



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“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”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Pedro Jesús Sánchez Chira (ORCID:0000-0002-4134-4585)

ASESORA:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA – PERÚ

2020

DEDICATORIA:

En primer lugar, agradecerle a DIOS por permitirme estar bien de salud y llegar a cumplir una meta más en la vida, a mi esposa, hijos por estar a mi lado siempre y apoyándome. Mis padres unas personas excelentes y también con sus frases de aliento a seguir con mis triunfos y toda la familia gracias por su cariño y aliento BENDICIONES DE LA MANO DE DIOS SIEMPRE.

AGRADECIMIENTO

En la trayectoria transcurrida de mi de mi vida universitaria disfrute cada momento con mis compañeros a quien agradezco por su apoyo incondicional en el momento oportuno que estuvieron para brindarme sus conocimientos.

A la prestigiosa y licenciada Universidad Cesar vallejo – Escuela de Ingeniería Industrial.

.

A la Doctora Ana María Guerrero Millones quién persevero e inculco con su apoyo incondicional, trayectoria y conocimiento en el desarrollo del presente Proyecto de Investigación.

A todos mis profesores del Programa de Formación para Adultos que con sus estrategias, experiencias contribuyeron en el avance de mi trayectoria universitaria y sus expertas capacidades para mi excelente alineación profesional.

Agradezco a Dios amigo fiel; a mi esposa Yuliana Amay Sanchez; mis hijos Alonso Josué, Cielo Valeria, mis padres Francisco Sanchez Olaya, Luz María Chira de Sánchez que Dios los cuide y guarde siempre.

Resumen

La reciente pesquisa tiene como propósito primordial mejorar la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica, a través de la Gestión de Mantenimiento, para la cual se desplego un plan de mantenimiento preventivo que ayudó a disminuir el número de fallas de las máquinas de soldar más graves del área y la aplicación del mantenimiento autónomo empleando la metodología 5´S para conservar la cultura de esmero y cuidado de las maquinas por parte de los trabajadores, asimismo capacitaciones constantemente y así obtengan intuición en atender fallas que se presenten en el proceso de soldadura de tubería de acero al carbono de diferente diámetro. Así mismo se realizó la identificación de los equipos más críticos según su periodo de parada para ello se usó el diagrama de Ishikawa y gracias a esto se determinaron las causas que ocasionan una baja productividad. De la misma manera, se recopiló información a través de los instrumentos de recolección de datos que se les aplicó a los operarios del área y jefe de producción para después procesarlos mediante el uso del sistema EXCEL 2013, y en fundamento a ello, se decidió la gestión de mantenimiento apropiado para el área de producción.

Palabras clave: mantenimiento autónomo, metodología de las 5s, productividad, Gestión de mantenimiento, Mantenimiento preventivo.

Abstract

The main purpose of the recent research is to improve productivity in the production area of a metalworking company, through Maintenance Management, for which a preventive maintenance plan was deployed that helped reduce the number of failures of the machining machines. welding more serious in the area and the application of autonomous maintenance using the 5's methodology to preserve the culture of dedication and care of the machines by the workers, as well as constant training and thus obtain insight in addressing failures that arise in the process of carbon steel pipe of different diameter. Likewise, the identification of the most critical equipment was carried out according to its stoppage period, for this the Ishikawa diagram was used and thanks to this the causes that cause low productivity were determined. In the same way, information was collected through the data collection instruments that were applied to the operators of the area and production manager and then processed through the use of the EXCEL 2013 system, and based on this, the decision was made to maintenance management appropriate to the production area.

Keywords: autonomous maintenance, 5s methodology, productivity, Maintenance management, Preventive maintenance.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
Declaratoria de Autenticidad.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO.....	4
III.- METODOLOGÍA	12
3.1 Diseño de investigación.....	12
3.2 Variables Operacionalización.....	13
3.3 Población y muestra.....	13
3.3.1 Población.....	13
3.3.2 Muestra.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.4.1 Técnicas.....	14
3.4.2 Instrumentos.....	14
3.4.2 Validez.....	14
3.4.3 Confiabilidad de instrumento.....	14
3.5 Método de análisis de datos.....	16
3.6 Aspectos Éticos.....	16
III RESULTADOS.....	17
IV DISCUSIÓN.....	37
V CONCLUSIONES.....	40
VI RECOMENDACIONES.....	41
VII REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla 1 Disponibilidad Inherente y Ocupacional

Tabla 2 Productividad de las máquinas de soldar XT350 Julio 2020

Tabla 3 Productividad de las máquinas de soldar XT350 Agosto 2020

Tabla 4 Productividad de las máquinas de soldar XT350 Setiembre 2020

Tabla 5 Acondicionamiento del taller

Tabla 6 Colaboradores propuestos para el área de Mantenimiento

Tabla 7 Implementos de oficina

Tabla 8 Costes Anualizados de materiales y componentes para el plan de mantenimiento preventivo

Tabla 9 Evaluación de la pérdida por carencia de mantenimiento preventivo

Tabla 10 Costes de componentes para mantenimiento correctivo

Tabla 11 Costes de operarios sin operar

Índice de figuras

Figura 1 Productividad

Figura 2 Fórmulas para el cálculo de eficiencia y eficacia

Figura 3 Diagrama simbólico

Figura 4 Productividad de las máquinas de soldar en los meses Julio – Setiembre 2020

Figura 5 Productividad promedio de las máquinas de soldar de los meses Julio – Setiembre 2020

Figura 6 Diagrama de operaciones del proceso de montaje de tuberías de acero al carbono

Figura 7 Diagrama de Ishikawa

Figura 8 Costos de inversión aproximados para la gestión de mantenimiento

I INTRODUCCIÓN

Con el transcurrir del tiempo de producción, las instalaciones y los equipos de operación disminuyen el potencial que tienen para trabajar óptimamente, producto del desgaste, o como consecuencia de otras causas como errores en el planteamiento, elaboración, montaje, inapropiada utilización, o inclusive a un mantenimiento incorrecto (Aguaiza, 2016).

Organizar y establecer el control del inventario es una propuesta para mejorar la disponibilidad y reposición del inventario y de esta manera satisfacer la demanda. Para incrementar la productividad se busca reducir el 60% del problema en el primer año, el 70% en el segundo año y finalmente el 80% el tercer año. En el tercer año debe cumplirse con la con la reducción del 80% del problema (Villota C., 2014).

Se plantean indicadores adecuados de control para emprender un negocio, por muy reducido que sea es necesario se asignan dispositivos de control que la avalen una gestión global exitosa lo que implica la dirección de sostenimiento de sus instalaciones, máquinas y equipos. Las entidades tienden a subestimar la evaluación del cumplimiento en la administración de la mantenibilidad, pero es importante para contribución al éxito con una excelente gestión integral. (Efiempresa S.A.S., SF).

El desarrollo de un tipo de mantenimiento productivo total y aplicar indicadores de efectividad; identificando como problema las pérdidas que tiene la empresa, producto de una adecuada gestión de mantenimiento, buscando aminorar los costos de mantenimiento y mejorando la productividad. Logrando un 43 % de reducción de costo 36% de incremento de productividad, implementando las mejoras en la gestión y reduciendo las fallas por las paradas de equipos (Apaza, 2015).

Actualmente la empresa de Metal Mecánica realiza sus actividades en el área craqueo catalítico (FCC) del Proyecto de Modernización Refinería Talara teniendo una producción de 11,700 pulgadas al mes de uniones soldadas entre tubería de diferente diámetro y un costo de reparación de mantenimiento correctivo por máquina de soldar es de \$/596 dólares; lo cual genera una considerable pérdida económica para la empresa, a la vez se

observan máquinas de soldar inoperativas por fallas en las tarjetas electrónicas, disipador, debido a la acumulación de partículas metálicas, por mala manipulación del operario, corrosión, sulfatación en los bordes de los contactos eléctricos, etc. Lo cual se refleja en paradas del proceso de soldadura de tuberías de acero al carbono de distinto diámetro. Actualmente en el almacén principal de la Empresa de Metalmecánica existen 10 máquinas inoperativas de un total de 25. En la empresa en mención no se realiza ningún tipo de mantenimiento ni capacitación al personal, lo cual conduce a la disminución de la productividad.

En base a esta situación se propone realizar la investigación de una propuesta de gestión de mantenimiento que de ejecutarse contribuirá a aumentar la productividad de las máquinas de soldar XTM 350 en el área de producción de la Empresa de Metalmecánica Talara – 2020. La propuesta utilizará como sustento teórico la gestión de mantenimiento, la cual ayudará en la disponibilidad de los equipos permitiendo el incremento de la productividad y por consiguiente permitirá que sea competitiva en su rubro de la construcción metal mecánica.

Para el planteamiento del problema se formula la siguiente pregunta general: ¿Cómo la Propuesta de Gestión del Mantenimiento aumentar la productividad de las máquinas de soldar XTM 350 en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara - 2020?, asimismo se plantean las preguntas específicas: ¿cuál es la productividad actual de las máquinas de soldar en el área de producción?, ¿cómo se realiza actualmente el Mantenimiento de las máquinas de soldar en el área de producción?, ¿Cómo mejora la eficacia y eficiencia de las máquinas de soldar en el área de producción mediante la propuesta de gestión de mantenimiento?, ¿cuál es el costo y beneficio de la propuesta de Gestión del Mantenimiento?

Teóricamente el presente trabajo de investigación se justifica mediante la utilización de técnicas y teorías relacionadas a la gestión de métodos y conceptos de productividad respecto a máquinas de soldar. La justificación práctica parte de que, al darse la propuesta de gestión de mantenimiento, las máquinas de soldar preverán fallas y paradas de producción, reduciendo costos e incrementando la productividad. En cuanto a la metodología que sustenta la investigación, se considerarán análisis estadísticos de fallas en máquinas de soldar, de esta manera atendiendo a los tipos de justificación, propuesta

de este trabajo de investigación dará como resultado un incremento en la productividad, mediante una correcta gestión de mantenimiento, ya que de persistir la actual situación, la empresa de metalmecánica en la ciudad de Talara, incurriría en costos que la dejarían expuesta a sus competidores, al no cumplir con los compromisos contraídos, en los tiempos previstos.

La hipótesis general en esta investigación es: “A través de la propuesta de Gestión del Mantenimiento se incrementa la productividad de las máquinas de soldar XTM 350 en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara - 2020.

El objetivo general del trabajo de investigación consiste en: Elaborar la Propuesta de Gestión del Mantenimiento para mejorar la productividad de las máquinas de soldar en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara - 2020. Como objetivos específicos tenemos: Determinar la productividad actual de las máquinas de soldar en el área de producción, Describir cómo se realiza la gestión de Mantenimiento de las máquinas de soldar en el área de producción, Realizar la propuesta de gestión del mantenimiento para encontrar la eficiencia y eficacia de las máquinas de soldar en el área de producción y determinar el costo y beneficio de la propuesta de Gestión del Mantenimiento.

II.- MARCO TEÓRICO

Considerando el estado del arte de las teorías aplicadas en este trabajo, el año 2007 en Colombia consideran que la caída de la importancia dada a la disponibilidad se debe a la importancia dada al Outsourcing (proceso de tercerización), enfocados en que el resultado sea el correcto y no en que sus equipos se encuentren disponibles para ser utilizados, perdiendo así el interés por el mantenimiento. Con el transcurrir de los años el interés se recuperó, Maintenance approaches for different production methods, 2013) publica las posturas de “Mungani, D S; Visser, J K” quienes determinan que, para desarrollar una correcta gestión de mantenimiento, se deben realizar pruebas para determinar en qué medida determinado tipo de mantenimiento, debería ser aplicado. Realizaron pruebas en producción, investigando las tendencias actuales en los diferentes métodos.

Para llevarse a cabo este trabajo se recopilaron diferentes aportes previos de otras investigaciones, nacionales e internacionales, se revisaron publicaciones en revistas científicas y repositorios de universidades a nivel internacional y nacional, con problemas y objetivos acordes al trabajo que se estuvo desarrollando.

A nivel internacional se encontraron a Rodríguez (2008), Fonseca (2015), Rivera (2013), Aillón (2016).

Rodríguez (2008) propuso un plan de diseño de mejora de la productividad en su tesis en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela, teniendo como objetivo incrementar la utilidad de la empresa, y lograr un valor añadido, con altos estándares de calidad. El problema identificado fue el lento crecimiento de la compañía frente a la competencia debido a las continuas paradas en el área de producción, llegando a la conclusión luego del trabajo de investigación que se originaron mejoras en áreas críticas incrementando el porcentaje de productividad hasta aproximadamente de un 70%. La aportación de Rodríguez es la disminución de las paradas de fabricación, mediante las actividades de mantenimiento, control y planificación.

Rivera (2013) en su investigación de gestión de mantenimiento realizada en la Universidad del Zulia de Venezuela, tiene como propósito evaluar la gestión de mantenimiento en el sector eléctrico del estado Zulia para proyectar y desarrollar un método interno de auditoría del ciclo de gestión anual propio para el mantenimiento. Rivera concluyó que el conjunto de las organizaciones son el resultado de indicadores de gestión, logrando identificar y definir los necesarios para el departamento eléctrico del estado Zulia con la finalidad de administrarlos eficientemente y eficazmente para una correcta gestión de mantenimiento.

