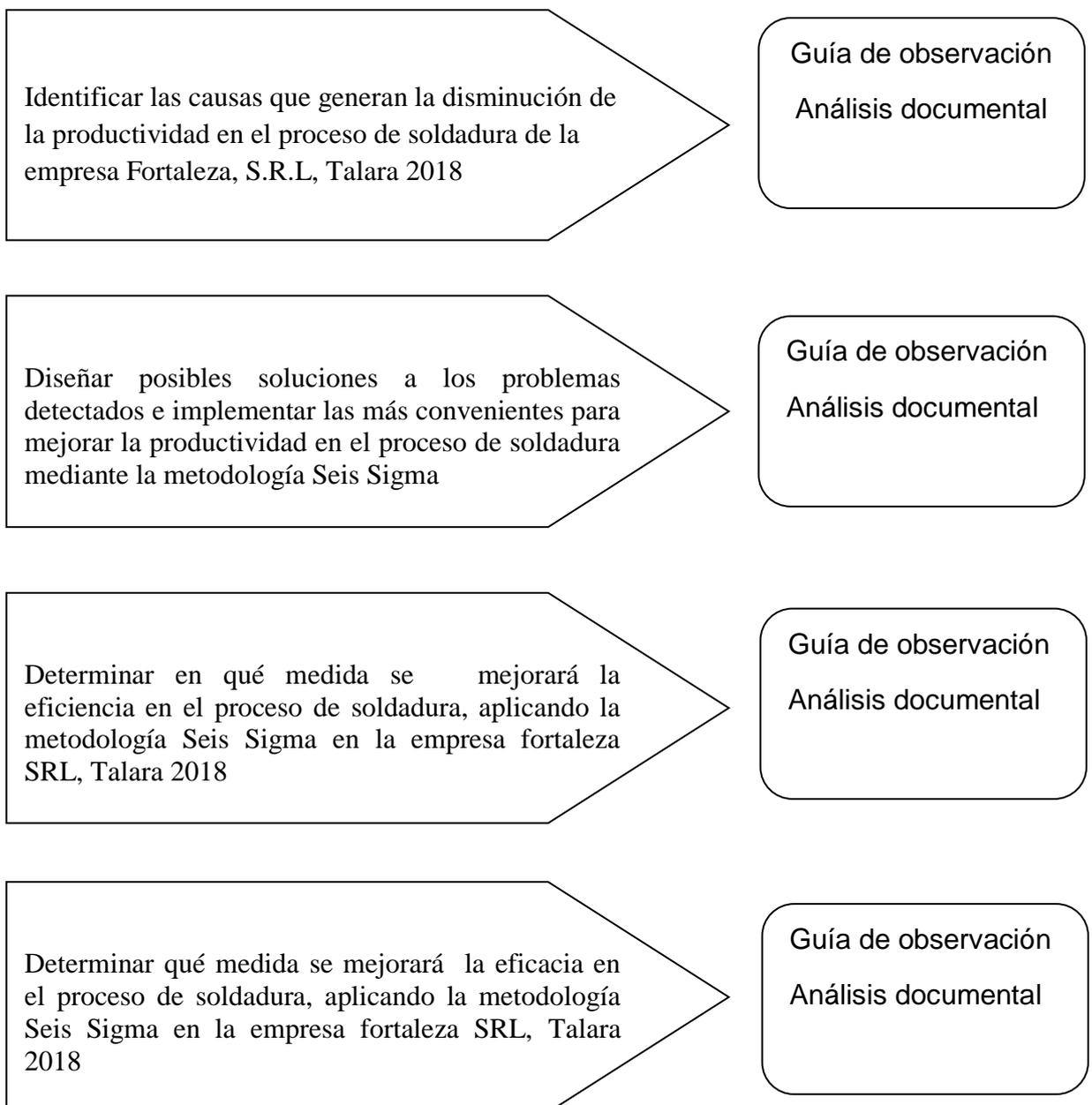
### 2.4.3 Validez y confiabilidad

La validez del instrumento se realizó por medio del juicio de expertos según Valderrama (2013) los instrumentos proporcionan un grado de validez para que las investigaciones que se proporcionan sean honestas.

Los responsables de la firma de documentos de validez son docentes de la universidad Cesar Vallejo, filial Piura.

### 2.5. Métodos de análisis de datos

#### 2.5.1 Diagrama de procesos



## 2.5.2 Descripción de los procesos de la investigación

Identificar las causas que generan la disminución de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza, S.R.L, Talara 2018

Para identificar las causas se tiene que conocer el proceso de soldadura que se detalla en el anexo 7. La identificación de fallas en la empresa Fortaleza S.R.L más representativas fue lo primordial en el apartado ya que nos permitió determinar algunos puntos débiles en el proceso, posterior a ello se realizó un diagnóstico, para la cual se elaboraron tablas de 6 meses hacia tras mediante la guía de observación y análisis documental.

Diseñar posibles soluciones a los problemas detectados e implementar las más convenientes para mejorar la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma

Una vez identificadas las causas, se procedió a aplicar la metodología Seis Sigma con la siguiente estructura:

**Definir:** en este apartado se tuvo en cuenta los siguientes puntos, el objetivo del proyecto, las actividades donde se debe aportar las mejoras, los que van a conformar los grupos de trabajo y en qué condiciones se encuentra el problema

**Medir:** En esta etapa se vieron registradas las causas principales de la mala productividad extraída por los instrumentos de recolección de datos, las cuales sumaron un costo elevado de los principales desperdicios generados por las causas raíces

**Analiza:** en esta etapa con la colaboración de los empleados se realizó una lluvia de ideas la cual se determinó en un diagrama de ishikawa extrayendo resultados relevantes que perjudican en el proceso

**Mejora:** en esta etapa se implementaron las mejoras como capacitar a los trabajadores respecto a estándares de calidad, Informar sobre el procedimiento de tratamiento térmico, hacer saber a la empresa sobre la necesidad que se tiene con respecto a las herramientas como galgas, etcétera.

**Controla:** En esta etapa se determinaron los mecanismos de control para asegurar que se mantengan las mejoras, estandarización del proceso, usando herramientas de control visual para así mantener las reformas logradas en la empresa que sería de mucho benéfico

Determinar en qué medida se mejorará la eficiencia en el proceso de soldadura, aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018.

En esta etapa se realizó una prueba piloto con respecto a la proyección de la empresa respecto su producción para la cual se realizó un formato donde se detalla el objetivo de la empresa entre los elementos y materia prima que se utilizó para determinar la eficacia antes y después de implementar la metodología Seis Sigma.

Determinar qué medida se mejorará la eficacia en el proceso de soldadura, aplicando la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018.

En esta etapa se realizó una prueba piloto con respecto a determinar la eficacia de hace seis meses para posterior a la aplicación de metodología Seis Sigma medir en cuando vario la eficacia, para la cual se tomaron datos estadísticos que se extrajeron de la data de la empresa en el formato realizado como instrumento para la investigación. En la cual se tomó el objetivo de la empresa que era cumplir las 48 horas en determinado servicio, obteniendo como resultado la división entre lo que se programó y lo que realmente se empleó para determinado servicio, para posterior a ello multiplicando la eficiencia con la eficacia nos daría el valor de la productividad. Como lo desarrollado en el anexo 8 respecto al desarrollo de la mejora de la implementación de la metodología.

### **2.5.3 RECURSOS HUMANOS**

- a) Tesista
- b) Ingeniera

### **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

Como investigador me comprometo a respetar la veracidad y confidencialidad de los resultados y de la data obtenida en la empresa Fortaleza S.R.L, Así mismo, queda constancia del absoluto compromiso del autor en la ejecución del proyecto con el único fin de contribuir en las mejoras futuras para la empresa, obteniendo como beneficio el aprendizaje logrado. Así mismo, garantizar que lo data obtenida será con honestidad y su procesamiento será veraz e imparcial, siendo los resultados el fiel reflejo de la data obtenida en el campo. Además, todos los directivos, empleados de la empresa serán comunicados de los procedimientos a realizarse, como parte de los criterios éticos de esta investigación.

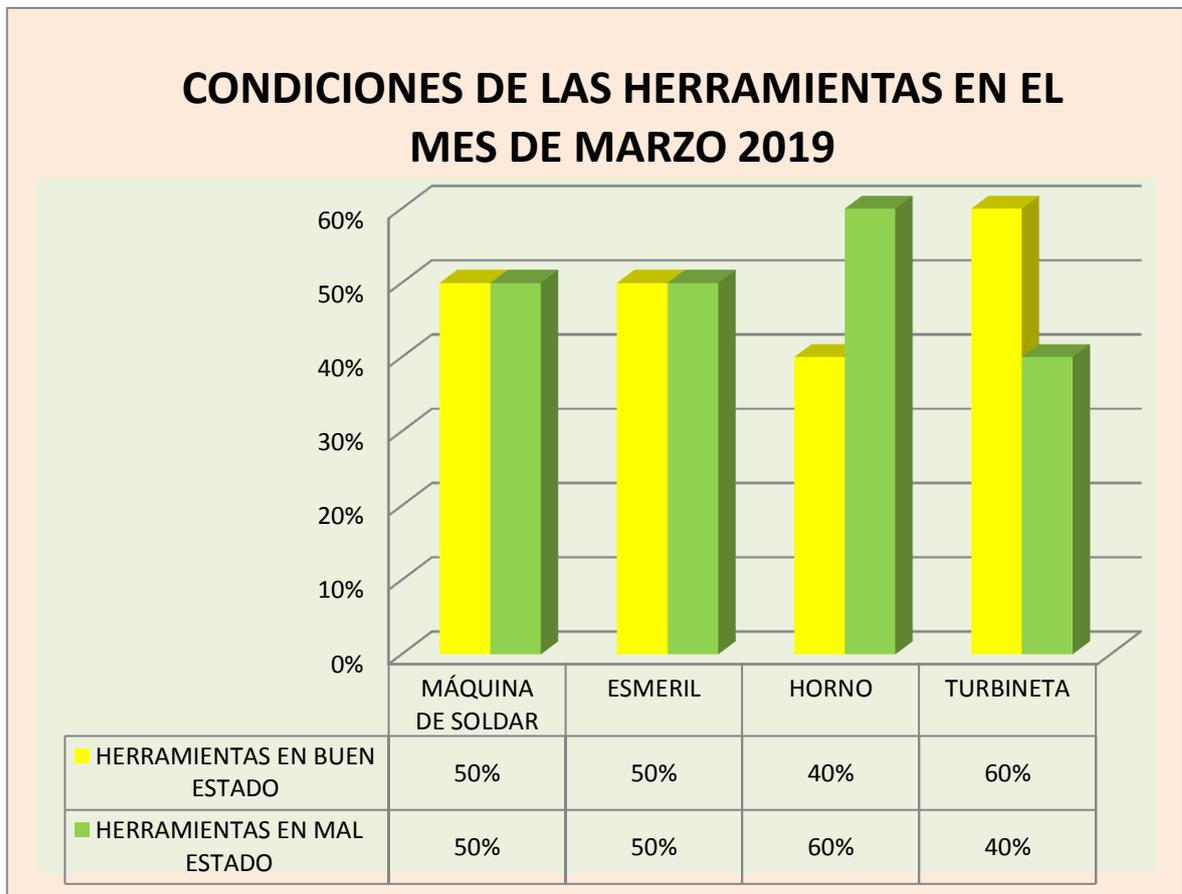
### III. RESULTADOS

El objetivo de este capítulo es el de dar a conocer que a través de las herramientas e instrumentos en el proceso de soldadura se detalla de forma clara los resultados que se pudieron obtener durante el proceso de investigación. En base a estos resultados obtenidos se puede determinar la mejora después de aplicar la metodología Seis Sigma en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L

Principales causas de la baja productividad

En las siguientes figuras obtendremos los resultados de los estados de las herramientas antes y después de aplicar la metodología Seis Sigma

**Ilustración 1:** Condición porcentual de herramientas en mes de marzo



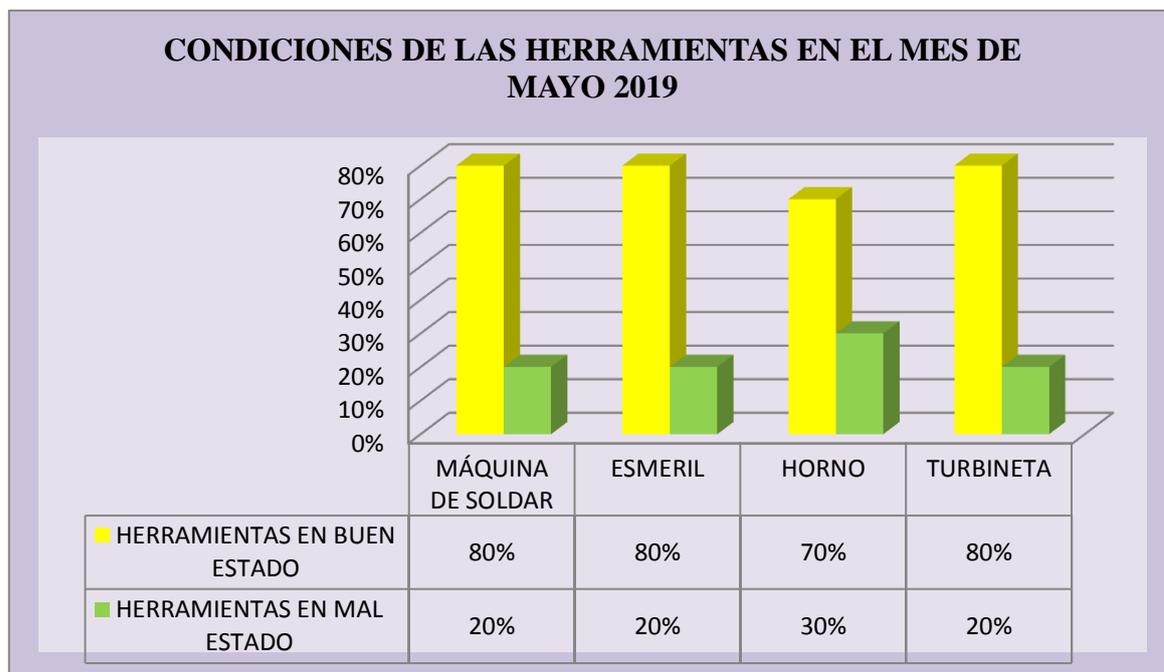
Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa que en el mes de marzo del total de los 4 tipos de herramientas que hay en la empresa para la ejecución del proceso de soldadura el 50% se encontraba

en mal estado y el otro 50% en buen estado por lo tanto los colaboradores no podrían haber realizado un buen desempeño respecto a su trabajo.

