



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Implementación de Plan de Mantenimiento preventivo en área de
producción para mejorar Productividad en la empresa ITEMSA
PERU SAC**

AUTORES:

Alva Albornoz, Francisco (ORCID: 0000-0003-4880-4668)

Peña Armas, Walter Henry (ORCID: 0000-0002-2014-0524)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: [0000-0001-6743-6915](https://orcid.org/0000-0001-6743-6915))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y planes de mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi Dios por brindarme las fuerzas necesarias para hacer este sueño realidad, a mis padres quienes me apoyaron incondicionalmente que con su esfuerzo y sacrificio me brindaron la mejor herencia que uno como hijo puede recibir “La Educación”

Alva Albornoz Francisco

Agradezco a Dios por haberme brindado una familia maravillosa y seguir encaminando a esta instancia de mis estudios; quienes han estado presente para apoyarme moral y psicológicamente.

También dedico a mis hijos que han sido mi mayor motivación para poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

Peña Armas Walter

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios por darme salud y vida; y los más preciado que tengo, mis padres, mi hermano y mi futura esposa.

Al cuerpo docente de esta casa de estudios por todos los conocimientos y orientación brindados a lo largo de nuestra formación académica profesional.

Y en especial, gracias a todas las personas que hicieron posible la culminación de este proyecto.

Alva Albornoz Francisco

El agradecimiento de mi tesis principalmente es a Dios por haberme encaminado y guiado para seguir adelante.

A la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de brindar los conocimientos en este trabajo de investigación

A mi esposa, familia y amigos quienes han contribuido en esta etapa de mi vida.

Peña Armas Walter

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO.....	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2 Variables y operacionalización	11
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5 Procedimientos.....	14
3.6 Método de análisis de datos	14
3.7 Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS.....	16
4.1 Diagnóstico del estado operativo de las máquinas en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.A.C.	16
4.2 Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa ITEMSA PERÚ S.A.C.	20
4.3 Análisis de la productividad post implementación del plan de mantenimiento preventivo en él. área de producción en la empresa ITEMSA PERU S.A.C.....	27
4.4 Evaluación económica del plan de mantenimiento	31
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	52

Índice de tablas

Tabla 1 Lista de máquina de corte CNC en ITEMSA PERU S.A.C.	13
Tabla 2 Lista de máquina de soldar en ITEMSA PERU S.A.C.	13
Tabla 3 Resultados de la encuesta según los criterios de las causas de la indisponibilidad de las maquinas.....	17
Tabla 4 Resultados de encuesta aplicada al personal del área de producción	18
Tabla 5 Disponibilidad de equipos (mantenimiento correctivo no planificado).....	19
Tabla 6 Programa preventivo de mantenimiento– Maquina de Soldar.....	23
Tabla 7 Programa preventivo de mantenimiento– Maquina de Corte CNC.....	25
Tabla 8 Comparativo entre MTBF pre y post implementación	28
Tabla 9 Comparativo entre MTTR pre y post implementación.....	29
Tabla 10 Comparativo entre indicadores de la disponibilidad.....	30
Tabla 11 Comparativo entre indicadores de la productividad.	30
Tabla 12 Costos por capacitación.	31
Tabla 13 Lista de repuestos y consumibles – 2º semestre.....	32
Tabla 14 Recursos para implementación del. plan de mantenimiento.	33
Tabla 15 Comparación de costes invertidos en cada semestre.	33
Tabla 16 Financiamiento bancario.....	34
Tabla 17 Flujo de caja del plan de mantenimiento.....	35
Tabla 18 Resultado de los indicadores financieros.....	36

Índice de gráficos

Gráfico 1 Diagrama de Ishikawa relación causa – efecto.....	8
Gráfico 2 Diagrama Pareto con relación ocurrencia problema.	8
Gráfico 3 Curvas de costo de mantenimiento con relación al tiempo.	9
Gráfico 4 Tiempo de los indicadores de la disponibilidad.....	10
Gráfico 5 Proceso de desarrollo de la investigación.....	14
Gráfico 6 Diagrama Causa-Efecto de disponibilidad de Equipos.	16
Gráfico 7 Diagrama de Pareto. de las causas de falta de disponibilidad de máquinas.	19
Gráfico 8 Disponibilidad por maquinas del área de producción de Itemsa Perú S.A.C.....	20
Gráfico 9 Línea de proyección MTBF.....	27
Gráfico 10 Línea de proyección MTTR.....	29
Gráfico 11 Comparativo de disponibilidad.....	38
Gráfico 12 Comparativo de productividad y costos.....	39

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló durante el periodo 2021 – 2022 y presenta como objetivo principal Implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC.

La investigación es de tipo aplicada y con un diseño no experimental de corte transversal, y descriptivo, teniendo como variables al plan de mantenimiento preventivo y la Productividad. Tiene como muestra las máquinas de soldar y de corte CNC del área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.A.C., lo que permitió desarrollar un enfoque cuantitativo, donde los datos obtenidos fueron analizados con la finalidad de corroborar la hipótesis planteada.

En los resultados obtenidos, se concluyó que al aplicar un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad y por ende la culminación de los proyectos en los tiempos establecidos. Se tuvo una disponibilidad de 80.9%; y al aplicar el plan de mantenimiento preventivo aumentó a 87.7%; esto conllevó a la mejora de la productividad, obteniendo como resultado positivo un 6.8%; comprobando que la aplicación del plan de mantenimiento fue necesaria.

El costo de mantenimiento correctivo no planificado es \$ 14,377.44, mientras que implementar un plan de mantenimiento preventivo planificado es \$ 8,876.68; nos muestran una tasa interna de retorno (TIR) de 51%, el cual es mayor que el WACC, mientras que el Valor Actual Neto, es de \$7,611.58, mayor a 0. Por lo cual presenta una rentabilidad aceptable

Palabras clave: mantenimiento, productividad, metalmecánica

ABSTRACT

This research was developed during the period 2021 - 2022 and its main objective is to implement a preventive maintenance plan to improve productivity in the production area of the company ITEMSA PERU S.AC.

The research is of applied type and with a non-experimental design of transversal cut, and descriptive, having as variables the preventive maintenance plan and Productivity. It has as a sample the welding and CNC cutting machines of the production area of the company ITEMSA PERU S.A.C., which allowed developing a quantitative approach, where the data obtained were analyzed in order to corroborate the hypothesis.

In the results obtained, it was concluded that the application of a preventive maintenance plan increases productivity and therefore the completion of projects within the established time. There was an availability of 80.9%; and when applying the preventive maintenance plan it increased to 87.7%; this led to the improvement of productivity, obtaining a positive result of 6.8%; proving that the application of the maintenance plan was necessary.

The cost of unplanned corrective maintenance is \$ 14,377.44, while implementing a planned preventive maintenance plan is \$ 8,876.68; showing us an internal rate of return (IRR) of 58%, which is higher than the WACC, while the Net Present Value is \$7,611.58, higher than 0. Therefore, it presents an acceptable profitability.

Keywords: maintenance, productivity, metal mechanics

I. INTRODUCCIÓN

Las empresas en el rubro de la industria metalmecánica a través del tiempo han tenido un gran desarrollo, el cual ha servido como pilares y soporte para los sectores agroindustrial, pesquero, metalúrgico, manufactura, automotriz, naval, aeronáutica, cementeras, obras públicas, etc.

En los últimos años el crecimiento de la industria metalmecánica se ha diversificado en su línea de negocio ofreciendo así a sus clientes de los diferentes sectores sus productos, servicios y/o mantenimientos; dichos clientes siempre buscan empresas que brinden un servicio de calidad, fiables y oportunos para así poder lograr sus objetivos y metas trazados como empresas.

Ese crecimiento que ha presentado la industria metalmecánica lo ha realizado de una manera no ordenada descuidando planes de mantenimiento, seguridad y tecnología que deben ser fundamentales para entregar un producto y/o servicio de calidad en el tiempo requerido, sin afectar al personal, maquinaria y equipos de trabajo.

La empresa de servicios metalmecánicos ITEMSA PERU S.AC., se orienta al diseño, fabricación, montaje de equipos y estructuras metálicas para múltiples clientes industriales en el medio local y nacional, por lo cual su posicionamiento en el mercado de los servicios de ingeniería, depende de la seguridad, confiabilidad, eficiencia y calidad en cada una de las etapas de manufactura que desarrollan los equipos; sin embargo, es necesario tener un plan de mantenimiento preventivo orientado a la mantenibilidad de las maquinas, que asegurara la continuidad de los servicios, así como la seguridad de las operaciones.

Actualmente la empresa no dispone de un plan de mantenimiento preventivo como tal, y las operaciones de servicios se realizan con las disipaciones y cuidados que no están ligados a una metodología de trabajo consecuente con la organización , control y seguimiento de las etapas de trabajo por lo que se mantiene un alto margen de inseguridad en cuanto a posibles fallas de magnitud o severidad o las traicionales fallas operativas de las maquinas que se han venido solucionando por ser fallas menores. En contexto los eventos de fallas menores acumulados en el

tiempo predisponen un riesgo alto para la continuidad de los servicios arriesgando la integridad del personal de trabajo, las maquinas, la instalación en general, y los tiempos o plazos de cumplimientos de entrega de los servicios.

Como cita el autor (Infraspeak, 2021) sugiere que la protección preventiva es una parte esencial del tratamiento de cualquier etapa de la infraestructura, contribuyendo a la vida útil beneficiosa de los equipos, reduciendo el tiempo de inactividad indeseable y, a largo plazo, disminuyendo los costes de protección a largo plazo.

Por su parte, (Sicma, 2021) señala que cualquier actividad de protección, consistente en una inspección, revisión o sustitución, que se realice como parte de un plan programado, en lugar de como reacción a una avería, puede considerarse protección preventiva. Con la intención de la protección preventiva es descubrir los aditivos o componentes que se están luciendo y restaurarlos o actualizarlos antes de que fallen, un potente software puede ayudar a restringir el tiempo de inactividad de fabricación y aumentar la vida del sistema.

Por lo tanto, como citan los autores, la implementación de un plan de mantenimiento en la empresa ITEMSA PERU S.AC., traería consigo mejoras en el rendimiento horas /maquinas y horas / hombre, mejorando los indicadores económicos de la empresa.

De lo descrito se demuestra la existencia de la realidad problemática en las actividades de servicios y rubro que desarrolla la empresa ITEMSA PERU S.AC., por lo cual se vincula el escenario de la realidad problemática con los conceptos metodológicos para formalizar la relación de estudio bajo el método científico.

En este contexto, se ha formulado el siguiente problema ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción mejora la productividad en la empresa ITEMSA PERU S.AC.?

Para justificar el problema planteado, tendemos a proceder a la investigación de los diversos aspectos. Desde el punto de vista tecnológico, la vida útil de las maquinas va a ser prolongada, lo que reduce el mantenimiento especial en un tiempo excesivamente limitado. Desde el punto social, sería un beneficio para el personal

que opera las maquinas por la reducción de fallas, averías y mantenimientos no programados.

Desde el punto de vista económico, se trata de detectar los primeros signos de un defecto para reducir el peligro de fallos forzados, reducir la necesidad de mantenimiento correctivo y ahorrar horas de trabajo improductivas gracias a los fallos.

El objetivo general fue: “Implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC.”. Los objetivos específicos fueron: Diagnosticar el estado actual operativo de las maquinas herramientas en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC. Diseñar e implementar el plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC. Determinar la productividad luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC. Evaluación económica del plan de mantenimiento preventivo de las maquinas en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC.

Sobre la problemática, definida la realidad o contexto problemático, la formulación del problema, y los objetivos, se plantea la siguiente hipótesis “La implementación de un plan de mantenimiento preventivo reduce las fallas y paradas no programadas de las maquinas mejorando la productividad de la empresa ITEMSA PERU S.AC.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, mencionamos algunos trabajos de investigación que han servido como guía al tema de investigación del presente informe.

Como antecedentes internacionales se revisó a:

(Celis, 2017) en su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento productivo total en la empresa Industrias Metalex S.AC.” obtuvo como resultado que, con un mantenimiento correctivo, documentado, capacitaciones y entrenamiento a los trabajadores se evidenció el beneficio y optimización en los recursos físicos y monetarios al momento de realizar mantenimiento de maquinarias y equipos.

Como antecedentes nacionales se revisó a:

(Simón, 2017) en su trabajo con título “Implementación de un plan de mantenimiento para mejorar la productividad en la empresa metalmecánica EMECA S.AC., Comas – diciembre 2017” tuvo como resultado al implementarse el plan de mantenimiento una mejora de la productividad en 28.2% de las maquinas, una eficiencia en un 16.33% en el área de producción y una mejora en la eficacia de un 19.23% de las maquinas del área de producción; en el cual concluyó que implementar el plan de mantenimiento preventivo no es una pérdida de tiempo ni capital, sino una inversión que a largo plazo genera, con lo cual se obtiene beneficios productivos para la empresa.

(Vega, 2017) en su trabajo “Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa grúas américa S.AC. – Santa Anita, 2017” tuvo como meta que al implementar un plan de mantenimiento incrementó de 0.893 a 0.961 la disponibilidad de los equipos el cual equivale a un aumento de 7.6%, además el costo de mantenimiento disminuyó de 1.40 a 1.14 lo que reduce un promedio de 0.6 horas/falla y mejoró la fiabilidad de la maquinaria a 9.33 horas/falla, recomendando también la buena comunicación que debe existir entre las áreas involucradas para evitar contratiempos innecesarios y mantener una línea directa de contactos.

(Albán, 2017) en su tesis “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad, Chiclayo 2017” de acuerdo al diagnóstico realizado indica que la falla mecánica que más prevalece es la corrosión, pero al trazar un cronograma del plan de mantenimiento correctivo existe la confiabilidad en las maquinas, reducción de costos de mantenimiento, incremento de la productividad.

Como antecedentes locales se revisó a:

(Carrillo & Arteaga, 2021), en su trabajo titulado “Implementación de la gestión de mantenimiento para mejorar la productividad en la máquina CNC de la empresa TFM, Chimbote - 2021”, se basó su investigación en diseño e implementación de gestión de mantenimiento donde se logró diseñar formatos que permitieron registrar las fallas de la maquinaria y clasificarlas según la gravedad, también diseño formatos de evaluación de conocimientos a los trabajadores para el correcto mantenimiento preventivo, que se traduce en una mejora de recursos del 91% y el cumplimiento de las metas creció a un 86.10%, siendo la recomendación la capacitación al personal y el uso de los formatos para registro de fallas y controles periódicos.

(Gonzales J. & Torres B., 2019), en su tesis “Mejora de métodos de trabajo para incrementar la productividad del servicio de mantenimiento de grúas, Sima Astilleros S.A. Chimbote, 2019” nos indica que al aplicar un plan de mantenimiento basado mediante diagrama de procesos, curso grama analítico, diagrama de recorrido, diagrama bimanual y un estudio en tiempos permite identificar aspectos claves que contribuyen con la mejora de la productividad, esto dio como resultado positivo logrando aumentar la productividad en un 25% y se logró disminuir actividades innecesarias del proceso.

La siguiente investigación de tesis se basó en las siguientes teorías:

El Mantenimiento se define como las actividades por la cual buscan reducir la degradación en el tiempo, esto es producto del uso que afectan a los equipos en

las instalaciones industriales. Por ello, se piensa en cuatro (04) indicadores de mantenimiento

El mantenimiento, "El mantenimiento es aquella actividad que tiene por objeto conservar las propiedades físicas de una organización o establecimiento para que esté en condiciones óptimas de funcionar con eficiencia y a un costo asequible". (Medrano Gonzales y Díaz de León, 2017, p.7), adicionalmente señala que el concepto de mantenimiento:

El mantenimiento también se define como el conjunto de actividades necesarias para obtener un buen funcionamiento, no solo de las instalaciones, maquinas y equipos, sino también de todos los espacios de trabajo.

El mantenimiento debe ser considerado como una parte integral y necesaria de la organización que contiene una serie de operaciones. (Medrano Gonzáles y Díaz de León, 2017, p.10).

Mantenimiento correctivo, son todas las tareas a intervenir y predispuestas a corregir los defectos en la instrumentación y/o maquinas totalmente diferentes que son reportables al área de mantenimiento por los usuarios del equipo (C. Aguirre Jason, 2016, p.9).

En los intervalos de este tipo de mantenimiento, se pueden contemplar 2 estilos de enfoque:

Mantenimiento de campo: Este se encarga de la reponer el funcionamiento, pero sin haber eliminado la falla.

Mantenimiento de reparación: Este se encarga de la reparar la falla, y a su vez eliminando las causas que las han producido. Se suele tener un almacenamiento de repuestos con poco control, repuestos en excesos o caso contrario repuestos insuficientes.

El mantenimiento preventivo, es la supervisión planificada, regular, permanente y proyectada, así como la distribución de las actividades planificadas y prescritas distribuidas a todas las áreas, maquinas y/o equipos con el fin de mitigar las emergencias y permitir un funcionamiento continuo durante un período de tiempo más largo.

La intervención de este tipo de mantenimiento se anticipa, se prepara y se planifica antes de la posible fecha en la que podría producirse una avería, por lo que su ejecución permite localizar y eliminar las causas de posibles averías, en lugar de repararlas cuando ya se han producido. (Medrano Gonzáles y Díaz de León, 2017, p66).

