

NOMBRE DEL TRABAJO

PROPUESTA DE MEJORA EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS M

AUTOR

JEAN FRANCO GONZALES ARMES

RECUENTO DE PALABRAS

25456 Words

RECUENTO DE CARACTERES

141668 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

157 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

37.0MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 3, 2024 3:32 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 3, 2024 3:35 PM GMT-5

● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	GONZALEZ ARMES JEAN FRANCO
D.N.I.:	74701539
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	960272567
e-mail:	JEFR2909@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	PROPUESTA DE MEDIDA EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS - PROYECTO 'BICENTENARIO PAQUETE1' MEDIANTE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA LA EMPRESA 'ESTRUCTURAS INDUSTRIALES EGA' EN CHILCA-LIMA, PERÚ (2023)"
Fecha de Sustentación:	04/12/2023
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

GONZALEZ ARMES JEAN FRANCO

APELLIDOS Y NOMBRES

74701539

DNI

J.F.O.

Firma y huella:



Lima, 04 de ABRIL del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“PROPUESTA DE MEJORA EN LA DISPONIBILIDAD DE
MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS
METÁLICAS - PROYECTO ‘BICENTENARIO PAQUETE 1’ MEDIANTE
UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA LA EMPRESA
‘ESTRUCTURAS INDUSTRIALES EGA’ EN CHILCA - LIMA, PERÚ
(2023)”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

GONZALES ARMES, JEAN FRANCO

ORCID: 0009-0002-3427-3325

ASESOR

DÁVILA IGNACIO, CARLOS VIDAL

ORCID: 0000-0002-6337-251X

Villa El Salvador

2023



DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador, siendo las 9:20 a.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: FABIO ZEGARRA CHOQUE DNI N° 40586051 C.I.P. N° 84031
SECRETARIA: MARGARITA FREDESVINDA MURILLO MANRIQUE DNI N° 07222359 C.I.P. N° 59410
VOCAL : RICHARD FLORES CACERES DNI N° 10230672 C.I.P. N° 185839
ASESOR : CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO DNI N° 07390694 C.I.P. N° 96353

Designados mediante Resolución de Decanato N° 290-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller Título Profesional

Don: GONZALES ARMES JEAN FRANCO identificado(a) con D.N.I. N° 74701539 procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

Titulado: "PROPUESTA DE MEJORA EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS - PROYECTO 'BICENTENARIO PAQUETE 1' MEDIANTE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM PARA LA EMPRESA 'ESTRUCTURAS INDUSTRIALES EGA' EN CHILCA - LIMA, PERÚ (2023)"

Aprobado mediante Resolución de Decanato de N° 903-2023-UNTELS-R-D de fecha 24 de noviembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por Unanimitad con la nota de: ATORCE (letras)..... 14 (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
14	ATORCE	APROBADO POR UNANIMIDAD	BUENO.

Siendo las 11:10 horas del día 04 de Diciembre del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.


MARGARITA F. MURILLO MANRIQUE
SECRETARIA
Margarita Murillo M.
Ingeniera Electricista
Reg. C.I.P. 59410


FABIO ZEGARRA CHOQUE
PRESIDENTE
FABIO ZEGARRA CHOQUE
Ingeniero Mecánico
CIP N° 84031

GONZALES ARMES JEAN FRANCO
BACHILLER


RICHARD FLORES CACERES
INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 185839
RICHARD FLORES CACERES
VOCAL

DEDICATORIA

Con gran emoción y gratitud en mi corazón, me dirijo a cada uno de ustedes para expresar mi más profundo agradecimiento por su apoyo incondicional a lo largo de mi travesía académica y la realización de esta tesis. Han sido pilares fundamentales en mi vida y su presencia ha sido una fuente constante de inspiración y aliento.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, quienes han sido mi roca durante todo este proceso. A mis padres, por su amor infinito, su sacrificio y por creer en mí incluso cuando dudaba de mis propias capacidades. Vuestra paciencia, comprensión y palabras de aliento han sido mi mayor motivación. A mis hermanos, por su cariño y por entender mis ausencias y momentos de estrés. Vuestra alegría y compañía han sido una luz en mi camino.

A mis amigos cercanos, quiero expresar mi profunda gratitud por su apoyo incondicional y por ser mi red de contención emocional. Han estado ahí en los momentos de triunfo y también en aquellos de frustración. Sus palabras de aliento, sus consejos y su presencia constante me han ayudado a superar los obstáculos y mantenerme enfocado en mis metas.

También quiero agradecer a aquellos amigos que, aunque no estén en mi día a día, siempre han estado dispuestos a escuchar mis inquietudes y celebrar mis logros. Sus mensajes de ánimo y felicitaciones han sido un recordatorio constante de que no estoy solo en este viaje. Agradezco a mis profesores y mentores por su guía, su sabiduría y su dedicación en ayudarme a alcanzar mis metas académicas. Su compromiso con la excelencia y su pasión por el conocimiento han dejado una huella imborrable en mi formación.

Por último, quiero dedicar un agradecimiento especial a aquellas personas que han estado a mi lado en los momentos más difíciles, cuando el camino se volvía oscuro y las dudas se apoderaban de mí. Vuestra confianza en mis habilidades y vuestras palabras de aliento me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante.

En resumen, hoy quiero honrar a mi familia y amigos por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe en mí. Sin ustedes, esta tesis no sería posible. Vuestras palabras de aliento, vuestros abrazos reconfortantes y vuestra presencia han sido los cimientos sobre los cuales construyó mi éxito. A cada uno de ustedes, les dedico este logro y les agradezco desde lo más profundo de mi corazón.

Con cariño y gratitud infinita,

Jean Franco Gonzales Armes

AGRADECIMIENTOS

En el momento culminante de este camino académico y la realización de esta tesis, me siento profundamente agradecido por el apoyo y la colaboración de las personas que han sido esenciales en esta travesía. Expreso mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes:

A mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido el motor que me impulsó a lo largo de este proceso. A mis padres, su sacrificio y fe en mí me han dado la fuerza para superar cada desafío. A mis hermanos, por comprender mis ausencias y por ser una fuente constante de alegría en medio de las dificultades.

A mis amigos cercanos, les debo una deuda de gratitud por su constante respaldo emocional. Sus palabras de aliento y su presencia han sido un faro en los momentos oscuros y un motivo para celebrar en los momentos de triunfo.

A mis amigos que, aunque distantes en la geografía, siempre estuvieron cerca en espíritu. Sus mensajes de ánimo y felicitaciones reafirmaron que este viaje es compartido.

A mis respetados profesores y mentores, gracias por compartir su sabiduría y guiar mis pasos hacia el conocimiento. Su dedicación ha dejado una huella imborrable en mi formación.

A aquellas personas que iluminaron mi camino en los momentos más difíciles, cuando la confusión y la incertidumbre amenazaban con detenerme. Su confianza y palabras alentadoras fueron mi ancla y mi impulso.

En síntesis, hoy dedico este logro a mi familia y amigos por su amor incondicional, su constante apoyo y su fe en mí. Vuestras palabras de ánimo y cariño han construido el cimiento sobre el cual edificué mi éxito. Cada uno de ustedes ha sido fundamental, y les estoy eternamente agradecido.

Con cariño y gratitud profunda,

Jean Franco Gonzales Armes

RESUMEN

En la actualidad, en el Perú existe una creciente demanda de viviendas, colegios, hospitales y otros proyectos que requieren construcción rápida. Para satisfacer esta necesidad, han surgido los proyectos de pre fabricación de módulos.

La empresa "Estructuras Industriales EGA" se ha posicionado como proveedora de soluciones para esta demanda. Sin embargo, debido a la alta cantidad de proyectos, se requiere una fabricación rápida de los módulos, lo cual implica mantener una alta disponibilidad de las maquinarias. Tras la culminación del proyecto "Bicentenario paquete 1", se ha recopilado información sobre deficiencias en la disponibilidad debido a fallos en los equipos, lo cual afecta la normativa de calidad y la competitividad de la empresa.

Ante esta necesidad, se ha evaluado el proyecto "Bicentenario paquete 1" en términos de disponibilidad mecánica de las maquinarias proporcionadas por el área de mantenimiento en comparación con la disponibilidad requerida por la producción de la empresa "Estructuras Industriales EGA" entre un periodo desde mayo 2023 hasta Julio 2023. Esta investigación es de gran importancia, ya que permitirá proponer nuevas metodologías para optimizar el mantenimiento y mejorar la disponibilidad de los equipos en el área de línea de Perfiles Pesados de la empresa.

La metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) planteada permitirá incrementar la productividad y eficiencia de las máquinas, solucionando los problemas que puedan surgir durante la gestión del mantenimiento de manera más ágil. El estudio comenzará con una auditoría de mantenimiento en los equipos del área de Perfiles Pesados. Dentro del área de "Perfiles Pesados", se encuentran las sub áreas de habilitado de material y soldadura.

La sub área de "habilitado de material" está compuesta por prensas excéntricas, taladros de columnas, punzonadoras, sierras cintas, conformadoras y montacargas.

Por otro lado, el área de soldadura cuenta con equipos de soldadura MIG, equipos de soldadura eléctrica, equipos de soldadura multifunción, amoladoras rectas, amoladoras angulares, equipos de oxicorte y carritos de oxicorte.

A partir de allí, se determinarán las alternativas de solución basadas en la metodología TPM, con el objetivo de optimizar el mantenimiento y aumentar la productividad y disponibilidad de los equipos.

ABSTRACT

The current demand for rapid construction of houses, schools, hospitals and other projects in Peru has led to the emergence of modular prefabrication projects. "Estructuras Industriales EGA" has positioned itself as a key provider of solutions to satisfy this demand. However, due to the large number of projects, maintaining high machine availability is crucial for rapid module manufacturing. After completing the "Bicentennial Package 1" project, deficiencies have been identified in the availability of machinery due to equipment failures, affecting the company's quality and competitiveness standards.

To address this issue, an evaluation of the "Bicentenario paquete 1" project was carried out, focusing on the availability of machinery provided by the maintenance area in comparison with the production requirements in "Estructuras Industriales EGA". This research is of great importance since it paves the way for the implementation of new methodologies to optimize maintenance and improve the availability of equipment in the area of metal-mechanic production.

The application of the Total Productive Maintenance (TPM) methodology will increase the productivity and efficiency of the machine, which will allow an agile resolution of maintenance-related problems. The study began with a maintenance audit of the "Heavy Profiles" area, which includes the material handling and welding subareas.

The material handling subarea includes eccentric presses, column drills, punching machines, band saws and forklifts. On the other hand, the welding area is equipped with MIG welders, electric welders, multifunctional welding equipment, straight and angle grinders, oxyacetylene welding equipment and oxyacetylene carts.

Based on the findings, alternative solutions rooted in the TPM methodology will be determined, aimed at optimizing maintenance and increasing the productivity and availability of the equipment.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Ilustraciones:.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Motivación.....	3
1.2 Estado del arte.....	4
1.3 Descripción del problema.....	4
1.4 Formulación del problema.....	5
1.4.1 Problema general	5
1.4.2 Problemas específicos.....	5
1.5 Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1 Objetivo general	6
1.6 Justificación:.....	6
II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes.....	9
2.1.1 Antecedentes Internacionales:	9
2.1.2 Antecedentes nacionales:.....	9
2.2 Bases teórica.....	10
2.2.1 Mantenimiento:.....	10
2.2.2 Tipos de mantenimiento	11
2.2.3 Mantenimiento en la Industria	12
2.2.4 Plan de mantenimiento	12
2.2.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	13
2.2.6 Objetivos del mantenimiento productivo total.	15
2.2.7 Seis grandes pérdidas por resolver con TPM	15
2.2.8 Disponibilidad de maquinarias industriales:.....	18
2.2.9 Implementación del plan del Mantenimiento Productivo Total (TPM)	20
2.2.10 Alcance y ventajas del Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	24

2.2.11 Mantenimiento Autónomo:.....	25
2.2.13 Mantenimiento Planificado:	25
2.2.14 Cultura de mejora continua:	26
2.2.15 Auditorías y evaluaciones periódicas:	26
2.2.16 Eficiencia de producción:	26
2.2.17 Cumplimiento de plazos y entregas:.....	26
2.2.18 Reducción de costos:	26
2.2.19 Implementación efectiva:	26
2.2.20 Sostenibilidad:	26
2.2.21 Pre fabricación de módulos:	27
2.2.22 Máquinas tipo conformadoras:	27
2.2.23 Operación de perfilado:	28
2.2.24 Amoladoras Rectas Eléctricas:	29
2.2.25 Amoladoras angulares Eléctricas:	30
2.2.26 Prensas excéntricas:	32
2.2.27 Sierras cintas:.....	32
2.2.28 Punzonadoras:.....	33
2.2.29 Montacargas GLP y GNV:	34
2.2.29 Máquinas de soldar tipo MIG:.....	35
III. VARIABLES:	36
3.1. Operacionalización de las variables.....	36
3.1.1 Variable 1:	36
3.1.2 Variable 2:	36
3.1.2 Matriz de operacionalización de variables o Matriz de categorías apriorísticas.....	38
IV. METODOLOGÍA	41
4.1 Descripción de la metodología.....	41
4.2 Implantación de la investigación.....	42
4.2.1 Evaluación Inicial:	42
4.2.1.1 Auditoría interna:	42
4.2.1.2 Matriz de criticidad:.....	44
4.2.1.3 Parámetros de criticidad de los equipos:.....	44
4.2.1.4 Cálculo de criticidad de los equipos:	47
4.2.1.5 Fichas Técnicas de equipos:.....	49
4.2.1.6 Tiempo de paradas de máquina en Bicentenario Paquete “1”:	75
4.2.1.7 Costos de alquiler de máquinas por la no atención de mantenimiento	80

4.2.2	Creación de Equipos de Trabajo	84
4.2.3	Diagnóstico de la evaluación inicial, establecimiento de objetivos.....	90
4.3	Diseño de plan de mantenimiento basado en TPM.....	93
4.3.1	Diseño de plan de capacitaciones 2024:	93
4.4	Diseño de plan de mantenimiento basado en TPM.....	95
4.4.1	Diseño de plan de capacitaciones 2024:	95
4.4.2	Diseño del Plan Anual de mantenimientos preventivos 2024:	102
4.3.3	Actividades específicas y responsables durante el plan de mantenimiento basado en TPM	107
4.4	Seguimiento y Revisión:.....	125
4.4.1	Sesiones de Seguimiento Mensuales:	125
4.4.2	Liderazgo Visible:.....	125
4.4.3	Reuniones de Planificación Semanal:	125
4.4.4	Seguimiento de Costos y Auditorías:.....	125
4.4.5	Gestión de Compras y Suministros:.....	125
4.4.6	Control Operativo y Seguridad:	126
4.4.7	Informe Mensual de Avance del Plan:.....	126
4.4.8	Metas de la propuesta del TPM:	126
4.5	Resultados: Prueba Piloto:.....	128
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	130
5.1	Disponibilidad de las máquinas en "Estructuras Industriales EGA":.....	130
5.2	Impacto potencial de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados y su plan detallado de integración en el plan anual de Perfiles Pesados "Estructuras Industriales EGA":.....	130
VI.	CONCLUSIONES	132
VII	BIBLIOGRAFÍA	133
	Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos.....	136
	Anexo 4. Presupuesto.....	140
	Anexo 3. Glosario de términos.....	142

Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalizacion de variable	46
Tabla 2 Máquinas pertenecientes a perfiles pesados en estructuras industriales EGA.....	49
Tabla 3 Impacto operacional en Estructura Industriales EGA.....	51
Tabla 4 Flexibilidad operacional en Estructuras Industriales EGA.....	52
Tabla 5 Costos de mantenimientos en estructuras industriales EGA	52
Tabla 6 Impacto de seguridad y medio ambiente en estructuras industriales EGA.....	52
Tabla 7 Factor de frecuencia en estructuras industriales EGA	53
Tabla 8 Parametros de criticidad considerados.....	53
Tabla 9 Analisis de criticidad de perfiles pesados	55
Tabla 10 Cuadro de nombre de máquina numero 001 de perfiles pesados	56
Tabla 11 Cuadro de nombre de máquina numero 002 de perfiles pesados	59
Tabla 12 Cuadro de nombre de máquina numero 003 de perfiles pesados	61
Tabla 13 Cuadro de nombre de máquina numero Sierra cinta SN-01	62
Tabla 14 Cuadro de nombre Sierra cinta SN-02.....	65
Tabla 15 Cuadro de nombre de máquina numero 006 de perfiles pesados	67
Tabla 16 Cuadro de nombre de máquina numero 007 de perfiles pesados	69
Tabla 17 Cuadro de nombre de máquina numero 008 de perfiles pesados	71
Tabla 18 Cuadro de nombre de máquina numero 009 de perfiles pesados	73
Tabla 19 Cuadro de nombre de máquina numero 010 de perfiles pesados	75
Tabla 20 Cuadro de nombre de máquina numero 011 de perfiles pesados	77
Tabla 21 Cuadro de nombre de máquina numero 012 de perfiles pesados	77
Tabla 22 Cuadro de nombre de máquina numero 013 de perfiles pesados	78
Tabla 23 Cuadro de nombre de máquina numero 014 de perfiles pesados	79
Tabla 24 Cuadro de nombre de máquina numero 015 de perfiles pesados	80
Tabla 25 Cuadro de nombre de máquina numero 016 de perfiles pesados	81
Tabla 26 Cuadro de nombre de máquina numero 017 de perfiles pesados	83
Tabla 27 Cuadro de nombre de máquina numero 018 de perfiles pesados	83
Tabla 28 Cuadro de nombre de máquina numero 019 de perfiles pesados	85
Tabla 29 Cuadro de nombre de máquina numero 020 de perfiles pesados	85
Tabla 30 Cuadro de nombre de máquina numero 021 de perfiles pesados	86
Tabla 31 Cuadro de nombre de máquina numero 022 de perfiles pesados	87
Tabla 32 Cuadro de nombre de máquina numero 023 de perfiles pesados	89
Tabla 33 Cuadro de nombre de máquina numero 024 de perfiles pesados	92

Tabla 34 Cuadro de nombre de máquina numero 025 de perfiles pesados	94
Tabla 35 Cuadro de nombre de máquina numero 026 de perfiles pesados	96
Tabla 36 Tiempos en jornadas normal vs. Proyecto bicentenario	97
Tabla 37 Tiempo de parada de maquinaria en proyecto “Bicentenario, Paquete 1”	98
Tabla 38 Costo de alquiler de 5 máquinas por 2 meses	104
Tabla 39 Costo de alquiler de 1 máquina por 1 mes	106
Tabla 40 Costo de alquiler de maquinaria total durante proyecto “Bicentenario paquete 1”	107
Tabla 41 Organigrama de Estructura Industriales EGA	108
Tabla 42 Plan anual de capacitaciones 2024.....	121
Tabla 43 Plan anual de capacitaciones 2024 Enero-Junio parte 2	122
Tabla 44 Plan anual de capacitaciones 2024 Julio-Diciembre parte 3.....	123
Tabla 45 Plan anual de capacitaciones 2024 Julio-Diciembre parte 4.....	124
Tabla 46 Cronograma anual para el equipo de liderazgo centrado en TPM a lo largo del año 2024.....	125
Tabla 47 Formato de liderazgo visible.....	126
Tabla 48 Plan anual 2024 basado en TPM Parte 1 (Máquinas del 1 hasta el 13), Desde Enero – Junio 2024.....	129
Tabla 49 Plan anual 2024 basado en TPM Parte 1 (Máquinas del 14 hasta el 26), Desde Enero – Junio 2024.....	130
Tabla 50 Plan anual 2024 basado en TPM Parte 1 (Máquinas del 1 hasta el 13), Desde Julio hasta diciembre 2024	131
Tabla 51 Plan anual 2024 basado en TPM Parte 1 (Máquinas del 14 hasta el 26), Desde Julio hasta diciembre 2024	132
Tabla 52 Cronograma para el equipo de Calidad y Control en relación a la Gestión de No Conformidades y la colaboración con el equipo de Mantenimiento y Producción en el marco del plan anual basado en TPM	135
Tabla 53 Cronograma mensual de contabilidad y control de costos – TPM 2024	11236
Tabla 54 Cronograma de Adquisición de Nueva Maquinaria: Colaboración entre compras Mantenimiento y control de costos	11446
Tabla 55 INSPECCIÓN DE MONTACARGAS.....	147

Índice de Ilustraciones:

Ilustración 1 Definición del TPM	14
Ilustración 2 Metas del TPM.....	14
Ilustración 3 Objetivo del TPM..	15
Ilustración 4 Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características	17
Ilustración 5 Implementación de los 12 pasos del plan de mantenimiento basado en TPM.....	20
Ilustración 6 Pasos clave de implementación del TPM.....	22
Ilustración 7 Alcance del TPM.....	24
Ilustración 8 Proceso de conformado inicial de una conformadora.....	28
Ilustración 9 Proceso de conformado final de una conformadora	28
Ilustración 10 Ficha tecnica makita de amoladoras rectas.....	30
Ilustración 11 Manual de amoladora recta electricas BOSH.....	31
Ilustración 12 Fcha tecnica de la prensa excentrica XC-01.....	49
Ilustración 13 Ficha tecnica de la prensa excentrica 002.....	65
Ilustración 14 Ficha tecnica de la prensa excentrica XC-06.....	67
Ilustración 15 Ficha tecnica de la sierra cinta SN-01	69
Ilustración 16 Ficha tecnica de la sierra cinta SN-02	71
Ilustración 17 Ficha tecnica de la sierra cinta SN-05	73
Ilustración 18 Ficha tecnica de la sierra cinta SN-06	75
Ilustración 19 Ficha tecnica de la sierra cinta SN-07	77
Ilustración 20 Ficha tecnica de la punzadora multiple PMZ-01	79
Ilustración 21 Ficha tecnica del taladro de columna TC-02	82
Ilustración 22 Ficha tecnica de la equipo de soldar MIG EMS-02.....	83
Ilustración 23 Ficha tecnica equipo de soldar MIG ESM-03	84
Ilustración 24 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-06.....	85
Ilustración 25 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-09.....	86
Ilustración 26 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-10.....	87
Ilustración 27 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-11.....	88
Ilustración 28 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-12.....	89
Ilustración 29 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-13.....	90
Ilustración 30 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-14.....	91
Ilustración 31 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-15.....	92

Ilustración 32 Ficha tecnica del equipo de soldar MIG ESM-16.....	93
Ilustración 33 Ficha tecnica de las AMOLADORA 4.1/2” AM4 (22 UND)	94
Ilustración 34 Ficha tecnica del equipo herramienta AM7	96
Ilustración 35 Ficha tecnica del equipos tipo amoladora recta AMR	98
Ilustración 36 Ficha tecnica del equipo de Roll forming RF-01.....	100
Ilustración 37 Ficha tecnica del montacarga liugong 3.5tn MN-14.....	102
Ilustración 38 Alquiler de máquina de soldar tipo MIG por 1 mes	108
Ilustración 39 Costo de alquiler de un montacarga de capacidad 3.5 ton mes de julio 2013	109
Ilustración 40 Equipo de trabajo para la ejecucion del TPM.....	117
Ilustración 41 Pizarra de reuniones semanales	110

Índice de Ecuaciones:

Ecuación 1 Calculo de disponibilidad.....	19
Ecuación 2 Formula de criticidad	44

INTRODUCCIÓN

La presente tesis aborda una problemática recurrente en las industrias con actividades en metal mecánica en Perú, específicamente en la empresa "Estructuras Industriales EGA." La falta de disponibilidad de las máquinas en esta compañía ha generado diversos inconvenientes que empeoran su producción y competitividad en el mercado. Esta situación puede deberse a diversos factores, como la no atención del plan de mantenimiento planificado, el envejecimiento del equipo, escasez de repuestos o una gestión ineficiente de los recursos.

Los problemas ocasionados por la falta de disponibilidad de las máquinas van más allá de simples inconvenientes operativos, ya que pueden interrumpir en la producción, retrasos en la entrega de productos y pérdida de clientes. Además, el aumento de costos al tener que subcontratar servicios de reparación o alquilar equipos de reemplazo agrava la situación.

En este contexto, la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) emerge como una solución efectiva. El TPM es una metodología de gestión que busca maximizar la disponibilidad y el rendimiento de los equipos mediante la participación activa de todo el personal de la empresa. Esta metodología se basa en la cultura de mejora continua y promueve el mantenimiento preventivo y autónomo, la planificación y gestión eficiente del tiempo de cambio, y la reducción de los tiempos de parada.

El objetivo general de este informe es evaluar e implementar la metodología TPM en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA" para mejorar la disponibilidad de las maquinarias y lograr una integración efectiva en el plan anual de la empresa. Para lograr este propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- A. Determinar el impacto potencial de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados, analizando indicadores de tiempo de operación y tiempos de inactividad.
- B. Diseñar un plan detallado para la integración de la metodología TPM en el plan anual de "Estructuras Industriales EGA" para el área de perfiles pesados, definiendo actividades, responsables y plazos específicos para una implementación exitosa.

La investigación se centrará en el área de perfiles pesados de la empresa y en el período de ejecución desde mayo 2023 hasta Julio 2023 del proyecto "Bicentenario, Paquete 1". Se evaluará cómo la implementación del TPM puede mejorar la disponibilidad de las maquinarias y optimizar la gestión diaria de mantenimiento y operación.

La relevancia de este informe radica en la importancia de mejorar la disponibilidad mecánica de las maquinarias en "Estructuras Industriales EGA" para aumentar su eficiencia, productividad y competitividad en el mercado. Al implementar el TPM, se busca crear una cultura de trabajo colaborativo y orientada a la mejora continua, lo cual contribuirá al crecimiento sostenible de la empresa en la industria de modulación industrializada en Perú.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Motivación

La presente investigación surge como respuesta a la problemática común que enfrentan las industrias en Perú en relación a la falta de disponibilidad de las máquinas. Este problema puede acarrear interrupciones en la producción, retrasos en la entrega de productos, costos adicionales por servicios de reparación y una disminución en la calidad de los productos. Ante este escenario, la implementación de la metodología Total Productive Maintenance (TPM) se presenta como una estrategia efectiva para maximizar la disponibilidad y rendimiento de los equipos, a través de la participación activa de todo el personal en una cultura de mejora continua.

La industria "Estructuras Industriales EGA" se enfrenta a esta problemática, afectada por la falta de disponibilidad de maquinarias en su área de perfiles pesados. La alta demanda de proyectos en un periodo de mayo 2023 hasta Julio 2023 y la necesidad de mantener la producción sin interrupciones han llevado a la empresa a sacrificar los mantenimientos preventivos por mantenimientos correctivos, generando un impacto negativo en la calidad y eficiencia de la producción.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar y proponer la implementación de la metodología TPM en "Estructuras Industriales EGA", específicamente en el área de perfiles pesados, durante el año 2024. Al abordar este desafío, se busca mejorar la disponibilidad de las maquinarias y optimizar la gestión diaria de mantenimiento y operación. Mediante el análisis de indicadores y la formulación de un plan anual detallado, se pretende no solo superar la falta de disponibilidad de las máquinas, sino también establecer un enfoque sostenible que fomente la colaboración y mejora continua en toda la organización.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para impactar positivamente la productividad y calidad de "Estructuras Industriales EGA", al tiempo que establece un precedente para otras industrias que enfrentan desafíos similares en Perú. La metodología TPM ofrece un enfoque holístico y participativo que puede transformar la gestión de activos y la cultura laboral. A medida que las empresas buscan eficiencia y competitividad, esta investigación busca ofrecer una solución concreta y aplicable que contribuya al crecimiento sostenible y la mejora continua en el ámbito industrial del país.

1.2 Estado del arte

El TPM fue desarrollado en la década de 1950 por Seiichi Nakajima en el Instituto Japonés de Plantas Mitsubishi, con el objetivo de mejorar la eficiencia de la maquinaria y equipos en la industria manufacturera. El enfoque principal del TPM es involucrar a todos los niveles de la organización en la prevención de problemas y en la mejora continua de los procesos eliminando las pérdidas y mejorar la eficiencia en la producción al reducir los tiempos de inactividad no planificados, mejorar la calidad del producto y aumentar la participación de los trabajadores en la gestión y el mantenimiento de los equipos. El TPM se basa en la idea de que todos los miembros de una organización, desde la alta dirección hasta los operadores en el piso de producción, tienen un papel que desempeñar en la mejora de la eficiencia y la calidad (Brito, 2018).

Sin embargo, la filosofía peruana se debe establecer pasos donde indique el proceso con el cual se pueda llevar con éxito la implementación, Calvo de Rolle (2004) afirma que El Mantenimiento Productivo Total, comúnmente abreviado como TPM, está ganando cada vez más relevancia en nuestra nación, a pesar de que su adopción se remonta a la década de los setenta en otros lugares. Esto se debe principalmente a que se ha demostrado su notable eficacia como una herramienta para mejorar la disponibilidad y la confiabilidad de las instalaciones, enfocándose en la gestión eficiente y la plena participación de todo el personal. Sus numerosas ventajas en la automatización de procesos la convierten en un complemento ideal. (Patiño, 2015)].

