



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Implementación de un procedimiento semiautomatizado de
reparación por soldadura de los Pitch Brace para la reducción en
tiempos y consumibles en la empresa Sager SA Sucursal Perú en
el 2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Ponce Benites, Kervy (orcid.org/0000-0002-6065-3682)

Postigo Franco, Paulo Cesar (orcid.org/0000-0001-5548-2164)

ASESORA:

Mg. Barraza Jauregui Gabriela del Carmen (orcid.org/0000-0002-0376-2751)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Al Todo Poderoso

Por otorgarnos bienestar y fuerzas acompañándonos a lo largo de nuestra carrera profesional y habiéndonos permitido llegar a esta etapa importante de nuestra vida profesional y darnos la sabiduría y fortaleza para alcanzar nuestros objetivos.

A Nuestras Familias

A nuestros padres por ser los pilares en lo que somos profesionalmente, por el apoyo constante, por habernos inculcado valores religiosos como el amor y el respeto, y a nuestros hijos por motivarnos a seguir adelante para cumplir nuestro proyecto.

Agradecimiento

Gracias a Dios.

A la Universidad César Vallejo por darnos la oportunidad de apoyarnos en superarnos de manera profesional.

A nuestras familias que han sido importantes para nosotros durante todo este tiempo. A todos nuestros docentes que nos ayudaron con su conocimiento para nuestra formación.

A nuestra docente Barraza Jáuregui Gabriela, por su instrucción y dedicación en nuestro trabajo de investigación.

Ponce Benites Kervy

Postigo Franco Paulo Cesar

Índice de contenido

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS.....	57

Índice de tablas

Tabla 1. Órdenes de fabricación de reparación por soldadura convencional seleccionadas como muestra	33
Tabla 2. Consumo de recursos de las 3 órdenes de fabricación seleccionadas como muestra.....	34
Tabla 3. Promedio del consumo de recursos de las 3 órdenes de fabricación seleccionadas como muestra	35
Tabla 4. Recursos utilizados en el procedimiento semiautomatizado	37
Tabla 5. Consumibles utilizados en ambos procedimientos	38
Tabla 6. Horas utilizadas en ambos procedimientos	39
Tabla 7. Prueba de normalidad al tiempo invertido en mano de obra	42
Tabla 8. Prueba de hipótesis general – Reducción de tiempo invertido en mano de obra	43
Tabla 9. Prueba de normalidad de consumibles	43
Tabla 10. Prueba de hipótesis general – Reducción del número de consumibles	44
Tabla 11. Prueba de normalidad de eficiencia	45
Tabla 12. Prueba de hipótesis general – Eficiencia.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Zonas de desgaste del pitch brace.....	18
Figura 2. Secuencia de actividades del servicio integral de reparación de los pitch brace.....	18
Figura 3. Pre-mecanizado de zonas a reparar del pitch brace	19
Figura 4. Prueba END tintes - Inicial	19
Figura 5. Procedimiento convencional de reparación por soldadura	20
Figura 6. Mecanizado final	20
Figura 7. Prueba END tintes - Final.....	21
Figura 8. Montaje de componentes del pitch brace	21
Figura 9. Acabado y pintado.....	22
Figura 10. Preparación de horno y limpieza inicial	23
Figura 11. Calentamiento de acondicionamiento	23
Figura 12. Pre – calentamiento o calentamiento de soldadura.....	24
Figura 13. Aplicación convencional de soldadura - cuerpo	25
Figura 14. Aplicación convencional de soldadura - cáncamo.....	25
Figura 15. Aplicación convencional de soldadura – cáncamo terminado	26
Figura 16. Aplicación convencional de soldadura – Alojamiento de bocina del cáncamo.....	26
Figura 17. Posicionador Kenke y Equipo Eutecweld	27
Figura 18. Cuerpo del pitch brace instalado en el posicionador	28
Figura 19. Procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura.....	29

Figura 20. Calentamiento del cáncamo.....	30
Figura 21. Aplicación semiautomatizada de soldadura – cáncamo.....	31
Figura 22. Diagrama de Ishikawa del procedimiento convencional de reparación por soldadura de pitch brace.....	36
Figura 23. Consumibles utilizados en ambos procedimientos.....	39
Figura 24. Diferencias en las horas utilizadas en ambos procedimientos	40
Figura 25. Eficiencia en los consumibles utilizados respecto a ambos procedimientos.....	40
Figura 26. Eficiencia en las horas utilizadas respecto a ambos procedimientos	41

Resumen

El presente estudio se realizó con el objetivo principal de evaluar de qué manera la implementación de un procedimiento semiautomatizado en la reparación por soldadura de los pitch brace reducirá los tiempos y consumibles empleados en la empresa SAGER S.A. Sucursal Perú, a comparación del procedimiento convencional utilizado en la referida empresa.

En la ejecución se utilizó una metodología de investigación de tipo aplicada, de diseño experimental, de tipo pre-experimental, considerándose como población a todos los pitch brace reparados por soldadura mediante el procedimiento convencional, tomando como muestra el promedio de los recursos utilizados en 3 reparaciones convencionales por soldadura seleccionados aleatoriamente; utilizando como técnicas la observación directa y análisis documental, y como principales instrumentos la data histórica de los registros y reportes de producción de reparación por soldadura convencional, así como diversos formatos donde se recolectó datos necesarios para la investigación.

Finalmente, mediante el análisis descriptivo e inferencial se validó que implementando el procedimiento semiautomatizado en la reparación de pitch brace se obtuvo una mejora en la reducción de los tiempos y una reducción en los consumibles, evidenciándose mayor eficiencia a comparación del procedimiento convencional.

Palabras clave: Implementación, mejora, eficiencia.

Abstract

The present study was carried out with the main objective of evaluating how the implementation of a semi-automated procedure in the welding repair of pitch braces will reduce the time and consumables used in the company SAGER S.A. Peru Branch, compared to the conventional procedure used in the aforementioned company.

In the execution, an applied research methodology was used, of experimental design, of pre-experimental type, considering as a population all the pitch braces repaired by welding using the conventional procedure, taking as a sample the average of the resources used in 3 randomly selected conventional welding repairs; using direct observation and documentary analysis as techniques, and as main instruments the historical data of the records and production reports of repair by conventional welding, as well as various formats where data necessary for the investigation was collected.

Finally, through the descriptive and inferential analysis, it was validated that by implementing the semi-automated procedure in the pitch brace repair, an improvement was obtained in the reduction of times and a reduction in consumables, evidencing greater efficiency at comparison of the conventional procedure.

Keywords: Implementation, improvement, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

La actividad minera es fundamental en el desarrollo y crecimiento económico de un país, y debido a los grandes volúmenes de materiales que se mueven y a la producción a cumplir en el día a día, resulta necesario contar con maquinarias y equipos aptos para efectuar este trabajo, teniendo en consideración que deben ser capaces de resistir las arduas jornadas y condiciones severas a las que están expuestas, lo que hace que muchas veces sus componentes tengan un desgaste anticipado y un tiempo de vida útil muy corto (García, Ulloa y Belete, 2013).

Como es de conocimiento, el Perú es un país de tradición minera que cuenta con la presencia de grandes empresas a nivel internacional; siendo que a nivel mundial y latinoamericano es uno de los primeros productores de metales, entre los que se encuentran el oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro y otros (Chappuis, 2020).

Muchas veces, los motivos para decidir retirar un equipamiento minero se deben a la presencia de desperfectos técnicos en los equipos que genera dificultad para realizar los trabajos de manera óptima, así como a los altos costos operativos que influyen en la competitividad del equipo, y con el tiempo disminuye el rendimiento económico, por requerir demasiado mantenimiento, generando cada vez más gasto. No se debe dejar de lado a la obsolescencia debido al progreso tecnológico que se desarrolla en la empresa, lo cual también termina siendo una influencia negativa (García, Ulloa y Belete, 2013).

De igual modo, cuando se cuenta con un equipo de minería lo que se espera es que éste tenga una alta confiabilidad operacional, en el entendido de que logre cumplir con las expectativas por las cuales ha sido adquirido el equipo. En el peor de los casos, podría suceder que el equipo quede inoperativo, ya sea por una falla de operatividad del propio equipo, o debido a un factor humano, como una mala maniobra, negligencia del operario, hacer trabajar al equipo por encima de los límites operativos recomendados por el fabricante, etc.

Sea cual fuere el motivo de la falla, en la mayoría de los casos se tiene que reemplazar como mínimo un componente del equipo, y es acá donde se presenta

una odisea para el área de logística, pues debe conseguir este componente en el menor tiempo posible para evitar que el equipo esté inoperativo por grandes lapsos de tiempo; sin embargo, generalmente estos componentes se tienen que importar de un país a otro, lo que ocasiona una demora en días, semanas y hasta meses, lo cual trae consigo que la producción se paralice y esto se refleja en pérdidas económicas para la empresa minera (Technologies, 2019).

En este contexto, la compañía minera Antamina S.A. presentó inconvenientes al solicitar al fabricante la reposición de los repuestos pitch brace para la máquina excavadora P&H 5600 cuando éstos presentan fallas o se encuentran inoperativos por cumplir las horas de trabajo máximas, siendo que la reposición de los mismos podría demorar meses por parte del proveedor, por lo que se ven en la necesidad de optar por la reparación de los mismos, buscando que el componente reparado logre tener el mismo tiempo de funcionamiento que uno nuevo.

La empresa SAGER S.A. Sucursal Perú, empresa líder en el campo de la soldadura de mantenimiento y equipos, realiza estas reparaciones desde finales del año 2020 hasta la fecha; para lo cual generaron un procedimiento convencional de reparación por soldadura que consiste en aplicar la soldadura manteniendo una temperatura constante de 250 °C durante todo el proceso de reparación. Para ello, se aplica soldadura manual, de manera longitudinal a la zona a reparar, donde el desplazamiento de la antorcha es de izquierda a derecha, con un ángulo de separación entre cordones de 90 grados para mantener su temperatura.

Sin embargo, al momento de utilizar este procedimiento definido por la empresa, se observó que el tiempo empleado es elevado; no obstante, se advirtió que este tiempo invertido en la reparación puede ser reducido, lo que conlleva a la disminución en el uso de consumibles.

Teniendo en cuenta lo expuesto, el presente estudio se enfoca en la implementación de un procedimiento semiautomatizado a fin de realizar la reparación por soldadura de los componentes pitch brace obteniendo una mayor eficiencia en tiempos y un menor gasto en consumibles; en tal sentido, se buscó

cambiar el procedimiento de reparación por soldadura que se realizaba inicialmente a los componentes.

Por ende, el problema del estudio fue ¿Cómo la implementación del procedimiento semiautomatizado en la reparación por soldadura del pitch brace reduce los tiempos y consumibles empleados?

Al implementar un nuevo procedimiento semiautomatizado en la reparación por soldadura de los componentes pitch brace, se espera que el tiempo y los consumibles empleados en el mismo sean menores a los utilizados en el procedimiento convencional.

Respecto a la importancia de la semiautomatización y su contribución en la reducción de tiempos, cabe citar el trabajo de tesis del autor Juan Miguel Chang Jiménez, quien dio a conocer las falencias y defectos que se presentaban en la aplicación de la soldadura SMAW (soldadura por arco con electrodo revestido) durante el proceso de fabricación de estructuras metálicas por parte de la empresa Construcciones y Cubiertas Klaere Cia. Ltda, lo que provocaba retrasos tanto en la culminación como en la entrega de los mismos. Por tal motivo, se modificó el procedimiento que venían empleando, implementando el proceso de soldadura semiautomática FCAW (Alambre tubular relleno de fundente) que se adecuó a los distintos tipos de proyectos de fabricación, logrando así cumplir con los requerimientos en menor tiempo y mejoró la producción en la fabricación de estas estructuras metálicas. Además, como indica el autor, se dieron otros beneficios, toda vez que se obtuvo un ahorro de \$24.151 dólares en los primeros seis meses del proyecto, en comparación con el proceso actual que se empleaba (Chang, 2020).

De esta manera, el presente estudio posee justificación desde el punto de vista práctico, toda vez que si bien se busca la implementación de un procedimiento para la reducción de tiempos, así también se lograría de manera eficiente el incremento de la productividad, evitando generar pérdidas a la empresa.

Por otro lado, la justificación de modo social ha permitido identificar el desarrollo de los conocimientos que se han recolectado en el transcurso del estudio, para la mejora de los tiempos. Asimismo, se justifica de manera teórica, ya que se ha recopilado información en apoyo de bases teóricas que fueron redactadas por especialistas y que se aplicaron a las variables del presente estudio, donde se tuvo como fin la reducción de tiempos en la empresa SAGER S.A.

Finalmente, este estudio se justifica de manera metodológica, ya que buscó implementar un procedimiento semiautomatizado para la mejora de los tiempos, donde se aplicó técnicas que han sido analizadas y así se facilite el uso de dicha información en futuras investigaciones.

Siendo así, el objetivo general del estudio fue: Determinar cómo la implementación del procedimiento semiautomatizado en la reparación por soldadura de los pitch brace reduce los tiempos y consumibles empleados; siendo los objetivos específicos los siguientes: Oe (1): determinar el tiempo y consumibles empleados en la reparación por soldadura de los pitch Brace utilizando el procedimiento convencional; Oe (2): determinar el tiempo y consumibles empleados en la reparación por soldadura de los pitch Brace utilizando el procedimiento semiautomatizado.