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- Mayor fiabilidad de los activos.
- Menor tiempo de inactividad de los activos.
- Mayor vida útil de los activos.
- Menores costes a largo plazo.
- Más seguridad en las instalaciones.

Desventajas del mantenimiento preventivo:

- Se requiere un ajuste en las rutinas de trabajo.
- Se requiere de planificación
- No se puede aplicar a todos los equipos en caso de ser necesario.
- Puede resultar en acciones innecesarias.
- Puede requerir tercerizar los trabajos.

Diagrama de ISHIKAWA, "El diagrama de Ishikawa nos ayuda a comprender visualmente las causas de los problemas encontrados. Esta sencilla herramienta también se conoce como diagrama de causa y efecto, diagrama de árbol o diagrama de espina de pescado." (Navarro J, 2016, p. 169)

La estructura del diagrama comienza ubicando el problema principal en el centro delantero, luego se desglosan las posibles causas:

Mano de obra, Mantenimiento, Fallas de operación y Gestión de partes

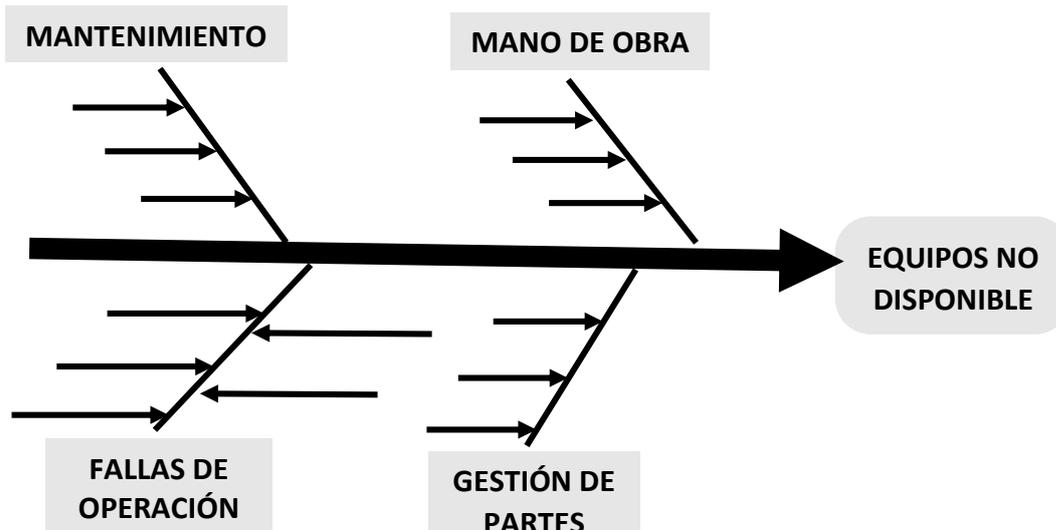


Gráfico 1 Diagrama de Ishikawa relacion causa – efecto
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de PARETO (Medrano Gonzáles y Díaz de León, 2017)

reafirma que el diagrama de Pareto es una comparación ordenada y cuantitativa de elementos o factores clasificados en dos categorías: los "menos importantes", que son elementos muy importantes, y los "muy triviales", que son elementos sin importancia, que contribuyen a un efecto específico.

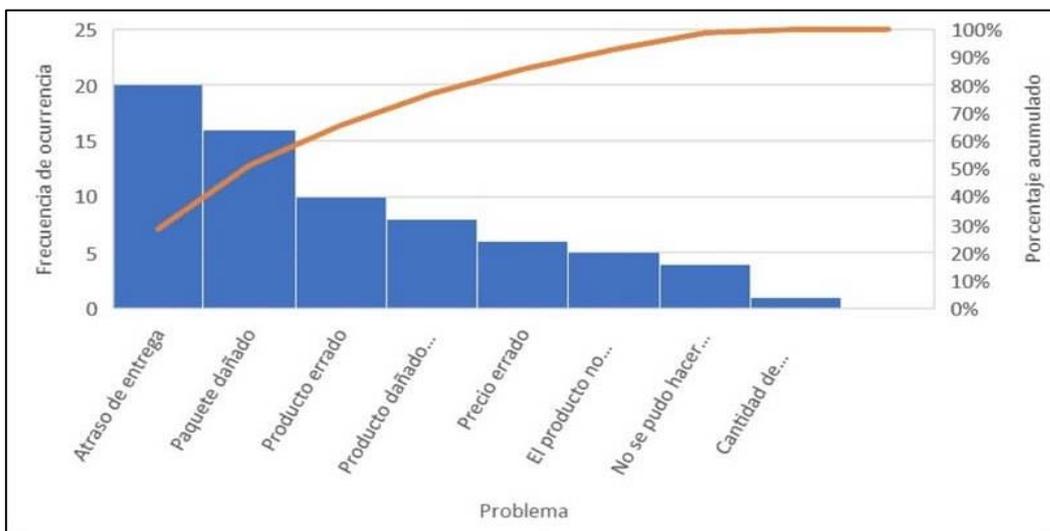


Gráfico 2 Diagrama Pareto con relación ocurrencia problema.
Fuente: Medrano Gonzales y Díaz de León, 2017, pág. 52

Costos del Mantenimiento, El impacto del mantenimiento dentro de la cadena de valor es innegable, una vez que se han calculado los precios y los ahorros de tiempo, que en muchas cosas abordadas en las declaraciones logran reducciones del 30% de este monto real, estos ahorros se manifiestan en otros similares Beneficios intangibles a los datos de los procesos, aumento de la satisfacción de los clientes internos y externos, mayor aprovechamiento de los recursos, reducción de la posibilidad de accidentes de trabajo, reducción de los tiempos muertos, entre otros, que a la hora de mostrar los resultados de la gestión se aprecian claramente los avances logrados en los frentes en los que se desarrolla la organización, el mantenimiento preventivo como herramienta de apoyo a los planes de mantenimiento. (Bejarano M. y Basabe F, 2019, p.36)

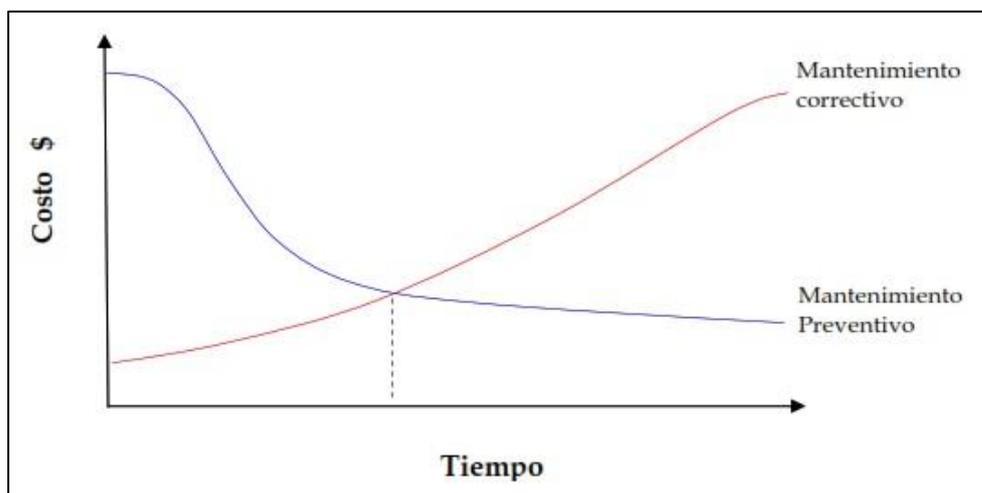


Gráfico 3 Curvas de costo de mantenimiento con relación al tiempo.
Fuente: Giraldo, 2014, p.16

La disponibilidad, es la probabilidad de que una herramienta vaya a estar en el mercado para sus funciones en un tiempo excesivamente determinado mientras no se detenga por fallos. Depende de la frecuencia de los fallos y también del tiempo de reparación de los aparatos (Gómez, 2019, pg. 35)

$$\% \text{ disponibilidad} = \frac{\text{tiempo medio entre fallas}}{\text{tiempo medio entre fallas} + \text{tiempo medio para reparar}}$$

La disponibilidad es un indicador que depende de dos valores: el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), medidos en porcentaje.

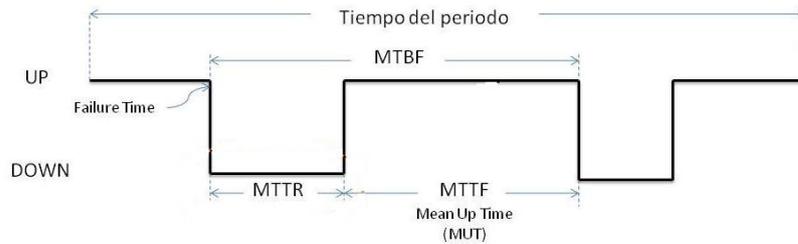


Gráfico 4 Tiempo de los indicadores de la disponibilidad.

Fuente. Jiménez, 2011

El **tiempo medio entre fallas (MTBF)**, es el avance de la unidad de tiempo entre fallos/averías de la instrumentación. Por lo tanto, representa la fiabilidad del funcionamiento del activo cuanto más alto sea el MTBF, más fiable será. El MTBF se calcula porque la distinción entre el tiempo total de funcionamiento del activo (el número de horas que habría funcionado si no hubiera fallado) y su tiempo hasta el fallo, dividido por la cantidad de fallos que se han producido. (Infraspeak, 2020).

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{ Horas de operacion}}{\text{numeros de fallas}}$$

El **tiempo medio entre reparación (MTTR)**, representa el tiempo medio que se tarda en solucionar el problema y reparar el activo averiado para que vuelva a funcionar normalmente. El tiempo total de mantenimiento comienza cuando se produce la incidencia y termina cuando el dispositivo vuelve a funcionar con normalidad. (Valeukeed, 2021).

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{ Horas de reparacion}}{\text{numero de fallas}}$$

La productividad, es el nivel más alto de estudio del comportamiento de las estructuras. Una organización es productiva cuando consigue sus objetivos transformando los inputs en outputs al menor coste. La productividad necesita, pues, tanto la eficacia como la eficiencia. (Robbins & Judge 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio se fundamenta en la investigación aplicada, ya que busca la concepción del conocimiento con aplicabilidad directa a la problemática del sector productivo, a partir de los resultados de la investigación tecnológica fundamental, utilizando el proceso de vinculación teoría-producto (Lozada, 2014, p. 34-39).

(Hernández, 2018), “La técnica cuantitativa consiste en la recopilación de conocimientos numéricos sobre objetivos, fenómenos o participantes, realizada a través del estudio y análisis de procedimientos matemáticos aplicados para comprobar la hipótesis, perfilar patrones y probar teorías” (p.5).

3.1.2. Diseño de investigación

En este estudio se utilizó el diseño no experimental de corte transversal descriptivo (01 año), para (Vigo, 2020, p.40), el diseño se desarrolla mediante la toma y análisis de datos para un tiempo y espacio determinado, por lo cual se presentan las evaluaciones de los fenómenos o eventos ocurridos, con la finalidad de describir y analizar los impactos, incidencias o interacción en un momento preciso.

3.2 Variables y operacionalización

Para el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes variables:

Variable Independiente: Plan de Mantenimiento Preventivo

Para (Gonzales, 2016, p.2), el plan de Mantenimiento Preventivo está representado como un compendio de actividades, las cuales se realizaron por medio de usuarios, operadores y supervisores, con la finalidad de poder realizar un funcionamiento de la planta de manera correcta, maquinarias, equipos, etc.

Variable Dependiente: Productividad

Para el análisis de la productividad, se desarrolla por medio de la eficiencia y eficacia, los cuales permiten una mejor evaluación de los recursos utilizados en la producción o de un servicio. (Sánchez, 2018, p. 63)

La productividad es el resultado obtenido de un proceso, entonces el mejorar los procesos permite optimizar los recursos y por ende mejorar la productividad.

El **Anexo 01** muestra la matriz de operacionalización de las variables, en la que se detallan las definiciones conceptuales y operacionales, así como las dimensiones, indicadores y escalas de medición que corresponden a cada variable.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.1.1. Tipo de investigación

Una población es un conjunto de sujetos o elementos que comparten características similares que han sido identificados y delimitados, estos son los elementos sobre los que hay que trabajar, analizar y llegar a un resultado. (Hernández y otros, 2014, p. 174).

Para el presente estudio, la población está formada por las maquinas que se encontraban en la empresa ITEMSA PERU S.AC.

3.1.2. Diseño de investigación

(Bernal, 2016, p.161), " Es la parte de la población que se selecciona de la que realmente se extrae la información para el desarrollo del estudio y sobre la que se recogen los datos., las mediciones y la observación de las variables objeto de estudio".

Para el presente estudio, la muestra está representada por las maquinas de soldadura y corte CNC del área de producción, ubicadas en la empresa ITEMSA PERU S.AC. y tomadas en cuenta en el plan de mantenimiento, siendo 11 maquinas en total.

Se presenta el detalle de la muestra utilizada en el estudio para el análisis de los resultados:

Tabla 1 Lista de máquina de corte CNC en ITEMSA PERU S.A.C.

#	MARCA	MODELO	DESCRIPCION	CONTROL	CODIGO
1	ARBROC	ARC25	2.5x7M	Automática	MCA-01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Lista de máquina de soldar en ITEMSA PERU S.A.C.

#	MARCA	MODELO	DESCRIPCION	CONTROL	CODIGO
1	MILLER	XMT-350	4566270467	Multi - Proceso	MSM-01
2	MILLER	XMT-350	MA232300754	Multi - Proceso	MSM-02
3	MILLER	XMT-350	MA283025671	Multi - Proceso	MSM-03
4	MILLER	XMT-350	4700206971	Multi - Proceso	MSM-04
5	MILLER	XMT-350	4425682834	Multi - Proceso	MSM-05
6	MILLER	XMT-350	MA452700764	Multi - Proceso	MSM-06
7	MILLER	XMT-350	3700396145	Multi - Proceso	MSM-07
8	MILLER	XMT-350	37000396145	Multi - Proceso	MSM-08
9	MILLER	XMT-350	MA476896672	Multi - Proceso	MSM-09
10	MILLER	XMT-350	46806796244	Multi - Proceso	MSM-10

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este estudio, se consideraron las siguientes técnicas e instrumentos de recogida de datos:

Tabla 3 Técnicas e instrumentos de recogida de datos

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente de Recolección
Plan de mantenimiento preventivo	Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de Ishikawa 	Supervisores y técnicos de mant.
	Análisis documental	<ul style="list-style-type: none"> Ficha técnica 	Manual de las máquinas.
	Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario – Fallas Cuestionario - Causas 	Operadores de las maquinas.
Productividad	Análisis de Datos	<ul style="list-style-type: none"> Formato de disponibilidad 	Datos estadísticos
		<ul style="list-style-type: none"> Formato de costeo 	Datos comerciales

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

Este estudio se desarrolló de la siguiente manera

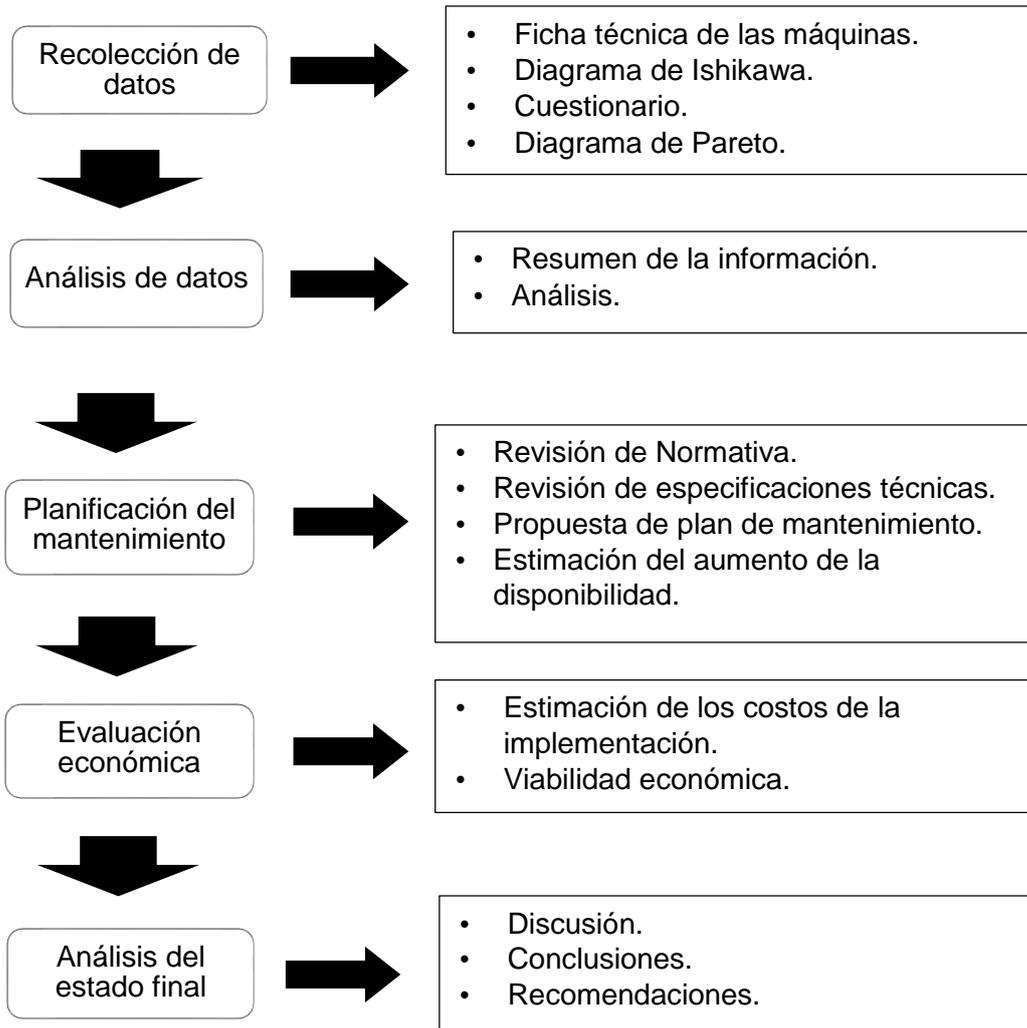


Gráfico 5 Proceso de desarrollo de la investigación.
Fuente: Elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos

El desarrollo presentado se efectuó por medio de un enfoque cuantitativo, donde los datos presentados son procesados y analizados, con la finalidad de poder obtener los resultados necesarios para su interpretación. Para ello se emplearon tablas de Excel, para lo que se desarrolló un análisis descriptivo, mediante las herramientas estadísticas lo que nos permitió dar mayor sostenibilidad a nuestra hipótesis planteada.