En la siguiente figura se puede apreciar la variación del porcentaje respecto a las herramientas en buen estado luego de aplicarse el tratamiento mediante la metodología Seis Sigma

**Ilustración 2:** Condición porcentual de herramientas en mes de mayo 2019



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la imagen después de haber aplicado la metodología las condiciones de las herramientas pasaron hacer de 50% a 80% las que se encontraron en buen estado obteniendo un bajo porcentaje respecto a las de mal estado que solo fue el 20%.

Diseñar posibles soluciones mediante la metodología Seis Sigma.

En el proceso de implementación de la metodología Seis Sigma durante sus etapas define, mide, analiza, mejora y controla se determinó lo que a continuación se detalla mediante una tabla.

En los cuales se ha tenido que elaborar formatos para llevar un mejor control dentro del proceso, como también se han tenido que programar y dictar charlas informativas respecto

a los procedimientos como normas aplicadas en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L, Talara.

**Tabla 3:** *implementación de mejora*

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	QUIÉN	CUÁNDO (mes)	CÓMO	CONQUÉ
1	Capacitar a los trabajadores respecto a estándares de calidad	Jefe de área	Abril	Capacitación	Auditorio, proyectores
2	Informar sobre el procedimiento de tratamiento térmico	Jefe de área	Abril	Capacitación	Auditorio, proyectores
3	Realizar formatos de lista de cotejos a las herramientas y equipos y disponer de personal capacitado para su pronta reparación	Diseño	Abril	Lista de cotejos	Formatos
4	Hacer saber a la empresa sobre la necesidad que se tiene con respecto a las herramientas como galgas	Jefe de área	Abril	Orden de compra	Formato
5	Dar a conocer el procedimiento actual del proceso de soldadura	Jefe de área	Abril	Capacitación	Auditorio, proyector
6	Actualizar el procedimiento de tratamiento térmico	Diseño	Abril	Formatos	Según norma

Fuente: Elaboración propia

## Análisis descriptivo

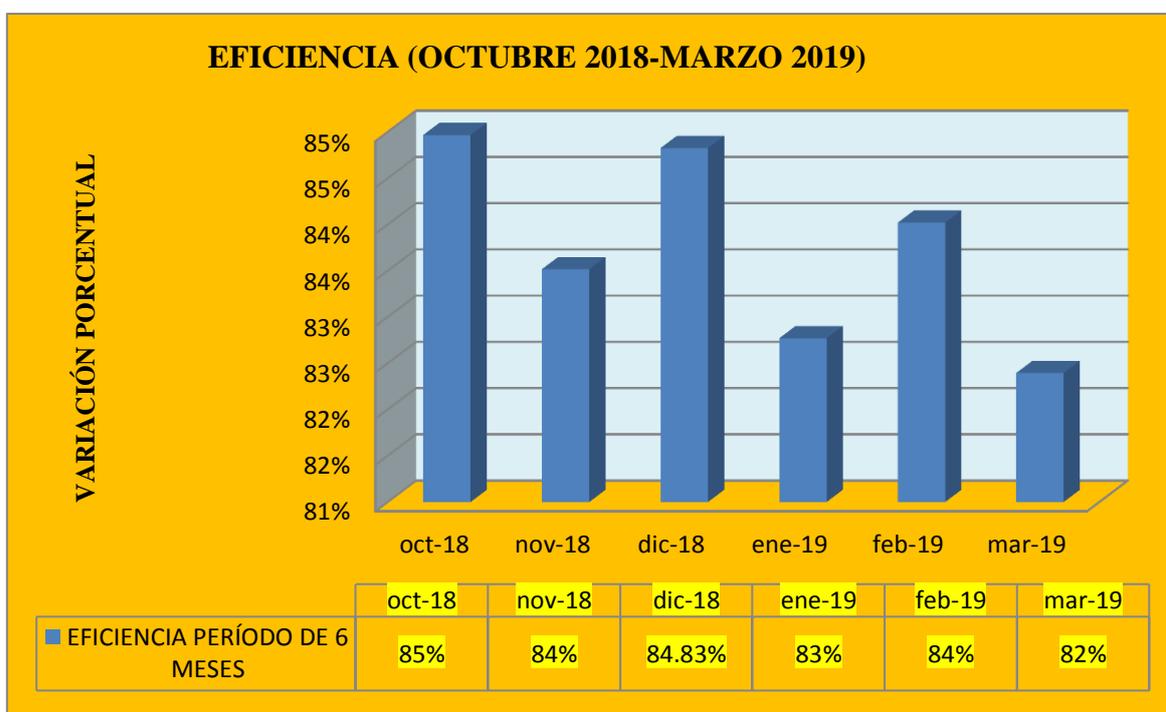
Lo que a continuación se verá son los datos que se obtuvieron antes y después de la implementación de la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza S.R.L.

Variable dependiente: Productividad.

Para conocer la productividad se tiene que obtener los datos que nos llevan a ella en este caso es la eficiencia y la eficacia.

Indicador Eficiencia: Para desarrollar el cálculo de la eficiencia se obtuvo como datos las juntas de los servicios realizados entre la materia prima y los elementos que se emplearon. Aquellos datos se extrajeron en un formato de la producción por servicio las que se encuentran en el anexo 9.

**Ilustración 3:** Eficiencia respecto a las juntas realizadas entre los recursos empleados entre los años 2018 y 2019

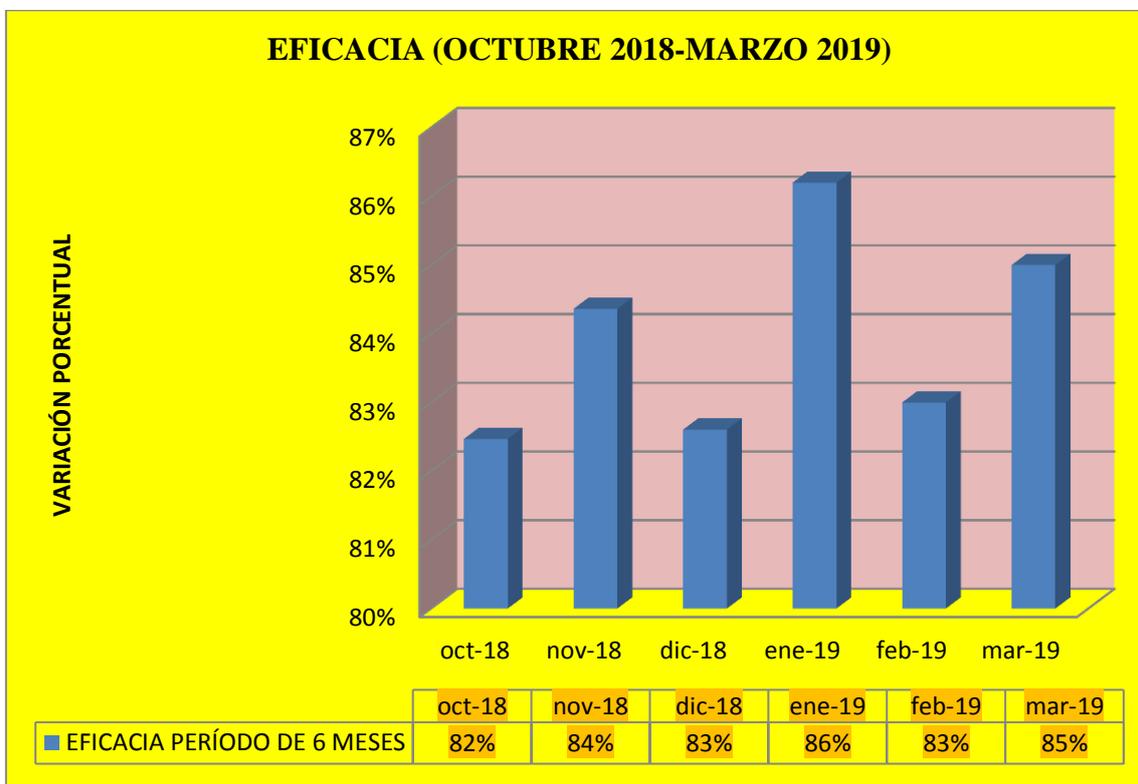


Fuente: Elaboración propia

En la imagen se puede apreciar que el problema de la baja eficiencia se ha venido generando desde el año 2018 con un promedio de casi 84%. Lo que dio como indicador que se estaba mal empleando la materia prima como los recursos empleados.

Indicador Eficacia: Para conocer la eficacia se realizó el cálculo de las horas programadas por cada servicio entre las que realmente se emplearon para la ejecución del mismo. A continuación, se verán los resultados en parte del año 2018 y 2019.

**Ilustración 4:** *Eficacia entre las horas programadas y las que realmente se emplearon entre los años 2018 y 2019*

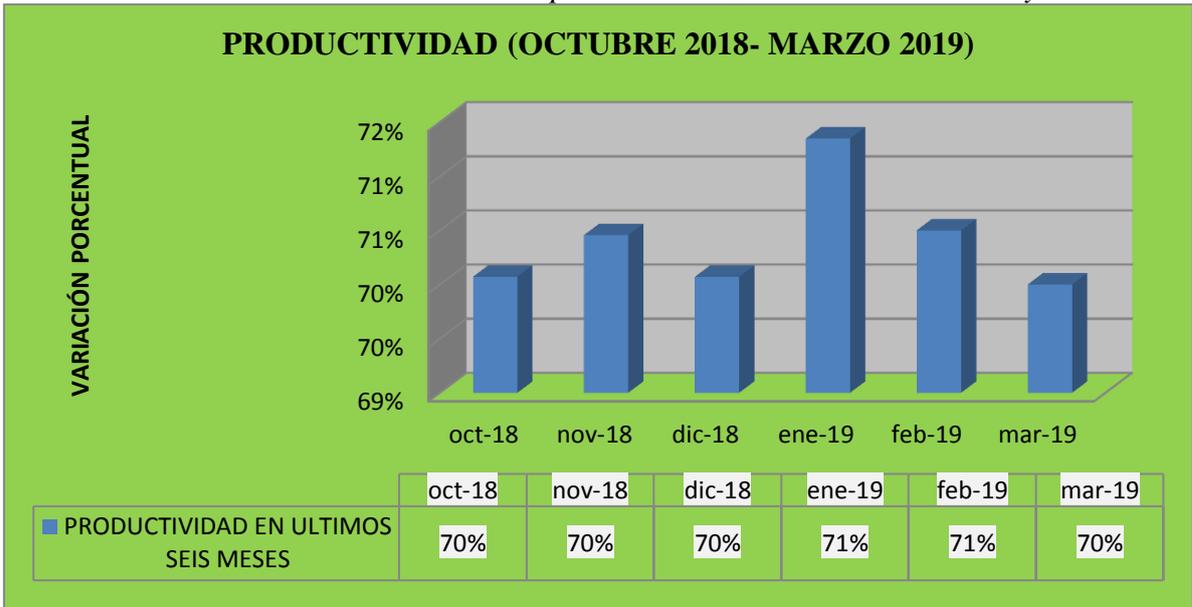


Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede apreciar resultados de 6 meses de eficacia que se ha venido generando con un promedio de casi el 85%, lo que nos indica que un 15% de horas ejecutadas han venido siendo horas extras que han sido considerados desperdicios para la empresa.

Indicador Productividad: Para el cálculo de la productividad se tomó como fórmula la multiplicación de los resultados de la eficiencia y eficacia dándonos como resultado los que se resaltan a continuación.