1.3 Descripción del problema

En la empresa "Estructuras Industriales EGA", se enfrenta un desafío crítico relacionado con la disponibilidad de nuestras máquinas. Diversos factores, como el envejecimiento de los equipos, la falta de un mantenimiento adecuado, la escasez de repuestos, la inflexibilidad del plan de mantenimiento existente y una gestión ineficiente de los recursos, han contribuido a esta problemática.

La falta de disponibilidad de las máquinas se traduce en interrupciones en la producción, retrasos en la entrega de productos, costos adicionales y un deterioro en la calidad y la reputación de nuestra empresa. Este problema se ha exacerbado por nuestra reciente mudanza de fábrica desde Lurín, Lima, Perú, a Chilca, Lima, Perú (Periodo diciembre 2022 – febrero 2023), así como por la afluencia de proyectos, en particular el "Proyecto Bicentenario paquete

1" desde un periodo desde mayo 2023 hasta Julio 2023, que ha aumentado significativamente la carga de trabajo y ha generado un descubierto en el mantenimiento preventivo, especialmente en el área de perfiles pesados.

La solución imperativa radica en la implementación de un nuevo y sólido plan de mantenimiento que aborda de manera efectiva estos desafíos. Este plan debe involucrar a todo el personal, desde los operarios hasta los directivos, e incorporar prácticas como el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado y la mejora de la eficiencia global de los equipos.

El objetivo central es reducir las averías, minimizar los tiempos de inactividad imprevistos y optimizar la utilización de nuestros recursos. Esto no solo se traducirá en un aumento de la productividad y la calidad de nuestros productos, sino que también fomentará una cultura de trabajo colaborativa y orientada hacia la mejora continua. La implementación exitosa de este nuevo plan de mantenimiento contribuirá de manera significativa al crecimiento sostenible de la industria "Estructuras Industriales EGA"

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es la estrategia propuesta para abordar el desafío principal de Estructuras Industriales EGA, enfocado en mejorar la disponibilidad de sus maquinarias después de un período de mudanza y una elevada demanda de proyectos donde no se pudo llevar a cabo el mantenimiento preventivo necesario, y cómo se planifica implementar la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) para optimizar la disponibilidad de las máquinas en este contexto específico?

1.4.2 Problemas específicos

A partir del problema general, se derivan los siguientes problemas específicos en la industria "Estructuras Industriales EGA":

- A. ¿Cuál será el proceso de integración de la metodología TPM en el plan anual de Estructuras Industriales EGA para el área de perfiles pesados?

- B. ¿En qué medida la implementación de la metodología TPM puede mejorar la disponibilidad de las maquinarias en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA"?

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Evaluar y proponer la metodología TPM a través del plan anual en el año 2024, en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA" con el fin de mejorar la disponibilidad de las maquinarias y lograr una integración efectiva dentro del plan anual de la empresa.

1.5.2 Objetivos específicos:

- A. Proponer un plan anual en el año 2024 detallado para la integración de la metodología TPM en el plan anual de "Estructuras Industriales EGA" para el área de perfiles pesados, definiendo actividades, responsables y plazos específicos para la implementación exitosa de la metodología en la gestión diaria de mantenimiento y operación.
- B. Determinar el impacto potencial de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA" mediante el análisis de indicadores de tiempo de operación y tiempos de inactividad vs. una proyección a través de pruebas pilotos.

1.6 Justificación:

Este objetivo general se justifica debido a la necesidad de mejorar la disponibilidad de las maquinarias en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA". La propuesta de implementación de la metodología anual TPM para el año 2024 brindará una estructura y enfoque sistemático para optimizar el mantenimiento y la gestión diaria de las máquinas, lo que resultará en una mayor disponibilidad de las mismas y un rendimiento mejorado en la producción. Además, la integración efectiva de la metodología TPM en el plan anual de la empresa asegurará su continuidad y sostenibilidad a largo plazo.

Por ello se genera las siguientes razones clave del proyecto de investigación:

1. Demanda creciente de proyectos de construcción modular: En el Perú, existe una demanda creciente de viviendas, colegios, hospitales y otros proyectos de construcción rápida. Esta demanda pone presión en las empresas, como "Estructuras Industriales EGA", para fabricar módulos de manera eficiente y rápida.
2. Mantener una alta disponibilidad de maquinaria: Para satisfacer la demanda de proyectos, es esencial mantener una alta disponibilidad de las máquinas utilizadas en la fabricación de módulos. Esto significa que las máquinas deben estar en funcionamiento la mayor parte del tiempo posible.
3. Problemas de disponibilidad identificados: El proyecto "Bicentenario paquete 1" ha revelado problemas en la disponibilidad de las máquinas debido a fallos en los equipos. Estos fallos afectan la calidad y la competitividad de la empresa, lo que es una preocupación importante desde un periodo desde mayo 2023 hasta Julio 2023.
4. Evaluación de disponibilidad mecánica: Se está llevando a cabo una evaluación para comparar la disponibilidad mecánica de las máquinas proporcionadas por el área de mantenimiento con la disponibilidad requerida por la producción. Esta comparación es esencial para identificar las brechas y los problemas existentes.
5. Importancia de la investigación: La investigación es de gran importancia porque tiene como objetivo proponer nuevas metodologías para optimizar el mantenimiento y mejorar la disponibilidad de los equipos. Esto es fundamental para garantizar la eficiencia y competitividad de la empresa.
6. Uso de la metodología TPM: Se menciona que la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) se utilizará para mejorar la productividad y eficiencia de las máquinas. Esta metodología aborda los problemas de mantenimiento de manera más ágil y efectiva.
7. Auditoría de mantenimiento: El estudio comenzará con una auditoría de mantenimiento en los equipos del área de Perfiles Pesados, lo que indica un enfoque sistemático para identificar y abordar los problemas de disponibilidad.
8. Descripción de las máquinas y áreas afectadas: El texto detalla las subáreas y equipos específicos dentro del área de Perfiles Pesados y el área de soldadura que se verán afectados por el proyecto de mejora de la disponibilidad.

Según nuestros objetivos específicos se justifica de manera puntual:

- A. Diseñar un plan detallado para la integración de la metodología TPM en el plan anual de "Estructuras Industriales EGA" para el área de perfiles pesados del año 2024, definiendo actividades, responsables y plazos específicos para la implementación exitosa de la metodología en la gestión diaria de mantenimiento y operación:

Este objetivo específico se justifica porque el diseño de un plan anual 2024 detallado es esencial para asegurar una implementación exitosa de la metodología TPM en el área de perfiles pesados. Al definir actividades, responsables y plazos específicos, se establecerá una hoja de ruta clara y estructurada para la integración de la metodología en la gestión diaria de mantenimiento y operación. Esto permitirá una implementación efectiva, un seguimiento adecuado y una mayor probabilidad de éxito en la mejora de la disponibilidad de las maquinarias y el logro de los objetivos establecidos.

- B. Determinar el impacto potencial de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA" mediante el análisis de indicadores de tiempo de operación y tiempos de inactividad:

Este objetivo específico se justifica porque es fundamental comprender el impacto que la implementación de la metodología TPM puede tener en la disponibilidad de las maquinarias en el área de perfiles pesados. El análisis de los indicadores de tiempo de operación y tiempos de inactividad permitirá evaluar de manera cuantitativa cómo la implementación de la metodología TPM puede influir en la eficiencia y disponibilidad de las maquinarias, brindando información crucial para tomar decisiones informadas.

En resumen, la investigación proporcionará una justificación sólida para la realización del proyecto de mejora de la disponibilidad de las máquinas, destacando la importancia de mantener un alto nivel de disponibilidad para satisfacer la demanda de proyectos de construcción y la necesidad de abordar los problemas identificados para mantener la calidad y competitividad de la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En la presente investigación se establecerá un contexto para la propuesta de mejora en la disponibilidad de maquinarias y equipos en la fabricación de estructuras metálicas del proyecto 'Bicentenario paquete 1' a través de la Implementación de un plan de mantenimiento basado en TPM para la empresa 'Estructuras Industriales EGA' área perfiles pesados en Chilca – Lima.

2.1.1 Antecedentes Internacionales:

Investigaciones anteriores demuestran los resultados de la implementación como Mendes (2023) Se analizaron los efectos de aplicar el TPM en una cinta transportadora, y se observaron mejoras en la disponibilidad y la eficiencia de funcionamiento. Después de introducir planes de mantenimiento autónomo y preventivo, se obtendrá un incremento del 7% en las horas de operación y una marcada disminución del 53% en el tiempo requerido para las reparaciones. (Mendes, Gaspar, Charrua-Santos, & Navas, 2023)

Esto haciendo referencia que teniendo un plan de mantenimiento bien estructurado puede mejorar la disponibilidad de las máquinas, así como lo menciona de Correa (2022) Se logró una mejora en la planificación del mantenimiento al utilizar el análisis Pareto y las horas de inactividad como punto de partida. La estratificación de averías se empleó como una herramienta efectiva para identificar de manera más precisa las partes de las máquinas que experimentaban una mayor frecuencia de fallos. Esto permitió la implementación de planes de acción dirigidos, lo que resultó en una reducción significativa en la necesidad de realizar mantenimientos correctivos (Alzate Correa, 2022).

También se demuestran la importancia de un plan bien estructurado, según Castro Pico (2023) el TPM principalmente está dirigido a maximizar la capacidad, eficiencia y eficacia a través del mantenimiento oportuno de los equipos, evitando desperdicios y creando productividad en las máquinas mejorando así la calidad de las operaciones. (Pico, 2023)

2.1.2 Antecedentes nacionales:

En el ámbito nacional, De Lama (2023) investigó la transformación cultural derivada de la introducción del TPM, centrándose en particular en la aplicación de la metodología 5'S y

la planificación del mantenimiento. Como resultado, se asignaron responsabilidades a los trabajadores para promover la organización, la limpieza y la realización de tareas de mantenimiento autónomo y planificado en maquinaria agrícola (Lama Ramírez, 2023).

En otra investigación, Gamez (2019) demostró la implementación del TPM en la empresa JCB Estructuras resultó en un aumento del 22,86% en la productividad del proceso de granallado (CÁCERES ROA, 2019).

Y esto es corroborado por Ushiñahua (2017) La aplicación del TPM en 2017 en la línea de producción de Spools de la empresa FIMA SA resultó en un aumento del 15% en la productividad. Además, la eficiencia del proceso de granallado experimentó un incremento del 16.17% tras la adopción de la filosofía del TPM (Ushiñahua Zavaleta, 2017).

Estos antecedentes resaltan la eficacia del enfoque TPM en diversas aplicaciones internacionales y nacionales. Sin embargo, en el contexto de 'Estructuras Industriales EGA', es necesario realizar un análisis específico para determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento basado en TPM puede abordar la falta de disponibilidad de maquinarias y mejorar la gestión diaria de mantenimiento y operación en el proyecto 'Bicentenario paquete 1'.

2.2 Bases teórica

2.2.1 Mantenimiento:

El mantenimiento se puede definir como el conjunto de actividades cuyo propósito es preservar, reactivar, conservar o restaurar un equipo o maquinaria a un estado que les permita funcionar de manera óptima. Estas actividades buscan reducir la necesidad de intervenciones de emergencia debido a fallas inesperadas, las cuales pueden provocar una interrupción no planificada de la producción, conocida como actividad de urgencia. En este contexto, el mantenimiento, mediante la combinación de medidas técnicas y administrativas, contribuye a prolongar la vida útil de máquinas, equipos e instalaciones, asegurando la continuidad de la producción (Calvo Rolle J. y., 2004).

2.2.2 Tipos de mantenimiento

En una organización, es común encontrar diversas categorías de mantenimiento, y generalmente, esta revisión de los activos, como instalaciones, herramientas, equipos y maquinaria, se lleva a cabo para garantizar su correcto funcionamiento (Calvo Rolle J. y., 2004)

Es fundamental para cualquier empresa cuidar el estado de las máquinas, instalaciones y equipos de trabajo, no solo para mantener una producción constante, sino también para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores. Por lo tanto, el mantenimiento se divide en varias categorías, ya continuación se detalla de manera esquemática las más comunes:

Mantenimiento de conservación: Este tipo de mantenimiento se enfoca en restaurar los equipos que han experimentado desgaste debido al uso y las condiciones físicas y químicas a las que han estado expuestos.

Dentro del mantenimiento de conservación, se pueden distinguir: El mantenimiento en una empresa puede clasificarse en cuatro categorías principales, cada una con sus características distintivas:

A. Mantenimiento Correctivo: Se refiere a las actividades que se realizan para corregir las fallas imprevistas en los equipos o maquinaria. Esto a menudo resulta en una interrupción no planificada de la producción y puede generar impactos financieros significativos (Alzate Correa, 2022).

Existen diferentes tipos de mantenimiento correctivo, que incluyen el inmediato (reparación inmediata), el diferido (reparación después de la detención de la maquinaria), el no planificado (fallas inesperadas) y el planificado (reparaciones programadas o decisiones del gerente) (Iribarren, 2016).

B. Mantenimiento Preventivo: Este tipo de mantenimiento se enfoca en realizar revisiones periódicas y limpieza de equipos y maquinaria para prevenir accidentes y daños debido al desgaste. El mantenimiento preventivo ayuda a prolongar la vida útil de los equipos, aumentar la productividad, mantener la calidad del producto y reducir los costos de mantenimiento (Carman, 2017).

C. Mantenimiento Predictivo: Implica la aplicación de técnicas y análisis para detectar fallos y averías potenciales en los equipos. El método más común es el análisis de vibraciones, que se realiza utilizando un vibrómetro. Otras técnicas incluyen el uso de ultrasonidos, análisis de lubricantes y termografía, entre otras. El mantenimiento predictivo permite una mayor confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria a un menor costo (Brito, 2018).

D. Mantenimiento Sistemático: Se basa en criterios de tiempo, ciclos o cantidad de productos producidos. Se centra en inspecciones visuales, lubricación, tareas sistemáticas y reparación de posibles averías en los equipos de producción. Su objetivo es reducir el número de fallos y averías, independientemente del tiempo de servicio o del estado de los elementos de trabajo (Brito, 2018).

En resumen, estas categorías de mantenimiento desempeñan un papel fundamental en la gestión de equipos y maquinaria en una empresa, ya sea corrigiendo fallas, previniendo problemas, pronosticando posibles averías o manteniendo un enfoque sistemático en la conservación de los activos.

2.2.3 Mantenimiento en la Industria

El mantenimiento industrial se refiere a un conjunto de acciones que tienen como objetivo asegurar el funcionamiento óptimo de las máquinas e instalaciones que forman parte de un proceso de producción, permitiendo que dicho proceso alcance su rendimiento máximo (Brito, 2018).

Por ello la programación del mantenimiento industrial se convierte en una herramienta esencial para las empresas que buscan obtener la certificación ISO 9001 (GLOBAL, 2010).

2.2.4 Plan de mantenimiento

Se refiere a las acciones preventivas que la empresa debe llevar a cabo para establecer protocolos de mantenimiento específicos para cada activo o instalación, adaptados a sus funciones. Esto se hace con el propósito de cumplir los objetivos de disponibilidad, confiabilidad y costos, además de extender la vida útil de los equipos (Iribarren, 2016).

2.2.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología muy reconocida y aplicada en la gestión de la producción y el mantenimiento de maquinarias en diversas industrias. Su objetivo principal es maximizar la disponibilidad y eficiencia de los equipos, reducir al mínimo el tiempo de inactividad no planificado y mejorar el rendimiento general de la planta. La implementación del TPM se basa en un enfoque proactivo que involucra a todos los niveles de la organización y se apoya en una base teórica sólida.

Según J. Calvo y V. Lago (2004) señala que una de las innovaciones más significativas que aporta el TPM es su enfoque en actividades realizadas por grupos pequeños de trabajadores. De esta manera, el TPM amplía la filosofía del mantenimiento productivo a lo largo de toda la empresa, generando un apoyo y confianza que abarca a todos los niveles jerárquicos. Diferenciándose del enfoque tradicional de mantenimiento, el TPM trasciende las fronteras del departamento de mantenimiento y compromete a toda la organización. Esto significa que el Mantenimiento Productivo (PM) se convierte en un Mantenimiento Productivo Total (TPM), caracterizado por la participación activa de los trabajadores de producción en las actividades de mantenimiento (Calvo Rolle J. y., 2004).

En la siguiente representación visual, que se observa en la Figura 1, se presentan resúmenes concisos de cada una de las definiciones que abarcan el concepto de Mantenimiento Productivo Total.

Ilustración 1

Definición del TPM



Nota: El gráfico ilustra las definiciones de las palabras clave del Mantenimiento Productivo Total (TPM), traducidas al español. Cabe destacar que el TPM es un acrónimo en inglés que significa “Total Productive Maintenance”.

Fuente: Propia.

En la ilustración 2 a continuación, se detallan de manera clara y precisa las metas que el Mantenimiento Productivo Total busca alcanzar cuando se implementa en los procesos de producción.

Ilustración 2

Metas del TPM



Nota: El gráfico ilustra las metas generales del TPM.

Fuente: Propia.

2.2.6 Objetivos del mantenimiento productivo total.

El objetivo del TPM es mejorar la eficiencia de la planta industrial al asegurar que los equipos involucrados en el proceso de producción alcancen su ciclo de vida óptimo. (Acuña, 2021)

Así también TPM tiene como objetivo lograr la meta de cero pérdidas, mediante la mejora constante tanto del rendimiento de los equipos como del personal, utilizando eficazmente las herramientas de mantenimiento disponibles para su desarrollo.

Además, el TPM se centra principalmente en maximizar la capacidad, eficiencia y efectividad a través de un mantenimiento oportuno de los equipos, evitando desperdicios y fomentando la productividad de las máquinas, lo que a su vez mejora la calidad de las operaciones (Yadav, 2020).

Ilustración 3

Objetivo del TPM



Nota: El gráfico ilustra el objetivo TPM.

Fuente: Propia.

En resumen, el TPM se enfoca en mantener los equipos operativos a máxima capacidad, evitando detenciones inoportunas, y esto se logra al aplicar la filosofía de cero fallos, cero accidentes, cero pérdidas y cero defectos.

2.2.7 Seis grandes pérdidas por resolver con TPM

Uno de los objetivos clave del TPM es mejorar la eficiencia de los equipos y garantizar que estén en su estado óptimo. Esto se logra mediante un enfoque que busca eliminar errores y problemas, lo que implica la eliminación de seis pérdidas principales (ONDINA, 2018).

A. Pérdidas por averías

Las averías pueden generar pérdidas de dos tipos: pérdidas de tiempo y pérdidas de cantidad. Las fallas imprevistas suelen ser problemas evidentes en los equipos y fáciles de solucionar, mientras que las fallas crónicas menores a menudo se descuidan debido a su complejidad en la reparación (ONDINA, 2018).

B. Pérdidas de preparación y ajuste

Estas pérdidas se producen al ajustar el dispositivo para alcanzar su rendimiento óptimo durante la implementación y al preparar para iniciar el trabajo. En el proceso de preparación, se emplean dos estrategias principales:

- Preparación interna: se refiere a las operaciones realizadas cuando la maquinaria está apagada, y es esencial minimizar el tiempo dedicado a estas tareas (ONDINA, 2018).
- Preparaciones externas: abarcan las operaciones realizadas mientras la maquinaria está en funcionamiento (ONDINA, 2018).

C. Inactividad y pérdidas de paradas menores

Se trata de breves interrupciones ocasionadas por problemas temporales o cuando la maquinaria se encuentra inactiva. Este tipo de contratiempo suele impactar negativamente en la eficiencia del equipo y es más común en procesos automatizados que emplean robots y sistemas de transporte (ONDINA, 2018).

D. Pérdidas de velocidad reducida

Se refieren a las discrepancias entre la velocidad planificada para el dispositivo y su velocidad de funcionamiento real, con el propósito de minimizar al máximo esta discrepancia. Las velocidades pueden ser inferiores a las óptimas debido a problemas de diseño, defectos en la calidad, cuestiones mecánicas, subproblemas o temor al uso incorrecto del equipo (sobrecarga) (Córdova, 2021) (Agustiady, 2017).

E. Defectos de calidad y repetición de trabajo

Estas pérdidas se originan debido a un funcionamiento deficiente de la maquinaria, lo que resulta en la producción de productos defectuosos que necesitan ser reprocesados (Agustiady, 2017).

En términos generales, los defectos de calidad representan un problema crónico que no es fácil de detectar, por lo que es esencial realizar un análisis exhaustivo del conocimiento de las máquinas y los procedimientos que las operan (Agustiady, 2017).

F. Pérdidas de puesta en marcha

Estas pérdidas de eficiencia se producen en las fases iniciales del proceso de producción, desde el encendido de la maquinaria hasta que se logra la estabilidad. La magnitud de la pérdida depende de la estabilidad de las condiciones del proceso, así como de factores como el nivel de mantenimiento y la destreza del equipo (Agustiady, 2017).

Ilustración 4

Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. <i>Averías</i>	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos	Eliminar
	2. <i>Tiempos de reparación y ajuste de los equipos</i>	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. <i>Funcionamiento a velocidad reducida</i>	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo. Mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. <i>Tiempo en vacío y paradas cortas</i>	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. <i>Defectos de calidad y repetición de trabajos</i>	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	6. <i>Puesta en marcha</i>	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas	Minimizar según técnica

Nota: Se visualiza la clasificación de las 6 grandes pérdidas y sus características.

Fuente: Copyright 2012 Libro “Gestión del Mantenimiento de los Equipos Productivos”

2.2.8 Relevancia de la implementación de las 5 "S" en el contexto del TPM:

Tanto el TPM como las 5 "S" dependen de la eficiencia en el trabajo, la organización en el lugar de trabajo, la mejora de la seguridad, la calidad y otros aspectos

similares. Todos estos elementos están destinados a crear condiciones de trabajo ideales. que permiten realizar las tareas de manera ordenada, sistemática y limpia (I.M. Ribeiro, 2019). Aunque en su concepción original fue diseñada para un tipo específico de empresa, en la actualidad sus resultados son beneficiosos para cualquier organización que busque una transformación positiva en su cultura de trabajo (CÁCERES ROA, 2019).

La implementación de las 5 "S" es fundamental, ya que, si los empleados adoptan exitosamente esta estrategia, es probable que también puedan llevar a cabo el TPM (Agustiady, 2017).

La metodología de las 5 "S" se basa en cinco principios destinados a fomentar una dinámica laboral que mejore aspectos como la utilización del espacio de trabajo, la organización, la higiene, el cumplimiento de normas y la interacción en la industria (Agustiady, 2017).

2.2.8 Disponibilidad de maquinarias industriales:

La disponibilidad se define como la probabilidad de que un activo cumpla con su función designada cuando se necesita. Esta disponibilidad está condicionada por la frecuencia de fallos en un período y condiciones específicas, lo que se conoce como confiabilidad, así como por el tiempo requerido para reparar un fallo, lo que se denomina mantenibilidad. En resumen, la mantenibilidad representa la probabilidad de que un activo o conjunto de activos, que está experimentando un fallo, sea recuperado y restaurado a su estado operativo en un tiempo predeterminado (SEXTO, 2006).

La disponibilidad de máquinas es un factor de suma importancia en cualquier industria por diversas razones fundamentales que impactan directamente en la eficiencia, productividad y rentabilidad de la empresa. A continuación, se destacan las principales razones que resaltan la importancia de la disponibilidad de máquinas en una industria:

- A) Eficiencia de producción: Una alta disponibilidad de máquinas asegura que los equipos están operando cuando se necesitan, lo que evita demoras y retrasos en la producción. La eficiencia mejora significativamente al mantener una continuidad en los procesos y evitar tiempos muertos necesarios.

- B) Cumplimiento de plazos y entregas: La disponibilidad de máquinas permite cumplir con los plazos de producción y entrega de productos a los clientes, lo que aumenta la satisfacción del cliente y fortalece la reputación de la empresa en el mercado.
- C) Reducción de costos: Un mantenimiento adecuado y una alta disponibilidad de las máquinas reduce los gastos en reparaciones de emergencia y reemplazo de equipos averiados.

Según The British Standards Institution en el ISO 14224:2016 señala que: Los costos anuales de la industria en la falta de disponibilidad de equipos son muy grandes, a pesar de que muchos propietarios de plantas han mejorado la disponibilidad de sus instalaciones operativas al enfrentar este reto. Se ha puesto recientemente un énfasis más fuerte en diseños y mantención efectivos en los costos para plantas nuevas e instalaciones existentes entre más participantes en la industria. Al respecto, los datos en las fallas, los mecanismos de falla y el mantenimiento relacionado a esas instalaciones industriales y sus operaciones han llegado a ser más importantes. Es necesario que esta información sea utilizada mediante, y comunicada entre las partes involucradas y sus disciplinas, dentro de la misma compañía o entre compañías. Varias metodologías de análisis se utilizan para evaluar el riesgo de peligros a la personas y medioambiente, o para analizar la planta o el desempeño del sistema. Para que tales análisis sean efectivos y decisivos, los datos de confiabilidad y mantenimiento (RM) de equipos son vitales. (Institution, 2016)

La disponibilidad de un equipo se puede calcular usando la fórmula de Disponibilidad, que mide el tiempo en que un equipo o sistema está operativo y listo para funcionar en relación con el tiempo total.

Para calcular la disponibilidad de un equipo, puede utilizar la siguiente fórmula:

Ecuación 1

Cálculo de disponibilidad

$$Disp. (\%) = (T. Op. / T. To) \times 100$$

Donde:

Disp. (%) = Disponibilidad

T.Op.: Tiempo de operación ejecutado.

T.To. = Tiempo total requerido de operación

Nota: La ecuación representa el cálculo de disponibilidad,

Fuente Propia

1. Tiempo de Operación: Es el tiempo en el que el equipo ha estado en funcionamiento y operativo.
2. Tiempo Total: Es el tiempo total considerado en el análisis, que generalmente se refiere al período de tiempo que estás evaluando la disponibilidad del equipo (por ejemplo, un día, una semana, un mes, etc.). Para obtener un valor en porcentaje, multiplique el resultado por 100.

Es importante tener en cuenta que el cálculo de disponibilidad debe basarse en datos reales y precisos, y el tiempo de operación debe incluir únicamente el tiempo en que el equipo ha estado completamente operativo y en funcionamiento para sus funciones previstas.

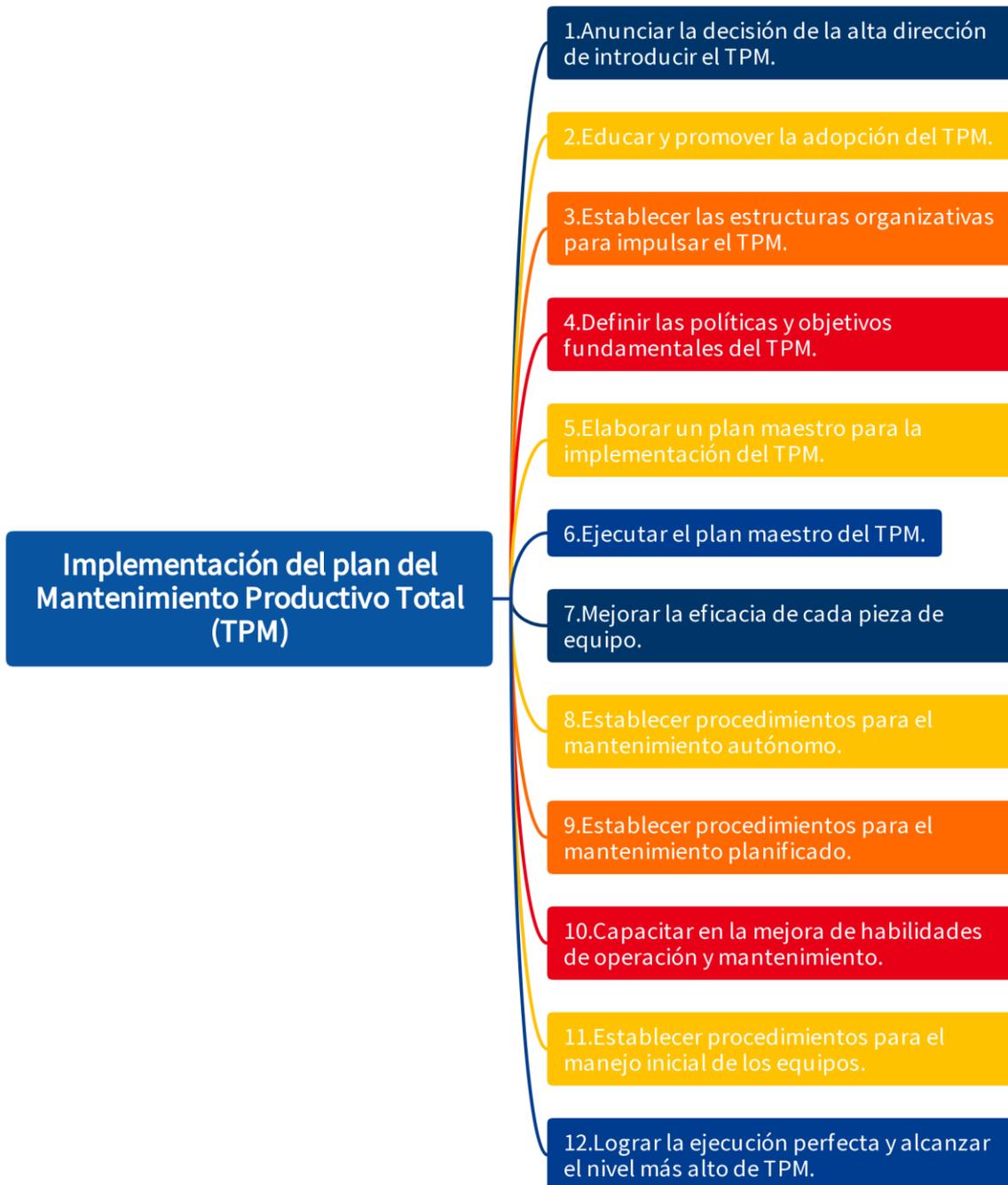
2.2.9 Implementación del plan del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para los propósitos de este estudio, se ha abordado la elaboración de un plan de acción destinado a mejorar la disponibilidad de las maquinarias. Este plan se basa en los ocho primeros pasos presentados por Nakajima, y queda pendiente la implementación de los cuatro pasos restantes, que están específicamente relacionados con la preparación de un programa de mantenimiento diseñado para reducir los errores causados por fallos en las unidades operativas (Villena Andia, 2023).