3.7 Aspectos éticos

Se presentó la información de la empresa ITEMSA PERU S.AC., considerando que los datos obtenidos serán utilizados para optimizar los recursos, lo que a su vez implica una mejora en la productividad de la empresa, con los resultados obtenidos detallados en esta investigación. Es por ello que se declara que toda la información obtenida para el análisis de datos es veraz, genuina y con el consentimiento del gerente de la empresa, así como ética, política y responsabilidad.

IV. RESULTADOS

En el desarrollo de este capítulo se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos de las plantas de fabricación de metales de área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC.

4.1 Diagnóstico del estado operativo de las máquinas en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.A.C.

4.1.1 Diagnóstico a través del diagrama de Ishikawa

Para la elaboración del diagrama de Ishikawa, se registraron discusiones con técnicos del área de mantenimiento, operarios y supervisores encargados del área de producción con cada máquina para comprobar el diagnóstico de cada máquina. Por lo cual se obtuvieron datos importantes que han permitido obtener un mayor alcance del problema, lo que a su vez llegaron a ser constatados las causas reales de que no se encuentren disponibles las maquinas, para la producción.

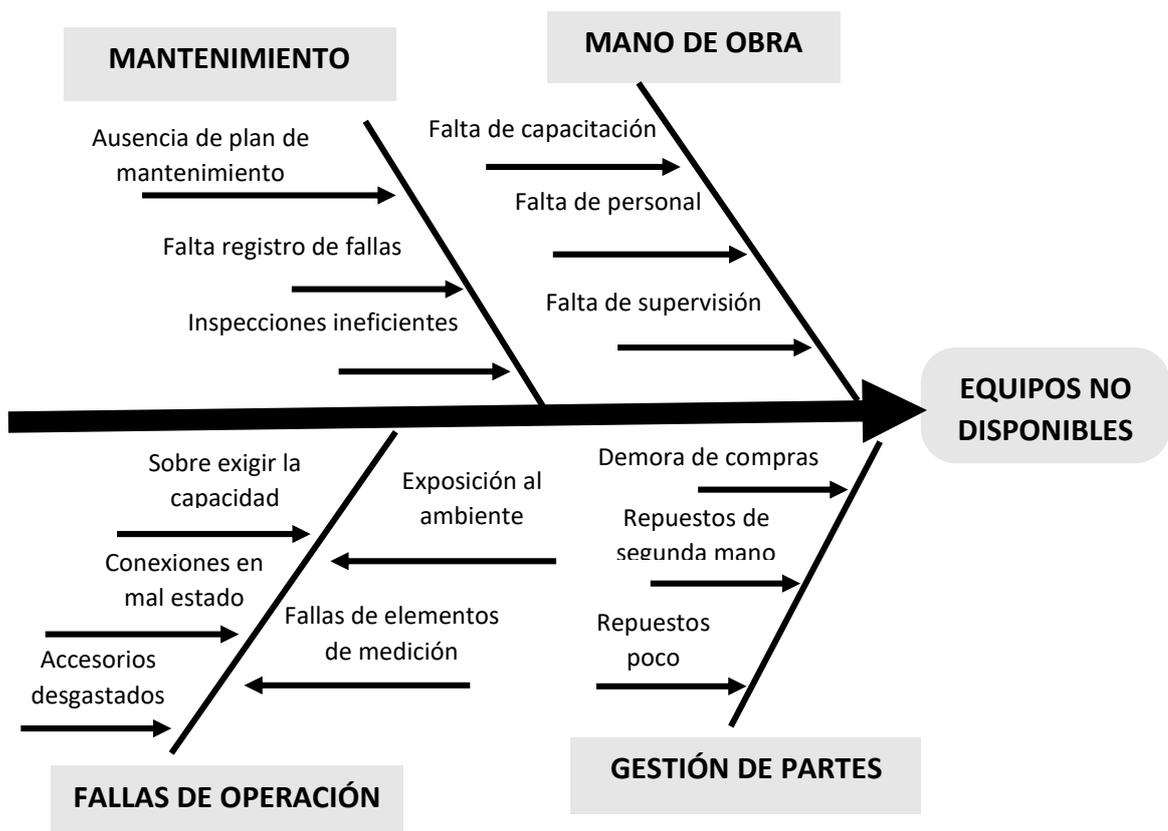


Gráfico 6 Diagrama Causa-Efecto de disponibilidad de Equipos.
Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Diagnóstico a través de cuestionarios,

Las preguntas se elaboraron tras analizar el diagrama de Ishikawa. Los criterios fueron: "Mantenimiento, carga de trabajo, averías y manejo de repuestos".

Se aplicó la encuesta N° 01 (Anexo 02) para determinar el nivel de las causas de indisponibilidad de los equipos estudiados, que conducen a la baja productividad. Se ha aplicado a los operadores, técnicos y supervisores de los operadores de maquinas en el área de producción. Se halló el índice de conformidad, donde la puntuación por respuesta es: 0 puntos para el valor "sí" para la causa desfavorable y 1 punto para el valor "no" para la causa menos desfavorable; las respuestas fueron dadas, destacan sus experiencias con la disponibilidad de la instrumentación, los errores más comunes y sus razones. El resultado de cada criterio se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3 Resultados de la encuesta según los criterios de las causas de la indisponibilidad de las maquinas

CRITERIO	PUNTAJE OBTENIDO	PUNTAJE MÁXIMO	%
Gestión de partes	4	27	27%
Personal	5	33	33%
Mantenimiento	2	13	13%
Fallas de operación	4	27	27%
TOTAL	15	100	100%

Fuente: Elaboración propia

$$\text{índice de conformidad} = \frac{\text{Puntos obtenidos}}{\text{Puntaje máximo posible}} \times 100\%$$

$$\text{índice de conformidad} = \frac{15}{100} \times 100\%$$

$$\text{índice de conformidad} = 15\%$$

El valor del índice de conformidad de la actual gestión de mantenimiento fue del 15%, donde había sido plasmado que los entrevistados no estaban contentos con el actual sistema de mantenimiento.

La tabla 05 muestra los resultados característicos de las causas de los problemas de la encuesta realizada, las respuestas se valoran (1 punto al valor "Sí" y 0 puntos al valor "No"). Se observa que la causa con la mayor deficiencia se encuentra en primer lugar, seguida de las demás en orden descendente.

Tabla 4 Resultados de encuesta aplicada al personal del área de producción

Ítem	Causas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	% acumulado
A	Falta de un plan de mantenimiento	5	5	9%
B	Falta de registro de fallas y/o averías	5	10	18%
E	Gestiones lentas y tardías	5	15	27%
G	No cambiar y sobrepasar la vida útil de accesorios	5	20	36%
H	Demora en compra de repuestos	5	25	45%
I	Compra de repuestos genéricos	5	30	54%
J	Repuestos insuficientes en almacén	5	35	63%
K	Condiciones ambientales agresivas	4	39	70%
C	Falta de capacitación a operadores	3	42	75%
D	Falta de comunicación y coordinación	3	45	80%
L	Sobre exigir capacidad del equipo	3	48	86%
O	Desgaste de accesorios de maquinas	3	51	91%
F	Falta de documentación técnica	2	53	95%
M	Conexiones mecánicas en mal estado.	2	55	98%
N	Conexiones y cables eléctricos en mal estado.	1	56	100%

Fuente: Elaboración propia

Con este orden de datos y evaluación se han identificado las causas raíz que han provocado los problemas en los dispositivos indicados en la Tabla 5. A continuación, se elaboró un diagrama de Pareto para identificar los elementos que deben tenerse en cuenta en el plan de mantenimiento preventivo propuesto.

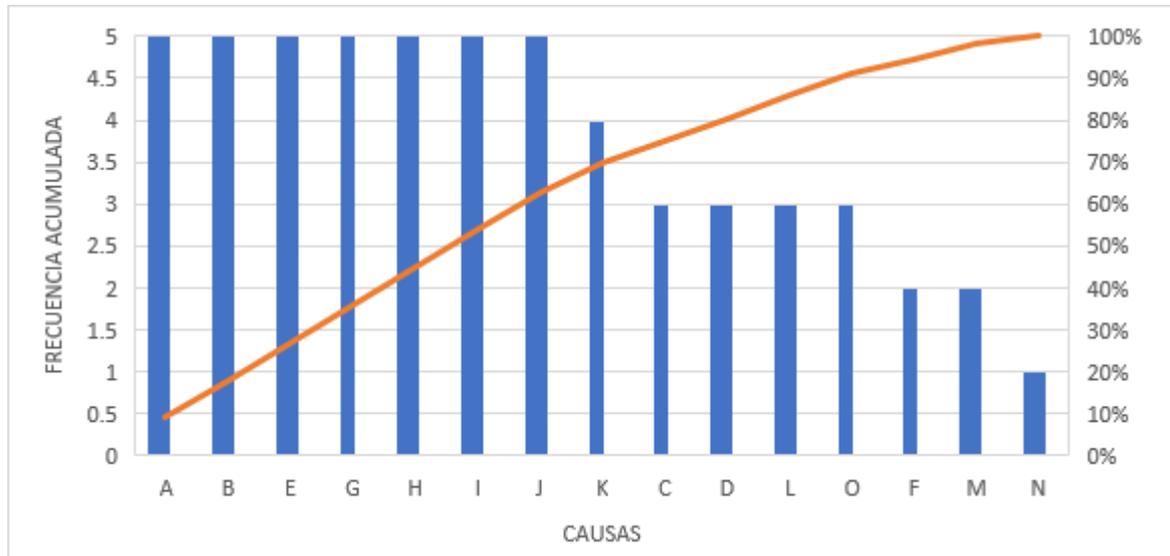


Gráfico 7 Diagrama de Pareto. de las causas de falta de disponibilidad de máquinas.

En el gráfico 7 se ha deducido que, al no contar con un plan de mantenimiento, falta de registro de fallas y/o averías y las gestiones lentas serían las causas con mayor influencia por la que las maquinas reducirían su disponibilidad.

Tabla 5 Disponibilidad de equipos (mantenimiento correctivo no planificado)

Equipo	código	TPT (Horas/Sem)	TRT (Horas/Sem)	TPR (Horas/Sem)	F (Veces/Sem)	MTBF	MTTR	Disponibilidad %
MILLER	MSM-01	924	761	163	68	11.2	2.4	82.4%
MILLER	MSM-02	924	732	192	72	10.2	2.7	79.2%
MILLER	MSM-03	924	738	186	73	10.1	2.5	79.9%
MILLER	MSM-04	924	729	195	72	10.1	2.7	78.9%
MILLER	MSM-05	924	727	197	71	10.2	2.8	78.7%
MILLER	MSM-06	924	729	195	72	10.1	2.7	78.9%
MILLER	MSM-07	924	734	190	71	10.3	2.7	79.4%
MILLER	MSM-08	924	731	193	73	10.0	2.6	79.1%
MILLER	MSM-09	924	771	153	69	11.2	2.2	83.4%
MILLER	MSM-10	924	758	166	69	11.0	2.4	82.0%
ARBROC	MCA-01	924	809	115	8	101.1	14.4	87.6%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 muestra la colección de datos obtenidos del comportamiento de cada máquina para el primer semestre. En la que se recogen los valores del tiempo de trabajo (TPT), el tiempo de trabajo real (TRT), el número de fallos (F), cuyos valores han permitido obtener el tiempo medio hasta el fallo (MTBF) con una media de 18,68 , el tiempo medio entre reparaciones (MTTR) con una media de 3,65 y la disponibilidad con una media del 80,86% en el área de producción.

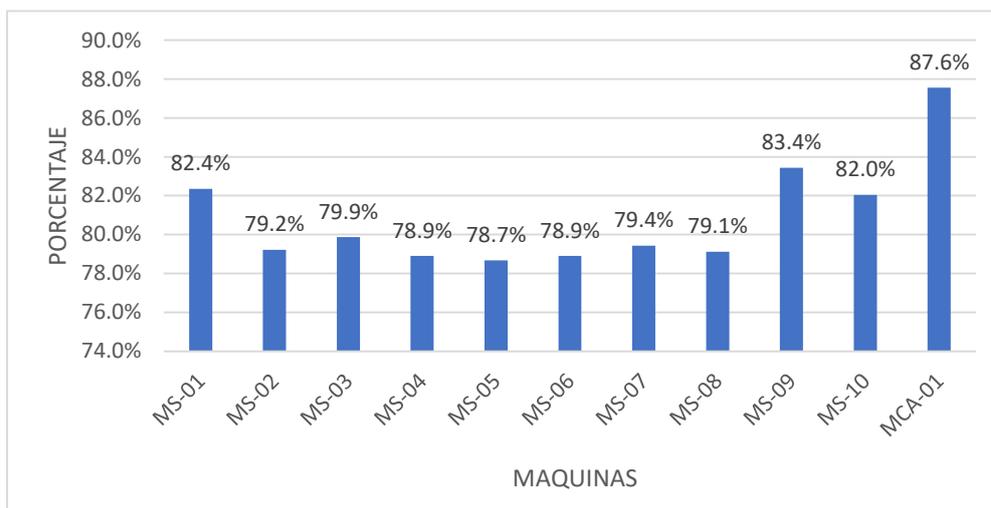


Gráfico 8 Disponibilidad por máquinas del área de producción de Itemsa Perú S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 08 muestra el resultado del diagnóstico de mantenimiento actual, correspondiendo el valor más bajo a las máquinas de soldadura con una disponibilidad media del 80,2% y a la máquina de corte CNC con una disponibilidad del 87,6%.

4.2 Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa ITEMSA PERÚ S.A.C.

Para mejorar la productividad, se diseñó un plan de mantenimiento, el cual consistió en ampliar el valor del tiempo medio entre fallas y reducir el tiempo medio entre reparación. Donde se forma actividades integrales, el cual inició con la identificación técnica de la maquinaria hasta la programación del mantenimiento, adicionalmente se realizaron las capacitaciones del personal de mantenimiento y operarios.

Actividades de mantenimiento preventivo, se procedió a realizar la secuencia a desarrollar en las maquinas detalladas en el **anexo 03**, por lo que deben seguir el siguiente orden:

- a. Realizar la inspección de las condiciones físicas en las que se encuentra cada máquina, para que se forme la base de sustitución de componentes o solo limpieza.
- b. Verificar si las condiciones del equipo de trabajo, con la finalidad de conocer si se está realizando el uso adecuado de las maquinarias, o si se están exigiendo, lo cual permitirá realizar las acciones preventivas necesarias.
- c. Ejecución del test de diagnóstico, inspección técnica y pruebas de las maquinas.

Registro de actividades de mantenimiento preventivo, los cuales son destinados para el control de las actividades e intervenciones necesarias de las más necesarias.

