



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Efecto de la aplicación de soldadura FCAW en la  
productividad del soldador área de mantenimiento de Austral  
Group SAA, Coishco - 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Sucuitana Muñoz, Raúl Fernando (ORCID: 0000-0001-6180-9258)

Velásquez Zavala, Raúl Alexander (ORCID: 0000-0002-5165-0949)

**ASESOR:**

Dr. Méndez Parodi Raúl Alfredo (ORCID: 0000-0002-1667-9594)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión Empresarial y Productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Se lo dedicamos a dios por brindarnos salud y recuperación a todos nuestros hermanos peruanos que sufrieron por la pandemia que golpeo a nivel mundial, y darnos las fuerzas necesarias que permitieron culminar la presente investigación académica.

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi madre, hermanas por su constante apoyo que siempre me brindaron desde el inicio de mis estudios, alimentando mi autoestima, siendo ellas mi inspiración, motivación para seguir mejorando en lo personal y profesional.

Se lo dedicamos a nuestras familias que nos brindaron su tiempo de goce familiar para poder culminar la etapa final de nuestros estudios y a todos los que nos dedicaron su tiempo, información y orientación.

## **Agradecimiento**

Agradecer a nuestros docentes metodólogos en la realización del presente trabajo de investigación el cual se efectuó estos últimos meses.

Agradecer a la Pesquera Austral Group y todos sus colaboradores del área de mantenimiento de flota por brindarnos la información y su apoyo a la realización de la presente Investigación Académica.

Agradecer a nuestros maestros del primer hasta el último ciclo de estudios que fueron fundamentales en toda la trayectoria académica para poder elaborar la presente investigación.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRAC.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	8
METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2. Variables y Operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos:.....	24
3.6 Método de análisis de datos.....	25
3.7 Aspectos éticos.....	25
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIONES.....	48



RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.....	21
Tabla N° 02.....	22
Tabla N° 03.....	23
Tabla N° 04.....	28
Tabla N° 05.....	28
Tabla N° 06... ..	29
Tabla N° 07.....	29
Tabla N° 08.....	33
Tabla N° 09.....	34
Tabla N° 10.....	35
Tabla N° 11.....	40
Tabla N° 12.....	41
Tabla N° 13.....	41
Tabla N° 14.....	42
Tabla N° 15.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01.....	24
FIGURA N° 02 .....	26
FIGURA N° 03.....	27
FIGURA N° 04.....	30
FIGURA N° 05.....	31
FIGURA N° 06.....	31
FIGURA N° 07.....	32
FIGURA N° 08.....	36
FIGURA N° 09.....	37
FIGURA N° 10.....	38
FIGURA N° 11.....	39
FIGURA N° 12.....	42
FIGURA N° 13.....	43

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la aplicación de soldadura FCAW en la productividad del soldador área de mantenimiento de AUSTRAL GROUP SAA Coishco. Para ello, se llevó a cabo una investigación del tipo experimental con diseño cuasiexperimental con un grupo de control y grupo experimental, los cuales se formaron según el uso de la soldadura FCAW. Asimismo, la muestra estuvo conformada por 3 soldadores para cada grupo. Los resultados mostraron que la soldadura convencional (SMAW) utilizada por la empresa presentaba un total de 23.08% de actividades improductivas (demoras), el tiempo promedio era de 15.36 minutos, el tiempo normal de 18.28 minutos y el tiempo estándar 20.66, cada uno ellos medido en función de una probeta estándar. En el caso del uso de la soldadura FCAW, no se identificaron demoras que pudieran ser consideradas como improductivas. En el caso del estudio de tiempos, arrojó un tiempo promedio de 4.28 minutos, un tiempo normal de 5.10 minutos y un tiempo estándar de 5.76 (se utilizaron probetas con las mismas dimensiones). La comparación estadística demostró que la diferencia entre ambos métodos era significativa con un nivel de significancia menor a 0.05. En ese sentido, se pudo concluir que la aplicación de la soldadura FCAW si tiene un efecto sobre la productividad del soldador en la empresa AUSTRAL GROUP SAA, Coishco - Perú. Palabras claves: Productividad, Soldadura FCAW, Método, Procedimiento.

## **ABSTRAC**

The objective of this research was to evaluate the effect of the application of FCAW welding on the productivity of the welder maintenance area of AUSTRAL GROUP SAA Coishco. To do this, an investigation of the experimental type with a quasi-experimental design was carried out with a control group and an experimental group, which were formed according to the use of FCAW welding. Also, the sample consisted of 3 welders for each group. The results showed that the conventional welding (SMAW) used by the company presented a total of 23.08% of unproductive activities (delays), the average time was 15.36 minutes, the normal time 18.28 minutes and the standard time 20.66, each one of them. measured against a standard specimen. In the case of the use of FCAW welding, no delays were identified that could be considered as unproductive. In the case of the study of times, it gave an average time of 4.28 minutes, a normal time of 5.10 minutes and a standard time of 5.76 (specimens with the same dimensions were used). The statistical comparison showed that the difference between both methods was significant with a significance level of less than 0.05. In this sense, it was concluded that the application of FCAW welding does have an effect on the productivity of the welder in the company AUSTRAL GROUP SAA, Coishco - Perú.

Keywords: Productivity, FCAW Welding, Method, process

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de la soldadura está masificado en el mundo y presente en casi todo lo que pueda apreciar nuestros ojos como una silla metálica, utensilios de cocina, una bicicleta, en la construcción, botella de oxígeno, un auto, maquinaria agrícola, armas, tanque de guerra, embarcaciones pesqueras, embarcaciones mercantes y de guerra, aviones comerciales, aviones de guerra, gaseoductos, oleoductos, pozos petroleros y de esto no es ajeno la industria aeroespacial, etc. Y su importancia radica porque es el proceso más económico y difundido para unir dos metales de forma permanente y que este trabaje como una sola pieza, las empresas buscan ser cada vez más competitivas, brindando productos y servicios de la mayor calidad, es por lo que tienen que estar en constante renovación de sus procesos, con el apoyo de nuevas tecnologías y con mano de obra calificada. En este sentido de ideas de este informe investigación pretende aumentar la productividad en el mantenimiento de artefactos navales en Austral Group SAA proponiendo el uso de nuevos procesos de soldadura como el FCAW. El proceso de soldeo actual presenta un nivel crítico para la actualidad, junto a su crecimiento tecnológico, en el mundo no se logra comprobar la dependencia que existe en ella, se habla que la soldadura comenzó a principios del siglo XX, pero hace más de 60 años esta tecnología era demasiado costosa, pero hoy en día miramos a nuestro alrededor, podemos encontrar que todo está hecho de soldadura, esto genera mano de obra barata para realizar las fabricaciones o reparaciones, sin importar el tema de calidad; las empresas asumen que se reducen sus costos directamente de horas hombre, pero en realidad esto origina una improductividad causando reprocesos o costos por penalidad de incumplimiento de entrega de trabajo.(OLIVE, Mark,. 2014).

En el mundo los procesos de soldadura no se le dan la importancia debida, pero si nos detenemos y empezamos a investigar se puede observar que la soldadura es interminable. El autor GUIVERNAU (2011), menciona que esta herramienta es usada en la gran mayoría de procesos industriales y del sector construcción, al tener varios procesos. Siendo vital actualmente en esta sociedad, viendo desde el enfoque naval la soldadura es el corazón de la

construcción, puesto que la mayoría de artefactos navales son de acero. Al principio se dudaba de este proceso, existen varios métodos tales como: el arco manual, el soldeo con protección gaseosa, el soldeo con electrodo de tungsteno y gas inerte, etc. También existen procedimientos manuales, semiautomáticos y automáticos, que cumplen la función de unión, podrá parecer sencillo realizar este trabajo, pero sin la debida experiencia y capacitación que van de la mano será muy complicado obtener un buen cordón de soldadura, para elegir el mejor proceso se debe tener en cuenta el material a trabajar en este caso el tipo de acero (ASTM). Muchas empresas en el afán de reducir costos generan sus mantenimientos utilizando métodos de soldeo más económicos por su inversión inicial como SMAW sin preocuparse en los tiempos de culminación de la reparación, afectando al área de mantenimiento puesto es la encargada de realizar las reparaciones en tiempos cortos programados en la fabricación o reparación del artefacto naval.

Menciona Mora (2012), las aplicaciones de soldadura mecanizada y automatizada, hace muchos años están desarrollando métodos nuevos en aplicación, pero a pesar de esto las empresas aun no cuentan con estos equipos por los altos costos en cuanto a adquisición, para llegar a ser competitivos a nivel global es necesario desarrollar sistemas semi-automatizados de proceso de soldadura, esto conlleva a generar aumentos económicos, es muy importante elaborar un plan el cual garantice la viabilidad de invertir en equipos de mantenimiento, generar un plan de capacitación para los trabajadores, para garantizar su buen funcionamiento y tener la seguridad lo fabricado o reparado cuente con la resistencia necesaria, siendo este uno de los problemas que manifiesta la utilización de soldadura convencional por ello la preocupación de buscar alternativas tecnológicas que superen estos problemas. En Latinoamérica el crecimiento de fabricaciones y reparaciones de artefactos navales crece continuamente generando trabajo y competitividad, aumentando los índices económicos para el país; a su vez se generan nuevas técnicas y herramientas de soldeo, es aquí donde nace una incertidumbre en cuanto si todas estas herramientas o equipos de soldadura son los adecuados para el mantenimiento en aceros navales, el estudio comparativo mediante tratamiento simultáneos de todas estas herramientas determinara el correcto uso del equipo de soldeo. (Calderón, 2014)

En el libro del autor Larry Jeffus (2009), 5<sup>ta</sup> Edición con título: “Soldadura Principio y Aplicaciones”, nos menciona que las estructuras navales regularmente pueden dañarse a menudo por impactar con otra estructura naval un ejemplo una embarcación pesquera utiliza para su faena de pesca el artefacto naval conocido como “panga” para el cercado de red , este al culminar es arrastrado hacia la embarcación por la parte posterior (popa) es aquí donde sufre los daños por colisión donde se daña las estructuras y el casco; por consiguiente se programa su respectivo mantenimiento no programado, el autor menciona que un experto soldador al realizar un buen trabajo evitará constantes mantenimientos en cortos periodos, alargando la vida útil de la soldadura, por ello uno de los problemas que origina la disminución de la productividad es la falta de personal calificado para las reparaciones navales, siendo este un problema en la mayoría de empresas pesqueras ocasionando pérdidas económicas.

La Soldadura se registra con frecuencia como una actividad productiva que las organizaciones pueden querer disminuir en costos generales y mejorar la eficiencia; en cualquier caso, la mayoría de las organizaciones básicamente realizan proyectos de reducción de costos concentrados en disminuir los costos de utilización de la soldadura. Aunque críticos y significativos, estos gastos de material relacionados en general representan solo un pequeño nivel del costo total, es decir, 10 a 20% (consumibles de soldadura de 8 a 15%; energía y equipos de 2 a 5%) del costo total de la soldadura en una actividad de soldeo en los Estados Unidos. Para disminuir aún más los costos de soldadura, las organizaciones deben buscar más. Dado que el trabajo y los gastos generales, que se identifican directamente con la productividad, representan entre el 80 y 85% del gasto total de cualquier actividad de soldadura, también ofrecen la mejor oportunidad para una disminución crítica de los costos. Esencialmente, cambiar de soldadura por arco metálico protegido (SMAW) a soldadura por arco con núcleo fundente (FCAW) puede disminuir los gastos de trabajo e incrementar la productividad. (Patrick & Newell, 2014)

Históricamente el Perú es un país pesquero, sin embargo, la construcción y reparación de su flota pesquera se realiza con limitación, salvo si se hace en

astilleros reconocidos y certificados que en su mayoría lo maneja la marina de guerra del Perú como el “SIMA ASTILLERO” de Iquitos, Callao y Chimbote, donde usan procesos modernos de alta productividad, como el proceso FCAW y para lo cual cuentan con mano de obra calificada. En los astilleros más pequeños para el mantenimiento de embarcaciones de acero de bajo tonelaje usan procesos de soldadura convencional no contando con tecnología moderna ni con mano de obra calificada para el uso de las mismas, haciendo uso del proceso SMAW reconocido este por su baja tasa de deposición, alto residuo y si no se cuenta con mano de obra calificado, puede tener problemas de calidad en las juntas soldadas, muchas veces detectadas con la desvarada de las embarcaciones, incurriendo en sobre costos de mantenimiento, reproceso de soldaduras, pérdidas de tiempo, para corregir fallas, pago de lucro cesante por parte del astillero si el contrato así lo especifica o penalidad por incumplimiento de la entrega del proyecto.

A nivel local, Chimbote cuenta con la mayor flota pesquera del Perú y por años con la mayor incidencia de pesca de anchoveta, es también donde se ubican las plantas pesqueras más grandes del litoral de las principales empresas como, Austral Group, Copeinca, Tasa, Diamante, Exalmar y Hayduk, con líneas de procesamiento de hasta 160 toneladas hora ,todas estas cuentan con embarcaciones pesqueras propias de alto tonelaje que en su mayoría están equipados con tecnología de punta y con sistema de refrigeración de RSW para la preservación de la materia prima, haciendo uso la panga (artefacto naval de acero que asiste a las embarcación en el proceso de pesca), para la faena de pesca. Para tener su flota operativa y con mantenimiento óptimo, cuentan con unidades de mantenimiento y personal propio en el área de soldadura, mecánica, hidráulica, electricidad, electrónica y el sistema de refrigeración de RSW. Los manteamientos preventivos y correctivos son programados y realizados cada veda después del término de pesca de anchoveta y se dan en dos temporadas al año y en producción se realizan los mantenimientos correctivos. Estas temporadas de vedas son cada vez más cortas por los dichos también de cuotas de CHD (consumo humano directo) por lo que se requiere culminar los trabajos en el menor tiempo posibles y con calidad óptima.



Austral Group cuenta con 4 plantas pesqueras en Ilo, Pisco, Chancay y Coishco y con 20 embarcaciones de alto tonelaje que va de 420 a 1050 Tm, todas con tecnología moderna. El área de mantenimiento de flota cuenta de personal propio con un número de 35 técnicos en las especialidades de Soldadura, Mecánica, Hidráulica, electricidad y Electrónica, de estos técnico 6 son soldadores de los cuales 3 están homologados para el proceso de soldadura SMAW-3G (Soldadura de arco con electrodo revestido) cada veda se recibe una programación de trabajos de soldadura de las embarcaciones que entran a varadero que son básicamente la reparación de casco y estructuras de las pangas (artefacto de acero naval que asiste a las embarcaciones en el proceso de pesca), para realizar los trabajos planificados se hace uso del proceso SMAW (Soldadura de arco por electrodo revestido) que es un proceso netamente manual y de uso masivo en astilleros o plantas de construcción y ensamblaje. En el 2014 y 2015 se tuvieron problemas en las embarcaciones de varadero que subieron al Sima Astillero, presentando altas temperaturas en el sistema de enfriamiento debido a defectos en la soldadura del Keel Cooler todo esto realizados con el proceso SMAW, ocasionando un retraso para la salida de temporada de pesca que ya había iniciado, causando esto un retraso en el cumplimiento de su cuota pesquera.

En la temporada de producción de pesca de 2017, 2018 y 2019 se ha tenido problemas con los sistemas de refrigeración y en los tanques de flotación de las pangas por defectos en la soldadura realizadas con el proceso SMAW, trabajos realizados por personal propio ocasionando alta temperatura en el sistema de enfriamiento del motor propulsor e ingreso de agua salada a los tanques, este defecto se presenta en la panga porque al subir por popa sufre impactos en la zonas del casco ocasionando fallas en las soldaduras.

Es frecuente el fallo de proceso de soldaduras SMAW en las bodegas debido a impacto recibido por el manguerón de descarga, ocasionando ingreso de agua con sanguaza a la zona del insulado contaminando el poliuretano del sistema de preservación de anchoveta, todo esto retrasa la actividad de pesca. De la problemática mencionada las posibles causas del problema es el uso de tecnología manual convencional proceso de soldadura SMAW (que tiene baja

velocidad de deposición, elevados residuos de consumibles), deficiente calidad en la soldadura realizada por el proceso SMAW y soldadores no homologados en su totalidad. En la actualidad los problemas generados en el área de mantenimiento generan el incumplimiento de plan de programación (retrasos en la culminación de los proyectos), reprocesos en juntas soldadas, altos costos de mantenimiento, altos tiempos muertos (limpieza de juntas, cambio de electrodos). A futuro si no se resuelve la situación existente en el área de mantenimiento de Austral Group, se continuará haciendo trabajos con baja productividad realizados por personal propio, incrementando los costos de mantenimiento por la contratación de mano de obra tercera. Por ello que la presente investigación tendrá como objetivo evaluar el uso de nueva tecnología en el área de mantenimiento para aumentar la productividad de la pesquera austral.

La investigación formuló el siguiente problema. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de soldadura FCAW sobre la productividad del soldador del área de mantenimiento de Austral Group SAA Coishco para el 2020?

La justificación de la presente investigación con título, "Efecto de la aplicación de soldadura FCAW en la productividad del soldador área de mantenimiento de Austral Group SAA Coishco - 2020", trata sobre generar un efecto positivo en la productividad al aplicar un nuevo método y tecnología, como la soldadura FCAW. En la Justificación Tecnológica, al utilizar los nuevos equipos de soldadura se mejoró la calidad, también se mejoró los tiempos de culminación de los mantenimientos programados. En la Justificación Operativa, al utilizar los nuevos equipos tecnológicos esto mejoró el proceso, agilizó los tiempos de culminación de las reparaciones y el personal a cargo se capacito para la aplicación del nuevo proceso de soldadura incrementando sus conocimientos técnicos. En la Justificación Económica, al conseguir esta mejora los costos de mantenimiento serán más bajos, menos uso de consumibles, disminuyo las horas hombre y a su vez tiempos improductivos producidos por el intercambio de electrodos de soldadura, esto ayudo al incremento de la productividad. La presenta investigación demostró, que al aplicar este nuevo proceso de soldadura en el área de mantenimiento, la productividad se incrementó, generando mayor rentabilidad para

la empresa pesquera, dando un resultado eficaz y eficiente garantizando la efectividad a la hora de culminación del mantenimiento o reparación de pangas del área de flota.

