

NOMBRE DEL TRABAJO

Informe de Suficiencia - Luis Mejia Huamani_240308_191638.pdf

AUTOR

luis MEJIA HUAMANI

RECuento DE PALABRAS

21780 Words

RECuento DE CARACTERES

121250 Characters

RECuento DE PÁGINAS

86 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.9MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 8, 2024 7:34 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 8, 2024 7:36 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

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

- 9% 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**

- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



**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.untehs.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 () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	Mejía Huamani Luis Enrique
D.N.I.:	72424154
Otro Documento:	
Nacionalidad:	Peruana
Teléfono:	964756505
e-mail:	luismejia.061292@hotmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico:	Trabajo de Suficiencia Profesional
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Mecánico Electricista

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	"Implementación de un Plan de Mantenimiento Autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de Producción de las Máquinas Conformadoras de Tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín"
Fecha de Sustentación:	15/12/2023
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)	(X)

- 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)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <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:

Mejra Huamani Lys Enrique

APELLIDOS Y NOMBRES

72424154

DNI



Firma y huella:



Lima, 11 de marzo del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA
OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LAS
MÁQUINAS CONFORMADORAS DE TUBOS EN LA EMPRESA TUPEMESA,
LURÍN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MEJÍA HUAMANÍ, LUIS ENRIQUE

ORCID: 0000-0003-2135-5241

ASESOR

FLORES CÁCERES, RICHARD

ORCID: 0000-0001-6773-3872

Villa El Salvador

2023



VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador, siendo las 17:00 horas del día viernes 15 de diciembre del 2023, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO	C.I.P. N° 96353
Secretario	: JORGE AUGUSTO SANCHEZ AYTE	C.I.P. N° 110166
Vocal	: SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO	C.I.P. N° 224387

Designados con Resolución de Decanato N° 984-2023-UNTELS-R-D, de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inicio al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el “Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur” ; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: “**La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...**”, en el cual;

El Bachiller: **LUIS ENRIQUE MEJIA HUAMANI**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: “**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LAS MÁQUINAS CONFORMADORAS DE TUBOS EN LA EMPRESA TUPEMESA, LURÍN**”

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición Aprobada por Unanimidad Equivalencia Buena de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 18:50 del día 15 de diciembre del 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.


JORGE AUGUSTO SANCHEZ AYTE
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 110166

PRESIDENTE
CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
C.I.P. N° 96353

CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP: N° 96353


VOCAL
SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO
C.I.P. N° 224387
Solin Epifanio Puma Corbacho
 **INGENIERO MECANICO**
CIP. N° 224387

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi hijo Luis Mejía, quien ha sido mi motivación ante los obstáculos que me dio la vida, a mi madre Yolanda Huamani, quien siempre me brindó su apoyo incondicional en todo momento, sin ella no lo habría logrado. A Dios por protegerme y guiar mis pasos durante mi carrera, a mi pareja Ghenly Flores por ser mi compañera de vida, a mis hermanos y a mi ángel que desde que partió mi vida no es la misma, pero me quedan sus enseñanzas plasmadas en mi corazón y esto te la dedico en especial a ti y esto es por ti, sé que desde el cielo estas feliz.

AGRADECIMIENTO

A mi casa de estudios, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por darme la bienvenida al mundo como tal y transmitirme los conocimientos suficientes para alcanzar mis objetivos académicos. A mi asesor el Ing. Richard Flores, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de este trabajo de investigación. A la empresa en la que he laborado: TUPEMESA la experiencia laboral única que me ha otorgado y que respalda mis acciones profesionales del día a día.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
LISTADO DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	3
1.1 Contexto (empresa)	3
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo	3
1.2.1 Delimitación Temporal	3
1.2.2 Delimitación Espacial.....	4
1.2.3 Objetivos de la investigación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.1.1 Antecedentes Nacionales	6
2.1.2 Antecedentes Internacionales	7
2.2 Bases Teóricas.....	8
2.2.1 Origen del Mantenimiento Autónomo	8
2.2.2 Mantenimiento Autónomo.....	12
2.2.3 TPM (Mantenimiento Productivo Total)	16
2.2.4 Mantenimiento preventivo.....	20
2.3 Definición de términos básicos	21
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	24
3.1. Determinación y análisis del problema	24
3.1.1. Distribución de Planta.....	28
3.1.2. Recursos Productivos.....	29
3.2. Modelo de solución propuesto.....	33
3.2.1 Propuesta de aplicación de las 5S	33
3.2.2 Propuesta de aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	36
3.3 Resultados	49
3.3.1 Comparación de los mantenimientos preventivos de los equipos críticos.....	50

3.3.1.1 Diseñar un plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín.	50
3.3.1.2 Plan de mantenimiento autónomo en base a las actividades de verificación, seguridad, arranque de máquina, limpieza y lubricación de las máquinas conformadoras.....	52
3.3.1.3 Evaluar el nivel de aplicación en los registros y fichas técnicas del plan de mantenimiento autónomo en los estándares de seguridad, arranque de máquina, lubricación y limpieza.....	54
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	59
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	60
Anexo 2. Programa de mantenimiento autónomo propuesto para las máquinas de conformados	61
Anexo 3. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para las máquinas de conformados.....	64
Anexo 4. Lista de productos de las máquinas 2KU, MK1, MEP	67
Anexo 5. Producción de las máquinas 2KU, MK1, MEP - SETIEMBRE.....	69
Anexo 6. Producción de las máquinas 2KU, MK1, MEP - OCTUBRE	70
Anexo 7. Mantenimiento autónomo actual - setiembre.....	71
Anexo 8. Mantenimiento autónomo propuesto TPM – Octubre	72
Anexo 9. Fichas técnicas	72
Anexo 10. Lista de operarios que participaron en la aplicación del TPM	76
Anexo 11. Constancia de la empresa	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Historial de fallas de las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP, durante el mes de setiembre.....</i>	26
Tabla 2	<i>Recurso Humanos de la empresa TUPEMESA en las máquinas de conformados.....</i>	29
Tabla 3	<i>Recursos Productivos.....</i>	31
Tabla 4	<i>Análisis FODA, empresa TUPEMESA.....</i>	37
Tabla 5	<i>Pasos para el mantenimiento autónomo.....</i>	40
Tabla 6	<i>Programa de mantenimiento autónomo propuesto para las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP.....</i>	43
Tabla 7	<i>Programa de Mantenimiento preventivo propuesto para las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP.....</i>	46
Tabla 8	<i>Recursos humanos.....</i>	47
Tabla 9	<i>Recursos materiales.....</i>	48
Tabla 10	<i>Servicios empleados.....</i>	48
Tabla 11	<i>Total de recursos empleados en la implementación del TPM.....</i>	49
Tabla 12	<i>Productos que produce las máquinas de conformados, TUPEMESA- Lurín....</i>	49
	<i>Como podemos apreciar en la tabla 8 los tipos de producto que produce las máquinas de conformados (2KU, MK1, MEP), en la empresa TUPEMESA- Lurín.....</i>	50
Tabla 13	<i>Unidades producidas por las máquinas de conformados, en la empresa TUPEMESA- Lurín, en el mes de setiembre.....</i>	50
Tabla 14	<i>Comparación de rendimiento en las líneas de producción.....</i>	50
Tabla 15	<i>Comparación del mantenimiento en base a diferentes actividades.....</i>	52
Tabla 16	<i>Comparación en los registros y fichas técnicas.....</i>	53

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación de la empresa.</i>	4
Figura 2	<i>Empresa TUPEMESA.</i>	4
Figura 3	<i>Pasos para la correcta implementación del Mantenimiento Autónomo.</i>	15
Figura 4	<i>Ciclo del mantenimiento productivo total.</i>	16
Figura 5	<i>Los cinco pilares del TPM.</i>	18
Figura 6	<i>Las seis grandes pérdidas del TPM.</i>	19
Figura 7	<i>Máquinas de conformados 2KU.</i>	25
Figura 8	<i>Máquinas de conformados MEP.</i>	25
Figura 9	<i>Máquinas de conformados MK1.</i>	26
Figura 10	<i>Principales fallas de las máquinas 2KU, MK1 y MEP.</i>	27
Figura 11	<i>Distribución de Planta 2 de las máquinas de conformados 2KU, MK1 y MEP.</i> 29	
Figura 12	<i>Organigrama de la empresa TUPEMESA S.A.C.</i>	30
Figura 13	<i>Distribución de la línea tubera 2KU, MK1 y MEP, proceso 1.</i>	32
Figura 14	<i>Distribución de la línea tubera 2KU, MK1 y MEP, proceso 2.</i>	32
Figura 15	<i>Tarjeta roja, propuesta de 5S.</i>	34
Figura 16	<i>Ordenamiento de materia prima y maquinarias.</i>	35
Figura 17	<i>Organigrama del personal capacitado para ejecutar los 5s.</i>	36
Figura 18	<i>Incisos para las capacitaciones de mantenimiento autónomo.</i>	44
Figura 19	<i>Rendimiento de las líneas de producción de las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP.</i>	51
Figura 20	<i>Comparación del mantenimiento en base a diferentes actividades.</i>	52
Figura 21	<i>Comparación en los registros y fichas técnicas.</i>	54

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la empresa TUPEMESA se dedica a la fabricación de tubos de acero redondo, cuadrado y rectangulares, paneles aislantes, vigas estructurales tubest, planchas para alcantarillado, guardavías, perfiles de acero "metalcon" y ofrece también el servicio de galvanizado por inmersión en caliente de estructuras metálicas, cual está ubicada a la altura del km 40 de la panamericana sur, el objetivo de la investigación es diseñar e implementar un plan de mantenimiento autónomo TPM para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, en la presente investigación se elaboró una herramienta TPM siguiendo los pasos de los cinco pilares del TPM y 5s, esta metodología se aplicó a las máquinas de conformados que numéricamente en la empresa son 3, para ello se realizó una continua evaluación obteniendo los siguientes resultados podemos visualizar respecto a la máquina 2KU, hay un aumento de producción de 8502 unidades a 9015 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 6.03%, respecto a la máquina MK1, hay un aumento de producción de 8040 unidades a 9700 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 20.6% y respecto a la máquina MEP, hay un aumento de producción de 7473 unidades a 8373 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 12.04%; esto indica que la aplicación de del mantenimiento propuesto TPM, aumenta el índice de producción y por lo tanto el índice de rentabilidad de la empresa TUPEMESA en forma general este aumentó en 12.8%.

Palabras claves: Plan de mantenimiento autónomo, máquina de conformados de tubos, productividad, TPM.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas empresas industriales dedicadas a la comercialización y fabricación de productos de acero consideran que tanto la materia prima como el personal son recursos esenciales para su correcto funcionamiento. Sin embargo, el desorden y la falta de capacitación del personal pueden tener un impacto significativo en la productividad y los rendimientos de las distintas áreas de cualquier empresa.

Los posibles riesgos que pueden surgir a nivel de producción incluyen el uso ineficiente de la materia prima y producto semielaborado, así como una manipulación deficiente de las maquinarias y equipos de trabajo.

Por esta razón, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal identificar las causas fundamentales que provocan la falta de productividad en la máquina de conformados de tubos, que está ubicada en la empresa TUPEMESA.

Mediante la información recopilada, nuestro propósito es llevar a cabo un análisis exhaustivo y diseñar un plan que incorpore herramientas y métodos destinados a reducir los tiempos improductivos de la máquina. Esto, a su vez, contribuirá a mejorar el rendimiento en el área de producción.

El objetivo principal es analizar la situación actual del área de producción de una máquina de conformados de tubos en TUPEMESA, así mismo para un estudio sistematizado del problema, la investigación se ha estructurado de la siguiente manera:

CAPÍTULO I: Se realizará la delimitación temporal y espacialmente el alcance del trabajo de investigación, explicando las razones y las justificaciones del porqué se realizó tales actividades. Del cual, se presenta el modelo de solución, alcanzando los objetivos planteados al inicio del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: Se recopilará información a través de los antecedentes del trabajo de investigación, tanto nacionales como internacionales. Además, se brinda toda la información teórica y aplicada sobre el Mantenimiento Autónomo en la

máquina de conformados de tubos. Todo esto complementándose con la definición de los términos básicos que se han utilizado a lo largo del proyecto.

CAPÍTULO III: Se diseñará una propuesta de implementación de un mantenimiento autónomo TPM, así mismo se indicarán sus resultados de forma numérica y porcentual.

Para finalizar la investigación se redactan las conclusiones, recomendaciones y se describe la referencia bibliográfica utilizada como también se consideran los anexos con información que valida la investigación realizada.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto (empresa)

La empresa TUPEMESA S.A.C, es una empresa que nace en 1965 y durante los últimos años ha sido reconocida en el mercado nacional e internacional, esta empresa se dedica a la fabricación de tubos de acero que pueden ser de tipo cuadrado, redondo y rectangular utilizando siempre materiales de alta resistencia como los LAC, LAF y GAL, estos materiales son los reconocidos en el mercado nacional; otros productos que produce la empresa son planchas para el uso de alcantarillado, guardavías, servicio de estructuras galvanizadas, entre otros. Actualmente la empresa se ha dedicado a la producción masiva de diferentes productos, pero donde la calidad de sus productos es así como se ha creado un sistema de producción, como el área de galvanizado, unidad de inserción de proyectos y productos tradicionales.

La empresa TUPEMESA S.A.C, tiene una ubicación estratégica en el Perú, esta se encuentra ubicada en la antigua Panamericana sur con referencia al kilómetro 40; esta empresa tiene:

- **Misión:** satisfacer a los usuarios con productos de alta calidad y superen las expectativas.
- **Visión:** ser una empresa líder a nivel nacional en la producción de diferentes tipos de muebles metálicos recurriendo a la innovación, diseño, estructura y que cumpla con todos los estándares de calidad.
- **Servicios y productos:** la empresa TUPEMESA S.A.C, diversifica su producción en la fabricación de tubos de acero redondo, cuadrado y rectangulares, paneles aislantes, vigas estructurales, planchas para alcantarillado y el servicio de galvanizado. (Ver anexo 4)

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1 Delimitación Temporal

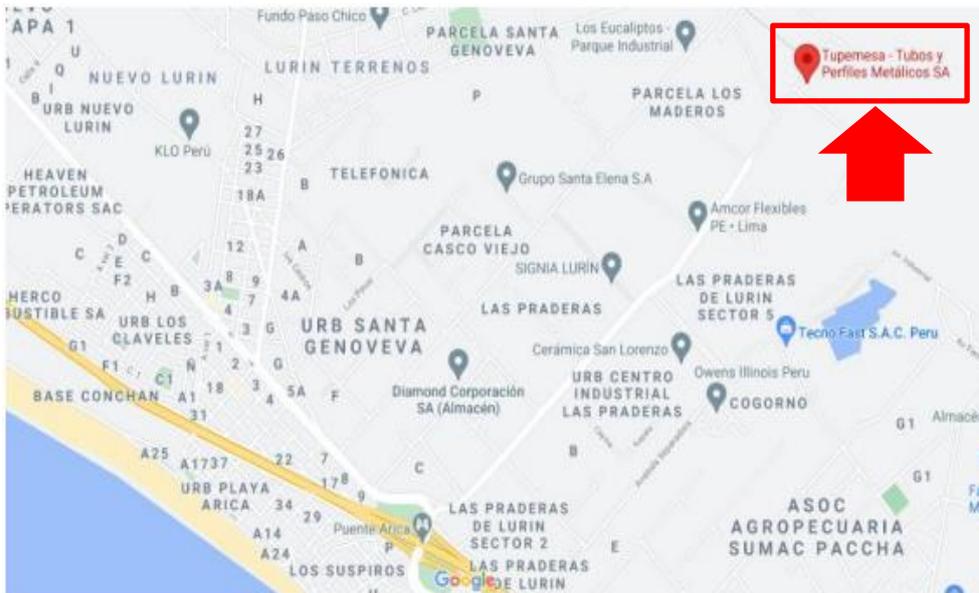
El presente trabajo tiene como finalidad realizar un mantenimiento productivo total (TPM), para ello se trabajará con las máquinas de conformados de tubos en el periodo desde el 7 de agosto del 2023, hasta el 10 de diciembre del 2023.

1.2.2 Delimitación Espacial

La ejecución del proyecto se realizará en la empresa TUPEMESA S.A.C, que está ubicado en la avenida industrial a la altura del km 40, de la panamericana sur; así mismo se trabajará con las máquinas de conformados 2KU, MK1 y MEP; y que se encuentran ubicados en la planta 2 de la empresa mencionada.

Figura 1

Ubicación de la empresa.



Nota: Ubicación de la empresa. Fuente: Google Maps.

Figura 2

Empresa TUPEMESA.



Nota: La empresa TUPEMESA, está ubicada a la Altura Km.40 Antigua Panamericana sur.

1.2.3 Objetivos de la investigación

O1: Diseñar un plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín.

O2: Implementar un plan de mantenimiento autónomo en base a las actividades de verificación, seguridad, arranque de máquina, limpieza y lubricación.

O3: Evaluar el nivel de aplicación en los registros y fichas técnicas del plan de mantenimiento autónomo en los estándares de seguridad, arranque de máquina, lubricación y limpieza.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Según Morillo (2020), en su investigación tuvo como objetivo implementar un mantenimiento autónomo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A; la metodología fue de diseño cuasi experimental y descriptivo; la muestra fue la información de producción de las máquinas que numéricamente son 62, se usó el método ATP en un periodo de 6 meses, finalmente se obtuvo como resultado el nivel de productividad aumentó en 16.2%, la eficiencia de las máquinas en 18% y el nivel producción en 14.3%, concluyendo que el mantenimiento autónomo si incrementó la productividad.

Gamarra (2022), en su investigación el objetivo fue diseñar un TPM para aumentar la operatividad de las máquinas en la empresa Trapani Cultivares del Perú; la metodología utilizada es aplicada, y de enfoque cuantitativo, la muestra fue la evaluación de las 32 máquinas; se elaboró un TPM basado en los resultados de fallos y defectos, para realizar este mantenimiento se le asoció el mantenimiento preventivo, correctivo, la aplicación del 5s; finalmente se obtuvo los siguientes resultados; la productividad de las máquinas aumentó en 3%, la eficiencia de las máquinas en 10% y el nivel producción en 2.3%, con esto podemos indicar que el TPM si mejoró el nivel de operabilidad; se concluye que el TPM si influye en el aumento de operatividad de las máquinas.

Ccoyo (2021), en su tesis el objetivo fue proponer un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Inversiones Millma Perú SAC, la metodología utilizada fue no experimental y de enfoque cuantitativo, la muestra a utilizar las 95 máquinas, se aplicó el TPM en lapso de 90 días en la cual se obtuvo información muy importante realzo la investigación; la productividad de las máquinas aumentó en 8%, la eficiencia de las máquinas en 17% y el nivel producción en 5%, con esto podemos indicar que el mantenimiento preventivo si mejora la producción; se concluye que el mantenimiento preventivo si influye en el aumento de la productividad de las máquinas.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Solarte (2022), en su tesis el objetivo fue implementar el TPM, para mejorar el índice de producción en las empresas de plástico en Zona Franca Rionegro; la metodología utilizada es cuasi experimental y de enfoque cuantitativo, la muestra utilizada es de 45 máquinas, se aplicó el TPM con la finalidad de impulsar el sistema de innovación, se estableció aparte un mantenimiento preventivo y correctivo; finalmente se obtuvo como resultado que la aplicación del TPM tiene una relación directa con las mejoras en la producción, además el nivel de productividad aumentó en 14%, la eficiencia de las máquinas en 10% y el nivel producción en 12%; donde se puede concluir que la implementación del TPM si mejoró el índice de producción en las empresas de plástico; se concluye que el TPM aumenta el índice de producción de las máquinas.