En tal sentido, se planteó como hipótesis de la investigación la siguiente: La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

II. MARCO TEÓRICO

Se revisó diversos trabajos, tesis y artículos de investigación en diferentes sectores, tanto en el ámbito internacional como nacional, relacionados con los temas del presente estudio, entre los cuales se encuentran los beneficios de implementar un sistema semiautomatizado y automatizado, la importancia de la soldadura de mantenimiento, la implementación de procedimientos nuevos, entre otros. A nivel internacional, se cuenta con los siguientes:

Por un lado, en el trabajo de investigación efectuado por el autor Byron Patricio Villavicencio Costa denominado “Implementación de un sistema semiautomatizado para el corte del forraje, con el fin de minimizar riesgos ergonómicos en la Asociación de Ganaderos de la Parroquia San Juan, provincia de Chimborazo”, su objetivo se centró en ejecutar un sistema semiautomatizado para el corte de forraje, a fin de reducir riesgos ergonómicos en la referida asociación de ganaderos, y la metodología que se utilizó es la de tipo aplicada para reconocer los síntomas que se darán en el músculo esquelético, donde se empleó técnicas de ingeniería, métodos como Reba y Ruler para medir los diferentes ángulos. En dicho trabajo se determinó que, debido a las posturas inadecuadas, la zona dorsal o lumbar eran las más afectadas al momento de realizar el corte manual de forraje. Por ello, en principio, para reducir el riesgo se reemplazó la herramienta de corte manual por una motoguadaña; sin embargo, esto trajo consigo otros problemas que conllevaban mayor tiempo en el corte y un esfuerzo físico mayor, por lo que fue necesario diseñar un acople. Además, para evitar que los colaboradores tengan que resistir el peso de la máquina al cargarla, se edificó una estructura para realizar esta labor, así también facilitó la manipulación de la motoguadaña. El autor concluye que mediante la implementación de este sistema se aumentó la productividad de un 1,6 (m²/min) a un 2,5 (m²/min) y se disminuyó el nivel de riesgo ergonómico de un riesgo elevado a un riesgo inapreciable (Villavicencio, 2019).

En el informe de investigación de los autores Cunalata Guato y Freire Villalva, “Desarrollo de un sistema semiautomatizado de la planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del área de tintorería de la empresa textiles Texsa S.A.”, se describió la implementación de un sistema semiautomatizado para controlar el

proceso al tratar aguas residuales, con el cual se redujo una elevada cantidad de agentes dañinos que se encontraban en el agua, que eran desechadas por el área de tintorería, siendo que con anteriores sistemas implementados no se advertían cambios importantes respecto a las características del agua. Para tal efecto, se optó por la combinación de determinados métodos que interactúen con el sistema semiautomático, que llevaban el agua a las características requeridas por la norma. El autor concluye que el procedimiento implementado mejoró la calidad del agua residual; se obtuvo por resultado un potencial de hidrógeno de 6.35 a 7.87 upH, DBO5 de 41 a 286 mg/l, un DQO de 72.83 a 85 mg/l, así se mantuvo bajo las condiciones permitidas por la norma vigente (Cunalata y Freire, 2020).

A través de su tesis, el autor Erik Gerardo Esparza Pérez mostró los beneficios de implementar una máquina semiautomatizada para el ranurado de cejuela del cuello de guitarras eléctricas, en comparación con los procesos estándar que seguían siendo manuales, buscando una mejoría en la operación manufactura. Señaló que con la semiautomatización del proceso se buscó cambiar la operación manual que consistía en realizar 6 ranuras sobre la cejuela del cuello con limas tradicionales en las líneas de ensamble final de guitarras, y se hizo modificaciones y ajustes; dichos cambios lograron que se mejore en un 37% la capacidad del proceso, pues el objetivo de la compañía fue reducir las deficiencias; además, se logró reducir los problemas en el ranurado de cejuela en un 88%, gracias a los nuevos diseños mecánicos efectuados a la máquina (Esparza, 2019).

La tesis de la autora Ambar López Correa, nombrada "Propuesta de implementación de la gestión por procesos para reducir los tiempos operativos en la dirección de servicios, procesos y gestión del cambio del ministerio de minería", tuvo por objetivo realizar la determinación en los procesos administrativos, el modelo de la gestión, presupuestos, los servicios, talento humano, entre otros, y se observó que los tiempos en los procesos administrativos eran muy elevados; para ello se recurrió a una metodología basada en la normativa legal, donde se utilizó una herramienta automatizada que permitió gestionar los procesos de manera independiente y se agregó un sistema de procesos críticos, lo cual permitió la disminución de los tiempos operativos y mejora. La autora concluyó en dicha tesis

que el trabajo aportó una optimización a un promedio de 48% de los tiempos y se disminuyó el 75% de los riegos (López, 2018).

En el artículo de los autores traducido al idioma español llamado “Procedimiento y validación de la implementación de cinemática de integración de sensores automatizados en un sistema LPBF”, dieron a conocer cómo la integración manual del sensor durante el proceso de fusión llamado LPBF se asociaba con largos tiempos de inactividad del proceso, cambio de temperatura del componente y otros efectos que implicaban propiedades mecánicas modificadas. Por lo que, para reducir o evitar esos efectos se presentó y validó experimentalmente un procedimiento para el diseño de cinemáticas mediante la integración automática de sensores. Por tanto, el resultado fue una unidad de automatización funcional en una plata de LPBF (Binder et al., 2020).

Por otro lado, en el artículo “Implementación del procedimiento de Rediseño y Fabricación Concurrente para un componente automotriz” mencionan como objetivo reducir el tiempo de la fabricación y los costos invertidos en el producto, en el cual utilizaron como herramienta para medir las coordenadas una máquina llamada CMM, donde todos los datos se recolectaron en una base con el fin de que ésta quede almacenada, de tal manera, mientras incrementó el número de iteraciones en el método de rediseño concurrente, el tiempo y el costo se redujeron de forma satisfactoria (Ramnath, 2018).

Por su parte, a nivel nacional, contamos con los siguientes antecedentes:

El artículo de investigación de los autores Velásquez y Gonzales, denominado “Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico” describió, como su nombre lo dice, cómo se implementó un prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico, con el fin de aumentar la calidad de los productos y la productividad en el envasado de botellas en un 90%. Para el desarrollo de este prototipo se utilizó actuadores neumáticos, sensores, motores, y otros, además de una rueda de ginebra que controló el proceso de manera automática, lo que redujo los cuellos de botella y permitió un llenado uniforme.

Asimismo, al equipo mecánico se le realizó instalaciones de un sistema neumático y eléctrico. Con este diseño se logró reducir de 13 a 11 segundos el tiempo de proceso, además, se redujo el tiempo de embotellado a un 36%, se disminuyó los retornos de botellas en un 90% y la producción incrementó en un 36% (Velásquez y Gonzales, 2017).

En el trabajo de investigación de los autores León y Lazarte, llamado "Implementación de unidades móviles de soldadura para mantenimiento in situ de palas y perforadoras de la Empresa U.S. Item S.A. en la Unidad Minera las Bambas, Apurímac 2021" identificaron que uno de los problemas principales era el suministro de insumos de los repuestos de las maquinarias de minería en la Minera las Bambas, debido al factor de falla más recurrente que era la negligencia de los operarios al manipular los equipos o maquinarias. Por ello, se implementó una unidad de soldadura especializada, con la cual se buscó realizar las reparaciones a los repuestos dañados, troqueles y herramientas, para así evitar que la máquina esté inoperativa mucho tiempo. Además, con esta misma unidad de soldadura se logró realizar reparaciones con soldadura de aporte especial anti desgaste de los componentes pesados que solo puede ser aplicada con el equipo de soldadura propuesto (León y Lazarte, 2021).

En el trabajo de investigación elaborado por el autor Pedro Jesús Sánchez Chira se identificó la baja productividad de una empresa metalmeccánica, por lo que para mejorar la misma, por medio de la Gestión de Mantenimiento, optó por implementar un plan de mantenimiento preventivo que logró reducir la cantidad de fallas de las máquinas de soldar, así como la aplicación del mantenimiento autónomo utilizando la metodología 5'S a fin de contribuir con el cuidado de las máquinas, además de capacitaciones que permitió advertir fallas que se presenten en el proceso de soldadura de tubería de acero. También, logró identificar los equipos más críticos según su tiempo de mantenimiento, por lo que mediante el uso del diagrama de Ishikawa se logró determinar las causas que ocasionaron la baja productividad. Asimismo, se juntó información mediante instrumentos de recolección de datos que se les aplicó a los operarios y jefe de producción, lo que después fue procesado por medio de herramientas informáticas (Sánchez, 2020).

Por otro lado, es importante señalar algunos enfoques conceptuales en los que se enmarca la presente investigación, tal es caso del pitch brace, la terología, la confiabilidad, la soldadura de producción y la soldadura de mantenimiento.

El pitch brace, también llamado tirante de ajuste, es un componente de alta resistencia forjado, mecanizado y tratado térmicamente, hecho por lo general, de acero al manganeso, que forma parte de la pala de una excavadora para minería, utilizado en la regulación del ángulo de ataque del balde; en otras palabras, su función principal es mantener la inclinación de la pala, lo que influirá en el ángulo de inclinación del balde, para iniciar la descarga.

Por otro lado, la terología, palabra que proviene del griego “tero” que significa cuidar, preservar, es la ciencia que estudia la reconstrucción de piezas y las formas de controlar el desgaste de las mismas, es decir estudia los fenómenos del desgaste; al obtener toda la información posible sobre el trabajo realizado a la pieza bajo análisis, permite encontrar la causa del deterioro de las piezas. Además, tiene como objetivo ahorrar costos de mantenimiento al permitir extender la vida útil de las piezas. Esto es importante en la presente investigación dado que muchas veces, en lugar de reemplazar piezas en caso de fallas, se busca optimizar los procesos mediante la reconstrucción, recuperación o reprocesamiento de piezas; siendo aquí donde entra a tallar la soldadura de mantenimiento (Zambrano y Pérez, 2021).

Antes, se debe precisar que tanto la soldadura de producción como la soldadura de mantenimiento parten del principio básico de la soldadura que es buscar la homogeneidad; es decir, que el material de aporte y el material base deben tener la misma composición y propiedades. Sin perjuicio de lo anterior, ambos tipos de soldaduras tienen sus claras diferencias.

En lo que respecta a la soldadura de producción, ésta es la que se realiza en procesos ya estructurados y definidos, por lo que interviene desde el momento del diseño hasta la fabricación de la pieza o producto, donde ya se tiene definido las propiedades de los materiales a utilizar y demás factores del proceso de manufactura; es decir, ya se conocen todas las variables que intervienen en el

proceso. Además, la soldadura de producción se encuentra documentada y es conocida previamente, a través de códigos, especificaciones, normas, estándares, etc. (Reyes, 2015).

En tanto que la soldadura de mantenimiento permite la recuperación de piezas por soldadura; esto además de ayudar a prevenir fallas operacionales, permite un considerable ahorro en los costos de operación. A diferencia de la soldadura de producción que se encuentra plasmada en amplia documentación, en la soldadura de mantenimiento se cuenta con documentación genérica, prácticamente es realizado de forma empírica, ya que no se pueda tener el conocimiento exacto del tipo de material base en el que se va a soldar, debiendo recurrirse al apoyo de fichas técnicas de materiales de aporte o las recomendaciones técnicas del fabricante de dicho material; por lo que se necesita de un análisis más detallado acerca del desgaste de la pieza, por tanto la terología resulta de vital importancia en la soldadura de mantenimiento pues analiza el desgaste del material o la pieza, sea por factores externos o debido al sobreesfuerzo al que se somete (fatiga), y la mejor forma de reconstruir, preservar y hasta mejorar las propiedades del material base, recurriendo a la aplicación de procesos y aleaciones especiales propias de la terología (Reyes, 2015).

Finalmente, cuando se hablamos de confiabilidad, se hace referencia a la capacidad de un determinado bien de cumplimiento para la función propia para la que ha sido diseñada o requerida, en determinadas condiciones y durante un determinado periodo de tiempo (Zambrano y Pérez, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El estudio fue de tipo aplicado, toda vez que lo que se buscó fue que todos los temas investigados y conocimientos adquiridos se apliquen y empleen en la implementación del procedimiento semiautomatizado para la reducción de tiempos.

Según el informe del autor Aldo Álvarez Risco, la investigación de tipo aplicada permite solucionar inconvenientes y problemas concretos y prácticos, aportando conocimientos para su resolución y mejora (Álvarez, 2020).

3.2.2 Diseño de investigación

La investigación fue de diseño experimental, específicamente de tipo pre experimental, contrastándose las variables antes de la manipulación y posterior a ella; se midió la implementación de un nuevo procedimiento y cómo éste influyó en la reducción de los tiempos de reparación y en el uso de consumibles.

De acuerdo con los autores Alban, Arguello y Molina, el diseño experimental consiste en manipular la variable independiente para así observar y poder medir los resultados en la variable dependiente, donde el diseño pre-experimental analiza y observa una variable con la intención de tener acercamiento, pero sin manipular la variable independiente (Alban et al., 2020).