A continuación, se presentan las 12 etapas del proceso de implementación del TPM, tal como se encuentran documentadas en la literatura revisada:

Ilustración 5

Implementación de los 12 pasos del plan de mantenimiento basado en TPM



Nota: Se representa los 12 pasos a seguir para ejecutar el TPM

Fuente: Propia.

El TPMA representa una evolución en la gestión de mantenimiento en comparación con el sistema tradicional, incorporando el concepto de mejora continua. Cada fase de esta evolución sigue su propio método para la introducción y desarrollo. la implementación del TPM no depende únicamente del personal encargado del

mantenimiento, sino que involucra a todo el personal relacionado con el proceso de producción. (Pichucho, 2018)

Por lo tanto, las responsabilidades en relación con el mantenimiento varían según el nivel de los empleados, desde los operadores hasta los encargados de mantenimiento. Por ejemplo, los operadores con formación previa tienen la capacidad de llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo más simples, como la limpieza y pequeñas reparaciones, lo que contribuye de manera efectiva al equipo de mantenimiento de la empresa (Álvarez, 2018).

Al iniciar la implementación del TPM, es fundamental seleccionar, capacitar y motivar a los operadores para que realicen un mantenimiento básico, regular y rutinario en las máquinas que operan, ya que son quienes mejor conocen su funcionamiento. Es importante destacar que, debido a la complejidad de la maquinaria, los operadores no pueden llevar a cabo tareas de mantenimiento que requieran un conocimiento técnico especializado y deben esperar la intervención del personal de mantenimiento (Álvarez, 2018).

El objetivo principal del TPM es asegurar que la maquinaria utilizada presente el menor número posible de fallos, de modo que pueda funcionar de manera eficiente y a una mayor velocidad. Esto contribuye a la producción de productos de mayor calidad y, como resultado, se logra una eficiencia operativa máxima, respaldada por el compromiso de los empleados (Álvarez, 2018).

Ilustración 6

Pasos clave de implementación del TPM

FASE	ETAPAS	CONTENIDOS
PREPARACIÓN	1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM como Proyecto de empresa.	*Estrategia a presentar en el Comité de dirección. *Revista de la Empresa.
	2. Campaña de Información formación Técnica	*Estrategia a presentar en el Comité de dirección. *Revista de la Empresa.
	3. Crear la estructura de animación y pilotaje del TPM	*Comisiones, animadores. *Grupos de Trabajo.
	4. Diagnóstico de la situación de partida. Indicadores de progress técnicos, organización.	*Banco de datos de valores técnico económicos. *Encuestas de la organización.
	5. Redacción de un plan tipo. Lineas de acción/ Objetivos	*Redacción Global y detallada *Planificación.
DESARROLLO	6. Lanzamiento	*Datos de partida presentación del plan tpm. *Aspectos formales. *Desarrollo de la 5S.
	7. Implementación de la mejora Continua en los sistemas y procesos	*Análisis de disfuncionamiento. *Maquinas cuello de botella. *Grupos de fiabilización.
	8. Desarrollo del automantenimiento	*Gestión específica. *Formación. *Gamas / niveles.
	9. Desarrollo del mantenimiento programado	*Mejora de la Gestión y organización del mantenimiento programado. *Gamas / niveles. *Formación. *Máquinas Típicas. *Grupos de fiabilización.
OPTIMIZACIÓN	10. Formación del Equipo Humano en los métodos y experiencias del mantenimiento Global	*Entrevistas / Evaluación de competencias. *Contrato de Formación/ Cursos. *Gestión de la polivalencia. *Grupos de fiabilización.
	11. Integrar el TPM en los sistemas de gestión, diseño y construcción de nuevos equipos.	Medida de la F/M/D *Participar en la fase de un proyecto de equipo nuevo. *Documentación técnica. *Fiabilización. *Maquinas típicas *Grupos de fiabilización.
	12. Certificar la aplicación del TPM	*Auditar / definir nuevos objetivos.

Nota: En la ilustración de muestra los pasos de implementación del TPM.

Fuente: “Análisis del impacto del mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión operativa de la central hidroeléctrica San Francisco en el período 2010-2015.”

2.2.10 Alcance y ventajas del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

A) Ventajas:

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) representa un enfoque avanzado en la gestión del mantenimiento industrial que requiere el compromiso de todos los empleados en distintos niveles de producción, con el fin de establecer un programa de mantenimiento altamente efectivo. En consecuencia, el objetivo principal del TPM es promover la creación de un sistema empresarial enfocado en mejorar la eficiencia de todo el proceso de producción, centrado en su misión fundamental de prevenir pérdidas en todas las operaciones comerciales de la empresa (García, 2012).

B) Alcance:

Ilustración 7

Alcance del TPM



Nota: Se muestra el alcance que tiene el TPM

Fuente: Propia.

El TPM será aplicable en todos los sectores desde el departamento de producción pasando por los departamentos administrativos que deberán estar involucrados para una eficaz implementación para esto todos los involucrados deberán estar comprometidos y deberán acatar con los siguientes objetivos (ESTUPIÑAN, 2017).

1) La alta dirección deberá:

1. Establecer metas y directrices para la implementación del TPM.
2. Desarrollar un plan de actividades.
3. Fomentar la supervisión y el control de las acciones.

2) Los departamentos de producción deben:

1. Definir objetivos y pautas específicas para cada área.
2. Proporcionar soluciones a nivel de sus áreas respectivas.
3. Evaluar los resultados obtenidos después de la implementación del TPM.

3) Los líderes de grupos se comprometerán a:

1. Formular objetivos relacionados con la gestión y el avance del TPM.
2. Ejecutar los planos de acción requeridos.

2.2.11 Mantenimiento Autónomo:

El mantenimiento autónomo abarca todas las acciones llevadas a cabo por el departamento de mantenimiento en relación con el rendimiento de los equipos, con el propósito de asegurar su funcionamiento eficiente y constante, con el objetivo de cumplir con los planes de producción. (Castillo, 2018)

2.2.13 Mantenimiento Planificado:

Mantenimiento planeado o planificado (Keikaku-Hozen): Este aspecto puede considerarse como fundamental, ya que tiene como objetivo principal mantener tanto el equipo como el proceso en condiciones óptimas mediante la ejecución de actividades programadas con antelación. El operario identifica posibles fallos y los señala con etiquetas, facilitando así la revisión del mecánico, quien llevará consigo las herramientas necesarias y las posibles piezas de repuesto para agilizar el proceso de mantenimiento. (Calva, 2012)

2.2.14 Cultura de mejora continua:

Enfoque organizacional que promueve la participación activa de todos los empleados en la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de cambios para optimizar los procesos y resultados. (Calva, 2012)

2.2.15 Auditorías y evaluaciones periódicas:

Procesos de revisión regulares para medir el progreso y los resultados del TPM y para identificar áreas de mejora. (Acuña, 2021)

2.2.16 Eficiencia de producción:

Se refiere a la capacidad de un sistema o equipo para producir la cantidad deseada de bienes o servicios con el menor uso de recursos posibles. (Acuña, 2021)

2.2.17 Cumplimiento de plazos y entregas:

Garantizar que los productos o servicios se entreguen en el tiempo acordado con los clientes. (Calva, 2012)

2.2.18 Reducción de costos:

Disminuir los gastos en reparaciones de emergencia y reemplazo de equipos averiados al mantener una alta disponibilidad de las máquinas y realizar un mantenimiento adecuado. (Calva, 2012)

2.2.19 Implementación efectiva:

Proceso de implementar de manera exitosa una metodología o plan en una organización, asegurando la adopción completa y adecuada de los procedimientos y principios establecidos. (Calva, 2012)

2.2.20 Sostenibilidad:

Capacidad de mantener en el tiempo los resultados y beneficios obtenidos a través de la implementación del TPM. (Calvo Rolle J. y., 2004)

2.2.21 Pre fabricación de módulos:

La pre fabricación de módulos es un proceso industrializado que involucra la construcción de componentes o módulos de edificios de manera previa a su montaje final en el lugar de destino. En el contexto de una empresa que trabaja con paneles termoaislantes y realiza la fabricación de estructuras con metal de acero negro, la pre fabricación de módulos se refiere a la creación de unidades estructurales y paneles termoaislantes que son producidos en una instalación de fabricación controlada, utilizando acero negro para la estructura y materiales aislantes para el acondicionamiento térmico. Estos módulos prefabricados pueden incluir paredes, techos, pisos y otros elementos que luego se ensamblan en el lugar de construcción para formar un edificio completo.

2.2.22 Máquinas tipo conformadoras:

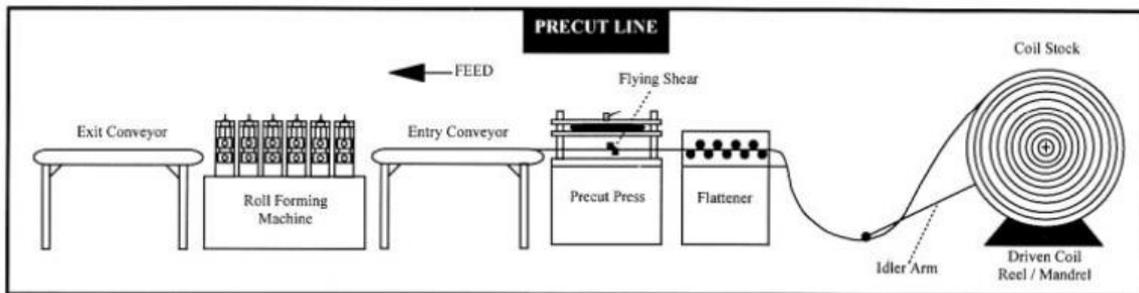
Las máquinas de conformado son utilizadas en un proceso que gradualmente dobla el metal mediante una serie de rodillos o pasadas. Cada etapa de este proceso debe generar la deformación necesaria para la que fue diseñada. Cuando surgen problemas en el laminado, es crucial examinar minuciosamente cada fase y la ubicación inicial del problema.

El éxito de una operación de perfilado radica en lograr una deformación uniforme en todo el metal a lo largo de la línea. El diseño de la operación de perfilado debe ser coherente y apropiado durante todo el proceso.

Existen dos sistemas básicos de perfilado: uno que corta el material antes del proceso, conocido como "línea de pre-corte," y otro que corta el material a la longitud requerida después de la operación de laminado, denominado "línea de post-corte."

Ilustración 8

Proceso de conformado inicial de una conformadora.

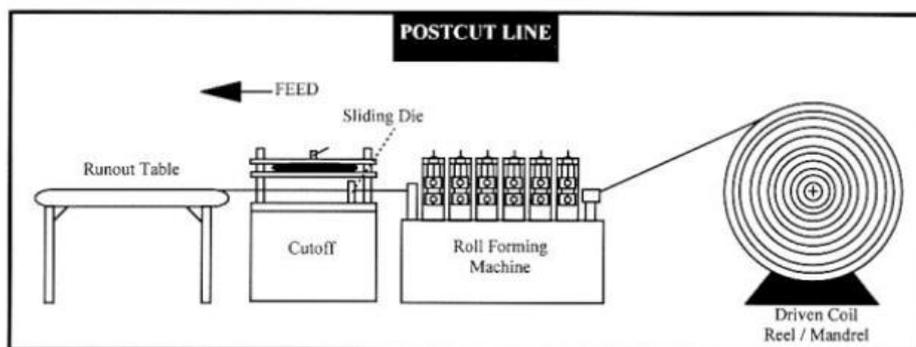


Nota: Muestra el proceso inicial del conformado del material.

Fuente: Lotos Forming 2019

Ilustración 9

Proceso de conformado final de una conformadora.



Nota: Muestra el proceso inicial del conformado del material.

Fuente: Lotos Forming 2019

2.2.23 Operación de perfilado:

A) Material: Uno de los principales parámetros que definen el éxito de una operación de perfilado es el carácter del material. Para diseñar el proceso óptimo, el diseñador debe proporcionar información sobre el material a utilizar antes del diseño de las herramientas, como los rangos de propiedades mecánicas del material, las

tolerancias de calibre y de forma y diferentes recubrimientos metálicos. (LOTOS FORMING, 2019)

B) Alineación: La alineación del molino es fundamental. Los rodillos formadores y sus componentes deben alinearse entre sí tanto horizontal como verticalmente. Los rollos deben alinearse tanto de lado a lado como de pasada a pasada. Formar material con un calibre más liviano a más pesado que aquel para el que están diseñadas las herramientas puede ocasionar lugar a radios de acabado superiores al diseño previsto. Esto generalmente se compensa apretando demasiado los rodillos, lo que provoca una disminución en la vida útil de la herramienta. (LOTOS FORMING, 2019)

El procesamiento de material de mayor calibre que el previsto también puede generar radios más grandes que los diseñados. Cuando se trabaja con material más grueso, la herramienta hará contacto en el lado de los radios de la herramienta sin dejar ningún contacto central con la herramienta. Dado que el material no está en contacto adecuado con las herramientas, las diferencias de espacio de un lado a otro se vuelven más críticas. Las pequeñas diferencias de espacio entre rodillos de un lado a otro pueden provocar problemas de torsión, inclinación o barrido. (LOTOS FORMING, 2019)

2.2.24 Amoladoras Rectas Eléctricas:

Una amoladora recta eléctrica para uso en la pre fabricación de módulos es una herramienta eléctrica portátil diseñada específicamente para desbastar, pulir, lijar y cortar material metálico, como perfiles y piezas de metal, de manera precisa y eficiente en el proceso de fabricación de componentes metálicos utilizados. en la construcción de módulos prefabricados.

Estas operaciones pueden incluir la eliminación de rebabas, el ajuste de dimensiones, el alisado de superficies y otros procesos de preparación y mejora en los componentes metálicos que formarán parte de los módulos prefabricados.

Ilustración 10

Ficha técnica Makita de amoladoras Rectas.

GD0600 Amoladora recta 400W 6mm

Para trabajos de acabado y rectificación. Con interruptor de palanca.



Código EAN

0088381073318

INFORMACIÓN TÉCNICA

Peso según EPTA	1,7 Kg
Potencia	400 W
Dimensiones. LxAnxAI	359 x 82 x 82 mm
Longitud del cable	2,5 m
Euro-cuello	✓
R.p.m	25.000 Rpm
Emisión de vibración	2,50 m/seg ²
Incertidumbre (K) de vibración	1,50 m/seg ²
Presión sonora	74,00 dB(A)
Potencia sonora	80,00 dB(A)
Incertidumbre (K) sonora	3,00 dB(A)
Diámetro de disco (máx.)	38 mm
Diámetro de pinza	6 mm

BENEFICIOS DEL USUARIO

- Cabezal fabricado en aluminio totalmente protegido
- Muy útil para el acabado de trabajos de desbaste y rectificación en metal ligero
- Alta resistencia al calor, nuevo motor, protegido mediante barniz en zig-zag y estator totalmente recubierto, con eficaz sistema de ventilación forzada.
- La tuerca de la pinza tiene forma de cono, evita mejor los arañazos en la pieza de trabajo que la tuerca hexagonal.
- Interruptor de palanca, Para mayor control y confort de la herramienta con opción de dejarle fijo.

Nota: Ficha técnica de amoladoras rectas Makita usadas en Estructuras industriales.

Fuente: “Ficha técnica Amoladora recta 400W 6mm, Makita”

2.2.25 Amoladoras angulares Eléctricas:

Una amoladora angular eléctrica para uso en la pre fabricación de módulos es una herramienta eléctrica portátil diseñada específicamente para llevar a cabo una variedad de tareas relacionadas con el trabajo en material de barandas metálicas en la construcción de módulos prefabricados.

Estas amoladoras angulares eléctricas se caracterizan por su diseño compacto, con un motor eléctrico integrado y una empuñadura ergonómica que permite un manejo

seguro y controlado. Utilizan una variedad de accesorios, como discos de corte, discos abrasivos y cepillos metálicos, para realizar diversas operaciones, como el corte, el desbaste, el pulido y el lijado de barras y piezas de metal utilizadas en las barandas de los módulos prefabricados.

Ilustración 11

Manual de amoladora Recta eléctricas de BOSH

Descripción del producto y servicio



Lea íntegramente estas indicaciones de seguridad e instrucciones. Las faltas de observación de las indicaciones de seguridad y de las instrucciones pueden causar descargas eléctricas, incendios y/o lesiones graves.

Por favor, observe las ilustraciones en la parte inicial de las instrucciones de servicio.

Utilización reglamentaria

La herramienta eléctrica está determinada para tronzar y cepillar metal, piedra, plástico y materiales compuestos, para desbastar metal, plástico y materiales compuestos, así como para taladrar en materiales de piedra con coronas diamantadas para taladrar, sin la utilización de agua. En ello, asegúrese de utilizar la cubierta protectora correcta (ver "Operación", Página 65).

En el caso de tronzar piedra, debe encargarse de una aspiración de polvo adecuada.

La herramienta eléctrica se puede utilizar para el lijado con papel de lija con los útiles de lijado admisibles.

La herramienta eléctrica no debe utilizarse para el lijado de materiales de piedra con coronas diamantadas para taladrar.

Nota: Definición de amoladoras eléctricas rectas según el manual de BOSH.

Fuente: “Manual Original para GWS Professional 14-125 | 14-125 S | 17-125 | 17-125 S | 17-125 TS | 17-125 S INOX | 17-150 S | 17-125 SB | 17-125 PS | 17-150 PS | 17-125 PSB”

En resumen, una amoladora angular eléctrica es una herramienta esencial en la fabricación de barandas metálicas utilizadas en la construcción de módulos prefabricados, permitiendo la preparación y el acabado preciso de los componentes metálicos para garantizar la calidad y seguridad de las barandas en los módulos prefabricados.

2.2.26 Prensas excéntricas:

Las prensas mecánicas están compuestas por un motor eléctrico que pone en movimiento al volante de inercia, llamada así debido a su función de almacenar energía que posteriormente se transfiere a la parte móvil de la máquina, conocida como carnero, que se desplaza verticalmente mediante la rotación del eje excéntrico, generado por la volante. En este sistema, la energía transmitida desde la volante de inercia hacia el componente deslizante se activa mediante el embrague, también conocido como acoplamiento, que, al hacer el encaje correspondiente, permite mover el eje excéntrico para liberar la energía acumulada en los cortes específicos. Estas máquinas se utilizan en aplicaciones como el corte, estampado, embutido y forja (Bavaresco, 2016)].

2.2.27 Sierras cintas:

Una sierra de cinta para la transformación de material de perfiles metálicos en el contexto de la pre fabricación de módulos es una máquina especializada diseñada para cortar perfiles metálicos, como tubos, barras, vigas, y otros componentes de metal, de manera precisa y eficiente en el proceso de fabricación de componentes estructurales utilizados en la construcción de módulos prefabricados. Las sierras de cinta son máquinas compuestas por siete elementos esenciales. En primer lugar, tienen un motor de variada potencia que impulsa los volantes de la máquina, influyendo en su capacidad de corte. Los volantes, equilibrados vertical u horizontalmente, son los componentes donde se instala la hoja de sierra sinfín o cinta. Alinear adecuadamente estos volantes es crucial, ya que, de lo contrario, la cinta podría salirse de su camino y romperse. Mantener su alineación es esencial para un funcionamiento óptimo.

Las guías, como su nombre indica, dirigen y alinean la cinta durante su operación, evitando torsiones y fisuras que puedan causar daños. Deben estar cerca del material que se va a cortar, y la cinta debe mantener una tensión adecuada para funcionar correctamente. Además, las sierras de cinta cuentan con bombas hidráulicas que proporcionan la fuerza necesaria para las máquinas semiautomáticas y automáticas, permitiendo el ajuste de las prensas y la cabeza de corte.

Para mantener la temperatura bajo control y prevenir fricciones, las sierras de cinta utilizan bombas de refrigeración que circulan líquido refrigerante. Esto es

especialmente importante para evitar problemas durante el proceso de corte. Las prensas, por su parte, ejercen presión sobre el material a cortar, asegurando cortes precisos. La cantidad de material en las prensas puede afectar significativamente el costo del corte. Cargar paquetes más pequeños puede aumentar la eficiencia del proceso, y es esencial que la pieza a cortar esté firmemente sujeta para prevenir daños a la máquina o lesiones al operador.

Finalmente, la cinta es la herramienta principal de corte, una hoja con dientes soldados a medida para cada máquina. La calidad de la soldadura es crítica para su desempeño. Estas cintas están disponibles en varios anchos según el tamaño de la máquina y existen tres tipos comunes en la industria:

- A) Cintas de acero al carbono, utilizadas principalmente para cortar madera y alimentos.
- B) Cintas bimetálicas, resistentes y adecuadas para cortar diversos metales.
- C) Cintas de carburo de tungsteno, especialmente diseñadas para cortar aleaciones de alta resistencia y lograr altos rendimientos.

Los distintos tipos de dentado en las cintas se adaptan al material a cortar, siguiendo la regla general de "menos dientes para materiales gruesos y más dientes para materiales delgados". Asegurarse de contar con al menos tres dientes en el material antes de iniciar el corte es esencial para evitar daños en materiales duros o sobrecargar la cinta. Previamente a su instalación, la cinta debe ser cortada y soldada adecuadamente para asegurar la alineación uniforme de los dientes (Patiño, 2015)].

En resumen, una sierra de cinta en el contexto de la pre fabricación de módulos es una herramienta esencial para cortar y dar forma a perfiles metálicos con precisión, contribuyendo a la eficiencia y calidad en la producción de componentes estructurales y otros elementos metálicos utilizados en la construcción de módulos prefabricados.

2.2.28 Punzonadoras:

Una punzonadora para la transformación de material de perfiles metálicos en la pre fabricación de módulos es una máquina especializada diseñada para realizar perforaciones, cortes y otras operaciones de transformación en piezas metálicas, especialmente perfiles y láminas, que se utilizan en la construcción de módulos prefabricados.

Estas máquinas emplean punzones y matrices para cortar agujeros, muescas o formas específicas en el material metálico, lo que permite crear componentes que se ajustan perfectamente a los requisitos de diseño y ensamblaje de los módulos prefabricados. Las punzonadoras pueden ser automáticas o semiautomáticas, y su capacidad de precisión y repetibilidad en las operaciones de perforación y corte las convierte en una herramienta esencial para la producción eficiente de componentes metálicos de alta calidad.

En resumen, una punzonadora en el contexto de la pre fabricación de módulos es una máquina especializada que desempeña un papel crucial en la transformación de material de perfiles metálicos al permitir la creación de agujeros, cortes y formas precisas en las piezas metálicas utilizadas en la construcción de módulos prefabricados. (Arango I. , 2014)

2.2.29 Montacargas GLP y GNV:

Un montacargas de GLP (Gas Licuado de Petróleo) y GNV (Gas Natural Vehicular) para el traslado de material de perfiles metálicos en la pre fabricación de módulos es un vehículo industrial diseñado para levantar, transportar y manipular cargas pesadas de material metálico, como perfiles y componentes de acero, en el proceso de fabricación y ensamblaje de módulos prefabricados.

Estos montacargas utilizan motores alimentados por GLP o GNV, lo que los hace más eficientes en términos de combustión y más respetuosos con el medio ambiente en comparación con los montacargas que utilizan combustibles convencionales. Están equipados con un sistema de horquillas o brazos que pueden elevarse y descenderse, lo que permite cargar y descargar material metálico de estanterías, camiones u otras ubicaciones, así como transportarlo de un lugar a otro en el área de producción. (Arango J. A., 2015)

En resumen, un montacargas de GLP y GNV en el contexto de la pre fabricación de módulos es un vehículo esencial para el manejo eficiente y seguro de material de perfiles metálicos, contribuyendo a la logística y la productividad en la fabricación de componentes metálicos utilizados en la construcción de módulos prefabricados.

2.2.29 Máquinas de soldar tipo MIG:

Las máquinas de soldar tipo MIG (Metal Inert Gas) para el trabajo de material de perfiles metálicos en la pre fabricación de módulos son equipos especializados diseñados para unir componentes metálicos mediante un proceso de soldadura que utiliza un electrodo consumible en forma de alambre. En el proceso de soldadura MIG, el alambre de electrodo se alimenta continuamente a través de la máquina, mientras que un gas inerte, como argón o dióxido de carbono, se utiliza para proteger el área de soldadura de la contaminación atmosférica. Cuando el alambre de electrodo se funde mediante una corriente eléctrica, se deposita sobre el material de perfil metálico, creando una unión sólida y duradera entre las piezas. (Botetano León, 1995)

En resumen, las máquinas de soldar tipo MIG en el contexto de la pre fabricación de módulos son herramientas esenciales que permiten la unión eficiente y de alta calidad de perfiles metálicos y componentes de metal, garantizando la integridad estructural y la resistencia en los componentes utilizados en la construcción de módulos prefabricados.

III. VARIABLES:

3.1. Operacionalización de las variables

3.1.1 Variable 1:

Variable dependiente: Disponibilidad de las máquinas en "Estructuras Industriales EGA".

Definición conceptual: La falta de disponibilidad de las máquinas se refiere a la situación en la que los equipos y maquinarias utilizados en la empresa "Estructuras Industriales EGA" no están operativos o disponibles para su uso debido a problemas como averías, falta de mantenimiento adecuado, escasez de repuestos o una gestión ineficiente de los recursos.

Definición operacional: La falta de disponibilidad de las máquinas se medirá mediante indicadores como el tiempo de inactividad de las máquinas, el tiempo promedio entre averías y la frecuencia de intervenciones de mantenimiento correctivo.

3.1.2 Variable 2:

Variable independiente: Impacto de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados y su plan detallado de integración en el plan anual de Perfiles Pesados "Estructuras Industriales EGA".

Definición conceptual: Definición conceptual combinada: El impacto potencial de la implementación de la metodología TPM se relaciona con el efecto esperado en la mejora de la disponibilidad de las maquinarias utilizadas en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA", mediante un plan detallado que integra estrategias y actividades específicas diseñadas para implementar con éxito el TPM dentro del plan anual de la empresa.

Definición operacional: El impacto potencial de la implementación de la metodología TPM se medirá mediante la comparación de los indicadores de disponibilidad de las máquinas antes y después de la implementación de una simulación o prueba piloto de la metodología TPM. El plan detallado para la integración de la metodología TPM se

documentará en un informe que contendrá las actividades específicas, los responsables asignados, los plazos definidos para su ejecución y los indicadores para evaluar el progreso y éxito de la implementación. Además, se evaluará la efectividad del plan mediante el seguimiento de una prueba piloto y los resultados esperados, en términos de disponibilidad de las maquinarias.