Se plantea dos hipótesis para determinar la investigación:

H1. La aplicación de la soldadura FCAW tiene un efecto positivo en la productividad del soldador del área de mantenimiento de Austral Group SAA

H0. La aplicación de la soldadura FCAW no tiene un efecto positivo en la productividad del soldador del área de mantenimiento de Austral Group SAA

El objetivo general de la investigación es: Evaluar el efecto de la aplicación de la soldadura FCAW en la Productividad del soldador del área de Mantenimiento de Austral Group SAA.

Teniendo los siguientes objetivos específicos, el diagnosticar la productividad de soldadores antes de aplicar la soldadura FCAW, Diseñar el método de Trabajo para la soldadura FCAW, Aplicar el uso de soldadura SMAW a 01 grupo de control y soldadura FCAW a un 01 grupo experimental de soldadores del área de mantenimiento, por último, tenemos Evaluar la productividad en el Grupo de Control y Grupo experimental de soldadores.

## II. MARCO TEÓRICO

En trabajos previos podemos mencionar la siguiente tesis de Quispe, Juan (2014), con título "Elaboración de procedimiento bajo ASME IX, Análisis de su coste, productividad y aplicación en la fabricación de tanques de almacenamiento de petróleo", el objetivo principal de este estudio es la productividad y los costos generados en el procedimiento de trabajo, dejando la soldadura convencional atrás. En la presente investigación se logró determinar que la soldadura FCAW es la más óptima, generando un buen biselado y el tiempo de entrega fueron cortos originando una mayor rentabilidad para la empresa, el autor concluye en la presente tesis que el personal debe ser capacitado para este tipo de trabajo, esto genero el éxito de la investigación. Se puede afirmar que este procedimiento será apto para la reparación de pangas en el área de mantenimiento puesto lo que se quiere es reducir tiempos y mejorar el proceso de soldeo para llegar a ser más productivos.

De la misma manera Osorio Bustamante, Richard (2018), plantea en su tesis con título "Evaluación económica de dos procesos de soldadura para minimizar los costos en fabricación de tanque de almacenamiento en una metalmecánica". El presente estudio tiene como objetivo principal disminuir los costos de fabricación de tanques de almacenamiento y al realizar las pruebas a dos procesos con distinto tipo de soldadura, a ambas se les midió alcance, tiempo, costo y calidad, y como resultado logra que la productividad aumente dando como resultado que la soldadura FCAW tiene mayor aceptación por sus índices de costo y tiempo. Finalmente, el autor concluye que los costos con soldadura SMAW son mayores respecto al FCAW los cuales representan el 74% del valor que con el SMAW, el presente estudio de diseño cuasi experimental tiene como finalidad ser aplicado a otras investigaciones que buscan identificar todos los problemas llegando a idear nuevos métodos, para así lograr obtener el mejor mantenimiento. Este informe de investigación refleja los mismos lineamientos, trata de reducir tiempos y costos logrando obtener la mejor productividad, en cuantos a tiempos de parada demostrando mediante un estudio comparativo la viabilidad y durabilidad del nuevo proceso de soldadura mencionado en la investigación.

En los ensayos realizados en su investigación Badillo Pucha, José (2014), con título: “Desarrollo de un procedimiento de soldadura con proceso FCAW, mediante la aplicación del código AWS d1.1/2010 y d1.5m/d1.5 en puentes estructurales y análisis de la microestructura post soldadura”, tiene como objetivo desarrollar un procedimiento de soldadura mediante soldadores calificados, en la presente investigación de estudio demuestra como el uso de soldadura FCAW genero resultados positivos en la elaboración de puentes estructurales en Ecuador, siendo productivo, eficaz y eficiente para lograr la ejecución de la obra se capacito a los soldadores, para lograr obtener la calidad requería y también a su vez la aprobación del soldador siendo este un cliente interno para el producto terminado, donde el autor concluye que las pruebas mecánicas de doblado develaron la excelente calidad de la soldadura siendo el pase raíz el factor predominante para la aprobación de dicha soldadura y por ende siendo la capacitación al soldador se logró un efecto positivo puesto que la soldadura FCAW generó un ambiente confiable y sumamente seguro.

En su trabajo de investigación, Vílchez (2013), con título: “Mejora del proceso productivo en la fabricación de ductos de acero ASTM A709 en una planta industrial, comparando procesos de soldadura SMAW y FCAW-G”, tiene como objetivo principal comparar métodos y determinar la mejora en el proceso. Este estudio trata sobre la mejora en el proceso productivo de una Metal Mecánica, conlleva a realizar varias pruebas con técnicas diferentes una de ellas mejora en los materiales de aportación, en la mano de obra y en el estudio del proceso, describió un pre y un post de la mejora del proceso aplicando soldadura FCAW, comparo sus indicadores obtenidos de ambas técnicas llegando a evaluar por separado, y como resultado logra un efecto positivo en el uso de la soldadura FCAW, donde el autor concluye que se determina que esta investigación fortalece la utilización de nuevas soldadura en la mejora de métodos de soldeo, se determina que el proyecto investigación que se viene elaborando se aplicara la misma técnica en 2 grupos distintos mediante toma de datos y evaluando resultados para garantizar que el informe aumento la productividad en la pesquera.

En la investigación con título: “Investigation of mechanical and microstructural

properties of S 235 JR (ST 37-2) steels welded joints with FCAW”, menciona que tiene como objetivo el aumento de productividad de la construcción naval, se menciona el crecimiento en estos últimos años y las grandes empresas buscan cumplir con la construcción en un tiempo programado. En el presente proyecto se comenzó a utilizar la soldadura FCAW que elimina los efectos negativos de las técnicas de electrodo revestido y soldadura de arco sumergido, también se logra obtener como resultado en cuanto a la resistencia a la atracción y los tratamientos de impacto en posiciones alternas confirmando la dureza de la fusión del material sobrepasando las expectativas en cuanto al factor económico y productivo. Por ello se concluye que para la investigación esta información fue viable para demostrar el efecto de la soldadura FCAW y su aumento en la productividad de la pesquera por ello se realizó varios estudios en distintos tiempos para su posterior evaluación y lograr la aprobación de la investigación. (Kovove Material y Metallic Materials. 2014, p.57-63)

Este estudio de investigación del autor Aucancela Guamán, Verónica (2013) con título “Diseño y construcción de un prototipo de cabezal para soldadura orbital automática en pase raíz en tubería de ocho pulgadas STD con el proceso FCAW para acesxilicon desing technology LTDA” el objetivo de este estudio es desarrollar un sistema de soldadura de mayor rendimiento, el autor describe sobre la ventaja que tiene la soldadura FCAW es el pase raíz, la velocidad de avance en este proceso es más del 50% respecto a otros procesos, si se llevamos estos resultados obtenido a campo, también se beneficiará los costos de mano de obra, dando como resultado mayor confiabilidad en la penetración de la soldadura garantizando un defecto menor, el autor concluye que el proyecto de investigación que se viene realizando pretende demostrar la productividad de la soldadura FCAW y demostrar su mayor avance sobre la soldadura SMAW reducir los tiempos de horas hombre, para generar mayor rentabilidad, al obtener estos resultados se minimizo los tiempos de programación de mantenimiento en el área de flota.

En las teorías relacionadas al tema, la organización American Welding Society (AWS) que define a la soldadura “como una coalescencia localizada (la fusión

o unión de la estructura de granos de los materiales que están soldando) de metales o no metales producidas mediante el calentamiento de los materiales a las temperaturas de soldadura requeridas, con o sin aplicación de presión sola y con o sin el uso de material de aportación". Soldadura, Según la Real Academia de la Lengua "Soldar" se entendió como "Pegar y unir sólidamente dos partes, cosas con alguna sustancia similar a ellos, Segovia (2012), soldadura es una transformación físico-químico a través del cual se efectúa el enlace de dos metales soldables entre sí. En toda soldadura con electrodo participan dos elementos el "material base", integrado por las piezas que se necesitan unir y el "material de aporte", que es el material con que se suelda, el cual procede del electrodo. Por otra parte, Rodríguez (2010), mencionó en su libro "Soldadura Tecnología y Técnicas de proceso de soldadura", que es uno de los métodos de fusión más desarrollados y utilizados en la actualidad. Este progreso de los diferentes procesos de soldadura ha permitido un gran desarrollo y aumento de la productividad de la industria en lo relacionado a medios de fabricación y reparación de piezas. Por consiguiente, se estableció como un método eficaz, seguro y económico para la unión de metales.

En el libro "Soldadura Principios y Aplicaciones", definió soldadura FCAW "es un método de soldadura de fusión, en el cual el calentamiento de la soldadura se origina por un arco, entre la parte metálica o pieza y un electrodo de metal de aportación de alimentación continua, la defensa atmosférica es adecuado completamente o en parte, por el fundente de sellado en el interior del electrodo tubular", también menciona las características del término Fundente. Los fundentes que se utilizan necesariamente están conformados de rutilo y Cal, el propósito de este es el mismo del proceso SMAW.

Los Electrodo, poseen el fundente empaquetado apretadamente en su interior, la técnica que se utiliza para fabricarlo es elaborar una hoja delgada de metal en forma de U, después se vuelca una cantidad medida de fundente en la U antes de cerrarla. Posterior se pasa a través de una serie de troqueles dando así el compacto y el tamaño aún más en el fundente. (Jeffus, 2009)

Ensayos no destructivos, definitivamente no puede ejercer un ensayo

destruccion en todos los cordones de soldadura, sin embargo, si es necesario garantizar la no existencia de defectos. Para ello, se elaboró un sin fin de ensayos que permiten determinar la existencia de los posibles defectos que puedan aparecer en la soldadura depositada sin necesidad de romperlo. Estos se denominan Ensayos No Destructivos (END), y son los más utilizados. Se pueden emplear en el control periódico de las soldaduras como medida preventiva. Se tiene: Inspección visual, Inspección por partículas magnéticas”, Inspección con líquido Penetrante, Inspección por ultrasonido, Inspección radiográfica, Inspección por corrientes inducidas. (Rodríguez, 2010). Líquidos Penetrantes, el libro con título Sistema de mantenimiento planeación y control, mencionó que los penetrantes electroestáticos o de tintes líquidos se utilizan para determinar grietas y discontinuidades en superficies manipulado en la manufactura por desgaste, fatiga procedimientos de mantenimiento y reparación en general por agentes atmosféricos, se aplica el penetrante y se accede que ingrese en las fallas o anomalías se revela mediante técnicas visuales como fluorescente.( Duffuaa, Et Al, 2009)

Menciona Rodríguez (2010), “que la inspección con líquido penetrante, este ensayo permite la inspección de metales férricos y no férricos para hallar fallas que aparezcan en la parte superior de la pieza. El único requisito que deben cumplir los metales que se vayan a inspeccionar con líquido penetrante, es que no presenten porosidad para no desvirtuar el ensayo. El ENSAYO, consiste en atribuir en la totalidad de la superficie un líquido que penetre bien en los desperfectos del material por capilaridad. Una vez repartido por toda la superficie y esperado el tiempo oportuno para que penetre. Se retira el líquido de la superficie y se procede a utilizar un revelador. El revelador se mancha con el líquido que ha quedado retenido en el defecto superficial y muestra la posición del defecto. Los reveladores pueden ser secos, como el polvo de harina, que se aplican directamente sobre la superficie. Los reveladores húmedos, estos utilizan un medio un medio líquido (agua o disolvente), para depositar el revelador sobre la superficie tras la impregnación de la superficie se espera que el medio líquido se evapore y actué el revelador. Lo principal de este medio es que permite un reparto más homogéneo del revelador, sin que



se aglomere y entrando a zonas inaccesible. ”

Acero, es una fusión con base de hierro a la que se añade una mínima cantidad de elementos no metálicos, como el carbono y otros elementos metálicos como el cromo o el molibdeno. ACERO AL CARBONO, la gran parte de los aceros que existen en el mundo, entorno al 90% son aceros al carbono. Es un elemento simple que se encuentra en la naturaleza en un estado relativamente puro, como en el caso de los diamantes o las distintas clases de carbón (hulla, antracita y lignito). Los aceros de carbono poseen entre un 0.01% y en un 2.11 % de este elemento, según sea este acero de bajo, mediano o alto contenido en carbono. Con este acero se confeccionan máquinas y toda clase de automóviles, casco de buques, vigas y perfiles para las estructuras de los grandes edificios y otros enseres de utilización en la vida diaria (Segovia, 2012)

Productividad, se determina como la destreza de ser capaz de innovar, crear, generar bienes y servicios en términos económicos simples, es una medida promedio de la eficiencia de la producción. Esta se expresa como la relación entre ingreso utilizado en producción versus las salidas. La productividad total puede, entonces, lograrse al considerar cada una las entradas y salidas en su totalidad, cuando se calcula la medida de productividad. (Nemur, 2016). También Productividad, (Gamarra, et al, 2011) “Es la relación entre el Producto Terminado y los recursos necesarios para su fabricación, sean humanos o no, donde el reto más grande para el factor humano es cómo economizar el uso de estos recursos para un producto determinado, es decir, cómo elevar en forma tangible el factor total de productividad. Esto envuelve innovaciones en los métodos de producción creando, adaptando y aplicando nuevas tecnologías con el fin de obtener mejores resultados para un mismo costo real”. (GUTIÉRREZ H., 2005), también tiene que ver con los resultados que se logran en un proceso, por lo que aumentar la productividad es obtener mejores resultados de satisfacción optimizando los recursos empleados para generarlos relación entre eficacia y eficiencia, en otras palabras, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados obtenidos entre los recursos utilizados; y optimizar los recursos, insumos o materia prima y evitar que haya desperdicios.

La siguiente tesis donde menciona que su principal meta fue determinar la productividad con el cambio de soldadura, donde da a conocer que la soldadura FCAW tiene una gran capacidad de resistencia y duración a la hora de fusión con el acero, el rendimiento se logró después de varios tratamientos a pilotes de acero ASMT 36, llegando a tener la aceptación por el área de calidad, menciona el autor en su conclusión una disminución del 48.4 % utilizando la nueva soldadura, también en los volúmenes de deposición disminuyó de 595 a 350 kg dando un ahorro de 42.4%, se concluye que por medio de este estudio se da por confiable nuestro informe de investigación, buscó optimizar los recursos con la aplicación de este proceso nuevo de soldadura, el cual nos sirvió para reducir los tiempos programados por el área de flota de pesquera austral. (Vílchez, 2017).

Mantenimiento, son todas las acciones que necesitan ser desarrollados en orden lógico, con el propósito de mantener en condiciones de operación segura, efectiva y económica los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos de las distintas instalaciones de una organización. Desde el enfoque administrativo el mantenimiento industrial su objetivo principal es la conservación del servicio. El equipo o herramienta que se le da mantenimiento se realiza para asegurar que la función que ejecute dentro del sistema productivo se ejerza con cabalidad. En significado económico un eficiente mantenimiento es la protección y conservación de las inversiones, la garantía de la productividad y la seguridad de un servicio. El mantenimiento industrial tiene como función como participación entera en la producción, tiene como fin garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos y demás infraestructura de organización, por medio de programas de prevención y predicción de ocurrencias inesperadas como fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos. (García, 2012)

Homologación de soldadores, para preservar la salud humana y garantizar que la estructura reparada o fabricada por soldeo tendrá un comportamiento de calidad óptima, es imprescindible establecer un sin fin de condiciones sobre la

calidad de la soldadura a ejercer. Estas condiciones se presentan en documentaciones que determinan específicamente la naturaleza y condiciones de producción requerida. La conexión del detalle o descripción enrumadas a garantizar la calidad no siempre se obtiene tan fácil se pudiera apreciar, puesto la gran diversidad de fabricaciones supone la técnica de diversos procedimientos o métodos de soldeo, con un nivel de dificultad variable en lo que respecta a técnica y habilidad del soldador requerido. En ciertos casos existen especificaciones técnicas con gran número de condiciones a satisfacer. Los diferentes grados de competencia de los soldadores se determinan en códigos como AWS, ASME, API y ANSI. Normas, son regulaciones específicas que tapan la calidad de determinado producto. Especificaciones son definiciones concretas del método de reparación o fabricación. (Giachino & Weeks, 2013)

Este estudio Mamani (2018) con título: "Fabricación y montaje de tanques de lixiviación 20' x 20' en la planta de beneficio de ishihuinca por la empresa Famico sac", habla en una parte de su estudio de investigación de la importancia de los procedimientos de mantenimiento de los equipos de soldar, para garantizar que los trabajos cumplan con las normas ASME, la capacitación del personal del soldeo dará como resultado un producto de calidad, esto nos garantizó que a la hora de realizar los trabajos no habrá pérdida de horas hombre ni reprocesos por trabajos que no presente la calidad requerida. En la revista electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería, nos habla de la gran importancia de la soldadura en construcción naval en astillero, nos explica que se debe de utilizar técnicas, equipos o herramientas que incrementen la productividad y los factores que la determinan como por ejemplo rendimiento por fusión, selección de los materiales, el acero adecuado y el tipo de procedimiento, todo esto ayudó a nuestro informe en la selección de un proceso de soldadura de alto rendimiento por fusión para aumentar la productividad y también en la elaboración de procedimiento de soldadura concluyendo que la utilización de soldadura FCAW tuvo una mayor tasa deposición al realizar el trabajo. (Gamarra, Et Al, 2011)

En el siguiente artículo científico de Key Engineering Materials de Suiza con

título: "diffusible hydrogen control in flux core arc welding process", menciona que unos de los métodos más aplicados que se vienen utilizando en varias ramas de la industria y con estadísticas que seguirá aumentando el uso de esta soldadura FCAW en comparación con otras. La principal característica es que tiene alta eficiencia llegando a efectuar juntas de alta calidad. El principal objeto de estudio de esta investigación era determinar la proporción exacta de gases protectores para dar mayor eficiencia, los factores de estudio comprenden cinco fases: la rapidez del flujo del gas protector, la corriente de soldadura, el voltaje del arco, la velocidad de soldadura y la extensión del electrodo. El estudio determino que logrando con exactitud la proporción adecuada de gases se extenderá mucho más la durabilidad y la resistencia del material trabajado. Por ello este estudio demuestra que se deberá tener en cuenta para los mantenimientos navales la exactitud de proporción de Argón + Co<sub>2</sub> para garantizar que el material naval en reparación cumpla con todas especificaciones requeridas por la empresa para evitar reproceso. (Kropiwnicki, Lipinski & Szkodo, 2014, pp 171 – 178)

En la tesis con título: " Análisis de los procesos de soldadura aplicados en cuatro empresas de la ciudad de Bogotá dedicadas a la fabricación de cuerpos de los carro tanques en acero al carbono para transporte crudo", menciona la importancia de la evaluación y capacitación al soldador, pieza clave en el proceso de soldeo, al no contar con conocimientos en la utilización de equipos de soldar ni cumplir con las normas técnicas de su país, ni las normas ASME IX, esto genero grandes pérdidas por reprocesos y rechazos por observación directa sin mencionar los de ensayos no destructivos como la aplicación de líquido penetrante y demás.(Morato, 2012), El contar con la experiencia no garantiza que el producto cuente con la calidad respectiva, esto demuestra para el proyecto que el avance tecnológico se direcciona con el avance humano la aplicación de la mejora continua nunca tendrá fin y esto será el éxito de la empresa y sobre todo la mejora de la productividad. En la tesis con título: " Estudie de la Defectologia i les Deformacions en la Lambit de la soldadura dels Metalls" de la ciudad de Catalunya , nos menciona que en el proceso de construcción naval o calderías, se realizó el procedimiento de observación directa,

por medio de una hoja de ruta o formato se procedía a anotar todos los defectos detectados dentro de los PC o PCC y así llevar un record e ir subsanando en el momento o al día siguiente para evitar reprocesos al final de la reparación o construcción. (Olive, 2014).