Capacitación del personal técnico, por lo que se han presentado instructivos al personal técnico y operario a cargo de cada equipo, con la finalidad de mejorar sus conocimientos y juicio en las decisiones tomadas sobre cada maquinaria ante situaciones de riesgos, ver **Anexo 04**. para lo cual se han presentado los siguientes temas:

Capacitación

- **Capacitación en Prácticas Seguras**, permite tener el conocimiento teórico y práctico en la operatividad
- **Capacitación en Mantenimiento**, permite solucionar los problemas y reparaciones comunes
- **Capacitación en Interpretación** de patrones, permite reconocer en que condiciones se vienen depreciando la maquinaria, y proporcionar recomendaciones tanto para las reparaciones o el debido remplazo de la maquina basados en el juicio sólido y también a las recomendaciones del fabricante
- **Curso** – Lineamientos técnicos para el mantenimiento

- **Programación del mantenimiento**, durante el período de estudio se han presentado una serie de intervenciones para cada maquinaria. Por lo que el programa de mantenimiento está basado en mejorar el diagnóstico de la situación actual de las maquinas del área de producción, para lo cual está fundamentado en las recomendaciones del fabricante y las normas a continuación:

Máquinas de soldar:

- Norma NTP 370.020: 2004 (Revisada el 2019): “Aparatos para soldar por arco eléctrico. Definiciones y clasificación. Requisitos”. 2º edición.
- Norma NTP 370.021: 2004 (Revisada el 2019): “Aparatos para soldar por arco eléctrico. Requisitos”. 2ª Edición
- Norma ANSI Z49.1:2012: “Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines”

Máquinas de corte CNC:

- ISO 6983 (International Standardization Organization) (sistemas de automatización e integración)
- DIN 66024 y 66025 (Instituto Alemán de Normalización (Introducción al control numérico computarizado)
- EIA RS-274 (Electronic Industries Association) (Programación de control numérico computarizado)

Tabla 6 Programa preventivo de mantenimiento– Maquina de Soldar

PROGRAMA PREVENTIVO DE MANTENIMIENTO– MÁQUINA DE SOLDAR																															
EQUIPO: Maquina de Soldar			CODIGO:			APLICACIÓN DE ACTIVIDAD: (✓)						DOCUMENTO:						PRO-MAN-PRE-MS				VERSIÓN:			01						
MODELO: MILLER XMT-350			SERIAL:			SEMESTRE																									
PARTE DEL EQUIPO	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	1ª mes				2ª mes				3ª mes				4ª mes				5ª mes				6ª mes								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
Capacitación	Manejo seguro de las máquinas	Anual		✓																											
	Evaluación y reparación de fallas cotidianas	Anual													✓																
	Procedimientos de emergencia	Anual																							✓						
	Curso: Evaluación y reparación	Única vez						✓																							
General	Limpieza con asistencia neumática	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
	Revisar sonidos inusuales	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
	Revisión de ajustes de conexionado eléctrico y periféricos	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
	Inspección de variadores e interruptores	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
Sistema de enfriamiento	Verificación y limpieza del ventilador y rejilla de ventilación	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
Suministro de gas	Inspección de flujómetro regulador de gas	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
	Inspección de línea de gas (manguera y conexiones)	Mensual		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
Alimentador de alambre	Verificación de rodillos del alimentador del alambre	Trimestral		✓																✓											
	Verificación del sistema motriz del alimentador	Semestral		✓																											
	Verificación e instalación de antorcha y accesorios	Quincenal		✓		✓		✓		✓			✓			✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓			
	Verificación de consumibles (liners, toberas, difusores, tips)	Quincenal		✓				✓				✓				✓				✓				✓							
Alimentación Eléctrica,	Verificación de llave de fuerza	Trimestral		✓												✓															

Instrumentos y conexión	Verificación de conector de alimentación	Quincenal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Verificación de cable de alimentación y conexión	Mensual	✓		✓		✓				✓			✓				✓			
	Inspección de transistores IGBT	Semestral	✓																		
	Limpieza de placa de mando y control	Semestral	✓																		
	Verificación de variador y visualizador de amperaje y voltaje	Mensual	✓		✓		✓				✓			✓				✓			
	Verificación de pinza y cable a tierra	Mensual	✓		✓		✓				✓			✓				✓			
Conectores	Verificación de la instalación y estado de conectores rápidos (tipo Dinse)	Mensual	✓		✓		✓			✓			✓				✓				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 7, Se elaboró, el programa de mantenimiento preventivo para las máquinas de soldar, iniciando en las instrucciones del personal operador, las inspecciones y las limpiezas necesarias para cada una.

Tabla 7 Programa preventivo de mantenimiento– Maquina de Corte CNC

PROGRAMA PREVENTIVO DE MANTENIMIENTO – MAQUINA DE CORTE CNC																												
EQUIPO: Maquina de corte CNC		CODIGO:	APLICACIÓN DE ACTIVIDAD: (✓)							DOCUMENTO:	PRO-MAN-PRE-MS	VERSIÓN:	01															
MODELO: ARBROC		SERIE:						SEMESTRE																				
PARTE DEL EQUIPO	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	1ª mes				2ª mes				3ª mes				4ª mes				5ª mes				6ª mes					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Capacitación	Manejo seguro de equipos	Anual	✓																									
	Análisis y solución de averías habituales	Anual	✓																									
	Procedimientos de emergencia	Anual	✓																									
	Curso: Análisis y reparación	Única vez	✓																									
General	Limpieza cuerpo de antorcha, cables y mangueras	Mensual	✓				✓				✓					✓				✓					✓			
	Limpieza de fuente de energía	Mensual	✓				✓				✓					✓				✓					✓			
	Verificar el plasma	Mensual	✓				✓				✓					✓				✓					✓			
	Limpiar componentes de máquina (Carriles, engranajes, soportes, etc.)	Quincenal		✓		✓		✓		✓			✓			✓		✓		✓		✓			✓		✓	
	Comprobación de perpendicularidad de antorcha	Quincenal		✓		✓		✓		✓			✓			✓		✓		✓		✓			✓		✓	
	Comprobación de límites de seguridad	Mensual		✓				✓				✓					✓				✓				✓			
	Afinar mandos de motores y controles	Mensual		✓				✓				✓					✓				✓				✓			
	Verificar cualquier ruido inusual	Mensual		✓				✓				✓					✓				✓				✓			
	Comprobar el apriete de conexiones eléctricas, neumáticas y la fijación de componentes	Mensual		✓				✓				✓					✓				✓				✓			
	Verificar perillas e interruptores	Mensual		✓				✓				✓					✓				✓				✓			

Componentes de la máquina	Inspección, limpieza y/o lubricación de carriles, engranajes, soportes y sistema de desplazamiento	Mensual	✓		✓		✓			✓			✓			✓			
Componentes de calidad de aire	Verificar calidad de aire	Mensual	✓		✓		✓			✓			✓			✓			
	Verificación y/o cambio de filtros	Trimestral	✓							✓									
	verificar y/o vaciar trampas de humedad	Quincenal	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nivelación y alineamiento de carriles	Verificaciones de uniones entre secciones del carril	Trimestral	✓										✓						
	Verificación, alineación y distancia entre carriles	Trimestral	✓										✓						
Alineación y apriete de engranajes y rodamientos	Ajuste y alineación de engranajes	Trimestral	✓										✓						
	Alineamiento de rodamientos	Mensual	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Verificación de desplazamiento libre del carro	Mensual	✓		✓		✓				✓		✓			✓			
Conexiones de alimentación aire	Verificación de fugas de línea de aire de alimentación a máquina	Mensual	✓		✓		✓					✓		✓		✓			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 08, Se elaboró, el programa de mantenimiento preventivo para la máquina de corte CNC, iniciando en las instrucciones del personal operario, las inspecciones y las limpiezas necesarias para cada una.

4.3 Análisis de la productividad post implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción en la empresa ITEMSA PERU S.A.C.

La ejecución del programa del plan de mantenimiento implicaba una serie de actividades que debían realizarse a intervalos específicos a lo largo de un semestre.

Los valores de la nueva disponibilidad de las maquinas se procesaron con los valores MTBF y MTTR utilizando el modelo de regresión lineal simple basado en los valores iniciales sin mantenimiento planificado. El valor estimado se encontró utilizando la siguiente fórmula.

$$\hat{y} = b_0 + b_1x$$

Se halló el tiempo medio entre fallas (MTBF), concluyendo en un incremento entre un 25% y 30% del MTBF inicial.

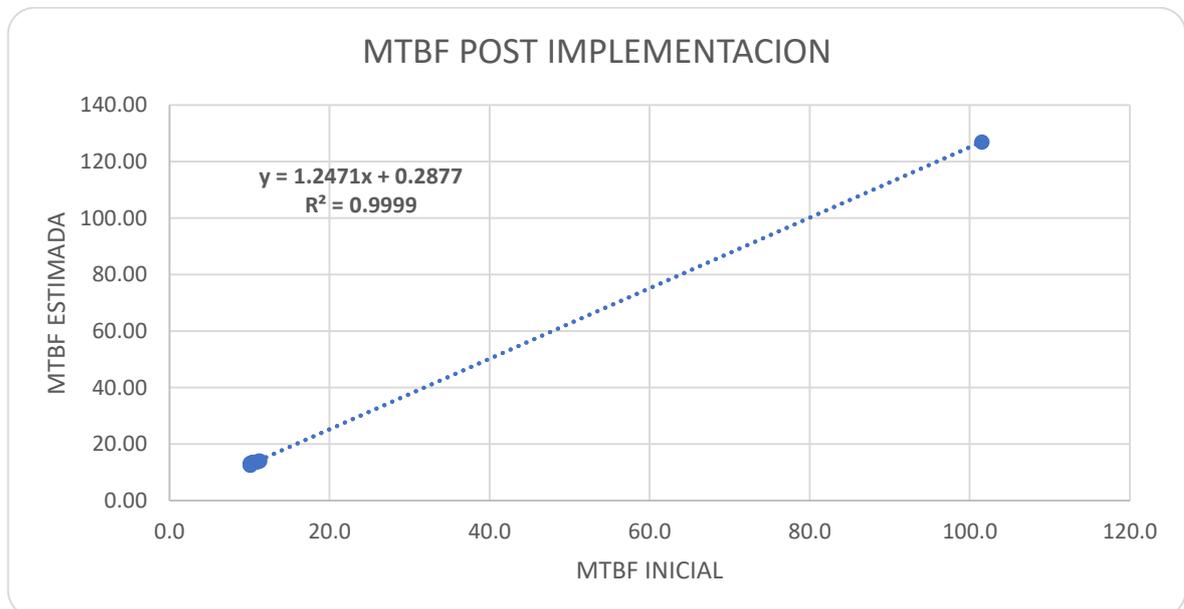


Gráfico 9 Línea de proyección MTBF.
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 9, los datos del MTBF se han proyectado como una línea con pendiente positiva, que significa que su valor aumentará positivamente. También se ha comprobado que la función de regresión lineal determina el MTBF proyectado del mantenimiento preventivo para los próximos semestres.

Tabla 8 Comparativo entre MTBF pre y post implementación

Código	MTBF PRE IMPLEMENTACION	MTBF POST IMPLEMENTACION
MSM-01	11.2	14.26
MSM-02	10.2	13.04
MSM-03	10.1	12.88
MSM-04	10.1	12.88
MSM-05	10.2	13.01
MSM-06	10.1	12.86
MSM-07	10.3	13.13
MSM-08	10.0	12.76
MSM-09	11.2	14.31
MSM-10	11.0	13.95
MCA-01	101.1	126.37

Elaboración propia

La tabla 9 muestra que el tiempo medio entre fallos previsto por el programa de mantenimiento aplicado durante el período de estudio representa la siguiente ecuación MTBF proyectado = (1,2471 x MTBF actual) + 0,2877.

Se determinó el tiempo medio entre reparaciones (MTTR), resultando una disminución de entre el 25% y el 30% del MTTR inicial.

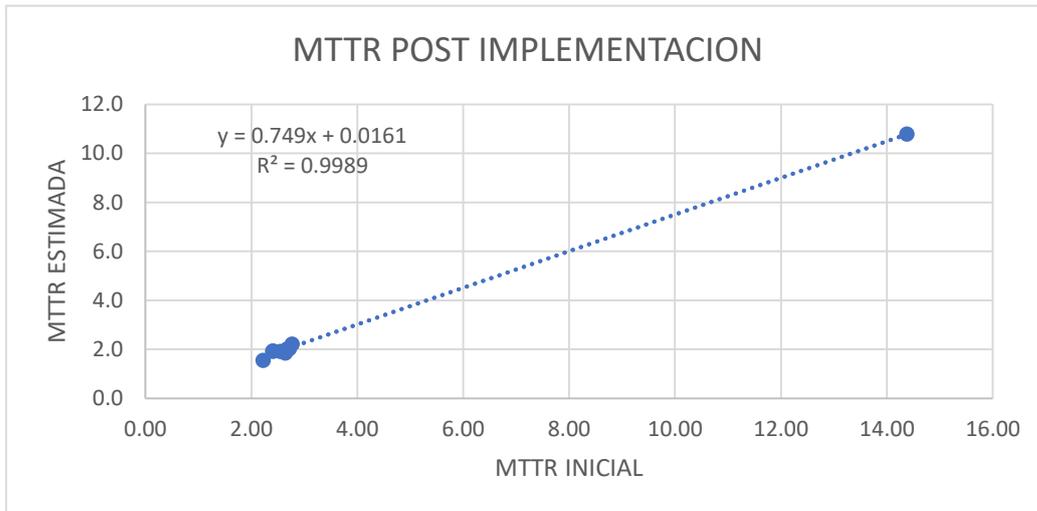


Gráfico 10 Línea de proyección MTTR.

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 10, se proyectaron los datos del MTTR y se halló la función de regresión lineal para hallar el MTTR previsto del plan de mantenimiento para los siguientes semestres.

Tabla 9 Comparativo entre MTTR pre y post implementación.

Código	MTTR PRE IMPLEMENTACION	MTTR POST IMPLEMENTACION
MSM-01	2.4	1.8
MSM-02	2.7	2.0
MSM-03	2.5	1.9
MSM-04	2.7	2.0
MSM-05	2.8	2.1
MSM-06	2.7	2.0
MSM-07	2.7	2.0
MSM-08	2.6	2.0
MSM-09	2.2	1.7
MSM-10	2.4	1.8
MCA-01	14.4	10.8

Fuente: elaboración propia

La tabla 10 muestra que el tiempo medio entre reparaciones previsto para el programa de mantenimiento aplicado durante el período de estudio es la siguiente ecuación $MTTR \text{ proyectado} = (0,749 \times MTBF \text{ actual}) + 0,0161$.

Tabla 10 Comparativo *entre indicadores de la disponibilidad.*

Código	MTBF actual	MTTR actual	Disponibilidad inicial	MTBF proyectado	MTTR proyectado	Disponibilidad post implementación
MS-01	11.2	2.4	82.4%	14.0	1.8	88.5%
MS-02	10.2	2.7	79.2%	13.2	2.0	86.8%
MS-03	10.1	2.5	79.9%	13.1	1.9	87.2%
MS-04	10.1	2.7	78.9%	13.2	2.0	86.6%
MS-05	10.2	2.8	78.7%	13.3	2.1	86.4%
MS-06	10.1	2.7	78.9%	12.7	2.0	86.1%
MS-07	10.3	2.7	79.4%	13.4	2.0	86.9%
MS-08	10.0	2.6	79.1%	12.5	2.0	86.2%
MS-09	11.2	2.2	83.4%	14.0	1.7	89.3%
MS-10	11.0	2.4	82.0%	13.7	1.8	88.3%
MCA-01	101.1	14.4	87.6%	126.4	10.8	92.1%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 muestra los valores de disponibilidad después de aplicar el programa preventivo de mantenimiento para cada máquina. Resulta que la disponibilidad de cada una de estas máquinas aumenta.

Tabla 11 Comparativo *entre indicadores de la productividad.*

Indicadores	Promedio pre implementación	Promedio post implementación	Mejora obtenida
Eficacia	80.9%	88.3%	7.4 %
Eficiencia	80.9%	87.8%	6.9%
Productividad	65.5%	77.5%	12.0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 muestra que, en la producción, la eficacia aumentó una media del 7,4%, la eficiencia una media del 6,9% y la productividad una media del 12,0%.

4.4 Evaluación económica del plan de mantenimiento

A la hora de implantar el plan de mantenimiento preventivo, se realizó una evaluación financiera en la que se llevó a cabo un primer semestre sin mantenimiento, para posteriormente implantar el plan de mantenimiento asumiendo los costos.

Donde se determinó que el personal del área de producción debe recibir la capacitación idónea para cada máquina de estudios presentada en la investigación. Lo cual permite que las maquinas puedan desempeñarse en su totalidad, mejorando la productividad y disminuyendo lo riesgos y problemas que puedan suscitarse.

Tabla 12 Costos por capacitación.

Capacitación por maquina	Cantidad de horas del curso	Precio hora-hombre por jornada	Personal a capacitar	Costo total hora - hombre improductivas	Costo de capacitación por persona	Costo total del curso	Total, de inversión
Máquinas de soldar	8	\$3.80	10	\$304.00	\$48.00	\$480.00	\$784.00
Máquina de corte CNC	16	\$4.50	1	\$72.00	\$184.00	\$184.00	\$256.00
TOTAL	24	\$8.30	11	\$376.00	\$232.00	\$664.00	\$1,040.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se detalla la inversión que se realizara para el costeo por capacitación de operarios y técnicos, donde se estimó un valor de \$ 1,040, donde solo se está incluyendo el costo del curso, y la capacitación está dentro del horario laboral, por lo cual no serán consideradas horas extras.

Para adicionar el desarrollo de la puesta en marcha de plan de mantenimiento, se ha considerado en la tabla 14, una lista de repuestos y consumibles, los cuales serán requeridos según el criterio del operario, basado en la capacitación brindada, lo que permite optimizar el uso de las maquinas.