3.1.2 Matriz de operacionalización de variables o Matriz de categorías apriorísticas

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variable numero 1

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable dependiente: Disponibilidad de las máquinas en "Estructuras Industriales EGA".	La falta de disponibilidad de las máquinas se refiere a la situación en la que los equipos y maquinarias utilizados en la empresa "Estructuras Industriales EGA" no están operativos o disponibles debido a problemas como averías, falta de mantenimiento adecuado, escasez de repuestos o una gestión ineficiente de los recursos.	Tiempo de inactividad de las maquinarias.	Período durante el cual los equipos y maquinarias en la empresa "Estructuras Industriales EGA" área Perfiles pesados no están operativos y no pueden ser utilizados para realizar las tareas y procesos productivos debido a diversas causas, como averías, mantenimiento, falta de repuestos, entre otras.	El tiempo (en horas, días o cualquier unidad relevante) durante el cual cada máquina o equipo específico permanece inactivo y no puede ser utilizado para su función prevista.
		Tiempo medio entre averías.	El tiempo medio entre averías es el promedio de tiempo transcurrido entre una avería y la siguiente en las máquinas y equipos de "Estructuras Industriales EGA" del área de Perfiles Pesados. Representa la frecuencia con la que ocurren fallas en el funcionamiento de las máquinas.	El promedio de tiempo (en horas, días o cualquier unidad relevante) entre cada par de averías en cada máquina o equipo específico. Esto implica tomar el tiempo total de inactividad debido a averías y dividirlo por el número de averías ocurridas en un período específico.
		Frecuencia de intervención de mantenimiento correctivo.	Referido a la cantidad de veces que se lleva a cabo mantenimiento correctivo en las máquinas y equipos de "Estructuras Industriales EGA" del área de Perfiles pesados para solucionar problemas y averías existentes.	La cantidad de veces que se ha realizado mantenimiento correctivo en cada máquina o equipo específico durante un período de tiempo determinado. Esto implica contar las intervenciones o reparaciones realizadas para resolver problemas identificados en el funcionamiento de las máquinas.

Nota: Se muestra el matriz de operación de variables.

Fuente: Propia

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variable numero 2 parte 1

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente: Impacto de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados y su plan detallado de integración en el plan anual de Perfiles Pesados "Estructuras Industriales EGA".	El impacto potencial de la implementación de la metodología TPM se refiere al efecto esperado en la mejora de la disponibilidad de las máquinas utilizadas en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA".	Comparación de los indicadores de disponibilidad de las máquinas antes y después de la simulación de la propuesta de la implementación de TPM.	Se recopilan los datos de disponibilidad de las máquinas en el área de perfiles pesados antes de la simulación de la propuesta de TPM, y luego se implementa una simulación o prueba piloto de la metodología TPM.	Comparación de la disponibilidad de las máquinas antes y después de la simulación de la propuesta de implementación de TPM
		Análisis de los tiempos de operación y tiempos de inactividad antes de la implementación de TPM.	Análisis de los tiempos de operación y tiempos de inactividad previos a la implementación de TPM.	registro del tiempo total de operación de cada máquina en el área de Perfiles Pesados durante un período específico desde mayo 2023 hasta Julio 2023 (Proyecto Bicentenario, paquete 1), así como el tiempo total de inactividad debido a diversos motivos. Estos datos se analizan para identificar patrones y tendencias relacionadas con los tiempos de operación y de inactividad antes de la implementación de la metodología TPM. Esto proporciona una referencia para evaluar los cambios en los tiempos de operación e inactividad después de la implementación de la metodología TPM.

Nota: Se muestra el matriz de operación de variables.

Fuente: Propia

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variable numero 2 parte 2

Impacto potencial de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados y su plan detallado de integración en el plan anual de Perfiles Pesados "Estructuras Industriales EGA".	El impacto potencial de la implementación de la metodología TPM se refiere al efecto esperado en la mejora de la disponibilidad de las máquinas utilizadas en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA".	Documento que incluye las actividades específicas para la implementación de TPM.	Representare el conjunto de estrategias, actividades y recursos necesarios para llevar a cabo la integración exitosa de la metodología TPM en el área de perfiles pesados de la empresa "Estructuras Industriales EGA" dentro del plan anual.	Porcentaje de actividades descritas y documentadas en el plan de implementación de TPM con respecto al total de actividades planificadas.
		Responsables designados para cada actividad del plan.	Esta variable se refiere a la asignación de roles y responsabilidades específicas a diferentes miembros o equipos dentro de la organización que serán los encargados de ejecutar y liderar las actividades del plan de implementación de TPM.	Porcentaje de actividades con responsables designados frente al total de actividades del plan de implementación de TPM.
		Plazos establecidos para el cumplimiento de cada actividad.	Esta variable indica los períodos de tiempo definidos para la realización de cada actividad y etapa del plan de implementación de TPM. Los plazos establecidos permiten asegurar que el proceso avance de manera oportuna y que se cumplan los objetivos en el tiempo previsto.	Porcentaje de actividades y etapas del plan de implementación de TPM que se han completado dentro de los plazos establecidos.
		Indicadores para medir el progreso y éxito de la implementación de TPM	Se refiere a los indicadores clave de rendimiento (KPIs) que serán utilizados para medir el avance y éxito en la implementación de TPM en el área de perfiles pesados de la empresa. Estos indicadores permiten evaluar el rendimiento y los logros alcanzados en comparación con los objetivos establecidos.	Número de indicadores clave de rendimiento identificados y definidos en el plan de implementación de TPM.
		Evaluación de la eficacia de la propuesta del TPM mediante una simulación de cumplimiento de la ejecución y los resultados esperados en términos de disponibilidad de maquinarias.	Representa la variable que busca evaluar la eficacia de la propuesta del TPM antes de una implementación a gran escala. Se realizará una simulación de cumplimiento de la ejecución y los resultados esperados en términos de disponibilidad de maquinarias para evaluar la viabilidad y efectividad de la metodología TPM en el contexto específico de "Estructuras Industriales EGA".	Comparación entre los resultados esperados y los resultados simulados de la implementación de TPM en términos de disponibilidad de maquinarias y eficacia general del proceso.

Nota: Se muestra el matriz de operación de variables.

Fuente: Propia

IV. METODOLOGÍA

4.1 Descripción de la metodología

La metodología propuesta se basa en la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa "Estructuras Industriales EGA" para abordar la problemática de la falta de disponibilidad de las máquinas en el área de perfiles pesados. El TPM es una estrategia de gestión que busca maximizar la disponibilidad y el rendimiento de los equipos a través de la participación activa de todos los niveles de la organización, desde operarios hasta directivos. Esta metodología se estructura en varios pilares clave:

A) Evaluación inicial y diagnóstico: Se analizará la situación actual de la empresa en términos de mantenimiento, productividad y eficiencia. Se identifican áreas de mejora y se evalúa la cultura organizacional en relación con el TPM.

B) Creación de equipos de trabajo: Se propondrá formar equipos multidisciplinarios compuestos por operadores, personal de mantenimiento, ingenieros y otros miembros relevantes. Estos equipos serán responsables de la implementación y seguimiento del TPM.

C) Establecimiento de objetivos y metas: Se definen los objetivos y metas específicos del TPM para la organización, alineados con los objetivos generales de la empresa y centrados en mejorar la eficiencia y la disponibilidad de los equipos.

D) Capacitación y formación: Se proporciona capacitación adecuada a todos los niveles de la organización, desde operadores hasta la alta dirección. Esto incluye formación en los principios del TPM y en técnicas específicas de mantenimiento y mejora continua.

E) Implementación de pilares del TPM: Se implementan los pilares del TPM, que incluyen el Mantenimiento Autónomo (capacitar a los operadores para tareas básicas de mantenimiento), la Mejora Específica (realizar mejoras en equipos y procesos), el Mantenimiento Planificado (desarrollar planes de mantenimiento) y otros.

F) Seguimiento y revisión: Se establecen sistemas de seguimiento y revisión para medir el progreso y los resultados del TPM. Se realizan auditorías y evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora y garantizar la sostenibilidad del TPM.

G) Cultura de mejora continua: Se fomenta una cultura organizacional que promueva la mejora continua en todos los aspectos de la empresa, involucrando a todos los empleados en la identificación de oportunidades de mejora.

La metodología busca abordar los problemas específicos relacionados con la disponibilidad de maquinarias en el área de perfiles pesados de "Estructuras Industriales EGA". Los objetivos generales y específicos se centran en evaluar y proponer la implementación de TPM en el área para mejorar la disponibilidad de las maquinarias y la integración efectiva de la metodología en el plan anual de la empresa. La delimitación de la investigación incluye aspectos espaciales y temporales para asegurar un enfoque específico en el área y en el período definido.

En resumen, la metodología propuesta del TPM busca solucionar la falta de disponibilidad de maquinarias y equipos en la empresa a través de un enfoque holístico que involucra a todos los niveles de la organización y se basa en la mejora continua y en la optimización de los procesos de mantenimiento y operación.

4.2 Implantación de la investigación

La implementación de la investigación se llevará a cabo en la empresa "Estructuras Industriales EGA", específicamente en el área de perfiles pesados, ubicada en Chilca – Lima. El objetivo principal de esta investigación es evaluar y proponer la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) a través de un plan anual para el año 2024, con el fin de mejorar la disponibilidad de las maquinarias y lograr una integración efectiva dentro del plan anual de la empresa. A continuación, se detallan los pasos clave de la implementación:

4.2.1 Evaluación Inicial:

4.2.1.1 Auditoría interna:

Se inicia con una auditoría interna sobre todos los equipos existentes en el área de perfiles pesados, esto demostrara actualmente todos los equipos de mantenimiento existentes.

Se heredan los códigos asignados de las máquinas debido que así está en los libros contables de la empresa.

Tabla 4

Máquinas pertenecientes a perfiles pesados en Estructuras industriales EGA

Máquinas pertenecientes a perfiles pesados en Estructuras industriales EGA						
N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SECTOR	ESTADO
001	XC-02	PRENSA EXCÉNTRICA	GOITI	DB-40	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
002	XC-04	PRENSA EXCÉNTRICA	BRETER	102	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
003	XC-06	PRENSA EXCÉNTRICA	LEGNANI	TN60	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
004	SN-01	SIERRA CINTA	OPTISAW	S 575N	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
005	SN-02	SIERRA CINTA	BAUER SAGEMASCHINEN	-	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
006	SN-05	SIERRA CINTA	FORTE	-	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
007	SN-06	SIERRA CINTA	OPTIMUN	S 300DG	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
008	SN-07	SIERRA CINTA	DANOBAT	-	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
009	PZM-01	PUNZONADORA MÚLTIPLE	FICEP	80I	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0010	TC-02	TALADRO DE COLUMNA	KAILI	.	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0011	ESM-02	EQUIPO DE SOLDAR MIG	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0012	ESM-03	EQUIPO DE SOLDAR MIG	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0013	ESM-06	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 425 CC/CV	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0014	ESM-09	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 425 CC/CV	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0015	ESM-10	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 350 CC/CV	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0016	ESM-11	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0017	ESM-12	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0018	ESM-13	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0019	ESM-14	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0020	ESM-15	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0021	ESM-16	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0022	AM4-01	AMOLADORA 4.1/2" (22 UNDS)	BOSH	BOSH	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0023	AM7-01	AMOLADORA 7" (12 UNDS)	BOSH	BOSH	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0024	AMR-01	AMOLADORA RECTA (6 UNDS)	BOSH	BOSH	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0025	RF-01	ROLL FORMING CZ	CALAMINON	CZ	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0026	MN-14	MONTACARGA LIUGONG 3.5	LIUGONG 3.5 TNCPCD35	23187	PLANTA (PT)	ACTIVO

Nota: Se muestra las máquinas auditadas actuales en el área de perfiles pesados en Estructuras Industriales EGA. Fuente: Propio.

4.2.1.2 Matriz de criticidad:

La matriz de criticidad se establece en las máquinas de perfiles pesados en Estructuras Industriales EGA es una metodología que prioriza en equipos que tengan un impacto global en la empresa a menor prioridad brindando así una gestión de recursos en máquinas donde sean más importantes.

Según el libro de “mantenimiento centrado en confiabilidad” por (Moubray J. , 1997) se refiere que la criticidad:

Ecuación 2

Fórmula de cálculo de nivel de criticidad

$$NC = ((IO * FO) + CM + SHA) + FF$$

Donde:

NC: Nivel de criticidad

IA: Impacto operacional

FO: Flexibilidad operacional

CM: Costos de mantenimiento

SHA: Impacto de seguridad y medio ambiente

FF: Factor de frecuencia

Fuente: Reliability-centered maintenance, John Moubray 2004

La frecuencia está vinculada al número de eventos o fallos que se manifiestan en el sistema o proceso bajo evaluación, mientras que la consecuencia se relaciona con factores como el impacto y la flexibilidad operativa, los gastos de reparación, así como los efectos en la seguridad y el medio ambiente. A partir de lo mencionado anteriormente, se definen como criterios esenciales para llevar a cabo un análisis de criticidad los siguientes aspectos. (Moubray J. , 2004).

4.2.1.3 Parámetros de criticidad de los equipos:

Se describe los parámetros de equipos críticos con los cuales se van a evaluar los equipos de Perfiles Pesados de Estructuras Industriales EGA

A) Impacto operacional

Tabla 5

Impacto operacional en Estructuras Industriales EGA

Nivel de criticidad	Puntuación	Impacto operacional
>75%	10	Afecta toda la planta de Estructuras Industriales EGA
>50%	7	Afecta toda el área de perfiles pesados
>25%	5	Afecta una sub área de perfiles pesados completamente
>10%	3	Afecta una sub área de perfiles pesados parcialmente
<10%	1	Solo entorpece y/o no afecta la producción

Fuente: Propia

B) Flexibilidad operacional**Tabla 6**

Flexibilidad operacional en Estructuras Industriales EGA

Nivel de criticidad	Puntuación	Flexibilidad operacional
Critico	5	No hay repuesto existente
Moderado	3	Repuestos parciales
No critico	1	Repuestos no disponibles

Fuente: Propia

C) Costos de mantenimiento**Tabla 7**

Costos de mantenimiento en Estructuras Industriales EGA

Nivel de criticidad	Puntuación	Costos de mantenimiento
>5000	2	Costos en soles mayores a 5000.0
<5000	1	Costos en soles menores a 5000.0

Fuente: Propia

D) Impacto de seguridad y medio ambiente

Tabla 8

Impacto de seguridad y medio ambiente en Estructuras Industriales EGA

Nivel de criticidad	Puntuación	Impacto seguridad y medio ambiente
Riesgo Alto	8	Se arriesga la vida del operador del equipo
Riesgo Medio	6	Daños mayores que ameritan la incapacidad del operador del equipo
Riesgo Bajo	3	Daños menores que NO ameritan incapacidad.
No Riesgo	1	Daños menores que se atienden en la misma empresa.

Fuente: propia

E) Factor de frecuencia

Tabla 9

Factor de frecuencia en Estructuras Industriales EGA

Nivel de criticidad	Puntuación	Factor de frecuencia
Mayor igual que 4	4	Requiere mantenimiento preventivo cada 4 a más meses
Entre 2 y 3	3	Requiere mantenimiento preventivo entre 2 y 3 meses
Entre 1 y 2	2	Requiere mantenimiento preventivo 1 y 2 meses
Menor que 1	1	Requiere mantenimiento menor que 1 mes

Fuente: Propia

Luego de identificar los parámetros de criticidad podremos definir el nivel de criticidad general que se dará a las máquinas de perfiles pesados:

Tabla 10

Parámetros de criticidad considerados.

NIVEL DE CRITICIDAD GENERAL	RIESGO DE IMPACTO	FORMULA APLICADA
Riesgo alto	Mayor de 70	$((IO \times FO) + CM + SHAS) \times FI$
Riesgo medio	65 hasta 70	$((IO \times FO) + CM + SHAS) \times FI$
Riesgo bajo	Menos de 65	$((IO \times FO) + CM + SHAS) \times FI$

Fuente: Propia

4.2.1.4 Cálculo de criticidad de los equipos:

Tabla 11

Análisis de criticidad de perfiles pesados

INFORMACIÓN MÁQUINAS - PERFILES PESADOS						ANÁLISIS DE CRITICIDAD																				
N°	DESCRIPCIÓN	COD-MAQ	ORIGEN	MARCA	MODELO	(	(	I	O	X	F	O	)	+	1	+	S	H	A	)	X	F	F	=	N° CTR	NIVEL DE CRITICIDAD
001	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-02	CALAMINON	GOITI	DB-40	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	6	)	X	2	=	44					MEDIA CRÍTICIDAD
002	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-04	CALAMINON	BRETER	102	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	6	)	X	2	=	44					MEDIA CRÍTICIDAD
003	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-06	CALAMINON	LEGNANI	TN60	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	6	)	X	2	=	44					MEDIA CRÍTICIDAD
004	SIERRA CINTA	SN-01	CALAMINON	OPTISAW	S 575N	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	72					MEDIA CRÍTICIDAD
005	SIERRA CINTA	SN-02	CALAMINON	BAUER SAGEMASCHINEN	-	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	72					MEDIA CRÍTICIDAD
006	SIERRA CINTA	SN-05	CALAMINON	FORTE	-	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	72					MEDIA CRÍTICIDAD
007	SIERRA CINTA	SN-06	CALAMINON	OPTIMUN	S 300DG	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	72					MEDIA CRÍTICIDAD
008	SIERRA CINTA	SN-07	CALAMINON	DANOBAT	-	(	(	5	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	72					MEDIA CRÍTICIDAD
009	PUNZONADORA MÚLTIPLE	PZM-01	CALAMINON	FICEP	80I	(	(	7	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	2	=	60					MEDIA CRÍTICIDAD
0010	TALADRO DE COLUMNA	TC-02	CALAMINON	KAILI	TB5132X	(	(	7	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	90					MEDIA CRÍTICIDAD
0011	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-02	CALAMINON	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0012	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-03	CALAMINON	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0013	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-06	CALAMINON	MILLER	XMT 425 CC/CV	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0014	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-09	CALAMINON	MILLER	XMT 425 CC/CV	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0015	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-10	CALAMINON	MILLER	XMT 350 CC/CV	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0016	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-11	CALAMINON	DAF	XTREME 402	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0017	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-12	CALAMINON	DAF	XTREME 402	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0018	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-13	CALAMINON	DAF	XTREME 402	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0019	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-14	CALAMINON	DAF	XTREME 402	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0020	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-15	CALAMINON	DAF	XTREME 402	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0021	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-16	CALAMINON	DAF	XTREME 402	(	(	5	X	5	)	)	+	1	+	8	)	X	3	=	102					ALTA CRITICIDAD
0022	AMOLADORA 4.1/2" (22 UNDS)	AM4-01	CALAMINON	VARIOS	VARIOS	(	(	3	X	3	)	)	+	1	+	6	)	X	2	=	32					NO CRÍTICO
0023	AMOLADORA 7" (12 UNDS)	AM7-01	CALAMINON	VARIOS	VARIOS	(	(	3	X	3	)	)	+	1	+	6	)	X	2	=	32					NO CRÍTICO
0024	AMOLADORA RECTA (6 UNDS)	AMR-01	CALAMINON	VARIOS	VARIOS	(	(	3	X	3	)	)	+	1	+	3	)	X	2	=	26					NO CRÍTICO
0025	ROLL FORMING CZ	RF-01	CALAMINON	CALAMINON	CZ	(	(	7	X	3	)	)	+	2	+	8	)	X	3	=	93					ALTA CRITICIDAD
0026	MONTACARGA LIUGONG 3.5tn	MN-14	CALAMINON	LIUGONG 3.5 TNCPCD35	23187	(	(	7	X	3	)	)	+	1	+	8	)	X	4	=	120					ALTA CRITICIDAD

Nota: Se muestra el cálculo de criticidad de los equipos.

Fuente: Propio

4.2.1.5 Fichas Técnicas de equipos:

A continuación, se presentan las Fichas Técnicas de los equipos existentes en el área de Perfiles

Tabla 12

Cuadro de nombre de máquina número 001 de perfiles pesados:

Nº	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
001	XC-02	PRENSA EXCÉNTRICA	GOITI	DB-40

Fuente: Propia.

Ilustración 12

Ficha técnica de la prensa excéntrica XC-02

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		PRENSA EXCÉNTRICA					
Código técnico SAP:		XC-02					
Descripción del código técnico							
Ubicación	Área Perfiles Pesados	Ubicación SAP	GA01-PPE				
Datos generales							
Fabricante:	GOITI	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	BD-40						
Procedencia:	ESPAÑA	Tiempo de mantenimiento	8 horas				
Fecha de adquisición:	2010						
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	1300 mm	Peso:	1980 Kg aprox.	Tensión:	220 / 380 v AC	Potencia instalada:	2.2 Kw
Ancho total:	950 mm	Capacidad:	40 TON	Nº de fases:	TRIFÁSICO	Frecuencia:	50 Hz
Altura total:	2050 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica XC-01

Fuente: Propia

Tabla 11

Cuadro de nombre de máquina número 002 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
002	XC-04	PRENSA EXCÉNTRICA	BRETER	102

Fuente: Propia

Ilustración 13

Ficha técnica de la prensa excéntrica XC-04

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:							
Nombre de la línea o máquina:		PRENSA EXCÉNTRICA					
Código técnico SAP:		XC-04					
Ubicación							
Ubicación		Área Perfiles Pesados		Ubicación SAP		GA01-PPE	
Fabricante:							
Modelo:		BD-40		Frecuencia de mantenimiento según fabricante		3 meses	
Proveedor:		-					
Fecha de adquisición:		2010		Tiempo de mantenimiento		8 horas	
Cuenta con manual:		NO					
Dimensiones del equipo							
Largo total:		1160 mm		Peso:		1980 Kg aprox.	
Ancho total:		950 mm		Capacidad:		40 TON	
Altura total:		2400 mm					
				Tensión:		220 / 380 v AC	
				N° de fases:		TRIFÁSICO	
				Potencia instalada:		2.2 Kw	
				Frecuencia:		50 Hz	



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica XC-04

Fuente: Propia

Tabla 12

Cuadro de nombre de máquina número 003 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
003	XC-06	PRENSA EXCÉNTRICA	LEGNANI	TN60

Fuente: Propia

Ilustración 14

Ficha técnica de la prensa excéntrica XC-06

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA									
Nombre de la línea o máquina:		PRENSA EXCÉNTRICA							
Código técnico SAP:		XC-06							
Descripción del código técnico									
Ubicación	Área Perfiles Pesados		Ubicación SAP	GA01-PPE					
Datos de fabricación y adquisición									
Fabricante:	LEGNANI		Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses					
Modelo:	60 T								
Proveedor:	-		Tiempo de mantenimiento	8 horas					
Fecha de adquisición:	2010								
Cuenta con manual:	NO								
Datos generales									
Dimensiones del equipo			Otros						
Largo total:	800 mm		Peso:	4 TON		Tensión:	440	Potencia instalada	3HP
Ancho total:	1200 mm		Capacidad:	60 TON						N° de fases:	3	Frecuencia	50 HZ
Altura total:	2600 mm								



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica XC-06

Fuente: Propia

Tabla 13

Cuadro de nombre de máquina número Sierra cinta SN-01:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
004	SN-01	SIERRA CINTA	OPTISAW	S 575N

Fuente: Propia

Ilustración 15

Ficha técnica de la sierra cinta SN-01

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:			SIERRA CINTA INDUSTRIAL				
Código técnico:			SN-01				
Descripción del código técnico							
Fabricante:	DANOBAT	Nombre:	SIERRA CINTA INDUSTRIAL				
LUGAR	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	OPTIMUM	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	S275N						
Proveedor:	-						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	10 horas				
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	1400 mm	Peso:	185 KG	Tensión:	220 V	Potencia instalada:	1.1 KW
Ancho total:	700 mm			N° de	TRIFASICO	Frecuencia	50 HZ
Altura total:	1700 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica SN-01

Fuente: Propia

Tabla 14

Cuadro de nombre de Sierra cinta SN-02:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
005	SN-02	SIERRA CINTA	BAUER SAGEMASCHINEN	-

Fuente: Propia

Ilustración 16

Ficha técnica de la Sierra cinta SN-02

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		SIERRA CINTA INDUSTRIAL					
Código técnico:		SN-02					
Descripción del código técnico							
CODIGO	SN-02	NOMBRE	SIERRA CINTA INDUSTRIAL				
LUGAR	ÁREA PERFILES PESADOS - CONFORMADO						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	BAUER	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	S320 DG						
Proveedor:	BAUER	Tiempo de mantenimiento	10 horas				
Fecha de adquisición:	-						
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	2040 mm	Peso:	790 Kg	Tensión:	220 / 380 v AC	Potencia instalada:	1.2 KW
Ancho total:	1000 mm			N° de fases	TRIFÁSICO	Frecuencia:	60 HZ
Altura total:	1300 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica SN-02

Fuente: Propia

Tabla 15

Cuadro de nombre de máquina número 006 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
006	SN-05	SIERRA CINTA	FORTE	-

Fuente: Propia

Ilustración 17

Ficha técnica de la sierra cinta SN-05

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		SIERRA CINTA INDUSTRIAL					
Código técnico:		SN-05					
Descripción del código técnico							
CODIGO	SN-05	NOMBRE	SIERRA CINTA 5				
LUGAR	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	FORTE	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	F 250						
Proveedor:	-						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	10 horas				
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	2200 mm	Peso:	400 Kg	Tensión:	220 / 380 v AC	Potencia instalada	1.3 Kw
Ancho total:	1200 mm			N° de fases:	TRIFÁSICO	Frecuencia	50 Hz
Altura total:	1300 mm						

Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica SN-05

Fuente: Propia

Tabla 16

Cuadro de nombre de máquina número 007 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
007	SN-06	SIERRA CINTA	OPTIMUM	S 300DG

Fuente: Propia

Ilustración 18

Ficha técnica de la Sierra cinta SN-06

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		SIERRA CINTA INDUSTRIAL					
Código técnico:		SN-06					
Descripción del código técnico							
CODIGO	SN-06	NOMBRE	SIERRA CINTA INDUSTRIAL				
LUGAR	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	OPTIMUM	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	S 300 DG						
Proveedor:	MASCHINEN HANDEL	Tiempo de mantenimiento	10 horas				
Fecha de adquisición:	-						
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	1500 mm	Peso:	335 Kg	Tensión:	400 VAC	Potencia instalada	1.7 Kw
Ancho total:	800 mm			N° de fases:	TRIFÁSICO	Frecuencia	50 Hz
Altura total:	1700 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica SN-06

Fuente: Propia

Tabla 17

Cuadro de nombre de máquina número 008 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
008	SN-07	SIERRA CINTA	DANOBAT	-

Fuente: Propia

Ilustración 19

Ficha técnica de la sierra cinta SN-07

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		SIERRA CINTA INDUSTRIAL					
Código técnico:		SN-07					
Descripción del código técnico							
CODIGO	SN-07	NOMBRE	SIERRA CINTA INDUSTRIAL				
LUGAR	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	DANOBAT	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	SCP-500-DI						
Proveedor:	-						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	10 horas				
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	2600	Peso:	480 KG	Tensión:	440V	Potencia instalada	3.2 KW
Ancho total:	1530			N° de fases:	TRIFASICO	Frecuencia	60 HZ
Altura total:	2150						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica SN-07

Fuente: Propia

Tabla 18

Cuadro de nombre de máquina número 009 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
009	PZM-01	PUNZONADORA MÚLTIPLE	FICEP	80I

Fuente: Propia

Ilustración 20

Ficha técnica de la punzonadora múltiple PMZ-01

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		PUNZONADORA MÚLTIPLE					
Código técnico:		PMZ-01					
Descripción del código técnico							
Área	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	FICEP	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	ST-80						
Proveedor:	FICEP	Tiempo de mantenimiento	10 horas				
Fecha de adquisición:	-						
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	2238	Peso:	2582	Tensión:	440 v	Potencia instalada:	7.5 kw
Ancho total:	602	Capacidad aceite:	45 lt				
Altura total:	1807			N° de fases:	TRIFÁSICO	Frecuencia:	60 HZ



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica PMZ-01

Fuente: Propia

Tabla 19

Cuadro de nombre de máquina número 010 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0010	TC-02	TALADRO DE COLUMNA	KAILI	TB5132X

Fuente: Propia

Ilustración 21

Ficha técnica del taladro de columna TC-02

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		TALADRO DE COLUMNA					
Código técnico:		TC-02					
Área		ÁREA PERFILES PESADOS					
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	KAMASA KAILI	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	TB5132X						
Proveedor:	KAMASA KAILI						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	8 horas				
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	64 cm	Peso:	72 KG	Tensión:	220	Potencia instalada:	2HP/1500W
Ancho total:	33 cm	Capacidad del mandril	20 mm				
Altura total:	155			N° de fases:	2 Fases + Tierra	Frecuencia:	60HZ



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica TC-02

Fuente: Propia

Tabla 20

Cuadro de nombre de máquina número 011 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0011	ESM-02	EQUIPO DE SOLDAR MIG	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC

Fuente: Propia

Ilustración 22

Ficha técnica de la Equipo de soldar MIG ESM-02

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG					
Código técnico:		ESM-02					
Descripción del código técnico							
Área	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	SOLDIER BY SOLANDINAS	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	MIG 350MC						
Proveedor:	-	Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Fecha de adquisición:	-						
Cuenta con manual:	-						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	380	Peso:	40 kg	Tensión:	220V-380V-440V	Potencia instalada	20 - 200 A
Ancho total:	290	Capacidad:	20 - 200 A				
Altura total:	155			N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60Hz



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de Equipo de soldar MIG -02

Fuente: Propia

Tabla 21

Cuadro de nombre de máquina número 012 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0012	ESM-03	EQUIPO DE SOLDAR MIG	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC

Fuente: Propia

Ilustración 23

Ficha técnica equipo de soldar MIG ESM-03

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG					
Código técnico:		ESM-03					
Descripción del código técnico							
Área	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	SOLDIER BY SOLANDINAS	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	MIG 350MC						
Proveedor:	-	Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Fecha de adquisición:	-						
Cuenta con manual:	-						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	380	Peso:	40 kg	Tensión:	220V-380V-440V	Potencia instalada:	20 - 200 A
Ancho total:	290	Capacidad:	20 - 200 A				
Altura total:	155	Criticidad:	87	N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60Hz



Nota: Imagen muestra la ficha técnica equipo de soldar MIG ESM-03

Fuente: Propia

Tabla 22

Cuadro de nombre de máquina número 013 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0013	ESM-06	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 425 CC/CV

Fuente: Propia

Ilustración 24

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-06

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG					
Código técnico:		ESM-06					
Descripción del código técnico							
Área	ÁREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	MILLER	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	XMT 425 CC/CV						
Proveedor:	MILLER						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	8 horas				
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	318 mm	Peso:	36.3 kg	Tensión:	208 V	Potencia instalada:	208 V (40.4 A)
Ancho total:	432 mm	Capacidad:	208 V (40.4 A)		230 V		230 V (36.1 A)
			230 V (36.1 A)		400 V		400 V (20.6 A)
			400 V (20.6 A)	460 V	460 V (17.8 A)		
		460 V (17.8 A)	575 V	575 V	575 V (14.1 A)		
Altura total:	610 mm			N° de fases:	Trifásico	Frecuencia	60 hz



Nota: Imagen muestra la ficha técnica ESM-06

Fuente: Propia

Tabla 23

Cuadro de nombre de máquina número 014 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0014	ESM-09	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 425 CC/CV

Fuente: Propia

Ilustración 25

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-09

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA									
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG							
Código técnico:		ESM-09							
Descripción del código técnico									
Área		ÁREA PERFILES PESADOS							
Datos de fabricación y adquisición									
Fabricante:	MILLER	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses						
Modelo:	XMT 425 CC/CV								
Proveedor:	MILLER	Tiempo de mantenimiento	8 horas						
Fecha de adquisición:	-								
Cuenta con manual:	SI								
Datos generales									
Dimensiones del equipo			Otros						
Largo total:	318 mm	Peso:	36.3 kg	Tensión:	208 V	Potencia instalada:	208 V (40.4 A)		
Ancho total:	432 mm	Capacidad:	208 V (40.4 A) 230 V (36.1 A) 400 V (20.6 A) 460 V (17.8 A) 575 V (14.1 A)		230 V		230 V (36.1 A)		
					400 V		400 V (20.6 A)		
					460 V		460 V (17.8 A)		
				575 V	575 V (14.1 A)				
Altura total:	610 mm	N° de fases:	1 fase y 3 fases	Frecuencia	60 hz				

Nota: Imagen muestra la ficha técnica del ESM-09

Fuente: Propia

Tabla 24

Cuadro de nombre de máquina número 015 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0015	ESM-10	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 350 CC/CV

Fuente: Propia

Ilustración 26

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-10

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG					
Código técnico:		ESM-10					
Descripción del código técnico							
Área		ÁREA PERFILES PESADOS					
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	MILLER	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	XMT 350 CC/CV						
Proveedor:	MILLER						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	8 horas				
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	1.2 m	Peso:	60 kg	Tensión:	208-575 V, requiere energía trifásica o monofásica	Potencia instalada:	10-38 V, 15-425 A
Ancho total:	0.6 m	Capacidad:	10-38 V, 15-425 A				
Altura total:	1.5 m	Criticidad:	87	N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia:	60 hz

Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica ESM-10

Fuente: Propia

Tabla 25

Cuadro de nombre de máquina número 016 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0016	ESM-11	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402

Fuente: Propia

Ilustración 27

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-11

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG 11					
Código técnico:		ESM-11					
Descripción del código técnico							
Código	ESM-11	Nombre	MAQUINA DE SOLDAR - 11				
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	WELD DAF	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	XTREME 402						
Proveedor:	SOLDAMUNDO						
Fecha de adquisición:		Tiempo de mantenimiento	8 horas				
Cuenta con manual:							
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	753 mm	Peso:	53 kg	Tensión:	220/380/440V AC ± 10%	Potencia instalada:	45 - 400A
Ancho total:	393 mm	Capacidad:	45 - 400A	N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60Hz
Altura total:	700 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica ESM-11

Fuente: Propia

Tabla 26

Cuadro de nombre de máquina número 017 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0017	ESM-12	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402

Fuente: Propia

Ilustración 28

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-12

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG 12					
Código técnico:		ESM-12					
Descripción del código técnico							
Código	ESM-12	Nombre	MAQUINA DE SOLDAR MIG				
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	WELD DAF	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	XTREME 402						
Proveedor:	SOLDAMUNDO						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	753 mm	Peso:	53 kg	Tensión:	220/380/440 V AC ± 10%	Potencia instalada:	45 - 400A
Ancho total:	393 mm	Capacidad:	45 - 400A				
Altura total:	700 mm	Criticidad:		N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia:	50/60 Hz



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la prensa excéntrica ESM-12

Fuente: Propia

Tabla 27

Cuadro de nombre de máquina número 018 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0018	ESM-13	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402

Fuente: Propia

Ilustración 29

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-13

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG 13					
Código técnico:		ESM-13					
Descripción del código técnico							
Código	ESM-13	Nombre	MAQUINA DE SOLDAR - 13				
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	WELD DAF	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	XTREME 402						
Proveedor:	SOLDAMUNDO	Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Fecha de adquisición:							
Cuenta con manual:							
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	753 mm	Peso:	53 kg	Tensión:	220/380/440 V AC ± 10%	Potencia instalada:	45 - 400A
Ancho total:	393 mm	Capacidad:	45 - 400A					N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60 Hz
Altura total:	700 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica e3 equipo de soldar MIG ESM-13

Fuente: Propia

Tabla 28

Cuadro de nombre de máquina número 019 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0019	ESM-14	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402

Fuente: Propia

Ilustración 30

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-14

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG					
Código técnico:		ESM-14					
Descripción del código técnico							
Código	ESM-14	Nombre	MAQUINA DE SOLDAR MIG				
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	WELD DAF	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	XTREME 402						
Proveedor:	SOLDAMUNDO						
Fecha de adquisición:		Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Cuenta con manual:							
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	753 mm	Peso:	53 kg	Tensión:	220/380/440 V AC ± 10%	Potencia instalada:	45 - 400A
Ancho total:	393 mm	Capacidad:	45 - 400A				
Altura total:	700 mm			N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60 Hz



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de la ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-14

Fuente: Propia

Tabla 29

Cuadro de nombre de máquina número 020 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0020	ESM-15	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402

Fuente: Propia

Ilustración 31

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM 15

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG 15					
Código técnico:		ESM-15					
Descripción del código técnico							
Código	ESM-15	Nombre	MAQUINA DE SOLDAR - 15				
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	WELD DAF	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	XTREME 402						
Proveedor:	SOLDAMUNDO	Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Fecha de adquisición:							
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	753 mm	Peso:	53 kg	Tensión:	220/380/440 V AC ± 10%	Potencia instalada:	45 - 400A
Ancho total:	393 mm	Capacidad:	45 - 400A					N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60 Hz
Altura total:	700 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de equipo de soldar MIG ESM-15

Fuente: Propia

Tabla 30

Cuadro de nombre de máquina número 021 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0021	ESM-16	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402

Fuente: Propia

Ilustración 32

Ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-16

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		EQUIPO DE SOLDAR MIG 16					
Código técnico:		ESM-16					
Descripción del código técnico							
Código	ESM-16	Nombre	MAQUINA DE SOLDAR - 16				
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	WELD DAF	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	12 meses				
Modelo:	XTREME 402						
Proveedor:	SOLDAMUNDO						
Fecha de adquisición:		Tiempo de mantenimiento	0.5h				
Cuenta con manual:							
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	753 mm	Peso:	53 kg	Tensión:	220/380/440 V AC ± 10%	Potencia instalada:	45 - 400A
Ancho total:	393 mm	Capacidad:	45 - 400A					N° de fases:	3 ~ Trifásico	Frecuencia	50/60 Hz
Altura total:	700 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica del equipo de soldar MIG ESM-16

Fuente: Propia

Tabla 31

Cuadro de nombre de las máquinas y herramientas número 022 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0022	AM4-01	AMOLADORA 4.1/2" (22 UNDS)	BOSH	BOSH

Fuente: Propia

Ilustración 33

Ficha técnica de las AMOLADORA 4.1/2" AM4 (22 UND.)

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		AMOLADORA 4.1/2"					
Código técnico:		AM4-(1-24)					
Descripción del código técnico							
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	BOSH	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	Mensual				
Modelo:	BOSH GWS 17-125 S						
Proveedor:	SADDA						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	1 hora				
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	311 mm	Peso:	2.4 KG	Tensión:	220 V	Potencia instalada:	1.700 W
Ancho total:	103 mm	Capacidad:	1010 W			N° de fases:	2 FASES + TIERRA	Frecuencia:	60 HZ
Altura total:	103 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica de las amoladoras Rectas AM4

Fuente: Propia

Tabla 32

Cuadro de nombre de máquina número 023 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0023	AM7-01	AMOLADORA 7" (12 UNDS)	BOSH	BOSH

Fuente: Propia

Ilustración 34

Ficha técnica del equipo herramientas AM7

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		AMOLADORA 7"					
Código técnico:		AM7-(1-12)					
Descripción del código técnico							
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	BOSH	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	Mensual				
Modelo:	BOSH GWS 24-180						
Proveedor:	SADDA						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	1 hora				
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo		Otros					
Largo total:	530 mm	Peso:	6 kg	Tensión:	220 V	Potencia instalada:	2.400 W
Ancho total:	193 mm	Capacidad:	2.400 W					N° de fases:	2 FASES + TIERRA	Frecuencia	60 HZ
Altura total:	138 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica los equipos herramientas AMOLADORA 7" (12 UNDS) AM7

Fuente: Propia

Tabla 33

Cuadro de nombre de máquina número 024 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0024	AMR-01	AMOLADORA RECTA (6 UNDS)	BOSH	BOSH

Fuente: Propia

Ilustración 35

Ficha técnica de los equipos tipo amoladora recta AMR

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		AMOLADORA 7"					
Código técnico:		AM7-(1-12)					
Descripción del código técnico							
Lugar	AREA PERFILES PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	BOSH	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	Mensual				
Modelo:	GD0600						
Proveedor:	SADDA						
Fecha de adquisición:	-	Tiempo de mantenimiento	1 hora				
Cuenta con manual:	SI						
Datos generales							
Dimensiones del equipo			Otros				
Largo total:	359 mm	Peso:	1,7 Kg	Tensión:	220 V	Potencia instalada:	400 W
Ancho total:	82 mm	Capacidad:	400 W				
Altura total:	82 mm	Criticidad:	26	N° de fases:	2 FASES + TIERRA	Frecuencia	60 HZ



Nota: Imagen muestra la ficha técnica equipos tipo amoladora recta AMR (6 unidades)

Fuente: Propia

Tabla 34

Cuadro de nombre de máquina número 025 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0025	RF-01	ROLL FORMING CZ	CALAMINON	CZ

Fuente: Propia

Ilustración 36

Ficha técnica del equipo de Roll forming RF-01

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA							
Nombre de la línea o máquina:		ROLL FORMING CZ					
Código técnico:		EF01-102-RF-01					
Descripción del código técnico							
CODIGO	RF-01	NOMBR E	ROLL FORMING CZ				
LUGAR	CONFORMODO - PESADOS						
Datos de fabricación y adquisición							
Fabricante:	CALAMINON	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	3 meses				
Modelo:	C - Z						
Proveedor:	CALAMINON						
Fecha de adquisición:	2010	Tiempo de mantenimiento	16 horas				
Cuenta con manual:	NO						
Datos generales							
Dimensiones del equipo				Otros			
Largo total:	25900 mm	Peso:	7845 Kg	Tensión:	380 V AC	Potencia instalada:	28 Kw
Ancho total:	2400 mm			N° de fases:	TRIFÁSICO	Frecuencia	60 Hz
Altura total:	3300 mm						



Nota: Imagen muestra la ficha técnica del Roll forming RF-01

Fuente: Propia

Tabla 35

Cuadro de nombre de máquina número 026 de perfiles pesados:

N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
0026	MN-14	MONTACARGA LIUGONG 3.5tn	LIUGONG 3.5 TN CPCD35	23187

Fuente: Propia

Ilustración 37

Ficha técnica del montacargas Liugong 3.5tn MN-14

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA									
Nombre de la línea o máquina:		LIUGONG 3.5 TNCPCD35							
Código técnico:		MN-14							
Datos de fabricación y adquisición									
Fabricante:	LIUGONG	Frecuencia de mantenimiento según fabricante	4 meses						
Modelo:	CPCD 35								
Proveedor:									
Fecha de adquisición:	2019	Tiempo de mantenimiento	9.6 horas						
Cuenta con manual:									
Datos generales									
Dimensiones del equipo			Otros						
Largo total:	4000 MM	Peso:	4788 KG	Tensión:	12 VDC	Combustible	GLP/ GNV		
Ancho total:	1225 MM	Capacidad:	3500 KG						
Altura total:	2125 MM								

Nota: Imagen muestra la ficha técnica del montacarga Liugong 3.5tn MN-14,

Fuente: Propia

4.2.1.6 Tiempo de paradas de máquina en Bicentenario Paquete “1”:

Durante el proyecto "Bicentenario Paquete 1", se experimentó una alta demanda de máquinas y horas-hombre, lo que resultó en un sacrificio del mantenimiento preventivo de las máquinas de perfiles pesados. A continuación, se presenta una tabla que detalla las horas normales de uso de las máquinas de perfiles pesados.

Tabla 36

Tiempos en jornadas normal vs. Proyecto bicentenario

Tipo de jornada	Jornada de trabajo normal	Días de trabajo semanal	Detalles	Total, horas de trabajo en 3 meses
Jornadas normales	9.6 horas	5 horas	1 solo turno de lunes a viernes	576 horas
Jornadas en proyecto bicentenario	24 horas	6 horas	2 turnos de lunes a sábado 12 horas	1728 horas

Nota: se adjunta cuadro referido a las horas trabajadas en jornada normal vs. Jornada del proyecto bicentenario paquete 1. Fuente: Propia

Se presenta el total de horas extras como historial en el periodo de del proyecto paquete 1 durante los meses de ejecución desde mayo hasta julio.

Tabla 37

Tiempo de parada de máquinas en proyecto “Bicentenario, Paquete 1”

INFORMACIÓN MÁQUINAS - PERFILES PESADOS			Tiempo de parada de máquinas en proyecto “Bicentenario, Paquete 1”				
N°	DESCRIPCIÓN	COD-MAQ	Total, Horas Requeridas en proyecto bicentenario	Numero de fallas durante el proyecto bicentenario	Total, de Hora de parada de máquina	Disponibilidad de máquina durante el periodo de bicentenario	Correctivos recurrentes registrados
PRENSAS EXCÉNTRICAS							
1	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-02	1728	18	612	88%	Desgaste de fajas / rodamientos / Resortes rotos
2	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-04	1728	7	238	86%	Desgaste de fajas / rodamientos / Resortes rotos
3	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-06	1728	18	612	65%	Desgaste de fajas / rodamientos / Resortes rotos / Espigas desgastadas
PRENSAS SIERRA CINTAS							
4	SIERRA CINTA	SN-01	1728	12	420	76%	Falla sistema de corte/Problema en motorreductores/Caja reductora/Rodamientos
5	SIERRA CINTA	SN-02	1728	15	570	67%	Falla sistema de corte/Problema en motoreductores/Caja reductora/Rodamientos
6	SIERRA CINTA	SN-05	1728	18	576	67%	Falla sistema de corte/Problema en motoreductores/Caja reductora/Rodamientos
7	SIERRA CINTA	SN-06	1728	5	185	88%	Falla sistema de corte/Problema en motorreductores/Caja reductora/Rodamientos
8	SIERRA CINTA	SN-07	1728	7	252	83%	Falla sistema de corte/Problema en motorreductores/Caja reductora/Rodamientos

PUNZONADORA Y TALADRO DE COLUMNA							
9	PUNZONADORA MÚLTIPLE	PZM-01	1728	10	341	80%	Fallas en sistema hidráulicos/Mangueras hidráulicas desgastas/Sulfatación en sistemas hidráulicos
10	TALADRO DE COLUMNA	TC-02	1728	9	280	84%	Roturas mecánicas de base auto soportado
EQUIPOS DE SOLDAR MIG							
11	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-02	1728	12	592	66%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
12	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-03	1728	8	600	65%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
13	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-06	1728	11	240	86%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
14	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-09	1728	18	630	64%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
15	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-10	1728	6	186	89%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
16	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-11	1728	7	259	85%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
17	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-12	1728	20	720	80%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
18	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-13	1728	20	720	58%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
19	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-14	1728	19	665	75%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
20	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-15	1728	10	525	70%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
21	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-16	1728	14	420	67%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas

AMOLADORAS							
22	AMOLADORA 4.1/2" (22 UNDS)	AM4-01	1728	9	342	87%	Cables fisurados/Carbones/Bobinas quemadas
23	AMOLADORA 7" (12 UNDS)	AM7-01	1728	9	279	66%	Cables fisurados/Carbones/Bobinas quemadas
24	AMOLADORA RECTA (6 UNDS)	AMR-01	1728	17	663	80%	Cables fisurados/Carbones/Bobinas quemadas
CONFORMADORA							
25	ROLL FORMING CZ	RF-01	1728	18	551	68%	Sistema hidráulico en falla/Motor quemado/Sistema de corte en falla / PLC roto/ Variador fallos/Enconder
MONTACARGA							
26	MONTACARGA LIUGONG 3.5tn	MN-14	1728	13	403	77%	Fallos en sistemas de frenos, luces generales, arrancadores, alternador

Nota: Tiempo de paradas de máquinas con data registrada en proyecto “Bicentenario Paquete 1”

Fuente: Propia

En total el tiempo de parada de maquina promedio durante el “Proyecto bicentenario, paquete 1” fue de un 26.5% solo teniendo un 73.5 %

Tabla 13

Porcentaje de disponibilidad promedio de máquinas utilizadas en paquete 1 bicentenario.

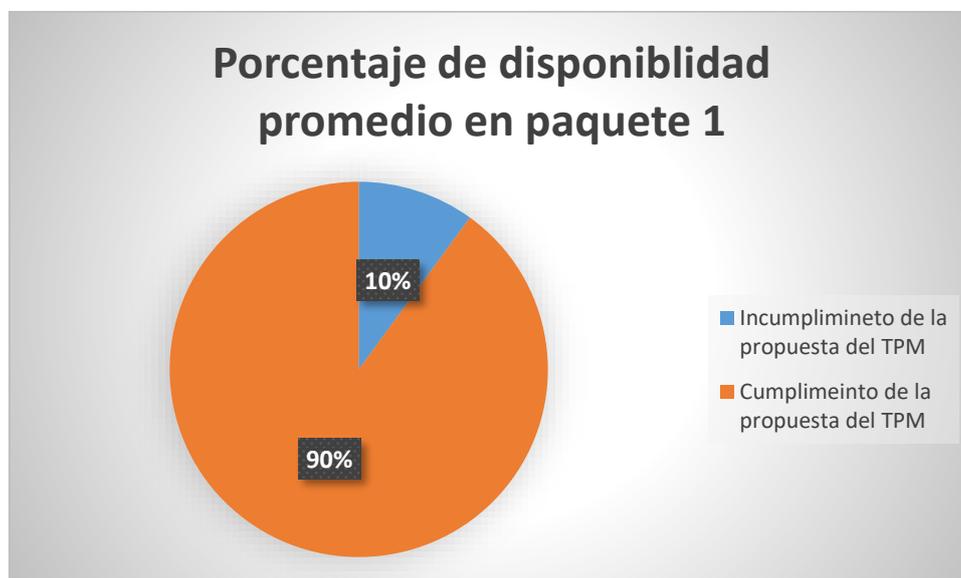
Tipo de jornada	Total, horas de trabajo en 3 meses
Jornadas en proyecto requeridas en bicentenario	1728 horas
Jornadas en proyecto reales durante bicentenario	1296 horas

Se muestra el total de horas requeridas por producción v.s lo real entregado durante el proyecto Bicentenario paquete 1

Fuente: Propia

Ilustración 13

Porcentaje de disponibilidad promedio de máquinas utilizadas en Bicentenario paquete 1.



Se muestra el tiempo total requerido por producción vs. lo real encontrado en campo.

Fuente: Propia.

4.2.1.7 Costos de alquiler de máquinas por la no atención de mantenimiento

Al no tener disponibilidad de las máquinas durante el proyecto “Bicentenario paquete 1” se alquilaron las siguientes máquinas como respuesta por la no atención de las máquinas propias durante mayo durante 2 meses de junio y Julio 2023.

A) Máquinas Soldar MIG.

Se adjunta el costo de alquiler de máquinas de soldar por mes por 3 unidades dos meses.

Ilustración 38

Alquiler de máquina de soldar tipo MIG por 1 mes.

AIR PRODUCTS PERU S.A
R.U.C. N° 20382072023
Av. Jorge Basadre 233. San Isidro. Lima
Teléfonos: 01 7089100
Centro de Servicio al Cliente: cscperu@airproducts.com
0801-70670


N°: RENT-CCC-00110
Fecha: 16/10/2023

Sres JEAN FRANCO GONZALES

Atención: jgonzales@calaminon.com

De acuerdo a lo solicitado por Uds., nos es grato presentar nuestra oferta por lo siguiente:

ITEM	COD SAP	CANTIDAD DE MAQUINAS		DESCRIPCION	TIEMPO Y PRECIO DE ALQUILER			
		CANTIDAD	UM		TIEMPO	UM	PRECIO DE EQUIPO POR MES	PRECIO TOTAL POR MES
1		1.00	UN	ALQUILER DE EQUIPOS XMT 350VS ó 425VS CON ALIMENTADOR SUITCASE XTREME 12VS ARCREACH; INCLUYE: ANTORCHA DE 400A, REGULADOR DE AR/CO2, GRAMPA A TIERRA 500A, RODILLOS DE 1.0 MM, MANGUERA DE GAS 3MTS Y TOMA INDUSTRIAL. MENEKES.	1.00	MES	\$ 685.00	\$ 685.00

Condiciones Generales:

Precios en DOLARES, NO INCLUYE IGV.

Precios validos por cantidad de maquinas y tiempo de alquiler detallada en esta cotización.

Les agradeceremos se sirvan girar sus órdenes de compra de acuerdo a la descripción cotizada.

Validez de la cotización: 10 días

Tiempo de entrega: 3 días utiles

Forma de pago: 30 DÍAS

Nota: Se muestra el costo de alquiler de máquina MIG para el proyecto Bicentenario Paquete

1, Fuente: Cotización de Air Products Ruc: 20382072023

Tabla 38

Costo de alquiler de 5 máquinas por 2 meses.

TIPO	TIEMPO DE USO EN MESES	CANT. DE MÁQUINAS	COSTO MÁQUINA TOTAL
AQUILER DE MÁQUINA MIG X MES	2	5	S/ 25,840.00

Nota: Se muestra el costo de alquiler de 5 máquinas por 2 meses para cumplir ante la necesidad de máquinas MIG (los costos no incluyen IGV, tasa de conversión 1 dólar = 3.77

soles). Fuente: Propia

B) Costos de alquiler de montacarga de capacidad 3.5 TON

Se adjunta el costo de alquiler de máquinas montacarga por 1 mes por la parada de máquina en Perfiles pesados.

Ilustración 39

Costo de alquiler de un montacarga de capacidad 3.5 ton mes de Julio 2023



RUC: 20100369509
ATENCIÓN: Cristian Loconi
ASUNTO: ALQUILER DE MONTACARGA MES DE JULIO 2023

Estimado: Cristian
Por intermedio de este documento le hacemos llegar nuestro cordial saludo, y se envía la cotización de acuerdo a lo solicitado.

SEDE	MONTACARGA	TARIFA MES JULIO
1 • CALAMINON-CHILCA	• 1 COMBUSTIÓN HYUNDAI MONTACARGAS DUAL 30L-75A. • SERIE: HHKCHF42JK0000066 • AÑO DE FABRICACIÓN: 2019. • 40(soles)x8(horas)x24(días)	• S/ 7,680 SOLES.

No incluye:
• IGV.
• Operador.
• Combustible.

Nota: Costo de 1 montacarga de capacidad 3.5 ton. Dual GLP/GNP, sin operador, sin combustible.

Fuente: Cotización de Unión Quia Ruc: 20607880736

Tabla 39

Costo de alquiler de 1 máquinas por 1 meses.

TIPO	TIEMPO DE USO EN MESES	CANT. DE MÁQUINAS	COSTO MÁQUINA TOTAL
AQUILER DE MONTACARGA CAPACIDAD 3 TON. MES	1	1	S/ 7680.00

Nota: Se muestra el costo de alquiler de 1 máquina por 1 meses para cumplir ante la necesidad de Montacargas (los costos no incluyen IGV). Fuente: Propia

C) **Costos totales de alquiler de maquinaria adicional durante de proyecto “Bicentenario Paquete 1”:**

Se muestra los costos adicionales de alquiler por la no disponibilidad de la maquinaria en perfiles necesarios:

Tabla 40

Costo de alquiler de maquinaria total durante proyecto “Bicentenario paquete 1”

Tipo	Tiempo de uso en meses	Cantidad de máquinas	Costo máquina total
Alquiler de montacargas capacidad 3 ton. Mes	1	1	S/ 7,680.00
Alquiler de máquina MIG x mes	2	5	S/ 25,840.00
TOTAL, ALQUILER EN EL PROYECTO			S/ 33,520.00

Nota: Se muestra los costos adicionales que se realizaron por la no disponibilidad de máquinas en paquete 1. Fuente: Propia

También se detalla un promedio del costo de alquiler según los historiales que tenemos.

Tabla 41

Costo de alquiler hora de maquinaria tercera promedio

Costos de alquiler promedio necesarios	Costo total de terceros no programados	Costo promedio hora
Costo alquiler x 432 horas no atendidas	S/ 33,520.00	S/ 77.59

Fuente: Propia

4.2.2 Creación de Equipos de Trabajo

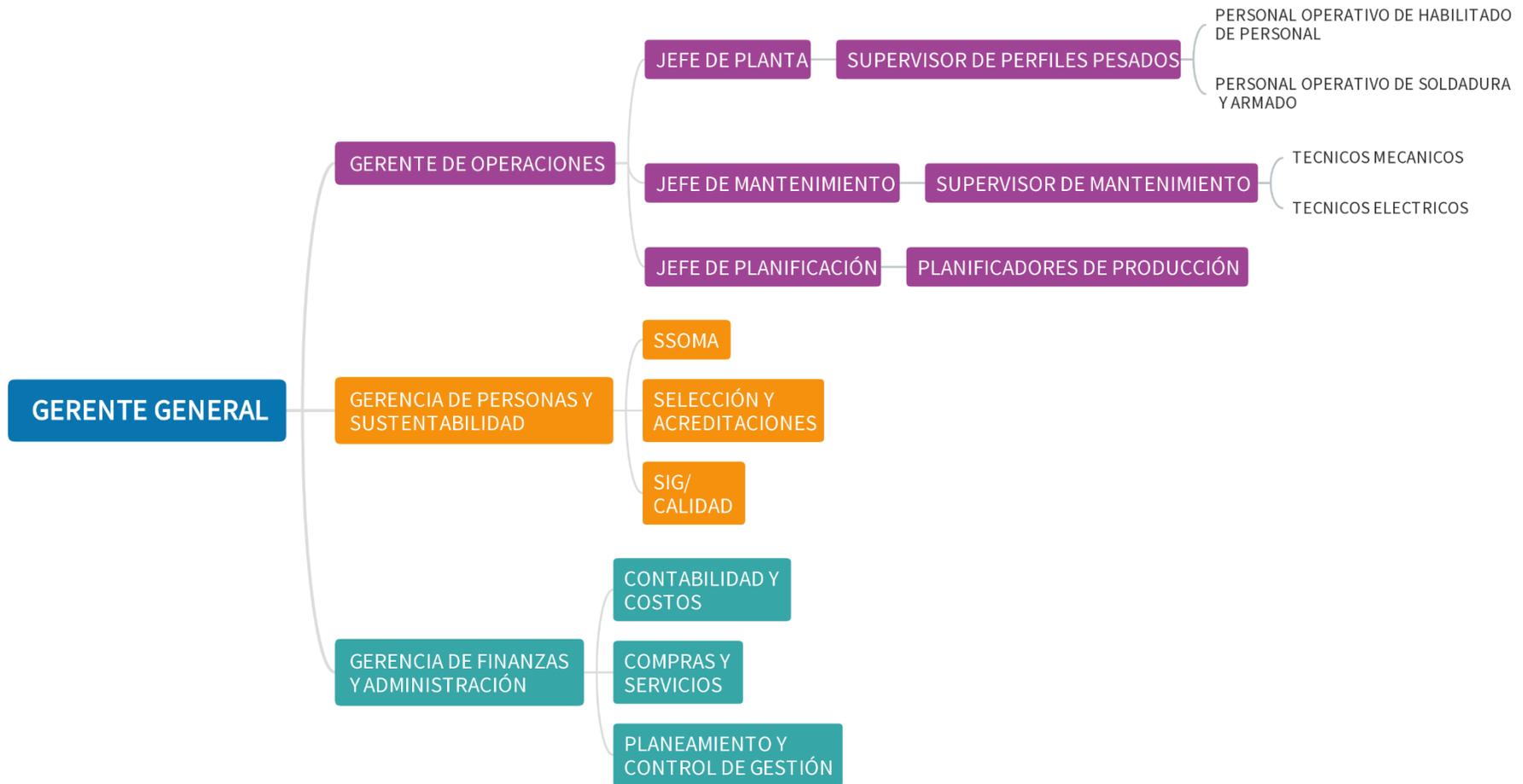
Se propone formar equipos multifuncionales que incluirán operadores, personal de mantenimiento, ingenieros y otros miembros relevantes del personal según el organigrama de la empresa. Estos equipos serán responsables de liderar la implementación y seguimiento del TPM en sus respectivas áreas.