En la tesis de la escuela de ingeniería naval de Chile con título: "Armado Estructural de un bloque en una construcción Naval", nos menciona las ventajas que tiene la soldadura FCAW en estructuras navales como por ejemplo el depósito de la soldadura muestra alta calidad, una termino excelente, lisa y uniforme, soldar en espacios amplios determina un buen trabajo, eficiencia del electrodo, en cuanto a las uniones de soldadura cumplen con todas las normas de ingeniería, la distorsión es mucho menor a comparación con la SMAW, al utilizar gas protector es factible el trabajo ante cambios del ambiente como aumento brusco del aire y mayor tolerancia agentes externos que puedan originar agrietamientos en la soldadura. (Garrido, 2009), este estudio refuerza la confianza en el uso de la soldadura FCAW, sobre todo aporta con datos positivos sobre la soldadura SMAW, el más relevante es sobre la tasa deposición en cuatro veces más que la soldadura utilizada por la pesquera. También Campos (2014), menciona que la soldadura FCAW al ser un alambre continuo esto permite mayor productividad, logra mezclar características propias de otras soldaduras, su aplicación de autoprotección permite trabajar en campo sin originar problemas. Se ha utilizado para soldar ensambles que se ajustan al Código de calderas y recipientes de presión de la ASME, a las reglas del American Bureau of Shipping y a ANSI/AWS D1.1, Código de soldadura estructural – Acero. El presente estudio busca comparar cuál de las dos soldaduras cumple más el control de calidad, por ello se verifico mediante ensayos que la soldadura FCAW es la mejor opción en cuanto trabajos de mantenimientos navales. Por ello se garantiza la investigación del aumento de la productividad al utilizar la soldadura FCAW por ende se generará mayor rentabilidad cumpliendo con las expectativas de mejora para la pesquera

En el siguiente informe técnico del repositorio de la universidad de San Agustín con título: "Programa de aligeramiento en el peso de las tolvas por el proceso de

soldadura FCAW en la minera Barrick para optimizar el acarreo de mineral”, trata que uno de los problemas que habían ocurrido eran los reprocesos de mantenimiento al no utilizar la soldadura correcta siempre originaban paradas en el traslado del mineral y los tiempos muertos originan pérdidas para la minera, por ello menciona que la utilización de FCAW logro soldaduras suaves y sanas, con penetración profunda logrando buenas propiedades para radiografía y así obtener la calidad óptima en la fabricación de tolvas. Este informe técnico ayudará a la investigación en garantizar el efecto positivo de la soldadura FCAW en el soldeo de pangas, se tendrá que realizar tratamientos para demostrar que el proceso será óptimo y productivo para la pesquera. (Mamani, 2017). En la siguiente tesis con título: “Innovación en la instalación de refuerzos (revestimientos) en las tolvas secundarias mediante el proceso de soldadura FCAW en cerro verde II”, menciona en su investigación que está en la búsqueda de prolongar la duración y disminuir tiempos en su mantenimiento nos menciona la importancia de utilizar gas protector argón + CO<sub>2</sub> esto genera una mejora en la eficiencia de la transferencia de los desoxidantes contenidos en el núcleo, demostrando la efectividad de la soldadura FCAW, lo cual en el presente proyecto de investigación se demostrara la misma viabilidad y por consiguiente el crecimiento de la productividad puesto los tiempos de mantenimiento en el futuro disminuirán. (Apaza, 2018).

La presente tesis trata sobre el uso óptimo en el ancho del cordón de la soldadura FCAW mediante estadísticas recopiladas a la hora del trabajo, busca relacionar corriente de soldadura, voltaje del arco y velocidad de soldadura demostrando mediante parámetros utilizados en su metodología logro demostrar que la soldadura FCAW en acero naval A36 y que el factor voltaje no incide en el producto terminado. (Zavaleta, 2013), para esta investigación se tomó como referencia la relación de corriente soldadura y la velocidad de soldadura, puesto que son lo más significativos en la optimización de la soldadura fcaw con ello podremos garantizar el incremento de la productividad de la pesquera. En la presente investigación el Especialista en Soldadura AMAYA Vanegas, Efraín (2011), con título “Calificación e implementación de un procedimiento de soldadura FCAW para soldaduras en servicio en labores de mantenimiento en un material API 5L X70 cuantificando los riesgos de

agrietamiento por hidrógeno y perforación de línea el objetivo de la presente investigación es la calificación e implementación en la aplicación de la soldadura FCAW, donde permite emplear amperajes más elevados y como resultado logra un depósito por encima de los electrodos convencionales. Con estos resultados de deposición, la automatización en la alimentación del alambre tubular continuo, la eliminación de las colillas extremas y estableciendo para fines prácticos que las micro estructuras con durezas menores a 350 HV no tienen una susceptibilidad considerable al agrietamiento por hidrógeno y que la dureza máxima encontrada en las pruebas fue de 290 HV, el autor concluye que el procedimiento de soldadura FCAW diseñado garantiza soldaduras con bajo riesgo de agrietamiento por hidrógeno y que se ha logrado aumentar la productividad en la mayoría más del doble y con una disminución de 40% al 50% en los costes de soldadura. (CONTRERAS J., 1994)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Según Vargas Z. (2009), en la revista de educación la investigación aplicada son experiencias con propósito de resolver o mejorar una situación específica o particular, para comprobar un método o modelo mediante la aplicación innovadora y creativa de una propuesta de intervención, en este caso de índole orientadora, en un grupo, persona, equipos, institución o empresa que lo requiera. Según el alcance el estudio fue explicativo, está dirigido a contestar por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relaciona dos o más variables. (Hernández S, Et Al, 2010). Según las variables es experimental puesto en la situación de control en la cual se manipulo, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos). (Hernández S, Et Al, 2010). La investigación tuvo un diseño cuasi-experimental, donde se manipula deliberadamente al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes. En este diseño los grupos de control y grupos experimental ya están formados desde antes, son grupos intactos. (Hernández S, Et Al, 2010).

G. Control	-	O <sub>1</sub>	X <sup>1</sup>	O <sub>2</sub>
G. Experimental	-	O <sub>1</sub>	X <sup>2</sup>	O <sub>2</sub>

Dónde:

GE = Productividad grupo de Experimental.

O<sub>1</sub> = Productividad inicial de la soldadura.

X = Uso de soldadura.

O<sub>2</sub> = productividad posterior al estímulo.

Las variables identificadas son:

Variable Independiente: Soldadura FCAW.

Variable Dependiente: Productividad.



### 3.2. Variables y Operacionalización

#### Variable Independiente:

Soldadura FCAW, es un método de soldadura de fusión, en el cual el calentamiento de la soldadura se origina por un arco, entre la parte metálica o pieza y un electrodo de metal de aportación de alimentación continua, la defensa atmosférica es adecuado completamente o en parte, por el fundente de sellado en el interior del electrodo tubular” (Jeffus, 2009). Ver anexo 03.

#### Variable Dependiente:

Productividad, mejoramiento continuo del sistema, más que producir rápido se trata de producir mejor, la productividad es igual a la eficiencia por la eficacia, pero debemos partir de entender estos dos conceptos para lograr un efecto positivo en la mejora. Eficiencia, disminuyendo los tiempos muertos por paros de equipos o materiales empleados para el mantenimiento, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimientos no programados, reparaciones pro reprocesos. Eficacia cuyo fin es mejorar y optimizar la productividad del equipo, materiales o del mismo proceso, sobre todo capacitar e instruir a los colaboradores para cumplir con los objetivos planteados se busca incrementar la eficacia para que en conjunto aumente la productividad. (GUTIÉRREZ H., 2005). Ver anexo 03.

**Tabla 1.** Matriz de Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
-----------	-----------------------	------------------------	-------------	-------------	--------------------

Fuente: Guía de Productos Observables 2020 de la universidad Cesar Vallejo

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

“Grupo de casos con similares especificaciones que conllevan a una serie de especificaciones” (Hernández S, Et Al, 2010).

Estará compuesta por seis soldados:

**Tabla 2.** Tabla de población

Grupo Control	Grupo Experimental
3 soldados	3 soldados

Fuente: Elaboración propia

#### Muestra

“Es un subgrupo de la población. Se busca definir la unidad de análisis, se desea entender los resultados de una población.” (Hernández S, Et Al, 2010). La muestra es igual a la población.

#### Muestreo

El muestreo es no probabilístico, de acuerdo con la facilidad de acceso, la disponibilidad de los soldados en formar parte de la muestra. “El muestreo es un tópico altamente fundamental en los modelos mixtos de investigación y desde siempre se ha seleccionado en dos tipos importantes. Uno de ellos es el No probabilístico o propositivo, CUAL (guiado por uno o varios fines más que por técnicas estadísticas que buscan representatividad) ” (Hernández S, Et Al, 2010).

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

#### Técnicas

Radica en observar directa y atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su respectivo análisis. La observación es un

componente fundamental de todo proceso investigativo; en ella se fundamenta el investigador para obtener el mayor número de antecedentes. (Hernández S, Et Al, 2010). Ver anexo 04.

### **Instrumentos**

Es el instrumento que se utilizó por los investigadores para recoger la información de la muestra seleccionada y poder determinar el problema de la investigación, que luego le es viable resolver el problema en el centro de trabajo. Los instrumentos están compuestos por escalas de medición. (Hernández S, Et Al, 2010). Ver anexo 04.

### **Validez**

En términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. (Hernández S, Et Al, 2010).

### **Confiabilidad**

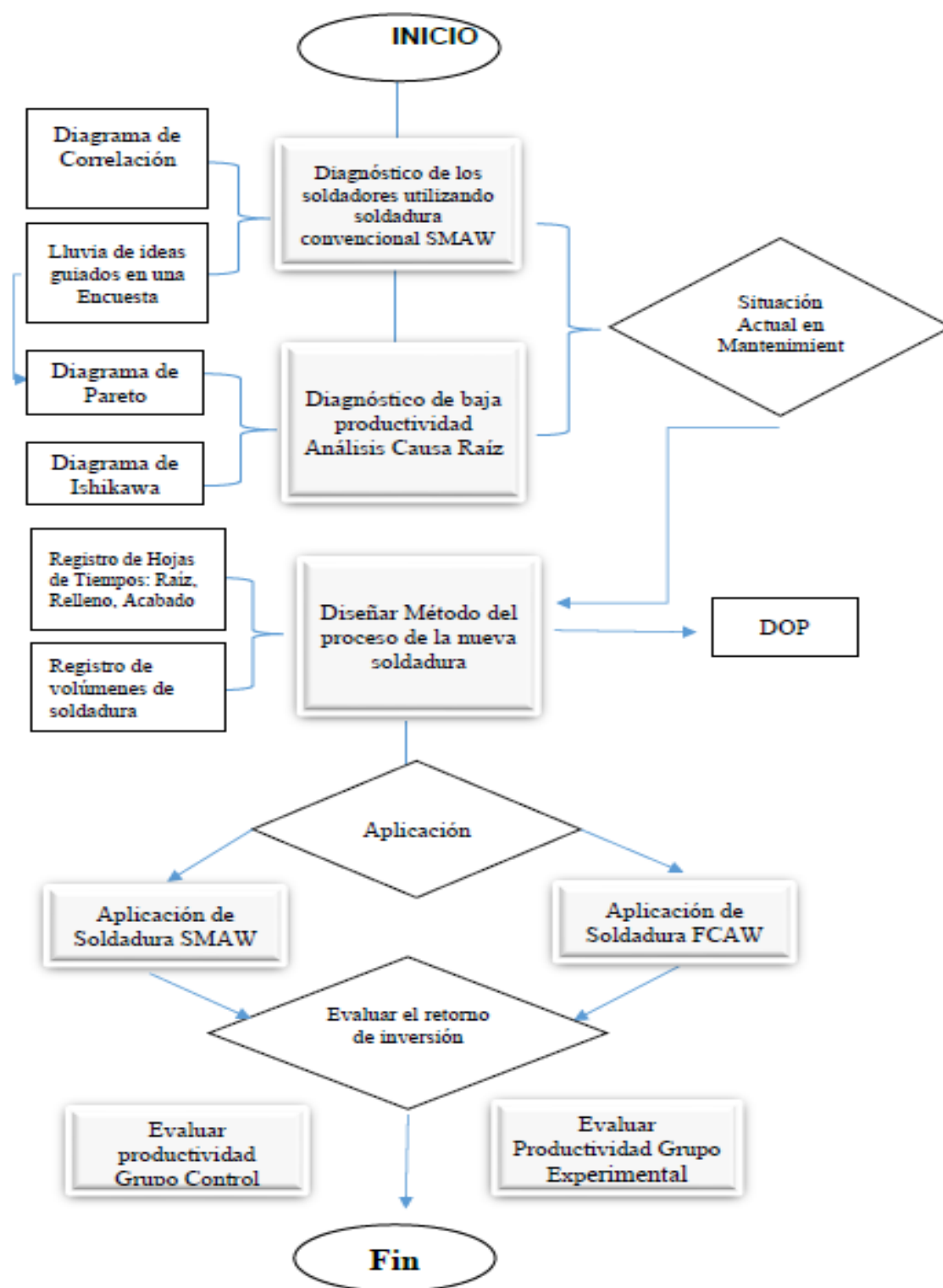
Es el instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. (Hernández S, Et Al, 2010).

**Tabla 3.** Matriz de Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuente
----------	--------------	--------

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Procedimientos:



**Figura 1.** Procedimiento de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para el análisis de datos del presente informe de investigación se utilizó técnicas estadísticas como SPSS 25 y Excel Básico para la medición de los objetivos planteados. Para la hipótesis se realizó la evaluación de los métodos de soldeo SMAW y FCAW.

### **3.7 Aspectos éticos**

El presente proyecto de investigación se realizó continuando las normas éticas establecidas por la universidad y sobre todo por las normas educativas del país garantizando el respeto al derecho de autoría, responsabilidad en la recolección de información, brindando información fehaciente que servirá para otros investigadores para la realización de sus proyectos, es por ello nuestro compromiso en realizar este trabajo con la honestidad necesaria para obtener el grado correspondiente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Diagnostico de la productividad de soldadores antes de aplicar la soldadura FCAW.


El área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. hace uso de la soldadura SMAW para diversos órdenes de trabajo que se generan diariamente. En ese sentido, al ser el método actual de trabajo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO										
1. <u>DIAGRAMA:</u>	01		ACTIVIDAD	SIMBOLO	M.A	M.P	AH.			
2. <u>PAGINA:</u>	1 de 1		7. OPERACIÓN	●	8					
3. <u>NOMBRE DE LA TAREA:</u>			8. INSPECCIÓN	■	2					
Soldadura de moldes con soldadora SMAW			9. DEMORA	◐	3					
			10. TRANSPORTE	➡	0					
			11. ALMACENAJE	▼	0					
4. MÉTODO ACTUAL (M.A.)	x		12. DISTANCIA RECORRIDA (D)			0.00 metros				
5. MÉTODO PROPUESTO (M.P.)			13. TIEMPO EMPLEADO (T)			15.36 minutos				
6. <u>FECHA:</u> 11 de mayo del 2020										
DESCRIPCIÓN	(D)	(T)	●	■	◐	➡	▼	○	OBSERV.	
Regulación de parámetros: Maquina de Soldar		0.110	●							
Proceso de Soldeo: 1er Pase (Pase Raíz).		3.090	●							
Cambio de electrodos		0.830			◐					
Limpieza Mecánica (Esmerilado y Escobillado)		0.830	●							
Aplicación de Ensayos no destructivos		0.700		■						
Proceso de soldeo: 2° pase (intermedio)		3.090	●							
Cambio de electrodos		0.830			◐					
Limpieza mecánica (Esmerilado y Escobillado).		0.830	●							
Proceso de Soldeo: 3er Pase (Acabado).		3.090	●							
Cambio de electrodos		0.830			◐					
Limpieza mecánica (Esmerilado y Escobillado).		0.830	●							
Inspección y calibración de Soldadura		0.300						○		

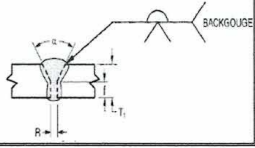
**Figura 2.** Cursograma analítico tipo operario para el proceso de soldadura de moldes con soldadoras SMAW

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.