Tabla 13 Lista de repuestos y consumibles – 2º semestre

Descripción	Cantidad	U. M.	Costo unitario	Costo total
Repuestos para almacén				\$ 5,622.83
Tarjeta de fuerza y mando	2	unidad	\$181.83	\$363.65
Amperímetros	1	unidad	\$75.00	\$75.00
Conectores tipo Dinsel	20	juego	\$26.33	\$526.50
Antorcha de plasma AG25	2	unidad	\$137.68	\$275.35
Llave termomagnética C40N	4	unidad	\$12.83	\$51.32
Termomagnética C60N	2	unidad	\$54.00	\$108.01
Manguera	25	metros	\$15.00	\$375.00
Ventilador	2	unidad	\$68.37	\$136.73
Rodillos de alimentación	15	unidad	\$13.88	\$208.26
Antorcha	5	unidad	\$49.02	\$245.12
Enchufe macho trifásico	10	unidad	\$32.65	\$326.51
Cable de alimentación 70mm	75	metros	\$14.08	\$1,055.64
Cable de masa 70mm	50	metros	\$14.08	\$703.76
Tenaza tierra 500ª CU	15	unidad	\$27.86	\$417.95
Transistores IGBT	5	unidad	\$59.65	\$298.26
Placa de disparo	5	unidad	\$26.62	\$133.09
Placa de control	5	unidad	\$64.54	\$322.68
Consumibles				\$369.07
Limpia contacto	5	unidad	\$5.84	\$29.20
Afloja todo	5	unidad	\$4.21	\$21.07
Solvente dieléctrico	1	galón	\$33.90	\$33.90
Pernos varios	1	caja	\$67.50	\$67.50
Grasa para lubricación	0.25	galón	\$7.47	\$1.87
Aceite para lubricación	2	galón	\$34.18	\$68.37
Terminales de presión 70mm	1	caja	\$73.15	\$73.15
Cinta aislante	1	caja	\$11.78	\$11.78
Trapo industrial	50	kg	\$1.24	\$62.24
TOTAL				\$5,991.90

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 muestra los recursos que son necesarios para la ejecución del mantenimiento, que contempla un costo de \$ 669.58

Tabla 14 Recursos para implementación del plan de mantenimiento.

Nombre	Cantidad	Medida	Valor unitario	Valor total
Materiales para la implementación				\$75.58
Impresión de manuales	11	unidad	0.98	\$10.78
Impresión de formatos	8	unidad	0.4	\$3.20
Micas	1	caja	1.6	\$1.60
Señalizaciones	15	unidad	4	\$60.00
Inversión del estudio				\$594.00
Investigación exterior	45	días	7.9	\$355.50
Viáticos	15	días	4.5	\$67.50
Uso de equipo	45	días	3.8	\$171.00
Total				\$669.58

Fuente: elaboración propia

Tabla 15 Comparación de costes invertidos en cada semestre.

	1º semestre (sin plan de mantenimiento)	2º semestre (con plan de mantenimiento)
Capacitación	\$0.00	\$1,040.00
Abastecimiento de repuestos	\$10,443.33	\$5,622.83
Consumibles	\$701.23	\$369.07
Mano de obra	\$3,232.88	\$1,175.20
Implementación	\$0.00	\$669.58
TOTAL	\$14,377.44	\$8,876.68

Fuente: elaboración propia

La tabla 16 muestra los costos de intervención correctiva incurridos en el área de montaje para el primer semestre de \$14,377.44. Con el plan preventivo de mantenimiento propuesto, se proyectó una reducción de costes de hasta \$8,876.68 para el segundo semestre.

Por lo tanto, se otorga un beneficio de \$4,500.76 para el siguiente semestre, lo que representaría un ahorro significativo.

La inversión total encontrada fue de \$8,876.68 para implementar el plan de mantenimiento preventivo propuesto, para ello la empresa necesita tomar un préstamo de \$3,950.00.

Por lo tanto, tenemos lo siguiente:

Monto del préstamo = \$ 3,950

Período de préstamo = 3 meses

Tasa efectiva anual (TEA) = 9%

Tabla 16 *Financiamiento bancario*

Año	Saldo inicial	Interés	Cuota fija	Amortización	Saldo final
1	\$3950.00	\$355.5	\$1560.47	\$1204.94	\$2745.03
2	\$2745.03	\$247.05	\$1560.47	\$1313.41	\$1431.62
3	\$1431.62	\$128.85	\$1560.47	\$1431.62	
Total		\$731.40	\$4681.40	\$3950.00	

Fuente: elaboración propia.

El valor actual neto (VAN) es el método de cálculo del valor actual de un número determinado de flujos de caja futuros.

$$VAN = -I_0 + \frac{fc_1}{(1+r)^1} + \frac{fc_2}{(1+r)^2} \dots \frac{fc_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

VAN: Valor actual neto o valor presente neto.

I₀: Desembolso inicial.

fc: Flujo de caja o valor neto activo.

r: Tasa de descuento.

n: Duración de inversión.

Además, se han tenido en cuenta 3 criterios de aceptación, que se demuestran a continuación:

VAN > 0 indica como aceptable la inversión.

VAN = 0 indica como indiferente la inversión.

VAN < 0 indica rechazar la inversión.

Tabla 17 Flujo de caja del plan de mantenimiento

Plan de Mantenimiento	MESES					
	1	2	3	4	5	6
Ingresos						
Ingresos con plan de mantenimiento de máquinas de soldar	3,378.92	3,480.28	3,584.69	3,763.93	3,914.48	4,071.06
Ingresos con plan de mantenimiento de máquinas de maquina CNC de plasma	1,267.09	1,305.11	1,344.26	1,411.47	1,467.93	1,526.65
Total, Ingresos	4,646.01	4,785.39	4,928.95	5,175.40	5,382.42	5,597.71
Egresos						
Capacitación	-440	0	0	-600	\$0.00	0
Abastecimiento de repuestos	-936.44	-819.38	-907.17	-716.96	-914.49	-797.43
Consumibles	-369.04	0	0	0	0	0
Mano de obra	-195.87	-195.87	-195.87	-195.87	-195.87	-195.87
Implementación	-669.58	0	0	0	0	0
Total, Egresos	-2610.927	-1015.247	-1103.037	-1512.827	-1110.357	993.297
Inversión	-8,876.68					
Financiamiento	5,769.85	-1,684.27	-1,960.60	-2,294.29	0	0
Amortización	-1,600.02	-1,904.03	-2,265.79	0	0	0
Intereses	-84.25	-56.57	-28.49	0	0	0
Total	-3,106.83	350.81	1,809.54	1,531.63	3,662.57	4,272.06

Fuente: elaboración propia.

Se analizó si la empresa debía realizar la inversión para implementar el plan de mantenimiento propuesto, la empresa tiene que realizar una inversión de \$ 8.876,68 dólares, que podría generar los siguientes flujos de caja netos para el semestre.

Se determinó el valor actual neto (VAN), teniendo en cuenta que el coste de oportunidad considerado es del 10%.

Teniendo en cuenta las lo descrito anteriormente, el VAN es mayor que uno, por lo que se aceptó la inversión de la propuesta de mantenimiento, lo que implica que habrá un retorno.

Se ha calculado la tasa interna de retorno (TIR), que se emplea para calcular la rentabilidad media por período de esta inversión, y la tasa de descuento, que tras su cálculo hace que el VAN sea igual a 0.

Para ello, existen tres criterios de aceptación.
 IRR > COK indica como aceptable la inversión.
 IRR = COK indica como indiferente la inversión.
 IRR < COK indica rechazar la inversión.

Tabla 18 Resultado de los indicadores financieros

Criterios de Evaluación	
VAN	7,611.58
TIR	51%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la tabla 19 nos muestra una tasa interna de retorno (TIR) de 51%, el cual es mayor que el WACC, por lo cual nos presenta que el plan de mantenimiento tiene una rentabilidad aceptable, mientras que el Valor Actual Neto, es de \$7,611.58 dólares americanos, mayor a 0 por lo que realizar un plan preventivo de mantenimiento con financiamiento es rentable.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación se enfocó en señalar que la implementación del plan preventivo de mantenimiento mejorará la productividad en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC., que dada la situación en la que se encontraba y la necesidad de mejora, previene las averías en las maquinas y también el proceso de realización de los servicios de los diferentes proyectos, aprovechando mejor la eficiencia y eficacia de las maquinas para respetar la entrega oportuna de los servicios.

De los resultados obtenidos, nos permite iniciar la discusión para contrastar las evidencias y resultados obtenidos.

En referencia al primer objetivo específico, el diagnóstico del estado actual operativo de las maquinas. en el área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC., donde se tiene como índice de conformidad el 20%, donde Celis (2017), indica que su índice de conformidad es menor al 40%, donde aplicar un sistema de mantenimiento, no es eficiente si se aplica un modelo base de mantenimiento.

Donde concluye que el aplicar un plan de mantenimiento, es una propuesta muy necesaria en su investigación. A su vez Simón (2017), el diagnostico aplicado a la empresa EMECA S.AC., demostró que los problemas que presenta son las deficiencias en formatos de inspección, falta de capacitación a los operarios, y un bajo stock en repuestos y no cuenta. con un plan de mantenimiento. Por lo que presenta con mayor similitud con la presente investigación, en comparación de la ausencia de plan de mantenimiento capacitación a los colaboradores operarios, los niveles de falla por falta de registro, comunicación entre los involucrados con las áreas administrativas para la gestión económica, y falta de stock de repuestos.

En el segundo objetivo, se desarrolló un plan preventivo de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las maquinas, consistente en formatos de

actividad y registro, enfoque del personal técnico y programa de mantenimiento para cada tipo de máquina examinada, comparado con Vigo (2020) se tiene coincidencias en el formato del programa basados en las fichas técnicas y recomendaciones de los fabricantes para las actividades de mantenimiento correspondientes.

En referencia al tercer objetivo específico luego de diseñado y analizado la ejecución del plan de mantenimiento se obtuvo los siguientes datos.

El valor del tiempo medio entre fallos (MTBF) al aplicar el plan de mantenimiento preventivo amplía el período en el que se produce un fallo en comparación con la situación inicial al aplicar el mantenimiento correctivo no planificado. El resultado se atribuye a la consecuencia de que el personal sea entrenado en el uso correcto y consciente de los equipos bajo su control para supervisarlos hasta disciplinar el uso correcto de los mismos. El cumplimiento del programa preventivo de mantenimiento también ayuda a mantener la unidad y sus componentes en mejores condiciones, reduciendo la probabilidad de fallos.

El valor de la unidad de tiempo entre reparaciones (MTTR) al aplicar el arreglo de mantenimiento preventivo redujo el intervalo de tiempo para reparar las fallas y en tiempo constante, es además una consecuencia del hecho mismo de que la cantidad de fallas ha remitido al aplicar el programa de mantenimiento.

Todo este beneficio se aprecia en comparación con la línea de base en la que se realiza un mantenimiento correctivo no planificado. El resultado es consecuencia de la disponibilidad de piezas de repuesto en el área de logística, lo que reduce el tiempo dedicado a la compra de piezas de repuesto, reduciendo así el tiempo dedicado a la resolución de problemas.

Esto nos da el porcentaje de tiempo en relación con el tiempo total del semestre que el equipo está disponible para realizar la función prevista. Esta disponibilidad del equipo se debe principalmente a la presencia de averías y al tiempo que se tarda en solucionarlas.

Indicada la propuesta del plan preventivo de mantenimiento, la disponibilidad media de los equipos será del 77,5%, lo que demuestra que la disponibilidad de los equipos se ha incrementado en un 12% para cumplir con el nivel de exigencia del proyecto.

Para Simón (2017), aplicando el plan de mantenimiento referido a su investigación logra una mejora del 28,2% en las maquinas, para Vega (2017), aplicando el plan de mantenimiento referido a su investigación logra una mejora del 7,6% en la disponibilidad, en el equipo. Al evaluar la disponibilidad de los equipos en el área de producción, encontramos que la productividad promedio sin plan de mantenimiento es del 65,5%, lo que concluye que el espacio de montaje no está a la altura de los proyectos rigurosos. Con la aplicación del mantenimiento preventivo establecido, la productividad típica es del 77,5%, lo que demuestra que la productividad dentro del área de producción se ha incrementado en un 12,0% en la medida de las necesidades del proyecto. Para Vigo (2020, p. 99), la aplicación del plan de mantenimiento de su investigación consigue una mejora del 9%. Para Diestra (2017, p. 62), la ejecución del mantenimiento preventivo de su investigación logra una mejora del 3,84% en la disponibilidad.

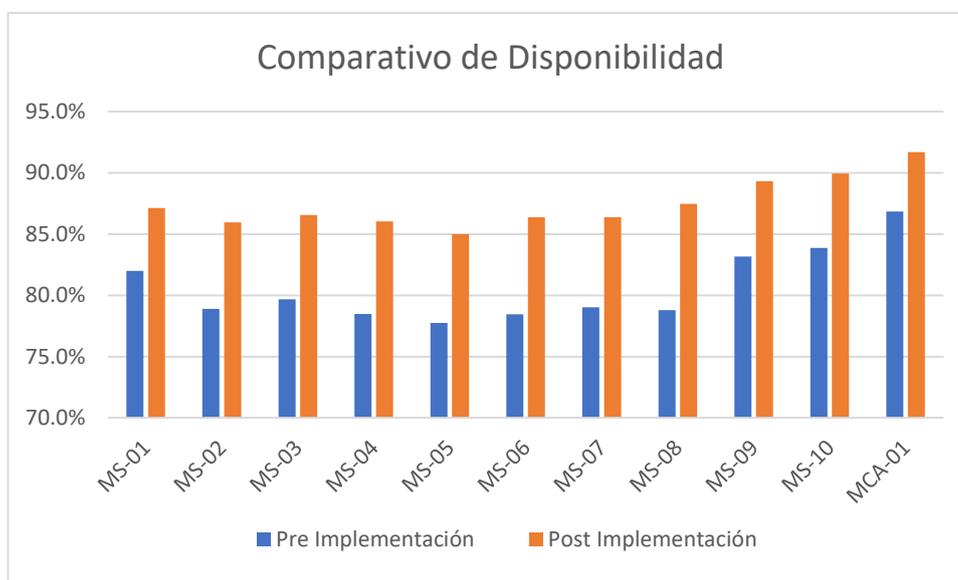


Gráfico 11 Comparativo de disponibilidad.
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el grafico 11 en porcentaje de tiempos la disponibilidad de las

maquinas para desempeñar la función esperada, la cual está relacionada con la disminución de fallas y el tiempo de reparación.

El cuarto objetivo específico evalúa los costes y beneficios de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo de las maquinas del área de producción.

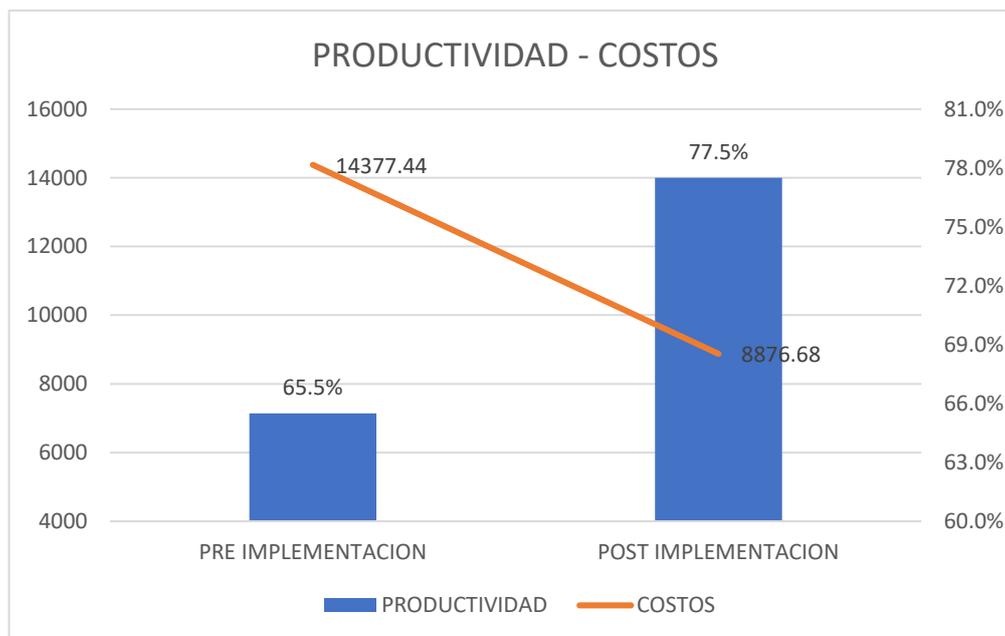


Gráfico 12 Comparativo de productividad y costos MTTR.
Fuente: Elaboración propia

El grafico 12 muestra que los costos de mantenimiento son elevados antes de su aplicación, en contraste con los costos que disminuyen una vez aplicado el plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento supuso una inversión de \$ 8,876.68 dólares, el cual ha permitido disminuir los costos en \$ 4,500.76, siendo beneficioso para la empresa, a su vez optimizando la productividad y mejorando la calidad del servicio, y también presenta una TIR del 13.0%, en comparación con los resultados de Vigo (2020), la aplicación del programa de mantenimiento preventivo alcanzó un valor VAN de S/. 811,09 y una TIR de 10,95% lo que sugiere que la inversión será barata y el retorno estimado que se tendrá es del 11%. Para Mujica (2020, p.29), se logró un valor VAN de s/. 210,077.85 y una TIR de 46%, lo que sugiere que la propuesta planteada resulta viable.