4.2.2.1 Organigrama de Estructuras industriales EGA:

Se representa el organigrama de estructuras industriales EGA que se verán involucrados en el TPM.

Tabla 41

Organigrama de Estructuras Industriales EGA



Fuente: Propio

4.2.2.2 Funciones del personal

Se muestra las funciones más características que tiene cada personal mostrado en el organigrama anterior:

A) Gerente General:

- Supervisa y coordina todas las operaciones de la empresa.
- Toma decisiones estratégicas para abordar los desafíos de la alta demanda y la disponibilidad de maquinaria.
- Lidera la implementación de nuevas metodologías como el TPM.
- Evalúa la eficiencia y competitividad de la empresa.

B) Gerente de Operaciones:

- Gestiona las operaciones diarias de producción y fabricación de módulos.
- Se encarga de optimizar los procesos de producción para cumplir con la demanda creciente.
- Colabora estrechamente con el área de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de maquinaria.

C) Gerencia de Personas y Sustentabilidad:

- Responsable de gestionar el personal de la empresa y promover prácticas sustentables.
- Trabaja en la formación y desarrollo del talento humano.
- Fomenta políticas de sustentabilidad y responsabilidad social corporativa.

D) Gerencia de Finanzas y Administración:

- Controla el presupuesto y las finanzas de la empresa.
- Gestiona los recursos financieros para mantener la operación en curso.
- Administra la contabilidad y los costos.

E) Jefe de Planta:

- Supervisa la producción en la planta.
- Garantiza la eficiencia y calidad de la fabricación de módulos.
- Colabora con el área de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de maquinaria.

F) Jefe de Mantenimiento:

- Coordina el mantenimiento de equipos y maquinaria.
- Implementa la metodología TPM para mejorar la disponibilidad de equipos.

- Realiza auditorías de mantenimiento.

G) Jefe de Planificación:

- Planifica la producción y coordina con la gerencia de operaciones.
- Define las estrategias de producción y asegura que se cumplan los plazos de entrega.

H) SSOMA (Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente):

- Supervisa la seguridad y salud en el trabajo.
- Implementa medidas para garantizar la seguridad de los empleados y cumplir con regulaciones ambientales.

I) Selección y Acreditaciones:

- Encargado de seleccionar y acreditar al personal.
- Garantiza que los empleados estén calificados y certificados para sus funciones.

J) SIG/Calidad (Sistema de Gestión de Calidad):

- Implementa y gestiona el sistema de gestión de calidad.
- Asegura que se cumplan las normativas de calidad en la producción de módulos.

K) Contabilidad y Costos:

- Lleva el registro contable de la empresa.
- Calcula y controla los costos de producción.

L) Compras y Servicios:

- Gestiona las compras de materiales y servicios necesarios para la producción.
- Negocia con proveedores y asegura un suministro eficiente.

M) Planeamiento y Control de Gestión:

- Realiza el planeamiento estratégico y controla su implementación.
- Monitorea el desempeño de la empresa y ajusta la estrategia según sea necesario.

N) Supervisor de Perfiles Pesados:

- Supervisa las operaciones en el área de Perfiles Pesados.
- Asegura la eficiencia y calidad en la fabricación de perfiles pesados.

O) Supervisor de Mantenimiento:

- Supervisa el equipo de mantenimiento y coordina las actividades de TPM.
- Garantiza la disponibilidad de maquinaria.

P) Planificadores de Producción:

- Planifican la producción diaria de acuerdo a la demanda y las capacidades de la empresa.

Q) Personal Operativo de Habilitado de Personal:

- Realiza tareas de habilitado de material en la subárea correspondiente.
- Trabaja con prensas excéntricas, taladros de columnas, punzonadoras, etc.

R) Personal Operativo de Soldadura y Armado:

- Realiza tareas de soldadura y armado en la subárea correspondiente.
- Utiliza equipos de soldadura MIG, equipos de soldadura eléctrica, entre otros.

S) Técnicos Mecánicos:

- Realizan el mantenimiento mecánico de la maquinaria.
- Colaboran en la implementación de TPM.

T) Técnicos Eléctricos:

- Realizan el mantenimiento eléctrico de los equipos.
- Aseguran el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos.

4.2.2.3 Equipos de trabajo:

Según el organigrama y las funciones del personal se propone crear los siguientes equipos de trabajo:

Ilustración 40

Equipo de trabajo para la ejecución del TPM.



Nota: Se muestra los equipos de trabajo según el organigrama y funciones de personal.

Fuente: Propio.

Se detalla que funciones cumplirá cada equipo.

1) Equipo de Liderazgo:

- Gerente General: Encargado de la visión estratégica y la toma de decisiones clave relacionadas con la implementación del TPM.
- Gerente de Operaciones: Responsable de asegurar que las operaciones se ejecuten de manera eficiente y coordinada con el plan de mantenimiento TPM.
- Gerencia de Personas y Sustentabilidad: Encargada de gestionar el talento humano y promover una cultura de seguridad y sostenibilidad.
- Gerencia de Finanzas y Administración: Responsable de gestionar los recursos financieros necesarios para la implementación del TPM y evaluar su rentabilidad.

2) Equipo de Planta y Mantenimiento:

- Jefe de Planta: Encargado de la gestión diaria de la planta y de coordinar la producción con el mantenimiento TPM.
- Jefe de Mantenimiento: Responsable de liderar y supervisar todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo bajo el enfoque TPM.
- Jefe de Planificación: Encargado de planificar las actividades de mantenimiento y coordinar los recursos necesarios.
- SSOMA (Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente): Responsable de garantizar un ambiente de trabajo seguro y cumplir con regulaciones medioambientales.
- Selección y Acreditaciones: Encargado de la selección y acreditación de personal de mantenimiento según los estándares del TPM.

3) Equipo de Calidad y Control:

- SIG/Calidad (Sistema de Gestión de Calidad): Responsable de garantizar que las actividades de mantenimiento cumplan con los estándares de calidad y de gestionar la mejora continua.

4) Equipo de Apoyo Administrativo:

- Contabilidad y Costos: Encargado de gestionar el presupuesto y los costos relacionados con el mantenimiento TPM.
- Compras y Servicios: Responsable de adquirir piezas, herramientas y servicios necesarios para el mantenimiento.

- Planeamiento y Control de Gestión: Encargado de monitorear el progreso de la implementación del TPM y ajustar el plan según sea necesario.

5) Equipo de Mantenimiento Técnico:

- Supervisor de Perfiles Pesados: Supervisa el mantenimiento de máquinas de perfiles pesados específicamente.
- Supervisor de Mantenimiento: Supervisa el mantenimiento general de la planta.
- Planificadores de Producción: Encargados de planificar las paradas de máquinas para el mantenimiento preventivo.
- Personal Operativo de Habilitado de Personal: Realiza el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas.
- Personal Operativo de Soldadura y Armado: Realiza trabajos de soldadura y armado según sea necesario.
- Técnicos Mecánicos: Realizan tareas de mantenimiento mecánico.
- Técnicos Eléctricos: Realizan tareas de mantenimiento eléctrico.

Este equipo diversificado abarca todas las áreas clave para la implementación exitosa del TPM, desde el liderazgo y la planificación hasta la ejecución técnica. Cada miembro del equipo debe estar claramente definido en términos de roles y responsabilidades y trabajar en conjunto para lograr los objetivos del plan de mantenimiento basado en TPM.

4.2.3 Diagnóstico de la evaluación inicial, establecimiento de objetivos

4.2.3.1 Diagnostico:

El análisis de la disponibilidad de las máquinas y los costos relacionados en el proyecto "Bicentenario, Paquete 1" es fundamental para implementar una estrategia de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Por los siguientes motivos:

A) Disponibilidad de máquinas:

Según los datos proporcionados en la evaluación inicial, se ha calculado la disponibilidad de las máquinas durante el proyecto "Bicentenario, Paquete 1". La disponibilidad varía desde un 58% hasta un 89%, lo que indica que algunas máquinas están menos disponibles que otras. Esto se debe a una serie de problemas, incluyendo fallas recurrentes y problemas mecánicos.

B) Tiempo de parada de máquinas:

Las máquinas experimentaron un tiempo significativo de parada debido a múltiples razones, como desgaste de fajas, rodamientos y resortes rotos, fallos en sistemas hidráulicos, problemas en motores y otros problemas mecánicos. Estas interrupciones afectaron la productividad y se necesitó alquilar equipos terceros no considerados inicialmente en el proyecto.

C) Costos de alquiler de máquinas terceras

Debido a la falta de disponibilidad de las máquinas propias durante el proyecto, fue necesario alquilar máquinas adicionales, como máquinas de soldar MIG y un montacargas de capacidad 3.5 toneladas. Los costos de alquiler fueron significativos y afectaron el presupuesto del proyecto.

4.2.3.2 Establecimiento de Objetivos

- A)** Implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como estrategia para mejorar la disponibilidad de las máquinas y reducir el tiempo de parada.
- B)** Realizar un análisis de las causas de las fallas recurrentes en las máquinas y llevar a cabo acciones correctivas, como el reemplazo o la reparación de componentes dañados.
- C)** Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones regulares, lubricación y sustitución de piezas desgastadas.
- D)** Capacitar al personal de mantenimiento y operadores de máquinas en prácticas seguras y mantenimiento básico.
- E)** Realizar un seguimiento regular de la disponibilidad de las máquinas y mantener registros detallados de las horas de funcionamiento y las paradas para evaluar el progreso.

El objetivo es maximizar la disponibilidad de las máquinas, reducir los costos de alquiler y garantizar que el plan de mantenimiento 2024 basado en TPM se lleve a cabo correctamente.

4.2.3.4 Capacitación y Formación:

Se proporcionará capacitación y formación adecuada a todos los niveles de la organización. Esto incluirá la formación en los conceptos y principios del TPM, así como en técnicas específicas de mantenimiento, mejora continua y trabajo en equipo.

1. Capacitaciones para el Equipo de Liderazgo:

A) Capacitación en Liderazgo Estratégico: Los miembros del equipo de liderazgo, incluyendo al Gerente General, deberían recibir capacitación en liderazgo estratégico para poder tomar decisiones clave relacionadas con la implementación del TPM y la visión de la empresa.

2. Capacitaciones para el Equipo de Planta y Mantenimiento:

A) Capacitación en Gestión de Plantas: El jefe de Planta y el equipo de mantenimiento deberían recibir capacitación en gestión de plantas para una gestión más efectiva de la producción y el mantenimiento.

B) Formación en Mantenimiento TPM: El jefe de Mantenimiento y su equipo necesitan capacitación específica en mantenimiento TPM para liderar y supervisar las actividades de mantenimiento bajo este enfoque.

C) Seguridad y Salud en el Trabajo: El equipo de SSOMA debe recibir formación en seguridad y salud ocupacional para garantizar un ambiente de trabajo seguro y cumplir con regulaciones medioambientales.

D) Selección y Acreditación de Personal: El equipo de Selección y Acreditaciones debe recibir capacitación para garantizar que el personal de mantenimiento esté calificado y certificado para sus funciones.

3. Capacitaciones para el Equipo de Calidad y Control:

A) Gestión de la Calidad y Control de Calidad: El equipo de SIG/Calidad debe recibir capacitación en la gestión de la calidad y el control de calidad para garantizar que las actividades de mantenimiento cumplan con los estándares de calidad especificados.

4. Capacitaciones para el Equipo de Apoyo Administrativo:

A) Contabilidad y Control de Costos: El equipo de Contabilidad y Costos necesita capacitación en el control del presupuesto y los costos relacionados con el mantenimiento TPM.

B) Gestión de Compras y Suministros: El equipo de Compras y Servicios debe recibir capacitación en la gestión de compras y suministros eficientes.

C) Planeación y Control de Gestión: El equipo de Planeamiento y Control de Gestión debe recibir formación para monitorear el progreso de la implementación del TPM y ajustar el plan según sea necesario.

5. Capacitaciones para el Equipo de Mantenimiento Técnico:

A) Mantenimiento Mecánico y Eléctrico: Los técnicos mecánicos y eléctricos deberían recibir capacitación en mantenimiento específico de maquinaria y sistemas mecánicos y eléctricos.

Estas capacitaciones y formaciones son esenciales para garantizar que el personal involucrado en la implementación del TPM esté debidamente preparado para llevar a cabo sus roles y responsabilidades. Cada capacitación debería ser diseñada para abordar las necesidades específicas de cada equipo, con un enfoque en mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y mantener altos estándares de calidad y seguridad. Además, es importante llevar un registro del progreso y la asistencia de los empleados a estas capacitaciones.

4.3 Diseño de plan de mantenimiento basado en TPM

En colaboración con los equipos de trabajo, se diseña un plan anual detallado para la integración de la metodología TPM en el año 2024. Este plan incluirá actividades específicas, responsables y plazos para la implementación exitosa del TPM en la gestión diaria de mantenimiento y operación.

4.3.1 Diseño de plan de capacitaciones 2024:

4.3.1.1 Establecimiento de Objetivos

- Implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como estrategia para mejorar la disponibilidad de las máquinas y reducir el tiempo de parada.
- Realizar un análisis de las causas de las fallas recurrentes en las máquinas y llevar a cabo acciones correctivas, como el reemplazo o la reparación de componentes dañados.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones regulares, lubricación y sustitución de piezas desgastadas.
- Capacitar al personal de mantenimiento y operadores de máquinas en prácticas seguras y mantenimiento básico.
- Realizar un seguimiento regular de la disponibilidad de las máquinas y mantener registros detallados de las horas de funcionamiento y las paradas para evaluar el progreso.

El objetivo es maximizar la disponibilidad de las máquinas, reducir los costos de alquiler y garantizar que el plan de mantenimiento 2024 basado en TPM se lleve a cabo correctamente.

4.3.1.2 Capacitación y Formación:

Se proporcionará capacitación y formación adecuada a todos los niveles de la organización. Esto incluirá la formación en los conceptos y principios del TPM, así como en técnicas específicas de mantenimiento, mejora continua y trabajo en equipo.

1) Capacitaciones para el Equipo de Liderazgo:

- **Capacitación en Liderazgo Estratégico:** Los miembros del equipo de liderazgo, incluyendo al Gerente General, deberían recibir capacitación en liderazgo estratégico para poder tomar decisiones clave relacionadas con la implementación del TPM y la visión de la empresa.

2) Capacitaciones para el Equipo de Planta y Mantenimiento:

- **Capacitación en Gestión de Plantas:** El jefe de Planta y el equipo de mantenimiento deberían recibir capacitación en gestión de plantas para una gestión más efectiva de la producción y el mantenimiento.
- **Formación en Mantenimiento TPM:** El jefe de Mantenimiento y su equipo necesitan capacitación específica en mantenimiento TPM para liderar y supervisar las actividades de mantenimiento bajo este enfoque.
- **Seguridad y Salud en el Trabajo:** El equipo de SSOMA debe recibir formación en seguridad y salud ocupacional para garantizar un ambiente de trabajo seguro y cumplir con regulaciones medioambientales.
- **Selección y Acreditación de Personal:** El equipo de Selección y Acreditaciones debe recibir capacitación para garantizar que el personal de mantenimiento esté calificado y certificado para sus funciones.

3) Capacitaciones para el Equipo de Calidad y Control:

- **Gestión de la Calidad y Control de Calidad:** El equipo de SIG/Calidad debe recibir capacitación en la gestión de la calidad y el control de calidad para garantizar que las actividades de mantenimiento cumplan con los estándares de calidad especificados.

4) Capacitaciones para el Equipo de Apoyo Administrativo:

- **Contabilidad y Control de Costos:** El equipo de Contabilidad y Costos necesita capacitación en el control del presupuesto y los costos relacionados con el mantenimiento TPM.
- **Gestión de Compras y Suministros:** El equipo de Compras y Servicios debe recibir capacitación en la gestión de compras y suministros eficientes.
- **Planeación y Control de Gestión:** El equipo de Planeamiento y Control de Gestión debe recibir formación para monitorear el progreso de la implementación del TPM y ajustar el plan según sea necesario.

5) Capacitaciones para el Equipo de Mantenimiento Técnico:

Mantenimiento Mecánico y Eléctrico: Los técnicos mecánicos y eléctricos deberían recibir capacitación en mantenimiento específico de maquinaria y sistemas mecánicos y eléctricos.

Estas capacitaciones y formaciones son esenciales para garantizar que el personal involucrado en la implementación del TPM esté debidamente preparado para llevar a cabo sus roles y responsabilidades. Cada capacitación debería ser diseñada para abordar las necesidades específicas de cada equipo, con un enfoque en mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y mantener altos estándares de calidad y seguridad. Además, es importante llevar un registro del progreso y la asistencia de los empleados a estas capacitaciones.

4.4 Diseño de plan de mantenimiento basado en TPM

En colaboración con los equipos de trabajo, se diseña un plan anual detallado para la integración de la metodología TPM en el año 2024. Este plan incluirá actividades específicas, responsables y plazos para la implementación exitosa del TPM en la gestión diaria de mantenimiento y operación.

4.4.1 Diseño de plan de capacitaciones 2024:

El objetivo principal de este plan de capacitación es preparar a todos los niveles de la organización para la implementación exitosa del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y los pilares específicos del TPM en el área de perfiles pesados. Este plan se llevará a cabo durante todo el año 2024 y se adaptará según las necesidades y avances, la propuesta es la siguiente:

1) Capacitaciones para el Equipo de Liderazgo:

- Capacitación en Liderazgo Estratégico (2 días):
- Desarrollo de habilidades de liderazgo estratégico para tomar decisiones clave relacionadas con la implementación del TPM.
- Enfoque en la visión de la empresa y la gestión de desafíos.

2) Capacitaciones para el Equipo de Planta y Mantenimiento:

A) Capacitación en Gestión de Plantas (3 días):

- Mejorar la gestión de la producción y el mantenimiento en la planta.

B) Formación en Mantenimiento TPM (5 días):

• Desarrollar habilidades específicas para liderar y supervisar el mantenimiento bajo el enfoque del TPM.

C) Seguridad y Salud en el Trabajo (2 días):

• Asegurar un entorno de trabajo seguro y cumplir con regulaciones medioambientales.

D) Selección y Acreditación de Personal (2 días):

• Garantizar que el personal de mantenimiento esté debidamente calificado y certificado.

3) Capacitaciones para el Equipo de Calidad y Control:

A) Gestión de la Calidad y Control de Calidad (3 días):

• Asegurar que las actividades de mantenimiento cumplan con los estándares de calidad especificados en el Sistema de Gestión de Calidad (SIG/Calidad).

4) Capacitaciones para el Equipo de Apoyo Administrativo:

- Contabilidad y Control de Costos (2 días):
- Controlar el presupuesto y los costos relacionados con el mantenimiento
- Gestión de Compras y Suministros (2 días):
- Gestionar compras y suministros eficientes para el mantenimiento.
- Planeación y Control de Gestión (3 días):
- Monitorear el progreso de la implementación del TPM y ajustar el plan según sea necesario.

5) Capacitaciones para el Equipo de Mantenimiento Técnico:

5.1 Personal técnico de mantenimiento

A) Mantenimiento Mecánico y Eléctrico (10 días):

- Desarrollar habilidades específicas en el mantenimiento de maquinaria y sistemas mecánicos y eléctricos.

5.2 Implementación de Pilares del TPM en el Área de Perfiles Pesados:

A) Mantenimiento Autónomo (5 días):

- Capacitación para que los operadores realicen tareas de mantenimiento básico y mejoren la limpieza y el cuidado de los equipos.

B) Mejora Específica (4 días):

- Entrenamiento en la identificación y solución de problemas recurrentes para aumentar la eficiencia.

C) Mantenimiento Planificado (4 días):

- Desarrollo de planes de mantenimiento preventivo y predictivo basados en análisis de datos y conocimiento del equipo.

Con esta información se realiza un plan de capacitaciones para el 2024 donde indica las semanas a realizar las actividades de capacitación

Tabla 44

Plan anual de capacitaciones 2024 Julio – diciembre parte 3

PLAN DE CAPACITACIONES ANUAL ENFOCADOS AL TPM 2024					TABLA PARTE 3																											
					JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
					27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM					
Tipo de Capacitación	Tema	Duración	Objetivos	Contenido																												
Equipo de Liderazgo	Capacitación en Liderazgo Estratégico	2 días	- Desarrollo de habilidades de liderazgo estratégico. - Toma de decisiones clave relacionadas con la implementación del TPM. - Enfoque en la visión de la empresa y la gestión de desafíos.	- Sesiones de liderazgo estratégico. - Discusión de casos de estudio. - Ejercicios de toma de decisiones.																												
Equipo de Planta y Mantenimiento	Capacitación en Gestión de Plantas	3 días	- Mejora de la gestión de la producción y el mantenimiento en la planta.	- Principios de gestión de plantas. - Planificación y programación de la producción y el mantenimiento. - Evaluación del desempeño de la planta.																												
Equipo de Planta y Mantenimiento	Formación en Mantenimiento TPM	5 días	- Desarrollo de habilidades específicas para liderar y supervisar el mantenimiento bajo el enfoque del TPM.	- Introducción al TPM. - Pilares del TPM. - Planificación de actividades de mantenimiento bajo el TPM.																												
Equipo de Planta y Mantenimiento	Seguridad y Salud en el Trabajo	2 días	- Asegurar un entorno de trabajo seguro y cumplir con regulaciones medioambientales.	- Legislación de seguridad y salud ocupacional. - Prácticas seguras de trabajo. - Gestión de riesgos.																												
Equipo de Planta y Mantenimiento	Selección y Acreditación de Personal	2 días	- Garantizar que el personal de mantenimiento esté debidamente calificado y certificado.	- Procesos de selección y acreditación. - Normativas de certificación.																												
Equipo de Calidad y Control	Gestión de la Calidad y Control de Calidad	3 días	- Asegurar que las actividades de mantenimiento cumplan con los estándares de calidad especificados en el Sistema de Gestión de Calidad (SIG/Calidad).	- Conceptos de gestión de calidad. - Herramientas de control de calidad.																												

Nota: La tabla muestra un plan anual de capacitaciones desde julio hasta diciembre parte 3, 2024

Fuente: Propio

Tabla 45

Plan anual de capacitaciones 2024 Julio – diciembre parte 4

PLAN DE CAPACITACIONES ANUAL ENFOCADOS AL TPM 2024					TABLA PARTE 4																											
					JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
					27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM					
Tipo de Capacitación	Tema	Duración	Objetivos	Contenido																												
Equipo de Apoyo Administrativo	Contabilidad y Control de Costos	2 días	- Controlar el presupuesto y los costos relacionados con el mantenimiento TPM.	- Principios de contabilidad y costos. - Presupuesto de mantenimiento.																												
Equipo de Apoyo Administrativo	Gestión de Compras y Suministros	2 días	- Gestionar compras y suministros eficientes para el mantenimiento.	- Proceso de compras. - Evaluación de proveedores.																												
Equipo de Apoyo Administrativo	Planeación y Control de Gestión	3 días	- Monitorear el progreso de la implementación del TPM y ajustar el plan según sea necesario.	- Planeación estratégica. - Indicadores de gestión.																												
Equipo de Mantenimiento Técnico	Mantenimiento Mecánico y Eléctrico	10 días	- Desarrollar habilidades específicas en el mantenimiento de maquinaria y sistemas mecánicos y eléctricos.	- Mantenimiento mecánico y eléctrico. - Identificación y solución de problemas.																												
Implementación de Pilares del TPM en el Área de Perfiles Pesados	Mantenimiento Autónomo	5 días	- Capacitación para que los operadores realicen tareas de mantenimiento básico y mejoren la limpieza y el cuidado de los equipos.	- Principios de mantenimiento autónomo. - Técnicas de limpieza y cuidado de equipos.																												
Implementación de Pilares del TPM en el Área de Perfiles Pesados	Mejora Específica	4 días	- Entrenamiento en la identificación y solución de problemas recurrentes para aumentar la eficiencia.	- Análisis de problemas recurrentes. - Aplicación de herramientas de mejora.																												
Implementación de Pilares del TPM en el Área de Perfiles Pesados	Mantenimiento Planificado	4 días	- Desarrollo de planes de mantenimiento preventivo y predictivo basados en análisis de datos y conocimiento del equipo.	- Planificación de actividades de mantenimiento. - Programación de mantenimiento preventivo.																												

Nota: La tabla muestra un plan anual de capacitaciones desde julio hasta diciembre parte 4, 2024

Fuente: Propio

4.4.2 Diseño del Plan Anual de mantenimientos preventivos 2024:

A continuación, se detallan el plan anual propuesto para el año 2024, el cual se desarrolló en función de la criticidad de los equipos disponibles. Además, se tendrá en cuenta la recopilación de las paradas de máquinas identificadas en el proyecto "Bicentenario Paquete 1". Esta información será fundamental para priorizar y programar el mantenimiento preventivo de manera eficiente.

4.3.3 Actividades específicas y responsables durante el plan de mantenimiento basado en TPM

A) Equipo de Liderazgo:

- 1) El equipo de liderazgo deberá realizar reuniones mensuales verificando el avance del plan de mantenimientos preventivos y el cumplimiento de capacitaciones anuales basado en TPM.

Tabla 46

Cronograma anual para el equipo de liderazgo centrado en TPM a lo largo del año 2024

Cronograma anual para el equipo de liderazgo centrado en TPM a lo largo del año 2024.		
Mes	Semana	Actividades Planificadas
Enero	Semana 1	Reunión inicial de liderazgo para revisar el plan de mantenimientos preventivos y el plan de capacitaciones basado en TPM. - Discusión sobre el avance de trabajos preventivos vs. correctivos realizados durante el proyecto bicentenario.
Febrero	Semana 4	Reunión mensual de liderazgo para verificar el progreso del plan de mantenimientos preventivos y plan de capacitaciones basado en TPM.
Marzo	Semana 4	Disponibilidad de los equipos según historico, revision de cumpliminetodel TPM
Abril	Semana 1	- Reunión mensual de liderazgo para evaluar el avance del plan TPM.
	Semana 3	- Discusión sobre el progreso en la capacitación del personal relacionada con TPM.
Mayo	Semana 1	- Reunión mensual de liderazgo para abordar el avance del presupuesto destinado a trabajos preventivos.
	Semana 2	- Discusión de otros asuntos relevantes relacionados con el TPM y la gestión de mantenimiento.
Junio a Diciembre	Semana 4	Revisión de los indicadores de las capacitaciones, paradas de maquina, disponibilidad de maquinas, alquiler de terceros, cumplimineto de capacitaciones y cumplimiento del cronograma de preventivos.

Nota: Muestra el cronograma anual para el equipo de liderazgo centrado en TPM.

Fuente: Propia

- 2) Liderazgo visible: El equipo de liderazgo deberá realizar visitas imprevistas durante el transcurso del año (Un total de 12 veces) donde se recaudará información del avance del TPM.