En la Figura 2 se puede observar la descripción del proceso el cual cuenta con: 8 operaciones, 2 inspecciones y 3 demoras. Respecto a las operaciones utilizadas, al ser un método convencional de soldadura, requieren más tiempo de operación en comparación con métodos modernos de trabajo. También se puede notar que el proceso incurre en demoras por el cambio de electrodo el cual no le agrega valor agregado al trabajo y ocasiona un detenimiento del proceso.

 Austral Group S.A.A. <small>Austevoll Seastead Company</small>	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>		<b>WPS</b>	
	<b>REGISTRO</b>		Rev:	1
	<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>		Emitido:	May - 2020
		Hoja:	1 de 1	

Nombre de la Compañía: <b>AUSTRAL GROUP S.A.A</b>		Identificación N°: <b>AUSTRAL 005-2020</b>						
Proceso(s) de soldadura: <b>SMAW</b>		Revisión: <b>0</b>	Fecha: <b>20/05/2020</b>					
Soporte PQR N°(s): <b>Procedimiento Precalificado</b>		Elaborado por: <b>Ing. Raúl Sucuitana</b>						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (B-U2-GF)</b>		Tipo:	Manual : <input checked="" type="checkbox"/> Semiautomático : <input type="checkbox"/>					
Tipo: <b>Tope - Bisel 60°</b>		Maquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>					
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble : <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>						
Respaldo: Si : <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : <b>TODAS</b>						
Material de respaldo: ---		Progresión : ---						
Abertura de raíz (R) : 0 - 3 mm	Dimensión cara raíz (f) : 0 - 3mm	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
Tolerancia: +2, -0 mm		Modo de transferencia (GMAW)						
Ángulo de bisel(α) : 60°	Tolerancia: +2, -0 mm	Globular : <input type="checkbox"/> Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>						
Tolerancia: + 10°, -0 mm		Corriente: CA : <input type="checkbox"/> CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>						
Soldadura de respaldo Si : <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Otro: ---						
<b>METAL BASE</b>		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
Especificación del material: <b>ASTM A 36</b>		Tipo o Grado : ---    Tamaño: ---						
Espesor (T1) : Ilimitado	Filete : ilimitado	Tipo: ---						
Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>						
<b>METAL DE APORTE</b>		Arrastre u oscilación: <b>Como sea requerido</b>						
Especificación AWS: <b>A 5.1</b>		Pasada simple o múltiple (por cara): <b>Múltiple</b>						
Clasificación AWS : <b>E7018</b>		Número de electrodos : ---						
Nombre Comercial : <b>SUPERCITO</b>		Espaciado de electrodos: ---						
<b>PROTECCIÓN</b>		Longitudinal: ---						
Fundente: ---	Gas: ---	Ángulo: ---						
Composición del Gas : ---		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---						
Fundente-electrodo (clase) : ---		Forjado : ---						
Ratio de alimentación : ---		Limpieza entre pasadas: <b>1er pase esmerilado, resto escobillado.</b>						
Tamaño de la copa : ---		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>						
Temperatura de precalentamiento, mínima: <b>90 – 95 °C</b>		Temperatura : ---						
Temperatura entre pases, mínima : <b>150 – 180 °C</b>		Tiempo : ---						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1-n	SMAW	E7018	3.25	DC(+)	90 – 140	20 – 25	5 – 8	

 Andy William Alvarez Borja CWI 13074031 QC1 EXP. 7/1/2022		
	FECHA: <u>20/05/2020</u>	FECHA:
V°B° SUPERVISOR (EXTERNO)	V°B° JEFE DE CONTROL DE CALIDAD AUSTRAL GROUP S.A.A.	V°B° SUPERVISION

**Figura 03.** Procedimiento de soldadura SMAW en el área de mantenimiento de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.** Actividades productivas e improductivas en el proceso de soldadura SMAW

Actividades	Tipo de actividades	Cantidad	Porcentaje
Productivas	Operaciones, inspecciones	10	76.92%
Improductivas	Demoras	3	23.08%
Totales		13	100%

Fuente: Figura 2

En la Tabla 4, se observa que el uso de la soldadura SMAW presenta demoras que representan un 23.08% de actividades que no generan un valor agregado al trabajo y que por lo tanto deberían eliminarse o reducirse dentro del proceso mismo.

Posteriormente, se realizó un estudio de tiempos para determinar los tiempos relacionados al proceso de soldadura: promedio, normal y estándar.

**Tabla 5.** Determinación del tiempo promedio del proceso de soldadura SMAW en el área de mantenimiento de la AUSTRAL GROUP SAA.

Número de Observaciones (*)	Soldadura SMAW
Observación 1	13.43
Observación 2	15.60
Observación 3	19.72
Observación 4	15.60
Observación 5	16.92
Observación 6	13.95
Observación 7	13.52
Observación 8	13.18
Observación 9	15.42
Observación 10	13.56
Observación 11	17.12
Observación 12	16.27
Observación 13	15.98
Observación 14	14.99
Observación 15	15.21
Promedio	15.36
Desviación estándar	1.76

(\*) Cada observación representa una tarea de soldadura realizada por operarios calificados

Fuente: Estudios de tiempos realizado en el área de mantenimiento.

En el Tabla 5, se puede observar que el estudio de tiempos consideró 15 observaciones donde se determinó un promedio del tiempo de soldadura correspondiente a 15.36 min  $\pm$  1.76.



**Tabla 6.** Determinación del tiempo normal del proceso de soldadura SMAW en el área de mantenimiento de la AUSTRAL GROUP SAA.

Factor de valoración	Nivel	Soldadura SMAW
Habilidad	Excelente B2	0.08
Esfuerzo	Excelente B2	0.08
Condiciones	Buenas	0.02
Consistencia	Buena	0.01
1+ Factor de Valoración		<b>1.19</b>
Tiempo promedio (min)		<b>15.36</b>
Tiempo normal (min)		<b>18.28</b>

Fuente: Estudios de tiempos realizado en el área de mantenimiento

En la Tabla 6 se puede observar que el tiempo normal del proceso de soldadura ascendió a 18.28 minutos, para lo cual se consideró un operario soldador calificado según los factores de valoración establecidos.

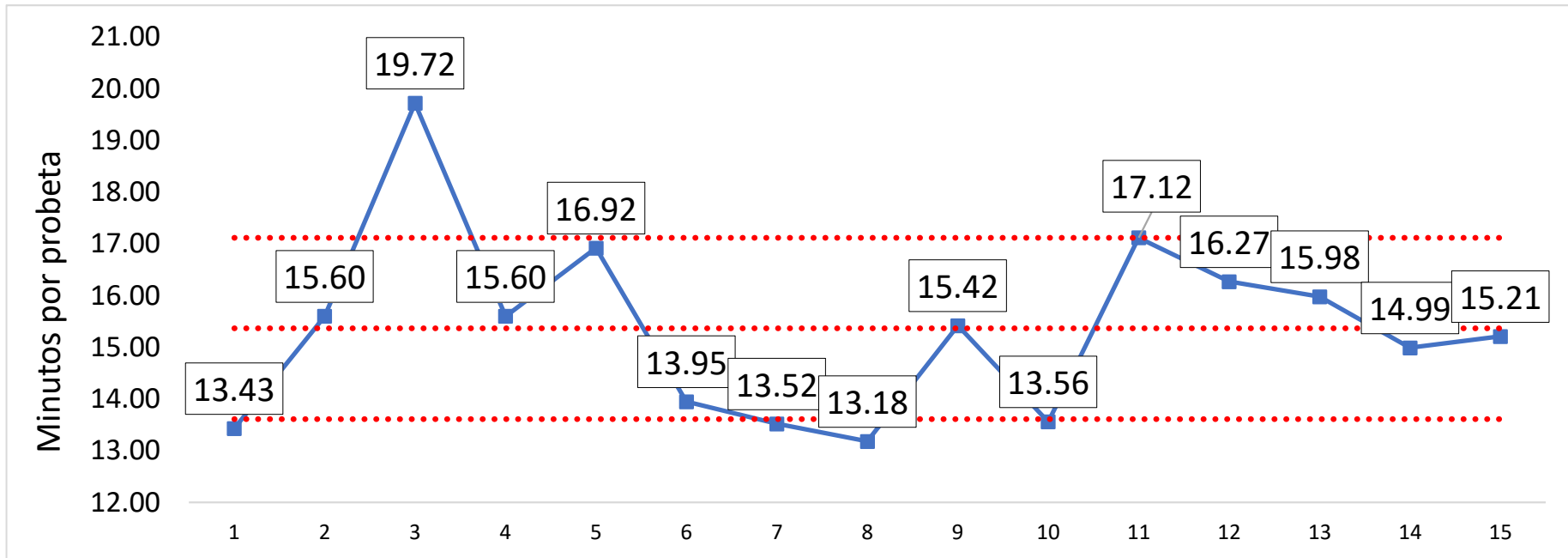
**Tabla 7.** Determinación del tiempo estándar del proceso de soldadura SMAW en el área de mantenimiento de la AUSTRAL GROUP SAA.

Factor de Holgura	Soldadura SMAW
Fatiga	4
Necesidades personales	5
Esfuerzo visual por trabajo fino	2
Esfuerzo mental	2
1 + %Holgura	<b>1.13</b>
Tiempo normal (min)	<b>18.28</b>
Tiempo estándar (min)	<b>20.66</b>

Fuente: Estudios de tiempos realizado en el área de mantenimiento

En la Tabla 7 se puede observar que el tiempo estándar del proceso de soldadura ascendió a 20.66 minutos, para lo cual se consideró determinados factores de holgura tales como la fatiga de la operación, sus necesidades personales, y al hacer un trabajo que requiere una alta precisión también se estimó un esfuerzo visual y mental.

Se midió la productividad inicial del proceso de soldadura, recopilando la información de los últimos 15 trabajos realizados por el área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP SAA. El primer índice calculado fue el tiempo empleado por cada probeta soldada expresada en su peso (kilos).

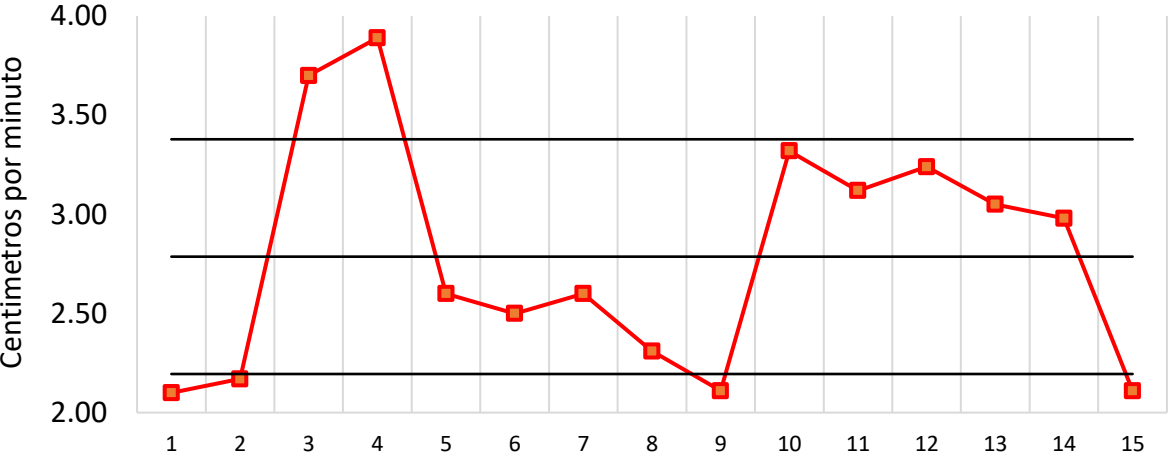


**Figura 4.** Índice de productividad del tiempo de soldadura por probetas soldadas mediante soldadura SMAW

Fuente: AUSTRAL GROUP SAA

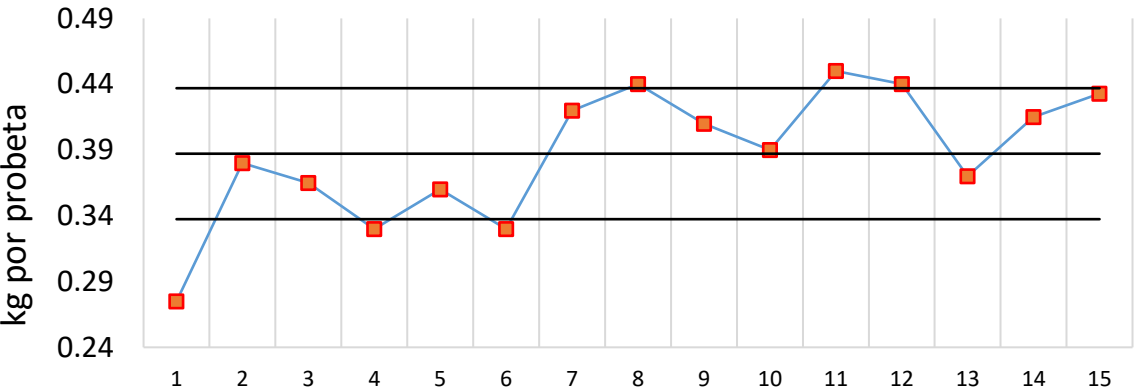
En la Figura 4 se puede observar el comportamiento del índice de soldadura, expresado en minutos por kilo, a través de una gráfica de control X. El análisis estadístico demostró que en promedio se emplea  $15.36 \pm 1.76$  minutos por probetas. La gráfica permite identificar los puntos que alcanzaron o superaron el límite superior de control (3 y 11) y también hace notar una tendencia al alza entre las muestras.

También se estableció un índice de productividad para medir los avances en centímetros por minutos y la cantidad de soldadura en kilogramos por cada probeta.



**Figura 5.** Índice de productividad de avance en centímetros por minuto para probetas soldadas mediante soldadura SMAW  
Fuente: AUSTRAL GROUP SAA

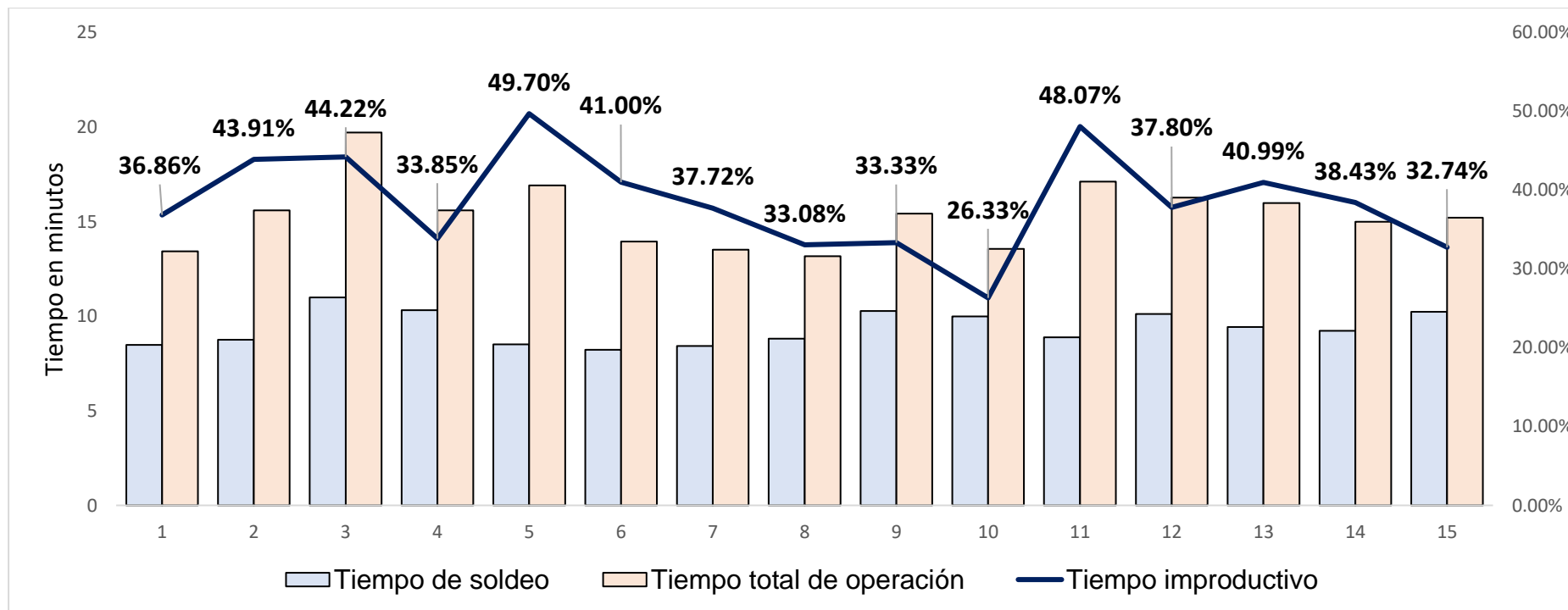
En la Figura 5 se puede notar que el avance en centímetros por minuto fluctuaba entre los 2.10 y 3.89 cm/min con un promedio de  $2.79 \pm 0.59$  cm/min. Asimismo, se puede notar, que más de la mitad de las probetas soldadas mostró valores por debajo de la media y en algunos casos excediendo la dispersión máxima establecida.