Martínez (2020), en su tesis el objetivo fortalecer los pasos implementados de los pilares mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado de la metodología de TPM en el Área de Prensas Planta 2 de C.I. Colauto S.A.S; la metodología utilizada es cuasi experimental y de enfoque cuantitativo; la muestra utilizada es de 89 máquinas, se implementó el sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM); este proyecto se focalizó en la aplicación de los pilares del TPM, a su vez se le agregó el mantenimiento planeado; con la aplicación del TPM se obtuvo los siguientes resultados la productividad de las máquinas, además el nivel de productividad aumentó en 1.1%, la eficiencia de las máquinas en 2% y el nivel producción en 5%, se concluye que el mantenimiento autónomo si influye en el índice de producción respecto al área de prensas de la planta 2.

Alfonso (2019), en su tesis el objetivo fue laborar una propuesta para la implementación de un programa de mantenimiento Autónomo en la línea de clavo prensado en la empresa Emcoclavos S.A.S, la metodología utilizada es cuasi experimental y de enfoque cuantitativo; la muestra utilizada es de 114 máquinas, el mantenimiento autónomo se aplicó durante 80 días, en aquel tiempo la puesta de mantenimiento autónomo tuvo muy buenos resultados; finalmente luego de la aplicación del mantenimiento autónomo se apreció que el nivel de productividad aumentó en 5%, la eficiencia de las máquinas en 12% y el nivel producción en 8%; donde podemos concluir que el mantenimiento autónomo planteado mejoró el índice de productividad.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Origen del Mantenimiento Autónomo

Según Lahera (2019), indicó que el mantenimiento autónomo se inició en Japón aproximadamente en el año 1950, posterior a ello se implantó en Estados Unidos, el objetivo de plantear este mantenimiento autónomo es maximizar la producción y generar mayor rentabilidad, es así que se crea herramientas y metodologías que se centren en detectar las fallas, los desperfectos, la falta de repuestos y siniestros de las máquinas (p. 32).

Según Lahera (2019), Más tarde, en los años sesenta, se incorporó y desarrolló el Mantenimiento Productivo (identificado igualmente como MP), aunque su aplicación era defendida desde 1954 en General Electric; este tipo de mantenimiento productivo tiene como finalidad mejorar la vida útil de los equipos, sin descuidar su nivel de operalización, para ello se debe generar una metodología que permita identificar el grado de fiabilidad de las máquinas, el rendimiento, el índice de producción y su vez realizar una programación de su mantenimiento (p. 72).

Herrera (2020), indicó que el Mantenimiento Autónomo surgió durante los años 70 en la industria automotriz de las fábricas Nippondenso, Toyota, Mazda y Nissan, gracias al esfuerzo de Japan Institute of Plant Maintenance (JIMP). Esto se generó como respuestas a las fallas comunes que tenían las máquinas y era necesario insertarlas, porque cada vez era el nivel de complejidad de los problemas en la producción aumentaba, también aumentaba el nivel de complejidad para repararlas. (p. 37).

Hibbeler (2021), Mencionó que la cuna del mantenimiento autónomo fue en Japón; los operadores eran responsables de las actividades de producción y mantenimiento de sus equipos, con el tiempo a medida que los equipos y las máquinas se volvieron más complejos, surgió el sistema americano de división del trabajo. Bajo este sistema, designan áreas específicas, áreas para cada actividad, independizando producción y mantenimiento. (p. 132).

Para Lahera (2019), Mencioné que las mejoras en eficiencia (mejor utilización de los recursos) y competitividad (menores costos de producción) que se pueden lograr a través del mantenimiento autónomo provienen de la

combinación del trabajo y la persistencia de los operadores en un mismo lugar. Un trabajador sabe lo suficiente sobre su equipo y sus necesidades como para poder proporcionar un mantenimiento rápido y eficiente; el trabajador sabrá cuándo su equipo está a punto de fallar o si es necesario reemplazar piezas (p. 45).

2.2.1.1 Tipos de mantenimiento

Lahera (2019), menciona que la elección del enfoque adecuado para el mantenimiento es fundamental en la actualidad. Existen diferentes estrategias y cada una tiene sus propias características, aplicaciones, ventajas y desventajas; por ello propone los tipos de mantenimiento de acuerdo con la dinámica laboral de las empresas.

- **Mantenimiento Correctivo;** Lahera (2019), menciona que el mantenimiento correctivo es probablemente el tipo de mantenimiento más fundamental y comúnmente entendido. Se refiere a las acciones tomadas para corregir o solucionar problemas con los equipos una vez que estos ya han ocurrido. En otras palabras, si algo se rompe, lo arreglas. Este tipo de mantenimiento puede ser no planificado, que es una respuesta inmediata a una avería, o planificado, en el que la reparación o reemplazo se realiza después de detectar un fallo durante una inspección rutinaria; el mantenimiento correctivo puede ser a veces una opción atractiva debido a su simplicidad y al hecho de que no requiere una inversión en tecnología avanzada de monitorización y diagnóstico. Sin embargo, las implicaciones a largo plazo de confiar únicamente en el mantenimiento correctivo pueden ser significativas, incluyendo una mayor inactividad del equipo y posibles costos de reparación más altos (p. 78).
- **Mantenimiento Preventivo.-** Hibbeler (2021), mencionó que a diferencia del mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo se centra en prevenir problemas antes de que ocurran. Este tipo de mantenimiento se realiza en un cronograma regular y puede incluir cosas como inspecciones, limpiezas, calibraciones y reemplazos que se realizan para evitar averías o fallas. El mantenimiento preventivo puede ser cronológico (por ejemplo, semestralmente), basado en la lectura de medidores o incluso prescriptivo, que se realiza según las recomendaciones del fabricante. Este tipo de mantenimiento puede ayudar a prolongar la vida

útil del equipo, minimizar el tiempo de inactividad y mejorar la eficiencia de la maquinaria y los equipos (p. 80).

- **Mantenimiento Predictivo;** Lahera (2019), menciona que el mantenimiento predictivo lleva el concepto de mantenimiento preventivo un paso más allá. En lugar de simplemente seguir un horario establecido para las tareas de mantenimiento, el mantenimiento predictivo se basa en la monitorización de la condición actual del equipo y en la programación de las tareas de mantenimiento cuando los indicadores sugieren que una falla puede estar próxima; Esto se realiza mediante el uso de una variedad de tecnologías de monitorización y diagnóstico, que pueden incluir análisis de vibraciones, termografía, ultrasonidos, análisis de aceite y muchas otras. El mantenimiento predictivo permite a las organizaciones minimizar las interrupciones del servicio y utilizar sus recursos de manera más eficiente al realizar tareas de mantenimiento solo cuando es probable que sean necesarias (p. 87).

- **Mantenimiento Proactivo.-** Lahera (2019), menciona que el mantenimiento proactivo es un enfoque de mantenimiento que se centra en identificar y abordar las causas raíz de los problemas de los equipos antes de que resulten en fallas. Esto puede implicar la identificación de áreas de mejora en los procesos de fabricación y operación, el rediseño de las piezas de los equipos para hacerlas más resistentes o fiables, y la implementación de procedimientos operativos que minimicen el desgaste de los equipos; el objetivo del mantenimiento proactivo es cambiar la mentalidad de la organización de una de "reaccionar a los problemas" a una de "prevenir los problemas antes de que ocurran". Esta forma de mantenimiento puede requerir una inversión significativa en términos de tiempo y recursos, pero también tiene el potencial de generar importantes ahorros a largo plazo al reducir la frecuencia y la gravedad de los fallos del equipo (p. 88).

- **Mantenimiento Reactivo.-** Lahera (2019), menciona que el mantenimiento reactivo es un enfoque de mantenimiento que responde a los problemas a medida que ocurren. A diferencia del mantenimiento preventivo o predictivo, que intentan evitar los fallos antes de que ocurran, el mantenimiento reactivo se ocupa de los fallos después de que han ocurrido.

Esencialmente, este es un enfoque de "esperar a que se rompa" para el mantenimiento; aunque puede sonar negativo, el mantenimiento reactivo puede ser una estrategia válida para ciertos tipos de equipos, especialmente aquellos que son menos críticos para las operaciones generales o aquel fallo no resultaría en costos significativos. Sin embargo, para los equipos críticos, un enfoque puramente reactivo puede resultar en períodos de inactividad imprevistos y costos de reparación más altos (p. 90).

- **Mantenimiento Programado.**- Lahera (2019), menciona que el mantenimiento programado, también conocido como mantenimiento de tiempo fijo o mantenimiento cíclico, se realiza en intervalos regulares para mantener los equipos en funcionamiento y prevenir averías. Estos intervalos pueden ser basados en el tiempo (por ejemplo, mensual o anualmente) o basados en el uso (por ejemplo, después de un cierto número de horas de operación); el mantenimiento programado puede incluir tareas como la limpieza, la lubricación, la inspección y el reemplazo de piezas desgastadas. Aunque este tipo de mantenimiento puede resultar en alguna inactividad para el equipo, permite que las organizaciones planifiquen estas interrupciones en su horario de producción y reduzcan la posibilidad de averías imprevistas (p. 91).

- **Mantenimiento Productivo Total (TPM).**- Lahera (2019), menciona que el Mantenimiento Productivo Total es un sistema de mantenimiento centrado en lograr la máxima eficiencia de la producción. En un sistema TPM, todos los miembros de una organización participan en el mantenimiento, desde la alta dirección hasta los operadores de la planta; el objetivo del TPM es maximizar la eficiencia del equipo a través de un enfoque de mantenimiento coordinado y planificado que busca mejorar la calidad, reducir los costos, eliminar las pérdidas y los desperdicios. Esto se logra a través de la implementación de un programa continuo de mejora que involucra la capacitación, la monitorización de la eficiencia, la mejora de los procedimientos y la prevención de las fallas (p. 92).

- **Mantenimiento Basado en Condición (MBC).**- Lahera (2019), menciona que el Mantenimiento Basado en Condición es un tipo de mantenimiento que utiliza la tecnología de monitorización en tiempo real

para determinar la condición del equipo y realizar mantenimiento solo cuando sea necesario. En lugar de basarse en un cronograma fijo, el mantenimiento basado en condiciones utiliza datos y análisis para determinar cuándo es probable que se requiera mantenimiento; esto permite a las organizaciones reducir el mantenimiento innecesario, ahorrando tiempo y recursos; y al mismo tiempo asegurarse de que los equipos críticos estén en buen estado de funcionamiento. Este enfoque puede ser altamente eficiente, pero también requiere tecnología especializada y personal capacitado para interpretar los datos (p. 95).

- **Mantenimiento Basado en Riesgos (RBM).**- Lahera (2019), menciona que el Mantenimiento Basado en Riesgos utiliza la evaluación de riesgos para determinar las prioridades de mantenimiento. En lugar de tratar todos los equipos y componentes de manera igual, el mantenimiento basado en riesgos se centra en los componentes más críticos y los posibles impactos de su falla; este enfoque reconoce que no todos los equipos son igualmente importantes para las operaciones de una organización y utiliza análisis de riesgos para determinar dónde concentrar los recursos de mantenimiento. Esto puede ayudar a reducir los costos y a mejorar la eficiencia al permitir que las organizaciones se concentren en las áreas más críticas de su operación (p. 98).

2.2.2 Mantenimiento Autónomo

Según Zumba (2020), mencionó que las empresas hoy en día busca maximizar sus recursos con la finalidad de obtener mejores ingresos, es así que uno de los problemas comunes de las empresas industriales es valorar la producción de las máquinas; así nace el mantenimiento autónomo cuya función es diseñar un sistema de trabajo que permita corregir las fallas de funcionamiento, mejorar la estandarización, elaborar un rol de tareas preventivas, el uso adecuado de los materiales de trabajo y sobre todo generar un clima eficiente entre los trabajadores (p. 72).

Lahera (2019), indicó que los niveles de implantación progresiva del mantenimiento autónomo, se inicia por el nivel básico cuya finalidad es la limpieza, la lubricación y apriete o ajuste de piezas estáticas o dinámicas de los equipos; para ello es necesario la capacitación del personal a través de talleres y focus

grupo y que esté dispuesto a cambiar de mentalidad; con esos cambios el personal debe realizar las siguientes actividades: limpieza inicial de las principales fuentes que puedan generar suciedad, limpieza de los sectores que involucran el área de producción y lubricación y apriete de piezas estáticas; para iniciar un mantenimiento autónomo es necesario iniciar con la limpieza del área laboral (p. 14).

Según Besa & Carballeira (2018), indicaron que en la actualidad las empresas practican diferentes tipos de mantenimiento, con el fin de mejorar la producción y rendimiento de las máquinas; el TPM es un modelo que se aplica en un nivel industrial y el mantenimiento autónomo es la guía fundamental para este desarrollo; el MA aparte que indica un conjunto de roles como el mantenimiento y actividades de limpieza, también desarrolla la inspección y automatización de la información del MA; a su vez también podemos indicar que el mantenimiento autónomo es una estructura gerencial, que involucra a todas las áreas y a los colaboradores, buscando racionalizar la gestión de los recursos productivos y mejorar el índice de productividad de estos (p. 20).

Para Zumba (2020), indico que el mantenimiento autónomo (MA) es una herramienta gerencial, cuya finalidad realizar el diagnóstico de las pérdidas en el área de producción, a su vez le permite establecer políticas, planes de desarrollo preventivos y correctivos, con la finalidad de mejorar el índice de producción; para aplicar el MA es necesario capacitar a todo el personal y que estos se involucren en la nueva forma de trabajo; es así que se inicia con actividades netamente operativas y generar técnicas que permitan reconocer las principales fallas (p. 72).

2.2.2.1 Etapas del Mantenimiento Autónomo

Según Álvarez (2020), indica que el MA es un instrumento que busca el desarrollo de la organización, para ello es necesario que todos los involucrados se regían a las políticas de cambio, con ello podemos identificar las siguientes etapas:

Etapa 1: Búsqueda de resultados. - Según Álvarez (2020), indica que el MA debe detectar aquellas máquinas que generen pérdidas y así mismo al personal que no esté capacitado para cumplir su función de manera acertada, esta búsqueda de fallas permitirá en un futuro solucionarlas y mejorar la efectividad de las máquinas (p. 82).

Etapa 2: Resultados sostenibles. – Según Álvarez (2020), indica que dentro del MA se debe capacitar a los colaboradores de forma recurrente, porque

esta mejora las habilidades y capacidades, y crea un nivel de compromiso óptimo que se verá reflejado en el sector productiva (p. 83).

Etapas 3: Mejora de resultados. – Según Álvarez (2020), indica que una vez encontrado las fallas y capacitar a los colaboradores es necesario, generar la automatización del trabajo estableciendo políticas, roles y registros; esto permitirá que la organización promueva un mantenimiento preventivo y correctivo para el buen funcionamiento de las máquinas (p. 84).

Linarez (2020), Mencioné que el mantenimiento autónomo es un aprendizaje en el área operativa basado en la observación y análisis continuo de las acciones del proceso productivo; el sistema de trabajo autónomo de mantenimiento utiliza el proceso de creación, transferencia y uso del conocimiento generado en el trabajo operativo para transformarlo. Acciones para mejorar los sistemas de producción. (p. 50).

Según Medrano & González (2019), dijo que cuando las empresas introducen el mantenimiento autónomo, los operadores se preparan y desarrollan habilidades para mejorar el estado básico de los equipos a través de acciones personales y rutinarias como inspección, lubricación, limpieza, verificación de ajustes y precisión, y reparaciones menores. Condiciones anormales del equipo propio; con el fin de mantener las condiciones básicas de la instalación. (p. 80).

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM); menciona que el MA sea óptimo, hay que desarrollarlo con siete pasos que involucre los aspectos técnicos, estructura y recursos humanos, el cual progresivamente mejorará el rendimiento de las áreas productivas, los pasos son la limpieza inicial, eliminación de las fuentes de contaminación, elaborar cronogramas de limpieza y engrase, revisión general, revisión autónoma y programa de mantenimiento (p. 110).

2.2.2.1.1 Análisis FODA

Para Zumba (2020), menciona que el análisis FODA, nos ayudará a encontrar aquellos factores que hace importante a la empresa y a sus colaboradores, así mismo detectará las posibles dificultades y amenazas; reconocer el análisis FODA nos permite tener mejores políticas y así también tener mejores resultados. (p. 23).

Para Zumba (2020), indica que dentro del análisis FODA se desarrolló diferentes aspectos básicos como las oportunidades; se las denomina así a los

factores internos e externos que tienen la empresa para seguir creciendo, estas oportunidades se obtiene por la calidad de producto que se produce; fortaleza, son aquellas características que predomina en la institución como el estilo de trabajo, clima laboral, costumbres institucionales y otros que representen el estatus de la empresa; las debilidades, son factores que aparecen continuamente en el sistema de producción como el desgastes de máquinas, falta de capacitación a los operarios y presupuesto de ejecución de proyectos, estas debilidades nos permite reconocer que es lo que vamos a cambiar; finalmente amenazas, que son factores que aparecen externamente quizás por las crisis sociales y/o políticas

Figura 3

Pasos para la correcta implementación del Mantenimiento Autónomo.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
Pasos a seguir para la implementación del mantenimiento autónomo:	
Pasos	Actividades
1. Limpieza inicial	Limpiar para eliminar polvo, suciedad principalmente; lubricar y apretar pernos, descubrir problemas y corregirlos.
2. Eliminación de las fuentes de contaminación	Prevenir la causa del polvo, suciedad, rebabas. Mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar. Reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar.
3. Estándares de limpieza de lubricación	Establecer estándares que reduzcan el tiempo empleado en limpiar, lubricar y apretar específicamente tareas diarias y periódicas.
4. Inspección general	Con la inspección manual se generan instrucciones; los miembros del equipo descubren y corrigen defectos menores del equipo.
5. Inspección autónoma	Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma.
6. Organización y orden	Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Estándares de inspección de limpieza y lubricación. • Estándares de limpieza y lubricación. • Estándares para registrar datos. • Estándares para mantenimiento de piezas y herramientas.
7. Mantenimiento autónomo pleno	Desarrollo de políticas y metas de la compañía. Incrementar actividades de mejora en forma continua. Analizar MTBF (Mean Time Between Failure – Tiempo promedio entre fallas) y MTTR (Mean Time To Repair – Tiempo promedio de reparación).

Nota: Según los estándares de calidad y producción, las empresas deben optar por el mantenimiento autónomo para mejorar el rendimiento de las máquinas. Fuente: Medrano & González (2019).

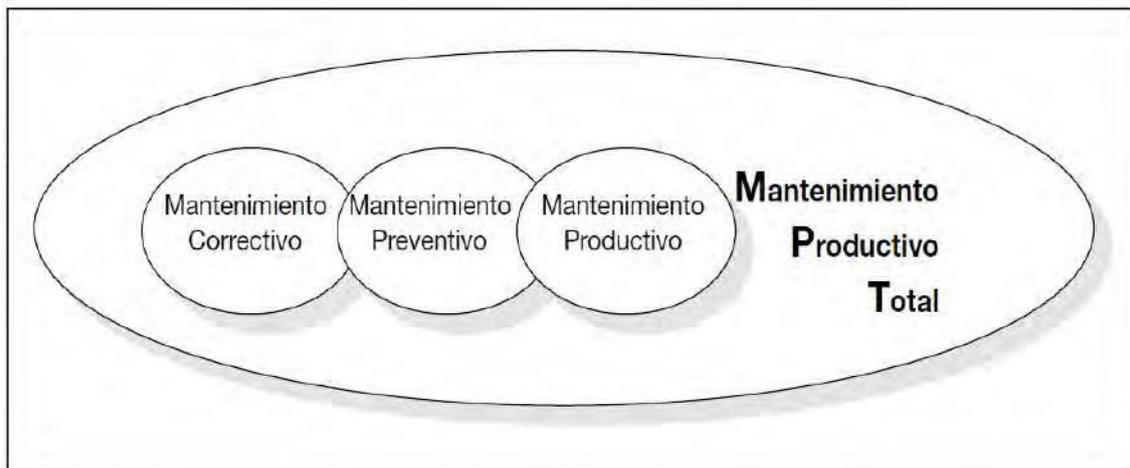
En la figura 3, se puede analizar los pasos para seguir un mantenimiento autónomo; estas etapas son fundamentales en le desarrollo del proceso del mantenimiento cada uno de ello tiene una secuencia que indica una ejecución diferente.

2.2.3 TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Según Jiménez (2021), menciona que el TPM es la revolución del MA, porque involucra a todos los departamentos que participan en el sistema productivo; a su vez genera un equilibrio entre todas las tareas de mantenimiento gestionadas en la producción como pueden ser el mantenimiento correctivo, preventivo y productivo; el TPM también se puede considerar como una filosofía cuyo fin es mejorar los índices de productividad y rentabilidad de las organizaciones, para ello es necesario elaborar un plan de gestión en la cual se desarrolle actividades desde la producción de los productos, hasta la finalización de la misma, en este proceso productivo participan para varias; donde lo ideal para seguir continuar con la producción es detectar las principales fallas, que podrían ser propias de las máquinas y del personal, seguidamente implementar un MA para generar una automatización de la forma de trabajo y finalmente la capacitación del personal (p. 40).

Figura 4

Ciclo del mantenimiento productivo total.



Nota: El TPM, debe cumplir con tres procesos mantenimiento correctivo, preventivo, productivo. Fuente: Medrano & González (2019).

En la figura 4, se puede analizar que el mantenimiento productivo total; incluye al mantenimiento correctivo, preventivo y productivo, estos tipos de mantenimiento son importantes para mejorar el índice de producción de una empresa industrial.

Sánchez (2019), indicó que el TPM ha recogido los conceptos relacionados con la planificación del mantenimiento basado en el tiempo y en las condiciones; el mantenimiento basado en el tiempo busca planificar de manera periódica las actividades preventivas del mantenimiento de los equipos, el mantenimiento basado en condiciones busca planificar un control de los equipos y sus partes operativas, con el objetivo de prevenir futuras anomalías y averías que puedan estar ocasionándose (p. 36).

Acosta et al., (2019), Se deben considerar cinco objetivos al hablar de TPM: mejorar la eficiencia general de la máquina, implementar todo un sistema de mantenimiento enfocado a toda la organización, considerar la prevención en el mantenimiento (mantenimiento preventivo), mantenimiento enfocado a la mejora, enfatizar la participación de todas las áreas de la organización de la empresa, no sólo el área de mantenimiento (operadores, planificadores y técnicos de mantenimiento), busca involucrar a todos los niveles de la organización y potenciar la implementación del TPM no sólo a través del conocimiento técnico, sino también a través de la motivación, el empoderamiento en pequeños grupos de trabajo (p. 55).

2.2.3.1 Los cinco pilares del TPM

Según Acosta et al., (2019), indicaron que TPM deben manejar estos cinco pilares (p. 37).

- a. **Mejoras específicas:** para mejorar la eficiencia de los equipos es necesario analizar las principales averías y fallas que se generen en el proceso productivo, a continuación, establecer un régimen de reparaciones, periodos de evaluación de producción y generar un MA.
- b. **Mantenimiento Autónomo:** la implementación del MA mejorará la capacidad de resolución de problemas de los colaboradores frente a los problemas que puedan suceder.
- c. **Mantenimiento Planificado:** cuando el mantenimiento es guiado a través de un cronograma de actividades, se podrán controlar con mayor eficiencia el índice de problemas y averías; y así solucionar en el menor tiempo posible.
- d. **Mejoras en el proyecto:** el personal encargado debe estar en la vanguardia del conocimiento para ello es necesario su capacitación.

- e. **Mantenimiento de la calidad:** reducirá el tiempo para iniciar con las operaciones programadas.

Figura 5

Los cinco pilares del TPM.



Nota: Los pilares técnicos del TPM, rigen de forma planificada de cómo se debe seguir un mantenimiento autónomo. Fuente: Acosta et al., (2019).

En la figura 5, se puede percibir los 6 pilares técnico en el mantenimiento productivo total, estos pilares buscan mejorar la eficiencia de los mecanismos de producción.

2.2.3.2 Las seis grandes pérdidas

Según Acosta et al., (2019), indicaron para mejorar la eficiencia de las máquinas y equipos, es necesario detectar los obstáculos y así iniciar una estructura que permita seguir con las operaciones (p. 47).

- a. **Pérdidas por averías:** Acosta et al., (2019), las principales causas de las averías es por el uso de las máquinas; estos se pueden detectar por el tiempo de uso y la cantidad de producida, para ello es necesario realizar un MA en tiempos cortos de modo que nos permita detectar el problema en tramos corto y continuar con las operaciones (p. 51).
- b. **Pérdidas por preparaciones y ajustes:** Acosta et al., (2019), cuando una máquina sufre una avería es necesario buscar la solución más óptima para que la máquina siga produciendo y genere la menor cantidad de pérdidas posibles, dentro de la reparación de las máquinas se pueden detectar la

reparaciones internas, que es cuando las máquinas se reparan cuando están paradas y la reparación externa que es cuando las máquinas se reparan en funcionamiento, para aplicar estas técnicas es necesario hacer una buena evaluación (p. 52).

- c. **Pérdidas por tiempos muertos o paradas pequeñas:** Acosta et al., (2019), estos problemas se presentan de forma inoportuna y usualmente se presentan cuando hay procesos automatizados (p. 53).
- d. **Pérdidas por reducción de la velocidad de equipo:** Acosta et al., (2019), Este problema usualmente se genera por la falta de capacitación del personal, a veces muchos operarios automatizan las máquinas sin saber la velocidad de diseño de las máquinas (p. 54).
- e. **Defectos de calidad y trabajos de rectificación:** Acosta et al., (2019), indicó que estos problemas suceden cuando se cancela el proceso de automatización debido a un mal diseño por parte de los operarios (p. 55).
- f. **Pérdidas por arranque:** Acosta et al., (2019), indicó que están pueden suceder cuando la producción está en marcha, y sucede averías comunes dentro de la producción (p. 56).

Figura 6

Las seis grandes pérdidas del TPM.



Nota: Todo mantenimiento autónomo tiene sus defectos, debido a ello se tiene que realizar un mantenimiento preventivo, para mejorar el índice de rendimiento y calidad.

En la figura 6, se menciona las seis grandes pérdidas en la aplicación de la metodología del TPM; estas pérdidas son comunes debido al desarrollo de las actividades y desgastes de las maquinas, pero se les considera para tratar de reducir el tiempo en las perdidas concretas de producción.

2.2.4 Mantenimiento preventivo

Según Enríquez et al., (2019), afirmaron que el mantenimiento preventivo es muy importante porque desarrolla un conjunto de actividades para extender la vida útil de las máquinas, este mantenimiento se planea de acuerdo al índice de producción y uso de las máquinas y va seguido de la limpieza básica que es el quitar el polvo, engrase y ajustes (p. 78).

Según Enríquez et al., (2019), afirmaron que la finalidad del mantenimiento preventivo es que las máquinas sufran patrones y averías, el cual puede ocasionar grandes pérdidas de la producción, para realizar este tipo de mantenimiento es necesario tener diferentes tipos de información técnica y evolutiva de las máquinas (p. 79).

Sánchez (2019), indicó que el mantenimiento preventivo es una herramienta de gestión cuyo fin es planificar y detectar futuros problemas de los equipos de producción, con ello se busca minimizar los riesgos y averías; y así tener pocas pérdidas de producción e ingreso (p. 114).

2.2.4.1 Las etapas del mantenimiento preventivo

Las etapas de mantenimiento preventivo se observan las siguientes características:

- a. **Identificación de activos críticos:** Sánchez (2019), indicó que los activos críticos son aquellos que son esenciales para el correcto funcionamiento de la empresa y cuyo fallo podría tener un impacto significativo en la operación. (p. 116).
- b. **Análisis de riesgos:** Sánchez (2019), indicó que una vez identificados los activos críticos, se deben analizar los riesgos asociados con su funcionamiento en orden decidir qué medidas preventivas a tomar (p. 116).
- c. **Programa detallado de trabajos:** Sánchez (2019), indicó que se establece un programa detallado de trabajos a realizar durante cada periodo dependiendo de diversos criterios como lo esencial de los equipos sus fines de desempleo y la probabilidad de fallo (p. 117).

El mantenimiento se divide en cuatro etapas:

- a. **Diagnóstico:** Sánchez (2019), se debe detectar los problemas, averías, fallas de las máquinas (p. 119).
- b. **Planificación:** Sánchez (2019), una vez diagnosticado las posibles fallas se debe hacer un plan de reparación donde se considere la buena ejecución y funcionamiento de las máquinas (p. 120).
- c. **Ejecución:** Sánchez (2019), en esta etapa el personal técnico debe tener la experiencia necesaria para realizar la reparación del producto. (p. 79).
- d. **Control:** Sánchez (2019), es necesario que una vez culminado la etapa de ejecución es necesario tener un registro del buen funcionamiento de la máquina (p. 121).

Jiménez (2021), menciona que el mantenimiento preventivo es un herramienta gerencial que se aplica para reducir el índice de pérdidas en la etapa de producción, para ello es necesario hacer un control de las actividades realizadas por las máquinas y futuros fallos comunes que se pueden desarrollar, como así también detectar el tiempo de uso de las máquinas y posibles componentes que tienen un desgaste; este tipo de mantenimiento permitirá que la producción no tenga patrones en tiempos prolongados (p. 90).

Enríquez et al., (2019), mencionaron que una vez que se aplica el mantenimiento preventivo se debe hacer un plan de seguimiento esto permitirá tener un registro de la fecha de reparación, índice de producción y control de mantenimiento; el plan de seguimiento se debe elaborar con los técnicos especializados, monitoreado con el personal de producción esto permitirá tener un mejor control del rendimiento de la máquina; no obstante al sufrir otra avería por el mismo patrón anterior debe hacer una evaluación para cambiar los componentes (p. 80).

2.3 Definición de términos básicos

Anormalidad: Situación que no es común para el buen desenvolvimiento de las máquinas y que puede generar problemas de producción en un futuro.

Búsqueda de fallas: índice en detectar a que debe los patrones y la baja producción de las máquinas, usualmente eso sucede por el desgaste de los componentes rutinarios.

Cuello de botella: En el área de producción se le denomina cuando la cantidad de tareas se acumula debido a una falla o patrones de las máquinas.

Desperfecto: Se denomina cuando el componente ha tenido una avería y un desgaste producto de su función.

Eficiencia: Es el grado de producción de las máquinas medidas de manera porcentual, usualmente éste mide en comparación a otras máquinas.

Eficacia: Es medir la calidad del producto, también se puede indicar la cantidad de tareas cumplidas con éxito.

Esmeril: Es una herramienta que realiza el servicio de pulido y corte.

Fleje: Es un material que se utiliza para la fabricación de tubos galvanizados.

Foda: El análisis FODA, nos ayudará a encontrar aquellos factores que hace importante a la empresa y a sus colaboradores, así mismo detectará las posibles dificultades y amenazas; reconocer el análisis FODA nos permite tener mejores políticas y así también tener mejores resultados.

Indicadores: Es utilizado para medir ciertas tareas en tiempo establecido, estas también forman parte de un proceso de estudio.

Inspección: Es evaluar el índice de producción, analizar los índices de satisfacción y de calidad.

LAC (Laminado en caliente): Es un proceso que se realiza a los tubos en función a ciertos tipos de características, usualmente se realizan a presión de calor.

LAF (Laminado en frío): Es un tratamiento que se realizan a los tubos con la finalidad que soporte temperaturas altas.

Lubricante: Es un material químico líquido que se aplica a las máquinas para que sea óptimo.

Mantenimiento Autónomo: Es una herramienta cuya finalidad es detectar las fallas y solucionarlas de forma oportuna, de modo que las máquinas sean las más eficientes posibles.

Mantenimiento Correctivo: Es un conjunto de acciones y tareas que realizan los operarios con la finalidad de prevenir un conjunto fallas y averías en las máquinas.

Mantenimiento Programado: Es un conjunto de tareas que están planificadas en tareas bajo cierto periodo de verificación.

Máquina: Es la fuente de producción de las empresas, éstas se laboran en función al tipo de empresa.

Máquina de Conformado de Tubos: Es una máquina cuyo objetivo es elaborar tubos de diferentes medidas y calidades, según el diseño del cliente.

Máquina Acumuladora: Es una máquina que ordena y condiciona los objetos producidos.

Optimización: Es una serie de actividades que permite mejorar el rendimiento, la eficiencia y eficacia de las máquinas.

Plan de Producción: Es un documento del área de ventas, que menciona los productos que se deben producir.

Polines: Son soportes que se utilizan en el área de producción.

Producción: Es un área que se encarga de diseñar y producir los objetos que pretende el consumidor, en esta etapa de producción se aplican todos los mecanismos de calidad y estándares de estos.

Rebaba: Es el material que no se utilizó, y se puede apreciar en el producto terminado.

Rediseño: Indica los cambios de mejora de un diseño anterior.

Rodillos Calibradores: Estos serán encargados de brindarle la forma cuadrada o rectangular a la pieza; por lo tanto, es de suma importancia la firmeza de la pieza.

Rodillo Turco: Ajusta el tubo para el formado rectangular / cuadrado.

Seguridad Industrial: Son disposiciones obligatorias que demarca la empresa y el estado para el funcionamiento de las actividades productivas.

Sistema de Control Industrial: Son una serie de sensores, que verifican el control determinado del producto.

Soluble: Componente orgánico, petróleo como componente principal.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1. Determinación y análisis del problema

En la actualidad, en el Perú al igual que en otras partes del mundo, existe una gran demanda de tubos y perfiles metálicos, en los últimos 10 años estos productos vienen creciendo considerablemente debido al crecimiento del sector industrial, minero, construcción y otros. El sector de las edificaciones, constructoras y sus derivados, cada vez son más grandes y complejas, y exigen diferentes tipos de prototipos que en su gran mayoría diseñarlas, procesarlas, evaluarlas y comercializarlos todo un tiempo prudente; debido a esta demanda la empresa TUPEMESA S.A.C, diversificó su producción en la fabricación de tubos de acero redondo, cuadrado y rectangulares, paneles aislantes, vigas estructurales, planchas para alcantarillado y el servicio de galvanizado; esta empresa maneja tres unidades de negocio potencialmente rentables; la unidad galvanizado, unidad proyectos y unidad de productos tradicionales; debido a la demanda que tiene la empresa en los últimos dos años ha tenido problemas en su producción, esto debido a que las máquinas de conformados de tubos, no cuentan con mantenimiento adecuados, los repuestos que se necesitan no llegan en forma oportuna, a esto le sumamos la falta de capacitación de los operadores y el desgaste de las máquinas.

En la presente investigación analizaremos las máquinas de conformados de tubos; denominados por la empresa como 2KU, MK1 y MEP; la función de estas máquinas es elaborar diferentes tipos de tubos cuadrado, redondo y rectangular, utilizando laminado en caliente (LAC), laminado frío (LAF) y galvanizado (GAL). (Ver anexo 4)

Las máquinas de conformado de tubos mencionadas en los últimos meses han tenido varios desperfectos como desgastes de rodillos conformadores, acumulación de aceites y grasas, mantenimiento no programado, rodillos conformadores no entregado a tiempo, falta de limpieza en la maquinaria y falta de capacitación al personal; razón por la cual los índices de producción de las máquinas han disminuido.

Figura 7

Máquinas de conformados 2KU.



Nota: La máquina de conformado 2KU, se caracteriza en la elaboración de tubos LAC, LAF, GAL. Fuente: Empresa TUPEMESA.

Figura 8

Máquinas de conformados MEP.



Nota: La máquina de conformado MEP, se caracteriza en la elaboración de tubos LAC, LAF, GAL. Fuente: Empresa TUPEMESA.

Figura 9

Máquinas de conformados MK1.



Nota: La máquina de conformado MK1, se caracteriza en la elaboración de tubos LAC, LAF, GAL. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 7,8 y 9; se puede observar las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP, en función de estas máquinas es elaborar diferentes tipos de tubos cuadrado, redondo y rectangular, utilizando laminado en caliente (LAC), laminado frío (LAF) y galvanizado (GAL).

Tabla 1

Historial de fallas de las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP, durante el mes de setiembre.

	Causas de fallas máquinas	2KU	MK1	MEP
A	Desgastes de rodillos conformadores	5	4	5
B	Acumulación de aceites y grasas	17	12	19
C	Mantenimiento no programado	13	18	11
D	rodillos conformadores no entregado a tiempo	3	5	4
E	Falta de limpieza en la maquinaria	11	12	5
F	Falta de capacitación al personal	2	1	2

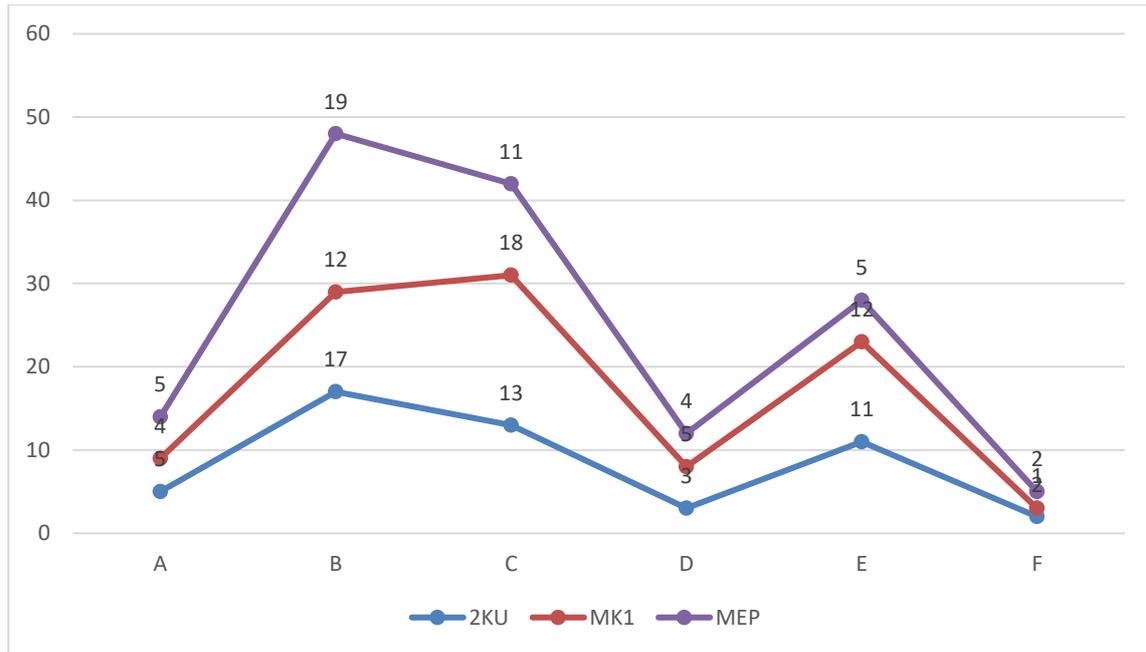
Nota: El historial de fallas de las máquinas fueron analizadas en el mes de setiembre.

Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la tabla 1, podemos visualizar las fallas más comunes de las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP, estas fallas son: (A) Desgastes de rodillos conformadores, (B) Acumulación de aceites y grasas, (C) Mantenimiento no programado, (D) Rodillos conformadores no entregado a tiempo, (E) Falta de limpieza en la maquinaria y (F) Falta de capacitación al personal.

Figura 10

Principales fallas de las máquinas 2KU, MK1 y MEP.



Nota: El gráfico demuestra el comportamiento de las fallas que fueron analizadas en el mes de setiembre. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 10, podemos visualizar que una las fallas más comunes de las máquinas de conformados, (A) Desgastes de rodillos conformadores, (B) Acumulación de aceites y grasas, (C) Mantenimiento no programado, (D) Rodillos conformadores no entregado a tiempo, (E) Falta de limpieza en la maquinaria y (F) Falta de capacitación al personal.

Para mejorar el índice de productividad de la empresa TUPEMESA, aplicaremos el Mantenimiento Productivo Total (TPM), que es un sistema de mantenimiento centrado en lograr la máxima eficiencia de la producción. En un sistema TPM, todos los miembros de una organización participan en el mantenimiento; el objetivo del TPM es maximizar la eficiencia del equipo a través de un enfoque de mantenimiento coordinado y planificado que busca mejorar la calidad, reducir los costos y eliminar las pérdidas y los desperdicios. Esto se logra

a través de la implementación de un programa continuo de mejora que involucra la capacitación, la monitorización de la eficiencia, la mejora de los procedimientos y la prevención de las fallas; las ventajas de esta herramienta es mejorar la eficiencia y la productividad. El TPM busca maximizar la eficiencia de la producción, fomenta una cultura de responsabilidad y mejora continua, esto involucra a los colaboradores del área de mantenimiento, involucra a todos los niveles de la organización desde la alta dirección hasta los operadores de la planta participan, minimizar los gastos y elimina los desperdicios, el TPM busca eliminar pérdidas y desperdicios en los procesos y mejora la calidad del producto. La eficiencia y la calidad del producto se ven beneficiadas con el TPM.

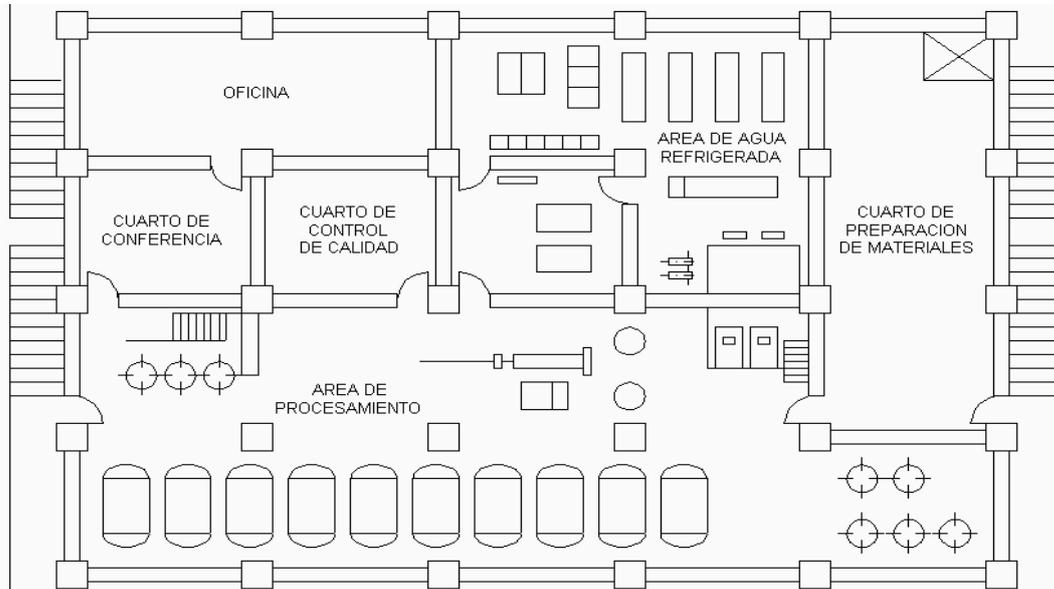
Esta metodología va acompañada de un mantenimiento preventivo, que se centra en prevenir problemas antes de que ocurran. Este tipo de mantenimiento se realiza en un cronograma regular y puede incluir cosas como inspecciones, limpiezas, calibraciones y reemplazos que se realizan para evitar averías o fallas; El mantenimiento preventivo puede ser cronológico (por ejemplo, semestralmente), basado en la lectura de medidores o incluso prescriptivo, que se realiza según las recomendaciones del fabricante. Este tipo de mantenimiento puede ayudar a prolongar la vida útil del equipo, minimizar el tiempo de inactividad y mejorar la eficiencia de la maquinaria y los equipos; los beneficios de este mantenimiento serán reducir los fallos inesperados, Al seguir un cronograma, se pueden prevenir muchas fallos antes de que ocurran, vida útil extendida del equipo el mantenimiento regular puede ayudar a mantener el equipo en condiciones óptimas, mejorar la eficiencia y la seguridad, la revisión regular asegura que todo funcione de manera eficiente y segura, planificación del Tiempo de Inactividad se puede programar durante las horas no pico para minimizar la interrupción y reducción de costos a largo plazo, la inversión en mantenimiento regular puede evitar reparaciones costosas en el futuro.

3.1.1. Distribución de Planta

A continuación, se presenta la distribución de planta en la empresa TUPEMESA, donde el área a tratar en la planta 2, en la cual está ubicada en la máquina de conformados de tubos. En esta planta, se produce una variedad de tubos con espesores que van desde 0.6 mm hasta 2.0 mm y diferentes calidades, incluyendo galvanizado, laminado en caliente y laminado en frío (ver figura 11).

Figura 11

Distribución de Planta 2 de las máquinas de conformados 2KU, MK1 y MEP.



Nota: Plano de ubicación de las máquinas de conformado 2KU, MK1 y MEP. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 11; se puede observar la plana dos, un lugar donde están ubicados las máquinas y conformados 2KU, MK1, MEP, en esta imagen se puede observar el área de procesamiento, los medios de control, el área de refrigeración y los sitios donde se encuentra las materias primas.

3.1.2. Recursos Productivos

Tabla 2

Recurso Humanos de la empresa TUPEMESA en las máquinas de conformados.

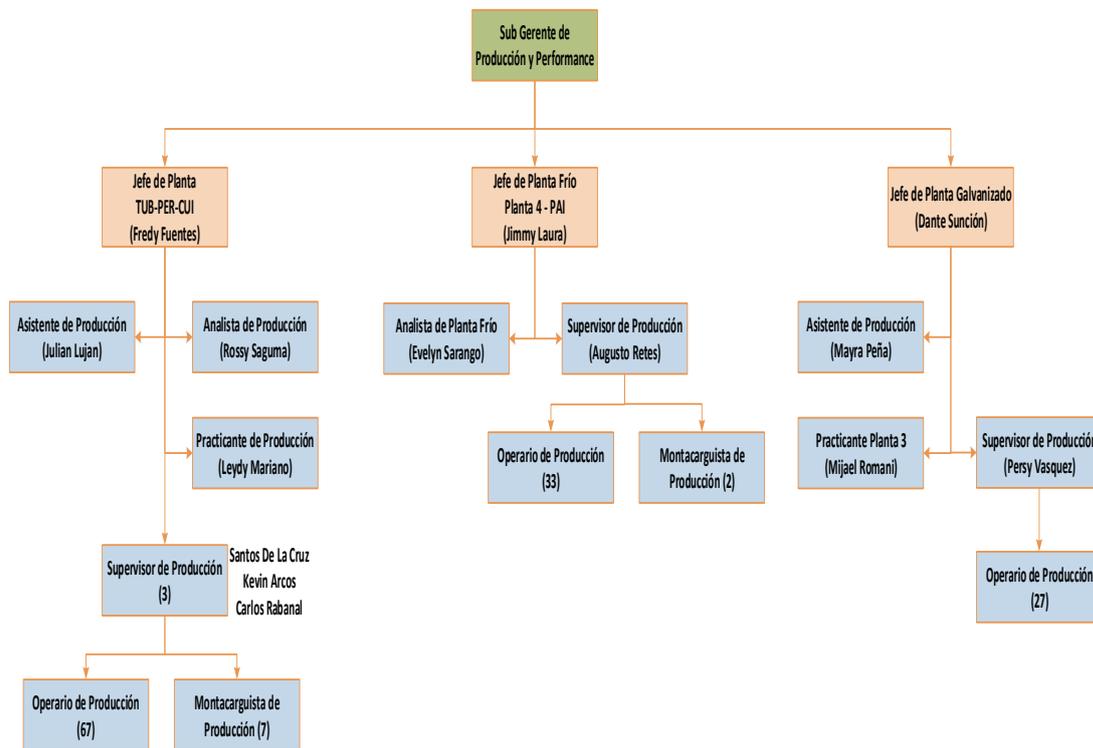
Cantidad	Recurso Humano	Actividades
12	Operador Principal	Estar al mando de los productos que se fabricarán.
3	Soldador	Se encarga de unir punto y cola de los flejes mediante el proceso de soldado.
6	Montacarga Producción	Encargado de traspasar los paquetes a la zona de tránsito.
4	Embalador	Se encarga de ordenar y embalar tubos.
6	Montacarga Logística	Se encarga de cargar los carros para su respectivo despacho.
4	Supervisor de Almacén	Encargado que los paquetes estén completos, da el visto bueno del despacho.

Nota: La tabla demuestra el conjunto de trabajadores que operan en las máquinas 2KU, MK1 y MEP. Fuente: Empresa TUPEMESA.

La tabla 2; podemos observar los recursos del capital humano que trabajan en las máquinas de conformados, estos colaboradores se establecen en función a las necesidades de la empresa; estos empleados están constituidos por los operadores, soldadores, montacarga, los mecánicos de producción, lo embaladores y los supervisores.

Figura 12

Organigrama de la empresa TUPEMESA S.A.C.



Nota: El organigrama indica la estructura de los departamentos de operaciones. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 12; se realiza el organigrama de la empresa, detallando los departamentos de gerencias, áreas de producción y los responsables de cada área para que la producción sea más eficiente.

Tabla 3*Recursos Productivos.*

Máquina y equipo	Procedencia	Uso	Características
Tubera Oto mil	Michigan, Estados Unidos	Formación de Tubo.	Velocidad: 160 mpm, Acumulador Vertical, Desenrollado con mandril, enderezador de fleje.
Pulidora	Alemania	Pulir unión de punto y cola.	
Llaves inglesas	Inglaterra	Apretar y aflojar pernos para calibración de máquina.	
Fleje en rollo	Bobina / materia prima	Procesado para la formación del tubo.	
Puente de Grúa	Europa	Desplazamiento de materia prima y semielaborados.	20 Ton. Max, Velocidad 4 m/min a 25 m/min
Soldadora	Estados Unidos	Fijación (unión punta y cola de flejes en rollo)	Rango completo de 40-225 A, Arco suave, Uso de electrodos de 7.8 mm
Soluble		Lubricante y enfriador en la formación de tubo.	
Carro de Corte	Alemania	Corte de tubo de acuerdo con la medida indicada en el sensor.	Longitud de 6000 mm

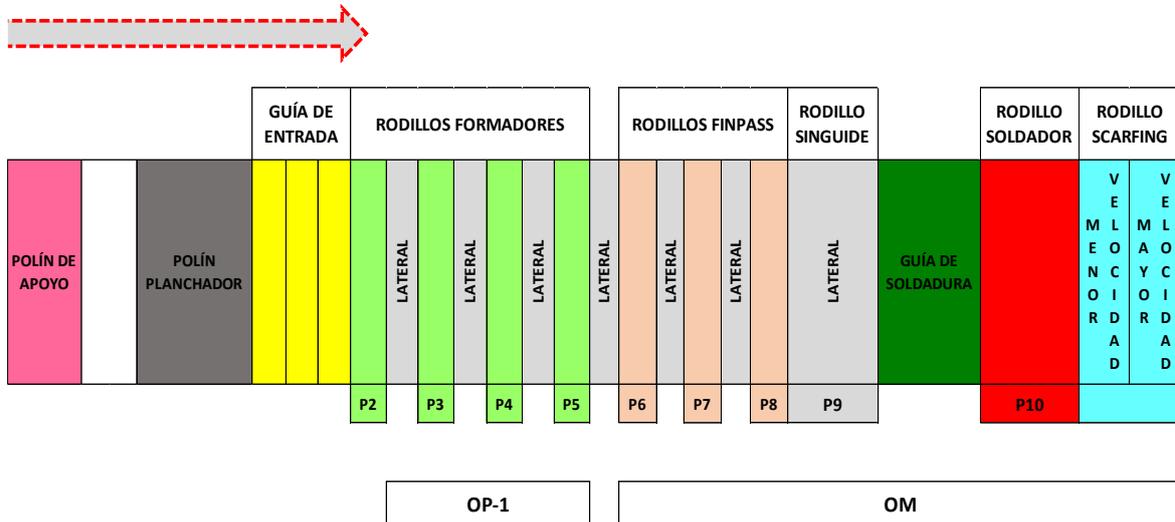
Nota: La tabla indica la procedencia de los equipos importantes en la fabricación de tubos.

Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 3; se analiza los componentes de las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP; estos componentes se tienen sitios de providencia las cuales brindan componentes únicos de las maquinas.

Figura 13

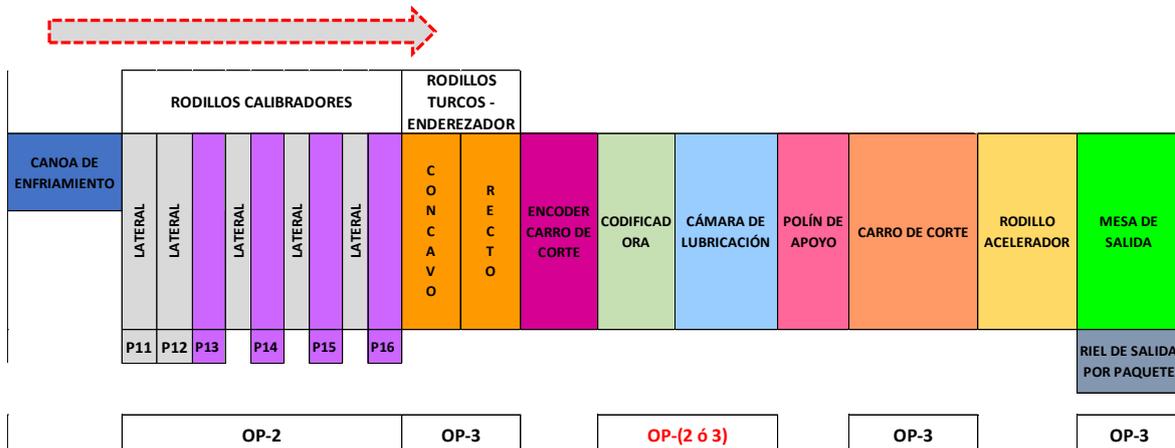
Distribución de la línea tubera 2KU, MK1 y MEP, proceso 1.



Nota: Proceso de inicio de la producción de tubos de conformado. Fuente: Empresa TUPEMESA.

Figura 14

Distribución de la línea tubera 2KU, MK1 y MEP, proceso 2.



Nota: Finalización de la producción de tubos de conformado. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En las figuras 13 y 14, podemos observar la línea de distribución de las máquinas de conformados de tubos, estas máquinas en los últimos 2 años han generado poca producción debido a varios factores, falta de capacitación de los técnicos, falta de un control de producción, falta de repuestos y lubricación y falta

de una herramienta de gestión que le permita ver los niveles de desgastes de cada una de las piezas y dispositivos, por ello es necesario utilizar una nueva metodología de trabajo especialmente para gestionar este tipo de proyectos grandes, la cual se plantea los siguientes problemas encontrados.

3.2. Modelo de solución propuesto

En la presente investigación aplicaremos como solución la implementación de la metodología TPM, este instrumento tiene como objetivo tener cero fallos, para ello se debe aplicar esta metodología a todos los integrantes de la empresa, desde el área gerencial, hasta el personal de limpieza, todos son importantes en la aplicación de esta metodología, cuya finalidad es mejorar los índices de producción, la eficiencia del personal incluyendo el desarrollo del producto hasta el diseño de las mismas; como todo mantenimiento el TPM también de seguir ciertos pasos de detección del producto como las pérdidas por averías, por reparaciones, defectos y puesto en marcha; estos defectos que se generan en todo sistema de producción pueden ser detectadas y buscarle lo más pronto posible, mecanismos preventivos y de corrección.

Para aplicar correctamente el TPM en la empresa TUPEMESA, tendríamos que realizar un seguimiento a las tareas de control de las máquinas, detectar las posibles fallas, averías y el grado de conocimiento de los operarios; es así como la metodología del TPM nos permitirá mejorar la calidad del producto, la eficiencia de los trabajadores en el sector operacional, mejorar la seguridad industrial y capacitaciones al personal. La implementación de TPM en TUPEMESA, va a traer grandes beneficios para la empresa como reducción de paros no programados, mejorar el índice de calidad del producto, mejorar la seguridad industrial, optimizar los recursos.

Dentro de la empresa TUPEMESA, es necesario aplicar la propuesta de los 5S, como paso inicial para aplicar el mantenimiento autónomo.

3.2.1 Propuesta de aplicación de las 5S

La propuesta de los 5S nos indica el nivel de organización y filosofía que debe tener todo el personal de la empresa con la idea de conseguir cero fallos.

3.2.1.1 Organización – Seiri:

Para que la organización tenga resultado óptimos, se debe confiar en los colaboradores y otorgar funciones de modo que ellos se involucren en el

mantenimiento y soporte de las actividades diversas, así mismo se debe capacitar continuamente a los colaboradores para aumentar su nivel de eficiencia y compromiso. Para mejorar el índice de organización se aplicará las tarjetas rojas para indicar los artículos que no se utilizan.

Figura 15

Tarjeta roja, propuesta de 5S.

Nombre del artículo:		
TIPO DE PRODUCTO	Materia Prima	
	Máquinas	
	Herramientas	
	Productos Culminados	
FECHA	Ubicación:	Cantidad:
CAUSA	Deteriorado	
	No es útil	
	Uso desconocido	
	Material contaminante	
	Otros	
DETERMINACIÓN	Inspeccionar	
	Desechar	
	Movilizar	
RESPONSABLE:		

Nota: Ficha de control, que permite determinar la fuente trabajo y siniestro de las máquinas.
Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 15, se presenta una ficha para analizar la producción de las máquinas de conformados; debe confiar en los colaboradores y otorgar funciones de modo que ellos se involucren en el mantenimiento y soporte de las actividades diversas, así mismo se debe capacitar continuamente a los colaboradores para aumentar su nivel de eficiencia y compromiso.

3.2.1.2 Orden – Seiton

Para mejorar la productividad de las máquinas, la eficiencia de la producción y la seguridad de los operarios es necesario ordenar todos los productos y máquinas de la empresa; para ello es necesario en un punto inicial cuantificar los productos, enumerar las máquinas, verificar la participación de los operarios y registrar; esto permitirá tener un orden de las actividades productivas.

Figura 16

Ordenamiento de materia prima y maquinarias.



Nota: Ordenamiento de los flejes. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la figura 16, se puede observar el ordenamiento de las materias primas y componentes de las maquinas, esto permitirá generar una producción ordenada y tener control de las incidencias de fallas.

3.2.1.3 Limpieza – Seiso

La ejecución de la limpieza es muy importante debido a que en la cadena productiva los equipos y herramientas tiene que estar en perfectas condiciones, es por ello por lo que se propone ejecutar una limpieza diaria, desde que se inicia las actividades laborales, hasta la finalización de ésta.

3.2.1.4 Estandarización – Seiketsu

Dentro de la empresa se colocará avisos y anuncios de las buenas prácticas que tiene el 5S en la producción, así mismo se realizará charlas de capacitaciones

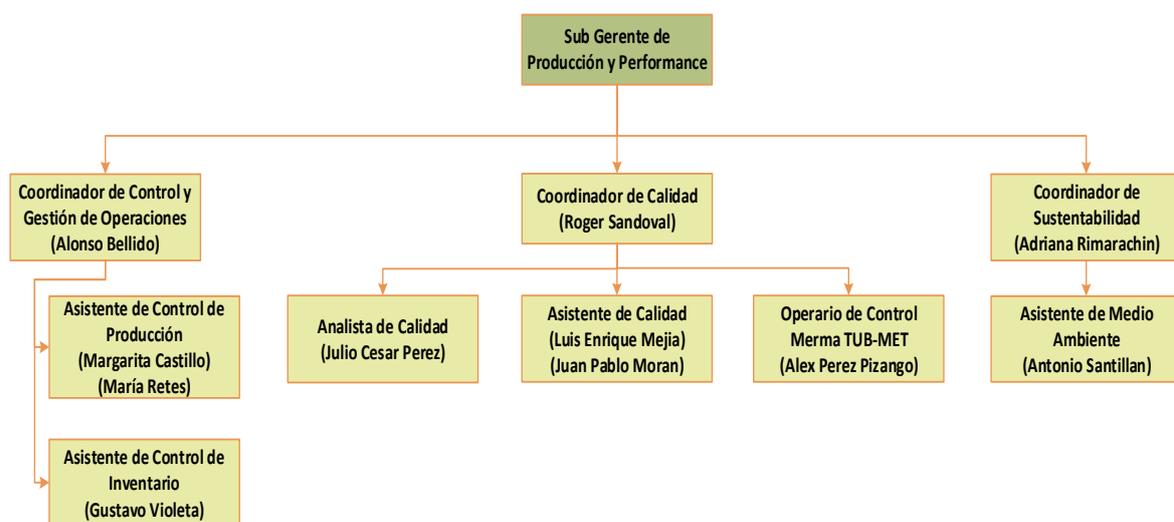
diarias para de la importancia de su aporte en el índice de producción y finalmente se le entregará un documento donde se describa las tareas diarias e indicaciones que deben seguir para cumplir con las tareas programadas.

3.2.1.4 Disciplina – Shitsuke

Para cumplir la propuesta del 5S y la buena aplicación del TPM, se debe establecer una políticas, normas, objetivos y metas que involucren a todo el personal y a los departamentos sumergidos en la producción.

Figura 17

Organigrama del personal capacitado para ejecutar los 5s.



Nota: Organigrama de los colaboradores para aplicar el 5S, en la empresa TUPEMESA.

En la figura 17, se puede observar el organigrama en la aplicación de la 5s; este organigrama nos permite conocer los niveles de producción, de normas y políticas institucionales.

3.2.2 Propuesta de aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Políticas básicas:

- a. Análisis FODA de la empresa.
- b. Análisis situacional.
- c. Etapas para ejecutar el TPM.
- d. Mantenimiento autónomo.
- e. Mantenimiento preventivo.
- f. Costo de la implementación del proyecto

3.2.2.1 Análisis FODA

El análisis FODA, nos permite reconocer como está la situación del área de mantenimiento, así como también el nivel de organización planteado en función de las actividades diarias; el análisis FODA nos ayudará a encontrar aquellos factores que hace importante a la empresa y a sus colaboradores, así mismo detectará las posibles dificultades y amenazas; reconocer el análisis FODA nos permite tener mejores políticas y así también tener mejores resultados, no obstante transcurso del tiempo aparecerán nuevos problemas que podemos ir detectando y superando.

Tabla 4

Análisis FODA, empresa TUPEMESA.

Fortaleza	Dificultades
Aplicación del mantenimiento preventivo.	
Implementación de equipos y herramientas.	La Tecnología más sofisticada en las herramientas y equipos.
Implementación de infraestructura de talleres.	Trabajadores cualificados y de bajo costo en el mercado laboral
Identificación de disciplina y puntualidad de los trabajadores.	Vías de comunicación en buen estado.
Inserción de medidas de seguridad. Soporte de gerencia para incrementar la calidad y capacitación.	Demanda del producto.
	Mejoras en los sistemas de comunicación
Oportunidades	Amenazas
La Tecnología más sofisticada en las herramientas y equipos. Trabajadores cualificados y de bajo costo en el mercado laboral	La calidad de los terceros, en el servicio, es muy baja.
Vías de comunicación en buen estado.	Flexibilización de normas laborales.
Demanda del producto.	
Mejoras en los sistemas de comunicación.	

Nota: El análisis FODA indica el reconocimiento de los aciertos y los retos en la línea de producción, en la empresa TUPEMESA.

En la tabla 4; se puede observar el análisis FODA de la empresa, aquí se puede observar las oportunidades, debilidades, amenazas y fortalezas de la empresa; estos índices nos permitirán reconocer a la empresa y tomar decisiones oportunas.

3.2.2.2 Análisis de la situación actual en la administración y ejecución del TPM en la empresa.

El TPM es una herramienta gerencial, cuyo objetivos es tener cero fallos en la producción, mejorar los índices de calidad, mejorar los índices de rendimiento de las máquinas, mejorar el índice de seguridad, planificar un sistema preventivo y correctivo de fallas y averías que pueden tener las máquinas, mejorar la eficiencia de los colaboradores, mejorar las habilidades técnicas de todo el personal y ser sostenible; para aplicar esta herramienta es necesario que todos los trabajadores, gerentes y personal de apoyo estén con una solo mentalidad aplicar el TPM al cien por ciento; para ello el área gerencial debe aplicar políticas, normas y capacitaciones, para que el personal este en la capacidad de asumir esta herramienta; así mismo se debe delegar un organigrama que indique los responsables y encargado de la aplicación correcta del TPM.

Para la ejecución del TPM en el área de mantenimiento, es importantes tener un responsable y técnicos de adiestramiento de esta herramienta, dentro de la aplicación del TPM aplicaremos los cinco pilares; analizando la situación actual de la empresa, actualmente dentro de la empresa si hay un mantenimiento preventivo periódico, pero este mantenimiento está establecido por tiempos muy alejados a la realidad de la empresa, los mantenimientos preventivos se realizan cada mes lo cual hace una demora y genera patrones en las máquinas cuando éstan fallan.

3.2.2.3 Etapas de la propuesta del TPM

a) Paso uno: compromiso de la alta dirección

Este programa de investigación involucra a gerentes o representantes de empresas para reconocer defectos y problemas en los equipos de producción, especialmente en las máquinas conformadoras de tubos, causando tiempos muertos y pérdidas financieras a corto y largo plazo, es por esto que la empresa se ha propuesto implementar Mantenimiento Productivo Total.

b) Paso dos: actividades de difusión del método

El funcionamiento del método TPM requiere del acompañamiento simultáneo y continuo de los trabajadores en diferentes áreas o espacios de trabajo, permitiéndoles participar en las tareas que se realizan dentro de la empresa; la ejecución y difusión empresarial se realizará a través de carteles y

correos electrónicos para promover la colaboración frecuente entre todos los empleados.

c) Paso tres: Establecer un Comité de Estructura y Coordinación de Operadores responsable de la gestión del proyecto

Se recomienda establecer un comité organizacional de la postulación, con representantes de alto nivel y jefes de diferentes áreas de la empresa, para asignar equipos de trabajo de acuerdo con las funciones y/o actividades que deben realizar los colaboradores.

d) Paso 4: Políticas y objetivos básicos

Estas políticas pueden aumentar la productividad de la empresa al lograr estándares de desempeño, reducir las tasas de falla y mejorar la disponibilidad.

e) Paso cinco: plan piloto

El objetivo del estudio es incidir en la viabilidad de la aplicación, logrando la identificación de valores positivos implementados en el lanzamiento del proyecto. La prueba piloto es el comienzo para delinear los datos importantes requeridos en una propuesta de solicitud.

Con base a la justificación presentada, se recomienda implementar programas de motivación, compromiso y capacitación.

3.2.2.4 Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo se centra en el control del operador de su propio espacio y funciones. Es decir, controla sus propios equipos, logrando esta responsabilidad mediante la participación de colaboradores quienes son responsables de poseer conocimientos suficientes de mantenimiento con antelación.

Tabla 5

Pasos para el mantenimiento autónomo.

PASO	ACTIVIDADES
Limpieza e inspección	Realizar recopilación de datos, inspección y limpieza de máquinas
Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles	Eliminar focos de contaminación y habilitar áreas inaccesibles
Creación de estándares de limpieza y lubricación	desarrollan estándares de limpieza y lubricación para cada máquina
Inspección general	inspección general por parte del técnico de mantenimiento
Inspección autónoma	los supervisores de mantenimiento y los supervisores de producción para implementar políticas
Organización y orden	Organización y orden son actividades de mejora promueven, simplifican
Mantenimiento autónomo pleno	los pilares del TPM es la mejora y, a medida que cambian los procesos, los equipos y los operadores que los gestionan

Nota: Para aplicar el mantenimiento autónomo se debe considerar los siete pasos del mantenimiento autónomo para mejorar el índice de rendimiento de las máquinas, en la empresa TUPEMESA.

En la tabla 5; se indica los pasos que se van a seguir en el mantenimiento autónomo, se puede considerar como una filosofía cuyo fin es mejorar los índices de productividad y rentabilidad de las organizaciones, para ello es necesario elaborar un plan de gestión en la cual se desarrolle actividades desde la producción de los productos, hasta la finalización de la misma.

Paso 1: Limpieza e inspección

Realizar recopilación de datos, inspección y limpieza de máquinas para determinar el estado registrado y actual de cada máquina. Esta información será registrada por el operador responsable de cada máquina en los formatos “Datos del Equipo” y “Control de Limpieza e Inspección”.

Paso 2: Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles

Eliminar focos de contaminación y habilitar áreas inaccesibles. Estas tareas las realiza el equipo de producción ya que está capacitado para detectar defectos y dar solución a los defectos encontrados en las máquinas, así como a las

anomalías detectadas. Registre esta información en un formato de "Solución de problemas". Es importante señalar que esta información será controlada y revisada por el equipo de mantenimiento con el fin de asegurar el correcto cumplimiento de las tareas de mantenimiento.

Paso 3: Creación de estándares de limpieza y lubricación

Con base en la información recopilada, se desarrollan estándares de limpieza y lubricación para cada máquina. El equipo de mantenimiento hace cumplir estos estándares y los emite entregar en las ubicaciones de las máquinas con la aprobación de la gerencia. Con estos estándares implementados, los operadores están disponibles para ayudarlo a realizar su mantenimiento diario de limpieza y lubricación. Estas normas están desarrolladas en un formato de "Limpieza y lubricación de máquinas"

Paso 4: Inspección general

La siguiente tarea es una inspección general por parte del técnico de mantenimiento para confirmar que los pasos realizados se realizaron correctamente y cumpliendo con los estándares de las tareas de mantenimiento de rutina. El técnico aprueba la correcta ejecución de los pasos y finalmente esta información se envía al área de mantenimiento para un seguimiento periódico.

Paso 5: Inspección autónoma

Mantenga reuniones con la gerencia, los supervisores de mantenimiento y los supervisores de producción para implementar políticas, estándares y procedimientos para toda la tecnología de mantenimiento autónomo, luego envíelos a la gerencia para su aprobación y finalmente libere y otorgue cada puesto, estos programas se llevan a cabo en un formato de " mantenimiento autónomo"

Paso 6: Organización y orden

Organización y orden son actividades de mejora que promueven, simplifican y respetan normas y procedimientos. en este paso, los supervisores y gerentes regionales toman la iniciativa en la implementación del mantenimiento autónomo deben evaluar a los operadores y determinar sus responsabilidades.

Paso 7: Mantenimiento autónomo pleno

Uno de los pilares del TPM es la mejora y, a medida que cambian los procesos, los equipos y los operadores que los gestionan, existen buenas razones para incorporar la mejora continua al mantenimiento autónomo. Toda la información de capacitación obtenida de los operadores en el Paso 1 y los datos de inspección

y monitoreo recopilados a través de los informes en el Paso 5 se pueden utilizar para mejorar continuamente los procedimientos de mantenimiento de equipos.

Fases en la capacitación del personal, relacionado al mantenimiento autónomo.

El programa de capacitación en mantenimiento autónomo se divide en tres fases: sensibilización de los mantenedores a través de charlas, capacitación de los colaboradores para el cumplimiento del plan de mantenimiento autónomo y sesiones de capacitación de líderes. Las etapas anteriores se apoyan entre sí y logran hasta cierto punto el verdadero mantenimiento independiente de la empresa. Los contenidos específicos de cada etapa son los siguientes:

a) Sensibilización de los trabajadores del área de mantenimiento, A través de conversaciones constantes. El propósito de esta fase es establecer una relación de acercamiento con los colaboradores del área de mantenimiento, quienes deben comprender la importancia del mantenimiento autónomo dentro del enfoque TPM interno de la empresa.

El propósito es superior porque se delegan actividades simples y comunes a los trabajadores del pozo. Los trabajadores de la zona reconocerán las máquinas de moldeo, habilitando así un canal de comunicación entre producción y mantenimiento.

La ventaja asociada a todo esto es el tiempo disponible para centrarse en actividades que requieren un mayor nivel técnico. Los directores regionales concienciarán a los colaboradores a través de presentaciones relacionadas con el mantenimiento. Las conversaciones tendrán una duración de dos horas y se realizarán en dos ocasiones, con trabajadores de las áreas de producción, fábrica y mantenimiento, así como de otros departamentos operativos.

b) La capacitación y adecuación de los colaboradores, Para programas de mantenimiento autónomo: Las capacitaciones y ajustes para implementar programas de mantenimiento autónomo serán desarrollados por dos colaboradores: el gerente de operaciones y el supervisor del área de mantenimiento. Para verificar el mantenimiento autónomo que deben seguir los técnicos, al supervisar cada máquina, es necesario anotar la limpieza de la máquina, cómo fue descubierta la máquina antes de iniciar la producción diaria, ajustes de la máquina (los detalles allí anotados se derivan de los presentados anteriormente); observaciones diarias y observaciones de preproducción.

Tabla 6

Programa de mantenimiento autónomo propuesto para las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP.

Componente	Actividad	Frecuencia	Actividades Complementarias	Encargado
Desenrollador	Detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Diaria	Revisar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Operario
	Limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Diaria	Revisar la limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Operario
	Limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Diaria	Revisar la limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Operario
Punto y cola	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Diaria	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Operario
	Engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Diaria	Revisar el engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de peeler.	Diaria	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza entrada.	Diaria	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza salida.	Diaria	Limpieza y revisión de mordaza salida.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de guillotina.	Diaria	Limpieza y revisión de guillotina.	Operario
Acumulador	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Diaria	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Operario
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Diaria	Revisar estado de mangueras neumáticas.	Operario
	Limpieza e inspección de horquilla de acople de transmisión de polín de ingreso.	Diaria	Limpieza e inspección de horquilla de acople.	Operario
	Limpieza y lubricación (grasa liquida) de sin fin de regulación de polines e inspección de estado de polines en general.	Diaria	Limpieza y lubricación (grasa liquida) de sin fin de regulación de polines.	Operario
	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Diaria	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Operario
	Limpieza y lubricación (grasa liquida) de gusano de regulación de la guía de entrada.	Diaria	Limpieza y lubricación gusano de regulación de la guía de entrada.	Operario
Formador	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Diaria	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Operario
	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos.	Operario
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Diaria	Revisar fugas en cajas reductoras.	Operario
	Limpieza y engrase de acople de engranaje (ep2) (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de acople de engranaje.	Operario
	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Diaria	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Operario
	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores.	Operario
Soldador	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Diaria	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Operario
	Limpieza y lijado de superficies de contacto de bobina y puño de soldadura.	Diaria	Limpieza y lijado de superficies de contacto.	Operario
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Diaria	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Operario
Refrigeración	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Diaria	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Operario
	Limpieza, engrase de correderas y mecanismos de scarfing.	Diaria	Limpieza, engrase de correderas.	Operario
	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Diaria	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Operario
Calibrador	Limpieza de gusano de regulador de polines superiores de la canoa.	Diaria	Limpieza de gusano de regulador.	Operario
	Limpieza de motor agitador de soluble.	Diaria	Limpieza de motor agitador de soluble.	Operario
	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Diaria	Limpieza de rodamientos de dados móvil y fijo.	Operario
Turcos	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos).	Operario
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Diaria	Revisar fugas en cajas reductoras.	Operario
Carro de corte	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Diaria	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Operario
	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Diaria	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Operario
	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Diaria	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Operario
Acelerador	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Diaria	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Operario
	Limpieza y revisión de rueda de encoder.	Diaria	Limpieza y revisión de rueda de encoder.	Operario
	Limpieza de rieles y bancada.	Diaria	Limpieza de rieles y bancada.	Operario
Mesa de salida	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Diaria	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Operario
	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Diaria	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Operario
	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Diaria	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Operario
Mesa de salida	Engrase de chumaceras.	Diaria	Engrase de chumaceras.	Operario
	Revisión de fajas.	Diaria	Revisión de fajas.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Diaria	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Operario
Mesa de salida	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Diaria	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Operario
	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Diaria	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Operario
	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Diaria	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Operario
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Diaria	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Operario

Nota. - En el cuadro se detalla las 48 actividades que se van a desarrollar en el mantenimiento autónomo total (TPM), esta propuesta nace con la finalidad de mejorar el índice de producción de las máquinas de conformados, esta aplicación de propuesta se realiza por los operarios en un lapso de 2h diarias de 7:00 am hasta las 9:00 am.

En la tabla 6; se detalla las 48 actividades que se van a desarrollar en el mantenimiento autónomo total (TPM), esta propuesta nace con la finalidad de mejorar el índice de producción de las máquinas de conformados, esta aplicación de propuesta se realiza por los operarios en un lapso de 2h diarias de 7:00 am hasta las 9:00 am.

3.2.2.5 Mantenimiento Preventivo

La empresa TUPEMESA deberá determinar el mantenimiento preventivo de la herramienta propuesta, el mantenimiento autónomo del TPM, que debe implicar la dotación de infraestructura física con el objetivo de prevenir posibles fallas y evitar paradas forzadas que afecten la producción. Al prevenir estas fallas de manera oportuna, generalmente nos proporciona el estado de cada equipo mediante una evaluación visual basada en la vida útil de cada equipo, o la conveniencia de modificar o instalar el equipo. Para el mantenimiento autónomo, la formación consta de la formación en mantenimiento autónomo, que consta de 4 módulos.

Figura 18

Incisos para las capacitaciones de mantenimiento autónomo.

INCISOS
I01: Mantenimiento de rodillos
I02: Mantenimiento de conformadores
I03: Mantenimiento de la cadena cinemática
I04: Mantenimiento en el aumento de aceite y grasas

Fuente: Elaboración empresa TUPEMESA.

Las charlas formativas de los mecánicos en el mantenimiento autónomo deberán ser evaluados, tanto de forma escrita y en las tareas asignadas, los conocimientos adquiridos tras cada charla formativa deben describir la nueva forma de trabajo en función al TPM. De esta forma se puede mostrar cuántos colaboradores son capaces de recibir conocimientos sin problemas y con mayor facilidad. En este caso, los trabajadores que pueden obtener una capacitación de dominio rápido y los trabajadores que no tienen una capacitación de dominio rápida se dividen para que aquellos con mayor capacidad puedan enseñar a aquellos que aún no la tienen.

Los nombramientos de personal se programarán un día antes del inicio de la nueva unidad o departamento durante el período anterior. De esta manera, durante un período de tiempo se deberá realizar capacitación en el área de trabajo, los colaboradores del área de mantenimiento enseñarán a los operadores que no los conocen, los diferentes principios de funcionamiento de los equipos y utilizando el manual de actividades que les enseñará todas las actividades que deben transmitirse.

Una vez finalizado el aprendizaje y la formación, se certifica el nivel de habilidad adquirido por el colaborador. En este sentido se utilizará el formato N°01: Análisis de habilidades TPM requeridas y disponibles, con este formato se realizará el análisis de acuerdo con las habilidades que poseen los colaboradores al realizar las actividades. Todo esto funciona porque es parte del análisis del supervisor para premiar al equipo ganador, es decir, si se transmite más actividad se puede lograr el objetivo del mantenimiento autónomo. Luego del período de 3 meses, los datos y registros obtenidos se utilizarán para monitorear y desarrollar a nivel de conocimientos a los colaboradores. Los colaboradores del comité de TPM serán los responsables del seguimiento de estos componentes.

Formato 1: Análisis de Habilidades TPM Requeridas/ Disponibles

A continuación, puede ver un formato diseñado para evaluar las habilidades de los colaboradores. Para lograr este objetivo se divide en tres partes: operaciones, mantenimiento preventivo, limpieza y otras actividades. Nuevamente, a través del comité de TPM, se determinaron los niveles de habilidades requeridos, como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 7

Programa de Mantenimiento preventivo propuesto para las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP.

Componente	Actividad	Frecuencia	Actividades Complementarias	Encargado
Desenrollador	Detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Semanal	Revisar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Semanal	Revisar la limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Semanal	Revisar la limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Mecánicos
Punto y cola	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Semanal	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Mecánicos
	Engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Semanal	Revisar el engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de peeler.	Semanal	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza entrada.	Semanal	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza salida.	Semanal	Limpieza y revisión de mordaza salida.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de guillotina.	Semanal	Limpieza y revisión de guillotina.	Mecánicos
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Semanal	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Mecánicos
Acumulador	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Semanal	Revisar estado de mangueras neumáticas.	Mecánicos
	Limpieza e inspección de horquilla de acople de transmisión de polín de ingreso.	Semanal	Limpieza e inspección de horquilla de acople.	Mecánicos
	Limpieza y lubricación de sin fin de regulación de polines e inspección de estado de polines en general.	Semanal	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de sin fin de regulación de polines.	Mecánicos
Formador	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Semanal	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Mecánicos
	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de gusano de regulación de la guía de entrada.	Semanal	Limpieza y lubricación gusano de regulación de la guía de entrada.	Mecánicos
	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Semanal	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos	Semanal	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos.	Mecánicos
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Semanal	Revisar fugas en cajas reductoras.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de acople de engranaje	Semanal	Limpieza y engrase de acople de engranaje.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Semanal	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Mecánicos
Soldador	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores.	Semanal	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores.	Mecánicos
	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Semanal	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Mecánicos
	Limpieza y lijado de superficies de contacto de bobina y puño de soldadura.	Semanal	Limpieza y lijado de superficies de contacto.	Mecánicos
Refrigeración	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Semanal	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Mecánicos
	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Semanal	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Mecánicos
	Limpieza, engrase de correderas y mecanismos de scarfing.	Semanal	Limpieza, engrase de correderas.	Mecánicos
Calibrador	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Semanal	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Mecánicos
	Limpieza de gusano de regulador de polines superiores de la canoa.	Semanal	Limpieza de gusano de regulador.	Mecánicos
	Limpieza de motor agitador de soluble	Semanal	Limpieza de motor agitador de soluble.	Mecánicos
Turcos	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Semanal	Limpieza de rodamientos de dados móvil y fijo.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Semanal	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos).	Mecánicos
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Semanal	Revisar fugas en cajas reductoras.	Mecánicos
Carro de corte	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Semanal	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Mecánicos
	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Semanal	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Mecánicos
	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Semanal	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Mecánicos
Acelerador	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Semanal	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de rueda de enconder.	Semanal	Limpieza y revisión de rueda de enconder.	Mecánicos
	Limpieza de rieles y bancada.	Semanal	Limpieza de rieles y bancada.	Mecánicos
Mesa de salida	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Semanal	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Mecánicos
	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Semanal	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Mecánicos
	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Semanal	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Mecánicos
Mesa de salida	Engrase de chumaceras.	Semanal	Engrase de chumaceras.	Mecánicos
	Revisión de fajas.	Semanal	Revisión de fajas.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Semanal	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Mecánicos
Mesa de salida	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Semanal	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Mecánicos
	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Semanal	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Mecánicos
	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Semanal	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Mecánicos
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Semanal	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Mecánicos

Nota. - En el cuadro se detalla las 48 actividades que se van a desarrollar en el mantenimiento autónomo total (TPM), esta propuesta nace con la finalidad de mejorar el índice de producción de las máquinas de conformados, esta aplicación de propuesta se realiza por los mecánicos en un lapso de 2h semanales, los sábados de 5pm hasta las 7 pm.

En la tabla 7; se detalla las 48 actividades que se van a desarrollar en el mantenimiento autónomo total (TPM), esta propuesta nace con la finalidad de mejorar el índice de producción de las máquinas de conformados, esta aplicación de propuesta se realiza por los mecánicos en un lapso de 2h semanales, los sábados de 5pm hasta las 7 pm.

3.2.2.6 Costo de la implementación del proyecto

En el costo de implementación del proyecto de mantenimiento autónomo TPM para las tres máquinas de conformados 2KU, MK1 y MEP de la empresa TUPEMESA, se incluyó el costo solo del proceso de implementación del mantenimiento autónomo y se excluyó el costo de las materias primas, como también los insumos básicos en el proceso de producción.

a) Recursos humanos

Tabla 8

Recursos humanos

cantidad	Empleados	Costo por mes s/	Nº de meses	Costo total
1	Mejía Huamaní, Luis Enrique (metodólogo)	S/ 2000	1	S/ 2000
27	Operarios	S/ 2000	1	S/ 54000
6	Mecánicos	S/ 2000	1	S/ 12000
2	Especialista	S/ 3000	1	S/ 6000
			Subtotal (1)	S/74000

En la tabla 8; se detalla los recursos humanos necesarios en la aplicación de la metodología, para esta ejecución del mantenimiento se necesita 27 operarios, 6 mecánicos y un especialista dedicado a la aplicación, difusión y capacitación, para ello se propone una cantidad de S/ 74000 soles, distribuidos tal como se detalla en el cuadro.

b) Recursos materiales

Tabla 9

Recursos materiales

Clasificador de gastos	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Memoria USB	2	S/ 40	S/80
2	resaltador	36	S/ 4	S/144
3	lapiceros	36	S/ 1	S/36
4	Tinta de impresora	1	S/ 60	S/60
5	Papel bond	2	S/ 30	S/60
6	correctores	36	S/ 2	S/ 72
7	Anuncios del mantenimiento	3	s/ 20	s/60
8	Guía del mantenimiento	36	s/ 10	s/360
9	Cuaderno de notas	36	s/ 5	s/180
			Subtotal (2)	S/1052

En la tabla 9; se detalla los recursos materiales necesarios en la aplicación de la metodología, en estos recursos nos permitirán realizar los registros de producción fallas en el sistema de producción.

c) Servicios empleados

Tabla 10

Servicios empleados

Clasificador de gastos	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	asesoría	1 meses	S/ 500	S/500
2	internet	1 meses	S/ 120	S/120
			Subtotal (3)	S/620

En la tabla 10; se detalla los servicios empleados necesarios en la aplicación de la metodología.

Tabla 11*Total de recursos empleados en la implementación del TPM*

SUBTOTALES	IMPORTE S/
Subtotal (1)	S/ 74000
Subtotal (2)	S/ 1052
Subtotal (3)	S/ 620
total	S/ 75672

En la tabla 11; se detalla la cantidad total que necesitaremos para la aplicación de la metodología TPM, este asciende a S/ 75672 soles.

3.3 Resultados

Para realizar la comparación de resultados de la aplicación de un mantenimiento autónomo TPM a las máquinas de conformados de tubos, se analizarán los resultados de producción del mes de setiembre del 2023 y se comparan con la producción del mes de octubre del 2023, que es el periodo por el cual se aplicó esta investigación.

Tabla 12*Productos que produce las máquinas de conformados, TUPEMESA- Lurín.*

MAQ	PRODUCTO/FAMILIA	CONCAT	TONELADAS/HORA
MK1	RT 1 1/2X1/2	MK1 RT 1 1/2X1/2	3.27
MK1	CD 25	MK1 CD 25	3.23
MK1	CD 15	MK1 CD 15	3.24
MK1	CD 20	MK1 CD 20	3.39
MK1	CD ¾	MK1 CD ¾	3.24
2KU	CD 30	2KU CD 30	3.31
2KU	CD 7/8	2KU CD 7/8	3.54
2KU	RD 1	2KU RD 1	3.61
2KU	RD 1 ½	2KU RD 1 ½	3.54
2KU	RD 1 1/8	2KU RD 1 1/8	3.53
2KU	RD ½	2KU RD ½	3.36
MEP	RD 1/2 LAC	MEP RD 1/2 LAC	2.52
MEP	RD ¾	MEP RD ¾	3.40
MEP	RD 7/8	MEP RD 7/8	3.38
MEP	RD OD 1	MEP RD OD 1	3.29
MEP	RT 30X20	MEP RT 30X20	3.24
MEP	RT 40X20	MEP RT 40X20	3.24

Nota: Productos que producen las máquinas de conformados, según los pedidos pueden ser LAC, LAF, GAL. Fuente: Empresa TUPEMESA.

Como podemos apreciar en la tabla 8 los tipos de producto que produce las máquinas de conformados (2KU, MK1, MEP), en la empresa TUPEMESA- Lurín. (ver anexo 4)

Tabla 13

Unidades producidas por las máquinas de conformados, en la empresa TUPEMESA- Lurín, en el mes de setiembre.

Tipo de Máquina	Cantidad producida	Unidad de medida	Precio Unitario (dólares)	Precio Total (dólares)
2KU	8502	Unidades	4.68	39789.36
MK1	8040	Unidades	4.68	376272.0
MEP	7473	Unidades	3.84	28696.32
TOTAL	24015	Unidades		

Nota: índice de producción de las máquinas de conformados 2KU, MK1 y MEP. Fuente: Empresa TUPEMESA.

En la tabla 9, podemos observar el índice de rendimiento y la cantidad de productos de las máquinas de conformados, en la empresa TUPEMESA- Lurín, en el mes de setiembre; este índice de rendimiento bajo de las máquinas no es por el bajo pedido que tiene la empresa, sino porque las máquinas operativamente no tienen buen mantenimiento autónomo y generalmente sufren patrones, al momento de detectarse las fallas internas. (Ver anexo 5)

3.3.1 Comparación de los mantenimientos preventivos de los equipos críticos.

3.3.1.1 Diseñar un plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín.

Tabla 14

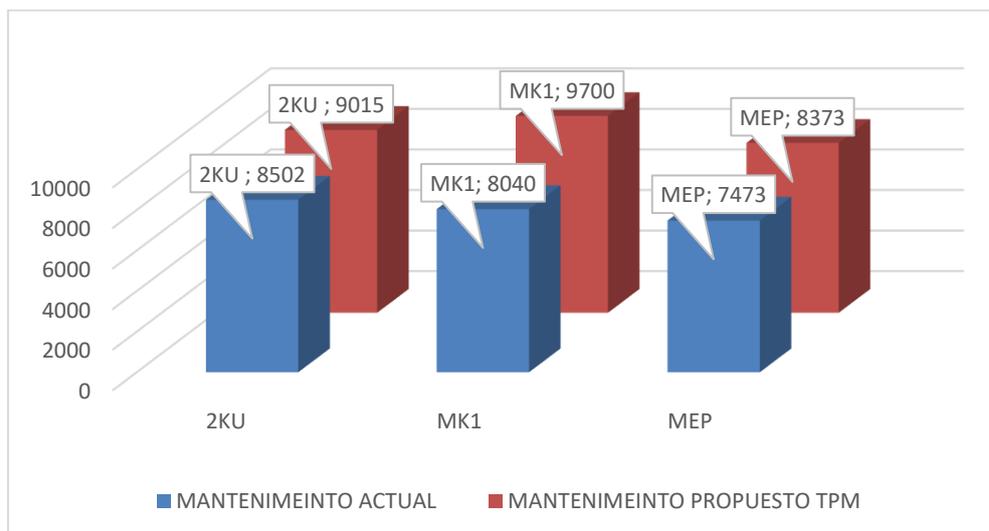
Comparación de rendimiento en las líneas de producción

MÁQUINA	MANTENIMIENTO ACTUAL	MANTENIMIENTO PROPUESTO TPM	AUMENTO PORCENTUAL
2KU	8502 unidades	9015 unidades	6.03%
MK1	8040 unidades	9700 unidades	20.6%
MEP	7473 unidades	8373 unidades	12.04%
TOTAL	24015 unidades	27088 unidades	12.8%

En la tabla 14, podemos visualizar respecto a la máquina 2KU, hay un aumento de producción de 8502 unidades a 9015 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 6.03%, respecto a la máquina MK1, hay un aumento de producción de 8040 unidades a 9700 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 20.6% y respecto a la máquina MEP, hay un aumento de producción de 7473 unidades a 8373 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 12.04%; esto indica que la aplicación del mantenimiento propuesto TPM, aumenta el índice de producción y por lo tanto el índice de rentabilidad de la empresa TUPEMESA en forma general este aumentó en 12.8%.

Figura 19

Rendimiento de las líneas de producción de las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP.



En la figura 19, podemos visualizar respecto a la máquina 2KU, hay un aumento de producción de 8502 unidades a 9015 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 6.03%, respecto a la máquina MK1, hay un aumento de producción de 8040 unidades a 9700 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 20.6% y respecto a la máquina MEP, hay un aumento de producción de 7473 unidades a 8373 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 12.04%; esto indica que la aplicación del mantenimiento propuesto TPM, aumenta el índice de producción y por lo tanto el índice de rentabilidad de la empresa TUPEMESA en forma general este aumentó en 12.8% (Ver anexo 5 y 6).

3.3.1.2 Implementar un plan de mantenimiento autónomo en base a las actividades de verificación, seguridad, arranque de máquina, limpieza y lubricación de las máquinas conformadoras.

Tabla 15

Comparación del mantenimiento en base a diferentes actividades.

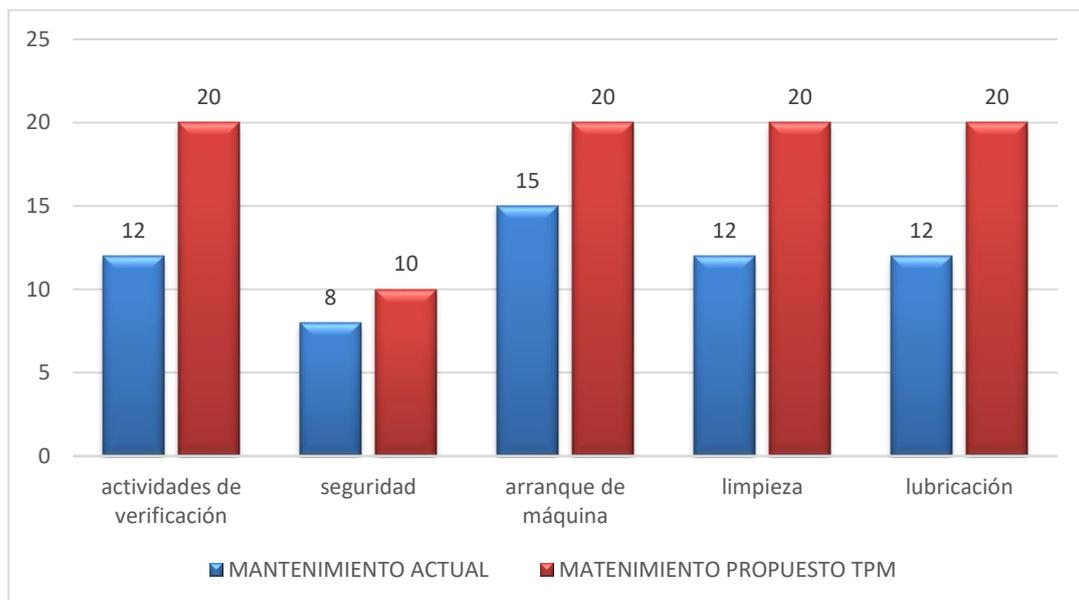
ACTIVIDADES REALIZADAS	MANTENIMIENTO ACTUAL	MATENIMIENTO PROPUESTO TPM	AUMENTO PORCENTUAL
Actividades de verificación	12	20	66.6%
Seguridad	8	10	25%
Arranque de máquina	15	20	33.3%
Limpieza	12	20	66.6%
Lubricación	12	20	66.6%

Nota: En la tabla se analiza los valores de las actividades realizadas en el setiembre y octubre.

En la tabla 11, podemos visualizar la comparación del mantenimiento en base a las diferentes actividades realizadas por el mantenimiento actual y la propuesta de mantenimiento TPM, respecto a las actividades de verificación aumentó de 12 a 20, respecto a la seguridad de 8 a 10, respecto al arranque de máquinas aumento de 15 a 20, respecto a la limpieza un aumento de 12 a 20 y respecto a la lubricación un aumento de 12 a 20 operaciones mensuales.

Figura 20

Comparación del mantenimiento en base a diferentes actividades.



Nota: En la figura se analiza los resultados de las actividades.

En la figura 20, podemos visualizar la comparación del mantenimiento en base a diferentes actividades entre el mantenimiento actual y la propuesta de mantenimiento TPM, respecto a las actividades de verificación aumentó de 12 a 20 operaciones mensuales éste representa un incremento del 66.6%, respecto a la seguridad de 8 a 10 operaciones mensuales éste representa un incremento del 25%, respecto al arranque de máquinas aumento de 15 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del 33.3%, respecto a la limpieza un aumento de 12 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del 66.6% y respecto a la lubricación un aumento de 12 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del en 66.6% (ver anexo 7 y 8).

3.3.1.3 Evaluar el nivel de aplicación en los registros y fichas técnicas del plan de mantenimiento autónomo en los estándares de seguridad, arranque de máquina, lubricación y limpieza.

Tabla 16

Comparación en los registros y fichas técnicas.

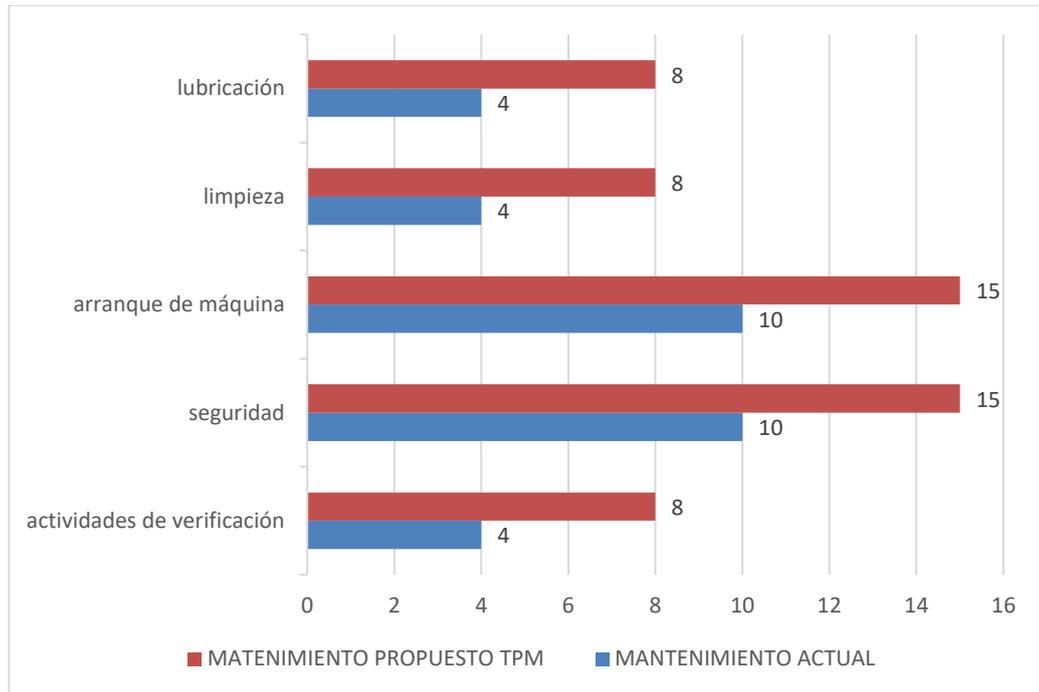
REGISTROS Y FICHAS TÉCNICAS	MANTENIMIENTO ACTUAL	MATENIMIENTO PROPUESTO TPM
actividades de verificación	4	8
Seguridad	10	15
arranque de máquina	10	15
Limpieza	4	8
Lubricación	4	8

Nota: En la tabla se observa el índice de aplicación de la propuesta de TPM, respecto al anterior.

En la tabla 16, podemos visualizar la comparación de las fichas y registros del mantenimiento en base a diferentes actividades entre el mantenimiento actual y la propuesta de mantenimiento TPM, respecto a las actividades de verificación aumentó de 4 a 8 operaciones, respecto a la seguridad aumentó de 10 a 15 operaciones, respecto al arranque de máquinas aumentó de 10 a 15 operaciones, respecto a la limpieza aumentó de 4 a 8 operaciones y respecto a la lubricación aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales.

Figura 21

Comparación en los registros y fichas técnicas.



Nota: En la figura se observa los valores de la aplicación de la propuesta de TPM, respecto al anterior.

En la figura 21, podemos visualizar la comparación de las fichas y registros del mantenimiento en base a diferentes actividades entre el mantenimiento actual y la propuesta de mantenimiento TPM, esta comparación se realizó entre el periodo de setiembre y octubre, respecto a las actividades de verificación aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales, respecto a la seguridad aumentó de 10 a 15 operaciones mensuales respecto al arranque de máquinas aumentó de 10 a 15 operaciones mensuales; respecto a la limpieza aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales y respecto a la lubricación aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales. (ver anexo 9).

CONCLUSIONES

Conclusión 1: Diseñamos una implementación de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA; donde obtuvimos los siguientes resultados según respecto a la máquina 2KU, hay un aumento de producción de 8502 unidades a 9015 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 6.03%, respecto a la máquina MK1, hay un aumento de producción de 8040 unidades a 9700 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 20.6% y respecto a la máquina MEP, hay un aumento de producción de 7473 unidades a 8373 unidades esto indica que la producción respecto al mantenimiento inicial aumentó en 12.04%; esto indica que la aplicación del mantenimiento propuesto TPM, aumenta el índice de producción y por lo tanto el índice de rentabilidad de la empresa TUPEMESA en forma general este aumentó en 12.8%.

Conclusión 2: Implementamos un plan de mantenimiento autónomo en base a las actividades de verificación, seguridad, arranque de máquina, limpieza y lubricación; respecto a las actividades de verificación aumentó de 12 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del 66.6%, respecto a la seguridad de 8 a 10 operaciones mensuales este representa un incremento del 25%, respecto al arranque de máquinas aumentó de 15 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del 33.3%, respecto a la limpieza un aumento de 12 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del 66.6% y respecto a la lubricación un aumento de 12 a 20 operaciones mensuales este representa un incremento del 66.6%.

Conclusión 3: Evaluamos el nivel de aplicación en los registros y fichas técnicas del plan de mantenimiento autónomo en los registros y fichas técnicas para estándares de seguridad, arranque de máquina, lubricación y limpieza, esta comparación se realizó entre el periodo de setiembre y octubre, respecto a las actividades de verificación aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales, respecto a la seguridad aumentó de 10 a 15 operaciones mensuales respecto al arranque de máquinas aumentó de 10 a 15 operaciones mensuales; respecto a la limpieza aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales y respecto a la lubricación aumentó de 4 a 8 operaciones mensuales.

RECOMENDACIONES

Considerando la importancia de este estudio y con base en los resultados obtenidos, se hacen algunas recomendaciones al personal y gerentes de mantenimiento para optimizar los procesos productivos en la industria, ya que la producción y el mantenimiento de los equipos están estrechamente relacionados con el propósito de la entrega. Buena calidad para clientes externos, para ello se hacen las siguientes recomendaciones

El departamento de administración y producción debe:

1.- Capacitar a los colaboradores en general, en la aplicación de la metodología TPM; debido a que es importante contar con el compromiso y participación de todos los trabajadores, de esta manera se podrá mejorar el índice de rendimiento de las maquinas.

2.- Modificar el diseño de la estructura del mantenimiento autónomo actual, aplicando el diseño del TPM; con la finalidad de mejorar las actividades básicas de control.

3.- Modificar el diseño de los registros y fichas actuales, diseñando otro que se ajusten al TPM, con la finalidad de mejorar el control de las actividades básicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta López, A., Rivas Trujillo, E., & Salcedo Parra, O. (2019). *Investigación de operaciones* (Primera edición). Ecoe Ediciones.
- Alfonso, L. (2019). *Propuesta para la implementación de un Plan de Mantenimiento Autónomo Caso de estudio: Línea de Clavo Prensado Emcoclavos S.A.S.* Universidad ECCI.
- Arata Andreani, A. (2020). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales: Aplicación de la plataforma R-MES*. RIL editores.
- Ayneto Gubert, X. (2019). *Mecánica del medio continuo en la ingeniería: Teoría y problemas resueltos* (Reedición). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Besa González, A. José., & Carballeira Morado, J. (2018). *Diagnóstico y corrección de fallos de componentes mecánicos (2a. Ed.)*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Ccoyo Castillo, C. J. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Inversiones Millma Perú SAC.* universidad tecnologica del peru.
- Enriquez Palomino, A., Sánchez Rivero, J. M., & Martín Blanco, V. (2019). *Seguridad industrial: Puesta en servicio, mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones*. Fundación Confemetal.
- Gamarra Torres, P. A. (2022). *diseño de un plan de mantenimiento productivo total para incrementar la operatividad de las máquinas en la empresa Trapani Cultivares Del Perú, AÑO 2022*. universidad privada del norte.
- Herrera Sánchez, E. (2020). *La Documentación de proyectos en la carrera de ingeniería mecánica*. Editorial Feijóo.
- Hibbeler, R. (2021). *Ingeniería mecánica*. Pearson Educación.

- Jiménez Raya, F. (2021). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. IC Editorial.
- Lahera Sánchez, A. (2019). *Diseño tecnológico y proceso de trabajo*. Miño y Dávila.
- Linarez González, V. (2020). *Diagnóstico de averías y mantenimiento correctivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. IC Editorial.
- Martínez Parodis, D. A. (2020). *Implementación de los pilares de mantenimiento autónomo (paso 0) y mantenimiento planeado (paso 1) de mantenimiento productivo total (tpm) en el área de prensas y planta 1 de la empresa c.i. COLAUTO S.A.S. universidad de Antioquia*.
- Medrano Márquez, J. Á., & González Ajuech, V. L. (2019). *Mantenimiento*. Grupo Editorial Patria.
- Morillo León, C. A. (2020). *Aplicación del mantenimiento autónomo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018. universidad cesar vallejo*.
- Sánchez Pérez, Á. María. (2019). *Mecánica para ingenieros*. Dextra Editorial.
- Solarte Arango, D. M. (2022). *Estandarización e implementación del pilar mantenimiento autónomo (paso 0-1), pilar mantenimiento planeado (paso 1) y apoyo en procesos de ingeniería de mantenimiento productivo total (TPM)*. universidad de Antioquia.
- Zumba Rivera, R. (2020). *Ingeniería mecánica: diseño de sistemas y tecnologías*. Ediciones Abya-Yala.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LAS MÁQUINAS CONFORMADORAS DE TUBOS EN LA EMPRESA TUPEMESA, LURÍN"				
Problemas De La investigación	Objetivos De La investigación	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿Como Diseñar un plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín?	Diseñar un plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín.	Mantenimiento autónomo TPM	Pilares del Mantenimiento autónomo	<ul style="list-style-type: none"> • 5s. • Inspección general. • Inspección autónoma. • Mantenimiento preventivo.
¿Como Implementar un plan de mantenimiento autónomo en base a las actividades de verificación, seguridad, arranque de máquina, limpieza y lubricación de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín?	Implementar un plan de mantenimiento autónomo en base a las actividades de verificación, seguridad, arranque de máquina, limpieza y lubricación de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín 2023.		Plan de mantenimiento autónomo	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de verificación. • Seguridad. • Arranque de máquina. • Limpieza.
¿Como evaluar el nivel de aplicación de los registros y fichas técnicas del plan de mantenimiento autónomo en los estándares de seguridad, arranque de máquina, lubricación y limpieza de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín?	Evaluar el nivel de aplicación de los registros y fichas técnicas del plan de mantenimiento autónomo en los estándares de seguridad, arranque de máquina, lubricación y limpieza de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín.		Registros y fichas técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de actividades. • Fichas técnicas.

Anexo 2. Programa de mantenimiento autónomo propuesto para las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP

Componente	Actividad	Frecuencia	Actividades Complementarias	Encargado
Desenrollador	Detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Diaria	Revisar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Operario
	Limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Diaria	Revisar la limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Operario
	Limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Diaria	Revisar la limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Operario
Punto y cola	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Diaria	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Operario
	Engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Diaria	Revisar el engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de peeler.	Diaria	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza entrada.	Diaria	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza salida.	Diaria	Limpieza y revisión de mordaza salida.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores de guillotina.	Diaria	Limpieza y revisión de guillotina.	Operario
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Diaria	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Operario
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Diaria	Revisar estado de mangueras neumáticas.	Operario
Acumulador	Limpieza e inspección de horquilla de acople de transmisión de polín de ingreso.	Diaria	Limpieza e inspección de horquilla de acople.	Operario
	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de sin fin de regulación de polines e inspección de estado de polines en general.	Diaria	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de sin fin de regulación de polines.	Operario
Formador	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Diaria	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Operario
	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de gusano de regulación de la guía de entrada.	Diaria	Limpieza y lubricación gusano de regulación de la guía de entrada.	Operario

	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Diaria	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Operario
	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos.	Operario
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Diaria	Revisar fugas en cajas reductoras.	Operario
	Limpieza y engrase de acople de engranaje (ep2) (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de acople de engranaje.	Operario
	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Diaria	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Operario
	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores.	Operario
	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Diaria	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Operario
	Limpieza y lijado de superficies de contacto de bobina y puño de soldadura.	Diaria	Limpieza y lijado de superficies de contacto.	Operario
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Diaria	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Operario
Soldador	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Diaria	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Operario
	Limpieza, engrase de correderas y mecanismos de scarfing.	Diaria	Limpieza, engrase de correderas.	Operario
	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Diaria	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Operario
Refrigeración	Limpieza de gusano de regulador de polines superiores de la canoa.	Diaria	Limpieza de gusano de regulador.	Operario
	Limpieza de motor agitador de soluble.	Diaria	Limpieza de motor agitador de soluble.	Operario
	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Diaria	Limpieza de rodamientos de dados móvil y fijo.	Operario
Calibrador	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Diaria	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos).	Operario
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Diaria	Revisar fugas en cajas reductoras.	Operario

	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Diaria	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Operario
Turcos	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Diaria	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Operario
	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Diaria	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Operario
Carro de corte	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Diaria	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Operario
	Limpieza y revisión de rueda de encoder.	Diaria	Limpieza y revisión de rueda de encoder.	Operario
	Limpieza de rieles y bancada.	Diaria	Limpieza de rieles y bancada.	Operario
	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Diaria	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Operario
	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Diaria	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Operario
Acelerador	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Diaria	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Operario
	Engrase de chumaceras.	Diaria	Engrase de chumaceras.	Operario
	Revisión de fajas.	Diaria	Revisión de fajas.	Operario
	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Diaria	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Operario
	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Diaria	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Operario
Mesa de salida	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Diaria	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Operario
	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Diaria	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Operario
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Diaria	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Operario

Anexo 3. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para las máquinas de conformados 2KU, MK1, MEP

Componente	Actividad	Frecuencia	Actividades Complementarias	Encargado
Desenrollador	Detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Semanal	Revisar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Semanal	Revisar la limpieza y engrase de casquetes (ep2).	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Semanal	Revisar la limpieza y revisión de 4 sensores de giro.	Mecánicos
	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Semanal	Revisar nivel de aceite, detectar fugas centrales hidráulica y conexiones hidráulicas.	Mecánicos
Punto y cola	Engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Semanal	Revisar el engrase de guías de desplazamiento de peeler.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de peeler.	Semanal	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza entrada.	Semanal	Limpieza y revisión de 2 sensores.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de mordaza salida.	Semanal	Limpieza y revisión de mordaza salida.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 2 sensores de guillotina.	Semanal	Limpieza y revisión de guillotina.	Mecánicos
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Semanal	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Mecánicos
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Semanal	Revisar estado de mangueras neumáticas.	Mecánicos
Acumulador	Limpieza e inspección de horquilla de acople de transmisión de polín de ingreso.	Semanal	Limpieza e inspección de horquilla de acople.	Mecánicos
	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de sin fin de regulación de polines e inspección de estado de polines en general.	Semanal	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de sin fin de regulación de polines.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Semanal	Limpieza y revisión de 3 sensores de vuelta.	Mecánicos
Formador	Limpieza y lubricación (grasa líquida) de gusano de regulación de la guía de entrada.	Semanal	Limpieza y lubricación gusano de regulación de la guía de entrada.	Mecánicos

	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Semanal	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Semanal	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos.	Mecánicos
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Semanal	Revisar fugas en cajas reductoras.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de acople de engranaje (ep2) (limpiar exceso de grasa).	Semanal	Limpieza y engrase de acople de engranaje.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Semanal	Limpieza y engrase de dados de 2 ejes soldadores inferiores.	Mecánicos
	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores (limpiar exceso de grasa).	Semanal	Limpieza y engrase de correderas y mecanismos de desplazamiento de rodillos soldadores.	Mecánicos
	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Semanal	Limpieza e inspección completa de teflón desde la trompa hasta el puño.	Mecánicos
	Limpieza y lijado de superficies de contacto de bobina y puño de soldadura.	Semanal	Limpieza y lijado de superficies de contacto.	Mecánicos
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Semanal	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Mecánicos
Soldador	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Semanal	Limpieza de cilindros e inspección de fugas de aire.	Mecánicos
	Limpieza, engrase de correderas y mecanismos de scarfing.	Semanal	Limpieza, engrase de correderas.	Mecánicos
	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Semanal	Detección de fugas en el circuito de refrigeración de soluble.	Mecánicos
Refrigeración	Limpieza de gusano de regulador de polines superiores de la canoa.	Semanal	Limpieza de gusano de regulador.	Mecánicos
	Limpieza de motor agitador de soluble	Semanal	Limpieza de motor agitador de soluble.	Mecánicos
	Limpieza y engrase (ep2) de rodamientos de dados móvil y fijo.	Semanal	Limpieza de rodamientos de dados móvil y fijo.	Mecánicos
Calibrador	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos (limpiar exceso de grasa).	Semanal	Limpieza y engrase de crucetas y acoples cardánicos).	Mecánicos
	Revisar fugas en cajas reductoras.	Semanal	Revisar fugas en cajas reductoras.	Mecánicos

Turcos	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Semanal	Limpieza y engrase de acople de grilla (ep2).	Mecánicos
	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Semanal	Engrase de dados turcos fijo y móvil.	Mecánicos
Carro de corte	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Semanal	Revisión de nivel de aceite de central hidráulica.	Mecánicos
	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Semanal	Purgar y lubricar unidad de mantenimiento.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de rueda de enconder.	Semanal	Limpieza y revisión de rueda de enconder.	Mecánicos
	Limpieza de rieles y bancada.	Semanal	Limpieza de rieles y bancada.	Mecánicos
	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Semanal	Limpieza y revisión de sensores de carro (3).	Mecánicos
	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Semanal	Limpieza y revisión de motor acelerador.	Mecánicos
Acelerador	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Semanal	Limpieza de acelerador, retirar viruta y dejar libres polines.	Mecánicos
	Engrase de chumaceras.	Semanal	Engrase de chumaceras.	Mecánicos
	Revisión de fajas.	Semanal	Revisión de fajas.	Mecánicos
Mesa de salida	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Semanal	Limpieza y revisión de 2 sensores (zona de descarga).	Mecánicos
	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Semanal	Limpieza e inspección de perfil y polines de botador.	Mecánicos
	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Semanal	Purgar y lubricar 2 unidades de mantenimiento de mesa de salida.	Mecánicos
	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Semanal	Purgar y lubricar 3 unidades de mantenimiento de cama de soplado.	Mecánicos
	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Semanal	Revisar estado de mangueras neumáticas y fugas de aire en componentes neumáticos.	Mecánicos

Anexo 4. Lista de productos de las máquinas 2KU, MK1, MEP

TUPEMESA		TOLERANCIAS TUPEMESA		CODIGO	VERSION	
				FECHA	REVISIA	
				RED	PÁGINA	
TUBOS LAC						
DIÁMETRO TUBOS RD			REVIRAMIENTO			
TUBOS REDONDOS LAC (*)				Longitud del lado más largo, mm (pulg)	Distancia máxima (mm)	
Diámetro		Tolerancia (mm)		≤ 38.1 (1 ½")	1.39	
Pulg.	mm	Min	Máx	38.1 a 63.5 (1 ½" a 2 ½")	1.72	
1/2"	21.30	21.00	21.70	63.5 a 101.6 (2 ½" a 4")	2.09	
3/4"	26.90	26.40	27.10	101.6 a 152.4 (4" a 6")	2.42	
1"	33.70	33.20	34.00			
1 1/4"	42.40	41.90	42.70			
1 1/2"	48.30	47.80	48.60			
2"	60.30	59.60	60.70			
2 1/2" ISO	76.10	75.20	76.30			
2 1/2"ASTM	73.00	72.27	73.73			
3"	88.90	87.90	89.40			
4"	114.30	113.00	114.90			
LADOS TUBOS CD Y RT			RECTITUD			
TUBOS CUADRADOS Y RECTANGULARES LAC (*)				Largo nominal (mm)	Flecha máxima (mm)	
Lado		Tolerancia (mm)		1000	2.08	
Pulg.	mm	Min	Máx	4900	10.2	
1"	25.40	24.89	25.91	5200	10.8	
1 1/4"	31.75	31.24	32.26	6000	12.5	
1 1/2"	38.10	37.59	38.61	6400	13.3	
2"	50.80	50.29	51.31	6600	13.7	
-	40.00	39.49	40.51	7200	15.0	
-	50.00	49.49	50.51			
-	60.00	59.49	60.51			
-	70.00	69.36	70.64			
-	75.00	74.36	75.64			
-	80.00	79.36	80.64			
-	100.00	99.24	100.76			
-	150.00	148.50	151.50			
LADOS TUBOS OVALADOS			ESPEORES +/- 10% ESPESOR NOMINAL			
TUBOS OVALADOS - TRAMPILLA LAC				Tubos laminados en caliente (LAC)		
Medida caras (mm)		Tolerancia (mm)		Espeor nominal (mm)	Tolerancias (mm)	
		Min	Máx.		Min	Máx
30.00		29.00	31.00	1.20	1.08	1.32
14.00		13.00	15.00	1.50	1.35	1.65
				1.80	1.62	1.98
				2.00	1.80	2.20
				2.30	2.07	2.53
				2.50	2.25	2.75
				3.00	2.70	3.30
				4.00	3.60	4.40
				5.00	4.50	5.50
			OTRAS TOLERANCIAS			
TUBOS LAC						
Escuadra	± 2° (cuadrados y rectangulares)					
Largo	-0 / +30 mm					
Radio de Esquina máx.	3 veces Espeor Nominal (cuadrados y rectangulares)					
Radio de Esquina mín.	1 vez Espeor Nominal (cuadrados y rectangulares)					
Norma Técnica Interna N° 01-2016						
Norma Técnica Interna N° 02-2016						

Información obtenida de la empresa TUPEMESA.

TUPEMESA	TOLERANCIAS TUPEMESA		CÓDIGO		
			VERSIÓN		
			FECHA		
			REVISAR		
			RED PÁGINA		
TUBOS LAF					
DIÁMETRO TUBOS RD			REVIRAMIENTO		
TUBOS REDONDOS LAF (*)				Longitud del lado más largo, mm (pulg)	Distancia máxima (mm)
Diámetro		Tolerancia (mm)		≤ 38.1 (1 ½")	1.39
Pulg.	mm	Min	Máx	38.1 a 63.5 (1 ½" a 2 ½")	1.72
1/2"	12.70	12.64	12.76	63.5 a 101.6 (2 ½" a 4")	2.09
5/8"	15.88	15.80	15.96	101.6 a 152.4 (4" a 6")	2.42
3/4"	19.05	18.95	19.15		
7/8"	22.23	22.12	22.34		
1"	25.40	25.27	25.53		
1 1/8"	28.58	28.44	28.72		
1 1/4"	31.75	31.59	31.91		
1 1/2"	38.10	37.91	38.29		
1 3/4"	44.45	44.23	44.67		
2"	50.80	50.42	51.18		
2 1/2"	63.50	63.02	63.98		
3"	76.20	75.63	76.77		
LADOS TUBOS CD Y RT			RECTITUD		
TUBOS CUADRADOS Y RECTANGULARES LAF (*)				Largo nominal (mm)	Flèche máxima (mm)
Lado		Tolerancia (mm)		1000	2.08
Pulg.	mm	Min	Máx	4900	10.2
1/2"	12.70	12.35	13.05	5200	10.8
5/8"	15.88	15.53	16.23	6000	12.5
3/4"	19.05	18.67	19.43	6400	13.3
7/8"	22.23	21.85	22.61	6600	13.7
1"	25.40	25.02	25.78	7200	15.0
1 1/8"	28.58	28.20	28.96		
1 1/4"	31.75	31.35	32.15		
1 1/2"	38.10	37.70	38.50		
1 3/4"	44.45	44.00	44.90		
2"	50.80	50.35	51.25		
	15.00	14.65	15.35		
-	20.00	19.62	20.38		
-	25.00	24.62	25.38		
-	30.00	29.60	30.40		
-	35.00	34.60	35.40		
-	40.00	39.55	40.45		
-	50.00	49.55	50.45		
-	60.00	59.50	60.50		
-	70.00	69.37	70.63		
-	80.00	79.12	80.88		
			ESPEORES +/- 10% ESPESOR NOMINAL		
Tubos laminados en frío (LAF)					
Espesor nominal (mm)		Tolerancias (mm)			
		Min	Máx		
0.50		0.45	0.55		
0.60		0.54	0.66		
0.75		0.68	0.83		
0.80		0.72	0.88		
0.90		0.81	0.99		
1.00		0.90	1.10		
1.20		1.08	1.32		
1.50		1.35	1.65		
2.00		1.80	2.20		
			OTRAS TOLERANCIAS		
Otras Tolerancias					
Ecuadra		± 2° (cuadrados y rectangulares)			
Largo		-0 / +30 mm			
Radio de Esquina máx		3 veces Espesor Nominal			
Radio de Esquina mín.		1 vez Espesor Nominal			
Norma Técnica Interna N° 01-2016					
Norma Técnica Interna N° 02-2016					

Anexo 5. Producción de las máquinas 2KU, MK1 y MEP - SETIEMBRE

PRODUCCION DE MAQUINAS SEPTIEMBRE - 2023					
Maquina	OF	Cliente	Codigo	Producto	Cant. Prod.
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000668	RT 60 X 40 X 2.00 X 6.00 LAC	910.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000668	RT 60 X 40 X 2.00 X 6.00 LAC	77.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000667	RT 60 X 40 X 1.80 X 6.00 LAC	3500.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000667	RT 60 X 40 X 1.80 X 6.00 LAC	725.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43001602	RT 60 X 40 X 1.50 X 6.00 LAC	3290.00
					8502.00
MK1	STOCK	DISTRIBUCION	43000727	RT 2 X 1 X 1.20 X 6.00 LAF	4440.00
MK1	STOCK	DISTRIBUCION	43000727	RT 2 X 1 X 1.20 X 6.00 LAF	3600.00
					8040.00
MEP	STOCK	DISTRIBUCION	43000787	CD 3/4 X 1.50 X 6.00 LAF	3600.00
MEP	STOCK	DISTRIBUCION	43000787	CD 3/4 X 1.50 X 6.00 LAF	3273.00
MEP	STOCK	DISTRIBUCION	43000786	CD 3/4 X 1.20 X 6.00 LAF	600.00
					7473.00



Anexo 6. Producción de las máquinas 2KU, MK1 y MEP - OCTUBRE

PRODUCCION DE MAQUINAS OCTUBRE - 2023					
Maquina	OF	Cliente	Codigo	Producto	Cant. Prod.
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000668	RT 60 X 40 X 2.00 X 6.00 LAC	1010.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000668	RT 60 X 40 X 2.00 X 6.00 LAC	105.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000667	RT 60 X 40 X 1.80 X 6.00 LAC	3500.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43000667	RT 60 X 40 X 1.80 X 6.00 LAC	800.00
2KU	STOCK	DISTRIBUCION	43001602	RT 60 X 40 X 1.50 X 6.00 LAC	3600.00
					9015.00
MK1	STOCK	DISTRIBUCION	43000727	RT 2 X 1 X 1.20 X 6.00 LAF	5200.00
MK1	STOCK	DISTRIBUCION	43000727	RT 2 X 1 X 1.20 X 6.00 LAF	4500.00
					9700.00
MEP	STOCK	DISTRIBUCION	43000787	CD 3/4 X 1.50 X 6.00 LAF	4000.00
MEP	STOCK	DISTRIBUCION	43000787	CD 3/4 X 1.50 X 6.00 LAF	3573.00
MEP	STOCK	DISTRIBUCION	43000786	CD 3/4 X 1.20 X 6.00 LAF	800.00
					8373.00



Anexo 7. Mantenimiento autónomo actual - setiembre

MANTENIMIENTO AUTONOMO · 2KU, MK1, MEP					
Responsable: MEJIA HUAMANI, LUIS ENRIQUE					
Fecha: 01/09 HASTA 30/09					
	Actividades de verificación	Seguridad	Arranque de máquina	Limpieza	Lubricación
1-Set	X		X	X	X
2-Set					
3-Set					
4-Set	X	X	X	X	X
5-Set					
6-Set			X		
7-Set	X			X	X
8-Set	X	X	X		
9-Set					
10-Set			X	X	X
11-Set			X		
12-Set	X	X	X		
13-Set				X	X
14-Set			X		
15-Set	X				
16-Set			X		
17-Set	X	X		X	X
18-Set			X		
19-Set	X			X	X
20-Set	X	X			
21-Set			X	X	X
22-Set		X			
23-Set	X			X	X
24-Set			X		
25-Set				X	X
26-Set	X	X	X		
27-Set			X		
28-Set				X	X
29-Set	X	X	X		
30-Set				X	X



Nota: El mantenimiento autónomo, detallado en este anexo 7 indica las actividades realizadas durante el mes de setiembre (durante los 30 días hábiles, los horarios de actividades de 1pm hasta las 3pm).

Anexo 8. Mantenimiento autónomo propuesto TPM – Octubre

MANTENIMIENTO AUTONOMO - 2KU, MK1, MEP					
Responsable: MEJIA HUAMANI, LUIS ENRIQUE					
Fecha: 01/10 HASTA 31/10					
	Actividades de verificación	Seguridad	Arranque de máquina	Limpieza	Lubricación
1-Oct	X		X	X	X
2-Oct	X			X	
3-Oct	X		X	X	
4-Oct	X	X	X	X	X
5-Oct	X		X	X	X
6-Oct			X		X
7-Oct	X			X	X
8-Oct	X	X	X	X	X
9-Oct					X
10-Oct	X		X	X	
11-Oct			X		X
12-Oct	X	X	X		
13-Oct	X			X	X
14-Oct			X	X	
15-Oct	X	X			
16-Oct			X	X	X
17-Oct	X	X	X	X	X
18-Oct			X		
19-Oct	X			X	X
20-Oct	X	X	X		
21-Oct			X	X	X
22-Oct	X	X			X
23-Oct	X		X	X	X
24-Oct	X	X	X		
25-Oct				X	X
26-Oct	X	X	X	X	
27-Oct	X		X	X	X
28-Oct				X	X
29-Oct	X	X	X		X
30-Oct				X	X


TUPEMESA®
 Tubos y Perfiles Metálicos S.A.

Nota: El mantenimiento autónomo, detallado en este anexo 7 indica las actividades realizadas durante el mes de septiembre (durante los 30 días hábiles, los horarios de actividades de 1pm hasta las 3pm).

Anexo 9. Fichas técnicas

		MES	Octubre
		Operador	Celso Llatas
		Turno	MAÑANA
Actividad: Actividades de verificación			
Descripción	Realizado	Observación	
<p>Dentro de los límites de calidad, se realizó la inspección a la producción de las máquinas de conformados, donde se puede comprobar que los límites de producción no son los correctos debido a la avería de una máquina, además 2 de ellas trabajan alternamente debido a la falta de mantenimiento; no obstante, la calidad de los productos producidos son los correctos de acuerdo con los parámetros utilizados.</p>	<p>Las observaciones se realizaron 3 veces por semana, en una cantidad total de 12, siendo la frecuencia lunes- martes - miércoles de 8 am a 11 am</p>	<p>1 máquina siniestrada, 2 con problemas de producción</p>	

		MES	Octubre
		Operador	Celso Llatas
		Turno	MAÑANA
Actividad : SEGURIDAD			
Descripción	Realizado	Observación	
<p>Identificación de los peligros con respecto a todas las posibles situaciones que se presentan en la vida de una máquina, como su construcción, manutención, transporte, elevación, instalación, puesta en marcha, funcionamiento, bajo control, bajo fallo, bajo error, mantenimiento y puesta fuera de servicio. además 2 de ellas trabajan alternamente debido a la falta de mantenimiento; no obstante, la calidad de los productos producidos son los correctos de acuerdo con los parámetros utilizados.</p>	<p>Las observaciones se realizaron 3 veces por semana, en una cantidad total de 8, siendo la frecuencia lunes- martes - miércoles de 8 am a 11 am</p>	<p>1 máquina siniestrada, 2 con problemas de producción</p>	

		MES	Octubre
		Operador	Celso Llatas
		Turno	MAÑANA
Actividad : ARRANQUE			
Descripción	Realizado	Observación	
<p>el arranque de una máquina es el proceso mediante el cual se pone en marcha el motor de la máquina, especialmente de las máquinas de conformados de tubos, puedo decirle que el arranque de una máquina de conformado de tubos es el proceso mediante el cual se pone en marcha el motor de la máquina para iniciar el proceso de conformación de tubos.</p>	<p>Las observaciones se realizaron 3 veces por semana, en una cantidad total de 15, siendo la frecuencia lunes- martes - miércoles de 8 am a 11 am</p>	<p>1 máquina siniestrada, 2 con problemas de producción</p>	

		MES	Octubre
		Operador	Celso Llatas
		Turno	MAÑANA
Actividad : LIMPIEZA			
Descripción	Realizado	Observación	
<p>La limpieza de maquinaria de conformados es un proceso importante para mantener el correcto funcionamiento de las máquinas y evitar fallos críticos. Para limpiar maquinaria industrial de manera efectiva y segura, se siguió los siguientes pasos: Identificar la fuente de energía de la máquina. Proteger los elementos delicados o críticos previamente. Asegurar la estabilidad durante la limpieza. Utilizar las herramientas adecuadas.</p>	<p>Las observaciones se realizaron 3 veces por semana, en una cantidad total de 12, siendo la frecuencia lunes- martes - miércoles de 8 am a 11 am</p>	<p>1 máquina siniestrada, 2 con problemas de producción</p>	

		MES	Octubre
		Operador	Celso Llatas
		Turno	MAÑANA
Actividad : ARRANQUE			
Descripción	Realizado	Observación	
<p>el arranque de una máquina es el proceso mediante el cual se pone en marcha el motor de la máquina, especialmente de las máquinas de conformados de tubos, puedo decirle que el arranque de una máquina de conformado de tubos es el proceso mediante el cual se pone en marcha el motor de la máquina para iniciar el proceso de conformación de tubos.</p>	<p>Las observaciones se realizaron 3 veces por semana, en una cantidad total de 15, siendo la frecuencia lunes- martes - miércoles de 8 am a 11 am</p>	<p>1 máquina siniestrada, 2 con problemas de producción</p>	

		MES	Octubre
		Operador	Celso Llatas
		Turno	MAÑANA
Actividad : LUBRICACION			
Descripción	Realizado	Observación	
<p>La lubricación de las máquinas es fundamental para que los equipos industriales funcionen correctamente. Es importante porque ayuda a reducir el desgaste y la fricción entre las piezas móviles de una máquina, alargando su vida útil. Así, monitorear la efectividad de la lubricación es crucial para garantizar que las máquinas funcionen correctamente y evitar fallas prematuras</p>	<p>Las observaciones se realizaron 3 veces por semana, en una cantidad total de 12, siendo la frecuencia lunes- martes - miércoles de 8 am a 11 am</p>	<p>1 máquina siniestrada, 2 con problemas de producción</p>	

Anexo 10. Lista de operarios que participaron en la aplicación del TPM

 TUPEMESA Tubos y Perfiles Metálicos S.A.		TEMA: <i>Mantenimiento Autónomo - TPM</i> FECHA: <i>02/10/2023</i> TIPO DE MAQUINA: <i>MKI</i> HORAS DE TRABAJO/ MENSUAL: <i>8h/diarios</i>	
NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	AREA	FIRMA
<i>Henry Berna Chquipoma</i>	<i>48084930</i>	<i>planta N° 2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Luis Higuera</i>	<i>003341233</i>	<i>PLANTA 2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Luis Gonzalez</i>	<i>003393722</i>	<i>PLANTA 2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>JOSE G. CRUZ LUNA</i>	<i>20901534</i>	<i>Planta N.2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>[Large Signature]</i>			
RESPONSBLE DEL REGISTRO: <i>Mejia Huamani Luis Enrique</i>			
<i>[Signature]</i>			

 TUPEMESA Tubos y Perfiles Metálicos S.A.		TEMA: <i>Mantenimiento Autónomo - TPM</i> FECHA: <i>02/10/2023</i> TIPO DE MAQUINA: <i>2KV</i> HORAS DE TRABAJO/ MENSUAL: <i>8h/diarios</i>	
NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	AREA	FIRMA
<i>Luis Irzabal Ugarte</i>	<i>03877601</i>	<i>Planta II</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Pineda Salazar William</i>	<i>46954043</i>	<i>planta 2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Cristian Taipe Alcca</i>	<i>42053956</i>	<i>Planta 2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>Pinedo Pizango</i>	<i>46068172</i>	<i>Planta 2</i>	<i>[Signature]</i>
<i>[Large Signature]</i>			
RESPONSBLE DEL REGISTRO: <i>Mejia Huamani Luis Enrique</i>			
<i>[Signature]</i>			



TEMA: Mantenimiento Autónomo -TPM
FECHA: 02/10/2023
TIPO DE MAQUINA: MEP
HORAS DE TRABAJO/ MENSUAL: 8h/diarios

NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	AREA	FIRMA
José Celso Hato Castillo	41480676	Punto 2	
Jose A. Henders H.	42528727	Punto 2	
Chairo Taguire Alex	41459346	Punto 2	
CORDOVA cordova SHON	44197729	Punto 2	
RESPONSABLE DEL REGISTRO: Mejia Huamani Luis Enrique			

Anexo 11: Constancia de la empresa

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Solicito: Autorización para la recolección de información pertinente de las máquinas conformadoras de tubos 2KU, MK1 y MEP.

Señor(a) representante de la empresa TUPEMESA, LURÍN:

Yo MEJIA HUAMANI, LUIS ENRIQUE con DNI N° 72424154, estudiante de la carrera en Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur, con código de estudiante 2013200093; solicito autorización para la recolección de información pertinente de las máquinas conformadoras de tubos 2KU, MK1 y MEP; la finalidad de esta autorización es para recopilar información, para desarrollar un informe de suficiencia laboral que me exige la universidad para obtener grado de titulación; el trabajo por suficiencia laboral tiene como título **“Implementación de un plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento de las líneas de producción de las máquinas conformadoras de tubos en la empresa TUPEMESA, Lurín”**; con este trabajo deseo realizar una propuesta de mantenimiento autónomo utilizando la metodología TPM, que permita mejorar en un futuro el rendimiento de las máquinas conformadoras 2KU, MK1 y MEP; para ello necesito recopilar información de las máquinas durante el periodo de 2 meses, la recopilación de información consiste en analizar el actual mantenimiento autónomo de las máquinas, el mantenimiento preventivo, fallas comunes y capacitación de los técnicos.

A los señores representantes de la empresa **TUPEMESA, Lurín**, les agradezco anticipadamente su gentil comprensión, esperando con ansias la aceptación de esta solicitud, debido a que me permite seguir superándome como profesional y así mismo dar un aporte significativo para mejorar las líneas de producción de la empresa.

Lurín, 11 de setiembre de 2023.



Mejia Huamani, Luis Enrique
DNI N° 72424154

TUPEMESA

ANTONIO ARANGOITIA P.
HR. BUSINESS PARTNER