Tabla 47

Formato de liderazgo visible

	LIDERAZGO VISIBLE EN CALAMINON		Código:	SUS-SEG-FOR-106
			Versión:	02
	FORMATO		Fecha de aprobación:	17/04/2023
			Página:	1 DE 1
Antecedentes Generales				
Fecha:		Empresa:		
Realizado por :		Planta/Area:		
Cargo:		Responsable del Proceso:		
Duración de la Actividad:		Participantes:	1	
			2	
			3	
I. Desarrollo de la actividad		Si/No	Observaciones o comentarios	
1. En general las áreas visitadas mantienen un Estándar Orden y Aseo (Housekeeping).				
2. Al consultar por las actividades que se esta desarrollando los trabajadores conocen estos.				
3. Visualiza algún tipo de condición subestandar que podría afectar el desempeño de los trabajadores.				
4. Se pudo observar que los trabajadores mantenimiento su maquina en buen estado				
5. Durante la actividad fue necesario detener la actividad que se estaba realizando .				
Aspectos positivos a destacar				
Oportunidades de mejora				
Imágenes				
II. Cuestionario			Observaciones o comentarios	
1. Consulte al trabajador ¿qué dificultades/limitaciones encuentra en su área de trabajo?				
2. ¿Cómo te sientes respecto al TPM?	Marque con una X			
	a.	Muy buena		
	b.	Buena		
	c.	Regular		
	d.	Mala		
e.	Muy Mala			
3. ¿SIENTES QUE HAY UNA MANERA DE MEJORAR RESPECTO AL TPM?	Marque con una X			
	SI	NO		
4. Busque generar entorno de confianza e indague en caso la respuesta anterior haya sido afirmativa.				
5. Si pudiera mejorar algo en su área de trabajo y en la empresa, ¿qué es lo mejoraría?				

Nota: Se muestra un formato de liderazgo visible.

Fuente: Propia

B) Equipo de Planta y Mantenimiento

Se propone un plan anual de mantenimiento anual basado en TPM donde se brindará fechas de atención semanalmente viendo las necesidades de producción

1) Plan anual de mantenimiento 2024 basado en TPM

Se presenta un plan anual de mantenimiento basado en TPM que se llevará a cabo semanalmente, ajustándose a las necesidades de producción.

Compromiso con el Plan Anual de Preventivos:

El equipo de mantenimiento tiene la responsabilidad de cumplir rigurosamente con lo acordado en el plan anual de mantenimiento preventivo para el año 2024. Esto implica la ejecución oportuna de las actividades programadas y la documentación precisa de las intervenciones realizadas.

Este enfoque estratégico garantizará un mantenimiento efectivo de los equipos, minimizando las paradas no programadas y contribuyendo al logro de los objetivos de producción de manera eficiente.

2) Programación de preventivos semanales y solución de correctivos.

El supervisor de mantenimiento deberá presentar una planificación semanal de los preventivos semanalmente, en el cual se deberá participar el personal la planificación de producción, jefe de mantenimiento, calidad, equipo de Ssoma y supervisores de producción, donde se coordinará los mantenimientos preventivos viendo la disponibilidad de las máquinas.

También se verá las fallas recurrentes y/o fallas que se haya afectado durante la semana, los cuales el equipo de mantenimiento deberá brindar una fecha tentativa para la atención de estas.

Toda esta información deberá ser plasmada en una pizarra donde todas las áreas deberán ser partícipes.

Ilustración 41

Pizarra de reuniones semanales

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL					MANTENIMIENTO			HORAS EXTRAS			
N° SEMANA		20			QUÉ	CUANDO	ESTADO	DÍA	ÁREA	#OP	TOTAL
LÍNEA	T1	RECUPERACIÓN SI MOD.	VAC/DM	TOTAL							
LIVIANOS	9+4	1 Obra	-	15	ESTACIÓN DE GLP	09/05 11/05		Semana 19	Bloquera Pre-Expansión	4	24Hras.
GPS / PUR	16	3	-	20	Ajustar PANTÓGRAFO	28 Abril 11/05	Pendiente				
PESADOS	23	-	1	24	Calibrar balanza Pre-exensión	28 Abril 11/05	Pendiente (Compras)				
BLOQUES	3	-	-	3	Mag Calam-sen U	09/05	PENDIENTE				
CALDERO	1	-	-	1	correctivo adentro ALMACEN	05-MAYO	Pendiente Compras				
COATE D. BLOQ	3	-	-	3	Cable DOBLADORAS	03-MAYO	X CONFIRMAR				
PELETIZADO / PANTÓGRAFO	2	-	-	1	Habilitado COMPRESORAS	05-MAYO	X CONFIRMAR				
SENY Y ENSAMBLE	4	-	-	-	Establecer Restricciones de los Equipos	06/05	Pendiente	Definir responsable o función para Pz	06/05	EVALUACIÓN	
TOTAL	65	3	2	70	División de carga para Pañetas	Funciona 2 eq (15-Mayo)	TRASLADO CHICA				
ACUERDOS				T2	02 Horno solar	12/05	PENDIENTE	Prueba de MTU (PBTiforma)	22-Abril 13-MAYO	PENDIENTE	JAFRENE
• Definir SSOMA para inspección PESADOS.					Tab control pañeta 1		PENDIENTE	Prueba de Adherencia	11/05	PENDIENTE	
					Entrega de elementos a NIT prevent	10/05	PENDIENTE	Prueba POL 35	11/05	PENDIENTE	
					Adaptar puños a Bloquera	12/05	PENDIENTE				

Nota: Se muestra una pizarra con coordinaciones semanales donde se visualiza compromisos de producción y mantenimiento para futuros preventivos y solución de correctivos existentes.

Fuente Propia.

Finalizando la reunión de programación de turnos el supervisor de mantenimiento deberá plasmar la información coordinada a través de un correo copiando a todo el equipo que participó en la reunión semanal.

Aquí se indicará toda la información de preventivos programados por días y la solución de correctivos detectados por producción, calidad y ssoma.

C) Equipo de Calidad y Control:

El equipo de control de calidad deberá suministrar informes relativos a la Gestión de No Conformidades, especificando las máquinas que han participado en la producción de perfiles pesados. Estas reuniones se realizarán semanalmente y desempeñarán un papel crucial en la planificación de las actividades, además de servir como fuente de datos para el registro en las programaciones semanales.

Tabla 52

Cronograma para el equipo de Calidad y Control en relación a la Gestión de No Conformidades y la colaboración con el equipo de Mantenimiento y Producción en el marco del plan anual basado en TPM

Mes 1: Preparación Inicial	
Semana	Tareas
1	Organizar una reunión de lanzamiento con el equipo de Calidad y Control, Mantenimiento y Producción para establecer expectativas y objetivos claros.
2	Definir los indicadores clave de rendimiento (KPIs) para evaluar las No Conformidades.
3	Establecer un proceso de informes estandarizado para la Gestión de No Conformidades y las máquinas involucradas en la producción de perfiles pesados.
4	Capacitar al equipo de Calidad y Control en la recopilación de datos y preparación de informes.
Mes 2-3: Implementación Inicial	
Semana	Tareas
De 1 a 4	Comenzar a recopilar datos sobre No Conformidades y máquinas relacionadas en la producción semanalmente.
De 2 a 4	Comunicar los datos recopilados al equipo de Mantenimiento y Producción para su revisión y acción inmediata.
Mes 4-12: Operación Continua	
Semana	Tareas
De 1 - 48	Continuar con la recopilación semanal de datos de No Conformidades y máquinas afectadas.
De 4 - 48	Realizar reuniones semanales con el equipo de Mantenimiento y Producción para discutir y comprometer fechas de atención a las No Conformidades.
De 8 - 48	Asegurar que el equipo de Control de Calidad esté completamente informado sobre las máquinas programadas para intervenciones según el plan anual basado en TPM.

Nota: Se muestra un cronograma anual de la participación del equipo de calidad en el TPM. Fuente: Propia

D) Equipo de Apoyo Administrativo

- 1) Mensualmente el equipo Contabilidad y Control de Costos deberá regularizar y controlar los gastos de mantenimiento, así como el avance de mantenimiento.

Tabla 53

Cronograma Mensual de Contabilidad y Control de Costos - TPM 2024

Cronograma Mensual de Contabilidad y Control de Costos - TPM 2024	
Enero 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento del año anterior.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para enero.
Febrero 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de febrero.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para febrero.
Marzo 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de marzo.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para marzo.
Abril 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de abril.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para abril.
Mayo 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de mayo.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para mayo.
Junio 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de junio.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para junio.
Julio 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de julio.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para julio.
Agosto 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de agosto.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para agosto.
Septiembre 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de septiembre.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para
Octubre 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de octubre.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para octubre.
Noviembre 2024:	
Semana 3:	Revisión de los gastos de mantenimiento de noviembre.
Semana 4:	Verificación del avance del plan de mantenimiento basado en TPM para
Diciembre 2024:	
Semana 3:	Cierre de año: Revisión de los gastos de mantenimiento de diciembre y resumen
Semana 4:	Evaluación del cumplimiento del plan de mantenimiento basado en TPM para todo

Nota: Se muestra un plan anual para el equipo de contabilidad.

Fuente: Propio

- 2) Anualmente el equipo Contabilidad y Control de Costos deberá analizar actividades de auditorías de activos, para ello el equipo de mantenimiento deberá tener los equipos contabilizados y con sus estados óptimos. Estos deberán manejar una data especial separados del equipo de mantenimiento.
- 3) Gestión de Compras y Suministros: Al realizar compras de nuevas máquinas para el área de perfiles pesados, deberá realizar una reunión investigación conjunta con distintas áreas las cuales se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 54

Cronograma de Adquisición de Nueva Maquinaria: Colaboración entre Compras, Mantenimiento y Control de Costos

Cronograma de Adquisición de Nueva Maquinaria: Colaboración entre Compras, Mantenimiento y Control de Costos			
Pasos a seguir	Responsables	Duración	Descripción
Tarea 1: Identificación de la Necesidad de Adquisición	Equipo de Producción	Inicia 6 meses antes de la fecha de adquisición..	El equipo de producción identifica la necesidad de adquirir una nueva maquinaria para mejorar la capacidad de producción o reemplazar una máquina obsoleta. Se realiza un análisis de las características técnicas requeridas.
Tarea 2: Evaluación Técnica y Especificaciones	Equipo de Mantenimiento y Producción	4 meses antes de la fecha de adquisición.	El equipo de mantenimiento y producción colabora para definir las especificaciones técnicas de la maquinaria, incluyendo capacidad, dimensiones, requerimientos eléctricos, entre otros.
Tarea 3: Presupuesto Preliminar	Equipo de Control de Costos	3 meses antes de la fecha de adquisición.	El equipo de control de costos elabora un presupuesto preliminar basado en las especificaciones técnicas definidas en la tarea anterior.
Tarea 4: Búsqueda de Proveedores	Equipo de Gestión de Compras y Suministros	2 meses antes de la fecha de adquisición.	El equipo de compras y suministros busca y selecciona proveedores potenciales que puedan suministrar la maquinaria deseada. Se solicitan cotizaciones a los proveedores.
Tarea 5: Evaluación de Cotizaciones	Equipo de Control de Costos	1 mes antes de la fecha de adquisición.	El equipo de control de costos analiza las cotizaciones recibidas y compara los costos propuestos por los diferentes proveedores. Se evalúan factores como el precio, garantía, tiempos de entrega, y costos de operación.
Tarea 6: Selección de Proveedor	Equipo de Gestión de Compras y Suministros	3 semanas antes de la fecha de adquisición.	El equipo de compras y suministros selecciona al proveedor que cumple con los requisitos técnicos y económicos. Se inician las negociaciones contractuales.
Tarea 7: Revisión de Contrato y Especificaciones Finales	Equipo de Mantenimiento y Legal	2 semanas antes de la fecha de adquisición.	El equipo de mantenimiento revisa el contrato propuesto y las especificaciones finales para asegurarse de que cumplen con los estándares de mantenimiento y operación. El equipo legal verifica la legalidad del contrato.
Tarea 8: Autorización de Compra	Gerencia	1 semana antes de la fecha de adquisición	La alta dirección revisa y autoriza la compra de la maquinaria una vez que se han cumplido todos los requisitos y se han realizado las revisiones necesarias.
Tarea 9: Adquisición y Entrega de la Maquinaria	Equipo de Gestión de Compras y Suministros	Día de la fecha de adquisición.	El equipo de compras y suministros realiza el pedido y se encarga de la logística de entrega de la maquinaria.
Tarea 10: Instalación y Puesta en Marcha	Equipo de Gestión de Compras y Suministros	Día de la fecha de adquisición.	El equipo de compras y suministros realiza el pedido y se encarga de la logística de entrega de la maquinaria.
Tarea 10: Instalación y Puesta en Marcha	Equipo de Mantenimiento y Proveedores	Inmediatamente después de la entrega.	El equipo de mantenimiento coordina con los proveedores la instalación y puesta en marcha de la maquinaria, asegurándose de que se realice de manera eficiente y segura.

Nota: Se detalla los pasos a realizar para la compra de un nuevo activo.

Fuente: Propia.

E) Equipo de Mantenimiento Técnico:

E.1) Control operativo antes de iniciar jornada en Prensas Excéntricas y, sierras cintas y punzadoras:

1. Mantenga permanentemente las mejores condiciones de orden y aseo en los puestos de trabajo, áreas de circulación y zonas donde realiza las labores de troquelado.
2. Utilice adecuadamente los elementos de protección personal requeridos de acuerdo con el tipo de oficio y el riesgo que se necesita evitar.
3. Solicite instrucciones claras a su jefe cuando no esté totalmente seguro sobre la forma adecuada de cumplir una labor encomendada y efectúe únicamente aquellos trabajos para los cuales esté capacitado.
4. Antes de limpiar, reparar, lubricar o ajustar una máquina, detenga su marcha y coloque un aviso en sus controles que informe el tipo de trabajo que se está realizando. Verifique que las guardas de protección estén siempre en su lugar.
5. Garantizar el aseguramiento de todas las energías peligrosas, mediante el establecimiento de sistema de candado y etiqueta para el control de arranques inesperados o descarga de energía de equipos o máquinas.
6. Absténgase de consumir sustancias y drogas estimulantes o depresoras ya que estas alteran la capacidad de pensamiento, concentración y desempeño laboral. En caso de enfermedad o estar consumiendo algún medicamento formulado por su entidad prestadora de servicios (EPS) o Administradora de Riesgos profesionales (ARP), comuníquese a su jefe inmediato antes de iniciar su trabajo.
7. Mantenga posturas cómodas, relajadas y no forzadas durante la realización de su trabajo; evite permanecer mucho tiempo en la misma posición y cambie su postura.

8. Tenga siempre presente la ruta de evacuación que debe utilizar en caso de emergencia y esté preparado para actuar conforme con los planes establecidos.
9. Acostúmbrese a leer, interpretar y poner en práctica todo lo relacionado con la señalización e información de seguridad que esté exhibida o instalada en el sitio donde realiza su trabajo.
10. Mantenga libres de obstáculos los pasillos, salidas de emergencia, gabinetes contra incendio, extintores, tableros eléctricos y equipos de seguridad.
11. Recuerde que para levantar objetos del piso debe mantener la columna vertebral recta y realizar el esfuerzo con las piernas.
12. Recuerde que está prohibido fumar en las instalaciones donde realiza su trabajo.
13. Revise diariamente que no existan nuevos riesgos en su ambiente de trabajo, si esto ocurre trate de corregirlos o repórtelos a quien corresponda realizarlo.
14. Recuerde que, para resolver cualquier inquietud relacionada con aspectos de seguridad o salud, debe dirigirse a su jefe inmediato, comité paritario de salud ocupacional o responsable de salud ocupacional de la empresa.
15. En caso de observar cualquier anomalía durante el proceso (circuitos eléctricos, mecánicos herramientas y materiales), detenga la máquina, señalice y notifique inmediatamente al jefe, quien debe informar al área responsable.
16. Mantenga contacto visual con los puntos de operación de la máquina y este siempre atento mientras el equipo se encuentre en funcionamiento.
17. Mantenga las herramientas corto punzante en estuches o lugares destinados para ello.

18. Cuando el peso de la carga exceda los 25 kg utilice ayudas mecánicas o solicite ayuda a uno de sus compañeros

19. Cuando se requiera utilizar equipos eléctricos, garantice que el área se encuentre libre de humedades u objetos metálicos que estén cerca del área.

20. En caso de que requiera realizar instalaciones eléctricas provisionales, garantice que cumpla con especificaciones de aislamiento y capacidad.

21. Si requiere realizar actividades en alturas superiores a 1.8 m, deben ser autorizadas por el jefe inmediato y cumplir con las normas de trabajo en alturas.

E.2) Control operativo en uso de sierras cintas:

1. No utilizar elementos hidráulicos construidos para presiones menores que la presión de servicio del circuito.
2. Mantener la máquina limpia e inmediatamente colmar aceite derramado con escobinas de madera, después barrer el suelo, limpiarlo y secarlo, utilizando el solvente adecuado.
3. Poner envases convenientes debajo de la máquina durante el desmontaje para que el aceite no se disperse en el suelo.

E.3) Taladros de columna:

1. Importante: no debe utilizar esta máquina si no está familiarizado con máquinas taladradoras y técnicas de taladrado.
2. En caso de duda, debe consultar a una persona cualificada o solicitar una capacitación adecuada para el uso correcto del equipo.
3. Nunca opere la máquina hasta que esté completamente ensamblada y haya leído y entendido todo el instructivo de uso.
4. Siempre use alicates o un tornillo de banco atornillado a la mesa para sostener la pieza de trabajo. Nunca se debe sostener con las manos desnudas, procurar utilizar guantes quirúrgicos cuando se realiza trabajos con exceso de viruta metálica.

5. Siempre desconecte la corriente y retire la mecha antes de dejar la máquina.
6. Realice siempre todos los ajustes cuando la cámara este apagada.
7. Siempre utilice las velocidades de perforación de acuerdo con el tamaño de la broca y el tipo de material a perforar.
8. Nunca deje el taladro desatendido mientras esté funcionando. Apague la máquina y no la deje hasta que se haya detenido completamente.
9. Siempre quite y guarde las brocas cuando haya terminado con las perforaciones.
10. Nunca intente taladrar una pieza que no tenga una superficie plana a menos que se utilice un soporte adecuado.
11. Siempre detenga el taladro antes de retirar las piezas, soportes de trabajo o desperdicios de la mesa.
12. Mantenga las brocas afiladas y limpias para un rendimiento óptimo y seguro. Siga las instrucciones para cambiar de accesorios.
13. Ajuste la mesa o el tope de profundidad para evitar taladrar en la superficie de la mesa.
14. Siempre asegúrese de que el bloqueo de la mesa este apretado antes de comenzar el taladro.
15. Mantenga los mangos secos, limpios y libres de aceite y grasa. Siempre mantenga las manos y los dedos alejados de la broca cuando el taladro este encendido.

E.4) Máquinas de soldar tipo MIG

1. Soldar siempre material limpio y seco
2. Mantener la antorcha a 45° con respecto a la pieza que se debe soldar y la tobera a aproximadamente 6 mm de la superficie.
3. Mover la antorcha de forma regular y firme.

4. Evitar soldar en lugares expuestos a corrientes de aire que podrían alejar el gas de protección volviendo la soldadura defectuosa.
5. Mantener el alambre y la vaina limpios. No utilizar un alambre oxidado.
6. Evitar que el tubo del gas se doble o se aplaste.
7. Prestar atención a que limadura de hierro o polvo metálico no entren en el interior de la soldadora porque podrían causar cortocircuitos.
8. Limpiar periódicamente con aire comprimido la vaina de la antorcha.
9. **IMPORTANTE:** comprobar que la máquina se haya desconectado de la toma de corriente antes de realizar las siguientes intervenciones.
10. Utilizando aire en baja presión (3 – 5 Bar), limpiar regularmente el interior de la soldadora.
11. Atención; no soplar aire en la tarjeta o en otros componentes electrónicos.
12. Durante la normal utilización de la soldadora, el rodillo arrastra alambre sin patinar. Si el rodillo arrastra-alambre y el rodillo aprieta-alambre se tocan con el alambre introducido, el rodillo arrastra-alambre se debe sustituir.
13. Controlar periódicamente los cables.
14. Deben encontrarse en buenas condiciones y sin grietas.

E.5 Amoladoras de 4 ½”, Amoladoras 7”, amoladoras rectas:

1. Frecuentemente revisar el cable y las conexiones eléctricas.
2. Verificar con frecuencia el estado del disco y cambiarlo de ser necesario.

3. Verificar con frecuencia el estado de la amoladora por grietas y/o rajaduras.
4. Verificar con frecuencia que los tornillos no se encuentren sueltos.
5. Verificar con frecuencia que las ranuras de ventilación no estén obstruidas.
6. Sopletear como mínimo una vez por semana el interior con aire comprimido para quitar el polvo adherido a las paredes interiores.
7. Controlar el desgaste de los carbones y cambiar de ser necesario. Luego del cambio, probar en vacío la amoladora unos minutos, para que se asienten contra el colector.
8. Ante cualquier sonido anormal, alertar al personal de mantenimiento, a fin de no agudizar el problema a lo mecánico – eléctrico.
9. Cualquier reparación mecánica – eléctrico, debe ser realizada por personal calificado.

PRECUACIÓN: si ocurriera alguno de estos eventos, detener el trabajo y no usar la amoladora hasta haberla hecho inspeccionar y/o reparar por el personal calificado.

11. Que las partes rotantes comiencen a golpear o la velocidad se haga anormalmente baja.
12. Que la herramienta se sacuda anormalmente acompañada por ruidos inusuales.
13. Que la carcasa del motor se note anormalmente caliente.
14. Un severo chisporroteo eléctrico en la zona del motor.
15. Colocarse los EPPs indicados en el presente procedimiento.
16. Conocer las instrucciones de seguridad contenidas en el procedimiento de manejo adecuado de amoladora.

17. Llenar el formato de ATS como medida administrativa de seguridad.

18. Comprobar que la realización de otros trabajos cercanos no pueda generar riesgos, en la realización simultánea con nuestro trabajo y de que existen las protecciones colectivas necesarias cuando se hayan de realizar trabajos en altura (mayor a 1.8 metros). En caso necesario situar las protecciones adecuadas respecto a la zona de circulación de peatones, trabajadores o vehículos.

19. Tener la zona de trabajo lo más limpia posible, libre de escombros, fragmentos, etc.

20. Asegurarse que, en la realización de trabajos con la amoladora, quedan lejos los materiales combustibles, sustancias inflamables, cables eléctricos, etc.

21. Hacer uso de los biombos de seguridad para evitar chisporroteos eléctricos.

22. Disponer de extintor de incendios en los trabajos donde exista riesgo de incendio.

23. Saber la ubicación y tener acceso al botiquín de primeros auxilios.

24. Verificar las conexiones eléctricas a lo largo de toda su extensión.

Durante el trabajo

25. Situarse siempre sobre un lugar estable, lo más horizontal posible, con los pies bien apoyados y dando estabilidad al cuerpo.

26. No confiarse excesivamente de nuestras capacidades y experiencias.

27. Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos, escombros.

28. Cuando la iluminación natural sea insuficiente, deberá paralizarse el trabajo si no existe iluminación artificial que garantice una adecuada visibilidad en el lugar de trabajo.

29. Se suspenderán los trabajos cuando las condiciones climatológicas sean adversas (niebla, lluvia, etc.)

Tras finalizar la jornada de trabajo

30. Al finalizar el trabajo, desconectar la máquina de la toma de corriente.

31. Guardar la máquina en un lugar seguro donde no pueda ser usada por el personal no autorizado.

32. Guardar la máquina en un lugar limpio, seco y protegido de las inclemencias del tiempo.

E.6 Conformadoras:

1. Operación de Perfilado: El éxito de una operación de perfilado depende de las propiedades del material, la alineación de la máquina, y la configuración de los componentes de perfilado.
2. Componentes de Perfilado: Asegúrate de comprender cómo funcionan los rodillos, los cojinetes, las herramientas de corte y la configuración de la máquina.
3. Diseño de la Máquina Perfiladora: Supervisa las velocidades, holguras y sincronización de la máquina para evitar problemas.
4. Soportes de Perfilado: Mantén los soportes de perfilado en buen estado y asegúrate de que estén alineados adecuadamente.
5. Los operarios deben utilizar el equipo de protección personal (EPP) adecuado, que incluye cascos, calzado de seguridad, guantes, protectores auditivos, protección ocular, mascarillas y protectores respiratorios, y ropa de protección.
6. La seguridad en el uso de herramientas manuales es esencial. Se debe garantizar que las herramientas estén en buen estado,

adecuadas para el trabajo y que los operarios estén capacitados en su uso.

7. Para la manipulación manual de cargas, se deben seguir procedimientos seguros, utilizar medios mecánicos auxiliares cuando sea posible, capacitar al personal y realizar controles regulares. Los operarios deben usar EPP, incluyendo cascos, guantes y calzado de seguridad.

E.7 Montacargas.

Realización de chek list diario, esto se tomará como mantenimiento un documento las cuales se expondrá en las reuniones semanales.

Tabla 55

Inspección de montacargas

		INSPECCIÓN DE MONTACARGAS							
FORMATO									
Código:								LEYENDA	
Fecha:		AL						✓	Bueno
Horómetro:		AL						X	Malo
								N.A	No aplica
ITEM	Descripción	Estado							
A	Inspección visual	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	
01	Horómetro inicial								
02	Estado de llantas								
03	Carrocería								
04	Escape de aceite | fluidos | combustible | agua								
05	Nivel de aceite del motor								
06	Nivel de refrigerante								
07	Nivel del combustible								
08	Nivel de aceite hidraulico								
09	Nivel de liquido de freno								
010	Batería								
011	Extintor								
012	Todas las luces								
B	Inspección operacional	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	
01	Sirena o claxon								
02	Freno								
03	Freno de emergencia								
04	Inclinación del trinche								
05	Subir o bajar el trinche								
06	Estado y seguro del trinche (uñas)								
07	Asiento y cinturón de seguridad								
08	Transmisión / Dirección								
09	Alarma de retroceso								
010	Espejos retrovisores								
C	Limpieza y pre uso	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	
01	Soplete parte interno / general								
02	Soplete de fiiltro de aire								
03	Limpieza de carrocería								
04	Limpieza de panel de control y batería								
D	¿Se respeta ubicación de descanso? SI/NO								
E	¿Se forro las uñas de montacargas para el carguío de producto? SI/NO								
	Montacarguista 01 (Nombre)								
	Montacarguista 02								
	Supervisor								
	Mantenimiento								
	SSOMA								
Observaciones:	a)					Respuesta por mantenimiento:	a)		
	b)						b)		
	c)						c)		
	d)						d)		
	e)						e)		

Nota: Se presenta un formato de inspección de montacargas, Fuente: Propio

4.4 Seguimiento y Revisión:

Se establecerán sistemas de seguimiento y revisión para medir el progreso y los resultados del TPM. Se realizarán auditorías y evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora y asegurar la sostenibilidad del proceso.

4.4.1 Sesiones de Seguimiento Mensuales:

Programa sesiones de seguimiento mensuales con los equipos involucrados en el plan. En estas reuniones, se discutirá el avance, los logros y los desafíos.

4.4.2 Liderazgo Visible:

Registro de las visitas imprevistas del equipo de liderazgo. Esto puede hacerse mediante un registro de visitas o una tabla de seguimiento de la frecuencia de visitas.

4.4.3 Reuniones de Planificación Semanal:

- A.** Se establece reuniones de planificación semanales todos los jueves entre el equipo de Planta y Mantenimiento (de ser jueves feriado la reunión será los miércoles). Se utiliza una pizarra colaborativa para registrar los compromisos de producción y mantenimiento.
- B.** Se registrará las fechas tentativas para la atención de fallas recurrentes o problemas surgidos durante la semana hasta la culminación de ellas.
- C.** Reportes de Calidad y Control: Se Revisará los informes de calidad y no conformidades proporcionadas por el equipo de Calidad y Control en las reuniones semanales.

4.4.4 Seguimiento de Costos y Auditorías:

- A.** Se utilizará el cronograma propuesto en el diseño del plan anual 2024 asegurar de que los gastos de mantenimiento estén bajo control.
- B.** Realiza auditorías anuales de activos, y mantén un registro de las actividades realizadas y los hallazgos.

4.4.5 Gestión de Compras y Suministros:

Se utilizará el cronograma de adquisición de nueva maquinaria para documentar las reuniones y decisiones relacionadas con las compras de equipos.

4.4.6 Control Operativo y Seguridad:

- A. Se Establece procedimientos de control operativo para las diferentes máquinas y equipos (Prensas, sierras cintas, punzadoras, soldadoras, amoladoras, conformadoras, montacargas).
- B. Se realiza inspecciones regulares de seguridad y asegúrate de que se completen los formatos de ATS (Análisis de Tareas Seguras) como parte de las medidas de seguridad.
- C. Chequeo Diario de Montacargas: Utiliza el formato de inspección de montacargas para realizar y documentar inspecciones diarias de los montacargas.

4.4.7 Informe Mensual de Avance del Plan:

- A. Se deberá almacenar los registros de inspección en un lugar accesible para su revisión posterior.
- B. Se deberá preparar un informe mensual que resuma el avance del plan, los desafíos encontrados y las acciones tomadas para abordarlos.
- C. Se deberá compartir el informe con todos los equipos involucrados y los líderes.
- D. Auditorías y Revisiones Periódicas:
- E. Se deberá realizar auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de las actividades planificadas y el logro de los objetivos del TPM.
- F. Se documentará los hallazgos y establece planes de acción para abordar las desviaciones.