**Figura 6.** Índice de productividad de kilogramos de soldadura por cada probeta soldada mediante soldadura SMAW  
Fuente: AUSTRAL GROUP SAA

En la Figura 6 se puede observar que por cada probeta soldada se utiliza un promedio  $0.39 \pm 0.05$  kilogramos de soldadura, sin embargo, dentro del proceso se obtuvo un mínimo 0.39 kg y un máximo de 0.45 kg los cuales excedieron la desviación estándar calculada.

Adicionalmente a los índices de productividad, se llevó a cabo un análisis de tiempos improductivos en el proceso de soldadura; para lo cual se midió el tiempo de soldeo, correspondiente al tiempo en el cual se genera un arco, y se comparó en función del tiempo total empleado por la operación de mantenimiento donde se añade otras acciones o tareas que no implican el soldeo propiamente dicho.



**Figura 7.** Análisis de los tiempos improductivos en los procesos de soldadura SMAW de la empresa AUSTRAL GROUP SAA  
Fuente: AUSTRAL GROUP SAA

En la Figura 7 se muestra el análisis realizado para los tiempos improductivos, donde se pudo calcular que durante el proceso de soldadura se pierde en promedio el 38.54% ± 6.29 del tiempo total de operación, un equivalente a una media de 5.98 min ± 1.52.

Para el análisis situacional se utilizó la soldadura convencional y las causas que originaban estas, dando como consecuencia la baja productividad del área de mantenimiento, y se determinó realizar una lluvia de ideas a los 6 soldadores que conforman el grupo control y grupo experimental de la investigación, se elaboró un cuadro con las 5 M y se plasmó todas las ideas.

**Tabla 8.** Principales causas que inciden en el proceso de soldadura

Causas	Detalles
C1	Proceso anticuado
C2	Tiempos de Espera
C3	Falta de Velocidad en avance
C4	Maquina convencional
C5	Falta de Habilidad
C6	Falta de Capacitación
C7	Mala De posición
C8	uso incorrecto de Liquido Penetrantes
C9	Superficie contaminada
C10	Soldadura húmeda

Fuente: Trabajadores de la empresa AUSTRAL GROUP SAA

Luego de la identificación de las causas del problema, se realizó la matriz de correlación que sirvió como herramienta de análisis cuantitativo

**Tabla 9.** Análisis de correlación de causas que inciden en la productividad del proceso de soldadura

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Frecuencia	Indicador
Método	C1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	6	78%
	C2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8	
Maquinaria	C3	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	4	44%
	C4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	
Mano de Obra	C5	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	6	56%
	C6	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	4	
Materiales	C7	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	5	50%
	C8	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	4	
Medio	C9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	28%
	C10	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	

Fuente: Elaboración propia

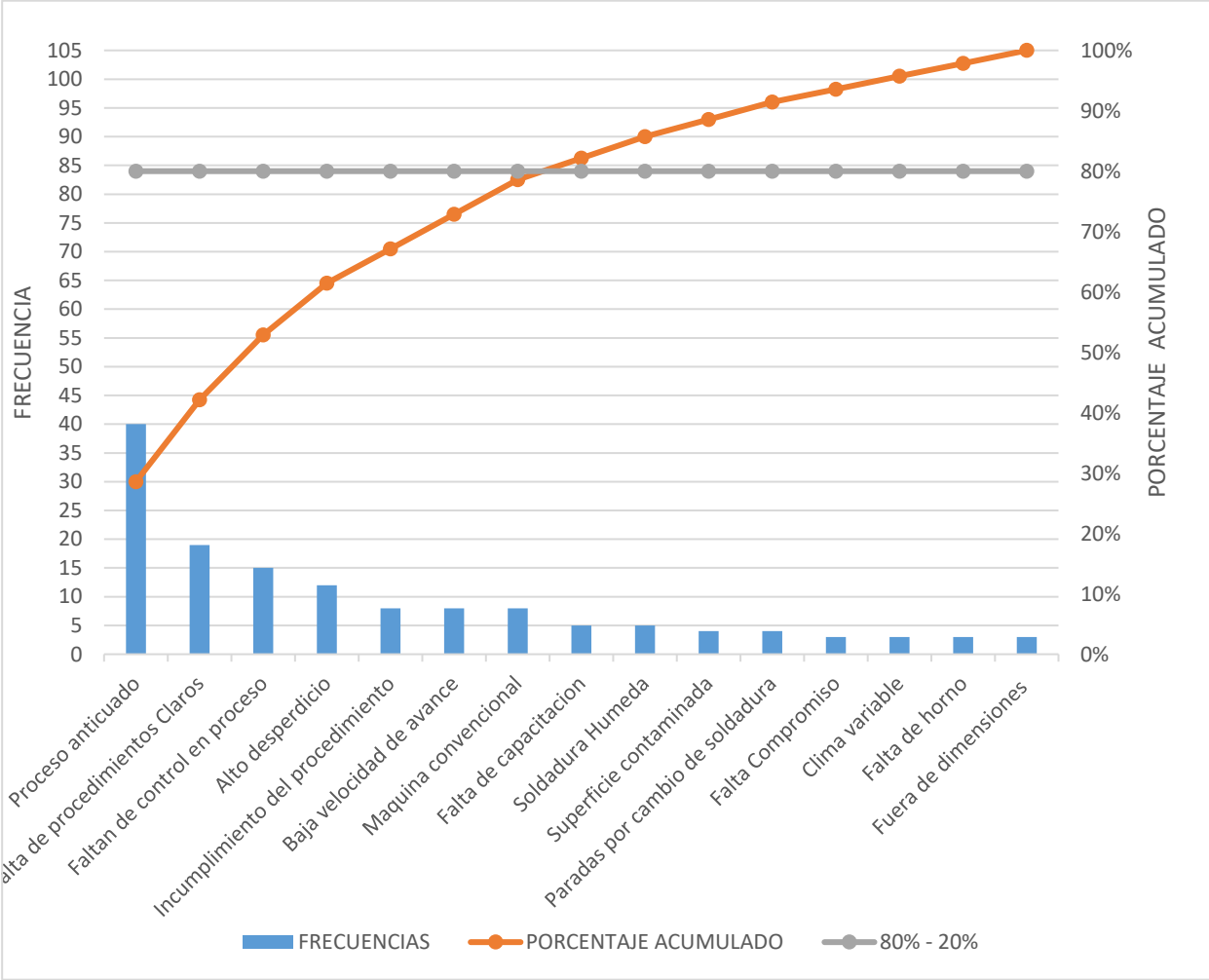
Mediante una encuesta que se aplicó a los 35 trabajadores incluidos los 6 soldadores que son del grupo control y experimental del área de mantenimiento los cuales tendrían que responder 4 alternativas dando una frecuencia de 140 fallas en las que la empresa debería mejorar para aumentar la productividad.

**Tabla 10.** Análisis de causa raíz de la baja productividad en los procesos de soldadura

N°	CAUSAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO	80% - 20%	
1	Proceso anticuado	40	29%	40	29%	80%	El 20 % de nuestras fallas menores son el 80 % de nuestras fallas que originan una baja productividad
2	Falta de procedimientos claros	19	14%	59	42%	80%	
3	Faltan de control en proceso	15	11%	74	53%	80%	
4	Alto desperdicio	12	9%	86	61%	80%	
5	Incumplimiento del procedimiento	8	6%	94	67%	80%	
6	Baja velocidad de avance	8	6%	102	73%	80%	
7	Maquina convencional	8	6%	110	79%	80%	
8	Falta de capacitación	5	4%	115	82%	80%	
9	Soldadura húmeda	5	4%	120	86%	80%	
10	Superficie contaminada	4	3%	124	89%	80%	
11	Paradas por cambio de soldadura	4	3%	128	91%	80%	
12	Falta Compromiso	3	2%	131	94%	80%	
13	Clima variable	3	2%	134	96%	80%	
14	Falta de horno	3	2%	137	98%	80%	
15	Fuera de dimensiones	3	2%	140	100%	80%	

Fuente: Trabajadores de la empresa AUSTRAL GROUP SAA

Como se puede observar en la Tabla 10 los problemas de mayor importancia son proceso inadecuado con un 29 %, falta de procedimientos claros 14%, Falta de control en el proceso 11%, alto desperdicio 9%, incumplimiento del procedimiento 6%, baja velocidad de avance 6%, maquina convencional 6% haciendo un total del 79 % de nuestros problemas. Gracias a esta elaboración del diagrama Pareto se puede diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento.

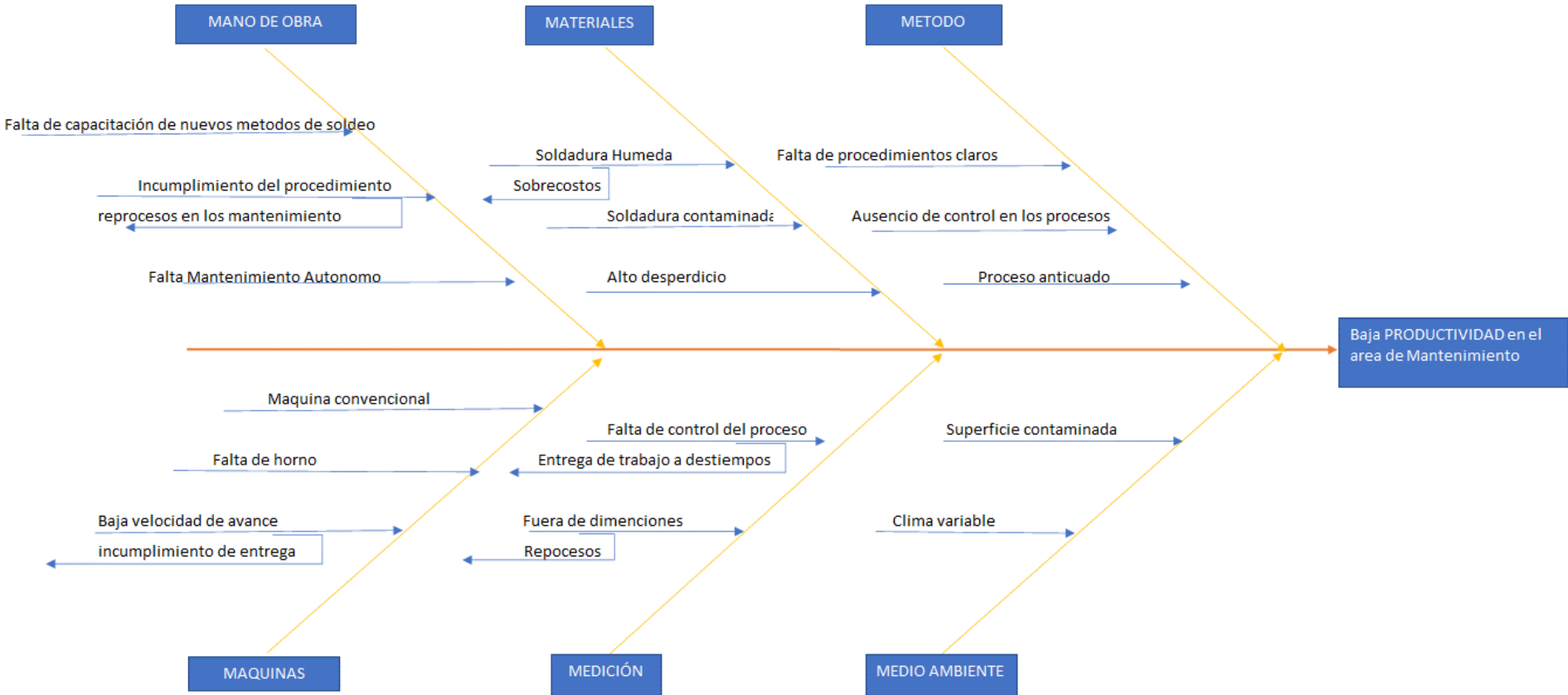


**Figura 8.** Diagrama de Pareto de las principales causas que originan un bajo nivel de productividad en los procesos de soldadura de AUSTRAL GROUP SAA

Fuente: Tabla 10



Como ultima herramienta para diagnosticar se utilizó el diagrama de causa efecto indicando hacer cambio en el proceso de soldadura adquiriendo nueva tecnología.



**Figura 9.** Diagrama de Ishikawa de las causas que tienen efecto en la baja productividad del proceso de soldadura en el área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Diseño del método de trabajo para la soldadura FCAW en la Pesquera Austral Group SAA

Luego de haber realizado el diagnostico situacional inicia se procedió a diseñar el método de trabajo para las operaciones de soldadura FCAW.


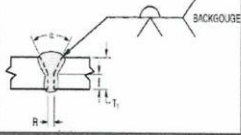
CURSOGRAMA ANALÍTICO									
1. <u>DIAGRAMA:</u>	02	ACTIVIDAD	SIMBOLO	M.A	M.P	AH.			
2. <u>PAGINA:</u>	1 de 1	7. OPERACIÓN	●	8	8				
3. <u>NOMBRE DE LA TAREA:</u>		8. INSPECCIÓN	■	2	2				
<b>Soldadura de moldes con soldadora Fcaw</b>		9. DEMORA	◐	3	0	3			
		10. TRANSPORTE	➔	0	0				
4. MÉTODO ACTUAL (M.A.)		11. ALMACENAJE	▼	0	0				
5. MÉTODO PROPUESTO (M.P.)	x	12. DISTANCIA RECORRIDA (D)		0.00 metros					
6. <u>FECHA:</u> 20 de mayo del 2020		13. TIEMPO EMPLEADO (T)		4.26 minutos					
DESCRIPCIÓN	(D)	(T)	●	■	◐	➔	▼	◻	OBSERV.
Regulación de parámetros: Alimentador de alambre, Flujo de Gas Ar / CO2 80% - 20%.		0.200	●						
Proceso de Soldeo: 1er Pase (Pase Raíz).		0.930	●						
Limpieza Mecánica (Esmerilado y Escobillado)		0.090	●						
Aplicación de Ensayos no destructivos		0.700	●						
Proceso de soldeo: 2° pase (intermedio)		0.930	●						
Limpieza mecánica (Esmerilado y Escobillado).		0.090	●						
Proceso de Soldeo: 3er Pase (Acabado).		0.930	●						
Limpieza mecánica (Esmerilado y Escobillado).		0.090	●						
Inspección y calibración de Soldadura		0.300						◻	

**Figura 10.** Cursograma analítico tipo operario para el proceso de soldadura de moldes con soldadoras FCAW


Fuente: Área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

En la Figura 10 se puede observar que con el método propuesto se eliminan las 3 demoras identificadas en el proceso de soldadura SMAW. En ese sentido, el porcentaje de actividades improductivas, es decir, aquellas que no le agregaban valor a la operación, se redujeron a 0%.

Una vez que el proceso fue diseñado, se continuó con su inclusión en el sistema de gestión de calidad de la empresa.

 <b>Austral Group S.A.A.</b> <small>Austevoll Seafood Company</small>		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						
		REGISTRO						
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>		Rev:	1					
		Emitido:	May - 2020					
		Hoja:	1 de 1					
Nombre de la Compañía: <b>AUSTRAL GROUP S.A.A</b>		Identificación N°: <b>AUSTRAL 003-2020</b>						
Proceso(s) de soldadura: <b>FCAW-G</b>		Revisión: <b>0</b>	Fecha: <b>20/05/2020</b>					
Soporte PQR N°(s): <b>Procedimiento Precalificado</b>		Elaborado por: <b>Ing. Raúl Sucuitana</b>						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (B-U2-GF)</b>		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Semiautomático : <input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo: <b>Tope - Bisel 60°</b>			Maquina : <input type="checkbox"/> Automático : <input type="checkbox"/>					
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble: <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>						
Respaldo: Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : <b>TODAS</b>						
Material de respaldo: ---		Progresión : ---						
Abertura de raíz (R) : 0 - 3 mm Tolerancia: +2, -0 mm	Dimensión cara raíz (f) : 0 - 3mm	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
Ángulo de bisel(α) : 60° Tolerancia: + 10°, -0 mm	Tolerancia: +2, -0 mm	Modo de transferencia (GMAW)						
Soldadura de respaldo Si : <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Globular : <input type="checkbox"/>	Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>					
<b>METAL BASE</b>		Corriente: CA : <input type="checkbox"/>	CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>					
Especificación del material: <b>ASTM A 36</b>		Otro: ---						
Tipo o Grado : ---		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
Espesor (T1) : ilimitado Filete : ilimitado		Tamaño: ---						
Diámetro (tubo) : ---		Tipo: ---						
<b>METAL DE APORTE</b>		<b>TÉCNICA</b>						
Especificación AWS: <b>A 5.20</b>		Arrastre u oscilación: <b>Como sea requerido</b>						
Clasificación AWS : <b>E71T-1C/1M</b>		Pasada simple o múltiple (por cara): <b>Múltiple</b>						
Nombre Comercial : <b>EXATUB E71T-1M</b>		Número de electrodos : ---						
<b>PROTECCIÓN</b>		Espaciado de electrodos: ---						
Fundente: ---	Gas: <b>X</b>	Longitudinal: ---						
Composición del Gas : <b>80% Ar + 20%CO<sub>2</sub></b>		Ángulo: ---						
Fundente-electrodo (clase) : ---		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---						
Ratio de alimentación : <b>Flujo: 25 Lt/min</b>		Forjado : ---						
Tamaño de la copa : ---		Limpieza entre pasadas: <b>1º pase esmerilado, resto escobillado.</b>						
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>						
Temperatura de precalentamiento, mínima: <b>90 – 95 °C</b>		Temperatura : ---						
Temperatura entre pases, mínima : <b>150 – 180 °C</b>		Tiempo : ---						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1	FCAW	E71T-1C/1M	1.20	DC(+)	180 – 255	24 – 25	11 – 14	
2-n	FCAW	E71T-12MJ	1.20	DC(+)	250 – 300	25 – 26	11 – 14	

 Andy William Álvarez Borja CWI 13074091 QC1 EXP. 7/1/2022	FECHA: <b>20/05/2020</b>	FECHA:	FECHA:
	<b>V°B° SUPERVISOR (EXTERNO)</b>	<b>V°B° JEFE DE CONTROL DE CALIDAD AUSTRAL GROUP S.A.A.</b>	<b>V°B° SUPERVISION</b>

**Figura 11.** Formalización del procedimiento de soldadura FCAW-G en el área de mantenimiento de la empresa

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Aplicación del uso de soldadura SMAW a 01 grupo de control y soldadura FCAW a un 01 grupo experimental de soldadores del área de mantenimiento

Una vez que el nuevo método de trabajo fue diseñado, se procedió a realizar un nuevo estudio de tiempos.