**Ilustración 5:** Productividad en la empresa Fortaleza entre los años 2018 y 2019

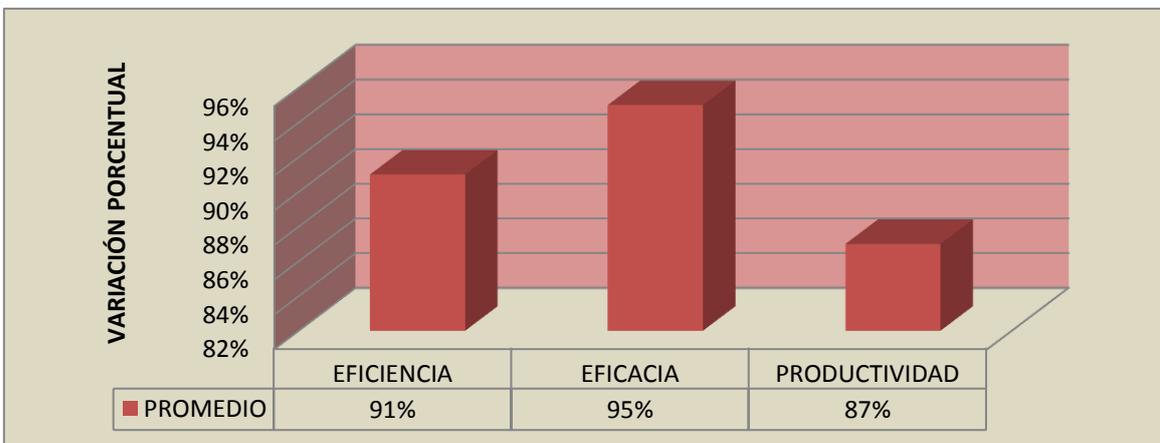


Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra que la productividad entre los meses de octubre 2018 y marzo 2019 es realmente baja con un promedio de casi 71%, lo que refleja que lo producido en relación a la materia prima y los elementos que se emplearon para alcanzarla se han estado mal empleando.

Análisis después de la implementación de la metodología Seis Sigma en la variable productividad

**Ilustración 5:** Eficiencia, eficacia y productividad después de la implementación de la metodología Seis Sigma



Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestran los resultados del cambio que ha obtenido la productiva después de la implementación de la metodología Seis Sigma, como se puede apreciar la eficiencia tiene una diferencia del 7%, la eficacia una diferencia de 10% y la productividad de 16%, en lo que se refleja los resultados positivos que sean obtenido.

Para ello se muestra el cambio por servicio en los que a continuación se muestran respecto al mes de mayo.

**Tabla 4:** Data de los nuevos resultados extraídos en el mes de mayo después de la implementación de la metodología Seis Sigma

Servicio	Juntas realizadas	Recursos empleados	Horas programadas por servicio	Horas empleadas	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	90	100	48	48	90%	100%	90%
2	94	100	48	48	94%	100%	94%
3	92	100	48	60	92%	80%	74%
4	95	100	48	48	95%	100%	95%
5	89	100	48	60	89%	80%	71%
6	88	100	48	48	88%	100%	88%
7	89	100	48	48	89%	100%	89%
8	98	100	48	48	98%	100%	98%
9	94	100	48	48	94%	100%	94%
10	90	100	48	60	90%	80%	72%
11	92	100	48	48	92%	100%	92%
12	89	100	48	48	89%	100%	89%
13	90	100	48	48	90%	100%	90%
14	93	100	48	48	93%	100%	93%
15	88	100	48	60	88%	80%	70%
16	91	100	48	48	91%	100%	91%
PROMEDIO					91%	95%	87%

Fuente: Empresa Fortaleza

Como se puede observar en la figura los recursos empleados alcanzaron su totalidad. No llegando a realizarse las juntas que se estimaron, con respecto a las horas empleadas aún se presentan horas extras en algunos servicios. Lo que permite llegar a obtener una eficiencia de 91%, una eficacia de 95% con una productividad de 87% que sería muy satisfactoria para la empresa en el primer mes después de aplicar la metodología Seis Sigma.

Variable independiente: Seis Sigma

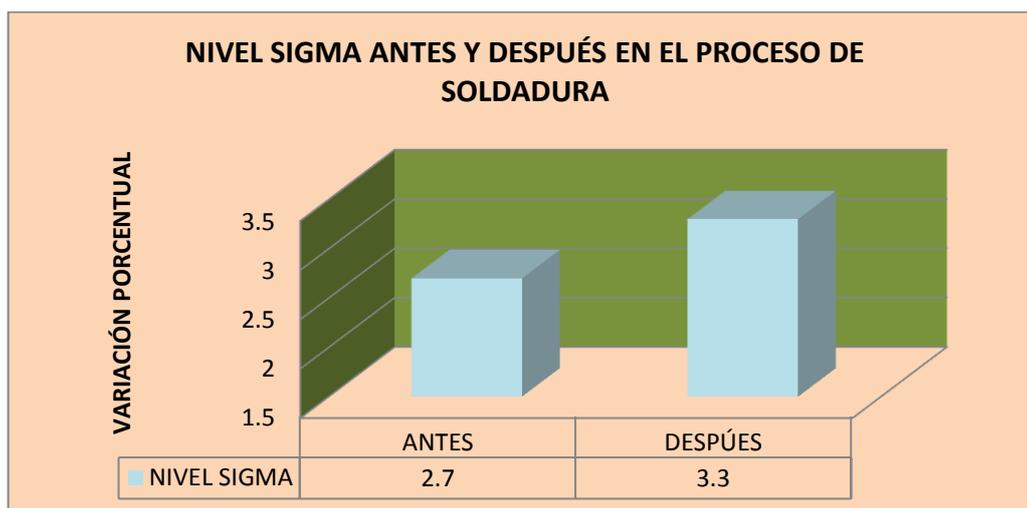
Para determinar el valor Seis Sigma se tuvo que recurrir a la dimensión: DPMO (Defecto por millón de Oportunidades) para determinar el nivel en el que se encuentra el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L. Para ello se extrajeron datos del formato donde se determinan las juntas herradas.

**Tabla 5:** Data de los nuevos resultados extraídos en el mes de mayo después de la implementación de la metodología Seis Sigma

	ANTES	DESPUÉS
JUNTAS PRODUCIDAS	1403	1462
JUNTAS DEFECTUOSAS	155	51
DPMO	110477.5481	38303.69
NIVEL SIGMA	2.7	3.3

Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 6:** Nivel Sigma antes y después en el proceso de soldadura



Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa el cambio que se presentó después de haber aplicado la metodología Seis Sigma mejorando el nivel del mismo, como se puede apreciar antes era de 2.7 luego del tratamiento mejoró en 3.3 dando una variación de 0.6 nivel Sigma.

## IV. DISCUSIÓN

Con los resultados conseguidos en la investigación titulada “Mejora de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L, Talara 2018”. Se cumplió con el propósito de los objetivos planteados por medio de la eliminación de las principales causas que generaban la mala productividad, gracias a la investigación de las posibles soluciones a los problemas presentados obteniendo un incremento en la eficiencia, eficacia y productividad.

En definitiva, el aumento de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza S.R.L fue resaltante, ya que llegó a ser un 16% más de lo que se vio reflejado en los meses pasados llegando así a 87%. Con respecto a la productividad anterior que era solo el 71%. El cálculo se realizó por el concepto adquirido en la teoría, que indica el autor Gutiérrez (2013), quien afirma que son los resultados obtenidos en el proceso o el sistema, lo que permite incrementar la productividad de esta manera se logra los mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos y lo formula de la siguiente manera:  $\text{productividad} = \text{eficiencia} \times \text{eficacia}$ . Este resultado se respalda por Pereda (2018), en su tesis la aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el área de soldadura de la empresa M.Q Metalúrgica SAC. Lima, 2018 en la que luego de aplicar la metodología Seis Sigma su productividad se incrementó a 83%, logrando disminuir los tiempos de fabricación de tuberías en 60 minutos a favor. Por ello se da por asentida la siguiente hipótesis: la metodología Seis Sigma mejora la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara 2018.

Mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma con respecto a la eficiencia se observó que las pegas producidas tuvieron un mejor alcance respecto a las estimadas minimizando el uso de la materia prima y los elementos que se emplearon para alcanzarla Cruelles (2012), obteniendo un incremento a 91%. Estos resultados dan concordancia con lo enunciado por Huarcaya (2017, p. 60), quien en su investigación para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa transportes Cruz del Sur S.A.C. ubicado en el distrito de Ate, año 2017, aplico la metodología Seis Sigma, el cual está dentro de los trabajos previos, determinó que gracias a la implementación de dicha metodología hubo un incremento en su eficiencia de 63.82% siendo el resultado de mucha gratitud para la gerencia de la empresa. Es por ello que se da por admitida la hipótesis que

se nombra a continuación: Mejorar la eficiencia en el proceso de soldadura, mediante la metodología Seis Sigma en la empresa fortaleza SRL, Talara 2018.

Precisamente con la aplicación de la metodología Seis Sigma, la eficacia tuvo un aumento en 10% de la diferencia entre la eficacia que se venía dando (85%) respecto a la que se obtuvo luego de la implementación de la metodología a (95%) mejorando las horas empleadas respecto a las horas programadas Chiavenato (2007). Tal resultado lo respalda Moreno (2017, p. 43), en su tesis donde incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C., Ate Vitarte, 2017, aplicando la metodología Seis Sigma, el autor afirma que la eficacia aumento entre 98.10% y 98.81% respectivamente luego de aplicar la metodología Seis Sigma les permitió aumentar las unidades producidas, casi logrando estar cerca de cumplir las 420 unidades por semana de la fabricación de ollas de acero. Por estos resultados se da por accedida la hipótesis formulada, mejorando la eficacia en el proceso de soldadura, mediante la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza SRL, Talara 2018.

## V. CONCLUSIONES

Se concluye que:

1. Mediante los instrumentos aplicados en la investigación se pudo identificar en el proceso de soldadura las causas que eran la fuente de la mala productividad, posterior a ello, mediante la metodología Seis Sigma se diseñaron soluciones a los posibles problemas detectados que en su mayoría era el mal estado en que se encontraban las máquinas y equipos como también la falta de conocimientos en los operadores de la empresa Fortaleza S.R.L.
2. Respecto a la eficiencia en el proceso de soldadura era necesario el aumento de las juntas con el menor uso de la materia prima y los elementos que se emplean para alcanzar una buena producción como se vio reflejado el 7% de incremento respecto a la eficiencia en el proceso de soldadura. Gracias a las capacitaciones hechas de cómo realizar las actividades dentro del proceso, el conocimiento de los tipos de acero, etcétera. Fueron de gran ayuda para así usar los aportes necesarios para determinado servicio.
3. Por otro lado, el incremento de la eficacia se produjo porque el personal empezó a desarrollar sus actividades con conciencia respecto a los tiempos muertos a los que ellos estaban acostumbrados a disponer, obteniendo así el valor de 10% de diferencia respecto al valor encontrado en la empresa antes de aplicar la metodología Seis Sigma.
4. Que el incremento de las juntas realizadas fue de 1462 con un DPMO de 38303.69 dándonos un nivel de 3.3 Sigma lo que significa un aumento de 0.6 nivel Sigma lo equivalente a 16%, gracias a la implementación de la mejora
5. Posterior a todo lo descrito se logró el objetivo general de la investigación la cual consistía en aumentar la productividad, la que se cumplió en un aumento de 16% luego de la implementación de la metodología Seis Sigma gracias a las estrictas normas y procedimientos aplicados, con la colaboración de los miembros de la empresa Fortaleza.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Luego de desarrollar la investigación denominada mejora de la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza S.R.L, y pudiendo a ver demostrado la mejora de la productividad se recomienda lo siguiente:

Los colaboradores de la empresa deben de ser los principales involucrados en mantener a los equipos y las herramientas en buen estado, como también cuidar el EPP. Lo cual permitirá tener una mejor condición de prevención de accidentes.

Que los altos mandos de la empresa tengan el control de los indicadores, para así mantener los cambios en el tiempo y en futuros proyectos.

Mantener el contacto con el cliente sería de mucha ventaja, para así determinar sus necesidades y la evaluación constante respecto a los servicios prestados.

Las capacitaciones y entrenamientos deben de ser constantes para que el personal este concientizado en tener el amplio conocimiento de cómo desarrollar los servicios de soldadura en base a las normas establecidas internacionalmente.

El personal debe de cumplir con los procedimientos de trabajo establecidos los cuales inician con el orden y la limpieza que desde ya tiene que ser mutuo entre los trabajadores y que además habla de las personas involucradas.

También se debe de llevar un control con respecto a los niveles sigma ya que una unidad de variación determina muchos defectos en los servicios realizados, lo cual sería la disminución en gran escala de la productividad.

## REFERENCIAS

ASME. B31.1 1914. Estados Unidos 1915

ASME. B31.3 1914. Estados Unidos 1915

API. 1104. Welding of pipelines and related facilities. Estados Unidos. 1994

ANSI Z49.1. Seguridad de los procesos de soldadura. Estados Unidos. 2012

ANSI. SEA Z87.1. Protección de ojos y rostro. Estados Unidos. 2015

ALMEIDA, Jhony. OLIVARES, Nilton. Diseño e implementación de un proceso de mejora continua en la fabricación de prendas de vestir Modetex. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de San Martín de Porres, facultad de Ingeniería (2013). 168 pp.

BARAHONA, Leandro. NAVARRO, Jessica. Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería. (2014). 103 pp.

BERNARDO, Katherine. PAREDES, Jennifer. Aplicación de metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula, en la universidad autónoma del Perú. Tesis (Título profesional de ingeniero de sistemas). Universidad Autónoma del Perú, facultad de Ingeniería (2016). 235 pp.