Fonseca (2015) publicó en la revista “Programa de Gestión de Mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la Eficiencia Energética en Plantas Termoeléctricas” de la Universidad Federal de Para en Brasil, la importancia de implementar herramientas de gestión predictivas y de TPM, para mejorar de la eficiencia del sector eléctrico mundial; las técnicas propuestas fueron de estudio documental y observación; concluyendo que es posible identificar las causas de parada de los equipos, luego de ello propuso que el área de mantenimiento aplicase un programa de mantenimiento predictivo; y en una segunda etapa, la aplicación de un programa de mantenimiento productivo total.

Aillón (2016) desarrolló una investigación planificada de implementación de mantenimiento para la maquinaria pesada en la Universidad de Ambato, Ecuador. Su objetivo general fue desarrollar un estudio de los parámetros de mantenimiento de esta maquinaria para la empresa GADM de Pelileo, hallando que la disponibilidad promedio de la compañía es aproximadamente de 87.49%, con una población de 23 equipos. Llegando a la conclusión que la tasa de fallos de la maquinaria es de 0.038 fallos en promedio al mes, lo cual dicta que la maquinaria necesita del mantenimiento preventivo para alargar su vida útil.

A nivel nacional, también se desarrollaron investigaciones, las cuales fueron obtenidas a través de los repositorios digitales, hallando las de Checa (2014), Zapata (2017), Castañeda (2016).

Checa (2014) en su pesquisa para obtener el título de ingeniero industrial en la Universidad Privada del Norte en Perú, tuvo como finalidad el diseño de una propuesta para elevar la productividad en el área producción de confección de polos, habiendo

identificado como problema de baja productividad; logrando resultados de incremento en la productividad a un 58.04% respecto la inicial. La metodología utilizada es la optimización de la productividad mediante el manejo de la eficacia y la eficiencia de la producción.

Castañeda (2016) propone un “Plan de gestión de mantenimiento planificado para disminuir costos de la empresa transportes Chiclayo S.A” para la Universidad Señor de Sipán, definiendo su primordial objetivo elaborar la mejora de un plan de Gestión de Mantenimiento planificado para aminorar costos. Se realizó un diagnóstico en lo relacionado a su flota de buses obteniendo como resultado que ésta era deficiente, procediendo a diseñar un plan de mejora, llegando a la conclusión que los costos totales del plan de mantenimiento inicial tenían un costo S/. 1, 140,001, mientras que después de la propuesta se redujo un 50%, el cual suma un total de S/. 550, 404. En el taller se lograron reducir los días en que los ómnibus se encontraban paralizados por carencia de mecánico o repuesto, logrando una mejoría de 49.2%.

Zapata (2017) desarrolló en la Universidad César Vallejo de Trujillo su pesquisa para obtener el título de ingeniero industrial, y apostó por la gestión de mantenimiento mejorando la productividad e incrementando la disponibilidad, tuvo como objetivo principal el aumento de disponibilidad de los equipos para mejorar la productividad encargados en el proceso de producción, analizó un sector y en base a eso analizó los sectores restantes aumentando la disponibilidad de 97,07% al 98,8%.

Para realizar este trabajo de investigación se reunió información de teorías que pueden brindar una visión más clara de la terminología usada en la misma, respecto a la gestión de mantenimiento, a la productividad, a sus indicadores, por lo que se contó con el soporte de autores tales como Kardek (2002), Salazar (2019), Alarcón (2013), Sernequet (2018), Garrido (2000), Nusbaumer & Rauzy, (2013), Rodríguez (1993), Díaz (2006), Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), Organización para la Cooperación y el Desarrollo (2008), AENOREN 60300-1, (2014), Department of Defense. United States of America (2005), Oropeza, 1991

Se inició este capítulo con la teoría del mantenimiento, el cual según Kardek (2002) está destinado a reacondicionar o mantener un componente, sistema o equipo, en un estado óptimo para cumplir las funciones para las que se le creó, desde la perspectiva operacional.

El mantenimiento es una serie de actividades realizadas a la par de los sistemas de producción. Durante la producción se realiza la transformación de la materia prima mediante mano de obra y procesos, en productos para satisfacer las necesidades de los clientes, siendo esto una salida principal de la industria, pero también existe una salida secundaria por ejemplo, la falla de un equipo. (Salazar, 2019). Según Salazar (2019) esta salida secundaria necesita tener un proceso de mantenimiento mientras que, para el proceso de producción, es una salida secundaria, para el proceso de mantenimiento es una entrada, a ello se le agrega conocimiento experto, refacciones y mano de obra, y da como resultado un equipo en óptimas condiciones. Un equipo en óptimas condiciones es capaz de incrementar las utilidades, debido a que se logra reducir el tiempo muerto en el que se encuentra en desuso la maquinaria o el equipo, cumpliendo con el tiempo de entrega de los clientes correctamente. “El mantenimiento es un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los procedimientos de producción” (Alarcón 2013). Anteriormente se pensaba que el mantenimiento únicamente se daba cuando se presentaba una falla, con el tiempo este concepto ha cambiado, para transformarse en un concepto más amplio. Si bien es cierto el mantenimiento debe minimizarse, para reducir gastos, también deben minimizarse costos en maquinaria, mediante la presente investigación se utilizará la metodología de TPM que consiste en establecer planificaciones periódicas de mantenimiento correctivo, preventivo, de oportunidad, predictivo, y proactivo.

Un buen mantenimiento planificado en un equipo incrementa su volumen de producción, es por ello que el mantenimiento afecta la producción, ya que logra incrementar la capacidad de producción y controlar la cantidad y la calidad de la salida. Terminando los años noventa, las normas ISO 9001, lo reconocieron como condición de control de una fase, y le incorpora el requisito que para "garantizar la continua capacidad del proceso debe proporcionar un adecuado mantenimiento del equipo ". Es por esto que a partir de esta fecha, todas las empresas que deberán obtener la certificación ISO 9001, tendría que establecer disposiciones para diseñar manuales de técnicas sobre un adecuado sistema de mantenimiento.

Se entiende como gestión de mantenimiento, a las acciones destinadas a mantener o restablecer un bien en un estado óptimo, considerando un producto de calidad y la integridad de las personas, al menor costo posible" (SEAS, 2010). Los indicadores de gestión de mantenimiento, son aquellos parámetros numéricos que facilitan la información sobre un factor crítico identificado en los diferentes procesos de mantenimiento, y gracias a ello se puede, identificar los factores del mantenimiento y cómo estos influyen en la producción, identificas los elementos necesarios para una correcta evaluación, determinar los valores que determinen los objetivos a lograr, estipular los objetivos propuestos y compararlos con los valores determinados. El principal indicador de mantenimiento para tener en consideración es el de la disponibilidad, este parámetro limita la capacidad de producción y vendría a ser la probabilidad que un equipo tiene para producir un insumo en un período de determinado tiempo. La fórmula de la disponibilidad es la siguiente: $D = TO / (TO + TP)$. Dónde: TO = Tiempo total de operación Y TP = Tiempo total de parada.

En base a la Norma ISO 9001-2015 se puede establecer un diagrama de ciclo de trabajo de mantenimiento, el cual sirve para distinguir los aspectos a considerar para implementar un modelo de gestión del mantenimiento. La primera fase del ciclo se reconoce como mantenimiento de trabajo estándar, determina la secuencia lógica del proceso de mantenimiento (planificación, programación, asignación de tareas y la ejecución). La segunda es la fase de mejoramiento continuo, aquí se modifica el plan de mantenimiento de ser necesario, y se identifican las tareas para implementar las mejoras determinadas con anterioridad. La gestión del mantenimiento busca ordenar las actividades de mantenimiento con la estrategia determinadas previamente, las cuales se darán luego de la identificación del problema, de esta manera se da un plan de mantenimiento genérico, el cual se desarrollará en la segunda fase ya mencionada (Revista chilena de ingeniería, 2013).

La gestión de mantenimiento se apoya generalmente de una herramienta de software para efectuar: la elaboración de una base de historial de las instalaciones, almacenar el histórico de las operaciones, el establecimiento de niveles de alarma, la planificación y gestión de recursos y tareas, la jerarquización de sistemas, el control de estado de cada proceso de mantenimiento, para generar informes y analizar fallas (Revista chilena de ingeniería, 2013).

Según Nusbaumer & Rauzy, (2013) existe una interrelación entre la indisponibilidad del equipamiento y sus factores causales, que según sea el caso, generan diferentes niveles de consecuencias. La disponibilidad por otro lado tiene la capacidad de ser percibida por el cliente o usuario, ya que recibe el producto a tiempo de no existir alguna falla, y sirve como catalizador para identificar la necesidad del mantenimiento correctivo o preventivo necesario en una planta, y dependiendo de lo que indiquen las fallas, el ítem puede ser reparado o asilado; y ya que las tareas de mantenimiento pueden durar largo periodo, los soportes logísticos aportan a los tiempos de inactividad (Department of Defense. United States of America, 2005). Existen dos tipos de disponibilidad la inherente (dada en el procedimiento de fabricación) y la operacional (sostenida en el proceso de mantenimiento) se pueden apreciar en la Tabla 1. Según (AENOREN 60300-1, 2014) la disponibilidad es capacidad de una maquina o equipo de encontrarse en un estado óptimo para funciona en el momento que sea solicitado. Según el Departamento de Defensa de los Estados americanos, se da cuando el ítem se encuentra en un estado operable y puede estar

dispuesto a un uso específico, para cuando sea necesitado o un punto determinado del tiempo.

Si bien es cierto la fórmula es la que determina la disponibilidad, no se está considerando el tiempo, el cual es un factor decisivo por lo que, para tener una mayor precisión de los tiempos medios entre fallas y reparación, se proponen otros factores dependiendo del tipo de disponibilidad como se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1: Disponibilidad la inherente y la operacional

Medida	Ecuación	Factores
Inherente	$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	MTBF = Tiempo promedio entre fallas. MTTR = Tiempo promedio reparación. MTBF = Tiempo promedio entre fallas <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de diagnóstico • Tiempo de reparación • Tiempo para validar la reparación
Operacional	$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$	MTBM = Tiempo medio entre mantenimiento. MDT = Tiempo promedio de inactividad, incluye el tiempo de preparación de la plataforma, instrucciones para el mantenimiento tiempo de ejecución, tiempo de espera de componentes, tiempo de diagnóstico, tiempo para reparar, tiempo para validad, y retardos logísticos o administrativos.

Fuente: Departamento de Defensa, Estados Unidos 2005

Con respecto a la otra variable utilizada en la presente investigación, la medida de la eficiencia económica es la productividad la cual es “obtenida de la destreza para utilizar los recursos disponibles inteligentemente” Rodríguez (1993), en otros términos, es la medida mediante la cual se puede determinar la eficiencia y la eficacia realizada en una labor que genere valor económico” (Galindo, Mariana y Viridiana Ríos, 2015). Díaz (2006) por su parte sostiene también que la productividad considera un nivel más alto de eficiencia para elaborar un bien, esto se traduce de manera positiva a otros factores, incluso el total de la producción. La productividad de los recursos, determina los precios y el rendimiento que producen para la industria que oferta. Para Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) la productividad es el resultante de dividir los productos (servicios y bienes), entre los recursos (costo de maquinaria o sueldos):

Figura 1

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (2008), la productividad es aquella coherencia que existe entre los recursos utilizados y el valor añadido y; en este caso los recursos utilizados son la maquinaria utilizada para soldar en una empresa de metalmecánica de la ciudad de Talara. Comúnmente la productividad se asocia a la eficiencia y eficacia, la primera esta vinculada al resultado alcanzado y los recursos empleados, y la segunda es el nivel en el que se desarrollan las actividades y se logra los resultados planificados. “La efectividad es la relación entre los resultados logrados y los resultados esperados...” (Oropeza, 1991). “La eficacia mide el impacto de lo realizado, del producto o servicio prestado. No solo busca lograr el 100% de efectividad, sino que también es necesario que este sea adecuado...” (Oropeza, 1991). La expresiones 1 y 2 detallan las fórmulas para el cálculo de la eficiencia y la eficacia:

Figura 2

$$\text{Eficacia } K = \frac{\text{pulgadas ejecutadas}}{\text{pulgadas planificadas}(1)}$$

$$\text{Eficiencia } (K) = \frac{\text{Tiempo invertido}}{\text{Tiempo previsto}} (2)$$

III.- METODOLOGÍA

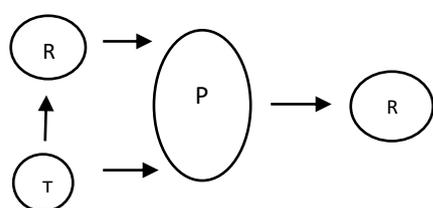
3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Murillo (2008) citado por Vargas (2009) la investigación aplicada busca un desarrollo basado en los conocimientos adquiridos, y al mismo tiempo ir adquiriendo otros conocimientos para poder sistematizar e implementar la investigación. Esta investigación es del tipo aplicada ya que hace uso del conocimiento adquirido sobre la gestión de mantenimiento, disponibilidad, la teoría de productividad y eficacia y eficiencia, buscando brindar una propuesta que mejore la problemática de una empresa metalmecánica Talara – 2020.

Según Rojas (2015) una investigación descriptiva consiste en conocer la realidad tal como se presenta en un tiempo y lugar determinado. La realidad se observa y registra, describiendo el fenómeno sin hacer cambio alguno, esta investigación busca identificar y evaluar los trabajos de mantenimiento necesarios de las máquinas de soldar XTM 350 en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara – 2020, por lo que se considera una investigación descriptiva.

Teniendo en cuenta que la investigación de diseño no experimental se da “cuando los estudios a realizarse, se dan sin manipular las variables”, y que una investigación transversal, es aquella que “reúne datos en un momento determinado” Hernández, Fernández y Baptista (2014); debido a que en este estudio no se realizará manipulación alguna de las variables, el tipo de esta investigación, es no experimental y propositiva, cuyo diagrama simbólico se puede leer a continuación:

Figura 3



Dónde:

Rx = Diagnóstico de la realidad de la Gestión de mantenimiento

T = Aportes de teoría de productividad

P = Propuesta

Rc = Realidad cambiada

3.2. Variables, Operacionalización

En este trabajo de investigación se consideraron las variables de Gestión de Mantenimiento (independiente) “Conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico, considerando la calidad del producto, y la seguridad de las personas, al menor costo posible” (SEAS, 2010). y la productividad (dependiente) “Medida mediante la cual se puede determinar la eficiencia y la eficacia realizada en una labor que genere valor económico” (Galindo, Mariana y Viridiana Ríos, 2015 el procedimiento de Operacionalización de las variables se explica en la Tabla 2.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Para Ventura (2017) la población “es un conjunto de elementos con características susceptibles al estudio”, tomando este criterio como base, en la presente indagación se consideró la población finita, constituida por 25 máquinas de soldar XTM 350 (15 en operación y 10 inoperativas) y por 13 trabajadores constituidos por 01 supervisor de soldadura, 01 capataz, 01 jefe de grupo y 10 operarios de máquinas. Otzen y Manterola (2017) cita a Walpole & Myers (1996); para definir que existen dos maneras de adquirir una muestra, la primera es la probabilística, es tener conocimiento de la probabilidad que tiene cada sujeto a ser estudiado bajo una selección aleatoria, y la segunda es la no probabilísticas, el sujeto de estudio, posee una serie de características en común identificadas por el investigador. En este trabajo tanto la población como la muestra conforman el mismo grupo de 25 máquinas de soldar y 13 trabajadores, para llevar a cabo un estudio más exacto.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

“Una herramienta de medición registra datos observables que representan las variables que el indagador tiene en mente” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). En esta investigación para calcular la gestión de calidad se hizo uso de la técnica: el cuestionario, la entrevista, y la guía de análisis documental.

Mediante el cuestionario que se aplicó a los trabajadores de una empresa metalmecánica Talara – 2020 tuvo como finalidad, recolectar información para la propuesta de gestión del mantenimiento para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de una empresa metalmecánica Talara – 2020. (Anexo 1).

La entrevista, que estuvo dirigida al supervisor de soldadura, al experto en mantenimiento de máquinas de soldar tuvo como finalidad, tener una proyección más metodológica de la gestión de mantenimiento y así tener la disponibilidad y productividad de las máquinas de soldar. (Anexo 6 y 7).

Mediante la técnica de Análisis Documental que se obtuvo de la Gestión de Mantenimiento para establecer las normativas adecuadas al rubro metalmecánico además de la data o documentación teóricos.

“La validez es el nivel en que una herramienta mida realmente la variable que se desea medir” (Hernández, 2010), los instrumentos de este trabajo fueron validados por docentes con el grado de Magister de la Universidad César Vallejo.

El análisis de confiabilidad del cuestionario (Anexo 1) se realizó mediante Alfa de Cron Bach.

3.5. Procedimiento

El trabajo de investigación se inició con el primer objetivo, la realización de un diagnóstico sobre la productividad actual de una empresa de metalmecánica, con la finalidad de precisar el rendimiento de las máquinas de soldar XTM 350 en el área de producción, y para ello se hizo uso del análisis documental a través del instrumento guía de análisis documental el mismo que fue realizado a diario por 3 meses de los valores de eficiencia y eficacia mediante la ficha de cálculo de eficacia (Anexo 3) y la ficha de cálculo de eficiencia (Anexo 2).

Luego se procedió con el segundo objetivo que nos ayudó a describir el mantenimiento de las máquinas de soldar XTM 350 en el área de producción para ello se tuvo que hacer uso de la entrevista mediante la ficha de entrevista de opinión dirigida tanto al supervisor de soldadura como al experto en mantenimiento de máquinas de soldar, y así se fue evaluando la realidad de la gestión de mantenimiento con la ayuda de fichas de cálculo de la disponibilidad (Anexo 4) y fichas de costo (Anexo 5), también se empleó un formulario (Anexo 1) a los empleados del área de producción para conocer su perspectiva respecto a los trabajos de mantenimiento realizados.

Después para el tercer objetivo se analizó el desarrollo de eficacia y eficiencia, producto de la propuesta, y para ello se evaluaron los cálculos proyectados durante la propuesta y de igual manera se hizo uso de la técnica de análisis documental a través del instrumento de guía de análisis documental el mismo que fue realizado a diario por 3 meses con la ficha de cálculo de eficacia (Anexo 3) y la ficha de cálculo de eficiencia (Anexo 2).

Finalmente se elaboró una síntesis de la información reunida del diagnóstico de la gestión de mantenimiento y productividad, y se dio inicio a la creación del proyecto de Gestión del Mantenimiento para optimizar en el proceso de producción de una empresa de metalmecánica Talara la productividad de las máquinas de soldar XTM 350, determinando los parámetros económicos de esta propuesta, tanto el costo como el beneficio que genere.

3.6. Método de análisis de datos

Después de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos en la organización se procedió primero a realizar la tabulación respectiva para en segunda instancia ser analizados estadísticamente. Para realizar los análisis e interpretaciones de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS.

3.7. Aspectos éticos

Para la recolección de información de la empresa de metalmecánica fue necesario solicitar autorización de la empresa, sin recurrir a la informalidad y apostando por la transparencia en la elaboración de este trabajo. De igual manera se respetó la confiabilidad de la compañía de ser necesario y/o requerido por los administrativos.

Respecto a los autores consultados se respetó la autoría, citando cada uno de los mismos y colocando las respectivas referencias bibliográficas, sin incurrir en plagio, de igual manera el trabajo fue sometido al sistema de anti plagio. De igual manera se consideró que la recolección de datos se realizó atendiendo a los principios éticos del autor, reflejando únicamente la realidad observada, sin ninguna alteración, lo que garantiza que el trabajo es original y sirve como una nueva fuente de información. El presente trabajo de investigación se desarrolló con un estricto sentido de protección a la información confiada por la empresa, utilizada para los fines de este trabajo, sin fomentar su divulgación para otros intereses.

IV.- RESULTADOS

4.1 Determinar la productividad actual de las máquinas de soldar en el área de producción

Para determinar la productividad actual de las máquinas de soldar Miller XT350 se procedió a calcular los valores de la eficacia y la eficiencia de cada una de las maquinarias a lo largo de los periodos de julio, agosto y setiembre del 2020. Utilizando los partes diarios de producción de dichos meses se tomaron las pulgadas planificadas y ejecutadas para el cálculo de la eficacia y los tiempos previstos e invertidos, así como los costos previstos e invertidos para el cálculo de la eficiencia.

En la Tablas 2, 3 y 4 se muestran los cálculos de la productividad de los periodos de julio agosto y setiembre del 2020.

Tabla 2. Productividad de las máquinas de soldar Julio 2020

Máquina de Soldar	Pulgadas Planificadas	Pulgadas Ejecutadas	Eficacia	Tiempo Previsto total	Tiempo Invertido	Costo Previsto	Costo Invertido	Eficiencia	Productividad
Máquina de soldar 1	540	322	0.60	216	250	1944	2250	1.16	0.69
Máquina de soldar 2	540	344	0.64	216	230	1944	2070	1.06	0.68
Máquina de soldar 3	540	328	0.61	216	232	1944	2088	1.07	0.65
Máquina de soldar 4	540	337	0.62	216	240	1944	2160	1.11	0.69
Máquina de soldar 5	540	328	0.61	216	240	1944	2160	1.11	0.67
Máquina de soldar 6	540	334	0.62	216	240	1944	2160	1.11	0.69
Máquina de soldar 7	540	327	0.61	216	230	1944	2070	1.06	0.64
Máquina de soldar 8	540	325	0.60	216	240	1944	2160	1.11	0.67
Máquina de soldar 9	540	327	0.61	216	220	1944	1980	1.02	0.62
Máquina de soldar 10	540	321	0.59	216	235	1944	2115	1.09	0.65

Fuente: Propia elaboración

Tabla 3. Productividad de las máquinas de soldar XTM 350 agosto 2020

Máquina de soldar	Pulgadas Planificadas	Pulgadas Ejecutadas	Eficacia	Tiempo Previsto	Tiempo Invertido	Costo Previsto	Costo Invertido	Eficiencia	Productividad
Maquina de soldar1	520	294	0.57	208	240	1872	2160	1.15	0.65
Maquina de soldar2	520	296	0.57	208	225	1872	2025	1.08	0.62
Maquina de soldar3	520	298	0.57	208	230	1872	2070	1.11	0.63
Maquina de soldar4	520	294	0.57	208	215	1872	1935	1.03	0.58
Maquina de soldar5	520	308	0.59	208	240	1872	2160	1.15	0.68
Maquina de soldar6	520	285	0.55	208	230	1872	2070	1.11	0.61
Maquina de soldar7	520	284	0.55	208	240	1872	2160	1.15	0.63
Maquina de soldar8	520	284	0.55	208	240	1872	2160	1.15	0.63
Maquina de soldar9	520	302	0.58	208	225	1872	2025	1.08	0.63
Maquina de soldar10	520	296	0.57	208	230	1872	2070	1.11	0.63

Fuente: Confección propia

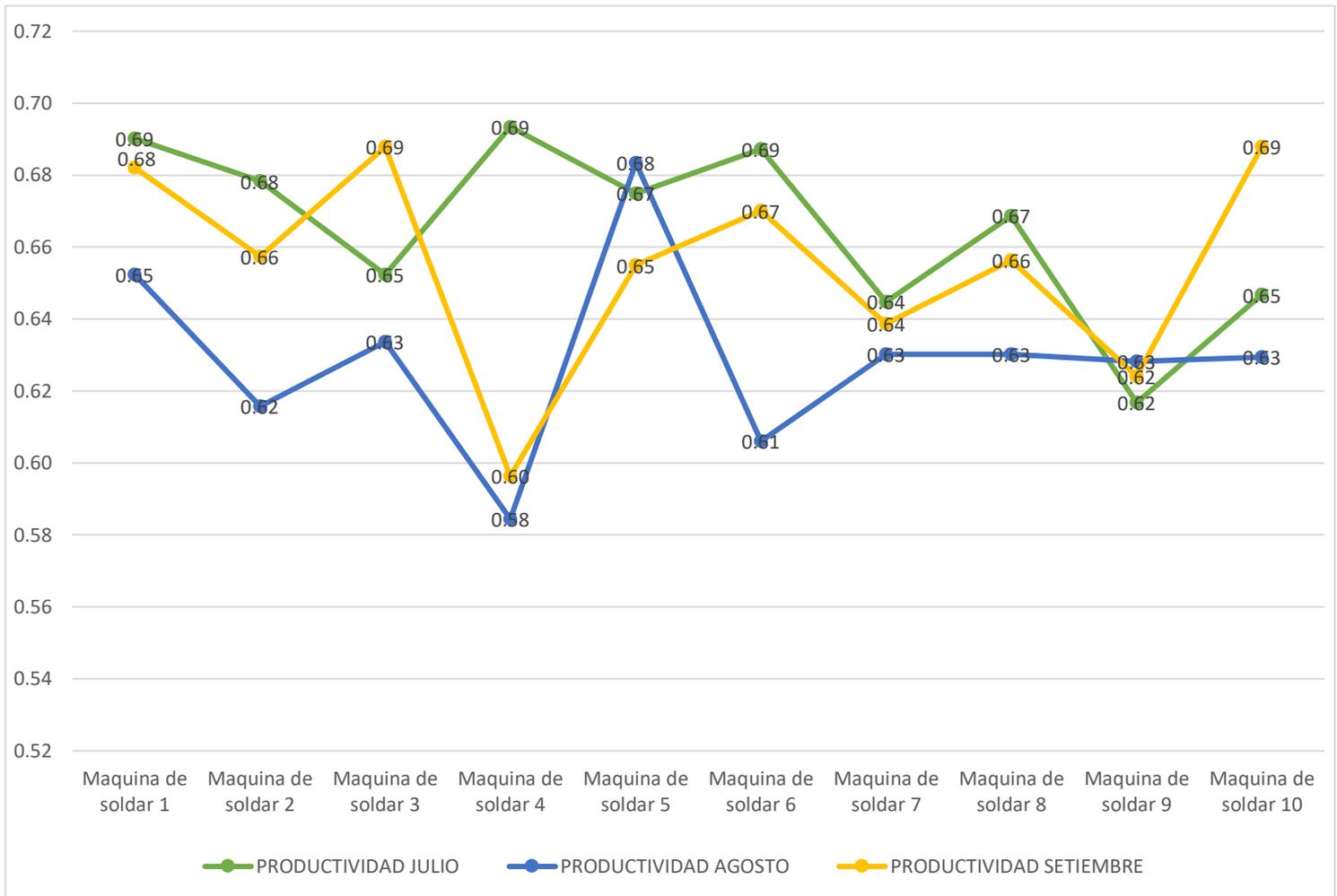
Tabla 4. Productividad de las máquinas de soldar setiembre 2020

Máquina de soldar	Pulgadas Planificadas	Pulgadas Ejecutadas	Eficacia	Tiempo Previsto	Tiempo Invertido	Costo Previsto	Costo Invertido	Eficiencia	Productividad
Maquina de soldar 1	520	318	0.61	208	232	1872	2088	1.12	0.68
Maquina de soldar 2	520	316	0.61	208	225	1872	2025	1.08	0.66
Maquina de soldar 3	520	310	0.60	208	240	1872	2160	1.15	0.69
Maquina de soldar 4	520	300	0.58	208	215	1872	1935	1.03	0.60
Maquina de soldar 5	520	308	0.59	208	230	1872	2070	1.11	0.65
Maquina de soldar 6	520	302	0.58	208	240	1872	2160	1.15	0.67
Maquina de soldar 7	520	314	0.60	208	220	1872	1980	1.06	0.64
Maquina de soldar 8	520	306	0.59	208	232	1872	2088	1.12	0.66
Maquina de soldar 9	520	300	0.58	208	225	1872	2025	1.08	0.62
Maquina de soldar 10	520	310	0.60	208	240	1872	2160	1.15	0.69

Fuente: Creación propia

De las tablas 2, 3 y 4 se desprende la figura 1 en la cual se evidencia la productividad de las máquinas de soldar

Figura 4. Productividad de las máquinas de soldar en los meses de julio a setiembre 2020.



En la figura 4 se aprecia que durante el primer mes se produce más del 65% en la productividad de las máquinas de soldar en el mes siguientes se sufre una baja productividad que no llega al menos del 65%. El valor de la productividad es medio que no llega al menos al 70%, existe un repunte en el mes de setiembre del 69%.

Figura 5 Productividad Promedio de las máquinas de soldar en los meses de Julio-Setiembre 2020



En la figura 5 se muestra el promedio de productividad actual de las máquinas de soldar Miller XT 350 en una empresa metal mecánica de Talara del área de producción.

Fuente: anexo 2 y 3 eficiencia y eficacia

Figura 6. Esquema de operaciones del procedimiento de montaje de tubería de acero al carbono.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE MONTAJE DE TUBERIA DE ACERO AL CARBONO								
EMPRESA		METAL MECÁNICA TALARA 2020						
DEPARTAMENTO		PRODUCCIÓN						
ACTIVIDADES							TIEMPO	
REQUERIMIENTO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO POR PARTE DEL SUPERVISOR AL COORDINADOR DE CONSTRUCCION			•				2DIAS	
ENVÍO DE CORREO AL AREA DE LOGISTICA SOBRE REQUERIMIENTO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO E INSUMOS			•				5 MIN	
RECEPCIÓN DEL CORREO POR PARTE DEL AREA DE LOGÍSTICA			•				10 MIN	
DESPACHO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO E INSUMOS			•				3 HRS	
IZAJE DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO AL CAMIÓN GIAB						•	2 HRS	
TRASLADO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO E INSUMOS				•			30 MIN	
DESCARGA DE TUBERIA DE ACERO AL CARBOO						•	2 HRS	
VERIFICACION DE TUBERIA E INSUMOS POR PARTE DEL PERSONAÑ DE CONSTRUCCIÓN SUPERVISOR , CAPATAZ					•		1 HR	
SELECCIÓN DE TUBERIA DE ACERO AL CARBONO POR PARTE DE LOS TRABAJADORES			•				1 HR	
SELECCIÓN DE MAQUINAS E INSUMOS PARA EL PROCESO DE SOLDEO, BISELADO Y ARMADO DE TUBERÍA					•		30 MIN	
CORTE, BISELADO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO			•				30 MIN	
ARMADO Y APUNTALADO DE TUBERÍA EN ACERO AL CARBONO			•				20 MIN	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LAS MÁQUINAS DE SOLDAR						•	5 HRS	
SOLDEO DE TUBERIA DE ACERO AL CARBONO			•				45 MIN	
VERIFICACION DE JUNTAS SOLDADAS POR PARTE DEL CLIENTE						•	20 MIN	
RECHAZO DE JUNTAS SOLDADAS POR PARTE DEL CLIENTE						•	10 MIN	
REPARAR JUNTAS SOLDADAS POR PARTE DE LA EMPRESA						•	2 HRS	

4.2 Describir cómo se realiza actualmente en el área de producción el Mantenimiento de las máquinas de soldar

Para el segundo objetivo, describir cómo se realiza actualmente la gestión de Mantenimiento en el área de producción de las máquinas de soldar, en el proceso de montaje de tubería de acero al carbono se puede evidenciar la dificultad que ocurre en la inspección tuberías en almacén general por parte del área de logística ya que no cuenta con una inspección adecuada a las tuberías de acero al carbono las cuales llegan a campo con defectos lo que ocasiona retrasos en la producción. También se puede evidenciar la falta de calidad en la compra de insumos para el corte, armado y soldeo de juntas lo cual dificulta el proceso. El personal no está capacitado en el proceso y manipulación de las máquinas de soldar ya que no existe una gestión de mantenimiento lo que ocasiona que estas se averíen en el proceso y perjudique la producción y el impacto económico y la imagen de la empresa se vean perjudicados, las juntas soldadas sean rechazadas por el cliente principal lo cual tienen que repararse de la empresa los costos de mano de obra sean elevados así este detenida la producción. En el área de logística se tiene que contratar un asistente. Tiene que ver un inspector de soldadura para que verifique las juntas armadas y se proceda con el soldeo de la tubería.

Para el proceso de montaje de tubería de acero al carbono se realiza el requerimiento de los spolls de acuerdo a los isométricos entregados por el cliente el supervisor del área realiza el pedido al coordinador de construcción el mismo envía el correo al área de logística el cual remite el correo al almacén central y es aquí donde se presenta problemas ya que el área de logística no tiene un asistente para que inspecciones las tuberías de acero al carbono las cuales llegan a campo con imperfecciones lo cual retrasa el trabajo. También el área de logística envía las máquinas de soldar las cuales no tienen una data de gestión de mantenimiento realizados a las mismas las cuales en el proceso de montaje es decir armado y soldeo de las tuberías los equipos presentan fallas y el proceso de producción de detiene. En el proceso de corte armado y apuntalado de las tuberías de acero al carbono no existe un control de calidad que verifique las juntas de tuberías armadas lo cual son rechazadas por el cliente. La falta de

constante capacitación al personal en el cuidado y manipular las máquinas de soldar o cualquier otro activo de la empresa , también propuso que una gestión de mantenimiento es muy importante ya que esto permite la planificación, programación y sobre todo tener la disponibilidad inmediata y segura de las máquinas de soldar, dijo además que una gestión de mantenimiento ante la problemática de la empresa sería muy factible su implementación el sistema de mantenimiento de las máquinas de soldar es base para una óptima producción y disponibilidad de los equipos de trabajo.

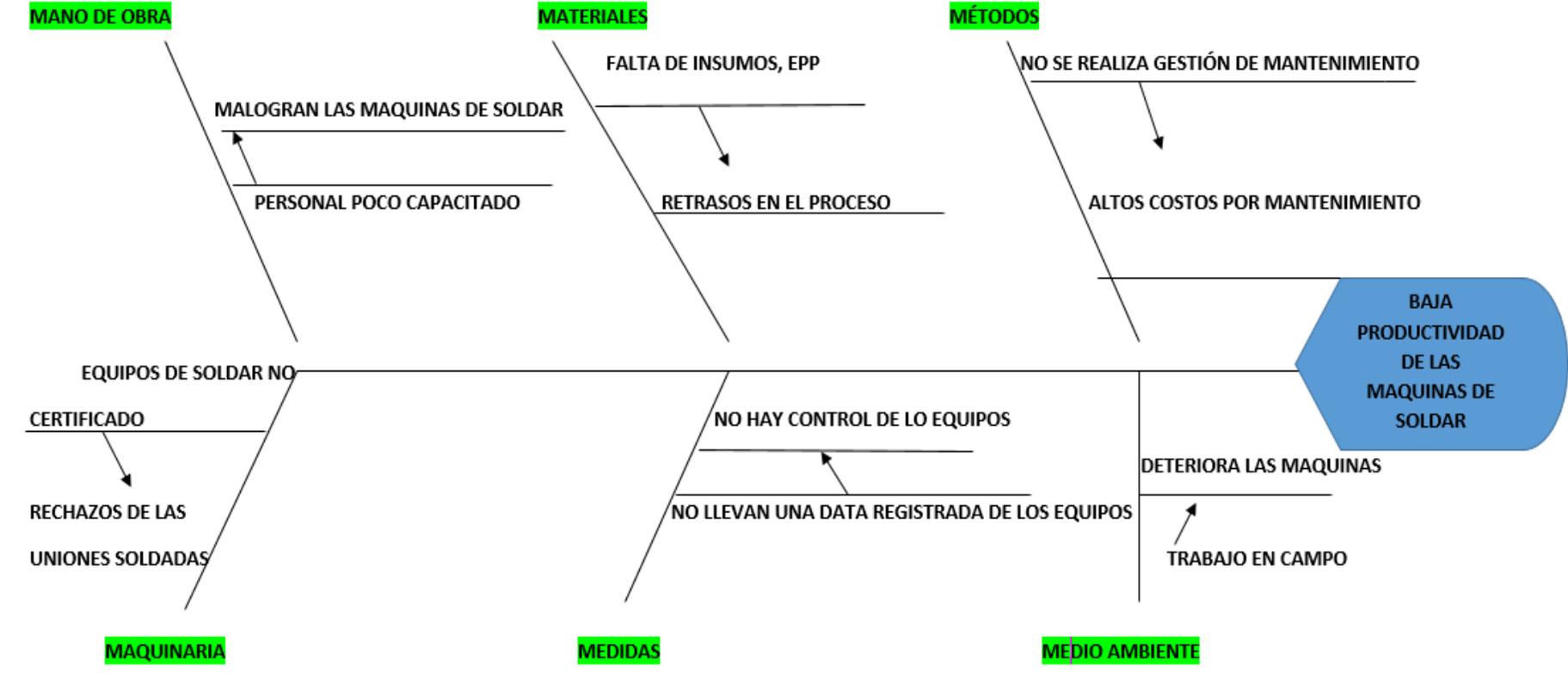
Se realizó la entrevista al experto en mantenimiento de máquinas de soldar de una empresa metal mecánica de Talara, con la finalidad de recoger información relevante tomando en cuenta sus respuestas se llegaron a los siguientes aspectos: la reparación de una máquina de soldar en un mantenimiento correctivo normalmente es de 5 horas por lo que hay que realizar cambios de repuestos muy por el contrario sucede con el preventivo el cual se toma 3 horas, cabe resaltar que las condiciones en las que llegan las máquinas; ya que no todas trabajan en un taller sino también en campo o proyectos en donde las condiciones no son las adecuadas lo que genera que éstas se deterioren mayormente en los componentes de conectores, los ventiladores y las tarjetas de control siendo ésta última la falla con más frecuencia ya que es la parte más sensible de la máquina; la entidad cuenta con un limitado stock de repuestos lo que origina que cuando no haya solución a la falla reportada de éste (repuesto) se tiene que importar sea vía aérea(tiempo de demora 20 días); marítima(tiempo de demora 45 días) y si se traen de Europa es de 3 a 4 meses, siendo el costo de un mantenimiento correctivo \$1000 cabe resaltar que es cuando la falla se da en la parte de control y de un mantenimiento preventivo \$250 solo considerando aquí la mano de obra ya que no se realiza cambios de repuestos solo se da la calibración de éstas (máquinas) y este gasto se realiza de manera anual. Con respecto a la vida útil de las máquinas de soldar éstas pueden durar hasta 10 años siempre y cuando se les brinde el mantenimiento preventivo anual adecuado, logrando así obtener una buena calidad de soldadura, garantizar programaciones mecánicas, amperajes, etc ajustándose siempre a la norma lo que garantiza la certificación de calidad de máquinas, como aporte sobre gestión de mantenimiento es la calidad y confiabilidad que se ofrece a los clientes para

que el equipo produzca y no tenga ningún tipo de paradas, en relación a las normas con las que trabajan son la ISO 9001- Calidad y la ISO 55000 en donde se establecen actividades puntuales sobre mantenimiento de activos de la empresa, siendo así que una gestión de mantenimiento es muy factible en cualquier tipo de empresa lo importante aquí es tener el conocimiento y saber aplicarlo ya que la finalidad de éste es garantizar la operatividad, disponibilidad de las máquinas y sobre todo reducir los costos, finalmente la empresa registra la data de las máquinas desde la fecha de ingreso hasta los costos de mantenimiento teniendo así también un sistema de alerta en donde avisa cuando toca otra vez el mantenimiento de equipos y concluye manifestando sobre la importancia de capacitar constantemente al personal (soldador) ya que las fallas son ocasionadas por inadecuados manejos de las máquinas y la implementación de gestión de mantenimiento.

instrumentos de Diagnóstico.

El diagrama de Ishikawa tiene como finalidad lograr registrar el origen que conllevan a que el rendimiento de la entidad se reduzca la misma que genero fijar la apropiada gestión de mantenimiento y las tareas establecidas en la propuesta de mejoramiento lo que nos dará como resultado el incremento de la producción.

Figura 7. Gráfico de Ishikawa para determinar los factores raíces de la disminución de la productividad



Material:

- Impuntualidad, deficiente control logístico
- En la recepción de materiales no hay control de calidad.

Método:

- En la planificación de la producción diaria no tienen en cuenta la gestión de mantenimiento en las máquinas de soldar.
- Falta de seguimiento a los departamentos encargados de la compra de materiales.

Maquinaria:

- Falta de gestión de mantenimiento en las máquinas de soldar.
- Necesidad de tener más máquinas de soldar en stock operativas.

Mano de obra:

- No existe una capacitación constante a los colaboradores.

Medio Ambiente:

- Escasa práctica de segregación de residuos sólidos.

4.3 Realizar la propuesta de gestión del mantenimiento para encontrar en el área de producción la eficacia y eficiencia de las máquinas de soldar

Igualmente, para iniciar a elaborar la propuesta de mejora se ha tomado las partes de la gestión de mantenimiento podremos tener menos horas de paradas por mantenimiento pasivos y tener mantenimientos preventivos los cuales nos darán una mejor gestión de los equipos y tener una menor pérdida de horas o tiempos muertos en trabajadores que se merecen tener equipos en total funcionamiento los cuales permitirán mejorar la productividad. Esta se encuentra en el Anexo 9 (Tabla 12, 13 y 14 de Productividad de las máquinas de soldar de los meses Octubre – Diciembre 2020)

4.4 Análisis de Costo Beneficio de la Propuesta de Gestión de Mantenimiento para la mejora del rendimiento de las máquinas de soldar de una empresa metalmecánica de Talara – 2020 en el área de producción.

Teniendo ya hecha la propuesta de gestión del mantenimiento ideal para el negocio o empresa de metal mecánica y a través de esa manera se pueda aumentar la productividad, procederemos a ejecutar nuestro análisis costo beneficio. Como primer paso determinaremos los costos de la inversión para implementar a futuro el plan, así como costos de realización anualizados adicionalmente costos de material que vamos a necesitar para llevar a cabo el mantenimiento, también de otros gastos para las debidas diligencias de la gestión en los mantenimientos.

3.4.1 Valor de inversión aproximados en la Propuesta de Gestión del Mantenimiento para la mejora de la eficiencia de las máquinas de soldar en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara – 2020

Para empezar, se tendrá que cuantificar costos de inversión que nos permitirá desplegar la coordinación de un mantenimiento en donde se plantea ejecutar un programa de mantenimiento precautorio para los equipos de soldar de la empresa metal mecánica cuyo propósito es prevenir futuros daños en las maquinarias de soldar. También abarca las actividades previas para su diligencia, así como la instalación de un espacio - taller, para un almacén de materiales y repuestos, entre otros.

Instalación del taller de mantenimiento en la empresa metal mecánica

Para llevar a cabo la instalación se considera un costo de **S/12499 soles**, el cual se detalla en la tabla 5 los costos para la instalación del taller de mantenimiento.

ACONDICIONAMIENTO DE TALLER	PRECIO EN S/
Construir un taller, se de material noble de ladrillo con área de 5x5 m2 con techa de calamina	7000
Multitester digital	300
Pistola termómetro infrarrojo medidor de temperatura	200
Pinza amperimetrica	999
2 cajuelas de instrumentos llaves básicas para los técnicos	700
Mesa metálica para equipos en reparación	700
Laptop marca Lenovo	1000
anaqueles	600
impresora hp	400
Escritorio de melamine	600
	s/12499

Tabla 5. Acondicionamiento del Taller de Mantenimiento

Ordenamiento del almacén

Dentro del almacén se pondrán las herramientas, repuestos y materiales consumibles usados para las tareas de mantenimiento propuestas que forman parte del mantenimiento preventivo, estará formado por 3 anaqueles de 6 niveles empotrados para una mayor seguridad de los colaboradores de la empresa y de esta manera poder todas las cosas organizarlas en esta área y se exhiba una apariencia organizada y poder ahorrar tiempo, también se comprará suministros para tener stock y no estar saliendo a comprar a tiendas retrasando el tiempo de mantenimiento algunos de estos son soldadura, relés, contactores, borneras , tarjetas electrónicas, ventiladores, etc. Se calcula un coste de S/1000 soles.

Adiestramientos

Para la gestión de mantenimiento se hará de conocimiento el plan de mantenimiento preventivo y las funciones expuestas en toda la organización, en el área de producción se empleará los formatos para el registro del mantenimiento de la empresa metalmeccánica, lo cual implicará material y talento humano utilizado de diferente sitio de la zona. La inversión asumida será de **S/.1000soles**

Figura 8: Costos de inversión aproximados para la gestión de mantenimiento

I. Tangible	
Requerimiento	Costo
Acondicionamiento de taller	12499
Ordenamiento de Almacén	1000
TOTAL	13499
I. Intangible	
Requerimientos	Costo
Adiestramiento o capacitación a los colaboradores en plan de mantenimiento	1000
TOTAL	1000

Fuente: Creación propia

En este sentido tenemos un valor de costo de inversión aproximado para la propuesta de gestión de mantenimiento es de **S/14499 soles**

3.4.2 Costes anualizados para realizar la Propuesta de Gestión del Mantenimiento para la mejora de la eficiencia de las máquinas de soldar de una entidad metalmecánica Talara – 2020 en el área de producción

DESCRIPCION	SUBTOTAL	MESES	TOTAL
Electricista	1200	12	14400
Practicante	400	12	4800
		TOTAL	S/19200

En la tabla 6 Colaboradores propuestos para el área de mantenimiento

Fuente: Realización propia

En el cuadro 6, mostramos el costo anual de gestión de mantenimiento, con los colaboradores para realizar las tareas o actividades descritas en el proyecto de mantenimiento. Costo anual de **s/ 19200 soles**.

Material de oficina para la Propuesta de Gestión del Mantenimiento para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara – 2020

Implementos de Office				
Descripción	Precio	Unidad	Cantidad	Subtotal
Papel	22.3	Millar	19	423.7
Varios				100.9
Resaltadores	5	Caja	3	15
Lápices	28	Caja	2	56
Lapiceros	8	Caja	3	24
Archivadores	8	Unidad	10	80
			TOTAL	S/699.6

Tabla 7 Útiles de Oficina

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7 se muestra el material que se necesitará para realizar el control en la gestión de mantenimiento, acorde a los formatos propuestos, teniendo un costo anualizado de **S/699.6 soles**

Adiestramiento de los colaboradores en temas de mantenimiento autónomo

Esto se ejecutará de manera externa por un equipo exclusivo en ofrecer capacitaciones con competencia profunda del tema. Las mismas serán complementadas cada mes, al trabajador en asuntos de las responsabilidades correspondientes al mantenimiento autónomo como es lubricación, ajuste, higiene, control de las máquinas de soldar, de donde se desliga otro tema considerable que es la metodología aplicada a este mantenimiento que corresponde a las 5`S, Siguiendo asunto considerable a ajustar es, el desarrollar competencias y talentos de los trabajadores para así conservar altos niveles en la fase de producción. Se toma un costo de capacitación de **s/ 3500** incluidos gastos por alimentación.

Siendo así que se tiene el costo anualizado el mismo que pondrá en despliegue la gestión de mantenimiento para el área de producción de la empresa metal mecánica 2020 tiene un costo de s/ 23,399.6 soles.

3.4.3 Costes anualizados de repuestos y materiales para la Propuesta de Gestión del Mantenimiento para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de producción de una entidad de metalmecánica Talara – 2020

COSTES ANUALES DE LOS MATERIALES Y REPUESTOS				
Materiales	Cantidad	Precio. Unitario soles	Unid.	Sub Tot
Limpiador de Contacto	40	15	Unidad	600
Sopladora compresor	1	500	Unidad	500
Trapo Industrial	10	25	Kilo	250
Pintura uretano balde metálico	5	160	Balde	800
Silicona	10	10.9	Canuto	109
Cinta Aislante 3M	15	3.5	Unidad	52.5
Relay	5	330	Unidad	1650
Contactores	10	165	Unidad	1650
Borneras	10	99	Unidad	990
Cables Porta Electrodo	40	15	Metro	600
Pinza a tierra	8	15	Unidad	120
Coolers o ventiladores	10	70	Unidad	700
			TOTAL	S/8021.5

Tabla 8. Costes anualizados de los materiales y repuestos para el plan de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Se observa el costo anualizado de necesario material para la etapa de planificación oportuna en la creación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción.

Por lo tanto, el importe anual de los materiales para este hito es de S/8021.5

El coste total, se calcula sumando el coste de inversión, coste de ejecución y los costes anualizados de los materiales y repuestos a utilizar en la propuesta de gestión de mantenimiento.

Costo total = (14499 + 23399.6 + 8021.5) soles

Costo total = 45920.1

Para hallar el costo anualizado de nuestra propuesta, restaríamos el monto de la inversión.

$$\text{Costo anual} = (\$45920.1 - \$14499)$$

$$\text{Costo anual} = \$31421.10$$

Tabla 9. Evaluación de la pérdida por carencia de mantenimiento preventivo

MES	TOTAL DE PULGADAS PERDIDA POR MES	KILOS DE ELECTRODOS POR PULGADA PERDIDA AL MES DE 5 MAQUINAS	COSTO DEL ELECTRODO	COSTO DE PRODUCCIÓN PERDIDA
ENERO				
FEBRERO	500	75	18	1350
MARZO				
ABRIL	500	75	18	1350
MAYO				
JUNIO	500	75	18	1350
	1500	225	54	\$/4050

Fuente: Propia elaboración

Tabla 10. Costo de componentes para mantenimiento correctivo

COSTES DE COMPONENTES PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
MAQUINA DE SOLDAR	FALLA	ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO DE REPUESTO	COSTO DE MANO DE OBRA	SUBTOTAL DOLARES
MAQUINA SOLDAR 01	TARJETA S MADRE	REEMPLAZO	1	\$900	\$100	\$1000
MAQUINA SOLDAR 01	TARJETA S MADRE	REEMPLAZO	1	\$900	\$100	\$1000
MAQUINA SOLDAR 01	TARJETA S MADRE	REEMPLAZO	1	\$900	\$100	\$1000
MAQUINA SOLDAR 01	TARJETA S MADRE	REEMPLAZO	1	\$900	\$100	\$1000
MAQUINA SOLDAR 01	TARJETA S MADRE	REEMPLAZO	1	\$900	\$100	\$1000
TOTAL X CADA DOS MESES EN 6 MESES						5000*3.3=S/16500 *3= S/49500

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Costes de operarios sin operar

MANO DE OBRA INOPERATIVA	PRECIO POR HORA	CANTIDAD DE PERSONAL PARADO	TIEMPO POR MES CADA DOS MESES	
	12.01875	5	40	2403.75
	12.01875	5	40	2403.75
	12.01875	5	40	2403.75
TOTAL				S/7211.25

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Rentabilidad de la propuesta de gestión de mantenimiento para la empresa metal mecánica.

Ingresos = 20 pulgadas * 150 soles * 30 días

Ingresos = S/90000 soles

Inversión = 20 pulgadas * 98 soles * 30 días

Inversión = S/58800 soles

Ingreso-inversión = utilidad

Entonces

Utilidad = S/31200

% rentabilidad = utilidad/inversión

$$= 31200 / 58800$$

% rentabilidad = 53.06%

B1 = 1500 horas * 12.5 pulgadas/ hora * 53.06 %

B1 = 9948.75 * 2 semestres

B1 = S/19897.5

Cuando ahorramos entre las dos gestiones

B2 = S/60761.25 – S/31421.10

B2 = S/29340.15

B1+B2 = S/49237.65

B/C = 49237.35 / 31421.10

B/C = 1.57

El resultado es de 1.57; eso nos da a entender que, por cada sol invertido, se obtiene 0.57 soles de beneficio, por lo tanto, se propone la gestión de mantenimiento.

V. DISCUSIÓN

Según Díaz (2017) sobre la pesquisa llamada que trata sobre implementar un mantenimiento preventivo para acrecentar la productividad de la empresa industrial llamado CORPORACION REX S.A realizado el 2017 en el lugar de Carabayllo, nos enseñó sobre la productividad donde esta subió a un valor de 26.08%. Según Chapoñan (2017) en su pesquisa que aborda el tema de mantenimiento preventivo en flota pesada Caterpillar en la empresa Ferreyros en el año 2017 en la ciudad del Callao se verificó donde el promedio de la producción antes era de 35.9167%, mucho menor que la media de la producción después en 56.3333%. En nuestra pesquisa se elaboró un plan de gestión de mantenimiento de para acrecentar la productividad de las máquinas de soldar en el proceso de producción basada en mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo y el uso de formatos de gestión, con esto se lograría una productividad mejorada de 23%.

Según Flores (2017) en su pesquisa llamada gestión de un sistema aplicando un mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de servicios industriales línea Aasted de la empresa Nestlé Perú S.A Lima 2017” se pudo hallar que la productividad anterior de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento es de 38.57%. Gomero (2017) en su pesquisa llamada “estudio para mejorar la productividad laboral aplicando la gestión de mantenimiento en el área de mantenimiento - lima, en la empresa compañía peruana de ascensores s.a., comas, 2017” se pudo ubicar que el rendimiento pasado de la aplicación de gestión de mantenimiento fue de 62.85%. En nuestra pesquisa llamada “Gestión Del Mantenimiento Para La Mejora De La Producción De Las Máquinas De Soldar En El Área De Producción De Una Empresa De Metalmecánica Talara - 2020” desarrollada se pudo hallar que la productividad actual promedio fue de 65%.

Según Espejo (2017) en su pesquisa para aumentar el rendimiento en el proceso De destilación de la empresa D`Cobre - 2017". Uno de sus objetivos es centrarse en una evaluación de la actual situación de Mantenimiento en el proceso de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L. la empresa sobre la cual se realiza la investigación Espejo menciona que la empresa solamente aplica el mantenimiento inesperados es decir en otras palabras solo se actúa como un bombero se arreglan las maquinas en el instante que fallan por lo tanto esto ocasiona paradas que no se tienen programadas en producción generando altos gastos, que se traducen en pérdidas económicas además en pérdidas de tiempo en la reparación de fallas en las máquinas, gastos innecesarios por personal improductivo, adquisición de repuestos, entre otros. Además, la entidad no cuenta con un taller donde hacer sus mantenimientos lo que se traduce en contratar a terceros para realizar dicha actividad. En nuestra pesquisa desarrollada para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de producción de una empresa de metalmecánica Talara – 2020" se describe como se realiza actualmente el mantenimiento en la cual se detalla el diagrama de operación de cada una de las procesos que se realizan dentro del proceso de producción de montaje de tubería encontrándose que solo se hacía mantenimiento correctivo igual a lo mencionado por Espejo presentándose problemas similares a los de Espejo. Por lo expuesto del autor mencionado y la presente pesquisa se llega a la deducción que la gestión de mantenimiento influye de manera significativa en la productividad.

Según Olivera (2019) en su pesquisa que trata de acrecentar la productividad en una compañía papelera del distrito de Chaclacayo– 2019" la mejora de la eficiencia se da aplicando la gestión de mantenimiento en la maquinaria papelera, teniendo antes una media de 85.15% una vez puesto en práctica la gestión de mantenimiento se pudo lograr un 91.88% aumentando 6.73% la eficacia antes era de 85.08% teniendo en práctica la gestión de mantenimiento alcanzo 97.64% aumentado 12.56%, estos resultados guardan relación con nuestro proyecto de investigación de gestión del Mantenimiento para la mejora de la productividad de las equipos de soldar en el área de producción de una empresa metalmecánica Talara – 2020" teniendo una eficiencia antes de 111% después de aplicada la gestión de mantenimiento mejoró en 100% porque ya no se trabaja horas extras al tener equipos en óptimas condiciones. La eficacia antes de la propuesta estimaba el 59% aplicando la propuesta mejora en 88%.

Según Espejo (2017) en su pesquisa que propone incrementar la productividad en el proceso de destilación de la empresa D`Cobre - 2017” uno de sus objetivos es calcular el costo beneficio de la gestión , se puede inferir que tiene un buen parámetro de rentabilidad ya que por cada 1 sol empleado se puede obtener 0.76 soles de ganancia con ello se puede obtener beneficios económicos para la empresa y mejor productividad en los equipos y trabajadores de la empresa. En nuestra investigación denominada gestión del mantenimiento para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de producción de una empresa de metalmecánica talara – 2020” uno de sus objetivos es calcular el costo beneficio de la propuesta , se puede inferir que tiene un buen parámetro de rentabilidad ya que por cada 1 sol asignado se puede obtener 0.57 soles de utilidad con ello se puede obtener beneficios económicos para la empresa y mejor productividad en los equipos de soldar y trabajadores de la empresa.

VI. CONCLUSIONES

1. La elaboración de la propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad de las máquinas de soldar de una empresa metalmecánica talara 2020 contiene las fases de mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y uso de formatos de gestión, para tener un buen control de los equipos de soldar y poder dar un mejor mantenimiento a los equipos sin tener paradas largas que afecta a la empresa.

2. La elaboración de la propuesta permitió poder calcular la productividad actual de empresa metalmecánica dándonos a conocer que la productividad no es tan buena y además de ser costosa nos demostró que estos valores pueden mejorar realizando la gestión de mantenimiento.

3. Que el actual manteamiento correctivo que se realiza no es el más adecuado por lo que se optó por una gestión de mantenimiento.

4. De realizar la propuesta de gestión de mantenimiento se puede ver que la eficiencia y eficacia de las máquinas de soldar mejorarían en el área de producción lo cual nos indica que se puede dar pase al proyecto y sería una muy buena aplicación en la vida real ya que se lograría obtener una mejora en promedio de 10% para eficiencia y de 29% en eficacia.

5. Después de la haber calculado el costo beneficio de la propuesta se pudo hallar que el proyecto sería rentable para la empresa dado que por cada 1 sol invertido se puede obtener 0.57 soles lo cual nos indica que es conveniente por tener rentabilidad. Y pueda ser evaluado y posiblemente aprobado por gerencia.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere en primer lugar a la empresa metalmecánica emplear la gestión de mantenimiento, porque así alcanzará un beneficio costo de 1.57 lo que representa que con cada sol destinado se logrará un ingreso de S/ 0.57 nuevos soles.

2. Se aconseja a estudiantes posteriores que cuenten con predisposición en el plan, la ejecución sobre un planteamiento de mantenimiento, de igual modo presentar la ejecución de un sistema de requerimiento de los componentes en el espacio de almacén, a fin de que se programe la llegada de estos con precisión y pueda conservarse un tiempo de ahorro y pueda la productividad seguir aumentando.

3. Los mandos principales de la empresa deben dedicar considerable énfasis de soporte hacia sus trabajadores e incorporarse al equipo de trabajo en el sector de producción, y de esta manera obtener un ámbito profesional ameno siendo lo principal que se tenga una excelente participación entre todos.

4. Así mismo se sugiere a los obreros tener la data registrada a través de los modelos otorgados para un buen control para el mantenimiento con la finalidad de tener el registro necesario de las máquinas o equipos de la entidad.

5. La propuesta de gestión de mantenimiento puede ser sometidas a mejoras posteriores con la finalidad de aplicarle mejora continua para que ayude a tener mejores resultados de productividad y mejorar la relación hombre máquina.

Variable	Descripción Conceptual	Dimensión	Definición Operacional	Indicador	Serie de Medición	Técnicas para la recolección de información	Instrumentos sobre recolección de información
Gestión de Mantenimiento	"Conjunto de operaciones que permiten mantener o reparar un bien a una condición más favorable, contemplando la calidad del producto, y la integridad de las personas, al menor costo posible" (SEAS, 2010).	Disponibilidad Operacional	$DO = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$	%Disponibilidad(D O)	Razón	Análisis documental	Ficha de cálculo de la disponibilidad (Anexo 4)
		Estado inicial del mantenimiento	Sumatoria de los costos de todos mantenimientos correctivos realizados durante el año	Costo de los mantenimientos correctivos	Razón Nominal	Análisis documental Encuesta Entrevista	Ficha de costos (Anexo 5) Cuestionario (Anexo 1) Guía de entrevista
Productividad	"Medida mediante la cual se puede determinar la eficiencia y la eficacia realizada	Objetivos cumplidos	$K = \frac{\text{pulgadas ejecutadas}}{\text{pulgadas planificadas}}$	Eficacia (K)	Razón	Análisis documental	Guía de análisis documental Ficha de cálculo de eficacia (Anexo 3)

	en una labor que genere valor económico" (Galindo, Mariana y Viridiana Ríos, 2015)	Utilización de recursos	$X = \frac{\text{tiempo invertido}}{\text{tiempo previsto}}$	Eficiencia (X)	Razón	Análisis documental	Guía de análisis documental Ficha de cálculo de eficiencia (Anexo 2)
--	--	-------------------------	--	----------------	-------	---------------------	--

REFERENCIAS

AENOREN. Buscador de Normas 60300-1, 2014 [en línea]. [Fecha de consulta: 22 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2LSI4pp>

Aguaiza José. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la planta de producción de la empresa electrificaciones del Ecuador S.A “Elecdor”. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2016. Disponible en: <https://bit.ly/2LZnfsh>

Apaza Ronald. "el modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera chama Perú E.I.R.L. Ananea - 2015". Universidad andina “Néstor Cáceres Velásquez”. Juliaca, 2015. Disponible en: <https://bit.ly/2awcwwi>

Aillón, Edison. Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del gadm de pelileo. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato, 2016. Disponible: <https://bit.ly/3bUbWMR>

Baldín, Furlanetto, Roversi, Turco. Manual de mantenimiento de instalaciones industriales. Barcelona, 1982. Disponible en: <https://bit.ly/2Vbaikr>

Bravo y Barrantes. Administración del Mantenimiento Industrial. UNED. Costa Rica, 2001. Disponible en: <https://bit.ly/2Z4RMIS>

Oropeza (1991) Indicadores de calidad y productividad. Disponible en : <https://bit.ly/36ouWSx>

Castañeda, Víctor. Tesis en Gestión de mantenimiento, Universidad Señor de Sipán, Trujillo 2016. Disponible: <https://bit.ly/36rKlvR>

Castellano, Wilfredo. “Mantenimiento Centrado En Confiabilidad para Estaciones De Flujo”. Trabajó Especial de Grado, para optar al título de Ingeniero Mecánico. Universidad del Zulia. Cabimas Venezuela, 2005. Disponible en: <https://bit.ly/37Ydc0N>

Checa, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones Sol. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2014. Disponible: <https://bit.ly/3gii0SE>

Control De Los Materiales Y De La Productividad, 2013. [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2Xhomc4>.

Durán José. Nuevas Tendencias en el Mantenimiento de Centrales de Generación Eléctrica, 2007. The Woodhouse Partnership Limited” Headley Road, Newbury Berkshire RG19 8LT. Disponible en: <https://bit.ly/5TjVrgwm>

Díaz N. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior Algeciras Universidad de Cádiz, 2004. Disponible en: <https://bit.ly/3expQ9Q>

Kardek, Alan. Mantenimiento. Gestión estratégica, QualityMark 2002.
Disponible en: <https://bit.ly/2AX8pk3>

Krajewski, Ritzman y Malhotra. Administración de Operaciones [en línea]. [Fecha de consulta: 10 de Abril de 2020]
Disponible en: <https://bit.ly/3giiqkA>

Nusbaumer & Rauzy. Fault tree linking versus event tree linking approaches: a reasoned comparison, 2013 [en línea]. [Fecha de consulta: 12 de Abril de 2020].
Disponible en: <https://bit.ly/2Xk2ChN>

Milton Fonseca, Ubiratan, Jandecy, Tirso y Reyes. Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas. Colombia: Universidad Nacional del Colombia – Portal de Revistas UN, 2017.
Disponible: <https://bit.ly/3ebUowZ>

Murillo, Willian (La investigación Científica): [en línea]. [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2020], 2008. Disponible: <https://bit.ly/3ggUDsD>

Rojas, Víctor. Metodología de la Investigación, Diseño y Ejecución. Ediciones de la U, 2011. Disponible: <https://bit.ly/36qvuHn>

Rodríguez, José. Notas sobre economía cubana, 1993 [en línea]. [Fecha de consulta: 19 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2Tv9JRI>

Rodríguez y Gómez, Indicadores de calidad y productividad en la empresa, Corporación Andina de Fomento, 1991. Disponible en: <https://bit.ly/36ouWSx>

Revista chilena de ingeniería [en línea]. [Fecha de consulta: 10 de Abril de 2020], 1991. Disponible en: <https://bit.ly/2WY3DeH>

Salazar, Bryan. Mantenimiento Industrial e Ingeniería Industrial Lima: 2019. [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de Abril de 2020]. Disponible: <https://bit.ly/2TxUWpo>.

Scielo.org. Maintenance approaches for different production methods. Motores eléctricos. [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de Abril de 2020]. Disponible: <https://bit.ly/36rkiua>

Zapata, José. Gestión de mantenimiento en los transportadores de cajas de cerveza en la línea de envasado N° 03 en una planta embotelladora de bebidas de Motupe, Chiclayo. Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en <https://bit.ly/2InDRci>.

Hernández, Fernández y Baptista. Metodología de la Investigación, Editorial MgGrawHi, 2014. Disponible en: <https://bit.ly/2A03JJM>

Galindo, Mariana y Viridiana Ríos. Productividad en Serie de Estudios Económicos, Editorial México ¿cómo vamos? 2015. Disponible en: <https://bit.ly/2M6kwh7>

Castañeda y Gonzáles, Sistemas ergonómicos, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible: <https://bit.ly/36rKlvR>

Ponce y Campoverde. "Estudio para un programa de mantenimiento preventivo para reducir el elevado nivel de paras imprevistas en los motores eléctricos del departamento

de tostión en la empresa gusnobe s.a. Milagro: Universidad Estatal de Milagro. Publicación disponible: <https://bit.ly/2YR5iRx>.

Yepez Remigio. Diseño de un Sistema de Control de Producción basado en la filosofía Lean Manufacturing o Manufactura esbelta para incrementar la productividad en el proceso productivo de la Empresa, Arena Confecciones, 2008. Disponible en: <https://bit.ly/2XQjkWf>.

Wilmer, Henry, Mamani Luis. Propuesta de mejora del procedimiento de atención de soporte técnico, compra de repuestos y actualización de inventario aplicando gestión de incidencias basadas en itil v3.0 en la sede del gobierno regional del callao. Tesis para Licenciarse en Ingeniería industrial. Lima: Universidad Privada del Norte, 2017. Disponible en: <https://bit.ly/2KjVegw>.

Flores Alvarado. Aplicación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de servicios industriales línea Aasted de la empresa Nestlé Perú S.A Lima 2017

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/21169>

Gomero Colque Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad laboral en el área de mantenimiento- lima, en la empresa compañía peruana de ascensores s.a., comas, 2017 Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12437>

Chapoñan Seminario Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada caterpillar de ferreyros s.a., callao, 2017 Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31542>

Díaz Purizaga Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo – 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/13281>

Espejo “Gestión Del Mantenimiento Para Incrementar La Productividad En El Área De Destilación De La Empresa D`Cobre - 2017” Disponible en:

<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5649/Espejo%20Castro%20Ariana%20Marghori%20del%20Milagro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Olivera “Gestión de mantenimiento en el área de producción para aumentar la productividad en una empresa papelera del distrito de Chaclacayo – 2019” Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39808>

LIBRO MANTENIMIENTO INDUSTRIAL GALLARA PONTELLI

<https://www.alfaomegacloud.com/reader/mantenimiento-industrial-pontelli?location=6>

Anexo 1: Cuestionario dirigida a los trabajadores de una empresa de metalmecánica Talara – 2020.



ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA

Objetivo: recolectar información para la propuesta de gestión del mantenimiento para la mejora de la productividad de las máquinas de soldar en el área de una empresa metalmecánica Talara - 2020

I. Información General

Nombre: _____

Lugar y fecha: _____

Sexo: Masculino Femenino

Cargo que desempeña: _____

Área: _____

Nivel de instrucción: Superior técnico Superior Universitario

Experiencia en el cargo: 6 Meses 1 Año 3 a más años

II. Marque con un aspa (X) la respuesta que más se aproxima a lo que sucede en el área de mantenimiento y en algunas preguntas justifique su respuesta.

1. ¿Se considera capacitado para realizar la inspección diaria de las máquinas de soldar?

- a) Si
- b) No

2. ¿Existe un plan de mantenimiento?

- a) Si
- b) No

3. ¿Conoce de las normativas de mantenimiento para el cuidado de los activos de la empresa?

- a) Si
- b) No

4. ¿Los recursos como electrodos, discos abrasivos y otros insumos que se necesitan para la ejecución de las actividades de soldeo de tuberías son requeridas a su tiempo?

- a) Si
- b) No

5. ¿Se les ha informado de la ficha técnica de las máquinas de soldar?

- a) Si
- b) No

6. ¿Conoce el tiempo de vida útil de las máquinas de soldar?
 - a) Si
 - b) No

7. ¿Se presentan fallas en las máquinas?
 - a) Siempre
 - b) Pocas veces
 - c) Rara vez

8. ¿Se considera capacitado para resolver problemas de manera momentánea ante una falla en la maquinaria?
 - a) Si
 - b) No

9. ¿La empresa brinda asistencia técnica en la preparación de estándares de mantenimiento?
 - a) Si
 - b) No

10. ¿Quiénes son los encargados de realizar las tareas de mantenimiento?
 - a) El personal de producción
 - b) Personal especializado en mantenimiento
 - c) Terceros

11. ¿Considera que el mantenimiento de las máquinas de soldar es fundamental en el proceso de producción?
 - a) Si
 - b) No

12. ¿La empresa cuenta con un plan de gestión de mantenimiento de equipos de soldadura?
 - a) Si
 - b) No

13. Ante la presencia de una falla en los equipos de soldadura. ¿Comunica Ud. a sus supervisores o encargados del área de producción?
 - a) Si
 - b) No

14. ¿Considera Ud. que la capacitación del personal con respecto a la manipulación de equipos de soldadura es necesaria?
 - a) Si
 - b) No

15. ¿Tiene usted conocimiento de Seguridad y Salud ocupacional en cada proceso de armado en tubería de acero al carbono?

- a) Si
- b) No

16. ¿Cuál de los riesgos en mención se genera con **Más** frecuencia durante los trabajos de soldadura de tubería?

- a) Electrocuicion
- b) Chancones
- c) Quemaduras
- d) Asfixia

Elaboración: Fuente propia

Resultado1 [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

```
/VARIABLES=VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006 VAR00007 VAR00008 VAR00009 VAR00010 VAR00011 VAR00012 VAR00013 VAR00014 VAR00015 VAR00016  
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL  
/MODEL=ALPHA.
```

Análisis de fiabilidad

[Conjunto_de_datos0]

Escala: TODAS LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

Casos	Validos	N	%
	13	13	100,0
	Excluidos ^a	0	,0
	Total	13	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,710	16

IBM SPSS Statistics Processor está listo H. 44. W. 1011 pt. 13:21 13/06/2020

Encuesta realizada a los trabajadores de la empresa metal mecánica Talara 2020



Máquinas de soldar XTM 350 inoperativas por falta de mantenimiento preventivo



Anexo 2. Ficha de cálculo de eficiencia para 3 meses

FICHA DE EVALUACIÓN DE EFICIENCIA MENSUAL JULIO 2020				
Maquina de soldar	TIEMPO PREVISTO	TIEMPO INVERTIDO	Eficiencia	Porcentaje de Eficiencia
Maquina de soldar 1	216	250	1.16	116%
Maquina de soldar 2	216	230	1.06	106%
Maquina de soldar 3	216	232	1.07	107%
Maquina de soldar 4	216	240	1.11	111%
Maquina de soldar 5	216	240	1.11	111%
Maquina de soldar 6	216	240	1.11	111%
Maquina de soldar 7	216	230	1.06	106%
Maquina de soldar 8	216	240	1.11	111%
Maquina de soldar 9	216	220	1.02	102%
Maquina de soldar 10	216	235	1.09	109%

Elaboración: Fuente propia

FICHA DE EVALUACIÓN DE EFICIENCIA MENSUAL AGOSTO 2020				
Máquina de soldar	TIEMPO PREVISTO	TIEMPO INVERTIDO	Eficiencia	Porcentaje de Eficiencia
Maquina de soldar 1	208	240	1.15	115%
Maquina de soldar 2	208	225	1.08	108%
Maquina de soldar 3	208	230	1.11	111%
Maquina de soldar 4	208	215	1.03	103%
Maquina de soldar 5	208	240	1.15	115%
Maquina de soldar 6	208	230	1.11	111%
Maquina de soldar 7	208	240	1.15	115%
Maquina de soldar 8	208	240	1.15	115%
Maquina de soldar 9	208	225	1.08	108%
Maquina de soldar 10	208	230	1.11	111%

Elaboración: Fuente propia

FICHA DE EVALUACIÓN DE EFICIENCIA MENSUAL SETIEMBRE 2020				
Máquina de soldar	TIEMPO PREVISTO	TIEMPO INVERTIDO	Eficiencia	Porcentaje de Eficiencia
Maquina de soldar 1	208	232	1.12	112%
Maquina de soldar 2	208	225	1.08	108%
Maquina de soldar 3	208	240	1.15	115%
Maquina de soldar 4	208	215	1.03	103%
Maquina de soldar 5	208	230	1.11	111%
Maquina de soldar 6	208	240	1.15	115%
Maquina de soldar 7	208	220	1.06	106%
Maquina de soldar 8	208	232	1.12	112%
Maquina de soldar 9	208	225	1.08	108%
Maquina de soldar 10	208	240	1.15	115%

Elaboración: Fuente propia

Anexo 3. Ficha de cálculo de eficacia para 3 meses

FICHA DE EVALUACIÓN DE EFICACIA DEL MES DE JULIO				
MAQUINA DE SOLDAR	Pulgadas planificadas	Pulgadas ejecutadas	Eficacia	Porcentaje de eficacia
Maquina de soldar 1	540	322	0.60	60%
Maquina de soldar 2	540	344	0.64	64%
Maquina de soldar 3	540	328	0.61	61%
Maquina de soldar 4	540	337	0.62	62%
Maquina de soldar 5	540	328	0.61	61%
Maquina de soldar 6	540	334	0.62	62%
Maquina de soldar 7	540	327	0.61	61%
Maquina de soldar 8	540	325	0.60	60%
Maquina de soldar 9	540	327	0.61	61%
Maquina de soldar 10	540	321	0.59	59%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ficha de cálculo de eficacia para 3 meses

FICHA DE EVALUACIÓN DE EFICACIA DEL MES DE AGOSTO				
MAQUINA DE SOLDAR	Pulgadas ejecutadas	Pulgadas planificadas	Eficacia	Porcentaje de eficacia
Maquina de soldar 1	520	294	0.57	57%
Maquina de soldar 2	520	296	0.57	57%
Maquina de soldar 3	520	298	0.57	57%
Maquina de soldar 4	520	294	0.57	57%
Maquina de soldar 5	520	308	0.59	59%
Maquina de soldar 6	520	285	0.55	55%
Maquina de soldar 7	520	284	0.55	55%
Maquina de soldar 8	520	284	0.55	55%
Maquina de soldar 9	520	302	0.58	58%
Maquina de soldar 10	520	296	0.57	57%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ficha de cálculo de eficacia para 3 meses

FICHA DE EVALUACIÓN DE EFICACIA DEL MES DE SETIEMBRE				
MAQUINA DE SOLDAR	Pulgadas ejecutadas	Pulgadas planificadas	Eficacia	Porcentaje de eficacia
Maquina de soldar 1	520	318	0.61	61%
Maquina de soldar 2	520	316	0.61	61%
Maquina de soldar 3	520	310	0.60	60%
Maquina de soldar 4	520	300	0.58	58%
Maquina de soldar 5	520	308	0.59	59%
Maquina de soldar 6	520	302	0.58	58%
Maquina de soldar 7	520	314	0.60	60%
Maquina de soldar 8	520	306	0.59	59%
Maquina de soldar 9	520	300	0.58	58%
Maquina de soldar 10	520	310	0.60	60%

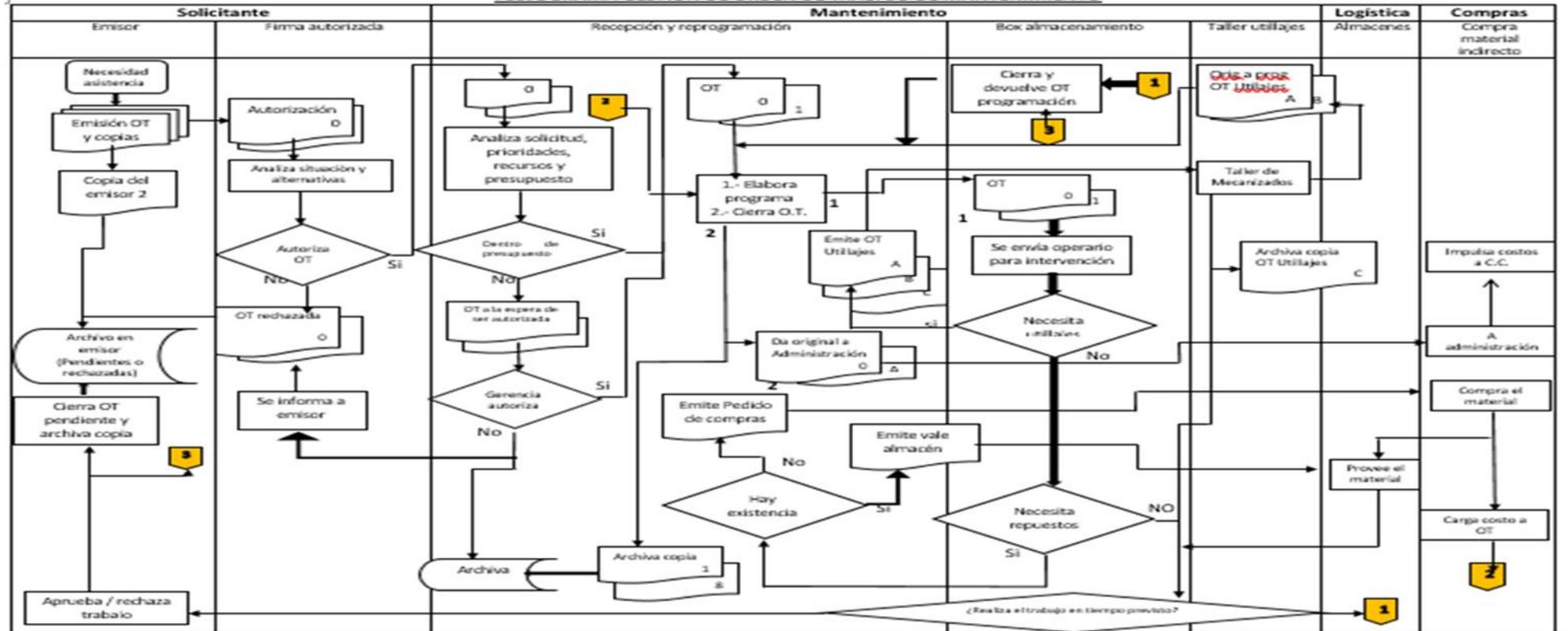
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Ficha de cálculo de la disponibilidad

MES	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
ENERO 2020	80	20	80%
MARZO 2020	70	40	63.6%
JUNIO 2020	60	15	80%

Fuente: Elaboración Propia

FLUJOGRAMA GESTIÓN DE ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO





Anexo 6. Entrevista de opinión

Esta entrevista está dirigida al supervisor de soldadura sobre la problemática que ocurre en dicha empresa con respecto a la disponibilidad y productividad en las máquinas de soldar.

Las siguientes preguntas son realizadas al supervisor de soldadura del área de producción con la finalidad de obtener la información necesaria para poder llevar a cabo este proyecto con la mayor objetividad y formalidad en afinidad a los trabajos de mantenimiento.

Titular de la Empresa: Empresa Metalmecánica 2020

Nombre del Entrevistado: Victor Chang

Cargo del Entrevistado: Supervisor de Soldadura

Experiencia laboral del Entrevistado: 14 años

Fecha de Entrevista: 02/09/2020

1) Explique los procesos de soldadura en el área de producción.

En el taller básicamente para el proceso de soldadura que tenemos por pulgada diaria que se realizan diario es el proceso gtaw se utiliza gas de tungsteno proceso mecanizado. Con la maquina se puede soldar desde acero al carbono hasta acero inoxidable.

2) De los mencionados, en cuáles se presentan problemas o puntos de mejora. Detalle por favor.

El operario no tiene una buena maniobrabilidad para trabajar manualmente para poder llevar un buen avance no regula bien el amperaje. Tenemos rechazos por parte del cliente. También se presentan problemas por falta de mantenimiento en las máquinas de soldar el proceso se detiene y la productividad es baja.

3) Los problemas mencionados, qué consecuencias han traído para la empresa en cuanto a rentabilidad, ingresos, imagen, fidelización de clientes.

El primer impacto es el económico por tener juntas rechazadas por falta de habilidad del operador. Las maquinas en mal estado porque no cumplen con el parámetro según lo que indique el procedimiento de soldadura.

Falla en el mantenimiento como se ha detectado en la empresa.

Mala imagen para la empresa por el fuerte rechazo de soldadura.

4) ¿Con qué NTP de soldadura trabajan?

Norma técnica americana AWS que te da los parámetros de soldadura para los equipos automáticos o semiautomáticos.

5) ¿Cuáles son las características físicas de las máquinas de soldar que emplean?

Las máquinas de soldar marca Miller son las más confiable tenemos para el proceso de soldadura

6) ¿Sabe usted que es una gestión de mantenimiento?

Gestión significa se inicia con la recopilación de información. Lo que se quiere tabular las paradas que tenemos por mantenimiento con todos esos parámetros se realiza el plan de mantenimiento se requiere la disponibilidad mecánica de las máquinas de soldar y disminuir los tiempos de parada en n a jornada de producción. Los recursos que se tienen para el mantenimiento que tener la mano de obra propia, repuestos o de una subcontratista

7) ¿Es factible la implementación de tal sistema, considerando su actual problemática?

Por supuesto una gestión está en su sistema de control que demarca la norma 14424 tiene formatos que están estandarizados es un estándar que solamente que el mantenimiento como un proceso en el equipo sino lo ve como una etapa integral. La gestión de mantenimiento ve que componentes han sido cambiado en las maquinas

El tpm es la excelencia en mantenimiento.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad.

8) ¿En su experiencia, que propone para mejorar la disponibilidad de las máquinas de soldar y así aumentar la producción?

En un proceso de soldadura intervienen el operario y el equipo el soldador está homologado. Tener el procedimiento de soldadura que condiciones tiene la maquina de soldar, el soldador tendría que verificar el material de aporte el equipo.

Menciona que el mismo operador debe de dar el mantenimiento a la maquina que el mismo operador tiene que calibrar el equipo. Limpieza, revisar los contactos, los manómetros y su material de aporte cumpla con el procedimiento

Muchas gracias, ¡por su tiempo en esta investigación!



ANEXO 7. Entrevista de opinión

Esta entrevista está dirigida al experto en Mantenimiento de máquinas de soldar. Que nos ayudara a tener una información más precisa de lo importante que es planificar mantenimiento a los equipos de soldar.

Las siguientes preguntas son realizadas al experto de mantenimiento en máquinas de soldar con el objetivo de tener información necesaria para poder llevar a cabo dicho proyecto con la mayor objetividad y veracidad en relación a los trabajos de mantenimiento.

Titular de la Empresa: SOLDEXA S.A

Nombre del Entrevistado: CARLOS DIAZ

Cargo del Entrevistado: ENCARGADO DE LAS GESTIONES,
MANTENIMIENTOS Y ASESORIA A LOS CLIENTES EN MANTENIMIENTO A
LOS EQUIPOS DE SOLDAR SOLDEXA

Experiencia laboral del Entrevistado: 8 AÑOS

Fecha de Entrevista: 11/09/2020

- 1) Cuál es el tiempo de reparación de una máquina de soldar con respecto al mantenimiento correctivo.

El correctivo está contemplado en cambiar repuestos en los Modelos de equipos inversores el estándar de mantenimiento es de 5 horas.

- 2) Cuál es el tiempo de reparación de una máquina de soldar con respecto al mantenimiento preventivo.

El tiempo estándar es de 3 horas y depende de las condiciones que llegue el equipo ya que no todas trabajan en taller. Y las condiciones no son las adecuadas.

- 3) Que fallas se presentan en las máquinas de soldar en un mantenimiento correctivo.

Lo más comunes los componentes a desgaste mecánico el conector base, el switch de encendido ya entrando en temas de salinidad del ambiente se malogran los ventiladores. Las tarjetas electrónicas dependiendo del modelo del equipo por ser la parte más sensible del equipo.

- 4) Que partes de la máquina de soldar se averían. Y en qué tiempo llegan los repuestos.

De los modelos más comerciales se tiene el stock con un pedido de anticipación con el tema de la gestión y planificación que se tiene como empresa. Sucede que no se tiene repuestos de modelos no muy comerciales y se tiene que importar los repuestos aéreo 15 días, marítimo depende del lugar si es de EEUU 30 a 45 días y si es que se tiene que traer el repuesto de Asia es de 3 a 4 meses.

En pleno proyecto los recursos, los costos se disparan en la mano de obra.

- 5) ¿Cuál es el costo de reparación en un mantenimiento correctivo?

En los equipos inversores que cuestan 4500 dólares un mantenimiento correctivo puede costar 1000 dólares.

- 6) ¿Cuál es el costo de reparación en un mantenimiento preventivo?

En el preventivo lo único la mano de obra y los insumos cuesta 250 dólares un gasto anual.

- 7) ¿Cuál es la vida útil de una máquina de soldar?

Un equipo con su mantenimiento puede durar 10 Años a más.

- 8) Que se logra en el proceso al tener en buenas condiciones las máquinas de soldar.

Va a depender del proceso tener hablamos la calidad de soldadura este dentro de los parámetros. Existe una certificación de las máquinas de soldar.

- 9) ¿Sabe usted que es una gestión de mantenimiento?

En eso se basa el área técnica de la empresa llegar a la calidad en mantenimiento. Los clientes confían para que el equipo no se detenga en el proceso.

10) ¿Qué normativas, conoce sobre gestión de mantenimiento?

Iso 9001 con respecto a la calidad, pero más lo que a mantenimiento el ISO 55000 que implica el mantenimiento de los activos de cualquier equipo.

11) ¿Es factible la propuesta de gestión de mantenimiento en una empresa?

Así sea la empresa pequeña de hecho si es factible la gestión de mantenimiento tener el conocimiento y aplicarlo y que el proceso no se detenga en pleno proceso. La finalidad es reducir costos.

12) ¿Con qué frecuencia se debe de dar mantenimiento a una máquina de soldar?

Se realizan de forma anual. También depende de las condiciones en las que trabajen las máquinas de soldar entonces el mantenimiento será cada 3 a 4 meses.

13) Acerca del mantenimiento correctivo de los equipos de soldar, tienen toda la data registrada sobre estos. ¿Qué data de estos, son los que regularmente registran?

Correcto se lleva el historial de cada una de las máquinas de soldar de los clientes la fecha de ingreso de las máquinas. Se ejecuta y nosotros tenemos un sistema de alerta de cuando le corresponde el mantenimiento a sus equipos.

14) ¿En su experiencia, que propone para mejorar la disponibilidad de las máquinas de soldar y así aumentar la producción?

Tener la asesoría a nuestros clientes, ellos también deben capacitar a los operarios y planificación o gestión de mantenimiento para que la empresa por muy pequeña que sea tenga costo de mantenimiento bajo

Muchas gracias, ¡por su tiempo en esta investigación !!!



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **Víctor Gerardo Ruidías Alamo** con DNI N° **02606042** Magíster en **Ciencias de la Educación** N°: **95268**, de profesión **Ingeniero Industrial**, desempeñándome como **Docente Universitario en PFA** en la **Universidad César Vallejo**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento: **cuestionario, entrevista, Guía de análisis documental de las normas, Ficha de cálculo de la disponibilidad, Ficha de cálculo de la eficiencia, Ficha de cálculo de la eficacia, Ficha de costos de gestión de mantenimiento.**

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

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los **16** días del mes de **junio** del Dos mil veinte.

Mgtr. : Víctor Gerardo Ruidías Alamo.

DNI : 02606042.

Especialidad : Ingeniero Industrial.

E-mail : ger_ruidias@hotmail.com

Víctor Gerardo Ruidías Alamo
 Ingeniero Industrial
 Registro CIP N° 95268

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister
 en DOCENCIA UNIVERSITARIA CIP N°:
62114, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL desempeñándome
 como DOCENTE en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

- Cuestionario
- Entrevista
- Guía de análisis documental de las normas
- Ficha de cálculo de la disponibilidad
- Ficha de cálculo de la eficiencia
- Ficha de cálculo de la eficacia
- Ficha de costos de gestión de mantenimiento.

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

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 10 días del mes de JUNIO del
 Dos mil V. CIENTO

Mgr. : Gerardo Sosa Panta
 DNI : 03591940
 Especialidad: INGENIERO INDUSTRIAL
 Email: gerardo.dolares@gmail.com


Gerardo Sosa Panta
 Mg. Gerardo Sosa Panta
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP. 67114



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Juan Carlos Augusto Fabrevaldi Cepeda con DNI N° 02644833 Magister
 en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial N°:
 CIP: 32559 de profesión Ingeniero desempeñándome como Docente
 en la Universidad César Vallejo en Tarma, Tarma, Industrial

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento:
 cuestionario, entrevista, Guía de análisis documental de las normas, Ficha de cálculo de la
 disponibilidad, Ficha de cálculo de la eficiencia, Ficha de cálculo de la eficacia, Ficha de costos de
 gestión de mantenimiento.

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

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de Junio del
 Dos mil VEINTI.

Mgtr. : J. Fabrevaldi Firma al costado de Mgtr

DNI : 02644833

Especialidad: ING. INDUSTRIAL

Email: JFABR@UNH2.COM

ANEXO 9 Productividad después de aplicada la gestión de mantenimiento

Tabla 12. Productividad de las máquinas de soldar octubre 2020

Máquina de soldar	Pulgadas Planificadas	Pulgadas Ejecutadas	Eficacia	Tiempo Previsto	Tiempo Invertido	Costo Previsto	Costo Invertido	Eficiencia	Productividad
Maquina de soldar 1	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 2	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 3	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 4	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 5	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 6	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 7	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 8	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 9	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89
Maquina de soldar 10	540	480	0.89	216	216	1944	1944	1.00	0.89

Tabla 13. Productividad de las máquinas de soldar noviembre 2020

Máquina de soldar	Pulgadas Planificadas	Pulgadas Ejecutadas	Eficacia	Tiempo Previsto	Tiempo Invertido	Costo Previsto	Costo Invertido	Eficiencia	Productividad
Maquina de soldar 1	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 2	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 3	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 4	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 5	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 6	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 7	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 8	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 9	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88
Maquina de soldar 10	500	440	0.88	200	200	1800	1800	1.00	0.88

Tabla 14. Productividad de las máquinas de soldar diciembre 2020

Máquina de soldar	Pulgadas Planificadas	Pulgadas Ejecutadas	Eficacia	Tiempo Previsto	Tiempo Invertido	Costo Previsto	Costo Invertido	Eficiencia	Productividad
Maquina de soldar 1	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 2	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 3	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 4	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 5	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 6	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 7	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 8	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 9	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88
Maquina de soldar 10	520	460	0.88	208	208	1872	1872	1.00	0.88

Tabla 15 Productividad Promedio Antes Y Después De La Gestión De Mantenimiento

productividad antes de la gestión de mantenimiento		productividad después de la gestión de mantenimiento	
Julio	0.67	Octubre	0.89
Agosto	0.63	Noviembre	0.88
Setiembre	0.66	Diciembre	0.88
Promedio	0.65		0.88