4.4.8 Metas de la propuesta del TPM:

En colaboración con los equipos de trabajo, se definen objetivos y metas específicas para la implementación del TPM. Estos objetivos estarán alineados con los objetivos generales de la empresa y se centrarán en mejorar la eficiencia, la disponibilidad de los equipos y la calidad del producto:

1) Metas Relacionadas con la Disponibilidad de Máquinas:

- A) **Aumentar la Disponibilidad General de las Máquinas:** Incrementar la disponibilidad promedio de las máquinas desde el 72% registrado durante el proyecto "Bicentenario, Paquete 1" a un mínimo del 90% en el próximo año 2024 con el plan anual de mantenimiento 2024 basado en TPM.

- B) **Reducir el Tiempo de Parada:** Reducir el tiempo de parada promedio de las máquinas de 238 horas a 150 horas por mes, mejorando la eficiencia operativa.
 - C) **Mejorar la Disponibilidad de Máquinas con Fallas Recurrentes:** Aumentar la disponibilidad de las máquinas con fallas recurrentes (por ejemplo, la Máquina MIG ESM-12) desde el 58% hasta al menos el 75% en el próximo trimestre.
- 2) **Metas Relacionadas con Costos:**
- A) **Reducción de Costos de Alquiler:** Reducir los costos de alquiler de máquinas durante el próximo año 2024 con el plan anual de mantenimiento 2024 basado en TPM en un 20% en comparación con el período de "Bicentenario, Paquete 1".
 - B) **Optimización de Recursos Financieros:** Mantener un registro más preciso de los costos relacionados con el mantenimiento y los recursos financieros, buscando reducir los gastos innecesarios.
- 3) **Metas de Implementación TPM:**
- A) **Implementación del TPM:** Implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en todas las áreas de mantenimiento y producción dentro de los próximos tres meses.
 - B) **Capacitación del Personal:** Proporcionar capacitación y formación en TPM a todos los empleados involucrados en el mantenimiento, garantizando que comprendan y apliquen los principios del TPM en su trabajo diario.
- 4) **Metas Relacionadas con Seguridad y Salud:**
- A) **Mejorar la Seguridad:** Reducir las lesiones y accidentes laborales en un 15% durante el próximo trimestre a través de la implementación de prácticas seguras de trabajo.
- 5) **Metas de Calidad:**
- A) **Cumplimiento de Calidad:** Asegurarse de que todos los equipos de trabajo cumplan con los estándares de calidad especificados en el Sistema de Gestión de Calidad (SIG/Calidad).
- 6) **Metas de Mantenimiento Preventivo:**
- A) **Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo:** Establecer y seguir un programa de mantenimiento preventivo en todas las máquinas y

equipos críticos, incluyendo inspecciones regulares y mantenimiento preventivo programado.

B) Reducir las Fallas Recurrentes: Reducir el número de fallas recurrentes en las máquinas en al menos un 30% durante los próximos tres meses.

C) Mejorar el Registro y Seguimiento: Mantener un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento, incluyendo horas de funcionamiento, tiempos de parada, y reparaciones realizadas.

Todas estas metas están diseñadas para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y garantizar la disponibilidad de maquinaria, lo que a su vez contribuirá al éxito del plan anual de mantenimiento 2024 basado en TPM. Además, estas metas son específicas, medibles, alcanzables, relevantes y tienen un marco temporal lo que facilita su seguimiento y evaluación.

4.5 Resultados: Prueba Piloto:

Con el objetivo de validar la viabilidad y efectividad de la implementación del Plan Anual de Mantenimiento basado en TPM en "Estructuras Industriales EGA", se llevará a cabo una pruebas pilotos diseñados para lograr un cumplimiento del plan propuesto. La prueba se enfocará inicialmente en evaluar la disponibilidad de equipos en el área de perfiles pesados.

4.5.1. Cumplimiento exitoso del plan de TPM al 90 %

Si se realiza un cumplimiento del plan de TPM al 90 % Esto se verá reflejado cubrir la necesidad de producción y eliminar las paradas no planificadas de máquinas y costos de alquiler.

Tabla 56

Propuesta de cumplimiento del TPM al 90%

Propuesta del TPM cumplido al 90 %	Porcentaje
Incumplimiento de la propuesta del TPM	10%
Cumplimiento de la propuesta del TPM	90%

Esta prueba piloto se podrá la disponibilidad de los equipos a un promedio del 90 %

Tabla 14

Indicadores pilotos tras cumplimiento del plan de cronograma del TPM, desde enero hasta Julio 2024

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Cumplimiento de capacitaciones	94%	96%	86%	90%	87%	91%	85%
Cumplimiento de preventivos	95%	90%	87%	92%	93%	87%	80%
Disponibilidad de maquinas durante el plan TPM	88%	87%	87%	94%	91%	87%	87%
Alquiler de maquinas terceras	12%	13%	17%	6%	9%	18%	16%

Se muestra una tabla piloto de una aplicación exitosa del TPM desde enero hasta julio 2024

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Cumplimiento de capacitaciones	90%	81%	88%	91%	95%	90%
Cumplimiento de preventivos	82%	93%	92%	93%	93%	90%
Disponibilidad de máquinas durante el plan TPM	90%	93%	89%	89%	92%	90%
Alquiler de máquinas terceras	10%	8%	15%	15%	11%	13%

Se muestra una tabla piloto de una aplicación exitosa del TPM desde agosto hasta diciembre 2024

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Disponibilidad de las máquinas en "Estructuras Industriales EGA":

- A) Aumentar la Disponibilidad General de las Máquinas:** El objetivo de aumentar la disponibilidad promedio de las máquinas desde el 72% registrado durante el proyecto "Bicentenario, Paquete 1" a un mínimo del 90% en el próximo año 2024 con el plan anual de mantenimiento 2024 basado en TPM es una meta ambiciosa pero esencial. Al mejorar la disponibilidad de las máquinas, se puede aumentar la eficiencia operativa y la producción. Esta meta es especialmente relevante para reducir los tiempos de inactividad y garantizar un flujo de trabajo más constante.
- B) Reducir el Tiempo de Parada:** La reducción del tiempo de parada promedio de las máquinas de 238 horas a 150 horas por mes es un objetivo importante para mejorar la eficiencia operativa. Menos tiempo de inactividad significa una mayor productividad y, en última instancia, menores costos de producción. La reducción de las horas de parada también puede traducirse en una mayor rentabilidad y una producción más constante.

5.2 Impacto potencial de la implementación de la metodología TPM en la disponibilidad de las maquinarias del área de perfiles pesados y su plan detallado de integración en el plan anual de Perfiles Pesados "Estructuras Industriales EGA":

- A) Mejorar la Disponibilidad de Máquinas con Fallas Recurrentes:** Aumentar la disponibilidad de las máquinas con fallas recurrentes es un paso importante para garantizar que el equipo de producción funcione de manera eficiente. La implementación de prácticas de mantenimiento autónomo y preventivo puede ayudar a abordar estas fallas y minimizar los tiempos de inactividad no planificados. Esto no solo mejorará la disponibilidad de las máquinas, sino que también contribuirá a una producción más constante y a la reducción de costos de reparación no planificados.
- B) Reducción de Costos de Alquiler:** La reducción de los costos de alquiler de máquinas es un objetivo que impacta directamente en la gestión de costos de la organización. Al integrar el mantenimiento TPM, se puede optimizar el rendimiento de las máquinas, reduciendo la necesidad de alquilar equipos adicionales o de respaldo. Esto puede traducirse en ahorros significativos a lo largo del tiempo y en una mayor eficiencia operativa.

C) Capacitación del Personal: Proporcionar capacitación en TPM a todo el personal involucrado en el mantenimiento es crucial para el éxito de la implementación. La comprensión y aplicación de los principios del TPM por parte del personal puede garantizar que las prácticas de mantenimiento sean efectivas y consistentes. Además, empodera a los empleados para contribuir activamente a la mejora de la disponibilidad de las máquinas y la eficiencia operativa.

D) Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo: El establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo es esencial para mantener las máquinas en óptimas condiciones. La integración de este programa dentro del plan anual de Perfiles Pesados permitirá realizar inspecciones regulares y mantenimiento programado, evitando así fallas inesperadas y tiempos de inactividad no planificados. Esto no solo mejora la disponibilidad de las máquinas, sino que también prolonga su vida útil.

VI. CONCLUSIONES

La investigación ha logrado una clara identificación y caracterización de la falta de disponibilidad de las máquinas en "Estructuras Industriales EGA". La definición conceptual y operacional de esta variable proporciona un marco claro y preciso para entender la naturaleza de este desafío operativo en la empresa.

- Para el plan de mantenimiento basado en TPM para el año 2024 se propone una carga laboral al proyecto bicentenario paquete 1, al incrementar la necesidad de producción se deberá modificar y seguir pasos para la adquisición de nuevos activos o alquiler de los mismos.
- La propuesta de abordar la falta de disponibilidad de las máquinas mediante la implementación de la metodología TPM demuestra un enfoque estratégico y proactivo. La actitud de los colaboradores se debe hacer llegar a todo el personal de no ser el caso el plan no funcionara.
- La definición operacional de la segunda variable incluye un plan detallado para la integración de la metodología TPM. Este plan documentado proporciona una guía clara que abarca actividades específicas, responsabilidades, plazos y criterios de evaluación.
- La investigación no solo identifica y caracteriza la falta de disponibilidad de las máquinas, sino que también propone una solución práctica y estratégica. La implementación exitosa de la metodología TPM, según el plan detallado, tiene el potencial de generar mejoras significativas en la disponibilidad de las maquinarias y, por ende, en la eficiencia operativa de "Estructuras Industriales EGA".

En conclusión, la tesis proporciona un marco integral para abordar la falta de disponibilidad de las máquinas, presentando una metodología clara y medible para mejorar la eficiencia operativa de la empresa. La propuesta no solo contribuye al cuerpo de conocimientos en el campo, sino que también ofrece una guía práctica para la implementación exitosa del TPM en el contexto específico de "Estructuras Industriales EGA".

VII BIBLIOGRAFÍA

- Á. L. F.-G. L. G. y. Á. L. A. CASTILLO-FLORES. (2018). Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur. *Revista de Ingeniería Industrial*, págs. vol. 2, n° 4, pp. 29-35.
- Acuña, C. (2021). *Mantenimiento Preventivo para tu empresa*. QUITO, Ecuador.
- Agustiady, T. K. (2017). *Total Productive Maintenance*. CRC PRESS.
- Álvarez, E. F. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*. Asturias, España.
- Alzate Correa, W. A. (2022). *Estudio de TPM para la implementación de Kaizen y el sostenimiento y optimización de mantenimiento planeado (paso 1 y paso 2) en una empresa de plásticos*. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Arango, I. (2014). *Diseño de punzonadoras CNC para pequeños lotes de producción*. Colombia.
- Arango, J. A. (2015). *Estudio de pre factibilidad para la creación de una PYME enfocada al mantenimiento especializado de montacargas en la ciudad de Medellín*. Medellín.
- Ávala, G. (2019). *Mantenimiento Predictivo*. ESPAÑA.
- Bavaresco, G. (2016). *Prensas*. Obtenido de <https://gabpingenieria.weebly.com/uploads/2/0/1/6/20162823/prensas.pdf>
- Botetano León, J. W. (1995). *Diseño de una máquina de soldar semiautomática por arco eléctrico con metal de aportación bajo atmósfera protectora de gas inerte (MIG-MAG)*. Lima.
- Brito, J. (2018). *Mantenimiento Sistemático de Instalaciones*. Barcelona, España.
- CÁCERES ROA, O. A. (2019). *Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB Estructuras SAC. Lima, Perú*. Lima Peru .
- Calva, R. C. (2012). *Pilares del Mantenimiento Productivo Total*.
- Calvo Rolle, J. y. (2004). Importancia del mantenimiento productivo total en la automatización de procesos.
- Calvo Rolle, J. y. (2004). *Importancia del mantenimiento productivo total en la automatización de procesos*. Coruña España.
- Carman, E. (2017). *Mantenimiento Industrial Equipos y Máquinas*. Ciudad de México, México.
- Castillo, J. L. (2018). “*Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimientopreventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial*”. Trujillo.

- Córdova, M. S. (2021). *DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LINEA DE ENVASADO Y PASTEURIZACIÓN DE LECHE Y YOGURT DE LA EMPRESA EL RANCHITO*. Ambato.
- ESTUPIÑAN, S. J. (2017). *DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENFOCADO A TPM PARA LA COMPAÑÍA DE MONTAJES DISEÑO Y CONSTRUCCION C.M.D SAS*. Duitama.
- Forming, L. (5 de Mayo de 2019). *Lotos*. Obtenido de <https://lotosforming.com/https://lotosforming.com/2019/05/05/roll-forming-operation-manual/>
- García, O. (2012). Estrategías del mantenimiento moderno. En O. García, *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial* (págs. 90-115). Bogota: Ediciones de la U.
- GLOBAL, O. D. (2010). *Sistemas de gestión de la calidad – Norma ISO 9001*.
- I.M. Ribeiro, R. G. (2019). *Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line*. Limerick, Ireland: Procedia Manufacturing.
- Institution, T. B. (2016). *ISO 14224*.
- Iribarren, L. (2016). *Mantenimiento Industrial*. Pamplona España.
- Lama Ramírez, D. G. (2023). *Mejora del tiempo de disponibilidad de maquinaria agrícola mediante la aplicación de 5'S y el pilar de Mantenimiento Planeado del TPM en el área de Mantenimiento de una empresa agroindustrial*. Piura, Perú.
- LOTOS FORMING. (2019). *LOTOS*. Obtenido de ROLL FORMING OPERATION MANUAL : <https://lotosforming.com/2019/05/05/roll-forming-operation-manual/>
- Mendes, D., Gaspar, P., Charrua-Santos, F., & Navas, H. (2023). *Integrating TPM and Industry 4.0 to Increase the Availability of Industrial Assets: A Case Study on a Conveyor Belt Processes 2023*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/pr11071956>.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance*. New York: Industrial Prees Inc.
- MOUBRAY, J. (2004). *MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD*.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centro en la confiabilidad*.
- OLARTE C., W., & BOTERO. (2010). *IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN*. Pereira, Colombia.
- ONDINA, G. G. (2018). *Diseño e implementación del Mantenimiento Productivo Total mejorar la calidad del servicio de motos en el Taller Mototécnica Maxi SAC*, Lima. Lima, Perú .
- Patiño, L. F. (2015). Sierra cinta: Una Herramienta Dedicada al Corte . *Periodista Metal Actual*, 1-8.
- Pérez, G. R. (2017). *Análisis del impacto del mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión operativa de la central hidroeléctrica San francisco en el período 2010-2015*. SÁN FRANCISCO.

- Pichucho, A. I. (2018). *Estudio de la posibilidad de implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para el manejo eficiente de la fábrica de helados de Bayamo*. Bayamo.
- Pico, J. D. (2023). *DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PRODUCTORA LÁCTEOS SAN JOSÉ DE LA CIUDAD DE PÍLLARO, BASADO EN LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)*. Ambato, Ecuador.
- SEXTO, L. F. (9 de mayo de 2006). CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD. págs. 1-2.
- Tina Kanti Agustiady, E. A. (2016). *Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide*. Dyton, Ohio: Adedeji B. Badiru.
- Ushiñahua Zavaleta, L. E. (2017). *Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017*. Lima – Perú.
- Villena Andia, A. O. (2023). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora*. Lima.
- Yadav, S. S. (2020). «Influences of TPM and TQM Practices on Performance of Engineering Product and Component Manufacturers. *Procedia Manufacturing* (págs. 728-735 VOLUMEN 43). ISSN 2351-9789.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 15

Máquinas pertenecientes a perfiles pesados en Estructuras industriales EGA

Máquinas pertenecientes a perfiles pesados en Estructuras industriales EGA						
N°	COD-MAQ	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SECTOR	ESTADO
001	XC-02	PRENSA EXCÉNTRICA	GOITI	DB-40	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
002	XC-04	PRENSA EXCÉNTRICA	BRETER	102	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
003	XC-06	PRENSA EXCÉNTRICA	LEGNANI	TN60	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
004	SN-01	SIERRA CINTA	OPTISAW	S 575N	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
005	SN-02	SIERRA CINTA	BAUER SAGEMASCHINEN	-	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
006	SN-05	SIERRA CINTA	FORTE	-	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
007	SN-06	SIERRA CINTA	OPTIMUN	S 300DG	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
008	SN-07	SIERRA CINTA	DANOBAT	-	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
009	PZM-01	PUNZONADORA MÚLTIPLE	FICEP	80I	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0010	TC-02	TALADRO DE COLUMNA	KAILI	.	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0011	ESM-02	EQUIPO DE SOLDAR MIG	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0012	ESM-03	EQUIPO DE SOLDAR MIG	SOLDIER BY SOLANDINAS	MIG 350MC	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0013	ESM-06	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 425 CC/CV	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0014	ESM-09	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 425 CC/CV	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0015	ESM-10	EQUIPO DE SOLDAR MIG	MILLER	XMT 350 CC/CV	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0016	ESM-11	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0017	ESM-12	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0018	ESM-13	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0019	ESM-14	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0020	ESM-15	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0021	ESM-16	EQUIPO DE SOLDAR MIG	DAF	XTREME 402	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0022	AM4-01	AMOLADORA 4.1/2" (22 UNDS)	BOSH	BOSH	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0023	AM7-01	AMOLADORA 7" (12 UNDS)	BOSH	BOSH	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0024	AMR-01	AMOLADORA RECTA (6 UNDS)	BOSH	BOSH	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0025	RF-01	ROLL FORMING CZ	CALAMINON	CZ	P. PESADOS (PP)	ACTIVO
0026	MN-14	MONTACARGA LIUGONG 3.5	LIUGONG 3.5 TNCPCD35	23187	PLANTA (PT)	ACTIVO

Nota: Se muestra las máquinas auditadas actuales en el área de perfiles pesados en Estructuras Industriales EGA. Fuente: Propio.

Tabla 37

Tiempo de parada de máquinas en proyecto “Bicentenario, Paquete 1”

INFORMACIÓN MÁQUINAS - PERFILES PESADOS			Tiempo de parada de máquinas en proyecto “Bicentenario, Paquete 1”				
N°	DESCRIPCIÓN	COD-MAQ	Total, Horas Requeridas en proyecto bicentenario	Numero de fallas durante el proyecto bicentenario	Total, de Hora de parada de máquina	Disponibilidad de máquina durante el periodo de bicentenario	Correctivos recurrentes registrados
PRENSAS EXCÉNTRICAS							
1	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-02	1728	18	612	88%	Desgaste de fajas / rodamientos / Resortes rotos
2	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-04	1728	7	238	86%	Desgaste de fajas / rodamientos / Resortes rotos
3	PRENSA EXCÉNTRICA	XC-06	1728	18	612	65%	Desgaste de fajas / rodamientos / Resortes rotos / Espigas desgastadas
PRENSAS SIERRA CINTAS							
4	SIERRA CINTA	SN-01	1728	12	420	76%	Falla sistema de corte/Problema en motorreductores/Caja reductora/Rodamientos
5	SIERRA CINTA	SN-02	1728	15	570	67%	Falla sistema de corte/Problema en motoreductores/Caja reductora/Rodamientos
6	SIERRA CINTA	SN-05	1728	18	576	67%	Falla sistema de corte/Problema en motoreductores/Caja reductora/Rodamientos
7	SIERRA CINTA	SN-06	1728	5	185	88%	Falla sistema de corte/Problema en motorreductores/Caja reductora/Rodamientos
8	SIERRA CINTA	SN-07	1728	7	252	83%	Falla sistema de corte/Problema en motorreductores/Caja reductora/Rodamientos

PUNZONADORA Y TALADRO DE COLUMNA							
9	PUNZONADORA MÚLTIPLE	PZM-01	1728	10	341	80%	Fallas en sistema hidráulicos/Mangueras hidráulicas desgastadas/Sulfatación en sistemas hidráulicos
10	TALADRO DE COLUMNA	TC-02	1728	9	280	84%	Roturas mecánicas de base auto soportado
EQUIPOS DE SOLDAR MIG							
11	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-02	1728	12	592	66%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
12	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-03	1728	8	600	65%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
13	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-06	1728	11	240	86%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
14	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-09	1728	18	630	64%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
15	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-10	1728	6	186	89%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
16	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-11	1728	7	259	85%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
17	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-12	1728	20	720	80%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
18	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-13	1728	20	720	58%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
19	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-14	1728	19	665	75%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
20	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-15	1728	10	525	70%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas
21	EQUIPO DE SOLDAR MIG	ESM-16	1728	14	420	67%	Antorchas desgastadas/Conectores a tierra fisurados/Placas electrónicas quemadas

AMOLADORAS							
22	AMOLADORA 4.1/2" (22 UNDS)	AM4-01	1728	9	342	87%	Cables fisurados/Carbones/Bobinas quemadas
23	AMOLADORA 7" (12 UNDS)	AM7-01	1728	9	279	66%	Cables fisurados/Carbones/Bobinas quemadas
24	AMOLADORA RECTA (6 UNDS)	AMR-01	1728	17	663	80%	Cables fisurados/Carbones/Bobinas quemadas
CONFORMADORA							
25	ROLL FORMING CZ	RF-01	1728	18	551	68%	Sistema hidráulico en falla/Motor quemado/Sistema de corte en falla / PLC roto/ Variador fallos/Enconder
MONTACARGA							
26	MONTACARGA LIUGONG 3.5tn	MN-14	1728	13	403	77%	Fallos en sistemas de frenos, luces generales, arrancadores, alternador

Nota: Tiempo de paradas de máquinas con data registrada en proyecto “Bicentenario Paquete 1”

Fuente: Propia

Tabla 16

Tiempos en jornadas normal vs. Proyecto bicentenario

Tipo de jornada	Jornada de trabajo normal	Días de trabajo semanal	Detalles	Total, horas de trabajo en 3 meses
Jornadas normales	9.6 horas	5 horas	1 solo turno de lunes a viernes	576 horas
Jornadas en proyecto bicentenario	24 horas	6 horas	2 turnos de lunes a sábado 12 horas	1728 horas

Nota: se adjunta cuadro referido a las horas trabajadas en jornada normal v.s
Jornada del proyecto bicentenario paquete 1. Fuente: Propia

Anexo 4. Presupuesto

El presupuesto necesario para llevar a cabo esta investigación de tesis incluirá los siguientes elementos:

Tabla 51

Tabla de presupuesto.

GENERAL	DETALLE	ESPECIFICO	COSTO
Recopilación de Datos	Gastos de transporte para visitar "Estructuras Industriales EGA" y realizar entrevistas con expertos.	Cotos de gasolina Chilca - VES durante 4 meses	S/ 800.00
	Gastos de adquisición y mantenimiento de equipos y toma de notas	Compra de laptop marca HP modelo 15 E F2523LA	S/ 1,750.00
	Gatos del curso taller de tesis 2023	Curso de asesoramiento de tesis	S/ 4,500.00
Análisis de Datos	Software para análisis estadístico y generación de gráficos	Programa Office Microsoft 365 Personal	S/ 179.00
Pruebas Piloto	Software para llevar a cabo las pruebas piloto en el área de perfiles pesados.	Project Profesional 2019 Código 25 Dígitos	S/ 27.00
	Gastos de impresión y encuadernación de la tesis.	Souvenirs	S/ 87.00
Otros Gastos	Gastos no planificados	10% de costos no planificados	S/ 734.30
TOTAL			S/ 8,077.30

Fuente: Propio

Total, del Presupuesto:

El presupuesto total estimado para esta investigación de tesis se estima en 8077.30 nuevos soles Este presupuesto cubrirá todos los aspectos necesarios para llevar a cabo la investigación, análisis y presentación de resultados de manera efectiva y completa.

Anexo 3. Glosario de términos

1. Mantenimiento Productivo Total (TPM): Metodología de gestión que busca maximizar la disponibilidad y el rendimiento de los equipos mediante la participación activa de todo el personal de la empresa.
2. Disponibilidad de maquinarias: El tiempo en que un equipo o sistema está operativo y listo para funcionar en relación con el tiempo total.
3. Implementación del plan del Mantenimiento Productivo Total (TPM): Procedimiento que sigue una serie de pasos para llevar a cabo con éxito la aplicación del TPM en una organización.
4. Evaluación inicial y diagnóstico: Primer paso en la implementación del TPM, donde se evalúa la situación actual de la empresa en términos de mantenimiento, productividad y eficiencia, y se identifican áreas de mejora.
5. Mantenimiento Autónomo: Pilar del TPM que se enfoca en capacitar a los operadores para realizar tareas de mantenimiento básico y mejorar la limpieza y el cuidado de los equipos.
6. Mejora Específica: Pilar del TPM que se centra en realizar mejoras específicas en los equipos y procesos para reducir pérdidas y aumentar la eficiencia.
7. Mantenimiento Planificado: Pilar del TPM que se enfoca en desarrollar planes de mantenimiento preventivo y predictivo basado en el análisis de datos y el conocimiento del equipo.
8. Cultura de mejora continua: Enfoque organizacional que promueve la participación activa de todos los empleados en la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de cambios para optimizar los procesos y resultados.
9. Auditorías y evaluaciones periódicas: Procesos de revisión regulares para medir el progreso y los resultados del TPM y para identificar áreas de mejora.
10. Eficiencia de producción: Capacidad de un sistema o equipo para producir la cantidad deseada de bienes o servicios con el menor uso de recursos posibles.
11. Cumplimiento de plazos y entregas: Garantizar que los productos o servicios se entreguen en el tiempo acordado con los clientes.

12. Reducción de costos: Disminuir los gastos en reparaciones de emergencia y reemplazo de equipos averiados al mantener una alta disponibilidad de las máquinas y realizar un mantenimiento adecuado.
13. Implementación efectiva: Proceso de implementar de manera exitosa una metodología o plan en una organización, asegurando la adopción completa y adecuada de los procedimientos y principios establecidos.
14. Sostenibilidad: Capacidad de mantener en el tiempo los resultados y beneficios obtenidos a través de la implementación del TPM.
15. Variables: Características, propiedades o factores que se estudian y miden en una investigación.
16. Definición conceptual: Descripción abstracta y teórica de una variable o concepto.
17. Definición operacional: Descripción concreta y práctica de cómo se medirá o evaluará una variable en un estudio.
18. Matriz de operacionalización de variables: Tabla que detalla cómo se medirán y evaluarán las variables en una investigación.
19. Indicadores: Medidas cuantitativas que se utilizan para evaluar el progreso, el rendimiento o los resultados de una actividad.
20. Implantación de la investigación: Implementación práctica de los pasos y procedimientos descritos en una metodología de investigación.
21. Plan anual: Documento que establece las metas, objetivos y actividades a llevar a cabo en un año específico.
22. Simulación: Representación de una situación o proceso de manera ficticia para evaluar su impacto o efectividad.
23. Viabilidad: Capacidad de una estrategia o propuesta para tener éxito y lograr los resultados deseados.
24. Gestión diaria: Actividades y procesos que ocurren a diario en una organización.
25. Indicadores cuantitativos y cualitativos: Medidas numéricas y descriptivas utilizadas para evaluar aspectos cuantificables y cualitativos de un proceso o resultado.
26. Disponibilidad de Maquinarias Industriales: El grado en que las máquinas y equipos de una empresa están listos y operativos para su uso.
27. Implementación del Plan del Mantenimiento Productivo Total (TPM): Proceso de aplicar y seguir las prácticas y principios del TPM en la organización.
28. Términos Básicos: Definiciones esenciales y conceptos clave relacionados con el TPM y la gestión industrial.

29. Mantenimiento Autónomo: Proceso en el cual los operarios se encargan del mantenimiento diario y la detección temprana de problemas en las máquinas.
30. Mejora Específica: Actividades orientadas a mejorar aspectos específicos del rendimiento y operación de las máquinas.
31. Mantenimiento Planificado: Realización de inspecciones periódicas y preventivas para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas.
32. Cultura de Mejora Continua: Filosofía organizacional que promueve la constante búsqueda de mejoras en los procesos y resultados.
33. Auditorías y Evaluaciones Periódicas: Evaluaciones regulares para medir el desempeño y asegurarse de que las prácticas del TPM se estén aplicando adecuadamente.
34. Eficiencia de Producción: Capacidad de una empresa para producir bienes o servicios utilizando la menor cantidad de recursos posibles.
35. Cumplimiento de Plazos y Entregas: Habilidad para cumplir con los plazos y compromisos de entrega de productos o servicios.
36. Reducción de Costos: Acción de disminuir los gastos en la producción y operación sin sacrificar la calidad.
37. Implementación Efectiva: Lograr la aplicación exitosa de un enfoque o metodología en la organización.
38. Sostenibilidad: Capacidad de mantener y mejorar las operaciones y resultados a largo plazo.
39. Variables: Factores o elementos que se estudian en una investigación para analizar sus relaciones y efectos.
40. Definición Conceptual y Operacional de las Variables: Establecer los significados teóricos y prácticos de las variables que serán estudiadas.
41. Matriz de Operacionalización de Variables: Tabla que detalla cómo se medirán y analizarán las variables en la investigación.