**Tabla 11.** Determinación del tiempo promedio del proceso de soldadura FCAW-G en el área de mantenimiento de la AUSTRAL GROUP SAA.

Número de Observaciones	Soldadura FCAW-G
Observación 1	3.75
Observación 2	3.78
Observación 3	5.55
Observación 4	3.67
Observación 5	4.23
Observación 6	4.62
Observación 7	4.35
Observación 8	4.68
Observación 9	4.68
Observación 10	4.32
Observación 11	3.67
Observación 12	4.11
Observación 13	4.52
Observación 14	4.32
Observación 15	3.99
Promedio	4.28
Desviación estándar	0.50

Fuente: Estudios de tiempos realizados en el área de mantenimiento para el nuevo proceso soldadura.

En el Tabla 11, se puede observar que el estudio de tiempos del proceso mejorado se consideró 15 observaciones donde se determinó un nuevo promedio del tiempo de soldadura correspondiente a 4.28 min  $\pm$  0.50.

**Tabla 12.** Determinación del tiempo normal del proceso de soldadura FCAW-G en el área de mantenimiento de la AUSTRAL GROUP SAA.

Factor de valoración	Nivel	Soldadura FCAW-G
Habilidad	Excelente B2	0.08
Esfuerzo	Excelente B2	0.08
Condiciones	Buenas	0.02
Consistencia	Buena	0.01
1+ Factor de Valoración		<b>1.19</b>
Tiempo promedio (min)		<b>4.28</b>
Tiempo normal (min)		<b>5.10</b>

Fuente: Estudios de tiempos realizado en el área de mantenimiento

En la Tabla 12 se puede observar que el tiempo normal del proceso de soldadura ascendió a 5.10 minutos, para lo cual se consideró un operario soldador calificado según los factores de valoración establecidos.

**Tabla 13.** Determinación del tiempo estándar del proceso de soldadura FCAW-G en el área de mantenimiento de la AUSTRAL GROUP SAA.

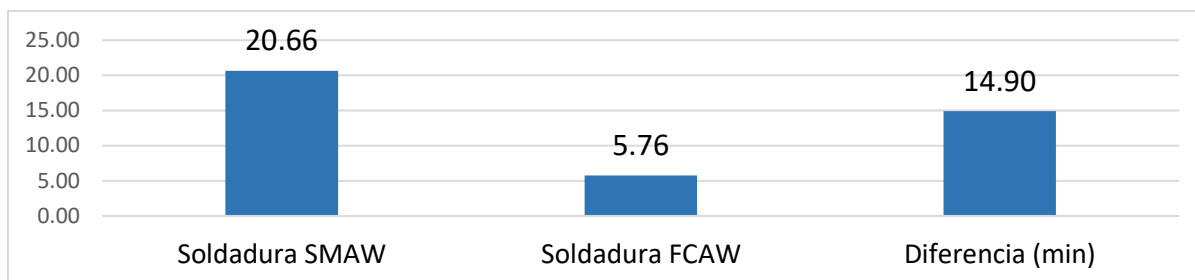
Factor de Holgura	Soldadura FCAW-G
Fatiga	4
Necesidades personales	5
Esfuerzo visual por trabajo fino	2
Esfuerzo mental	2
1 + %Holgura	<b>1.13</b>
Tiempo normal (min)	<b>5.10</b>
Tiempo estándar (min)	<b>5.76</b>

Fuente: Estudios de tiempos realizado en el área de mantenimiento

En la Tabla 13 se puede observar que el tiempo estándar del proceso de soldadura ascendió a 5.76 minutos, para lo cual se consideró determinados factores de holgura tales como la fatiga de la operación, sus necesidades personales, y al hacer un trabajo que requiere una alta precisión también se estimó un esfuerzo visual y mental.

#### 4.4 Evaluación de la productividad en el Grupo de Control y Grupo experimental de soldadores.

La evaluación del tiempo estándar demostró una diferencia significativa en el proceso de soldadura.



**Figura 12.** Diferencia en el tiempo estándar de operación del proceso de soldadura en AUSTRAL GROUP SAA.

Fuente: Tabla 5 y 11

En la Figura 12 demuestra una reducción de 14.90 minutos en el tiempo estándar.

Sin embargo, a pesar de que el tiempo estándar demuestra una reducción importante, también se realizó un análisis estadístico inferencial para demostrar que la diferencia era estadísticamente significativa incluyendo un margen de error y la variabilidad de los datos muestreados.

**Tabla 14.** Resumen de las muestras observadas respecto a los tiempos de operación utilizando distintos métodos de soldadura.

Número de Observaciones	Soldadura SMAW	Soldadura FCAW	Diferencia (min)	Diferencia (%)
Observación 1	13.43	3.75	9.68	72.08%
Observación 2	15.60	3.78	11.82	75.77%
Observación 3	19.72	5.55	14.17	71.86%
Observación 4	15.60	3.67	11.93	76.47%
Observación 5	16.92	4.23	12.69	75.00%
Observación 6	13.95	4.62	9.33	66.88%
Observación 7	13.52	4.35	9.17	67.83%
Observación 8	13.18	4.68	8.50	64.49%
Observación 9	15.42	4.68	10.74	69.65%
Observación 10	13.56	4.32	9.24	68.14%
Observación 11	17.12	3.67	13.45	78.56%
Observación 12	16.27	4.11	12.16	74.74%
Observación 13	15.98	4.52	11.46	71.71%
Observación 14	14.99	4.32	10.67	71.18%
Observación 15	15.21	3.99	11.22	73.77%
Promedio	15.36	4.28	11.08	72.13%

Fuente: Tabla 5 y 11

Los datos de la Tabla 14 se procesaron en el software SPSS 25 para realizar la prueba t de Student. Para realizar dicha prueba se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

Nivel de significancia (error): 0.05

Nivel de confianza: 95%

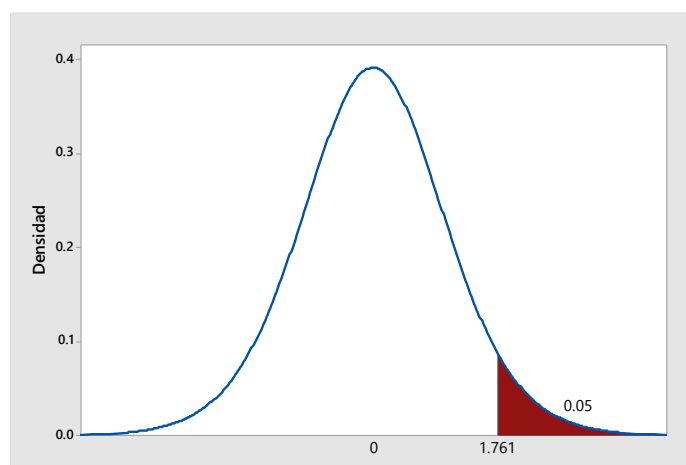
Hipótesis de trabajo: La diferencia entre las medias de los tiempos de soldadura es mayor a 0; Hipótesis nula: La diferencia entre las medias de los tiempos de soldadura es igual o menor a 0

**Tabla 15.** Prueba t de Student para evaluar las medias de los tiempos de operación de los métodos de soldadura

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig.
				Inferior	Superior			
SMAW - FCAW	11,08200	1,67660	,43290	10,15353	12,01047	25,600	14	,000

Fuente: Tabla 14

En la Tabla 15 se puede observar que el nivel de significancia experimental es 0.000, siendo menor a 0.05, lo cual indicaba que se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de trabajo.



**Figura 13.** Distribución de probabilidad t con 14° grados de libertad y nivel de significancia de 0.05

Fuente: Minitab

En la Figura 13 se observa que el t crítico es 1.761 el cual delimita la región de rechazo de la hipótesis nula. En la Tabla 14 se observa que el t obtenido es de 25,6 el cual supera el t crítico, ubicándose en la región de rechazo de la hipótesis nula.

## V. DISCUSIÓN

El diagnóstico situacional antes de aplicar la soldadura FCAW dio como resultado que el uso de la soldadura SMAW presenta demoras que representan un 23.08% según se observa en el cursograma analítico realizado en el área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. Dichas demoras, ocurren debido al cambio de electrodo el cual no añade valor agregado al trabajo, por ende los soldadores requieren más tiempo de operación en comparación con métodos modernos de trabajo; del mismo modo, en su trabajo de investigación, "Mejora del proceso productivo en la fabricación de ductos de acero ASTM A709 en una planta industrial, comparando procesos de soldadura SMAW y FCAW-G" Vélchez (2013), se concuerda que al realizar el diagnóstico inicial, es decir mientras aún se trabaja con la soldadura SMAW se tiene una baja productividad en el área de estudio, e incluso representa muchas demoras, las cuales deberían eliminarse o reducirse dentro del proceso mismo.

Así mismo, Gamarra, Et al (2011), menciona la importancia de la soldadura en la construcción naval explicando que se debe utilizar técnicas, equipos y herramientas que incrementen la productividad y teniendo presente los factores que la determinan, como el rendimiento por fusión, selección de materiales, acero adecuado y el tipo del procedimiento, el cual concordamos puesto refuerza nuestra investigación. Aunque para Osorio (2018), los costos con soldadura SMAW son mayores respecto al FCAW los cuales representan el 74% del valor que, con el SMAW, tras realizar su estudio de diseño cuasi experimental. El cual discrepamos.

Sin embargo, el presente estudio se orienta a la reducción de tiempo, por lo que en el área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. se pudo calcular que durante el proceso de soldadura se pierde en promedio el 38.54%  $\pm$  6.29 del tiempo total de la operación, un equivalente a una media de 5.98 min  $\pm$  1.52. Dicho tiempo se convierte en tiempos improductivos, por lo cual Mora (2012) dice que las aplicaciones de soldadura mecanizada y automatizada, hace años están desarrollando mejores métodos, pero a pesar de esto las empresas



aun no cuentan con estos equipos por los altos costos que implican su adquisición. En el libro “Soldadura Principio y Aplicaciones”, Jeffus (2009) menciona que los soldadores expertos hacen que una difícil soldadura en el mar vaya muy bien entendiendo que uno de los problemas que origina la disminución de la productividad es la falta de personal calificado en el área de mantenimiento.

No obstante, tras el análisis del diagrama de Pareto se determinó que las principales causas que originan un bajo nivel de productividad en los procesos de soldadura de AUSTRAL GROUP SAA en el área de mantenimiento, son el proceso inadecuado con un 29%, y la falta de procedimientos claros 14% entre otros, los cuales dan un total del 79 % de problemas reflejados en dicho diagrama. Tras realizar el estudio titulado: “ Análisis de los procesos de soldadura aplicados en cuatro empresas de la ciudad de Bogotá dedicadas a la fabricación de cuerpos de los carros tanques en acero al carbono para transporte crudo”, el autor Morato (2012) concuerda con Jeffus (2009) tras mencionar la importancia de la evaluación y capacitación al soldador, pieza clave en dicho proceso, al no contar con los conocimientos adecuados, ni cumplir con las normas técnicas requeridas.

Es por ello que la productividad se mide por el cociente formado por los resultados obtenidos entre los recursos utilizados; y evitar desperdicios según Gutiérrez (2005). Del mismo modo los datos son corroborados tras la realización del diagrama de Ishikawa de las causas que tienen efecto en la baja productividad del proceso de soldadura en el área de mantenimiento dando una frecuencia de 140 fallas en las que la empresa debería mejorar para aumentar la productividad. Dicha teoría reafirmada por Gamarra (2011) puesto que coincide en que es la relación directa del Producto Terminado y todos los recursos necesarios para su fabricación. En contraste, en su investigación, Zavaleta (2013) tomó como referencia la relación de la corriente para soldadura y la velocidad de la misma, puesto que son lo más significativos para su investigación en la optimización de la soldadura FCAW con lo que logra garantizar el incremento de la productividad de la pesquera.

Luego de haber finalizado el examen inicial de la productividad de los soldadores, se procedió con el diseño del método de trabajo para la soldadura FCAW, de igual forma que Quispe (2014), en su investigación también elaboró un procedimiento bajo ASME IX, para llevar a cabo el análisis de su coste, productividad y aplicación en la fabricación de tanques de almacenamiento de petróleo. Ambos basados en la teoría de Rodríguez (2010), descrita en su libro "Soldadura Tecnología y Técnicas de proceso de soldadura", donde menciona que la Soldadura FCAW es un método moderno con la mencionada soldadura, desarrollados y utilizados en la actualidad puesto que se estableció como un método eficaz, seguro y económico para la unión de metales. Por lo cual concuerda con nuestra investigación.

Con el método propuesto se eliminaron las 3 demoras identificadas en el proceso de soldadura SMAW. Por ende, el porcentaje de actividades improductivas, se redujeron a 0%. Dicha demora producida por el cambio necesario de electrodo durante el proceso de soldadura SMAW y según Jeffus (2009) la soldadura FCAW contiene electrodos con el fundente empaquetado apretadamente en su interior, por lo que ya no es necesario parar para cambiar de electrodo en el nuevo proceso, logrando la significativa mejora. Una vez formalizado el procedimiento de soldadura FCAW-G en el área de mantenimiento de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. se aplicó el uso de soldadura FCAW a un 01 grupo experimental de soldadores del área de dicha área, para lo cual se procedió a realizar un nuevo estudio de tiempos.

En forma similar a Bustamante (2018), quien en su investigación "Evaluación económica de dos procesos de soldadura para minimizar los costos en fabricación de tanque de almacenamiento en una metalmecánica" Formalizó primero el diseño de su procedimiento, tras el cual logró obtener la mejora esperada. De igual forma, Amaya (2011), menciona que es importante diseñar y formalizar correctamente el proceso con la soldadura FCAW la cual está diseñada para garantizar soldaduras con bajo riesgo de agrietamiento por hidrogeno y que se ha logrado aumentar la productividad en la mayoría más del doble y con una disminución de 40% al 50% en los costes de soldadura.

Campos (2014), añade que la soldadura FCAW al ser un alambre continuo esto permite mayor productividad, lo cual es demostrado en el estudio de tiempos realizado al proceso mejorado, para lo cual se consideraron 15 observaciones donde se determinó un nuevo promedio del tiempo de soldadura correspondiente a  $4.28 \text{ min} \pm 0.50$ . Así mismo, Vílchez (2013), en su investigación "Mejora del proceso productivo en la fabricación de ductos de acero ASTM A709 en una planta industrial, comparando procesos de soldadura SMAW y FCAW-G" concluye que se determina que esta investigación al igual que la realizada, fortalece la utilización de nuevas soldaduras en la mejora de métodos de soldeo modernos y con mejores tiempos.

Incluso en el país vecino de Ecuador, Badillo (2014) tras aplicar el nuevo método, concluye que la soldadura FCAW es productiva, eficaz y eficiente para lograr la ejecución de la obra, añadiendo que capacitó a los soldadores, para lograr obtener la calidad requería y también a su vez la aprobación del soldador siendo este un cliente interno para el producto terminado. En contraste, para la revista Kovove Material y Metallic Materials (2014) será viable para demostrar el efecto positivo de la soldadura FCAW y su aumento en la productividad de la empresa pesquera la realización de varios estudios más en distintos tiempos para lograr la aprobación del proyecto de investigación a una mayor y mejor escala.

## VI. CONCLUSIONES

El proceso de soldadura realizado en el área de mantenimiento de la empresa Austral Group SAA presentaba 20.66 minutos de tiempo estándar, lo cual impactaba negativamente en la productividad. Además, se determinó que el avance en centímetros por minuto para probetas con soldadura SMAW promediaba los  $2.79 \pm 0.59$  cm/min.

El 100% de actividades son productivas con el proceso de soldadura FCAW. Luego del diseño del nuevo método de trabajo, se comprobó mediante el cursograma analítico que se eliminaron las 3 demoras existentes, gracias a que se logró la formalización del nuevo procedimiento para la empresa Austral Group SAA.

El proceso de soldadura fue monitoreado luego de aplicar la soldadura FCAW en el área de mantenimiento de la empresa Austral Group SAA. Se obtuvo que el nuevo promedio del tiempo de soldadura es de  $4.28 \text{ min} \pm 0.50$ , tras 15 observaciones realizadas. Así mismo, el tiempo estándar del proceso fue de 5.76 minutos, debido a que se consideró la holgura y otros factores.

Se obtuvo una reducción significativa con la utilización de la soldadura FCAW, puesto que se logró reducir a 5.76 minutos el tiempo estándar empleado en el área de mantenimiento por el grupo experimental de soldadores a diferencia de los 20.66 minutos utilizados por el grupo de control con soldadura SMAW.