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Procedimiento de reparación por soldadura

Definición conceptual

Según la Norma ISO 9000:2015, un “Procedimiento” es la forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso (Oficina Nacional de Normalización, 2015).

En tanto que la “Reparación” es la acción que se realiza sobre un producto o un servicio no conforme a efectos de que se convierta en aceptable para su uso (Oficina Nacional de Normalización, 2015).

Asimismo, se entiende por soldadura a la unión de dos o más piezas de metal, de manera que queden como una sola pieza, a través de la aplicación conveniente de calor y/o presión (Román, 2022).

Definición operacional

El tipo de procedimiento que se utilizó (convencional o semiautomatizado) influyó en la eficiencia de la reparación, esto es, en el tiempo empleado en la reparación y en la cantidad de consumibles que se gastó. Por ello se buscó implementar un procedimiento semiautomatizado a fin de lograr la optimización (tiempo y consumibles) en el proceso de reparación.

Dimensión: Convencional / Semiautomatizado

Los **indicadores** de esta variable independiente fueron:
Horas/reparación

La **escala de medición** que se utilizó: “De razón”

3.2.2 Variable dependiente: Eficiencia

Definición conceptual

La eficiencia hace referencia a la mejor utilización (optimización) de los recursos y su relación con los logros obtenidos; es decir, la relación que existe entre los esfuerzos y los resultados obtenidos, por lo que, a mayores resultados, mayor eficiencia. Siendo así, la eficiencia se ve incrementada cuando se logran mejores resultados haciendo uso del menor esfuerzo o con el menor gasto de recursos. Los factores fundamentales que se usan para medir la eficiencia en una empresa son el costo y el tiempo (García et al., 2019).

Definición operacional

La eficiencia se midió tras obtener los resultados esperados, al menor costo posible. Por tanto, se incrementó la eficiencia haciendo uso del menor gasto de recursos, obteniendo el mismo o un mejor resultado, es decir cumpliendo el objetivo.

Para ello, se observó el tiempo invertido y la cantidad de consumibles empleados tanto en el proceso de reparación por soldadura convencional como en el semiautomatizado, y se determinó cual fue más eficiente en términos de costo y tiempo.

Dimensión: Mano de obra / Consumibles

Los **indicadores** de esta variable independiente fueron los siguientes:

Respecto de la Mano de Obra:

- Horas Hombre en proceso

Respecto de los consumibles:

- Cantidad de consumibles utilizados

Escala de medición: De razón

En Anexo 1 se encuentra la Matriz de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

Para López-Roldán y Fachelli, la población está referida al conjunto de elementos que poseen características comunes entre sí, y componen el ámbito de interés del análisis, sobre el que se inferirán las conclusiones de la investigación; es el conjunto de unidades del que se extrae la muestra (López-Roldán y Fachelli, 2017).

Antes de determinar la población, se consideró que la empresa SAGER SA Sucursal Perú realizó reparaciones convencionales por soldadura a los pitch brace desde fines del año 2020.

Por tanto, en virtud de ello, para este estudio se consideró todas las reparaciones de los pitch brace reparados por soldadura mediante el procedimiento convencional.

3.3.2 Muestra

Por su parte, la muestra es un subgrupo o porción representativa dentro de la población, que se obtiene utilizando el muestreo (Paitán et al., 2014).

En este estudio se tomó como muestra el promedio de los recursos utilizados en 3 reparaciones convencionales por soldadura realizadas por la empresa SAGER S.A.

Cabe precisar que, de esta muestra seleccionada se analizó los recursos empleados en la reparación convencional. Conociendo dicha información, permitió mostrar cómo la implementación de un procedimiento

semiautomatizado de reparación por soldadura en el presente año 2022, logró una mejora en el uso de los recursos (tiempo y consumibles).

3.3.3 Muestreo

La técnica de muestreo que se empleó en este estudio fue “aleatoria simple”, la cual es un tipo de muestreo probabilístico donde todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados (Bologna, 2020).

Se eligió esta técnica de muestreo (Aleatorio – probabilístico simple), toda vez que en cada una de las reparaciones convencionales ya se tiene definido un estándar de los recursos utilizados en estas reparaciones, los cuales no diferían mucho entre sí, por lo que se pudo escoger indistintamente 3 de ellas y obtener un promedio de los recursos utilizados en las mismas. En tal sentido, se analizaron los recursos utilizados, esto es, se midieron los tiempos y los consumibles empleados en la reparación convencional por soldadura seleccionada, para poder comparar esa información con la que se obtuvo al implementar en el año 2022 un nuevo procedimiento – el semiautomatizado- de reparación por soldadura, y así poder demostrar que con este procedimiento implementado se obtuvo una mayor eficiencia en tiempo y menor gasto de consumibles a comparación del procedimiento convencional que se efectuó antes, lo que conlleva una mayor productividad en la reparación de los Pitch Brace.

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo definida por los elementos a ser estudiados y analizados, que para el presente caso fue el promedio de los recursos utilizados en 3 reparaciones convencionales por soldadura seleccionados aleatoriamente.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

En el presente estudio se utilizaron las técnicas de recolección de datos que se señalan a continuación:

Análisis documental, la cual permitió recopilar evidencias, para ello se acudió a formatos de uso de materia prima, uso de insumos, horas hombre utilizadas, etc. de la empresa SAGER SA Sucursal Perú. Además de las diversas referencias bibliográficas a las que se acudieron para efectuar el estudio.

Observación directa o control visual, a efectos de ver que se cumplieran los parámetros del procedimiento de reparación por soldadura. De esta manera se obtuvo la información de forma directa y confiable.

Finalmente, cabe señalar que, del análisis documental de las reparaciones convencionales elegidas y la técnica de la observación directa de este año al procedimiento semiautomatizado, se pudo efectuar una comparación al final del estudio.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los principales instrumentos utilizados para la recopilación de datos se obtuvieron de la data histórica de los registros y reportes de producción de las reparaciones por soldadura convencional de pitch brace elegidas, que consta de formatos de hoja de ruta, formato de consumo, las bitácoras, órdenes de servicios que nos indicó qué recursos se utilizaron en la reparación, etc. Asimismo, para efectos de la implementación del procedimiento semiautomatizado se utilizaron Formatos, en los cuales se recolectó los datos necesarios para el estudio, tales como formato de hoja de ruta en la fabricación, formato de liquidación, formato de bitácora, etc.

En Anexos 2, 3 y 4 se encuentran los instrumentos de recolección de datos.

3.5. Procedimientos

Se dio inicio al presente estudio con la solicitud de autorización a la empresa SAGER S.A. Sucursal Perú, quien prestó su consentimiento mediante la respectiva carta. Luego de ello, se procedió al análisis documental recurriendo a la data histórica que constaba en los registros, fichas, bitácoras, etc. de la empresa, a efectos de tomar conocimiento de los recursos empleados en la reparación por soldadura convencional de pitch brace elegido, para luego, durante 10 días, mediante la técnica de la observación directa, cuyos resultados fueron plasmados en las respectivas fichas-formatos de seguimiento de producción, poder hallar la información necesaria sobre la implementación del nuevo procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace, el cual resultó ser más beneficioso en comparación con el procedimiento convencional .

3.5.1 Análisis del procedimiento actual

En cuanto al procedimiento de reparación por soldadura convencional del pitch brace, es importante mencionar que previo a la reparación en sí, se realiza el desmontaje de las piezas del pitch brace para poder hacer una evaluación integral del estado de cada una de las piezas, a fin de identificar si el componente puede ser reparado o tendrá que ser descartado o reemplazado.

Para iniciar la reparación de los componentes del pitch brace, es importante entender que ésta se enfoca en reconstruir las zonas que presenten mayor desgaste, que son el área roscada - tanto exterior como interior, y el alojamiento de la bocina.

Figura 1

Zonas de desgaste del pitch brace



Es importante dar a conocer las actividades que se realizan en el servicio integral de reparación de los pitch brace, las cuales se detallan a continuación:

Figura 2

Secuencia de actividades del servicio integral de reparación de los pitch brace



Mecanizado de reparación (Pre-mecanizado)

En esta actividad se realizó el mecanizado de las zonas fatigadas u observadas para reparar. Esto tiene por finalidad eliminar material que no puede ser reconstruido, que para el caso de la zona roscada se mecaniza hasta obtener una superficie lisa, tanto en la rosca interior como exterior, y para el caso del alojamiento de la bocina, se busca eliminar material de alrededor de 3mm al radio.

Figura 3

Pre-mecanizado de zonas a reparar del pitch brace



Prueba END – Tintes (Inicial)

Una vez mecanizadas las piezas, se procedió a realizar la prueba de tintes; esta prueba tiene la finalidad de poder evidenciar que los componentes no presenten observaciones (fisuras/porosidad/laminación) en la zona a reconstruir, que pueda generar complicaciones al momento de aplicar la soldadura.

Para ello se debe cumplir el procedimiento estándar interno de prueba de tintes.

Figura 4

Prueba END tintes - Inicial



Procedimiento convencional de reparación por soldadura

Para el proceso de reconstrucción se aplicó soldadura de forma manual en las zonas a reconstruir hasta dejar una sobremedida de 3mm al radio. En esta etapa se realizó una secuencia de actividades que se detallan más adelante, siendo la etapa más importante para efectos del presente estudio, toda vez que es la etapa que se analizó y respecto de la cual se implementó el nuevo procedimiento – semiautomatizado.

Figura 5

Procedimiento convencional de reparación por soldadura



Mecanizado final

En esta actividad se procedió a mecanizar los hilos roscados, tanto interiores como exteriores, y el mecanizado interior del alojamiento de la bocina

Figura 6

Mecanizado final



Prueba END – Tintes (Final)

Se realizó la prueba para poder evidenciar que el proceso de soldadura se mantuvo dentro de los parámetros establecidos, y en donde no se encuentra observaciones críticas, como fisuras, porosidades, etc.

Para ello se tiene que cumplir el procedimiento estándar interno de prueba de tintes.

Figura 7

Prueba END tintes - Final



Montaje

Para poder iniciar el montaje, los componentes del pitch brace deben estar completamente libres de impurezas. Se debe tener en cuenta que el componente debe ser enroscado con las manos sin aplicar mucha fuerza.

Figura 8

Montaje de componentes del pitch brace



Acabado y pintado

Los componentes pasan por un proceso de acondicionamiento en el área de acabado para que queden lo más presentable posibles, para que después se proceda a aplicar pintura epóxica.

Figura 9

Acabado y pintado



Ahora bien, una vez explicada las actividades que se realizaron en el servicio integral de reparación del pitch brace, se centrará el análisis en la tercera actividad que es materia del presente estudio, es decir, el “Procedimiento convencional de reparación por soldadura”.

3.5.1.1 Secuencia de actividades durante el procedimiento convencional de reparación por soldadura de pitch brace

Ya propiamente en el procedimiento convencional de reparación por soldadura del pitch brace, se realizó una serie de actividades que se pasan a explicar a continuación, y en las cuales se utilizó distintos tipos de recursos:

a) Preparación y acondicionamiento de los componentes

Esta actividad consistió en acondicionar los componentes y preparar los equipos y herramientas que se van a utilizar en la reparación convencional.

Una vez preparados los equipos y herramientas, se procedió a realizar un horno de ladrillos para el cuerpo del pitch brace, a fin de mantener por más tiempo la temperatura. Luego, se limpió con esmeril y disco trenzado la zona a soldar.

Figura 10

Preparación de horno y limpieza inicial



Posteriormente, se realizó un calentamiento para poder soldar los apéndices a los extremos del cuerpo del pitch brace.

Figura 11

Calentamiento de acondicionamiento



b) Aplicación convencional de soldadura al cuerpo

Se inicia el pre- calentamiento cuando se tiene todo acondicionado.

Figura 12

Pre – calentamiento o calentamiento de soldadura



Se inició el cordón de soldadura por la parte interna y se termina a unos 10mm aproximadamente del apéndice (de dentro hacia fuera). El cordón debe tener una altura entre 3 a 4mm y un ancho entre 12 a 15mm. El segundo cordón es paralelo al primer cordón, pero se ubica a 90° con relación a la circunferencia del cuerpo y se repite esta secuencia con los demás cordones, esto para mantener el calor lo más uniforme posible. Además, se controla la temperatura para que no esté por debajo de los 220°C.

Observaciones durante el proceso

Una vez terminado un cordón, se utilizó el escariador en toda la longitud del cordón soldado, luego de ello se pasa el disco de alambre trenzado para dejar el cordón lo más limpio y libre de impurezas posible. Estas actividades se repiten con cada uno de los cordones.

Figura 13

Aplicación convencional de soldadura - cuerpo



c) Aplicación convencional de soldadura a los cáncamos

Se realizó el calentamiento una vez se tenga todo acondicionado, a un rango de temperatura de entre 220°C a 250°C.

Figura 14

Aplicación convencional de soldadura - cáncamo



Se inició el cordón de soldadura por la parte externa y se termina a unos 10mm aproximadamente del apéndice (de dentro hacia fuera). El cordón debe tener una altura entre 3 a 4mm y un ancho entre 12 a 15mm. El segundo cordón es paralelo al primer cordón, pero se ubica a 90° con relación a la circunferencia del

cáncamo y se repite esta secuencia con los demás cordones, esto para mantener el calor lo más uniforme posible. Además, se controla la temperatura para que no esté por debajo de los 220°C.

Observaciones durante el proceso

Una vez terminado un cordón, se utiliza el escariador en toda la longitud del cordón soldado; luego de ello se pasa el disco de alambre trenzado para dejar el cordón lo más limpio y libre de impurezas posible. Estas actividades se repiten con cada uno de los cordones.

Figura 15

Aplicación convencional de soldadura – cáncamo terminado



Cuando se haya terminado de reconstruir por soldadura la zona roscada del cáncamo, se procedió a reconstruir el alojamiento de la bocina del cáncamo. En esta operación se repite las mismas actividades que en la aplicación convencional de soldadura al cuerpo del pitch brace.

Figura 16

Aplicación convencional de soldadura – Alojamiento de bocina del cáncamo



Finalmente, es importante señalar que la empresa SAGER S.A. tiene un estándar de los recursos asignados para la reparación convencional de pitch brace; esto con el fin de mantener un control sobre los consumos asignados y evidenciar que la reparación se encuentra dentro de lo planificado, los cuales se detallan en la orden de servicio interna que se muestra en el Anexo 5.

3.5.2 Análisis del procedimiento propuesto

En el nuevo procedimiento, a diferencia del convencional en el cual se aplica la soldadura de forma manual, se hace uso de dos equipos adicionales a los utilizados en el procedimiento convencional, los cuales son el Posicionador Kenke de 2 toneladas y el Equipo Eutecweld; con la ayuda de estos equipos que se muestran en la figura 17, se aplica la soldadura de forma semiautomatizada.

Figura 17

Posicionador Kenke y Equipo Eutecweld



3.5.2.1 Secuencia de actividades durante el procedimiento propuesto: Procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de pitch brace

Para la implementación de este nuevo procedimiento, se hizo uso de los formatos señalados en los Anexos 2, 3 y 4, en los cuales se registró el consumo

de los recursos utilizados en esta reparación. A continuación, se detallan las actividades realizadas durante este tipo de reparación:

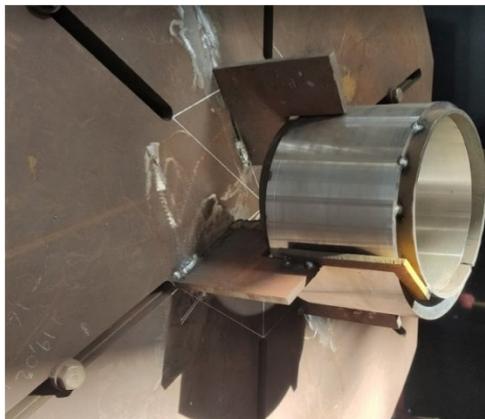
a) Preparación y acondicionamiento de los componentes

Al igual que en el procedimiento convencional de reparación por soldadura, en este procedimiento semiautomatizado se acondicionó los componentes y se prepararon los equipos y herramientas a utilizar en la reparación. Cabe precisar que, adicionalmente, se instaló el Equipo Eutecweld con el cual se realiza la soldadura semiautomatizada, y los componentes del pitch brace (cáncamos y cuerpo) se fijaron al Posicionador para que éstos tengan un giro constante. El posicionador y el Equipo Eutecweld trabajan de forma sincronizada.

De igual manera, se procedió a instalar un horno de ladrillos a lo largo de los componentes del pitch brace, a fin de mantener por más tiempo la temperatura. Luego, se limpió con esmeril y disco trenzado la zona a soldar.

Figura 18

Cuerpo del pitch brace instalado en el posicionador



Posteriormente, se realizó un calentamiento para poder soldar los apéndices a los extremos del cuerpo del pitch brace, al igual que en el procedimiento convencional.

b) Aplicación semiautomatizada de soldadura al cuerpo

Ya instalado el cuerpo del pitch brace al posicionador y ubicado el Equipo Eutecweld, se realizó un pre-calentamiento al cuerpo al igual que en el

procedimiento convencional, ya que antes de iniciar con el proceso de aplicación de soldadura es necesario que el componente se mantenga a una temperatura mínima. Esta es una condición para ambos tipos de procedimientos de reparación por soldadura (convencional y semiautomatizado).

Figura 19

Procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura



Se debe entender que el inicio de la soldadura es de afuera hacia adentro del componente; esto es para distribuir la mayor cantidad de calor a toda la masa del componente. Se realizó 4 capas de soldadura de 3mm de espesor por capa, obteniendo una altura de aproximadamente 12mm.

Cuando se tenga el extremo reconstruido por soldadura a la altura requerida, se procedió a girar el componente para soldar el otro extremo del cuerpo.

Observaciones durante el proceso

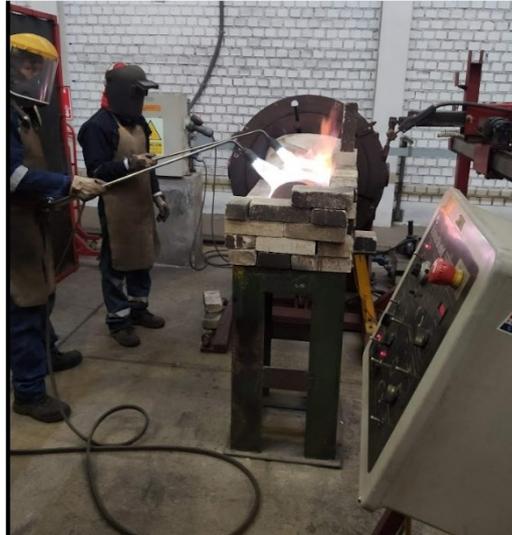
Cuando se terminó de soldar la primera capa, se aplica el escariador a toda la zona soldada con el fin de retirar la mayor cantidad de escoria adherida. Posteriormente, se pasó el disco de alambre trenzado para obtener una mayor limpieza y dejar la zona soldadura lo más libre de impurezas. Esta actividad se repite cada vez que se termine una capa de soldadura, siendo 4 en total.

c) Aplicación semiautomatizada de soldadura a los cáncamos

Se realizó el calentamiento una vez se tenga todo acondicionado, a un rango de temperatura de entre 220°C a 250°C.

Figura 20

Calentamiento del cáncamo



El proceso de soldadura en la zona roscada del cáncamo se inicia de afuera hacia adentro del componente para una mayor distribución de calor. Se realizó 4 capas de soldadura de 3mm de espesor por capa, obteniendo una altura de aproximadamente 12mm.

Cuando se tenga el extremo reconstruido por soldadura a la altura requerida, se procedió a girar el componente para soldar el otro extremo del cáncamo.

Observaciones durante el proceso:

Cuando se inicia el proceso de aplicación de soldadura a la zona roscada del cáncamo, paralelamente se debe pasar el escariador durante todo este proceso de aplicación de soldadura, esto quiere decir que a medida que el cordón de soldadura va avanzando, el escariador lo sigue hasta finalizar la aplicación de soldadura de la primera capa. Una vez terminada ésta, se procede a pasar el

disco de alambre trenzado para limpiar la mayor cantidad de impurezas. Posteriormente, se aplica la segunda capa de soldadura siguiendo el mismo procedimiento, y así sucesivamente hasta aplicar la cuarta capa.

Figura 21

Aplicación semiautomatizada de soldadura – cáncamo



Cuando se terminó el proceso de soldadura de la zona roscada del cáncamo, se procedió a reconstruir el alojamiento de la bocina del cáncamo. En esta operación se repite las mismas actividades que en la aplicación convencional de soldadura al cuerpo del pitch brace.

3.6. Método de análisis de datos

El Método de procesamiento y análisis de datos que se utilizó es la estadística descriptiva e inferencial.

En cuanto a la estadística descriptiva, para el análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel, también se utilizó este programa para realizar tablas, gráficos, etc.; esto facilitó la visualización de los datos para el presente estudio, mediante una combinación de descripciones tabuladas y gráficas.

En cuanto a la estadística inferencial, se hizo la prueba de normalidad de Shapiro Wilk a fin de plantear la hipótesis nula que una muestra proviene de una distribución normal, resultando ser una prueba paramétrica, por ello se empleó la prueba T-Student para aclarar las hipótesis propuestas.

3.7. Aspectos éticos

En el presente estudio se cumplió con principios como la transparencia y respeto sobre la recopilación de los datos y la información obtenida, en el cual se ha respetado las normas de referencias bibliográficas pre establecidas. Asimismo, se respetó el valor de integridad, así como las buenas prácticas de la investigación científica, pues se empleó información fehaciente y verídica, utilizando técnicas no invasivas en resguardo de los datos recopilados de la empresa y salvaguardando la integridad de la empresa; para ello se contó con la autorización de SAGER S.A. Sucursal Perú para la aplicación del estudio.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis estadístico descriptivo

4.1.1 Muestras seleccionadas de reparaciones convencionales por soldadura

Mediante la técnica del muestreo, se eligió 3 reparaciones convencionales por soldadura de pitch brace, de los cuales se extrajo el promedio de recursos (consumibles y horas) utilizados, el mismo que se comparó con los recursos utilizados en la implementación del procedimiento de reparación por soldadura semiautomatizada.

En la Tabla 1 se detalla las 3 órdenes de fabricación – OF (reparaciones convencionales por soldadura) escogidas:

Tabla 1

Órdenes de fabricación de reparación por soldadura convencional seleccionadas como muestra

Item	Orden. Fab.	Estado	Fecha inicio proceso	Fecha cierre	Código ítem op	Nombre ítem op
1	2109020007	Terminada	20/10/2021	30/10/2021	PT-SE-SA-RA-PITCH-BRACE-PALA	Reparación del pitch brace de pala
2	2105020003	Terminada	21/05/2021	24/06/2021	PT-SE-SA-RA-PITCH-BRACE-PALA	Reparación del pitch brace de pala
3	2105020002	Terminada	21/05/2021	24/06/2021	PT-SE-SA-RA-PITCH-BRACE-PALA	Reparación del pitch brace de pala

En la Tabla 2 se muestra el detalle de los recursos utilizados por cada orden de fabricación.

Tabla 2

Consumo de recursos de las 3 órdenes de fabricación seleccionadas como muestra

Tipo	N°	Descripción	Unidad de medida	Consumido 2109020007	Consumido 2105020003	Consumido 2105020002
Articulo	PT-SO-EU-RE-DSC6900A-28-25K	Alambre teromatec oa690 7/64 (25kg)	UD	122.5	125	127
Articulo	PT-SO-EU-RE-646XHD-32-5K-USA	Soldadura xuper 646 xhd 1/8 kg usa	UD	2.5	2	2.6
Articulo	PT-EQ-MA-LP-01-5750-78	Tinta limpiadora skc -s- aerosol	UD	1	1	1
Articulo	PT-EQ-MA-LP-01-5750-78	Tinta penetrante skl-wp2 aerosol	UD	1	1	1
Articulo	PT-EQ-MA-LP-01-5750-78	Tinta reveladora skd-s2 aerosol	UD	1	1	1
Articulo	PT-SO-EU-EC-PUNTA CONTACTO 2.8	Punta de contacto 2.8	UD	8	7	9
Articulo	IN-SE-GE-CO-CARGA OXIGENO INDUST 10M3	Carga oxigeno indust 10m3	UD	45	49	39
Articulo	IN-SE-GE-CO-CARGA PROPANO	Carga propano	UD	54	58	52
Articulo	IN-SE-GE-CO-DISCO TRENZADO 4	Disco trenzado DE 4 PULG	UD	12	13	15
Articulo	IN-SE-GE-CO-CARGA PROPANO	Carga propano	UD	2	2	2
Articulo	IN-SE-GE-CO-MF-PITCH BRACE SP292D6	Bocina pitch brace 5B29D6	UD	2	2	2
Articulo	IN-SE-GE-CO-PERNO HEXAGONAL 1.25PX3P	Perno hexagonal de 1.25 px3p	UD	2	2	2
Articulo	IN-SE-GE-MF-ANILLO PRESION	Anillo de presión de 1.25p	UD	1.5	1.5	1.5
Articulo	IN-SE-GE-CO-MF-LUBRICANTE ANTIFRICCION	Lubricante antifricción y antibloqueo	UD	1	1	2
Recurso	IN-SE-GE-CO-MF-NILE PROFAX	Niple profax punta tip de 2.8	UD	S/.1100	S/.1150	S/.1150
Recurso	CO-PN-SER-TRANSPORTE	Transportes service	UD	S/.17000	S/.16500	S/.16500
Recurso	CO-PN-SER-CONTRATOS	Contratos service	HORAS	9.5	14	9
Recurso	PN-HR-SOLD-SE	Mano de obra soldador service	HORAS	65	62.5	66
Recurso	PN-HR-SOLD-SE	Mano de obra soldador service	HORAS	9.5	19	9
Recurso	PN-HR-SOLD-SE	Mano de obra soldador service	HORAS	65	75	77
Recurso	PN-HR-SOLD-SE	Mano de obra soldador service	HORAS	8	7	8
Recurso	PN-HR-SOLD-SE	Mano de obra soldador service	HORAS	94	96	95

En la Tabla 3 se presenta el promedio del consumo de los recursos utilizados en las 3 reparaciones convencionales por soldadura.

Tabla 3

Promedio del consumo de recursos de las 3 órdenes de fabricación seleccionadas como muestra

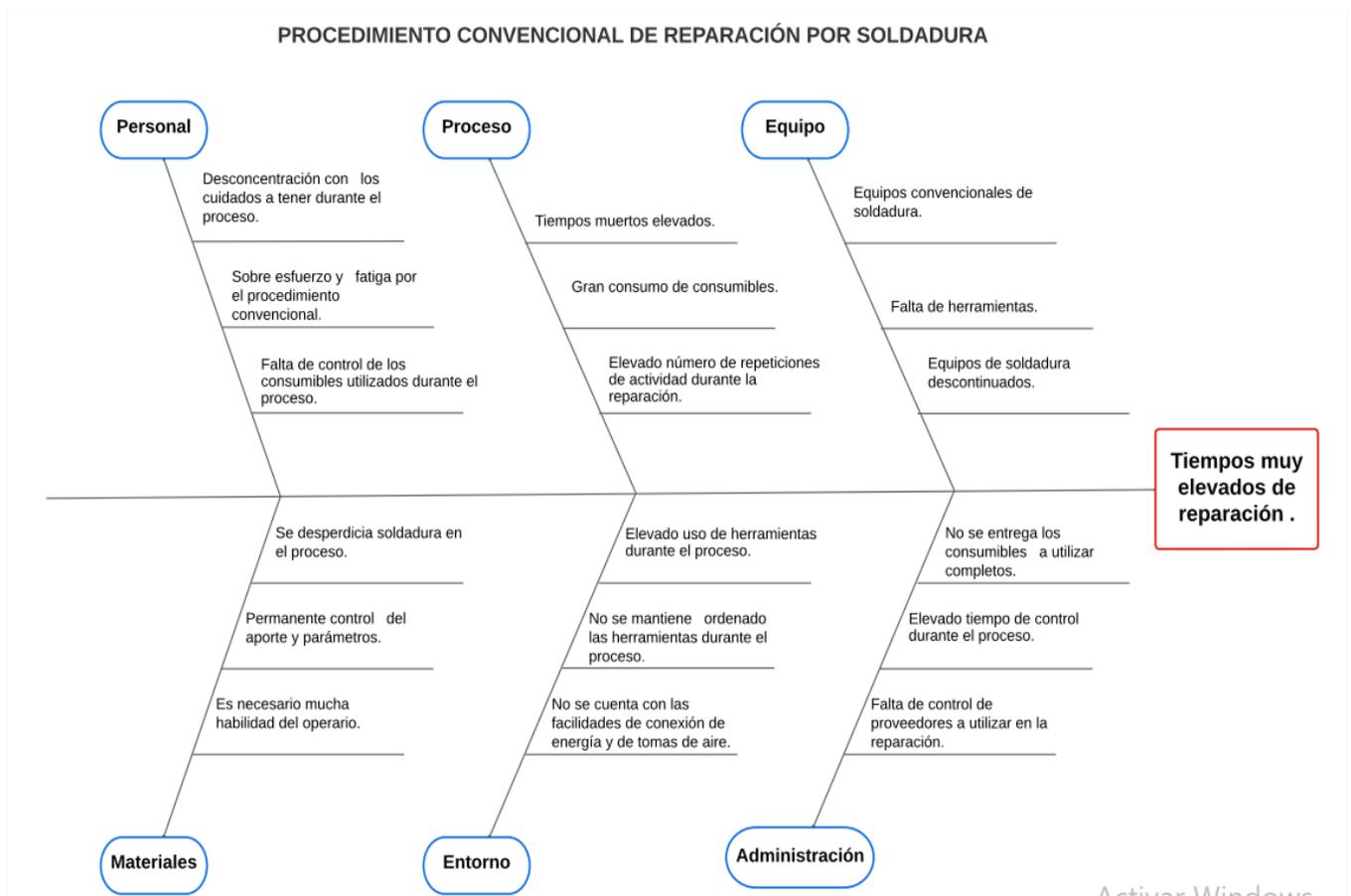
Tipo	Descripción	Unidad de medida	Consumido 2109020007	Consumido 2105020003	Consumido 2105020002	Promedio de consumo
Articulo	ALAMBRE TEROMATE OA690 7/64	UD	122.5	125	127	124.83
Articulo	SOLDADURA XUPER 646XHD 1/8 KG USA	UD	2.5	2	2.6	2.37
Articulo	TINTA LIMPIADORA SKC – S AEROSOL	UD	1	1	1	1.00
Articulo	TINTA PENETRANTE SKL – WP2 AEROSOL	UD	1	1	1	1.00
Articulo	TINTA REVELADORA SKD – S2 AEROSOL	UD	1	1	1	1.00
Articulo	PUNTA DE CONTACTO 2.8	UD	8	7	9	8.00
Articulo	CARGA OXIGENO INDUST 10M3	UD	45	49	39	44.33
Articulo	CARGA PROPANO	UD	54	58	52	54.67
Articulo	DISCO TRENZADO DE 4 PULG	UD	12	13	15	13.33
Articulo	BOCINA PITCH BRACE 5P292D6	UD	2	2	2	2.00
Articulo	PERNO HEXAGONAL DE 1.25PX3P	UD	2	2	2	2.00
Articulo	ANILLO DE PRESION DE 1.25P	UD	2	2	2	2.00
Articulo	LUBRICANTE ANTIFRICCION Y ANTIBLOQUE	UD	1.5	1.5	1.5	1.50
Articulo	NIPLE PROFAX PUNTA TIP DE 2.8	UD	1	1	2	1.33
RECURSO	TRANSPORTES SERVICE	UD	S/ 1,100.00	S/ 1,150.00	S/ 1,150.00	1133.33
RECURSO	CONTRATOS SERVICE	UD	S/ 17,000.00	S/ 16,500.00	S/16,500.00	16666.67
RECURSO	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	9.5	14	9	10.83
RECURSO	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	65	62.5	66	64.50
RECURSO	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	9.5	10	9	9.50
RECURSO	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	65	75	77	72.33
RECURSO	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	8	7	8	7.67
RECURSO	HORA PRODUCCION PLANTA SERVICE	HORAS	94	96	95	95.00

4.1.2 Identificación de causas que originan tiempos elevados de reparación por soldadura en el procedimiento convencional

Por medio del Diagrama de Ishikawa realizado al procedimiento convencional de reparación por soldadura de pitch brace, se identificaron las causas que originan tiempos elevados de reparación por soldadura en el procedimiento convencional.

Figura 22

Diagrama de Ishikawa del procedimiento convencional de reparación por soldadura de pitch brace



Efectuado el análisis al Diagrama presentado, se advirtió que mediante el procedimiento convencional de reparación por soldadura se presentaban tiempos muertos elevados, gran consumo de consumibles, elevado número de repeticiones de actividad durante la reparación, todo ello mediante el uso de

equipos convencionales de soldadura; por lo que en atención a estas casusas que originan elevados tiempos en la reparación convencional, se propuso, en coordinación con la Alta Dirección de la empresa, implementar un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura que optimice el uso de los recursos, en donde se obtenga un menor tiempo de reparación general.

4.1.3 Recursos utilizados en el procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura

En el mes de agosto de 2022, con los equipos semiautomatizados: Posicionador Kenke y Equipo Eutecweld, se llevó a cabo la reparación del pitch brace mediante el nuevo procedimiento semiautomatizado.

A continuación, en la Tabla 4 se muestra los recursos (insumos, consumibles y mano de obra – horas hombre) utilizados en el procedimiento semiautomatizado.

Tabla 4

Recursos utilizados en el procedimiento semiautomatizado

Tipo	Descripción	Unidad de medida	Consumo del procedimiento semiautomatizado
Articulo	ALAMBRE TEROMATE OA690 7/64	UD	118
Articulo	SOLDADURA XUPER 646XHD 1/8 KG USA	UD	2
Articulo	TINTA LIMPIADORA SKC-S AEROSOL	UD	1
Articulo	TINTA PENETRANTE SKL – WP2	UD	1
Articulo	TINTA REVELADORA SKD – S2 AEROSOL	UD	1
Articulo	PUNTA DE CONTACTO 2.8	UD	4
Articulo	CARGA OXIGENO INDUST 10M3	UD	28
Articulo	CARGA PROPANO	UD	35
Articulo	DISCO TRENZADO DE 4 PULG	UD	8
Articulo	BOCINA PITCH BRACE 5P292D6	UD	2
Articulo	PERNO HEXAGONAL DE 1.25PX3P	UD	2
Articulo	ANILLO DE PRESION DE 1.25P	UD	2
Articulo	LUBRICANTE ANTIFRICCION Y ANTIBLOQUE	UD	1.5
Articulo	NIPLE PROFAX PUNTA TIP DE 2.8	UD	1
Recurso	TRANSPORTES SERVICE	UD	1133.33
Recurso	CONTRATOS SERVICE	UD	16666.67
Recurso	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	6.5
Recurso	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	53.5
Recurso	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	7.5
Recurso	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	52.6
Recurso	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	HORAS	7.5
Recurso	HORA PRODUCCION PLANTA SERVICE	HORAS	68

4.1.4 Diferencia en cuanto a los recursos utilizados en ambos procedimientos

A continuación, se da a conocer las diferencias en los recursos utilizados tanto en el procedimiento convencional como en el semiautomatizado de reparación por soldadura de pitch brace.

La Tabla 5 y la Figura 23 muestran las diferencias en cuanto a los consumibles utilizados en ambos procedimientos.

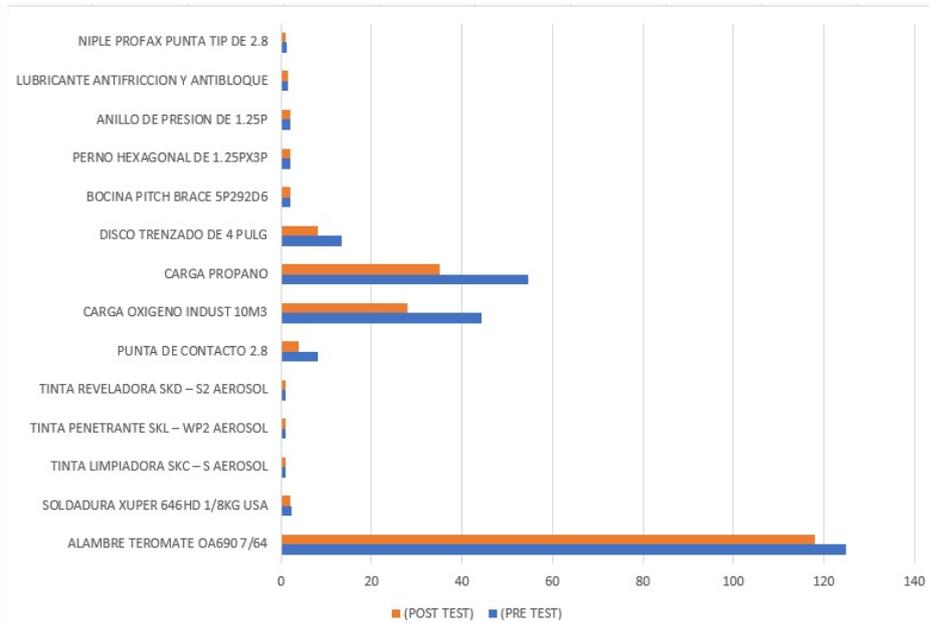
Tabla 5

Consumibles utilizados en ambos procedimientos

Tipo	Descripción	Unidad de medida	Consumo del procedimiento convencional (Pre test)	Consumo del procedimiento semiautomatizado (Post test)
Articulo	ALAMBRE TEROMATE OA690 7/64	UD	124.83	118
Articulo	SOLDADURA XUPER 646HD 1/8KG USA	UD	2.37	2
Articulo	TINTA LIMPIADORA SKC – S AEROSOL	UD	1	1
Articulo	TINTA PENETRANTE SKL – WP2 AEROSOL	UD	1	1
Articulo	TINTA REVELADORA SKD – S2 AEROSOL	UD	1	1
Articulo	PUNTA DE CONTACTO 2.8	UD	8	4
Articulo	CARGA OXIGENO INDUST 10M3	UD	44.33	28
Articulo	CARGA PROPANO	UD	54.67	35
Articulo	DISCO TRENZADO DE 4 PULG	UD	13.33	8
Articulo	BOCINA PITCH BRACE 5P292D6	UD	2	2
Articulo	PERNO HEXAGONAL DE 1.25PX3P	UD	2	2
Articulo	ANILLO DE PRESION DE 1.25P	UD	2	2
Articulo	LUBRICANTE ANTIFRICCION Y ANTIBLOQUE	UD	1.5	1.5
Articulo	NIPLE PROFAX PUNTA TIP DE 2.8	UD	1.33	1

Figura 23

Consumibles utilizados en ambos procedimientos



La Tabla 6 y la Figura 24 muestran las diferencias en cuanto a las horas utilizadas en ambos procedimientos.

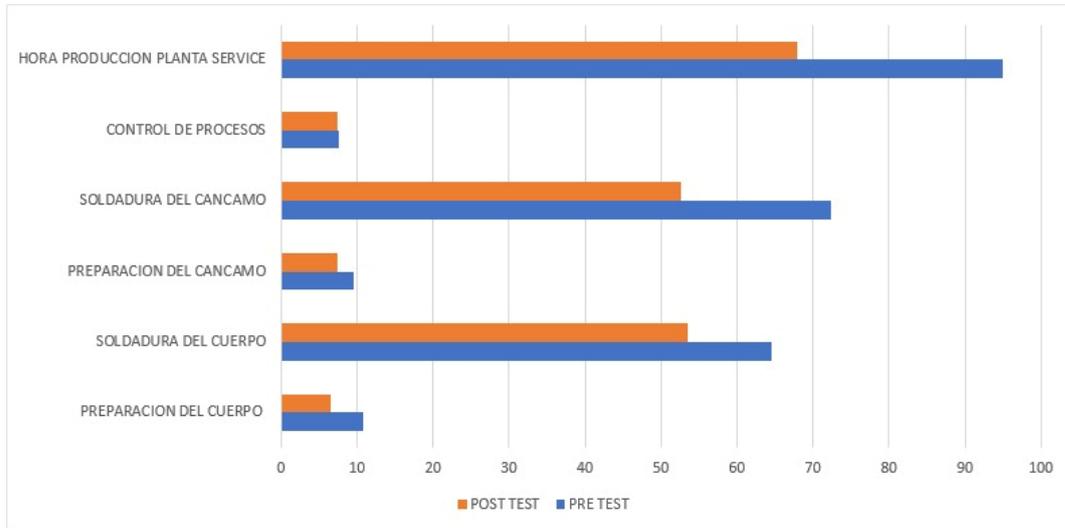
Tabla 6

Horas utilizadas en ambos procedimientos

Tipo	Descripción	Unidad de medida	Consumo del procedimiento convencional (Pre test)	Consumo del procedimiento semiautomatizado (Post test)
RECURSO	PREPARACION DEL CUERPO	HORAS	10.83	6.5
RECURSO	SOLDADURA DEL CUERPO	HORAS	64.5	53.5
RECURSO	PREPARACION DEL CANCELLO	HORAS	9.5	7.5
RECURSO	SOLDADURA DEL CANCELLO	HORAS	72.33	52.6
RECURSO	CONTROL DE PROCESOS	HORAS	7.67	7.5
RECURSO	HORA PRODUCCION	HORAS	95	68

Figura 24

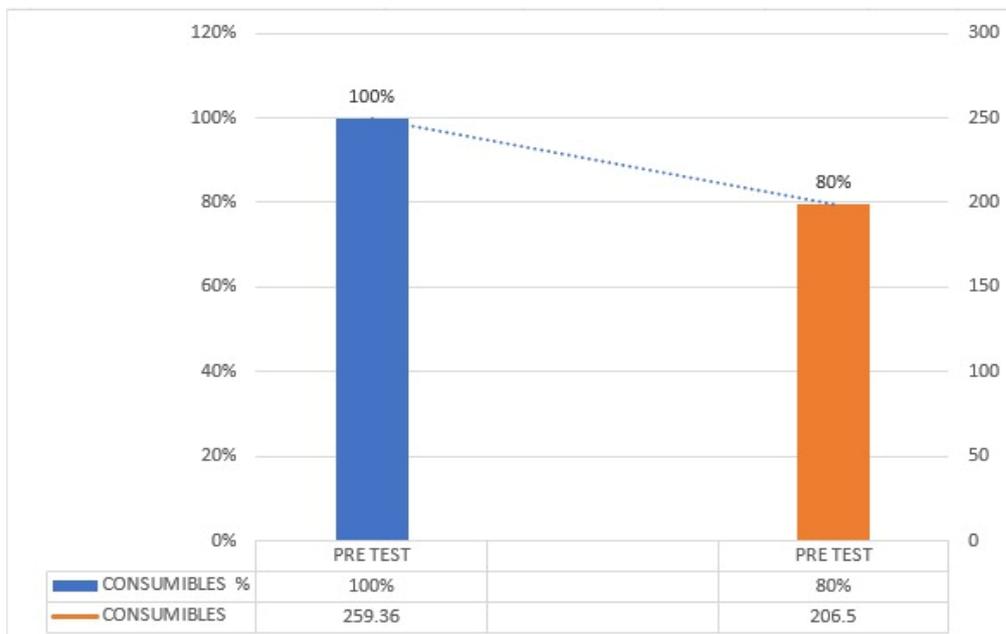
Diferencias en las horas utilizadas en ambos procedimientos



La Figura 25 muestra la eficiencia en el uso de consumibles que se obtuvo en el procedimiento semiautomatizado (post test) frente al procedimiento convencional (pre test).

Figura 25

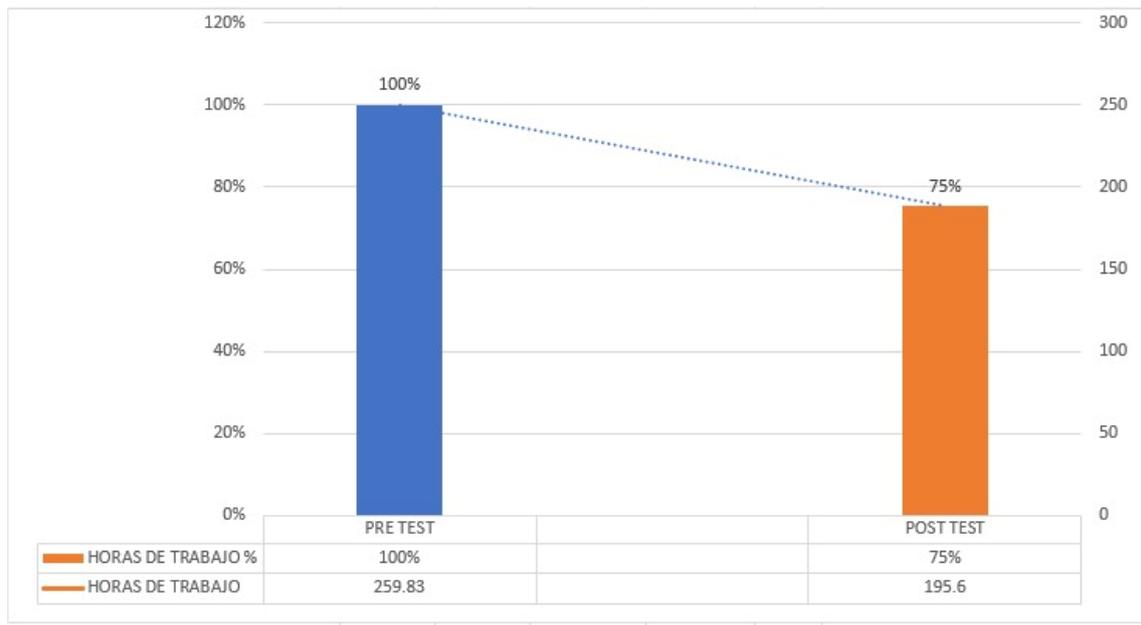
Eficiencia en los consumibles utilizados respecto a ambos procedimientos



La Figura 26 muestra la eficiencia que se obtuvo en las horas de trabajo (mano de obra) en el procedimiento semiautomatizado (post test) frente al procedimiento convencional (pre test).

Figura 26

Eficiencia en las horas utilizadas respecto a ambos procedimientos



4.2 Análisis estadístico Inferencial

En esta investigación se realizó un análisis estadístico para comprobar la hipótesis. Al respecto, los autores Bautista Díaz, Victoria Rodríguez y otros, en su publicación “Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características” señalan que específicamente las pruebas estadísticas de tipo inferencial son utilizadas para establecer la evidencia que va a sustentar una conclusión, ello con base a la probabilidad máxima de error ($p=.05$) y 95% de intervalo de confianza, siendo esto determinante para obtener resultados eficientes y poder comprobar teorías o refutarlas. Asimismo, se señala que las pruebas paramétricas dependen de la distribución normal de datos, además citan un ejemplo que cumple con los criterios de prueba paramétrica donde lo que se buscaba era saber la diferencia

en una muestra relacionada, un antes y después (pre y post test), aplicándose la T- Student (Bautista-Díaz et al., 2020).

Prueba de normalidad al tiempo invertido en mano de obra

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

En la Tabla 7 se muestra la prueba de normalidad efectuada al tiempo invertido en mano de obra.

Tabla 7

Prueba de normalidad al tiempo invertido en mano de obra

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mano_de_obra_pre test	.300	6	.097	.830	6	.107
Mano_de_obra_post test	.312	6	.070	.790	6	.058

a. Corrección de significación de Lilliefors

Teniendo como base la prueba de normalidad de Shapiro Wilk se halló una significancia en el tiempo invertido en la mano de obra pre test de .107 y una significancia post test de .058, esto al ser datos superiores al p valor de 0.05 permitió rechazar la hipótesis alterna, por tanto se afirma que la distribución de datos es normal, y resulta siendo una prueba paramétrica; en tal sentido, se empleará la prueba T- Student para aclarar la hipótesis del presente estudio.

Prueba de hipótesis general – Respecto al tiempo invertido en mano de obra

H₀. La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace no reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

H₁. La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

En la Tabla 8 se muestra la prueba de hipótesis general con relación a la reducción del tiempo invertido en mano de obra.

Tabla 8

Prueba de hipótesis general – Reducción de tiempo invertido en mano de obra

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par	Mano_de_obra								
1	_pre test - Mano_de_obra _post test	10.70500	10.71885	4.37595	-.54374	21.95374	2.446	6	.048

Se hizo el análisis de la prueba T- Student, donde se halló una significancia de .048, esto al ser inferior al p valor de 0.05 hace que se rechace la hipótesis nula y se acepte la hipótesis de la investigación. Entonces, se afirma que la implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace reduce los tiempos, en comparación con el procedimiento convencional.

Prueba de normalidad de consumibles

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

En la Tabla 9 se muestra la prueba de normalidad efectuada al número de consumibles utilizados.

Tabla 9

Prueba de normalidad de consumibles

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Consumibles_pre test	.345	14	.000	.582	14	.056
Consumibles_post test	.370	14	.000	.504	14	.065

a. Corrección de significación de Lilliefors

Efectuada la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, se halló una significancia en los consumibles pre test de .056 y una significancia en los consumibles post test de .065, por lo que al ser datos superiores al p valor de 0.05 hace que se rechace la hipótesis alterna; en tal sentido, se afirma que la distribución de datos es normal, siendo una prueba paramétrica, por tanto, se empleará T-student.

Prueba de hipótesis general – Respecto a los consumibles

H₀. La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace no reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

H₁. La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

En la Tabla 10 se muestra la prueba de hipótesis general con relación a la reducción del número de consumibles.

Tabla 10

Prueba de hipótesis general – Reducción del número de consumibles

		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par	Consumible_									
1	pretest - Consumible_ post test	3.77571	6.47657	1.73094	.03626	7.51517	2.181	14	.048	

Efectuada la prueba T- Student se halló una significancia de .048, esto al ser inferior al p valor de 0.05 permite rechazar la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de la investigación. Por tanto, se afirma que la implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace

reduce las unidades de consumibles, en comparación con el procedimiento convencional.

Prueba de normalidad de eficiencia

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

En la Tabla 11 se muestra la prueba de normalidad efectuada a la eficiencia.

Tabla 11

Prueba de normalidad de eficiencia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_pre test	.305	6	.086	.829	6	.105
Eficiencia_post test	.308	6	.079	.805	6	.065

a. Corrección de significación de Lilliefors

Efectuada la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se halló una significancia en la eficiencia pre test de .105, en tanto que la significancia en la eficiencia post test fue de .065; al ser datos superiores al p valor de 0.05 esto permite rechazar la hipótesis alterna; en tal sentido, se afirma que la distribución de datos es normal, siendo datos paramétricos, por lo que se hará la prueba T- Student.

Prueba de hipótesis general – Respecto a la eficiencia

H₀. La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace no reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

H₁. La implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace reduce los tiempos y consumibles, en comparación con un procedimiento convencional.

En la Tabla 12 se muestra la prueba de hipótesis general con relación a la eficiencia.

Tabla 12

Prueba de hipótesis general – Eficiencia

		Diferencias emparejadas							Sig.
									(bilateral)
		95% de intervalo							
		de confianza de la							
		diferencia							
		Media	Desviación	Desv. Error	Inferior	Superior	t	gl	
Par	Eficiencia_pre								
1	test -	-.05000	.15786	.06445	-.21566	.11566	-.776	5	.037
	Eficiencia_post								
	test								

Antes de efectuar el análisis de la tabla 12, es importante precisar que la variable dependiente del estudio es la eficiencia, toda vez que como ya se explicó previamente, la eficiencia se incrementa al hacerse uso de la menor cantidad de recursos, obteniendo el mismo o un mejor resultado; siendo que para ello, se analizó el tiempo invertido y la cantidad de consumibles empleados tanto en el proceso de reparación por soldadura convencional como en el semiautomatizado, determinándose así cual fue más eficiente.

Ahora bien, de acuerdo al análisis de la prueba T- Student se tuvo una significancia de .037; esto al ser inferior al p valor de 0.05 hace que se rechace la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de la investigación, por tanto se afirma que la implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace, al reducir los tiempos y los consumibles, resulta ser más eficiente que el procedimiento convencional.

V. DISCUSIÓN

Para efectos del presente estudio, es importante señalar que las tablas del 1 al 6 están referidas a consumos reales utilizados tanto en la reparación convencional como en la semiautomatizada. Esta información se obtuvo del SAP que maneja la empresa SAGER S.A. como sistema interno, así como de los registros y formatos que constan en los Anexos 2, 3 y 4, los cuales se utilizaron para recopilar información sobre los consumos reales.

Asimismo, cabe recordar que para el presente estudio se tomó como muestra el promedio de los recursos utilizados en 3 reparaciones convencionales por soldadura realizadas por la empresa SAGER S.A. Siendo así, tal como se observa en la Tabla 1, en ella se presentan las 3 reparaciones convencionales seleccionadas para la muestra, siendo que en la Tabla 2 se dan a conocer los recursos (horas y consumibles) utilizados por cada reparación convencional (ordenes de fabricación) elegida; de las cuales se promediaron los recursos utilizados y, de esta forma se obtuvo los recursos empleados en la reparación convencional, tal y como se muestra en la Tabla 3.

En la Figura 22 se muestra el Diagrama de Ishikawa efectuado al procedimiento convencional, en el cual se hallaron diversas causas que originan los elevados tiempos en la reparación convencional, entre ellos tiempos muertos elevados, gran consumo de consumibles, elevado número de repeticiones de actividad durante la reparación; estas causas encontradas conllevaron a proponer la implementación de un nuevo procedimiento (semiautomatizado) a fin de hacer más eficiente la reparación por soldadura, y conseguir reducir los tiempos y los consumibles empleados en la reparación.

Por su parte, la Tabla 4 muestra los recursos (insumos, consumibles y horas) utilizados en el procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de pitch brace.

En cuanto a las Tablas 5 y 6, así como las Figuras 23 y 24, éstas muestran las diferencias de los consumibles y horas empleadas por cada tipo de procedimiento de reparación – convencional (pre test) y semiautomatizado (post test).

Las Figuras 25 y 26 reflejan las eficiencias de los recursos (consumibles y horas) obtenidos en el procedimiento semiautomatizado (post test) en relación con el procedimiento convencional (pre test).

En relación a la Figura 25, se muestra que se utilizó 259.36 consumibles en el procedimiento convencional, mientras que en el procedimiento semiautomatizado se utilizó 206.5 consumibles, lo que refleja un 80% de uso de consumibles frente al convencional, obteniéndose una eficiencia del 20%.

Lo anterior se vincula al artículo “Automatización de los procesos industriales” realizado por los autores Alcocer, Calero y otros, quienes realizaron una investigación relacionada con el proceso automatizado de fabricación en la industria plástica, en la cual señalan que con la automatización de procesos industriales se consigue disminuir la cantidad de recursos que se utilizan en las operaciones, así como reducir costos, disminuir los desechos, entre otros beneficios (Quinteros et al., 2020).

En cuanto a la Figura 26, en ella se muestra que se utilizó 259.86 horas en el procedimiento de reparación convencional; en tanto que en el procedimiento semiautomatizado se utilizó 195.6 horas, reflejando que se empleó un 75% de horas frente al convencional, por lo que se consiguió una eficiencia del 25%.

Estos resultados se equiparan a los obtenidos por el autor Kevin Salas Tank, en su tesis denominada “Automatización hidráulica de equipos workover” en la cual señala que, para hacer la perforación de un pozo de aproximadamente 9500 pies, un equipo convencional utiliza entre 6,8 y 8,3 días, en tanto que un equipo automatizado solo emplea 5.3 y 5.8 días, obteniendo una reducción de tiempo entre 10 a 30%. Además, en su investigación demuestra cómo un equipo workover convencional demora 48 horas en una determinada actividad, a comparación del equipo automatizado que lo realiza en 28 horas, evidenciándose una reducción de tiempo de 20 horas, lo que equivale a un 42% de reducción de tiempo. En tal sentido, concluye que al automatizar los sistemas del equipo workover se logró reducir los tiempos de operación, en comparación con un equipo de perforación convencional (Salas, 2021).

Asimismo, lo que la autora Jennifer Tatiana Díaz Saboyá halló en su investigación denominada “Revisión sistemática sobre la efectividad y la eficacia

de los sistemas automatizados de dispensación de medicamentos frente a la dispensación manual en hospitales y clínicas” también se asemeja a los resultados obtenidos, en el cual se implementó un sistema automatizado de dispensación de medicamentos (SADME) en los hospitales, y obtuvo como resultado una reducción de tiempo de 5 a 3 minutos en la dispensación por parte de los enfermeros a través del uso de este sistema automatizado en comparación con la dispensación manual (Díaz, 2021).

Asimismo, el autor Rafael Limo en su investigación titulada “Implementación de un sistema de control semiautomático en silos y tolvas de almacenamiento para mejora de la productividad en el procesamiento de alimento balanceado en una planta del sector avícola” logró comprobar que el diseño e implementación de un sistema semiautomático en los procesos de su investigación disminuyó el tiempo de ciclo de procesamiento, así como se mejoró el control de las operaciones y se disminuyó el tiempo de inactividad del proceso (Limo, 2017).

Por otro lado, en las Tablas 7, 9 y 11 se muestra las pruebas de normalidad efectuadas al tiempo invertido en mano de obra, consumibles y eficiencia, que en todos los casos, por medio de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se halló una significancia pre-test y post-test superiores al p valor de 0.05, por lo que se afirmó una normal distribución de datos, correspondiendo en todos los casos a una prueba paramétrica; ello conllevó al empleo de la prueba T-student para la aclaración de la hipótesis establecida.

Ahora bien, acorde al análisis de la prueba de hipótesis en relación al tiempo invertido en mano de obra, como se muestra en la Tabla 8, al obtener una significancia de .048 se corroboró que con la implementación del procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace se redujo los tiempos en comparación con el procedimiento convencional.

Con respecto a la Tabla 10 que muestra la prueba de hipótesis en relación a los consumibles, teniendo en cuenta una significancia obtenida de .048 menor al p valor de 0.05, se afirmó que la implementación del procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace redujo los consumibles, en comparación con el procedimiento convencional.

En tanto que la Tabla 12 muestra la prueba de hipótesis respecto a la eficiencia. Aquí es importante señalar que en el presente estudio se tuvo como variable independiente a la eficiencia; ello teniendo en cuenta que según el tipo de procedimiento a utilizar (convencional o semiautomatizado) éste influye en la eficiencia de la reparación, esto es, en el tiempo empleado en la reparación y en la cantidad de consumibles que se utiliza; siendo por ello que se buscó implementar un procedimiento semiautomatizado a fin de conseguir mayor eficiencia en el uso de estos recursos.

Siendo así, en la Tabla 12 se observa que la significancia obtenida fue de .037, la cual es inferior al p valor de 0.05, con ello se afirmó que la implementación del procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace resultó ser más eficiente que el procedimiento convencional, al verse reducido los tiempos y los consumibles.

De tal forma, el autor Rony Remache Gálvez en su investigación “Procesos automatizados de producción” en el área de la producción epidémica, determinó que mediante el proceso de producción automatizado se logró reducir la mano de obra; asimismo, se redujo el tiempo de producción y los costos, logrando establecer procesos más eficientes (Remache, 2021).

En consecuencia, tomando en consideración que el objetivo general del estudio consistió en determinar cómo la implementación del procedimiento semiautomatizado en la reparación por soldadura de los pitch brace reduce los tiempos y consumibles empleados, ha quedado demostrado que, en efecto, mediante la implementación del procedimiento semiautomatizado se consiguió un procedimiento de reparación más eficiente, logrando reducir el uso de consumibles, así como los tiempos empleados en la reparación, en comparación con el procedimiento convencional.

Finalmente, en relación con los objetivos específicos del estudio, se logró determinar el tiempo y consumibles empleados en la reparación por soldadura de los pitch brace, utilizando tanto el procedimiento convencional como el procedimiento semiautomatizado, tal y como se mostró en las Tablas 3, 4, 5 y 6.

VI. CONCLUSIONES

1. La implementación del procedimiento semiautomatizado en la reparación por soldadura de los pitch brace reduce significativamente los tiempos ($p=.048$) y consumibles ($p=.048$) empleados, evidenciándose mayor eficiencia a comparación del procedimiento convencional.
2. Respecto al uso de consumibles, en el procedimiento convencional de reparación por soldadura se utilizó un total de 259.36 consumibles, y con la implementación del procedimiento semiautomatizado se redujo a 206.5 consumibles, representando una eficiencia del 20%.
3. En cuanto a las horas utilizadas en la reparación, de 259.86 horas empleadas en el procedimiento convencional, se redujo a un total de 195.6 horas con el procedimiento semiautomatizado, obteniendo una eficiencia del 25%.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de ambos procedimientos se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda que en las futuras reparaciones por soldadura de pitch brace se utilice el nuevo procedimiento implementado, pues se ha demostrado que es más eficiente en el uso de los recursos.
- Se recomienda actualizar el consumo estándar de recursos que la empresa tiene como estimado para las reparaciones por soldadura, ya que dichas cantidades se encontrarían desfasadas, pudiendo tomar como referencia las cantidades de recursos utilizados en el procedimiento de reparación por soldadura semiautomatizado.
- Se recomienda capacitar al personal operativo sobre el nuevo procedimiento implementado – semiautomatizado-, a fin de que conozcan los parámetros de trabajo y los cuidados a tener en cuenta en el mismo.

REFERENCIAS

ALBAN, Gladys Patricia Guevara; ARGUELLO, Alexis Eduardo Verdesoto; MOLINA, Nelly Esther Castro. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 2020, vol. 4, no 3, p. 163-173.

ÁLVAREZ-RISCO, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020.

BAUTISTA-DÍAZ, María Leticia, et al. Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 2020, vol. 9, no 17, p. 78-81.

BINDER, Maximilian, et al. Procedure and validation of the implementation of automated sensor integration kinematics in an LPBF system. *Procedia CIRP*, 2020, vol. 93, p. 1304-1309.

BOLOGNA, Eduardo. Un recorrido por los métodos cuantitativos en Ciencias Sociales a bordo de R. 2020.

COSTA, José Velásquez; PRADO, Juber Gonzales. Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico. *Industrial data*, 2017, vol. 20, no 1, p. 125-130.

CUNALATA GUATO, José Fernando; FREIRE VILLALVA, Bryan Paúl. *Desarrollo de un sistema semiautomatizado de la planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del área de tintorería de la empresa Textiles Texsa SA*. 2020. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: UTC.

CHANG JIMÉNEZ, Juan Miguel. *Mejora del proceso de soldadura FCAW para el soldado de estructuras metálicas de obras civiles de la Empresa Construcciones*

y *Cubiertas Klaere Cia. Ltda. de Guayaquil*. 2020. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.

CHAPPUIS, Maria. *Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú*. 2020.

DÍAZ SABOYÁ, Jennifer Tatiana. *Revisión sistemática sobre la efectividad y la eficacia de los sistemas automatizados de dispensación de medicamentos frente a la dispensación manual en hospitales y clínicas*. 2021.

ESPARZA PÉREZ, Erik Gerardo. *Diseño e implementación de maquina semiautomatizada para el ranurado de la cejuela del cuello de guitarras eléctricas*. 2019. Tesis Doctoral. DIPM.

GARCÍA-DE LA CRUZ, María Isabel; ULLOA-CARCASSÉS, Mayda; BELETE-FUENTES, Orlando. El reemplazo de equipos mineros: un enfoque desde el rendimiento y los servicios técnicos de la contratación. *Minería y Geología*, 2013, vol. 29, no 2, p. 46-70.

GARCIA, Jesus, et al. Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. *Revista Espacios*, 2019, vol. 40, no 22.

LAZARTE ATAMARI, Percy Fredy. *Implementación de unidades móviles de soldadura para mantenimiento in situ de palas y perforadoras de la Empresa US Item SA En la unidad Minera las Bambas, Apurímac 2021*. 2021.

LIMO HUAMÁN, Rafael Enrique. *Implementación de un sistema de control semiautomático en silos y tolvas de almacenamiento para mejora de la productividad en el procesamiento de alimento balanceado en una planta del sector avícola*. 2017.

LÓPEZ, Ambar. *Propuesta de implementación de la gestión por procesos para reducir los tiempos operativos en la dirección de servicios, procesos y gestión*

del cambio del Ministerio de Minería. 2018. Tesis Doctoral. Tesis de Pregrado). Quito-Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14524>.

LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro; FACHELLI, Sandra. El diseño de la muestra. *Metodología de la investigación social cuantitativa*, 2017.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. NC ISO 9000: 2015. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. 2015.

PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U, 2014.

QUINTEROS, Patricio Rubén Alcocer, et al. Automatización de los procesos industriales. *Journal of business and entrepreneurial studies: JBES*, 2020, vol. 4, no 2, p. 123-131.

RAMNATH, B. Vijaya, et al. Implementation of Concurrent Redesign & Manufacture procedure for an automotive component. *Materials Today: Proceedings*, 2018, vol. 5, no 1, p. 1418-1424.

REMACHE GALVEZ, Rony. Procesos automatizados de producción. 2021.

REYES LOBAINA, Ariel. *Efecto del ciclo térmico de soldadura en la unión disímil del árbol de la bomba Toyo*. 2015. Tesis Doctoral. Departamento de Mecánica.

ROMÁN, V., et al. Weld between CF8A stainless steel casting and Ni-Cr-Mo-V forged steel, with Ni-Cr-Fe alloy cuttering. Practical Case. *Soldadura y tecnologías de unión*, 2022, vol. 33, no 166, p. 22-25.

SALAS TANK, Kevin Yuri. Automatización hidráulica de equipos de workover. 2021.

SÁNCHEZ CHIRA, Pedro Jesús. Propuesta de gestión del mantenimiento para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de producción de una empresa metalmecánica Talara-2020. 2020.

TECHNOLOGIES, P.S. por D. and I., 2019. Causas de Fallas en Maquinaria Pesada. *Mantenimiento y Reparación de maquinaria pesada - All Machines S.A.S.* Disponible en: <https://allmachinessas.com/causas-de-fallas-en-maquinaria-pesada/>.

VILLAVICENCIO COSTA, Byron Patricio. *Implementación de un sistema semiautomatizado para el corte de forraje, con el fin de minimizar riesgos ergonómicos en la Asociación de Ganaderos de la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo.* 2019. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ZAMBRANO, Marvin Raúl Intriago; PÉREZ, Grether Lucía Real. Confiabilidad operacional en el proceso de soldadura de mantenimiento. *Dominio de las Ciencias*, 2021, vol. 7, no 4, p. 1396-1412.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable independiente:</p> <p>Procedimiento de reparación por soldadura</p>	<p>El procedimiento es la forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso (Oficina Nacional de Normalización, 2015).</p> <p>Reparación es la acción tomada sobre un producto o servicio no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista (Oficina Nacional de Normalización, 2015).</p> <p>Se entiende por soldadura a la unión de dos o más piezas de metal, de manera que queden como una sola pieza, a través de la aplicación conveniente de calor y/o presión (Román, 2022).</p>	<p>El tipo de procedimiento que se utilice (convencional o semiautomatizado) influirá en la eficiencia de la reparación, esto es, en el tiempo empleado en la reparación y en la cantidad de consumibles que se gaste. Por ello se busca implementar un procedimiento semiautomatizado a fin de lograr la optimización (tiempo y consumibles) en el proceso de reparación.</p>	<p>Convencional</p> <p>Semiautomatizado</p>	<p>Horas/reparación</p>	<p>De razón</p>
<p>Variable dependiente:</p> <p>Eficiencia</p>	<p>La eficiencia hace referencia a la mejor utilización (optimización) de los recursos y su relación con los logros obtenidos; es decir, la relación que existe entre los esfuerzos y los resultados obtenidos, por lo que, a mayores resultados, mayor eficiencia. Siendo así, la eficiencia se verá incrementada cuando se logran mejores resultados haciendo uso del menor esfuerzo o con el menor gasto de recursos. Los factores fundamentales que se usan para medir la eficiencia en una</p>	<p>La eficiencia se mide a través de obtener los resultados esperados, al menor costo posible.</p> <p>Por tanto, se habrá incrementado la eficiencia si se hace el menor gasto de recursos, obteniendo el mismo o un mejor resultado, es decir cumpliendo el objetivo.</p> <p>Para ello, se observará el tiempo invertido y la cantidad de consumibles empleados tanto en el</p>	<p>Mano de obra</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Horas Hombre en proceso 	<p>De razón</p>

	empresa son el costo y el tiempo (García et al., 2019).	proceso de reparación por soldadura convencional como en el semiautomatizado, y se determinará cual es más eficiente en términos de costo y tiempo.	Consumibles	▪ Cantidad de consumibles utilizados	
--	---	---	-------------	--------------------------------------	--

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos – Formato de liquidación



FORMATO DE LIQUIDACION DE OSIT

Cliente: _____
Proyecto: _____

N° OS: _____
Fecha inicio: _____
Fecha término: _____
Cantidad _____

N°	Placa CDP	Espesor	Cant.	<input checked="" type="checkbox"/>
1	Placa CDP 4601			
2	Placa CDP 4650			
3	Placa CDP 4652			
4	Placa CDP 4666			
5	Placa CDP 4923			
6	Placa CDP N395			
7	Placa CDP _____			
8	Placa CDP _____			

N°	Retal CDP	Espesor	M ²	Cant.	<input checked="" type="checkbox"/>
1	Retal CDP 4601				
2	Retal CDP 4650				
3	Retal CDP 4652				
4	Retal CDP 4666				
5	Retal CDP 4923				
6	Retal CDP N395				
7	Retal CDP _____				
8	Retal CDP _____				

Detalle del Retal CDP utilizado	
Medida inicial en mm.	Largo: _____ Ancho: _____
Medida utilizada en mm.	Largo: _____ Ancho: _____
Medida final en mm.	Largo: _____ Ancho: _____

N°	Soldaduras	Kg	<input checked="" type="checkbox"/>
1	ALAMBRE N395 7/64"		
2	ALAMBRE 4650 7/64"		
3	ALAMBRE 4652 7/64"		
4	ALAMBRE 4601 7/64"		
5	ALAMBRE 4666 7/64"		
6	ALAMBRE 4923 7/64"		
7	ALAMBRE N 390 1/16"		
8	ALAMBRE 45554S 1.2mm		
9	ALAMBRE 4536 7/64"		
10	ALAMBRE 7888T 0.5mm		
11	ALAMBRE 3205 7/64"		
12	ALAMBRE 690 7/64"		
13	ALAMBRE 4536 7/64"		
14	SOLD. 646 .1/8	5/32	
15	SOLD. 6710 .1/8	5/32	
16	SOLD. 6395N .1/8	5/32	
17	.1/8	5/32	
18			
19			
20			

N°	Consumibles/insumos	FECHA	Cant.	FECHA	Cant.	FECHA	Cant.	Cant.	<input checked="" type="checkbox"/>
1	NOZZLE : DURAMAX HYAMP								
2	ELECTRODE : DURAMAX HYAMP								
3	DISCO DE DESBASTE 7"								
4	DISCO TRENZADO DE 4"								
5	COPA TRENZADA 4"								
6	ALAMBRE MIG 70-S 1.0mm								
7	ELECTRODO DE CARBON								
8	TINTA LIMPIADORA SKC-S								
9	TINTA PENETRANTE SKL-WP2								
10	TINTA REVELADORA SKD-S2								
11	Perno cónico 3/4 X 2 1/2								
12	Perno cónico 3/4 X 2								
13	Bocina Cónica 3/4 X 2 1/2								
14	Bocina Cónica X								
15	PUNTA DE CONTACTO 1.2								
16	PUNTA DE CONTACTO 1.6								
17	PUNTA DE CONTACTO 2.8								
18	LAMINA A36 x x								
19	LAMINA A36 x x								
20	PLATINA DE COBRE x x								
21	TINTA LIMPIADORA SKC-S								
22	TINTA PENETRANTE SKL-WP2								
23	TINTA REVELADORA SKD-S2								
24									
25									
26									

N°	Consumibles/insumos	FECHA	Cant.	FECHA	Cant.	FECHA	Cant.	Cant.	<input checked="" type="checkbox"/>
1	OXIGENO INDUSTRIAL (m3)								
2	ACETILENO (kg)								
3	ARGON (m3)								
4	CO2 (kg)								
5	GAS PROPANO(kg)								
6	MEZCLA INDURMIG (m3)								

OBSERVACIONES:

Anexo 5. Orden de servicio interna



ORDEN DE SERVICIO INTERNO

FECHA : 14/03/2022 **CLIENTE :** COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A.
FECHA DE ENTREGA : 11/03/2022 **CANTIDAD :** 1
RESPONSABLE : JULIO MARROQUIN **REFERENCIA :** REPARACION DEL PITCH BRACE RR61957
SOLIC. COT. : 552 **ORDEN SERV.:** OS2201005
COTIZACION : 1101 **ORDEN VENT.:**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	REQUERIDO
PT-SE-SA-RA-PICH-BRACE-PALA	REPARACION DEL PITCH BRACE RR61957	1	VT-OFCINA

REQUERIMIENTO

MATERIA PRIMA				
REFERENCIA	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD COTIZADA	CANTIDAD REAL
PT-SO-EU-RE-DSC6900A-28-25K	ALAMBRE TEROMATEC OA690 7/64 (25KG)	KG	130	
PT-SO-EU-RE-646XHD-32-5K-USA	SOLDADURA XUPER 646XHD 1/8 KG USA	KG	2.5	
PT-EQ-MA-LP-01-5750-78	TINTA LIMPIADORA SKC-S AEROSOL	UD	1	
PT-EQ-MA-LP-01-5190-78	TINTA PENETRANTE SKL-WP2 AEROSOL	UD	1	
PT-EQ-MA-LP-01-5352-78	TINTA REVELADORA SKD-S2 AEROSOL	UD	1	

INSUMOS				
REFERENCIA	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD COTIZADA	CANTIDAD REAL
PT-SO-EU-EC-PUNTA-CONTACTO-2.8	PUNTA DE CONTACTO 2.8	UD	10	
IN-SE-GE-CO-CARGA-OXIGENO-INDUST	CARGA OXIGENO INDUST 10M3	M	40	
IN-SE-GE-CO-CARGA-PROPANO	CARGA PROPANO	UD	60	
IN-SE-GE-CO-DISCO-TRENZADO-4	DISCO TRENZADO DE 4 PULG	UD	20	
IN-SE-GE-MF-PITCH-BRACE-SP292D6	BOCINA PITCH BRACE SP292D6	UD	2	
IN-SE-GE-CO-PERNO-HEXAGONAL-1.25	PERNO HEXAGNAL DE 1.25PX3P	UD	2	
IN-NA-GE-MF-ANILLO-PRESION	ANILLO DE PRESION DE 1.25P	UD	2	
IN-NA-GE-MF-LUBRICANTE-ANTIFRICCION	LUBRICANTE ANTIFRICCION Y ANTIBLOQUEO	UD	1.5	
IN-NA-GE-MF-NIPLE-PROFAX	NIPLE PROFAX PUNTA TIP DE 2.8	UD	2	

SERVICIOS					
REFERENCIA	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD COTIZADA	CANTIDAD REAL	
CO-PN-SER-TRANSPORTE	TRANSPORTES SERVICE	TRASLADO	4	50	200
CO-PN-SER-CONTRATOS	CONTRATOS SERVICE	SERVICIO D	1	3,400.00	3,400.00

SERVICIO EN SITIO				
REFERENCIA	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD COTIZADA	CANTIDAD REAL

MANO DE OBRA				
REFERENCIA	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD HORAS	CANTIDAD REAL
PN-HR-SOLD-SE	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	PREPARACION	H	10
PN-HR-SOLD-SE	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	APLICACION	H	80
PN-HR-SOLD-SE	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	PREPARACION	H	10
PN-HR-SOLD-SE	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	APLICACION	H	80
PN-HR-SOLD-SE	MANO DE OBRA SOLDADOR SERVICE	CONTROL	H	10
PN-HR-SERVICE	HORA PRODUCCION PLANTA SERVICE	HORA PLAN	H	100

Autorizado por :


 Ing. Kervy Ponce B.

Anexo 6. Carta de autorización



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Lima 15 de junio de 2022

Señor:

Mg. Antis Jesús Cruz Escobedo
Coordinador Nacional del Taller de Titulación
Escuela de Ingeniería Industrial
Universidad César Vallejo

Asunto: Autorización para la ejecución de tesis de investigación

Referencia: Carta N° 0144-2022/UCV-TRUJILLO

Mediante el presente documento, se autoriza a los Bach. Kervy Ponce Benites, con DNI N° 43836418, y Paulo César Postigo Franco, con DNI N° 71272295, alumnos del Programa de Titulación de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, a utilizar información de la empresa SAGER S.A. Sucursal Perú y brindar las facilidades correspondientes para el desarrollo del proyecto de tesis denominado *"Implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los pitch brace para la reducción en tiempos y consumibles en la empresa Sager SA Sucursal Perú en el 2022"*, precisando que deberá hacer uso de dicha información para fines estrictamente académicos de la investigación.

Atentamente,

Sager Corporación Anónima Sucursal Perú
Mg. Doris Stella Labra Cordero
Gerente de Operaciones

Av. La Mar 699 Urbanización Vulcano – Ate
+51(1) 3496678 - +51 996658 001
ventasperu@sager.com.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARRAZA JAUREGUI GABRIELA DEL CARMEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Implementación de un procedimiento semiautomatizado de reparación por soldadura de los Pitch Brace para la reducción en tiempos y consumibles en la empresa Sager SA Sucursal Perú en el 2022.", cuyos autores son PONCE BENITES KERVY, POSTIGO FRANCO PAULO CESAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARRAZA JAUREGUI GABRIELA DEL CARMEN DNI: 08715119 ORCID: 0000-0002-0376-2751	Firmado electrónicamente por: GBARRAZAJ el 23- 11-2022 22:55:04

Código documento Trilce: TRI - 0452292