VI. CONCLUSIONES

1. En la presente investigación se desarrolló un plan preventivo para optimizar y mejorar de manera óptima la productividad en las maquinas del área de producción en la empresa ITEMSA PERU S.AC., el cual se enfocó en un desarrollo sistemático de actividades donde se confirma la hipótesis.
2. Los resultados obtenidos demuestran que la falta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas del área de producción de la empresa ITEMSA PERU S.AC. retrasa la productividad y por lo tanto la realización de los proyectos. Evidenciado por el 80,6% de tiempo de actividad y un promedio de 73 horas de paradas frecuentes en las maquinas del estudio.
3. El aumento del tiempo medio entre fallos (MTBF) tiende a mejorar la disponibilidad. Según las proyecciones, éstas deberían alcanzar una media de 96 horas en la fresadora CNC y 17 horas en las soldadoras. Sería de gran ayuda disponer del stock necesario de piezas de repuesto para reducir el tiempo de gestión de las compras.
4. La puesta en marcha del mantenimiento preventivo planificado ha mejorado la disponibilidad de las maquinas en un 87,44%, demostrando que la propuesta es adecuada para optimizar la producción en la empresa ITEMSA PERU S.AC.
5. Los costos de mantenimiento correctivo no planificado son \$ 10,443.33 dólares americanos, mientras que el desarrollar un plan de mantenimiento preventivo planificado es \$ 8,876.68, los indicadores financieros nos muestran una tasa interna de retorno (TIR) de 51%, el cual es mayor que el WACC, por lo cual nos presenta que el plan de mantenimiento tiene una rentabilidad aceptable, mientras que el Valor Actual Neto, es de \$7,611.58, mayor a 0 por lo que realizar un plan de mantenimiento con financiamiento es rentable.

VII. RECOMENDACIONES

Como recomendación se indica implantar el plan de gestión adecuado y seguimiento en las distintas áreas implicadas en la producción, lo que ayudará a optimizar y mejorar la producción y a reducir las averías no sólo en las maquinas sino también en los equipos.

Se aconseja formar un equipo de mejora para poseer un método actualizado como las incidencias que se producen a medida que la empresa crece.

Se recomienda que las hojas de registro de las averías o fallos estén a disposición de los supervisores de cada área.

Como parte de las propuestas de inversión para el crecimiento del parque de maquinas de la empresa, se debe considerar una propuesta de mantenimiento, así como el abastecimiento de repuestos en las áreas de logística y/o almacenamiento, así como la capacitación periódica que permita minimizar los costos del personal y tiempos de gestión para la adquisición de menores cantidades de repuestos.

REFERENCIAS

AISC American Institute of Steel Construction. [en línea]. 2016. Specification for Structural Steel Buildings: Supersedes the Specification for Structural Steel Buildings, . [Fecha de consulta: 18 de enero del 2022]. Disponible en:

<https://www.aisc.org/globalassets/aisc/publications/standards/a360-16-spec-and-commentary.pdf>

ALDAKIN: Qué es un mantenimiento industrial. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 10 de Febrero del 2022]. Disponible en: <http://www.aldakin.com/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-inconvenientes/>

ALS, ¿Cómo calcular la disponibilidad de una máquina? [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 10 de Febrero del 2022]. Disponible en:

<https://www.alsglobal.com/es-CO/news/Articles/2020/08/como-calcular-a-disponibilidad-de-maquinas-e-equipamentos>

ALVAREZ MUÑOZ, Sebastián Andrés. Propuesta de mejora a plan de mantenimiento de equipo crítico de Cormecanica S.A. [En línea]. Tesis de Ingeniería en mantenimiento industrial. Universidad Técnica Federico Santa María, Viña del Mar, Chile, 2019. [Fecha de consulta: 05 de Febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/48536>

ANGEL, Rafael y OLAYA, Héctor. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. [En línea]. Tesis de ingeniería Mecánica. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2014. [Fecha de consulta: 13 de Febrero del 2022]. Disponible en:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4620/1/6200046A581.pdf>

APAZA TICONA, Rodrigo. Implementación de programa preventivos en el mantenimiento de equipos críticos de una planta de producción metal mecánica. [En línea]. Tesis de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, 2020. [Fecha de consulta: 14 de Febrero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12020>

AWS (American Welding Society. 2018. Manual de soldadura TOMO I 8a edición. [Fecha de consulta: 20 de enero del 2022]. Disponible en:

<https://dokumen.tips/download/link/manual-de-soldadura-vol-1-awspdf>

BRAVO VILUGRON, Rubén Andrés. Propuesta de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para prensa ecológica ariete 480 en FINAMET LTDA. [En línea]. Tesis de Ingeniería en mantenimiento industrial Universidad Técnica Federico Santa María, Concepción, Chile, 2019. [Fecha de consulta: 08 de Febrero del 2022] Disponible en: <https://hdl.handle.net/11673/46153>

BSG: Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 01 de Febrero del 2022]. Disponible en: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Indicadores-de-Confiabilidad-en-Mantenimiento-94>

CARBUROS METÁLICOS, Manual del soldador Soldadura con gas de protección, oxicorte y corte por plasma. [En línea]. T 902130202, 2018. [Fecha de consulta: 10 de Febrero del 2022] Disponible en: <http://www.carburos.com/~media/Files/PDF/microsites/welders-handbook/231-18-039-ES-Welders-ManualDelSoldador.pdf>

CUATRECASAS ARBOS, Lluís. Gestión integral de la calidad: Implementación, control y certificación. [En línea]. PROFIT Editorial, Barcelona, 2010. [Fecha de consulta: 14 de Febrero del 2022]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=uoaaxj6zxZsC&dq=calidad++concepto&hl=es&source=gbs_navlinks_s

CUATRECASAS, Lluís y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management Estrategia competitiva. [En línea]. PROFIT Editorial, Barcelona, 2010. [Fecha de consulta: 14 de Febrero del 2022]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=n5qUDVbPA6wC&dq=plan+de+mantenimiento+preventivo+concepto&hl=es&source=gbs_navlinks_s

CRUZ AGUSTÍN, Percy Clifor. Propuesta de implementación de mantenimiento

preventivo para optimizar la disponibilidad de equipos en el área de chancado de la planta concentradora. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad Continental, Huancayo, Perú, 2019. [Fecha de consulta: 08 de Febrero del 2022] Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5537>

DIESTRA GALDOS, Hagler Marco. Incremento de la operatividad de las máquinas de la empresa Metal Work Industrias S.A.C. mediante un plan de gestión de mantenimiento preventivo. [En línea]. Tesis de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2017. [Fecha de consulta: 05 de Febrero del 2022] Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9490>

ESAB. Buddy Tig 200HF Inversor. Instrucciones de uso y repuestos. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 15 de Marzo del 2022]. Disponible en: <https://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/support/documentation/upload/buddy-tig-200hf-manual-usuario-espa%C3%B1ol.pdf>

ESCUADERO ALBORNOZ, Francisco Andrés. Propuesta para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria agrícola. [En línea]. Tesis de Ingeniería en mantenimiento industrial. Universidad Técnica Federico Santa María. Concepción, Chile, 2018. [Fecha de consulta: 10 de Marzo del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/45803>

EUROFINS, Envira Ingenieros Asesores; Cómo crear un plan de mantenimiento preventivo. [En línea]. 2021. [Fecha de consulta: 09 de Marzo del 2022]. Disponible en: <https://envira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/>

GIRALDO, Orlando y VILLALOBOS, Daniel. Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo. Revista Ingenium. [En línea] Volumen 15 Número 30, agosto 2014. [Fecha de consulta: 10 de Febrero del 2022]. Disponible en: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1355>

GOMEZ PAZMIÑO, Michel. Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de Metalmecánica de la empresa Ensamblajes S.A. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2019. [Fecha de consulta: 11 de Febrero del 2022]. Disponible

en:<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41226/1/TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93N%20DE%20MICHEL%20ANGELO%20G%C3%93MEZ%20PAZMI%C3%91O.pdf>

GOMEZ CORNEJO, Fernando. Propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento para taller metalmecánico, campus San Joaquín. [En línea]. Tesis de Ingeniería mecánica. Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago, Chile, 2017. [Fecha de consulta: 11 de Febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/40907/3560902038557UTFSM>

GONZALES GUZMAN, Jorge Luis. Propuesta de mantención preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2016. [Fecha de consulta: 05 de Febrero del 2022]. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/830>

GUTIERREZ BAQUE, Joel Renán. Análisis de los tiempos improductivos en el mantenimiento de máquinas de soldar en los procesos (SMAW, GMAW, GTAW, PAC) de la empresa Servicios y Productos Joel Gutiérrez. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2018. [Fecha de consulta: 02 de Marzo del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36676>

HARDT, Filip and ROBERT, Jarusek. Innovative Approach to Preventive Maintenance of Production Equipment Based on a Modified TPM Methodology for Industry 4.0. Applied Sciences. 2021; 11(15):6953. [Fecha de consulta: 01 de Marzo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app11156953>

JERZY MIKLER. On Improvement Of Maintenance Function - A Reference Model And Improvement Methodology. [en línea]. A Doctoral thesis. 2015. Disponible en: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:871876/FULLTEXT01.pdf>

LUJAN LEZAMA, Jossimar Edu. Aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (rcm) y sus efectos en la disponibilidad de máquinas de soldadura en la empresa Welders Perú S.A.C.. [En línea] Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, 2020. [Fecha de Consulta: 03

de Marzo del 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25065>

MAHESHWARAN GOPALAKRISHNAN. Data-Driven Decision Support for Maintenance Prioritization Connecting Maintenance to Productivity. [en línea]. Thesis for the degree of doctor of philosophy. 2018. Disponible en:
https://research.chalmers.se/publication/504263/file/504263_Fulltext.pdf

MAINTENANCE ENGINEERING AND MANAGEMENT. Department of production engineering. Veer Surendra saji university of technology, Burla. Disponible en:
https://www.vssut.ac.in/lecture_notes/lecture1430512365.pdf

Manual usuario MAQUINA PLASMA CNC ARCBRO X3. ARCBRO X3 GANTRY CNC CUTTING MACHINE. Technical Parameter. 2021. Disponible en:
<https://www.arcbro.com/arcbro-x3/>

Manual de usuario MAQUINA SOLDAR MILLER XMT 350 CC/CV Auto-Line. OM-2247AH/spa. 2020-05

[Fecha de consulta: 20 de enero del 2022]. Disponible en: **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**

MATHIAS WÄRJA. Maintenance Management of Complex Industrial Systems - a methodology for renewal strategies., Stockholm, 2005. [en línea]. Doctoral Thesis. Disponible en:
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:14364/FULLTEXT01.pdf>

MEJÍA ROBLES, Julio. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo en el área de producción de una empresa metalmecánica. [En línea] Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2018. [Fecha de Consulta: 12 de enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34584>

MICROMAIN. How to set Up a Preventive Maintenance Plan. [En línea]. 2021. [Fecha de consulta: 12 de Enero del 2022]. Disponible en:
<https://www.micromain.com/set-up-preventive-maintenance-plan/>

MOSCOSO JÁCOME, Ronal. El mantenimiento proactivo en equipos mecánicos de transporte de hidrocarburos en Ecuador. Revista Científica Ciencia Y Tecnología. [En línea], Volumen 17 Número 14, 30 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 14 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.47189/rcct.v17i14.115>

MUJICA CORTIJO, Greicy. SARMIENTO ROJAS, Edith. Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Disponibilidad de las grúas en AGROMAR S.A.C. [En línea] Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú, 2020. [Fecha de consulta: 15 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65162>

NTP 370.020:2004 (Revisada 2019). APARATOS PARA SOLDAR POR ARCO ELÉCTRICO. Definiciones y clasificación. 2ª Edición. Publicación 23.10.2019. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 370.021:2004 (Revisada 2019). APARATOS PARA SOLDAR POR ARCO ELÉCTRICO. Requisitos. 2ª Edición. Publicación 23.10.2019. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 370.022:2004 (Revisada 2019). APARATOS PARA SOLDAR POR ARCO ELÉCTRICO. Métodos de ensayo. 2ª Edición. Publicación 23.10.2019. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.202:2019 (Revisada 2019). SOLDADURA. Tipos de juntas, cordones y posiciones fundamentales para soldar. 1ª Edición. Publicación 26.12.2017. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.202:2019. SOLDADURA. Seguridad en soldadura y procesos afines. 1ª Edición. Publicación 15.01.2020. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.201:2018. SOLDADURA. Simbolos estándar para la soldadura, la soldadura fuerte y la examinación no destructiva. 1ª Edición. Publicación 16.01.2019. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.075:1982 (Revisada 2018). SOLDADURA. Definición de los procedimientos de soldadura. Publicación 14.12.2018. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.075:1982 (Revisada 2011). SOLDADURA. Diámetros, longitudes y tolerancias. Publicación 05.06.2011. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.076:1982. SOLDADURA. Diámetros, longitudes y tolerancias. Publicación 01.01.1982. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.075:1982 (Revisada 2018). SOLDADURA. Tipos de juntas, cordones y posiciones fundamentales para soldar. 1ª Edición 26.12.2017. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.073:1982 (Revisada 2018). SOLDADURA ELÉCTRICA MANUAL POR ARCO. Códigos de símbolos de electrodos revestidos para soldadura por arco de aceros dulces y aceros de baja aleación con alta Resistencia a la tracción. 1ª Edición. Publicación 13.11.2018. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

NTP 341.070:1982 (Revisada 2017). SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO. Definiciones generales de electrodos. 1ª Edición. 14.12.2017. Norma Técnica Peruana. INDECOPI

. A guide to achieving operational efficiency. G. P. Sullivan, R. Pugh, A. P. Meléndez, W. D. Hunt. 2010. [en línea].

Disponible en:

https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/omguide_complete.pdf

PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la gestión de activos Desarrollo y aplicación práctica de un modelo de Gestión de Mantenimiento (MGM). [En línea]. INGEMAN, Sevilla, 2012. [Fecha de consulta: 13 de febrero del 2022]. Disponible en : <https://books.google.com.pe/books?id=8xsnQ1aMg2qC&printsec=frontcover&dq=análisis+de+criticidad&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjH0bvcttDWAhWHCpAKHWAIDVsQ6AEIOTAE#v=onepage&q&f=false>

PERALTA SALVATIERRA, Guido. Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML Constructores E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019. [En línea] Tesis de Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Universidad Nacional del Callao, Callao,

Perú, 2019. [Fecha de consulta: 18 de Enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4583>

PEREZ, Julio y Supo, Dante. Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el Hospital Regional Lambayeque. Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. [En línea]. Volumen 5 Número 1, 20 de diciembre del 2018. [Fecha de consulta: 12 de febrero del 2022]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/987>

REY, Francisco. Manual del mantenimiento integral en la empresa. [En línea]. Fundacion CONFEMETAL, Madrid, 2001. [Fecha de consulta: 13 de Febrero del 2022]. Disponible: https://books.google.com.mx/books?id=zyYz3HkcdXoC&dq=PLAN+DE+MANTENIMIENTO+PREVENTIVO&hl=es&source=gbs_navlinks_s

RODRIGUEZ, Carlos. El nuevo escenario: La cultura de calidad y productividad en las empresas. [En línea]. ITESO La universidad Jesuita de Guadalajara, Mexico, 1999. [Fecha de consulta: 13 de Febrero del 2022]. Disponible: https://books.google.com.mx/books?id=IAcY7k6GKbUC&dq=productividad+concepto&hl=es&source=gbs_navlinks_s

SIMÓN VILLEGAS, Eduardo. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Metalmecánica Emeca S.A.C., Comas – diciembre 2017. [En línea]. [Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2017.](#) [Fecha de consulta: 22 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12577>

[VALDIVIEZO TORRES, Juan Carlos. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. \[En línea\]. Tesis de Ingeniería Mecánica. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2010.](#) [Fecha de consulta: 09 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

VALERA, Salvador. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo de la empresa RETESA S.A de C.V. [En línea]. Tesis de ingeniería de mantenimiento industrial. Universidad Tecnológica de Querétaro, México, 2013. [Fecha de

consulta: 14 de febrero del 2022]. Disponible en:
<http://www.uteg.edu.mx/tesis/IMI/0222.pdf>

VASQUEZ PINCHI, Julio. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo eléctrico para mejorar la productividad de la maquina desmoldeadora en la empresa FUNVESA, Callao 2018. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo, Callao, Perú, 2018. [Fecha de consulta: 12 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692>

VILLEGAS ARENAS, Juan. Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa "MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES", Arequipa 2016. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad Católica San Pablo. Arequipa, 2016. [Fecha de consulta: 12 de febrero del 2022]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSP_4a9c5affd1cbbcb1ed5f93da01a47a33/Details

VIGO ROQUE, Jehime. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica del sector industrial. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, 2020. [Fecha de consulta: 12 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24777>

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Plan de mantenimiento preventivo	Conocido también como "mantenimiento planificado", mantenimiento proactivo o mantenimiento basado en el tiempo, dado que trabaja con datos del fabricante o estadísticas sobre fallas mas comunes en las máquinas de allí el término planificado que es base del significado mantenimiento preventivo (Cárcel, 2016, p.32)	Tareas que se definirán por la técnica del mantenimiento para preservar y/o conservar máquinas.	Diagnostico	Número de causas	Razón
				Historial de fallas	Razón
				Horas paradas por mantenimiento	Razón
			Planificación	Plan de mantenimiento	Razón
			Inversión	Costo - beneficio	Razón
Dependiente: Productividad	Para las empresas y países la innovación es un factor fundamental para adquirir ventajas competitivas, incrementar la productividad y el crecimiento. En breve, la innovación es un factor crucial para la generación de un crecimiento sustentable de largo plazo (Navarro, et. al., 2016) (Gutiérrez Pulido, et al. 2013)	Variable cuantitativa medible por medio del cálculo de sus dos dimensiones Eficacia y eficiencia, que se miden de acuerdo a los tiempos	Eficacia de Equipo	$\frac{\text{Cantidad horas trabajadas}}{\text{Cantidad horas programadas}}$	Razón
			Eficiencia de Producción	$\frac{MTBF}{(MTBF - MTTR)}$	Razón

ANEXO 02. Encuestas de identificación de causa del problema

ENCUESTA N° 01			
CAUSAS DE FALTA DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS			
Implementación de plan de mantenimiento preventivo en área de producción para mejorar la productividad en la empresa ITEMSA PERU S.AC.			
Los datos personales son anónimos			
Marcar con (X) según las indicaciones			
Se agradece su colaboración y tiempo, para el buen desarrollo de actividades			
CARGO			FECHA
I. Marcar en SÍ o NO, de cada enunciado indicado según la pregunta: En la trayectoria del uso del equipo ¿El problema indicado ha sido una de las causas de problemas y fallas?			
Ítem	Causa	SÍ	NO
A	Falta de un plan de mantenimiento		
B	Falta de registro de fallas y/o averías		
C	Falta de capacitación a operadores		
D	Falta de comunicación y coordinación		
E	Gestiones lentas y tardías		
F	Falta de documentación técnica		
G	No cambiar y sobrepasar la vida útil de accesorios		
H	Demora en compra de repuestos		
I	Compra de repuestos genéricos		
J	Repuestos insuficientes en almacén		
K	Condiciones ambientales agresivas		
L	Sobre exigir capacidad del equipo		
M	Conexiones mecánicas en mal estado		
N	Conexiones y cables eléctricos en mal estado		
O	Desgaste de accesorios de maquinas		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04. Programas de capacitaciones de mantenimiento preventivo

-Programa de capacitación de máquina de corte CNC

PROGRAMA DE CAPACITACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
ÁREA DE PRODUCCIÓN - MAQUINA DE CORTE CNC						
TITULO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	TÉCNICA	MODALIDAD	INSTRUCTOR	PERSONAL
Capacitación en el manejo seguro de la máquina de corte CNC	Prácticas Seguras del manejo de operación de las máquinas de corte CNC , recibir entrenamiento teórico y práctico en las operaciones y métodos de trabajo	4 horas	-Virtual	Videoconferencia	Supervisor de mantenimiento	- Operadores de máquina CNC - Técnicos de mantenimiento
Capacitación en Mantenimiento preventivo máquina de corte CNC	Entrenamiento en mantenimiento, solución de problemas y reparaciones comunes de la máquina de corte CNC.	4 horas	- Expositiva	Presencial	Supervisor de mantenimiento	- Operadores de máquina CNC - Técnicos de mantenimiento
Capacitación en fallas predeterminadas en maquina de corte CNC	Interpretación de códigos, reconocer las condiciones de desgaste, operación y recomendaciones de reparaciones de acuerdo a manual y pautas del fabricante.	4 horas	- Expositiva	Presencial	Supervisor de mantenimiento	- Operadores de máquina CNC - Técnicos de mantenimiento
Soporte técnico para el mantenimiento de máquina de corte CNC	Información teórica, soporte técnico remoto y mantenimiento de máquina de corte CNC	2 horas	-Virtual	Videoconferencia	SEDISA SA	- Operadores de máquina CNC - Técnicos de mantenimiento

-Programa de capacitación de máquina de soldar

PROGRAMA DE CAPACITACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
AREA DE PRODUCCIÓN - MÁQUINA DE SOLDAR						
TITULO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	TÉCNICA	MODALIDAD	INSTRUCTOR	PERSONAL
Capacitación en el manejo seguro de la máquina de soldar	Prácticas Seguras del manejo de operación de las máquinas de soldar , recibir entrenamiento teórico y práctico en las operaciones y métodos de trabajo	4 horas	-Virtual	Videoconferencia	Supervisor de mantenimiento	- Operadores de máquina de soldar - Técnicos de mantenimiento
Capacitación en Mantenimiento preventivo de la máquina de soldar	Entrenamiento en mantenimiento, solución de problemas y reparaciones comunes de la máquina de soldar .	4 horas	-Expositiva	Presencial	Supervisor de mantenimiento	- Operadores de máquina de soldar - Técnicos de mantenimiento
Capacitación en fallas predeterminadas de la máquina de soldar	Interpretación de códigos, reconocer las condiciones de desgaste, operación y recomendaciones de reparaciones de acuerdo a manual y pautas del fabricante.	4 horas	-Expositiva	Presencial	Supervisor de mantenimiento	- Operadores de máquina de soldar - Técnicos de mantenimiento
Soporte técnico para el mantenimiento de máquina de soldar	Información teórica, soporte técnico remoto y mantenimiento de máquina de soldar	2 horas	-Virtual	Videoconferencia	EPRENDA SA	- Operadores de máquina de soldar - Técnicos de mantenimiento

ANEXO 05. Constancia de validación de instrumentos



CONSTANCIA DE VALIDACION

Quien suscribe, Abner Colchado Colona con DNI N° 32990382
De profesión Ingeniero mecánico

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento, Encuesta N°01 – Causa de falta de disponibilidad de equipos, a los efectos de su aplicación al personal técnico y supervisores de mantenimiento, en el desarrollo de la investigación.

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de equipos en el área de producción.

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

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

Abner Colchado Colona
ING. MECANICO
CIP: 113749

Firma
DNI:

ANEXO 06. Ficha técnica de máquinas

Ficha técnica de Máquinas de corte CNC (MCA-01)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA					FORMATO		1
REALIZADO POR:	ALVA - PEÑA			FECHA			
NOMBRE DE EQUIPO	MAQUINA DE CORTE CNC						
FABRICANTE			CODIGO	MCA-01			
MODELO	ARC25		N° DE SERIE	AR15X60			
MARCA	ARBROC						
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO	LARGO		ANCHO		ALTURA		
ALIMENTACION							
N° DE FASES 3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE		
CARACTERISTICAS TECNICAS							
-PROCESOS: PLASMA Y/U OXICORTE -LONGITUD DE RIEL: 7 M -ESPESOR MAXIMO DE CORTE: 100 mm -VELOCIDAD MAXIMA: 12 M/MIN -LONGITUD MAXIMA DE CORTE: 7 M							
FUNCION							
-CORTE AUTOMATICO DE HABILITADO DE PIEZAS CNC (CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADORA). -HABILITA PIEZAS DE GEOMETRIA MUY VARIABLE EN UN MENOR TIEMPO							
FECHA DE MANTENIMIENTO							

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-01)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-01			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-02)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-02			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-03)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-03			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-04)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2							
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA										
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR													
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-04									
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE											
MARCA		MILLER													
CARACTERISTICAS GENERALES															
PESO		42.4 Kg		LARGO		610 mm		ANCHO		310 mm		ALTURA		432 mm	
ALIMENTACION															
N° DE FASES		3		VOLTAJE		440 V		FRECUENCIA		60 Hz		CORRIENTE		20.6 A	
CARACTERISTICAS TECNICAS															
<p>-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23</p>															
FUNCION															
<p>LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.</p>															
FECHA DE MANTENIMIENTO															

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-05)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-05			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-06)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-06			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-07)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-07			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-08)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-08			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-09)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-09			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

Ficha técnica de Máquinas de soldar (MS-10)

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						FORMATO		2	
REALIZADO POR:		ALVA - PEÑA			FECHA				
NOMBRE DE EQUIPO		MAQUINA DE SOLDAR							
FABRICANTE		MILLER ELECTRIC		CODIGO		MSM-10			
MODELO		XMT-350 CC/CV		N° DE SERIE					
MARCA		MILLER							
CARACTERISTICAS GENERALES									
PESO	42.4 Kg	LARGO	610 mm	ANCHO	310 mm	ALTURA	432 mm		
ALIMENTACION									
N° DE FASES	3	VOLTAJE	440 V	FRECUENCIA	60 Hz	CORRIENTE	20.6 A		
CARACTERISTICAS TECNICAS									
-POTENCIA NOMINAL: 14.2 KVA -CALIBRE DE ENTRADA: 4 mm ² -CALIBRE DE SALIDA: 60 mm ² -TIPO DE SOLDADURA: MULTI PROCESO -PROTECCION: IP 23									
FUNCION									
LA MAQUINA DE SOLDAR ES UNA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA LA FIJACION DE MATERIALES, POR MEDIO DE UN ARCO ELECTRICO QUE FUNDE AMBOS MATERIALES JUNTO CON EL ELECTRODO PARA CONSEGUIR UNA UNION FIJA Y RESISTENTE.									
FECHA DE MANTENIMIENTO									

ANEXO 07. Formato actividades para mantenimiento preventivo por máquina

FORMATO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INSPECCIÓN Y PRUEBAS – EQUIPO MÁQUINA DE CORTE CNC					
MARCA - MODELO	N° SERIE		CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO
TAREAS	REALIZADO		OBSERVACIONES		
1. Inspección física general	SI	NO			
2. Verificación condiciones de operación y ambiente	SI	NO			
3. Test de diagnóstico de programa de mantenimiento	REVISADO		CALIFICACIÓN		OBSERVACIONES
	SI	NO	CONFORME	NO CONFORME	
A. SISTEMA FIJACIÓN Y AVANCE					
Cremalleras y rieles					
Sistema motriz - riel					
Sistem. Motriz-servomotor					
B. ELÉCTRICO - ELÉCTRONICO					
Llave termomagnética					
Panel de mando					
Sistema Refrigeración					
Panel de control					
Ruteador					
Control de altura					
Sistema de seguridad					
Fines de carrera					
Limpieza					
C. PANTALLA / INGRESO DE DATOS / ACCIONAMIENTO					
Entrada de datos USB					
Pantalla táctil					
Control de altura THC					
Regulación, detección altura					
D.CONDUCTORES					
Cable de alimentación					
Cable de mando					
Cable puesta tierra					
E. EQUIPO PLASMA					
Conexión eléctrica					
Ingreso aire comprimido					
Conexiones (mangueras)					
Antorcha de corte					
Filtros					
Regulador de presión aire					
Panel de control					
Circuito de arranque					
4. Limpieza, ajuste, inspección general	SI	NO			
Recomendaciones:					
REALIZADO POR				FECHA	

FORMATO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
INSPECCIÓN Y PRUEBAS - EQUIPO MÁQUINA DE SOLDAR					
MARCA - MODELO	N° SERIE		CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO
TAREAS	REALIZADO		OBSERVACIONES		
1. Inspección física general	SI	NO			
2. Verificación condiciones de operación y ambiente	SI	NO			
3. Test de diagnóstico de programa de mantenimiento	REVISADO		CALIFICACIÓN		OBSERVACIONES
	SI	NO	CONFORME	NO CONFORME	
A. ESTRUCTURA Y CARCASA					
Tapas carcasa					
Carro de transporte					
Ruedas					
B. INTERIOR					
Llave termomagnética					
Transformador					
Placa de mando					
Placa de control					
Ventilador					
Transistores IGBT					
Conexión DINSE salida					
Prensa estopa					
Limpieza					
C. PANEL					
Lector de Amperaje					
Lector de tensión					
Switch procesos 2T - 4T					
Luces de sobrecarga					
D. CONDUCTORES					
Cable de alimentación					
Cable positivo					
Cable masa (negativo)					
E. ALIMENTADOR					
Carcasa					
Válvula solenoide de gas					
Manguera gas-flujómetro					
Switch de alimentación					
Motor DC alimentador					
Rodillos alimentadores					
Eje carrete alimentador					
Antorcha					
4. Limpieza, ajuste, inspección general	SI	NO			
Recomendaciones:					
REALIZADO POR				FECHA	

ANEXO 08. Tiempo de funcionamiento de máquinas en el área de producción

Tiempo de disponibilidad programada de las máquinas – 1° semestre

Ítem	Código	Días programados para el mes						Total de días	Total horas por día	Total tiempo de funcionamiento
		May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21			
1	MS-01	26	20	24	22	20	20	132	7	924
2	MS-02	26	20	24	22	20	20	132	7	924
3	MS-03	26	20	24	22	20	20	132	7	924
4	MS-04	26	20	24	22	20	20	132	7	924
5	MS-05	26	20	24	22	20	20	132	7	924
6	MS-06	26	20	24	22	20	20	132	7	924
7	MS-07	26	20	24	22	20	20	132	7	924
8	MS-08	26	20	24	22	20	20	132	7	924
9	MS-09	26	20	24	22	20	20	132	7	924
10	MS-10	26	20	24	22	20	20	132	7	924
11	MCA-01	26	20	24	22	20	20	132	7	924

ANEXO 9. Número de veces que presentaron fallas las máquinas en producción
 Cantidad y tipo de fallas de las máquinas de soldar – 1° semestre

Sistema	Falla y/o avería	Código de la máquina									
		MSM -01	MSM -02	MSM -03	MSM -04	MSM -05	MSM -06	MSM -07	MSM -08	MSM -09	MSM -10
Alimentador	Desgaste y alineamiento de rodillos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Válvula solenoide inoperativa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Falla en ventilador	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Paradas de motor DC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Mangueras de gas deterioradas	5	5	6	6	5	5	5	6	5	5
	Conectores Hembra / macho DINSE inoperativos	11	12	11	12	11	12	11	11	12	12
	Antorcha de soldar inoperativa	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9
Fuente	Cable de fuerza en mal estado y/o rota	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Enchufe de conexión a tablero deteriorado	7	9	9	9	9	9	9	9	7	7
	Cable de masa c/ quemadura y/o corte	11	12	12	12	12	12	12	12	11	11
	Tenaza a tierra inoperativas	5	7	8	7	7	7	7	8	5	5
	Transistores IGBT inoperativos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Panel de control (Voltímetro / Amperímetro)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Falla en placa de mando	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Falla en placa de control	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TOTAL DE FALLAS		68	72	73	72	71	72	71	73	69	69

Cantidad y tipo de fallas de las máquinas de soldar – 1° semestre

Sistema	Falla y/o avería	MAC-01
	Servomotor	0
Sistema electrónico de traslación de carro (Eje X - Y)	Control de altura de antorcha (THC)	1
	Unidad de control	0
	Pantalla táctil de mando	1
	Motores de accionamiento y cremalleras	2
	Sistema de detección de altura (IHS)	1
	Consumibles de corte	2
Antorcha de corte	Desgaste de cabezal de antorcha	1
	Electrodo de corte	4
	Manguera de alimentación de aire	2
sistema eléctrico de alimentación y distribución	Cableado de alimentación a carro	2
	Cableado de alimentación a fuente	1
	Tablero de distribución	1
	Cableado electrónico protegido	3
Rieles y mesa	Lubricación de rieles de desplazamiento	2
	Plenitud en mesa de trabajo	2
		11
TOTAL DE FALLAS		36

ANEXO 10. Especificaciones técnicas de máquinas e instrumentos del fabricante
Máquina de soldar MILLER XMT-350

Serie XMT® 350

Edición enero de 2017 • Index No. DCM43.0 ES

Fuente de Energía para Soldadura Multiproceso 

Resumen de características



Aplicaciones industriales pesadas

Construcción
Astilleros
Industria ferroviaria
Fabricación de camiones y remolques
Fabricación general
Reparación
Flotas de alquiler
Centrales eléctricas

Procesos

MIG (GMAW)
MIG pulsado (GMAW-P)*
Hilo tubular (FCAW)
Electrodo (SMAW)
TIG (GTAW)
Ranuración y corte por arco aire (CAC-A)
Capacidad: Electrodo de 6 mm
*Solo el modelo MPa

Alimentación

230–575 V, 50/60 Hz, trifásica

Salida nominal

275 A con ciclo de trabajo 100%
350 A con ciclo de trabajo 60%

Máximo voltaje de circuito abierto

75 V

Peso neto 43 kg (94,8 lb.)

La tecnología Wind Tunnel™ protege los componentes eléctricos y placas de agentes contaminantes.

El sistema Fan-On-Demand™ refrigera la unidad solo cuando se necesita, reduciendo ruido, uso de energía y la cantidad de contaminantes que entran en la máquina.

El sistema Lift-Arc™ permite el inicio de arco en TIG sin usar alta frecuencia. Inicia el arco sin contaminar la soldadura con tungsteno.

El Hot Start™ adaptativo aumenta el amperaje al inicio de la soldadura si es necesario, reduciendo los pegados de electrodo.

Tecnología Inverter de control de arco que proporciona mayor control del baño en electrodos de tipo 6010, y una soldadura MIG excepcional.

Bajo OCV en electrodo. Característica seleccionable que reduce el voltaje en vacío a cerca de 15V cuando la máquina no está en uso. Elimina la necesidad de usar reductores de voltaje adicionales.

Mando selector de proceso que reduce el número de combinaciones de setup sin eliminar ninguna característica.



**XMT 350
CC/VCV**

**XMT 350
MPa**

Tecnología Auto-Line™ de gestión de tensión que permite conectar a cualquier voltaje (230–575 V) sin necesidad de conexión manual, ajustándose a cada ubicación de trabajo. Es la solución ideal para tensiones de entrada no fiables o sucias.



La fuente de energía tiene una garantía de tres años, en piezas y mano de obra. Las piezas del rectificador de potencia principal tienen una garantía de cinco años.

Grandes medidores digitales dobles fáciles de ver y preseleccionables, para ajustar la salida de soldadura.

Potencia auxiliar de 115 V, proporciona 10 amperios, protegidos por interruptor automático, para usar con refrigeradores, etc.

Auto Remote Sense™ habilita la unidad para usar automáticamente el control remoto en el mismo momento en que se conecta al receptáculo.

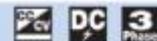
Capacidad MIG pulsado. El modelo MPa tiene incluida esta función.

Ventajas adicionales del modelo MPa

El control avanzado de arco permite obtener un arco pulsado avanzado. El operador tiene un mayor control sobre el baño y el mojado de la soldadura usando el SharpArc. Además la unidad ofrece un arco más robusto y estable con menor altura de arco, reduciendo el input térmico y permitiendo soldar un mayor rango de espesores.

El control SharpArc® modula el arco en MIG pulsado y ofrece un control total sobre la forma del cono del arco, fluidez del baño y la forma del cordón.

Especificaciones (Sujetas a cambios sin previo aviso.)



Rango de voltaje en modo CV	Rango de amperaje en modo CC	Salida nominal	Clase de protección (IP)	Entrada en A con la salida nominal, 50/60 Hz	Máximo voltaje de circuito abierto	Dimensiones	Peso Neto
10–38 V	5–425 A	275 A a 21 VDC, ciclo de trabajo 100% 350 A a 34 VDC, ciclo de trabajo 60%	IP23	230 V 20,6 400 V 17,8 460 V 14,1 575 V 14,2 KVA 13,6	75 V	Alt: 432 mm (17 in.) An: 318 mm (12,5 in.) Prof: 610 mm (24 in.)	36,3 kg (80 lb.) sin potencia auxiliar 43 kg (94,8 lb.) con potencia auxiliar



ITW Welding – Spain
C/ Alemania 6 B/ Derecha
46010 Valencia (ES)
TEL.: +34 96 393 53 98
FAX: +34 96 362 95 16

ITW Welding – Italy S.r.l.
Via Privata Isoo 6/e
20098 San Giuliano M.se
Milano – Italia
TEL.: +39 02 982901
FAX: +39 02 98281552
ITW-Welding.com

Sede internacional de Miller Electric Mfg. Co.
An Illinois Tool Works Company
1635 W. Spencer Street
Apleton, WI 54914 USA
TEL.: +1 920 735 4554
FAX: +1 920 735 4125
MillerWelds.com

Máquina de corte CNC



Support HPR series plasma power source

Firstly, install the software on the PC, then convert DXF figure into NC code



Through USB Port! Input and output the NC program simply.

- USB Memory is duty for the NC program input and output
- Auto Run Model /Test Model/Back Run/Nesting
- Power-off protection ● Cutting Precision 0.2mm
- Scale Change ● NC Code Edit ● Kerf Compensation
- Auto Position ● Mirror Image
- Cutting Oxygen (Gas) or Arc (Plasma) ON/OFF Function
- AVC for Gas or Plasma cutting (Optional)

Available Cutting Width Standard :
2,000mm
(2,500mm/3,000mm/3,500mm...)

Available Cutting Length Standard :
2,500mm
(2,000mm/4,000mm/6,000mm...)

X3

Gantry CNC Cutting machine

Smoother Motion, Military Quality

Triangular structure, more stable



Electronic Limit



Solenoid valve



Board road, less lines, easy maintenance



Panasonic servo system



Torch height controller



■ Configuration

Model-Technical index	Effect 3000×6000MM, can be customized.
Cutting mode	Oxyfuel and Plasma
Actual machine body	5.5×8.0M, can be customized.
Effective Cutting Area	3.0×6.0M, can be customized.
Cutting Torch No.	1group Oxyfuel and plasma both standard, can be multi torches.
Driving Mode	750W×3, AC panasonic servo system, dual driving mode
Height Control	Auto height controller for oxyfuel and plasma torch
Cutting thickness	6-200mm (oxyfuel cutting), plasma cutting due to the plasma power source
Cutting Gas	Flame:(Acetylene, Propane, or Liquid Gas)+Oxygen
Cutting Speed Regulating Range	0-18000mm/min
CNC Control Mode	Special CNC system software, can run on any computer with WINDOWS system
Input Voltage	220V
Options	Capacitance Auto Torch Height Control(THC) and anti-collision

ARCBRO

ArcBro Ltd

Address : Xinfang Industrial Park, No.218, ChaoYang District, Beijing 100024, China

Tel: +86-10-65798995 Fax: +86-10-65790867 E-Mail: sales@arcbro.com

http://www.arcbro.com http://www.facebook.com/arcbro



ArcBro Product No.20140308

Pinzas amperimétricas CA/CC Serie 350

FLUKE®



Fluke 353

Fluke 355



Accesorios incluidos

Fluke 353: Estuche flexible para multímetro C43, 6 pilas AA, manual del usuario
 Fluke 355: Estuche flexible para multímetro C43, 6 pilas AA, juego de cables de prueba de silicona TL224 SureGrip®, juego de puntas de prueba extrafinas TP2 (2 mm), juego de pinzas de cocodrilo AC285 SureGrip®, manual del usuario

Información para pedidos

Fluke 353 Pinza amperimétrica CA/CC
 Fluke 355 Pinza amperimétrica CA/CC

Pinzas amperimétricas de 2000 A de verdadero valor eficaz para aplicaciones industriales y redes de suministro

Tome lecturas fiables con las pinzas amperimétricas Fluke 353/355 de verdadero valor eficaz: la mejor elección en herramientas para medidas de corriente de hasta 2000 A. Gracias a la gran apertura de la mordaza se facilita la medida en cables de gran diámetro, los cuales suelen utilizarse en aplicaciones de corrientes elevadas. Su robusto diseño y su seguridad de acuerdo a CAT IV 600 V y CAT III 1000 V suponen un elemento adicional de

protección a la hora de tomar medidas de alta potencia. Gracias a su función de medida de corrientes de arranque, pueden hacerse mediciones de pico, muy adecuadas para motores y cargas inductivas. Las pinzas 355 también miden tensión y resistencia, lo que las hace una de las herramientas más versátiles para los técnicos de compañías eléctricas, instaladores eléctricos y técnicos de mantenimiento industrial.

Características

	353	355
Medidas de verdadero valor eficaz	●	●
Pantalla con retroiluminación	●	●
Corriente de arranque de motores	●	●
Valores mínimo, máximo y promedio	●	●
Tensión CA/CC		●
Medida de resistencia		●
Medida de continuidad con señal acústica		●

Especificaciones

(Viste la página Web de Fluke para obtener especificaciones detalladas)

Funciones	Rango	353	355
Corriente CA/CC	0-40,00 A	1,5% ± 15 cuentas	1,5% ± 15 cuentas
	0-600,0 A		
	0-2000 A; 1400 AC rms	1,5% ± 5 cuentas	1,5% ± 5 cuentas
Factor de cresta		2,4	2,4
Tensión CA/CC	0-4,000 V		1% ± 10 cuentas
	0-40,00 V		
	0-600,0 V		1% ± 5 cuentas
	0-600 V AC rms		
Resistencia	0-1000 V DC		
	0-400,0 Ω		
	0-4,000 kΩ		1,5% ± 5 cuentas
	0-40,00 kΩ		
Señal acústica de continuidad	0-600,0 kΩ		
Frecuencia	Appt. > 30 Ω		
	de 5,0Hz a 100,0Hz de 100,1Hz a 999Hz		0,2% ± 2 cuentas 0,5% ± 5 cuentas

Alimentación eléctrica:
 6 x 1,5 V AA NEDA 15 A o IEC LR6
Duración de la batería:
 100 horas (en condiciones de uso normales y con la retroiluminación desactivada)

Tamaño (LxAlxP): 300 mm x 98 mm x 52 mm
Apertura de la pinza: 58 mm
Peso: 0,814 kg
Garantía: 2 años

Accesorios recomendados



ANEXO 11. Certificado de calibración de instrumento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LPE-0047-2021

Nº de Proforma : C0516-2021
Expediente : E0565

Página : 1 de 3

**1. SOLICITANTE : INDUSTRIA TECNICA METALURGICA Y SERVICIOS
ALVITRES PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : PARCELA N° 10946 - LA RINCONADA ANEXO SAN JOSE
CHIMBOTE KM 6 CARRETERA CAMBIO PUENTE - CHIMBOTE

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PINZA AMPERIMÉTRICA

ALCANCE DE ESCALA : 2000 A AC-DC

MARCA : FLUKE

MODELO : 353

NÚMERO DE SERIE : 30280005

TIPO DE INDICACIÓN : DIGITAL

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : IPPA-01 (*)

UBICACIÓN : CONTROL DE CALIDAD

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021 - 07 - 17

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Calibraciones de PESAS Y BALANZAS S.A.C.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa, tomando como referencia el PC-025 "Procedimiento para la Calibración de Pinzas Amperimétricas" de SNM - INDECOPI.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,7 °C	20,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67 %H.R.	68 %H.R.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESAS Y BALANZAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente Técnico de PESAS Y BALANZAS S.A.C.



Daniel Mamani Maldonado
Gerencia Técnica

Fecha de Emisión

Firmado digitalmente por Daniel Mamani Maldonado
Fecha: 2021.07.22 16:23:02 -05'00'

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Multimetro Fluke 8846A	LE-C – 005 – 2021

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

FUNCIÓN CORRIENTE CONTINUA

ALCANCE	INSTRUMENTO		INDICACIÓN PATRÓN	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
	LECTURA				
40,00 A	10,30 A		10,20 A	0,10 A	0,031 A
	20,25 A		20,18 A	0,07 A	0,036 A
	35,08 A		35,21 A	-0,13 A	0,048 A
400,0 A	99,7 A		100,2 A	-0,5 A	0,12 A
	199,9 A		200,2 A	-0,2 A	0,18 A
	388,3 A		390,2 A	-1,9 A	0,35 A
2 000 A	600 A		601 A	-1 A	1,1 A
	1 202 A		1 201 A	1 A	0,82 A
	1 803 A		1 801 A	2 A	0,82 A

FUNCIÓN CORRIENTE ALTERNA

ALCANCE	INSTRUMENTO		INDICACIÓN PATRÓN		CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
	LECTURA		FRECUENCIA	VALOR		
40,00 A	10,83 A		60 Hz	10,61 A	0,22 A	0,018 A
	20,59 A		60 Hz	20,34 A	0,25 A	0,0090 A
	36,23 A		60 Hz	35,92 A	0,31 A	0,037 A
400,0 A	100,3 A		60 Hz	100,5 A	-0,2 A	0,19 A
	200,5 A		60 Hz	200,5 A	0,0 A	0,39 A
	380,6 A		60 Hz	380,5 A	0,1 A	0,81 A
1 400 A	507 A		60 Hz	505 A	2 A	1,4 A
	993 A		60 Hz	990 A	3 A	2,1 A
	1 215 A		60 Hz	1 208 A	7 A	0,82 A

7. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida en el instrumento.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con indicación "CALIBRADO". La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 12. Solicitud de autorización para realizar trabajo de investigación

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Chiclayo, 02 de diciembre del 2022

Asunto: Solicitud de autorización para realizar trabajo de investigación

Gerente General:
Jorge Luis Alvitres Sedamanos

Presente:

Nos dirigimos a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar autorización para realizar la implementación del plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones de su representada ITEMSA PERU SAC con RUC 20445052826, ubicada en la Carretera Cambio Puente Km. 06, Santa, Ancash.

Cabe resaltar que la mencionada actividad forma parte de nuestra investigación de pregrado, para la obtención de nuestro título universitario de la Universidad Cesar Vallejo.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera de una pronta y favorable respuesta a esta solicitud, nos despedimos.

Atentamente,


Bach. Francisco Alva Albornoz
DNI: 47936621


Bach. Walter Peña Armas
DNI: 32971000

ANEXO 13. Cotización de capacitaciones

Máquina de soldar

Curso Online Análisis y Reparación de Soldadores Inverter

En este curso

El Ingeniero Carlos Rodríguez nos brindará un curso excelente sobre como reparar soldadores inverter.

Temario

1- Conceptos preliminares.

Conceptos generales de tensión, corriente, potencia y resistencia.

Funciones del multímetro y su uso correcto.

Herramientas y materiales necesarios para la intervención.

2- Funcionamiento de una máquina de soldar inverter.

Soldadura por arco voltaico. Primeros soldadores eléctricos y evolución de los mismos hasta la actualidad.

Diagrama de bloques. Análisis de funcionamiento por etapas.

Ventajas de un soldador inverter.

3- Fuente de alimentación.

Características de la fuente de un soldador inverter.

Esquemas de circuitos más usados.

Circuito de rectificación primaria y filtrado.

El relay, ensayo y comprobación de funcionamiento.

4- Etapa de Inversora.

Tipos de configuraciones usadas comúnmente, diagramas de bloques.

Osciladores, comprobación de los mismos.

PWM, realimentación y control.

5- El transistor IGBT.

Características y funcionamiento del transistor IGBT. Principales ventajas y usos de los mismos.

Medición y ensayo dinámico.

Sustitución de componentes fallados. Búsqueda de reemplazos.

6- Rectificación de alta frecuencia.

Transformadores de alta frecuencia. Medición de sus parámetros.

Diodos Schottky, características de los mismos y análisis de hojas de datos.

7- Etapa de potencia de salida.

Características y funcionamiento. Concepto de fuente de tensión constante y corriente constante. Análisis de sus componentes y medición de sus parámetros.

Modalidad	Video
Instructor	Carlos F. Rodríguez
Duración	2 meses
Clases	9
Inscritos	70 de 500
Inversión	PEN 206 PBL226

[Inscribirme](#)

[Compartir este Curso](#)

Máquina de corte CNC



LIMA: Jr. Fermín Tangüín 160 Sta. Catalina, La Victoria
 ID Central: 512-3900 Tda: 512-3902
 TRUJILLO: Av. Miraflores 928, El Molino S/([044] 22-3202
 AREQUIPA: Cal. Jacinto Bohórquez 315 Ofic. E 201-C
 Uto. Pique Industrial ID: BFC: 943 528 185
www.sedisa.com.pe

COTIZACIÓN		561621
Señor(es):	INDUSTRIA TECNICA METALURGICA Y SERVICIOS ALVTRES PERU S.A.C.	
Dirección:	AV. CIRCUNVALACIÓN GOLF DE LOS INCAS 206 INTERIOR 602 - TORRE 3 SANTIAGO DE SURCO - LIMA	Fecha: 3/01/2022
RUC:	20445052826	Fax: 143320242
Atención:	Walter Peña Armas	O.S.: *
		Proyecto: CHIMBOTE

Por medio de la presente le manifestamos nuestro cordial saludo, y de acuerdo a su solicitud, le detallamos lo siguiente:

DOLARES AMERICANOS US \$

ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO / SERVICIO	P.UNIT.	TOTAL
1.0	1	PAQ	Capacitación de corte automatizado CNC p/ operadores Incluye: - Software CAD/CAM - Programa de automatización en corte de materiales - Programa de simulación	1.00	130.00	130.00
2.0	1	PAQ	Uso adecuado de consumibles y parametros de trabajo Incluye: - Alineación de anforcha y alturas de corte - Uso de accesorios consumibles y originales - Regulación de presión de caudal, tipo y pureza de gas	1.00	90.00	90.00

Valor venta	220.00
Descuento (0.00%)	
I.G.V. 18%	39.60
Importe total	US \$ 259.60

PARA MONTOS INFERIORES A US\$ 100.00, SE CONSIDERA COMO VENTA O SERVICIO AL CONTADO O CREDITO A 07 DIAS

- Validez de la oferta: 07 días, salvo aumento imprevisto de precios
- Tiempo del servicio: 02 días, secciones de 6 horas/día
- Forma de pago: Crédito - Letra y/o cheque a 30 días
- Observaciones: Horario en coordinación con gestor

Citas Bancarias

Banco	Moneda	N Cuenta Bancaria	Codigo Interbancario
BCP	DOLARES	193-0107487-1-36	002-19300010748713617
	SOLES	193-0048087-0-28	002-19300004808702810
CONTINENTAL	DOLARES	0011-910-0100098307-70	011-910-000100098307-70
	SOLES	0011-910-0100100034-76	011-910-000100100034-76
SCOTIABANK	DOLARES	000-1042361	009-285-000001042361-84
	SOLES	000-5144353	009-170-000005144353-29

Atentamente,

Victor Castillo Ruiz
 Asesor Técnico Comercial
 SEDISA SAC
 Cel: 965404477
www.sedisa.com.pe

ESPECIALISTAS EN SERVICIOS PRE Y POST VENTA