Se determinó que la aplicación de la soldadura FCAW impacta positivamente en la Productividad de los soldadores del área de Mantenimiento de la empresa Austral Group SAA.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la aplicación de otras herramientas de calidad en función de la aplicación del nuevo proceso de soldadura, buscando la mejora continua, alineado con la Gestión de Calidad de la Empresa Austral Group.

Se recomienda la homologación del procedimiento de soldadura WPS por una certificadora, para lograr ser la primera empresa pesquera con procedimientos homologados.

Se recomienda la adquisición de 3 equipos más de soldadura FCAW y culminar la capacitación de todo el equipo de soldadores destinados a operar la máquina de soldar FCAW, para fortalecer las capacidades y destrezas evaluadas en la presente investigación.

Se recomienda que la investigación realizada sea complementada con un análisis económico financiero para determinar aspectos como el tiempo de recuperación de la compra de máquinas de soldar FCAW, el valor actual neto de la inversión necesaria y la tasa interna de retorno de esta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAYA Vanegas, Efraín. Calificación e implementación de un procedimiento de soldadura FCAW para soldaduras en servicio en labores de mantenimiento en un material API 5L X70 cuantificando los riesgos de agrietamiento por hidrogeno y perforación de línea. Colombia: Universidad Libre de Colombia, 2011. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2019].

Disponible: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/5896/AmayaVanegasEfrain2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

APAZA Cruz, Freddy. Innovación en la instalación de refuerzos (revestimientos) en las tolvas secundarias mediante el proceso de soldadura FCAW en cerro verde II. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2020].

Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9173>

AUCANCELA Guamán, Verónica Jimena. Diseño y construcción de un prototipo de cabezal para soldadura orbital automática en pase de raíz en tubería de ocho pulgadas STD con el proceso FCAW para Acesxilicon Desing Technology LTDA. Ecuador: Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, 2013. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019].

Disponible: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7646>

BADILLO Pucha, José. Desarrollo de un procedimiento de soldadura con proceso FCAW, mediante la aplicación del código AWS d1.1/2010 y d1.5m/d1.5 en puentes estructurales y análisis de la microestructura post soldadura. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019].

Disponible: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/4160/1/85T00370.pdf>

CALDERÓN Concha, Jimmy Fernando. Estudio Comparativo de la soldabilidad en aceros (ASTM 36, A588 y A572) mediante el proceso FCAW. Quito: Universidad Politécnica Nacional, 2014. . [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019].

Disponible: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7332>

CAMPOS Torres, Franklin Luis. Control de Calidad en los procesos de soldadura FCAW – SMAW. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2014. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2019].

Disponible:<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2635/IMcatofl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHÁVEZ Cordero, Zoila Rosa. Costa rica: Universidad de Costa Rica. [En línea]. 2009, Vol. 33, pp 155 – 165. [Fecha de Consulta: 30 de noviembre 2019].

<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ISSN: 0379-7082

DUFFUAA Salih, RAOUF A., DIXSON John. Sistema de mantenimiento planeación y control. 1<sup>era</sup> ed. México: Limusa wiky, 2009. 420 p. [Fecha de consulta 16-10-19].

ISBN: 978-968-18-5918-3

GAMARRA Chinchay, Hugo, YARIN Achachagua, Anwar, YARIN Achachagua, Yasser, & PALACIOS Aranda, Mierwen. *Optimización de la soldadura en construcción naval en el Perú*. [En línea]. 01-12-2011, Vol 21(2). [Consulta Date: 04 de octubre de 2019].

<http://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/98>

ISSN:2309-0413

GARCÍA, Palencia, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1<sup>era</sup> Ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2012. 170 p. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019].

ISBN: 978- 958- 762- 051- 1

GARCÍA Sánchez, Armando. Optimización de los parámetros de soldadura en el proceso de arco eléctrico con protección de gas (gmaw) para soldar un acero a-27. México: Corporación Mexicana en Investigación en Materiales, 2009. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019].

Disponible:<https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1022/63/1/TESIS%20Armando%20G%20abr%202009.pdf>

GARRIDO Soto, Cristian Gabriel. Armado estructural de un bloque en una construcción naval. Chile: Universidad Austral de Chile, 2009. [Fecha de consulta: 03 de setiembre de 2019].

Disponible: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcig241a/doc/bmfcig241a.pdf>

GIACHINO, Joseph W. & WEEKS, William. Técnica y Práctica de la soldadura. Barcelona: Editorial Reverte, S.A, 2013. 463 pp. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2019].

ISBN: 978-84-291-6053-6

GUIVERNAU, José Martin. Procesos de soldadura aplicados en la construcción naval. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya, 2011. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020].

Disponible: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13730/PFC-%20Procesos%20de%20soldadura%20aplicados%20en%20la%20construccion%20naval.pdf>

GUTIÉRREZ Pulido, Humberto. Calidad Total y Productiva. 2<sup>da</sup> Ed. México: MC Graw – Hill, 2005. 421 p. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019].

ISBN: 978 – 970 – 10 – 4877 - 1

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. 5<sup>ta</sup> ed. México: McGraw-Hill, 2010. 613 pp. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2020].

ISBN: 978-607-15-0291-9

JEFFUS, Larry. Soldadura Principios y Aplicaciones [En línea]. 5<sup>ta</sup> ed. España: Ediciones Paraninfo, 2009. 916 pp. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019].

Disponible: [https://books.google.com.pe/books/about/Soldadura\\_principios\\_y\\_aplicaciones.html?id=rHynAxzh0iEC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books/about/Soldadura_principios_y_aplicaciones.html?id=rHynAxzh0iEC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 978-84-283-2937-8



Kovove Material y Metallic Materials. [En línea]. Slovak Republic: Institute of Materials and Machine Mechanics, 2014 [Consultation Date: 01 of october of 2019].

<http://www.kovmat.sav.sk/abstract.php?rr=52&cc=1&ss=57>

ISSN: 1338-4252

KROPIWNICKI, Jacek, LIPINSKI, Krzysztof y SZKODO, Marek. *Key Engineering Materials* [En línea]. 2013–12–13, Vol 597, pp 171-178. [Consultation Date: 02 of october of 2019].

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.597.171>

ISSN: 1662-9795

MAMANI LLacma, Yhasmani. Fabricación y montaje de tanques de lixiviación 20´ x 20´ en la planta de beneficio de Ishihuinca por la empresa Famico sac. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019].

Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7204>

MAMANI Mamani, Julio. Programa de aligeramiento en el peso de las tolvas por el proceso de soldadura FCAW en la minera Barrick para optimizar el acarreo de mineral. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2017. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2019].

Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3428/IMmamaj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORA Pulido, William. Revisión de las variables involucradas en la implementación de un proceso FCAW mecanizado en la fabricación de cuerpos de tanques API 650. Bogotá: Universidad Libre, 2012. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2019].

Disponible: <http://hdl.handle.net/10901/9824>

MORATO Ortiz, Ruby Andrea. Análisis de los procesos de soldadura aplicados en cuatro empresas de la ciudad de Bogotá dedicadas a la fabricación de cuerpos de los carrotanques en acero al carbono para transporte crudo. Universidad Libre, 2012. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019].

Disponible:<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9825/TRABAJO%20FINAL%20ANALISIS%20PROCESOS%20DE%20SOLDADURA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NEMUR, Lisa. Productividad Concejos y atajos de productividad para personas ocupadas. [En línea]. 1<sup>era</sup> Ed. Gran Bretaña: Babelcube Inc, 2016. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2019].

Disponible:<https://play.google.com/books/reader?id=sh0aDAAAQBAJ&hl=es&pg=GBS.PT2>  
ISBN: 9781507139400

OLIVE, LLavallol, Marc. Estudie de la Defectologia i les Deformacions en la Lambit de la soldadura dels Metalls. Catalunya: Universidad Politécnic de Catalunya, 2014. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2019].

Disponible: <http://hdl.handle.net/2099.1/22282>

OSORIO Bustamante, Richard. Evaluación económica de dos procesos de soldadura, para minimizar los costos en fabricación de tanque de almacenamiento, en una metalmecánica. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2019].

Disponible:[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30119/osorio\\_br.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30119/osorio_br.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PATRICK, CH. & NEWELL, W. Materials and fabrication [en línea]. Florida: Anaheim, 2014. [Consultation Date: 22 of october of 2019]. PVP2014-28084, V06BT06A052; 8 pages. Understading welding cost, using flux- cored arc welding (FCAW) for cost reduction and productivity improvement.

Disponible en: <https://doi.org/10.1115/PVP2014-28084>

ISBN: 978-0-7918-4604-9

QUISPE León, Carlos. Elaboración de procedimiento bajo ASME IX, Análisis de su coste, productividad y aplicación en la fabricación de tanques de almacenamiento de petróleo. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2019].

Disponible: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/9184/1/quispe\\_lj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/9184/1/quispe_lj.pdf)

RODRÍGUEZ, Salgado, David. Soldadura Tecnología y técnicas de los procesos de soldadura. 2<sup>da</sup> Ed. España: Bellisco Ediciones, 2010. 581p. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019].

ISBN: 978-84-96-486-95-9

SEGOVIA, Bautista, Serafin. Manual de soldadura Ejercicios prácticos de soldadura al arco electrodo revestido. 1<sup>era</sup> Ed. España: Amv Ediciones, 2012. 560 p. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].

ISBN: 978-84-96709-90-4

VÍLCHEZ Aquino, Ernesto. Mejora del proceso productivo en la fabricación de ductos de acero ASTM A709 en una planta industrial, comparando procesos de soldadura SMAW y FCAW-G. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2019].

Disponible: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4694>

VÍLCHEZ Requena, Joel. Implementación del proceso del proceso de soldadura FCAW en la fabricación de pilote para mejorar la productividad de la empresa IMI DEL PERÚ S.A.C. Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2017. [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2019].

Disponible: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16811/Vilchez\\_RJJM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16811/Vilchez_RJJM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ZAVALETA Yacila, Álvaro Michel. Optimización del ancho del cordón de soldadura en acero A36 en el proceso de soldadura FCAW usando metodología Taguchi. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2013. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019].

Disponible: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9342>

**Anexo . Cuadro Operacionalización de Variables**

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Soldadura FCAW	Es un método de soldadura de fusión, en el cual el calentamiento de la soldadura se origina por un arco, entre la parte metálica o pieza y un electrodo de metal de aportación de alimentación continua, la defensa atmosférica es adecuado completamente o en parte, por el fundente de sellado en el interior del electrodo tubular” (Jeffus, 2009)	Regulación de Parámetros de Soldadura.	Diagnosticar	Cursograma Analítico. Análisis de la productividad inicial en el proceso de soldadura. Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa) Diagrama Pareto (80 – 20) Diagrama de Correlación	Nominal Razón
		Proceso de Soldeo (pase raíz, Relleno y Acabado). Limpieza.		Diseñar	Nº de actividades productivas Nº de actividades improductivas Tiempo Standard de soldadura Registro WPS
		Ensayo Destructivo. No Limpieza.	Aplicar	<u>Nº de Trab. Capacitados</u> Total Trab. Del área de Mantenimiento	Razón
		Calibración de Soldadura	Evaluar	<u>Trab. Homologado</u> Total de Soldadores	Razón
				Cuadro comparativo de métodos de trabajo	Razón

Productividad	"Es la relación entre el Productos Terminados y los recursos necesarios para su fabricación, sean humanos o no, donde el reto más grande para el factor humano es cómo economizar el uso de estos recursos para un producto determinado, es decir, cómo elevar en forma tangible el factor total de productividad. Esto envuelve innovaciones en los métodos de producción creando, adaptando y aplicando nuevas tecnologías con el fin de obtener mejores resultados para un mismo costo real"(GAMARRA H., et al, 2011)	Se medirá los kilos de soldadura utilizada por probeta en cada proceso.	Productividad de Materia Prima	$P = \frac{\text{Probeta}}{\text{kilos de soldadura Utilizados}}$	Razón
		Se medirá el tiempo empleado por probeta en cada proceso.	Productividad mano de Obra	$P = \text{Probeta} / \text{Minutos}$	Razón
		Se medirá la eficiencia de tiempos	Productividad en Eficiencia de Tiempo	$P = \frac{\text{Tiempo improductivos}}{\text{Tiempo productivo}}$	Razón


Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 04. Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos	Fuente
1. Observación	Diagrama de Análisis Procesos (DAP) Uso de video Cámara. Utilización de balanza.	Zona de mantenimiento
2. Análisis Documental	Registro WPS Cursograma Analítico	Oficina y zona de Mantenimiento
3. Cronometraje	Hoja de tiempos	Zona de Mantenimiento
4. Análisis de Calidad	Calibrador de Cateto	Zona de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo 05. Encuesta al área de Mantenimiento para realizar el Diagrama de Pareto



**ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL AREA DE MANTENIMIENTO FLOTA**


Los datos personales no son obligatorios

Nombre del trabajador: Aurelio Abia Pintado

Fecha: 04-04-2020

Seleccionara 4 problemas colocando una aspa (X) en el item **Si**, pensando en la mejora que debe haber en area de mantenimiento, con respecto al proceso de soldadura.

	Si
Alto desperdicio	X
Baja Velocidad de Avance	X
Falta de Capacitación	
Falta de Procedimientos Claros	
Incumplimiento del procedimiento	
Proceso Anticuado	
Clima variable	X
Maquina convencional	
Paradas por cambio de soldadura(originando retrasos)	X
Soldadura Humeda	
Superficie contaminada	
Clima Variable	
Falta Compromiso	
Falta de Horno	
Fuera de dimensiones	


  


---

Firma

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 06. Encuesta al área de Mantenimiento para realizar el Diagrama de Pareto



**ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL AREA DE MANTENIMIENTO FLOTA**


Los datos personales no son obligatorios

Nombre del trabajador: Alfredo Penalta López

Fecha: 01.04.20

Seleccionara 4 problemas colocando una aspa (X) en el item **Si**, pensando en la mejora que debe haber en area de mantenimiento, con respecto al proceso de soldadura.

	Si
Alto desperdicio	X
Baja Velocidad de Avance	No
Falta de Capacitación	
Falta de Procedimientos Claros	X
Incumplimiento del procedimiento	
Proceso Anticuado	X
Clima variable	
Maquina convencional	X
Paradas por cambio de soldadura(originando retrasos)	
Soldadura Humeda	
Superficie contaminada	
Clima Variable	
Falta Compromiso	
Falta de Horno	
Fuera de dimensiones	





---

Firma

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo 07. Encuesta al área de Mantenimiento para realizar el Diagrama de Pareto



**ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL AREA DE MANTENIMIENTO FLOTA**


Los datos personales no son obligatorios

Nombre del trabajador: Jorge Milla Castillo

Fecha: 01/04/20

Seleccionara 4 problemas colocando una aspa (X) en el item **Si**, pensando en la mejora que debe haber en area de mantenimiento, con respecto al proceso de soldadura.

	Si
Alto desperdicio	X
Baja Velocidad de Avance	X
Falta de Capacitación	
Falta de Procedimientos Claros	X
Incumplimiento del procedimiento	
Proceso Anticuoado	
Clima variable	X
Maquina convencional	
Paradas por cambio de soldadura(originando retrasos)	
Soldadura Humeda	
Superficie contaminada	
Clima Variable	
Falta Compromiso	
Falta de Horno	
Fuera de dimensiones	




---

Firma

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 08. Figura de Colaboradores que realizaron la encuesta.





Anexo 09. Capacitación de Soldadores - Grupo Experimental.



Anexo 10. Constancia de Capacitación.



Fuente: Centro Tecnológico de Soldadura Soldexa.

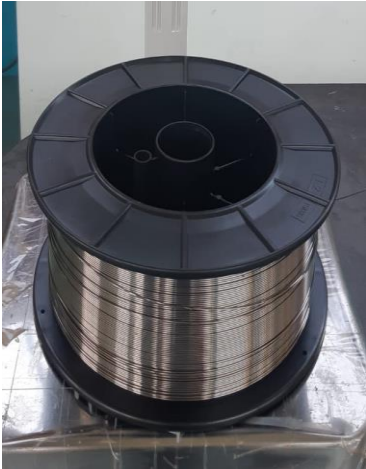
Anexo 11. Constancia de Capacitación



Fuente: Centro Tecnológico de Soldadura Soldexa.



Anexo 12. Equipo de Soldadura FCAW




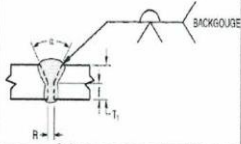
Anexo 13. Soldadores del Grupo Experimental (parte Superior) y Grupo Control (Parte Inferior).