CRUELLES, José. Productividad industrial [en línea] en red: libros en red, 2012 [fecha de consulta: 04 de octubre del 2018]. Disponible en

<https://www.casadellibro.com/libro-productividad-industrial/9788426718785/2064568>

ISBN: 9788426718785

CHIAVENATO, Adalberto. Administración de recursos humanos. Ed. Octava. México. McGraw Hill 2007

DECRETO LEY 29664 publicado el 08.02.2012 en el artículo 1°.- creación del sistema nacional de gestión de riesgos y desastres (Sinagerd)

DOEER, Octavio. SÁNCHEZ, Ricardo. Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América latina y el Caribe [en línea]. 1ª ed. Santiago de Chile:

copyriht @ naciones unidas, 2006[fecha de consulta: 03 de octubre de 2018]. Disponible en <https://n9.cl/j0gy>

ISBN: 92-1-322949-6

Electric Lincon. (s.f.). Soldeo Manual con Electrodo Revestido SMAW

FLORES, Judith. Implementación de la herramienta Six Sigma para mejorar la calidad del área de mecanizado en la empresa Fusión Mecánica Industrial S.A.C. Tesis: (Ingeniería industrial) Lima: universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería industrial 2017.

Gutiérrez Pulido, Humberto. De la Vara, Román. (2004). “Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma”. McGraww-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México D.F., México.

GARCIA, Alfonso. Productividad y reducción de costos/ productividad y reducción de costos [en línea] México. Editorial Trillas Sa De Cv, 2011[fecha de consulta 10 de octubre del 2018]

Disponible en <https://n9.cl/o56r>

ISBN: 6071707331

GONZALES, Fernando. Seis Sigma para gerentes y directores [en línea].1ªed. En red: Libros en red, 2003[fecha de consulta: 03 de octubre de 2018]. Disponible en <https://n9.cl/l5wq>

ISBN: 9875610038

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productiva. 3º Ed. México City. McGraw-Hill Interamericana. 2013

GOLDSBY, Thomas, MARTICHENKO, Robert. Lean Six Sigma Logistic. Strategic Development to Operational Success. Florida: J. Ross Publishing. Inc., 2005.

HERRERA, Roberto, Fontalvo, Tomás. Seis Sigma: Método estadístico y sus aplicaciones.[en línea]. España: B-Eumed, 2011[Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en: <https://n9.cl/0r37>

ISBN: 9788469427576

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, Metodología de la Investigación. 5ª Ed. México. MC-Graw Hill / Interamericana Editores S.A de CV,. 2010.

Interempresas. (2016). calidad del proceso de soldadura.

LARRY, Jeffus. Soldadura, principios y aplicaciones 5º Ed. España., Ediciones Nobel S.A 2009.

LÓPEZ, Jorge. + Productividad [en línea]. Estados unidos: copyright, inc.,2013[fecha de consulta: 01 de octubre de 2018].disponible en <https://n9.cl/gi37u>

ISBN: 978-1-4633-7479-2

OERLIKON. (s.f.). MANUAL DE SOLDADURA

RAMÓN, Francisco. LÓPEZ, Cristóbal. Soldadura en atmosfera protegida. 2º Ed. España. Ediciones Paraninfo. S.A. 2019

MOISÉS, Carlos. Diagnóstico y propuesta de mejora de procesos empleando la metodología Seis-Sigma para una fábrica de mantenimiento y reposición de mobiliario para supermercados y tiendas comerciales. Tesis (ingeniero industrial). Lima: pontificia universidad católica del Perú, facultad de ingeniería industrial 2013, 115pp.

MIRANDA, Six sigma guía para principiantes, 1º edición, Panorama: México pág.11  
ISBN: 968-38-11462

MORENO, Milagros. “aplicación de la metodología Seis Sigma para incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa manufacturera Andina Metales S.A.C”. Tesis (ingeniería industrial). Lima: universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería industrial 2017.

PEREDA, Jorge.” Aplicación del Six Sigma para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa de transporte Cruz del Sur S.A.C”. Tesis (ingeniería industrial) Lima: universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería industrial 2016.

PANDE, Peter S. Las claves prácticas de Seis Sigma. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. 2004.

PANDE, Peter. Holpp, Larry. (2002). “¿Qué es Seis Sigma?”. McGrawHill/Interamericana de España, S.A. U. Madrid, España.

PARKIN, Michael, Esquivel, Gerardo y Muñoz, Mercedes. Macroeconomía [en línea]. 7<sup>a</sup> ed. México: Addison-wesley, inc., 2007 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018] disponible ISBN: 978-970-26-0717

ROJAS, Javier. “Aplicación de la metodología Seis Sigma para reducir el consumo de cuchillas en el proceso de corte en la fabricación de papel tissue. Tesis (ingeniero industrial). Piura: Universidad Nacional de Piura, facultad de ingeniería industrial, 2014, 189pp.

SUMANTH, David. Ingeniería y Administración de la Productividad, McGraw Hill, México 1984.

SAAVEDRA Lopez, Jorge. Sistema de mejora continua en base a la metodología Seis Sigma en la gestión del departamento de mantenimiento del hospital san Rafael, Santa Tecla. Tesis (Magíster en consultoría empresarial). San Salvador: Universidad de el Salvador, 2016. 146. Disponible en: <https://n9.cl/ecws>

VALDERREY, Pablo. Seis Sigma [en línea]1<sup>o</sup>ed. México: Ediciones de la U. Coedición: Starbook, 2011[fecha de consulta: 11 de octubre del 2018] disponible en: <https://n9.cl/j18l> ISBN: 9788492650231)

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: DOCUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### Ilustración 7: Verificación de maquinas y equipos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

#### LISTA DE VERIFICACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS

OBJETIVO: Recoger información de las condiciones de las Maquinas y Equipos de la empresa Fortaleza S.R.L

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Modelo Del Equipo: \_\_\_\_\_  
Marca: \_\_\_\_\_  
Serie: \_\_\_\_\_  
Proyecto / Servicio: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre del equipo o herramienta: \_\_\_\_\_

#### II. INFORMACIÓN A ESTUDIAR

Marque con x el estado      C= conforme      NC= No conforme      NA= No aplica

DESCRIPCIÓN	C	NC	N/A	OBSERVACIONES
Guardas De Seguridad				
Manubrios En Buen Estado				
Cables En Buen Estado				
Botón De Emergencia				
Tuerca De Ajuste				
Puesta A Tierra				
Conexiones Rápidas				
Llave De Ajuste Para Tuerca				
Hoja De Inspección de taller				
Cuenta Con Cinta Del Mes				
Tomas De Corriente En Buen Estado				
Cadenas En Buen Estado				
Palanca De Rache En Buen Estado				
Cáncamos En Buen Estado				
Tablero de distribución en buen estado				

Fuente. Elaboración propia

## Ilustración 8: verificación de Oxi-Acetileno



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### LISTA DE VERIFICACIÓN DE OXI-ACETILENO

**OBJETIVO:** recoger información de las condiciones de los equipos de oxi-acetileno

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Modelo y marca de la caña de Oxi-cortar: \_\_\_\_\_

Código de botella de acetileno: \_\_\_\_\_

Código de botella de oxígeno: \_\_\_\_\_

Proyecto / Servicio: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**II. INFORMACIÓN A ESTUDIAR**

Marque con x el estado      C= Conforme      NC= No conforme      NA= No aplica

DESCRIPCIÓN	C	NC	N/A	OBSERVACIONES
Carro Porta Cilindros Con Cadena				
Estado Físico De Los Cilindros				
Regulador De Oxígeno				
Manómetro De Alta Presión De Oxígeno				
Manómetro De Alta Presión De Oxígeno				
Arresta Flama En El Regulador De Oxígeno				
Regulador De Acetileno				
Manómetro De Alta Presión De Acetileno				
Manómetro De Baja Presión De Acetileno				
Arresta Flama En El Regulador De Acetileno				
Estado De Las Mangueras De Oxígeno				
Abrazaderas				
Estado Del Mezclador De Gases				
Estado De La Boquilla De Corte				
Estado De La Boquilla De Soldar				
Cuenta Con Limpia Boquilla				
Cuenta Con Chispero				
Extintor Cercano Al Área De Trabajo				

Fuente : Elaboración propia

### Ilustración 9: Verificación de Máquina de soldar



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

#### LISTA DE VERIFICACIÓN DE MAQUINA DE SOLDAR

OBJETIVO: Recoger información de las condiciones de las máquinas y equipos de soldar de la empresa "Fortaleza SRL".

##### I. INFORMACIÓN GENERAL

Modelo Del Equipo: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_

Serie: \_\_\_\_\_

Proyecto / Servicio: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

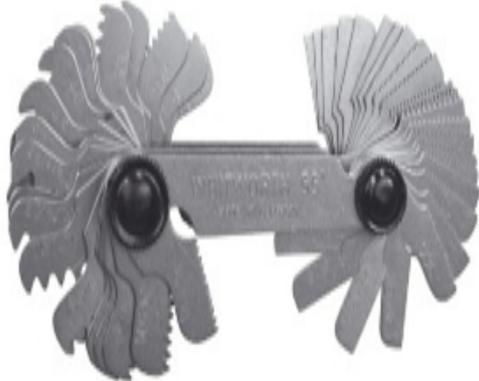
##### II. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Estado: C= conforme NC= No conforme NA= No aplica

DESCRIPCIÓN	C	NC	N/A	OBSERVACIONES
Protección completa del equipo y en buenas condiciones				
Ventilador En Buen Estado				
Ruedas En Buen Estado				
Enchufe En Buen Estado				
Fusible En Estados Sin Intervención				
Porta Electrodo En Buen Estado				
Grampa A Tierra En Buen Estado				
Cable De Alimentación De Energía En Buen Estado				
Cable De Grampa A Tierra En Buen Estado				
Cable De Porta Electrodo En Buen Estado				
Terminales De Soldar En Buen Estado				
Interruptor De Encendido En Buenas Condiciones				
Existe Adecuada Ventilación Durante La Operación De Soldadura Eléctrica				
Se Están Utilizando Los Elementos De Protección Personal Apropriados, Tanto Los Soldadores Como Los Ayudantes				

Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 10:** *formato de requerimiento de Instrumento de Medición*

FORMATO DE REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN	
FECHA:	
OPERARIO:	
ÁREA:	
PROYECTO O SERVICIO:	
DETALLE DEL REQUERIMIENTO:	
 	
AUTORIZADO POR:	
FIRMA	
DNI	

Fuente: Elaboración propia

*Formato para recopilar información respecto a la productividad*

FORMATO PARA CALCULAR LA PRODUCCIÓN POR SERVICIO						
	AREA:				FECHA:	
	MES DE :				PROYECTO:	
	<b>OBJETIVO: DETERMINAR LA CANTIDAD DE RECURSOS EMPLEADOS POR SERVICIO REALIZADO EN EL PERIODO DE UN MES</b>					
Servicio	JUNTAS TRAZADAS POR SERVICIO		JUNTAS REALIZADAS POR SERVICIO		HORAS DE TRABAJO INVOLUCRADAS	
	Juntas Estimadas	Recursos Estimados	Juntas Realizadas	Recursos Empleados	Horas Programadas Por Servicio	Horas Alcanzadas Para Realizar El Servicio

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 02: DOCUMENTOS DE VALIDACIÓN DE DATOS

### 3.A. Constancia de validación



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, NESTOR JONIER ZAPATA PALOMAS con DNI N° 02669267 Magister  
EN SIMPOSIA AMBIENTAL  
 N° ANR: \_\_\_\_\_ de profesión I. INGENIERIA desempeñándome como PROFESOR  
DEL FERIA EDUCACION P. PRIVADA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- cuestionario
- Lista de cotejos
- Guía de análisis documental

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

CUESTIONARIO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Sufficiencia			X		
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología			X		

*Handwritten signature and stamp:*  
 CIP. 35038

LISTA DE COTEJOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología			✓		

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología			✓		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los <sup>24</sup> Días del mes de <sup>NOVIEMBRE</sup>  
Del Dos mil <sup>19</sup>.....

Mgtr. : NESTOR IBAÑEZ Zapata Placias  
          : INGENIERO ASISTENTE  
DNI : 02667267  
Especialidad : INGENIERIA INDUSTRIAL  
E-mail : n.izapata@gmail.com





### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister  
 en DOCENCIA UNIVERSITARIA  
 N° ANR: \_\_\_\_\_ de profesión Ingeniería Industrial desempeñándome como Docente  
 en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- cuestionario
- Lista de cotejos
- Guía de análisis documental

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

CUESTIONARIO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización					X
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

  
 Mg. Gerardo Sosa Panta  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP 61114

LISTA DE COTEJOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

  
 Mg. Gerardo Sosa Pantoja  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP 67114

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Píra a los 29 Días del mes de NOVIEMBRE

Del Dos mil 18.....

Mgtr. : Gerardo Susa Panto  
DNI : 03591940  
Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL  
E-mail : gerardo.susa@gmail.com

  
Ing. Gerardo Susa Panto  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CP57114

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Olivero Elvira Carolina con DNI N° 028445316 Magister  
 en Informática  
 N° ANR: ..... de profesión Ing. En Informática desempeñándome como Docente  
en la UCV César Vallejo en Prof. Formación para Adultos

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- cuestionario
- Lista de cotejos
- Guía de análisis documental

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

CUESTIONARIO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			/		
2. Objetividad			/		
3. Actualidad			//		
4. Organización			/		
5. Suficiencia			/		
6. Intencionalidad			/		
7. Consistencia			/		
8. Coherencia			/		
9. Metodología			/		

LISTA DE COTEJOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 Días del mes de Noviembre

Del Dos mil 18

Mgr. : Ing. Oliver Cepeda Castañeda   
DNI : 02845386  
Especialidad : Ing. Industrial   
E-mail : cepced@hotmaul.com GA 56206

### 3.B. Fichas de evaluación de instrumentos



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortalcoza SRL, Talara, 2010"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: LISTA DE COTEJOS

Indicadores	Criterios	Deficiente 9 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		9	10	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.													X								
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.													X								
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.											X										
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus items.											X										
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.											X										
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.												X									
7. Consistencia	Basado en												X									



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara, 2016"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: GUIA DE ANALISIS DOCUMENTAL

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		3	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.													✓								
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.													✗								
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✗									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✗									
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.													✓								
7. Consistencia	Basado en aspectos													✗								



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortalcoz SRL, Talara, 2019"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																X					
2. Objetividad	Está expresado en conductos observables.																X					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.															X						
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.															X						
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.															X						
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.																X					
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos-																X					



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara, 2018"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: GUIA DE ANALISIS DOCUMENTAL

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES																			
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96																				
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.															80																									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.															80																									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.															80																									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.															80																									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.															80																									
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.															80																									
7. Consistencia	Basado en aspectos															80																									

  
 Mg. Gerardo Sosa Panza  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CP6714



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL., Talara, 2018"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: LISTA DE COTEJOS

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	5	10	15	21	25	30	35	41	45	51	55	61	65	71	75	81	85	91	95		
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																							
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																					80	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																						80
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																						80
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																						80
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																						80
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.																						80
7. Consistencia	Basado en																						80

  
 Mg. Gerardo Sosa Panto  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CP 67114



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara, 2018"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																				80	
2. Objetividad	Está expresado en conductos observables.																					80
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																					80
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																					80
5. Eficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																					80
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.																					80
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos-																					80

*Graciela J.*  
 M. G. ...  
 ...  
 ...



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara, 2018"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO- CUESTIONARIO

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												/									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												/									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												/									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												/									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												/									
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.												/									
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos-												/									



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara, 2018"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: GUIA DE ANALISIS DOCUMENTAL

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																					
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.																					
7. Consistencia	Basado en aspectos																					



"Aplicación de la metodología Seis Sigma, para incrementar la productividad en el proceso de soldadura de la empresa Fortaleza SRL, Talara, 2018"

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: LISTA DE COTEJOS

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	5	10	15	21	25	31	35	41	45	51	55	61	65	71	75	81	85	91	95	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		0	5	10	15	21	25	31	35	41	45	51	55	61	65	71	75	81	85	91	95	
1.Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2.Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3.Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4.Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5.Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.												✓									
6.Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación.												✓									
7.Consistencia	Basado en												✓									



ANEXO 03: APLICACIÓN Y NORMATIVAS DE LA METODOLOGIA DE LAS SEIS SIGMA

Tabla 6: Conversión del DPMO a nivel Sigma

**Abridged Process Sigma Conversion Table**

<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

FUENTE: Kara Ai Adri Nozomi

## **Normativa**

**ASME** (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) consiste en una asociación de profesionales ingenieros, que han logrado generar un código de diseño, inspección, construcción, pruebas para equipos, calderas, entre muchos otros. Es un código de aceptación a nivel mundial.

**ASME B31.3** (Tuberías en planta) en lo que se puede apreciar en el párrafo 301 nos habla de las condiciones de diseño que debe de tener la temperatura, como también la presión, la temperatura y la fuerza de aplicación que debe de tener la tubería

**API** (Instituto Americano del Petróleo) las principales funciones de la asociación a nombre de la industria incluyen la defensa, negociación con las agencias gubernamentales, asuntos legales, y negociación con organismos reguladores; investigación de efectos económicos, toxicológicos, y ambientales; establecimiento y certificación de los estándares de la industria, y programas de acercamiento a la comunidad a través de la educación.

**API 1104** (Soldadura de Oleoductos, Gaseoductos y Otras Tuberías) en este código el API nos habla de los procesos de soldadura aplicable y variable esencial, conceptos sobre los materiales utilizados y sus propiedades, especificaciones de procedimientos de soldadura, calificación de procedimientos de soldadura y de soldadores, métodos de inspección y ensayos de soldadura de inspección y muchas otros puntos interesantes acorde sus principios.

**13.1 ANSI Z49.1**, Seguridad en Soldadura y Corte.

**13.2 NFPA 51**, Sistemas de Soldadura y Corte con Gas, Combustible, Oxígeno.

**13.3 NFPA 51B**, Procesos de Corte y Soldadura.

**13.5 ANSI A6.1**, Prácticas Seguras Recomendadas para Soldadura con Arco y cubierta con gas inerte.

**13.6 ANSI Z87.1**, Práctica para Protección Ocupacional y Educativa de Ojos y Cara.

**13.7 2600SEG106**, Norma de Seguridad para Trabajos con Actividad Eléctrica Atmosférica (Tormentas Eléctricas).

**13.8 2600SEG113**, Norma de Seguridad para el Resguardo de Máquinas y Equipos.

**13.9 2600SEG116**, Norma de Seguridad para el Manejo y Almacenamiento de Cilindros de Gas Comprimido.

**13.10 2600SEG117**, Norma de Seguridad para la Inspección de Calderas y Envases a Presión.

**13.11 2600SEG201**, Norma de Información sobre Materiales Peligrosos.

**13.12 2600SEG205**, Norma de Protección Respiratoria.

**13.13 2600SEG210**, Norma para Aire Respirable.

**13.14 2600SEG215**, Norma para la Conservación de la Audición.

**13.15 2600SEG230**, Norma para la Exposición al Plomo.

**13.16 2600SEG290**, Manual de Prácticas Seguras en Espacios Confinados.

### **Impacto ambiental**

Por agentes contaminantes como humos y gases, los cuales se originan por una reacción química producto de la variedad de los materiales con los cuales se trabaja, los cuales dependerán del tipo de proceso de soldadura con el que se realice la operación. Los mismos que afectan a la capa de ozono, como también contaminando el aire que inhalamos que a lo largo de la vida pueden producir una muerte lenta.

Altas temperaturas, al ejecutarse el proceso de soldadura mediante arco eléctrico conlleva que el material base como el de aporte sean llevados a temperatura de fusión, lo cual produce que quede expuesto el metal al rojo vivo. El que puede producir quemaduras de 2 grado.

Radiación visible e infrarroja, la primera nos puede producir una ligera ceguera de cinco segundos, la infrarroja es la más dañina y más severa hacia nuestra salud ya que puede producir en el peor de los casos cáncer de piel.

Ruido, el cual es generado por el cepillado, esmerilado de los cordones de soldadura, entre otros que producen una contaminación auditiva.

Chispas, las cuales se producen por la operación de esmerilado o corte con oxiacetilénico que pueden producir lesiones en la piel como también lesiones en la vista que puede conllevar a una operación para poder retirar la esquirra.

### **Seguridad y salud ocupacional**

Según la ley de seguridad y salud en el trabajo indica que la empresa desde siempre considera que su capital más importante para la Elaboración de sus proyectos es su recurso humano, por lo tanto es la prioridad de la entidad mantener buenas condiciones de Seguridad y Salud Ocupacional ya que el proceso muchas veces consta de trabajos de alto riesgo, así como motivar al personal y comprometerlo con prevención de los riesgos de trabajo. Es por ello que se tiene en cuenta los siguientes puntos:

- Las áreas de trabajo antes y después de cada operación deben estar limpias y ordenadas.
- Realizar una lista de cotejo a cada herramienta de poder para así identificar los estados críticos y prevenir un incidente o accidente.
- Durante la operación de soldeo el personal debe de usar correctamente los implementos de protección personal.
- Demarcar el área de trabajo.
- Las botellas de gases con los que los operarios realizan las actividades de soldeo y oxicortado deben estar almacenadas en un lugar de acuerdo a las normas del fabricante, evitar limpiar las botellas con trapo con grasa o aceites.
- Usar las amoladoras con la guarda.
- Utilizar el disco adecuado para cada operación.
- En trabajos en altura, utilizar siempre el arnés de seguridad.
- En trabajos de espacio confinado, trabajar siempre con el vigía.

## Gestión de riesgos y prevención de desastres

Se puede observar en el decreto ley 29664 publicado el 08.02.2012 en el artículo 1°.- creación del sistema nacional de gestión de riesgos y desastres (Sinagerd) como sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la gestión del riesgo de desastres.

Como se observara en la siguiente tabla como la empresa describe los riesgos con el control que toma en cuenta.

Tabla 7: *Gestión de riesgos y prevención de desastres*

Simulacros	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacitaciones antes de realizar los simulacros.</li> <li>➤ con el personal de la empresa, trabajar en equipos de brigadas de emergencias</li> <li>➤ Realizar un análisis de las situaciones de emergencia con la finalidad de detectar oportunidades de mejora.</li> </ul>
Caídas a nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hacer cultura de prevención mediante el orden y aseo en las áreas de trabajo</li> </ul>
Trabajos en caliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ usar implementos de seguridad adecuados para cada actividad en el proceso de soldadura</li> </ul>
Caídas a desnivel ( por el mal uso de escaleras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ hacer uso de los tres puntos de apoyo.</li> </ul>
Golpes, raspaduras	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ eliminar los filos punzo cortantes a los aceros, áreas ordenadas</li> </ul>
Incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ contar con extintores adecuado para cada tipo de fuego</li> </ul>
Caídas de objeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Usar casco con barbiquejo</li> </ul>
Proyección de chispas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hacer uso de biombos que reduzca el riesgo de proyección de partícula en la vista</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

## **Estado del arte**

### **Soldadura orbital**

López Gálvez, Cristóbal (2019) lo define como un sistema en la que el soldeo se realiza de manera circular en elementos redondos, estables o que se puedan dejar fijos en algún soporte.

Es de mucha utilidad para trabajos en donde los espacios son muy reducidos muy complicados.

Se emplea principalmente en soldaduras de tubería, en comparación con arco manual la calidad de esta soldadura es excelente e ideal para las industrias.

Se reducen costes como también se puede lograr una automatización casi perfecta.

La soldadura orbital utiliza un sistema que se compone por una fuente de alimentación y el cabezal de soldadura orbital. La red de alimentación, con los parámetros de soldadura, controla el arco que permite la correcta fusión de los materiales y controla la rotación del cabezal, como también la emisión de gases en el proceso de soldeo.

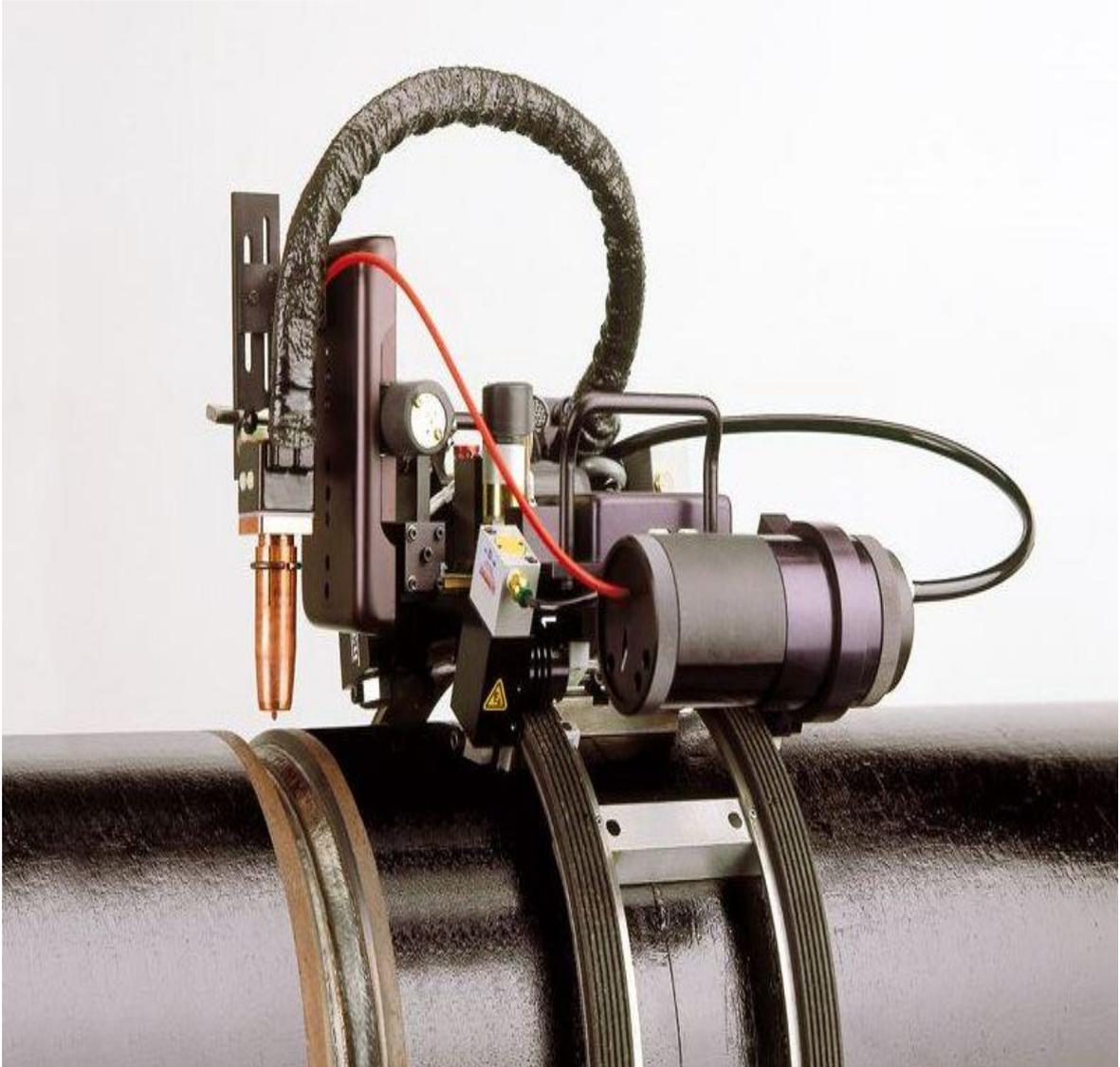
Industrias donde se emplea este tipo de soldadura:

- Bioquímica
- Alimentaria
- Tuberías de todo tipo
- Refrigeración y otros

Algunos de los materiales donde se aplica la soldadura orbital son:

- Acero inoxidable
- Titanio
- Acero al carbono
- Aluminio
- Cobre
- Aleación de níquel

**Ilustración 11:** *Equipo de soldadura orbital*



**Fuente:** Lincoln

## **Proceso de soldadura**

ASME lo determina como una de las técnicas con mayor frecuencia de aplicación en la construcción de tuberías y recipientes a presión, tanques de almacenamiento, calderas, estructuras metálicas y otras construcciones metalmeccánicas.

Según PT Houldcroft (2000) nos define la soldadura como el método de unir más adaptable y pocas son las cosas que manejamos hoy en día, que no dependan de una unión soldada en alguna fase antes de llegar a nosotros. Por su extenso uso en muchas industrias el conocimiento de los procesos de soldar es esencial no solo para los ingenieros en soldadura y metalúrgicos sino también para los diseñadores, fabricantes y usuarios de productos soldados.

Lo determina Jeffus, Larry (2009), como un proceso de unión que produce la coalescencia de materiales calentándolos a temperatura de soldadura

A continuación, se describe los procesos de soldadura que la empresa emplea para sus servicios:

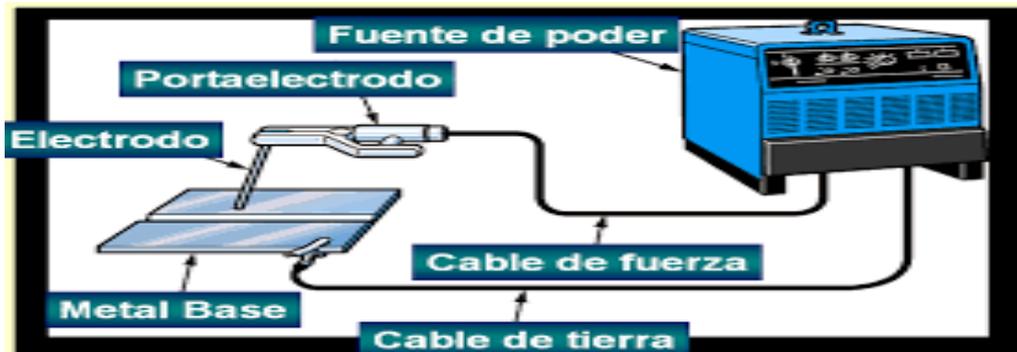
### **Proceso de soldadura manual con arco eléctrico**

Nos dice José Gaxiola (1994) es un sistema que utiliza una fuente de calor (arco eléctrico) y un medio gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo, mediante la cual es posible la fusión del metal de aportación y la pieza.

El proceso se genera mediante el circuito eléctrico, la fuente de poder para soldar proviene de una máquina de soldar con corriente continua o corriente alterna, la cual forma un circuito eléctrico, a través de los cables conductores, del electrodo a la pieza, este circuito se cierra al hacer contacto la pieza con el electrodo. El arco formado es la parte donde el circuito encuentra mayor resistencia y el punto donde se genera la fuente de calor. Llevando al metal al punto de fusión donde ambos metales se fusionan y forman un cordón de soldadura de resistencia de acuerdo al material de aporte el cual cumple la función de: desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente, dar protección al metal fundido de las influencias atmosféricas. El proceso antes mencionado es versátil y muy económico. Se caracteriza por un sin número de aplicaciones en diversos servicios. A

continuación, se puede ver cómo está conformado el equipo de proceso de soldadura al arco eléctrico manual

**Ilustración 12:** *Equipo de procesos por arco eléctrico manual*

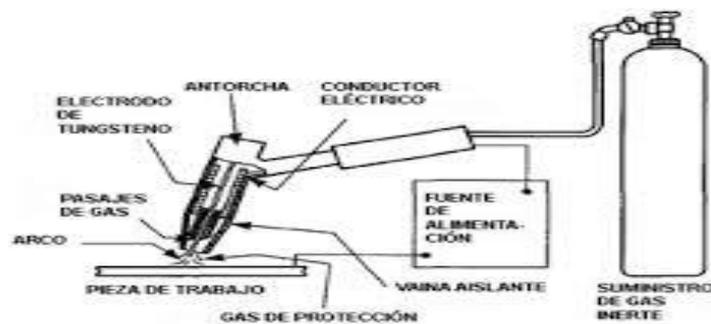


**Fuente:** Aguilar, Alberto soldadura de arco eléctrico

### **Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo de tungsteno (TIG)**

Un proceso, en que la fusión es producida por el calor de un arco que se establece entre un electrodo de tungsteno no-consumible y la pieza de trabajo. La protección se obtiene de un gas inerte (argón o helio). La sociedad americana de la soldadura (AWS) lo define como un proceso de soldadura por arco que utiliza el arco eléctrico que salta entre un electrodo de tungsteno (no consumible) y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión sin la aplicación de presión. El arco produce el calor necesario para fundir los materiales base, el gas protector mantiene el oxígeno del aire apartado del baño de fusión y el tungsteno caliente. Durante el proceso se puede, o no añadir el metal de aportación al baño de fusión

**Ilustración 13:** *Equipo de proceso de soldadura TIG*

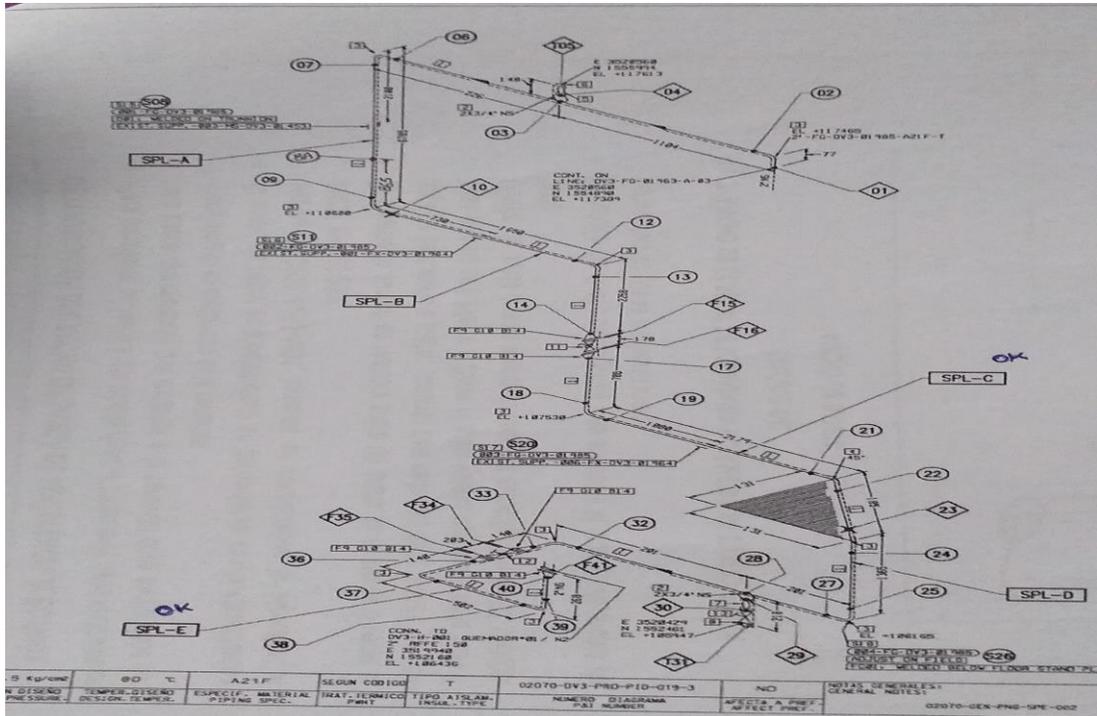


**Fuente:** [http://www.sapiensman.com/tecnoficio/soldadura/soldadura\\_TIG.php](http://www.sapiensman.com/tecnoficio/soldadura/soldadura_TIG.php)

## Descripción del proceso de soldadura en la empresa

El proceso inicia desde que el isométrico (método de representación gráfica) como se verá en la figura número como a continuación se muestra.

**Ilustración 14:** *Isométrico de soldeo y montaje de tubería*



**Fuente:** Empresa Fortaleza

Llega a los operarios de campo quienes inician con la selección del material (tuberías, perfiles u otros), el cual es de inmediato trazado a las medidas correspondientes al diseño, posterior a ello se realiza el corte a las medidas exactas el cual se puede ejecutar con amoladora o con equipo de oxiacetilénica, se bisela de acuerdo al espesor de la tubería o los perfiles. Luego de ello en el caso de las tuberías el operario armador procede a lo que comúnmente se dice armado (alineamiento de las tuberías por medio de grapas), que consiste en unir dos tuberías las cuales siempre se sujetan con grapas y siempre tener en cuenta que los espesores de la tubería sean los mismo de lo contrario se dificultaría el soldeo, a continuación se muestra en la figura número 5

**Ilustración 15:** *Armado de tubería*



**Fuente:** Empresa fortaleza

De inmediato se apuntala, como se observara en la figura , de acuerdo al proceso de soldadura que requiera la especificación del material que se trabaje, que muchas veces el proceso de soldadura es TIG.

**Ilustración 16 :** *Apuntalado de tubería*



**Fuente:** Empresa Fortaleza

Se procede a encapsular el área para inmediatamente proceder a realizar el soldeo de la pega, que a continuación se aprecia en la figura

**Ilustración 14:** *Soldeo de tubería*



**Fuente:** Empresa Fortaleza

Siendo la persona encargada de ejecutar cuya actividad. Aquel que ha pasado por estrictas pruebas de calificación para determinado proceso. Posterior a ello se proceden a realizarse los ensayos respectivos (tintes penetrantes, rayos x, dureza entre otros) para determinar la condición de la soldadura ejecutada. A continuación, se conocerá algunos recursos que tiene la empresa Fortaleza SRL.

- Máquinas y herramientas

Las máquinas de soldar en el proceso de soldadura son de suma importancia ya que ellas nos permiten cumplir con el objetivo de realizar las pegas de soldadura. Las herramientas como son: amoladoras, hornos y turbineta que son parte del proceso de soldeo en el cual establecen una conexión operario herramienta.

- Tiempo y horario: la jornada laboral en la empresa es de lunes a sábado con un horario de 48 horas semanales. O como se disponga la realización del servicio

**IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA:** Para el proceso de la mejora mediante la metodología Seis Sigma se tomará la metodología DMAIC (Define, Mide, Analiza, Mejora y Controla) para el desarrollo de la implementación.

**ETAPA DEFINE**

En esta etapa se tendrán en cuenta los siguientes enunciados:

- Definir el objetivo del proyecto.
- Las actividades donde se debe aportar las mejoras.
- Los que van a conformar los grupos de trabajo.
- En qué condiciones se encuentra el problema.
- Como también se debe de tener en cuenta la apreciación de los clientes tanto activos como potenciales.

Definir el objetivo del proyecto:

En el presente trabajo se tiene como objetivo general la mejora de la productividad en el proceso de soldadura de la empresa como también dar solución a los elementos que hacen que lo antes expuesto no sea conveniente para la empresa

Actividades donde se debe aportar las mejoras: Para ello tenemos que elaborar un diagrama de procesos

**Tabla 8:** *Mapa de procesos*

INICIO			FIN	
PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESOS	SALIDAS	CLIENTES
Acero al carbono Electrodos	Spool Flanjes Espárragos Herramientas Equipos Epp	Interpretación de isométrico Habilitado de spool Armado de tubería Apuntalado Soldeo	Juntas de tubería de acuerdo a la interpretación de isométrico	Satisfechos Con recomendaciones

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9: Diagrama de análisis de proceso**

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS												
DIAGRAMA N°1		HOJA N°1			RESÚMEN DE ACTIVIDAD		CANTIDAD					
OBJETIVO: JUNTA DE SOLDADURA EN TUBERIA					OPERACIÓN:		5					
					TRANSPORTE:		2					
PROCESO: (MIXTO) TIG Y ARCO ELECTRICO					ESPERA:							
ÁREA: SOLDADURA					INSPECCIÓN:		4					
OPERARIO:					ALMACENAMIENTO:							
ELABORADO POR:					OPERACIÓN/INSPECCIÓN:		7					
FECHA:					DISTANCIA:		120					
ACTIVIDAD					TIEMPOS:		463					
N°	DESCRIPCIÓN	CANT	DIST (mt)	TIEMPO (min)	TIPO DE ACTIVIDAD						OBSERVACIÓN	
					OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO	TO		OPERACIÓN E INSPECCIÓN
1	isométrico al operario	1	10	20								
2	Buscar línea según isométrico		50	30								
3	Llevar hacia coordenadas la tubería		30	30								
4	Alistar herramientas de trabajo			20								
5	Realizar montaje de tubería			50								
6	Inspeccionar medidas			5								
7	Realizar bisel al grado indicado			20								
8	Verificar bisel			3								
9	Colocar grampas para alinear tubería	1		10								
10	Alistar maquina de soldar	1		5								
11	Posicionar botella de argón	1	30	15								
12	Electrodos a temperatura en el horno			15								
13	Apuntalar	4		15								
14	Iniciar soldeo			90								
15	Limpieza con la amoladora al primer pase de soldadura			15								
16	Segundo pase de soldadura			60								
17	Limpieza y tercer pase de soldadura			50								
18	Verificación del acabado de soldadura			10								

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama de análisis de proceso se debe disminuir el tiempo en buscar la tubería como el transporte hacia sus coordenadas, ambos suman 1 hora en el desarrollo de dicha actividad, teniendo un mejor orden y una mejor identificación de las tuberías se debería lograr disminuir el tiempo. Otras de las actividades es el del montaje de la tubería la cual al parecer demanda mucho tiempo (50 min) el cual teniendo una buena coordinación con las personas encargadas de las maniobras se puede disminuir. Como también el proceso de soldeo el cual debe darse por el mal estado en que se encuentran las herramientas, como los equipos de trabajo.

## GRUPOS DE TRABAJO

**Tabla 10:** *Definición de equipo y roles*

<b>CARGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>ROL</b>
GERENCIA	ERNESTO SÍLVA	CAMPEÓN
DISEÑO	SEBASTIAN DE LA FUENTE	CINTA NEGRA
SUPERVISOR DE CAMPO	LUIS MEDINA	CINTA NEGRA
CALIDAD	EFRAIN AGUILAR	CINTA VERDE
OPERARIOS		CINTA AMARILLA

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede observar el compromiso del gerente hacia el cargo encomendado para la realización del proyecto como campeón que será quien tenga la responsabilidad del proyecto, el encargo del área de dicho que por lo general son un grupo de ingenieros quienes serán los cintas negras quienes tendrán la responsabilidad de entrenar a los cintas verdes, el cinta verde en este caso el señor de calidad quien es el que tiene contacto directo con las juntas de soldadura porque se depende el la liberación de la unión soldada para ser entregada al cliente se le encomendó este cargo porque será quien entrene a los cintas amarillas quienes en esta caso será conformado por los operarios.

Apreciación de los clientes tanto activos como potenciales

Para identificar lo que el cliente quiere se formuló un formato tipo cuestionario donde se extraerá información de de la experiencia respecto al servicio brindado por la empresa

Fortaleza S.R.L que se podrá ver en la figura número 14 y 15, quedando como resultado los puntos de vistas de los clientes en una figura consolidada que a continuación se presenta.

**Ilustración 17:** *Apreciación del cliente respecto a los servicios de soldadura*



Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 18:** *Apreciación del cliente respecto a los servicios de soldadura*



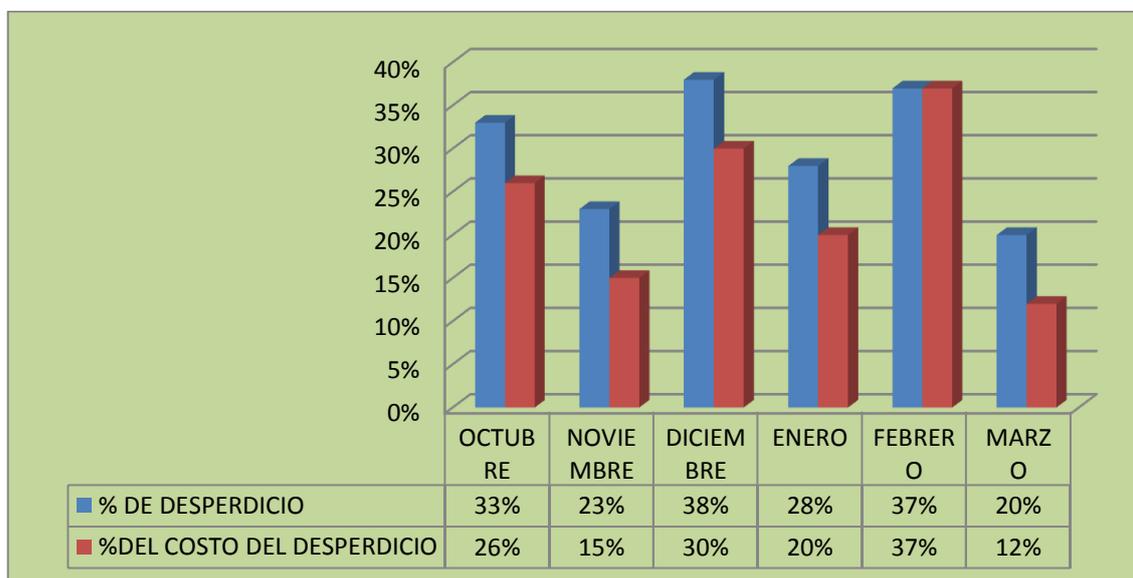
Fuente: Elaboración propia

En la figura se pudo apreciar que la aceptación de la empresa para los clientes es de 30% respecto a seguridad y calidad dejando un 20% al medio ambiente y confianza, califican al personal bueno en 60% y regular y muy bueno en 20%, como también un 50% dijo que si cumple con los estándares de calidad respecto a otros 50% que isieron mención a lo contrario, por lo tanto el total de los encuestados estima que si cumplen los tiempos estimados por cada servicio, como también el 100% siente satisfacción por el servicio, la calidad del servicio se encuentra en 50% buena y excelente, respecto al conducto regular el 100% afirmo que si se cumple, como también califican al servicio como bueno un 50% y excelente los otros 50%, la calificación a los acabados de las juntas fueron de 50% bueno y otros 50% excelente y para finalizar la contribución hacia la empresa es para un 50% muy poco y para el otro 50% mucho.

#### ETAPA MEDIR

En la siguiente etapa se verán registradas las causas principales de la mala productividad extraída por los instrumentos de recolección de datos, que a continuación se detalla en la siguiente figura el costo del desperdicio que es generado por la mala aplicación del proceso de soldadura, los detalles se verán en el.

**Ilustración 19:** Costo del desperdicio en el proceso de soldadura



Fuente: Empresa Fortaleza

En la figura se observa el porcentaje del costo generado mensual por la mala aplicación del proceso de soldadura, como son octubre 26% equivalentes a S/ 50,089, noviembre S/40,759, diciembre a S/ 50,254, enero a S/ 40,924, febrero a S/ 50,221y marzo S/40,660 aproximadamente se observa diciembre fue el mes que mayor desperdicio se genero respecto a marzo que casi es la mitad

El desperdicio está conformado por el Retrabajo, Re inspección, transporte y consumibles los cuales se generan cuando la junta pasa por los controles de calidad y es rechazada la cual se tiene que cortar para su reparación.

Es por esta razón que se generan excesivas horas de trabajo, la parte que se tomó para medir fue el cordón de soldadura ya que luego de ser ejecutado y entregado al cliente pasa por el control de calidad quienes determinan si es aceptable o no posterior a las pruebas de calidad realizadas.

Tomando como las variaciones o los defectos que llevan a la mala calidad determinamos a los poros, discontinuidad en el cordón de soldadura, socavaciones mala unión entre cordón y cordón. Las cuales se vienen dando por causas que se desconocen. A continuación, se muestra en la siguiente imagen

### **Ilustración 20:** *Tubería en Retrabajo*



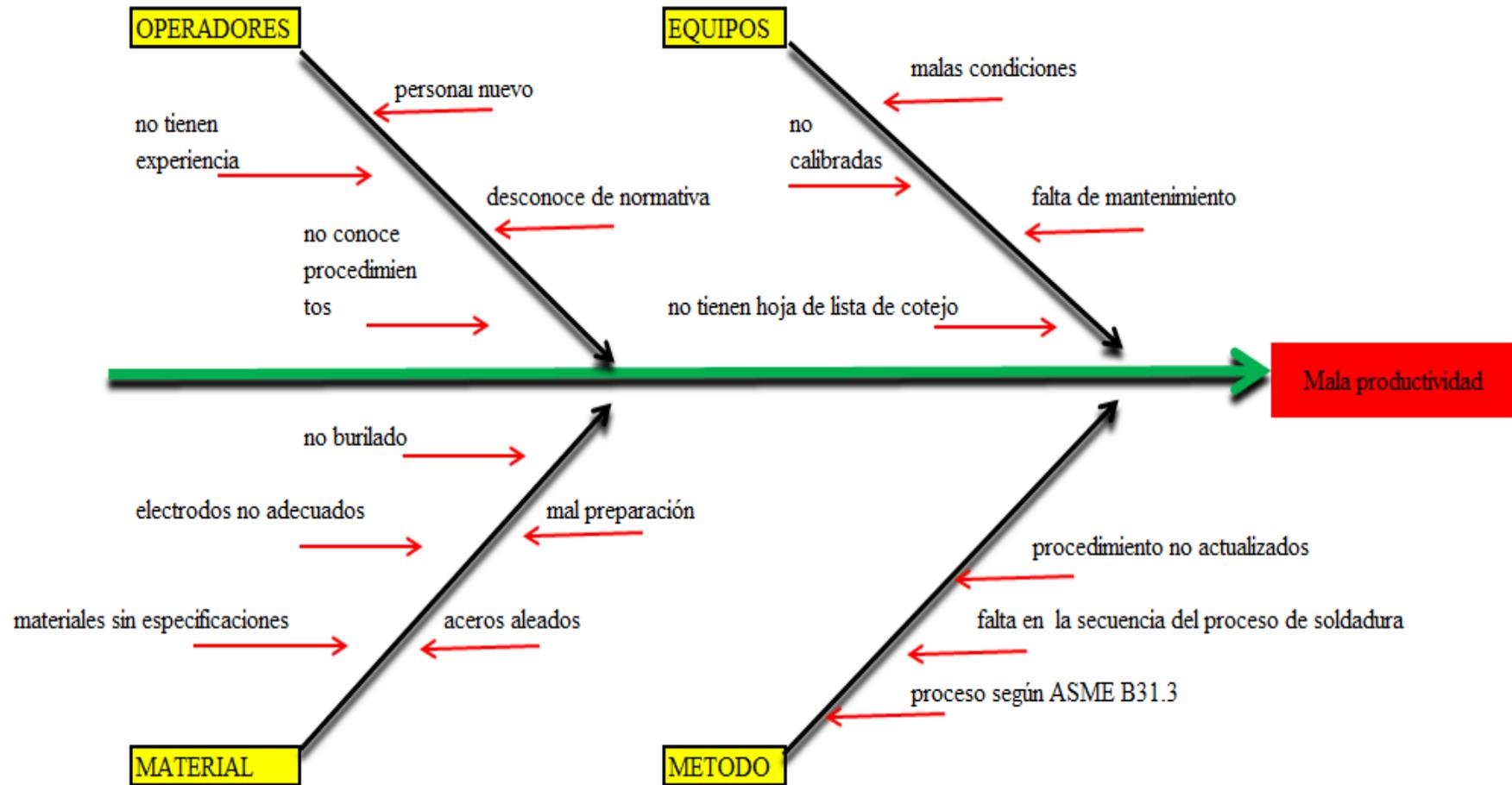
Fuente: Empresa Fortaleza

En la figura se observa que nuevamente se le está realizando el proceso de soldadura a una junta que fue rechazada por calidad, al no cumplir con los estándares de calidad

#### **ETAPA ANALIZA**

En esta etapa se pretende saber cómo se está generando el problema y el por qué, se procederá con las causas raíces que influyen en las variables. Diagrama de Ishikawa, en el cual se pueden determinar las causas potenciales que generan la mala eficiencia como eficacia dentro del proceso de soldadura, respecto a ello se realizó una lluvia de ideas para determinar las causas y poder trabajar en posibles soluciones.

**Ilustración 21:** Diagrama causa-efecto en el proceso de soldadura de la empresa fortaleza S.R.L



Fuente: Elaboración propia

Factor hombre:

Las causas provienen de que el personal desconoce el procedimiento de trabajo que es principal requisito para trabajar los aceros que se vienen trabajando en el proyecto, gente contratada con poca experiencia en estos servicios que se vienen brindando, el personal es nuevo y tiene que pasar por innumerables charlas de capacitación que se valla adaptando al trabajo.

Factor material:

Se determinó que el material a emplear como electrodo no es el indicado para el tipo de material a trabajar lo que después de su ensayo de calidad se ve reflejado y la junta es rechazada, también se dice que la preparación no es la adecuada lo que al realizar el soldeo hay probabilidades que se generen poros, el personal hace mención al desconocimiento de los aceros aleados lo que les dificulta a realizar la junta.

Factor equipo:

Con respecto a los equipos se ha determinado que casi el 50% de los que se dispone en la empresa se encuentran en malas condiciones y el personal hace uso de ellos tratando de sacar la producción adelante, los mismos que también no cuentan con formatos de lista de cotejos para realizarle un seguimiento de gestión de calidad.

Factor método:

Los procedimientos se encuentran desactualizados los mismos que generan retraso en la Elaboración de la junta ya que los aceros aleados se realizan con tratamiento térmico, tal procedimiento el personal desconoce en su mayoría ya que se les hace muy difícil en su mayoría diferenciar las tuberías que se le aplica dicho procedimiento para su ejecución.

A continuación se determinan las causas raíces potenciales:

De acuerdo al proceso de soldadura la cual tiene como objetivo realizar la junta de soldadura no preguntamos donde está fallando el personal si los pasos principales son el habilitado del tubo, armado, apuntalado y soldeo. A continuación se usara la herramienta porque / porque la cual ayuda a identificar las causas que estén generando la mala productividad, la cual se verá a continuación.

Tabla 11: *Herramienta porqué/porqué*

Variable Y	JUNTA DE TUBERIA				
Variable X	FENÓMENO	PORQUÉ	PORQUÉ	PORQUÉ	PORQUÉ
habilitado del tubo	Grado inadecuado del bisel	No hubo herramienta de verificación	La empresa no dispone	No hubo requerimiento	Personal desconoce
armado	Sin transición	Falta herramienta de verificación	La empresa no dispone	Personal desconoce	No hubo capacitación
apuntalado	Punto con poros	Personal no capacitado	Parámetros inadecuados	Falta de presión de gases	Mal amperaje
soldeo	Rechazó por calidad	Por poros, socavación	Parámetros inadecuados	Aporte inadecuado	No leen el procedimiento

PRINCIPALES CAUSAS RAÍCES
1.-Falta de requerimientos de herramientas de medición como galgas , etcétera
2.-Falta de capacitaciones
3.- Los parámetros usados en las máquinas no son los adecuados
4.-Aportes en muchas veces hay equivocación

Fuente: Elaboración propia

En la tabla porque/porque se observa y permite determinar las potenciales causas de la mala ejecución del proceso de soldadura, las cuales están enumeradas como principales causas raíces.

#### Etapa mejora

Se pretende en esta fase implementar las acciones preventivas y correctivas que sean necesarias para reducir las juntas herradas que se vienen presentando respecto al proceso de soldadura para así contribuir al incremento de la productividad.

Para ello se determinó una lluvia de ideas en las cuales salieron puntos más resaltantes

- Capacitar a los trabajadores respecto a estándares de calidad.
- Informar sobre el procedimiento de tratamiento térmico.
- Hacer saber a la empresa sobre la necesidad que se tiene con respecto a las herramientas como galgas.
- Realizar formatos de lista de cotejos a las herramientas y equipos y disponer de personal capacitado para su pronta reparación.
- Dar a conocer el procedimiento actual del proceso de soldadura.
- Actualizar el procedimiento de Tratamiento Térmico teniendo las ideas definidas se procederá a elaborar un plan de implementación.

**Tabla 12:** *Implementación de mejora*

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	QUIÉN	CUÁNDO	CÓMO	CONQUÉ
1	Capacitar a los trabajadores respecto a estándares de calidad	Jefe de área	Abril	Capacitación	Auditorio, proyectores
2	Informar sobre los parámetros de (PWHT) tratamiento térmico	Jefe de área	Abril	En físico	Hoja impresa
3	Realizar formatos de lista de cotejos a las herramientas y equipos y disponer de personal	Encargado de Ing. de diseño	Abril	Lista de cotejos	Formatos

	capacitado para su pronta reparación				
4	Hacer saber a la empresa sobre la necesidad que se tiene con respecto a las herramientas como galgas	Jefe de área	Abril	Orden de compra	Formato
5	Dar a conocer el procedimiento actual del proceso de soldadura	Jefe de área	Abril	Capacitación	Auditorio, proyector
6	Actualizar el procedimiento de tratamiento térmico	Encargado de Ing. de diseño	Abril	formatos	Según norma

Fuente: Elaboración propia

Luego de implementar un plan se dispuso al desarrollo del mismo

**Tabla 13:** Programa de capacitaciones en estándares de calidad

SEMANA	TEMÁTICA	ORIENTADOR	FECHA
1	Introducción a la calidad en Soldadura Códigos Especificaciones Normas relativas	EFREIN AGUILAR	08-12 DE ABRIL DE 06 A 10pm
2	Inspección de soldadura <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantía de calidad</li> <li>• Control de calidad</li> <li>• Inspección de soldadura</li> <li>• Responsabilidades: antes , durante y después de la soldadura</li> <li>• Personal</li> </ul>	EFREIN AGUILAR	15 – 19 DE ABRIL DE 06 A 10pm
3	Discontinuidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalidades</li> <li>• Definición de términos</li> <li>• Clasificación de las continuidades</li> <li>• Descripción de las discontinuidades de soldadura</li> <li>• Factores a considerar en el análisis de las discontinuidades</li> </ul>	EFREIN AGUILAR	22 – 26 DE ABRIL DE 06 A 10pm

Fuente: Elaboración propia

El objetivo del siguiente documento es describir en forma específica el Método y Técnica de ejecución del Tratamiento Térmico localizado post soldadura, mediante el uso de resistencia eléctrica flexible, para los materiales que a continuación se describen.

**Tabla 14:** *Parámetros de tratamiento térmico*

PARÁMETROS	ASME A106 Gr B (P N°1)	ASME A335 Gr (P5) – (PN°5B) 5Cr – ½ Mo	ASME A335 Gr (P9)- (PN°5B) 9Cr – 1 Mo	ASME A335 Gr (P11)- (PN°4)	ASME A335 Gr (P22)- (PN°5A)
TEMPERATURA DE LIBRE CALENTAMIENTO	<300 °C	<300 °C	<300 °C	<300 °C	<300 °C
TEMPERATURA DE INICIO DE REGISTRO TÉRMICO	300 °C	300 °C	300 °C	300 °C	300 °C
VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO	90°C/hor - 150°C/hora	90°C/hor - 150°C/hora	90°C/hor - 150°C/hora	90°C/hor - 150°C/hora	90°C/hor - 150°C/hora
TEMPERATURA DE MANTENIMIENTO	593°C - 649°C	704°C - 760°C	704°C - 760°C	704°C - 746°C	704°C - 760°C

Fuente: Codigos ASME

A continuación se detallan los puntos resaltantes que deberían estar dentro del procedimiento de tratamiento térmico post soldadura, los cuales fueron determinados mediante la presente investigación:

1. Si bien la Máquina de Tratamiento Térmico es totalmente automática y puede realizar el ciclo térmico completo sin la observación del operador es conveniente la constante supervisión. Ya que se presentaron casos donde las maquinas estaban trabajando y de pronto ocurría un defecto en el grafico echándose a perder horas de trabajo. El Tratamiento Térmico está aislado pero en sus límites de cañería se encuentra demasiado caliente como para producir quemaduras en personas, madera, combustibles, etcétera. Se propone que sea verificado por el personal tomando las medidas de seguridad necesarias para evitar daños personales como materiales. a continuación se muestra la imagen de la maquina sin el operador supuestamente trabajando

**Ilustración 22** *Máquina de Tratamiento Térmico sin el operador en campo*



Fuente: Empresa Fortaleza

## Etapa controla

En esta etapa se determinaran los mecanismos de control para asegurar que se mantengan las mejoras, estandarización del proceso, usando herramientas de control visual para así mantener las mejoras logradas en la empresa que sería de mucho benéfico

Se puede decir que un proceso es estable cuando la evolución de las variables definidas como claves se mantenga constante en el tiempo. Decimos que un proceso es capaz cuando se puede mantener dentro del rango de las tolerancias en un intervalo de variabilidad admisible.

## Plan de control del proceso

Se elaboró un plan de control de proceso, para llevar un control de las características identificadas en el proceso. Se elaboró un control para las variables “X”.

## Control de la variable x

El control para la variable X1: habilitado del tubo debe de hacerse de la manera más normal dejándolo limpio de impurezas con el bisel de acuerdo a las medidas que pide el procedimiento dándole acabado con pulifan y si es que se requiriera de lima aplicarle la que no sea bastarda, siempre verificando que cumpla la tubería con los estándares que pide el isométrico

El control para la variable X2: armado de la junta a soldar debe de hacerse con su respectiva grampa de acuerdo al diámetro del tubo que se requiera soldar según detalles del isométrico, revisando siempre los diámetros internos como externos de la tubería, lo aceptable es  $\pm 1.5$  se alguna tubería excediera esa medida se le tendría que hacer transición a la tubería que requiera

El control para la variable X3: apuntalado de la junta ya armada estando con grampa se procede a realizar el apuntalado en el sentido de reloj 4 puntos que sean fáciles de eliminar para el soldador, dar los parámetros de soldadura bien para que no malogre los biseles provocándoles socavación que sería de mucha dificultad para el posterior proceso

El control para la variable X4: soldeo de la junta apuntalada, se debe de verificar el tipo de acero de la tubería para pedir el aporte adecuado para el tipo de acero a trabajar, revisar el

procedimiento de soldadura para tener en cuenta los rangos del amperaje que se requieren para dicho proceso

Control de la variable Y: junta de tubería, la cual debe de cumplir con los estándares de calidad, para que no sea rechazada, no presentar socavación, porosidad como también discontinuidad en el cordón de soldadura, para las juntas de acero asegurarse de que queden envueltas con cinta de aluminio, para las juntas aleadas debe de tenerse a la mano el instrumento de medición de temperatura, para así controlar la temperatura a la tubería que se está trabajando.

Recursos del proyecto

Recursos humanos: aquellas personas involucradas en el trabajo de investigación como son: personal técnico, administrativo, asesores y de servicio etcétera. En la siguiente tabla se detalla los recursos humanos para el desarrollo del proyecto

**Tabla 15:** *Personal para la implementación*

ÍTEM	TALENTO HUMANO	HORAS	ESTÁNDAR	CANTIDAD	COSTO
1	Jefe de área	40	S/ 30	1	S/ 1,200
2	Ing. de calidad	40	S/ 25	1	S/ 1,000
3	Ing. de diseño	40	S/ 25	1	S/ 1,000
4	Asistente de supervisor	40	S/ 20	1	S/ 800
5	operario	40	S/ 20	1	S/ 800
TOTAL					S/ 4,800

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16: recursos por capacitación**

ITEM	NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN	COSTO TOTAL
1	Capacitar a los trabajadores respecto a estándares de calidad	S/ 3,000
2	Informar sobre el procedimiento de tratamiento térmico	S/ 1,500
3	dar a conocer el procedimiento actual del proceso de soldadura	S/ 1,800
TOTAL		S/ 6,300

Fuente: Elaboración propia

#### RECURSOS MATERIALES

Aquellos que se emplearon en el trabajo de investigación que a continuación se detalla

**Tabla 17: recursos materiales**

ÍTEM	RECURSO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
1	Instrumento de medida	8	S/ 120	S/ 960
2	Hojas bond	2	S/ 20	S/ 40
3	lapiceros	4	S/ 4	S/ 16
TOTAL				S/ 1,016

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18: costo total**

COSTO DEL PROYECTO	
ESTUDIO DEL PROYECTO	COSTO TOTAL
costos por mano de obra	S/ 4,800
costos por capacitación	S/ 6,300
costos por material	S/ 1,016
costos por auditorias	S/ 1500
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>S/ 13,616</b>

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 04: ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

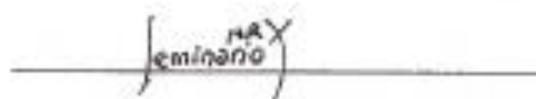
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10.06.2019 Página : 1 de 1
--	--	--

Yo, **Msc. MARIO SEMINARIO ATARAMA** docente de la Facultad Ingeniería y Escuela profesional Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo Filial Piura, revisor de la tesis titulada:

"Mejora de la productividad en el proceso de soldadura mediante la metodología Seis Sigma en la empresa Fortaleza S.R.L, Talara, 2018" del estudiante **GARCIA AQUINO, RONY LUIS**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 26% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnifin.

El/la suscrita (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Piura 18 de febrero de 2020

  
**Msc. MARIO SEMINARIO ATARAMA**  
DNI: 02633043





ANEXO 05: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 00
		Fecha : 23-03-2019
		Página : 1 de 1

Yo Rony Avis Grosse Ralvo identificado con DNI N° 44532964  
 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial  
 de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ), No autorizo (  ) la divulgación y  
 comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado  
"Mañana de la Industria en el proceso de Solución mediante la Ingeniería"  
 Será depositado en el Repositorio Institucional de la UCV  
 (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley  
 sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

[Firma]  
 FIRMA

DNI: 44532964

FECHA: Perú, 23 de Julio 2019



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SOC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

ANEXO 06: AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

García Aquino Rony Luis

INFORME TITULADO:

Mejora de la productividad en el proceso de  
Soldadura mediante la metodología seis sigma en la  
Empresa Fortalera SRL Talara 2018  
PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 23 de Julio 2019

NOTA O MENCIÓN: 12

  
\_\_\_\_\_  
MSc. Guerrero Millones Ana María  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