Anexo 14. Formato WPS - FCAW-G (Especificaciones del procedimiento de Soldadura Tope - Bisel)

 Austral Group S.A.A. <small>Austral of Seaboard Company</small>	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		WPS	
	REGISTRO		Rev:	1
	ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)		Emitido:	May - 2020
		Hoja:	1 de 1	

Nombre de la Compañía: <b>AUSTRAL GROUP S.A.A</b>		Identificación N°: <b>AUSTRAL 003-2020</b>					
Proceso(s) de soldadura: <b>FCAW-G</b>		Revisión: <b>0</b>	Fecha: <b>20/05/2020</b>				
Soporte PQR N°(s): <b>Procedimiento Precalificado</b>		Elaborado por: <b>Ing. Raúl Sucuitana</b>					
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (B-U2-GF)</b>		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Semiautomático : <input checked="" type="checkbox"/>				
Tipo: <b>Tope - Bisel 60°</b>		Maquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>				
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble: <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>					
Respaldo: Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : <b>TODAS</b>					
Material de respaldo: ---		Progresión : ---					
Abertura de raíz (R) : 0 - 3 mm Tolerancia: +2, -0 mm	Dimensión cara raíz (f) : 0 - 3mm	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>					
Ángulo de bisel(α) : 60° Tolerancia: + 10°, -0 mm	Tolerancia: +2, -0 mm	Modo de transferencia (GMAW)					
Soldadura de respaldo Si : <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Globular : <input type="checkbox"/>	Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>				
<b>METAL BASE</b>		Corriente: CA : <input type="checkbox"/>	CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>				
Especificación del material: <b>ASTM A 36</b>		Otro: ---					
Tipo o Grado : ---		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---					
Espesor (T1) : ilimitado	Filete : ilimitado	Tamaño: ---					
Diámetro (tubo) : ---		Tipo: ---					
<b>METAL DE APORTE</b>		<b>TÉCNICA</b>					
Especificación AWS: <b>A 5.20</b>		Arrastre u oscilación: <b>Como sea requerido</b>					
Clasificación AWS : <b>E71T-1C/1M</b>	Nombre Comercial : <b>EXATUB E71T-1M</b>	Pasada simple o múltiple (por cara): <b>Múltiple</b>					
<b>PROTECCIÓN</b>		Número de electrodos : ---					
Fundente: ---	Gas: <b>X</b>	Espaciado de electrodos: ---					
Composición del Gas : <b>80% Ar + 20%CO<sub>2</sub></b>		Longitudinal: ---					
Fundente-electrodo (clase) : ---	Ratio de alimentación : <b>Flujo: 25 Lt/min</b>	Ángulo: ---					
Tamaño de la copa : ---	Temperatura de precalentamiento, mínima: <b>90 - 95 °C</b>	Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---					
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		Forjado : ---					
Temperatura entre pases, mínima : <b>150 - 180 °C</b>		Limpieza entre pasadas: <b>1º pase esmerilado, resto escobillado.</b>					
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>					
Temperatura : ---		Temperatura : ---					
Tiempo : ---		Tiempo : ---					
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte Clase	Corriente Tipo y polaridad	Amperaje (A)	Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
1	FCAW	E71T-1C/1M	1.20	DC(+)	180 - 255	24 - 25	11 - 14
2-n	FCAW	E71T-12MJ	1.20	DC(+)	250 - 300	25 - 26	11 - 14
							

 Andy William Alvarez Borja CWI 13074091 QC1 EXP. 7/1/2022		
FECHA: <b>20/05/2020</b>	FECHA:	FECHA:
<b>V°B° SUPERVISOR (EXTERNO)</b>	<b>V°B° JEFE DE CONTROL DE CALIDAD AUSTRAL GROUP S.A.A.</b>	<b>V°B° SUPERVISION</b>

Fuente: Elaboración propia



Anexo 15. Formato WPS - FCAW-G (Especificaciones del procedimiento de Soldadura- Filete)


	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>		<b>WPS</b>	
	<b>REGISTRO</b>		Rev:	1
	<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>		Emisión:	May - 2020
			Hoja:	1 de 1

Nombre de la Compañía: AUSTRAL GROUP S.A.A		Identificación N°: AUSTRAL 004-2020						
Proceso(s) de soldadura: FCAW-G		Revisión: 0	Fecha: 20/05/2020					
Soporte PCR N°(s): Procedimiento Precalificado		Elaborado por: Ing. Raul Sucaitana						
DISEÑO DE LA JUNTA USADA (Figura: 4.1)		Tipo:	Manual : <input type="checkbox"/> Semiautomático : <input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo: Filete		Máquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>					
Pase Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble : <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>						
Respaldo: Si : <input type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : PLANA Y HORIZONTAL						
Material de respaldo: ---		Progresión : ---						
Cotejo de la soldadura en filete máximo en una sola pasada (GMAW/FCAW): 8.00 mm		Ver 5.6.2.2: Single-pass Fillet Welds						
Soldadura de respaldo: Si : <input type="checkbox"/> No : <input type="checkbox"/>		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
		Modo de transferencia (GMAW)						
		Globular : <input type="checkbox"/>	Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito : <input type="checkbox"/>					
		Corriente: CA : <input type="checkbox"/>	CCEP : <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/> Pulsado : <input type="checkbox"/>					
<b>METAL BASE</b>		Otro: ---						
Especificación del material: ASTM A 36		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
Tipo o Grado : ---		Tamaño: ---						
Espesor (T1) : limitado    Filete : ---		Tipo: ---						
Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>						
<b>METAL DE APORTE</b>		Arastre u oscilación: Como sea requerido						
Especificación AWS: A 5.20		Pasada simple o múltiple (por cara) : Múltiple						
Clasificación AWS : E71T-1C/1M		Número de electrodos : ---						
Nombre Comercial : EXATUB E71T-1M		Espaciado de electrodos: ---						
<b>PROYECCIÓN</b>		Longitudinal : ---						
Fuente: ---    Gas: X		Ángulo: ---						
Composición del Gas : 80% Ar + 20%CO <sub>2</sub>		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---						
Fuente-electrodo (clase) : ---		Forjado : ---						
Ratio de alimentación : Flujo: 25 Lt/min		Limpieza entre pasadas: 1º pase esmerilado, resto escobillado.						
Tamaño de la viga : ---								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>						
Temperatura de precalentamiento, mínima: 15 °C		Temperatura : ---						
Temperatura entre pasadas, mínima : 100 - 108 °C		Tiempo : ---						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1	FCAW	E71T-12MJ	1.20	DC(+)	250 - 300	25 - 28	11 - 14	

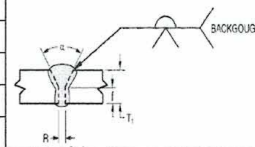
 Andy Wilson, AWS QC1 CWI 13074951 QC1 Exp. 7/1/2022	FECHA: 20/05/2020	FECHA:	FECHA:
	V"B" SUPERVISOR (EXTERNO)	V"B" JEFE DE CONTROL DE CALIDAD AUSTRAL GROUP S.A.A	V"B" SUPERVISION

Fuente: Elaboración propia


Anexo 16. Formato WPS - SMAW (Especificaciones del procedimiento de Soldadura Tope – Bisel))

 Austral Group S.A.A. <small>Austerech Steelcode Company</small>	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>		<b>WPS</b>	
	<b>REGISTRO</b>		Rev:	1
	<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>		Emitido:	May - 2020
		Hoja:	1 de 1	


Nombre de la Compañía: <b>AUSTRAL GROUP S.A.A</b>		Identificación N°: <b>AUSTRAL 005-2020</b>						
Proceso(s) de soldadura: <b>SMAW</b>		Revisión: <b>0</b>	Fecha: <b>20/05/2020</b>					
Soporte PQR N°(s): <b>Procedimiento Precalificado</b>		Elaborado por: <b>Ing. Raúl Sucutana</b>						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (B-U2-GF)</b>		Tipo:	Manual : <input checked="" type="checkbox"/> Semiautomático : <input type="checkbox"/>					
Tipo: <b>Tope - Bisel 60°</b>		Maquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>					
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble: <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>						
Respaldo: Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Posición : <b>TODAS</b>						
Material de respaldo: ---		Progresión : ---						
Abertura de raíz (R) : 0 - 3 mm Tolerancia: +2, -0 mm	Dimensión cara raíz (f) : 0 - 3mm Tolerancia: +2, -0 mm	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
Ángulo de bisel(α) : 60° Tolerancia: + 10°, -0 mm		Modo de transferencia (GMAW)						
Soldadura de respaldo Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Globular : <input type="checkbox"/>	Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>					
		Corriente: CA : <input type="checkbox"/>	CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN : <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>					
<b>METAL BASE</b>		Otro: ---						
Especificación del material: <b>ASTM A 36</b>		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
Tipo o Grado : ---		Tamaño: ---						
Espesor (T1) : ilimitado	Filete : ilimitado	Tipo: ---						
Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>						
<b>METAL DE APORTE</b>		Arrastre u oscilación: <b>Como sea requerido</b>						
Especificación AWS: <b>A 5.1</b>		Pasada simple o múltiple (por cara): <b>Múltiple</b>						
Clasificación AWS : <b>E7018</b>		Número de electrodos : ---						
Nombre Comercial : <b>SUPERCITO</b>		Espaciado de electrodos: ---						
<b>PROTECCIÓN</b>		Longitudinal: ---						
Fundente: ---	Gas: ---	Ángulo: ---						
Composición del Gas : ---		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---						
Fundente-electrodo (clase) : ---		Forjado : ---						
Ratio de alimentación : ---		Limpieza entre pasadas: <b>1er pase esmerilado, resto escobillado.</b>						
Tamaño de la copa : ---								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>						
Temperatura de precalentamiento, mínima: <b>90 – 95 °C</b>		Temperatura : ---						
Temperatura entre pases, mínima : <b>150 – 180 °C</b>		Tiempo : ---						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1-n	SMAW	E7018	3.25	DC(+)	90 – 140	20 – 25	5 – 8	

 Andy William Avarca Borja CWI 3044031 QC1 EXP. 7/1/2022	FECHA: <u>20/05/2020</u>	FECHA:	FECHA:
	<b>V°B° SUPERVISOR (EXTERNO)</b>	<b>V°B° JEFE DE CONTROL DE CALIDAD AUSTRAL GROUP S.A.A.</b>	<b>V°B° SUPERVISION</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Formato WPS - SMAW (Especificaciones del procedimiento de Soldadura- Filete)

 Austral Group S.A.A.	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>WPS</b>	
	<b>REGISTRO</b>	Rev:	1
	<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>	Emitido:	May - 2020
		Hoja:	1 de 1

Nombre de la Compañía: AUSTRAL GROUP S.A.A		Identificación N°: AUSTRAL 006-2020						
Proceso(s) de soldadura: SMAW		Revisión: 0	Fecha: 20/05/2020					
Soporte PQR N°(s): Procedimiento Precalificado		Elaborado por: Ing. Raul Sucutana						
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA (Figura: 4.1)</b>		Tipo:	Manual : <input checked="" type="checkbox"/> Semiautomático : <input type="checkbox"/> Máquina : <input type="checkbox"/> Automático : <input type="checkbox"/>					
Tipo: Filete		<b>POSICIÓN</b>						
Pase Simple : <input checked="" type="checkbox"/>	Doble: <input type="checkbox"/>	Posición : PLANA Y HORIZONTAL						
Respaldo: Si: <input type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>	Progresión : ---						
Material de respaldo: ---		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>						
Caleta de la soldadura en filete máximo en una sola pasada (GMAWFCAW): 8.00 mm		Ver 5.6.2.2: Single-pass Fillet Welds						
Soldadura de respaldo: Si: <input type="checkbox"/> No : <input type="checkbox"/>		Modo de transferencia (GMAW): Globular : <input type="checkbox"/> Spray : <input type="checkbox"/> Corto circuito: <input type="checkbox"/>						
<b>METAL BASE</b>		Corriente: CA: <input type="checkbox"/> CCEP: <input checked="" type="checkbox"/> CCEN: <input type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/>						
Especificación del material: ASTM A 36		Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---						
Tipo o Grado : ---		Tamaño: ---						
Espesor (T1) : Ilimitado    Filete : ---		Tipo: ---						
Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>						
<b>METAL DE APORTE</b>		Amaste u oscilación: Como sea requerido						
Especificación AWS: A 5.1		Pasada simple o múltiple (por cara) : Múltiple						
Clasificación AWS : E7018		Número de electrodos : ---						
Nombre Comercial : SUPERCITO		Espaciado de electrodos: ---						
<b>PROTECCIÓN</b>		Longitudinal: ---						
Fundente: ---    Gas: ---		Ángulo: ---						
Composición del Gas : ---		Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---						
Fundente-electrodo (clase) : ---		Forjado : ---						
Ratio de alimentación : ---		Limpieza entre pasadas: 1º pase esmerilado, resto escobillado.						
Tamaño de la copa : ---								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>		<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>						
Temperatura de precalentamiento, mínima: 15 °C		Temperatura : ---						
Temperatura entre pases, mínima : 150 - 160 °C		Tiempo : ---						
<b>PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diam. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
1-ri	SMAW	E7018	3.25	DC(+)	80 - 140	20 - 25	5 - 8	

 Andy Wilson (Ing. Raul Sucutana) CWI 13674031 QC1 EXP. 7/1/2022		
	FECHA: 20/05/2020	FECHA:
V"B* SUPERVISOR (EXTERNO)	V"B* JEFE DE CONTROL DE CALIDAD AUSTRAL GROUP S.A.A	V"B* SUPERVISION

Fuente: Elaboración propia



Anexo 18. Figuras utilizando soldadura SMAW



Anexo 19. Figuras utilizando soldadura FCAW





Anexo 20. Figuras utilizando soldadura FCAW





Anexo 21. Limpieza de cordón de soldadura SMAW y FCAW.



Anexo 22. Hoja de tiempos de soldeo en soldadura SMAW y FCAW

**TOMA DE TIEMPOS DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA SMAW Y FCAW**

ARTICIPANTE	PROCESO	POSICIÓN	Tiempo de soldeo	Tiempo total de operación	VELOCIDAD DE AVANCE (1 PASE) CmXMin
Soldador # 1	SMAW	Probeta 1F-1S (Plano)	8.56	14.15	2.55
Soldador # 3		Probeta 1F-1S (Plano)	8.48	13.43	2.28
Soldador # 5		Probeta 1F-1S (Plano)	8.42	13.52	3.07
Soldador # 1		Probeta 2F-2S (Horizontal)	8.71	14.65	2.97
Soldador # 3		Probeta 2F-2S (Horizontal)	8.75	15.60	2.17
Soldador # 5		Probeta 2F-2S (Horizontal)	8.82	13.18	2.92
Soldador # 1		Probeta 3F-3S (Vertical)	10.36	15.12	3.60
Soldador # 3		Probeta 3F-3S (Vertical)	11.00	19.72	3.70
Soldador # 5		Probeta 3F-3S (Vertical)	10.28	15.42	3.38
<b>TIEMPO PROMEDIO SMAW</b>			<b>9.26</b>	<b>14.98</b>	<b>2.96</b>
Soldador # 2	FCAW	Probeta 1F-1F (Plano)	2.57	3.75	0.82
Soldador # 4		Probeta 1F-1F (Plano)	2.47	3.67	1.17
Soldador # 6		Probeta 1F-1F (Plano)	2.40	4.35	1.03
Soldador # 2		Probeta 2F-2F (Horizontal)	2.55	3.78	0.58
Soldador # 4		Probeta 2F-2F (Horizontal)	2.35	4.23	0.88
Soldador # 6		Probeta 2F-2F (Horizontal)	2.55	4.68	0.85
Soldador # 2		Probeta 3F-3F (Vertical)	4.10	5.55	1.50
Soldador # 4		Probeta 3F-3F (Vertical)	3.00	4.62	1.65
Soldador # 6		Probeta 3F-3F (Vertical)	3.22	4.68	1.55
<b>TIEMPO PROMEDIO FMAW</b>			<b>2.80</b>	<b>4.37</b>	<b>1.11</b>

Fuente: Elaboración propia



Anexo 23. Figuras de Probetas SMAW



Anexo 24. Figuras de Probetas FCAW

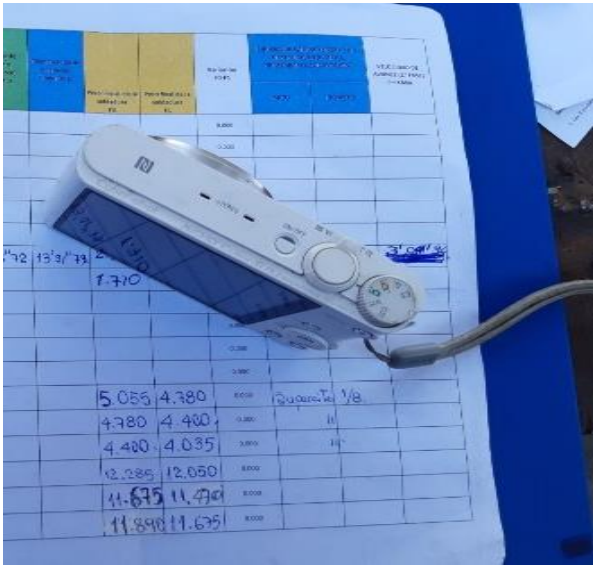




Anexo 25. Figuras de Probetas Finalizas FCAW (parte superior) y SMAW (parte inferior) Utilizadas para la Investigación.



Anexo 26. Equipos utilizados para la Investigación: Cronómetro, Cámara de video, Balanza Digital.





Anexo 27. Constancia de Validación

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO USADO  
PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 2020**

Yo, Sandra Melinda Salinas  
 titular del DNI N°: 46737317 de profesión Ingeniera Industrial  
 ejerciendo actualmente como consultora en Sistema de Gestión  
Integrado por medio  
 de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,  
 a los efectos de su aplicación en la empresa ingeniería Austral Group S.A.A.  
 Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes  
 apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

Nuevo Chimbote, 28 De Mayo ..... Del 2020

  
 MELENDEZ SALINAS SANDRA FABIOLA  
 ING. INDUSTRIAL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP# 189322

Firma

C.I.P:

Anexo 28. Constancia de Validación

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO USADO  
PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 2020**

Yo, Brady W. Vásquez González  
 titular del DNI N°: 32985636 de profesión .....  
 ejerciendo actualmente como Supervisor de MANTO. C.I.F.

..... por medio  
 de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,  
 a los efectos de su aplicación en la empresa .....

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems				
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia				✓

Nuevo Chimbote, 03 De Julio ..... Del 2020


Firma

C.I.P.:

Anexo 29. Constancia de Validación

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO USADO  
PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 2019**

Yo, Guillermo Segundo Mirán Olivos  
 titular del DNI N° 44317159 de profesión Ingeniero Industrial  
 ejerciendo actualmente como Jefe de laboratorio  
 ..... por medio  
 de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos,  
 a los efectos de su aplicación en la empresa .....

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia			✓	

Chimbote, 09 de Noviembre ..... Del 2019

Guillermo Segundo Mirán Olivos  
 ING. INDUSTRIAL  
 R. C.I.P. N° 215311

Firma

C.I.P: