



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Título de la Tesis

Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pretejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Ruiz Santos, Bryan Luis (ORCID-0000-0002-3184-9037)

ASESOR:

Mgtr. Zeña Ramos, José La Rosa (ORCID-0000-0001-7954-6783)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres por ser la fuente de motivación para siempre salir adelante, por sus palabras, ánimos, por el sacrificio para brindarme esta oportunidad y por siempre estar cuando más los necesitaba a lo largo de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la fuerza y perseverancia para superar cada obstáculo que se presentó a lo largo de mi carrera universitaria. A la Universidad César Vallejo por brindarme una formación adecuada a lo largo de mi desarrollo académico profesional. Al Ing. Francisco Díaz Seminario por facilitarme datos requerido para el trabajo realizado en el área de mantenimiento y en especial al Mgtr. Zeña Ramos José la Rosa por siempre apoyarnos y compartir sus conocimientos para poder culminar nuestras tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	19
III. METODOLOGÍA.....	39
3.1. Tipo y diseño de investigación	40
3.2. Variables y operacionalización	41
3.3. Poblacion (criterios de selección), muestra, muestreo	43
3.4. Técnicas e isntrumentos de recolección de datos	45
3.5. Procedimientos	47
3.6. Método de analisis de datos	113
3.7. Aspectos éticos.....	114
IV. RESULTADOS	115
V. DISCUSIÓN.....	134
VI. CONCLUSIONES	142
VII. RECOMENDACIONES.....	144
REFERENCIAS	146
ANEXOS	154

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo de paro de máquinas por fallas	4
Tabla 2: Análisis de Problemas.....	5
Tabla 3: Matriz de Correlación	10
Tabla 4: Análisis de Pareto de causas de la baja confiabilidad	12
Tabla 5: Cuadro de Estratificación	14
Tabla 6: Alternativas de Solución.....	15
Tabla 7: Instrumento de recolección de datos.....	46
Tabla 8: Registro de horas de producción de las máquinas de Nuevo Mundo S.A.....	56
Tabla 9: Registro de datos semanas del tren de teñido Sucker antes de la mejora.....	59
Tabla 10: Registro de datos semanas del tren de teñido Master antes de la mejora.....	61
Tabla 11: Alternativas de solución.....	63
Tabla 12: Cronograma de actividades para implementar plan de mantenimiento predictivo.....	65
Tabla 13: Codificación por área de trabajo.....	67
Tabla 14: Código de tipo de maquina.....	68
Tabla 15: Código de máquinas.....	69
Tabla 16: Criterios de evaluación	71
Tabla 17: Registro resultados del análisis de criticidad de máquinas	74
Tabla 18: Niveles críticos medidos por vibración	75
Tabla 19: Criticidad según la envolvente o aceleración	76
Tabla 20: Codificación de subcomponentes del Tren Master.....	80
Tabla 21: Codificación de subcomponentes del Tren Sucker	85
Tabla 22: Registro de cambios de subcomponentes	88

Tabla 23: Registro de vibración, aceleración y T° de subcomponentes.....	89
Tabla 24: Tiempo estimado para reparación de subcomponentes.....	90
Tabla 25: Registro de subcomponentes por altos niveles de vibración.....	91
Tabla 26: Orden de mantenimiento para Trenes de Teñido	92
Tabla 27: Registro de porcentaje de paradas en producción (antes).....	93
Tabla 28: Registro de porcentaje de paradas en producción (después).....	94
Tabla 29: Planificación de actividades	96
Tabla 30: Monitoreo por análisis de vibración realizados del tren de teñido Sucker	99
Tabla 31: Monitoreo por análisis de vibración realizados del tren de teñido Master	99
Tabla 32: Registro de datos semanas del tren de teñido Sucker después de la mejora.....	100
Tabla 33: Registro de datos semanas del tren de teñido Master después de la mejora.....	101
Tabla 34: Mantenimiento predictivo pres y post test.....	102
Tabla 35: Inversiones de Bienes tangibles e intangibles.....	105
Tabla 36: Recursos humanos – trabajadores	106
Tabla 37: Recurso humano – investigador	106
Tabla 38: Inversión de Formación Académica.....	107
Tabla 39: Contrato de personal requerida para implementación.....	107
Tabla 40: Total de Inversión para implementar propuesta	108
Tabla 41: Análisis Financiero (Producir Tela Dañada o de Segunda) de los Trenes.....	108
Tabla 42: Calculo de margen de contribución.....	109
Tabla 43: Análisis Beneficio - Costo	110
Tabla 44: Costo de sostenimiento de la Propuesta.....	111
Tabla 45: VAN – TIR.....	112

Tabla 46: Resultados antes de la propuesta de mejora.....	116
Tabla 47: Resultados antes de la propuesta de mejora.....	117
Tabla 48: Análisis descriptivo de la confiabilidad con SPSS.....	118
Tabla 49: Análisis descriptivo de la mantenibilidad con SPSS.....	120
Tabla 50: Análisis descriptivo de la disponibilidad con SPSS.....	122
Tabla 51: Tipo de muestras.....	124
Tabla 52: Prueba de normalidad de la confiabilidad antes y después con Shapiro-Wilk	125
Tabla 53: Criterio de selección del estadígrafo.....	125
Tabla 54: Comparación de medias de la confiabilidad antes y después con Wilcoxon.....	126
Tabla 55: Análisis de la significancia de confiabilidad con Wilcoxon.....	127
Tabla 56: Prueba de normalidad de la disponibilidad con Shapiro Wilk.....	128
Tabla 57: Criterio de selección del estadígrafo.....	128
Tabla 58: Comparación de medias de la disponibilidad antes y después con Wilcoxon.....	129
Tabla 59: Análisis de la significancia de disponibilidad con Wilcoxon.....	130
Tabla 60: Prueba de normalidad de la mantenibilidad antes y después con Shapiro Wilk.....	131
Tabla 61: Criterio de selección de estadígrafo.....	131
Tabla 62: Comparación de medias de la mantenibilidad antes y después con T-Student.....	132
Tabla 63: Análisis de la significancia de mantenibilidad con T-Student	133

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción internacional de grupo de productos textiles 2020.....	2
Figura 2: Costo de mantenimiento.....	3
Figura 3: Confiabilidad de máquinas en la empresa Nuevo Mundo.....	6
Figura 4: Diagrama de Causa –Efecto	8
Figura 5: Diagrama de Pareto de causas de la baja confiabilidad	13
Figura 6: Diagrama de estratificación	15
Figura 7: Tipos de mantenimiento	30
Figura 8: Curva P-F	33
Figura 9: Organigrama de la Empresa	48
Figura 10: Diagrama de Proceso general	52
Figura 11: Diagrama de proceso del Área de Pre-tejeduría	52
Figura 12: DAP proceso de teñido de telares Denim	53
Figura 13: Rodamientos en mal estado	54
Figura 14: Diseño de codificación de máquinas	66
Figura 15: Matriz de criticidad	72
Figura 16: Puntos de medición en los soportes	76
Figura 17: Instrumento de vibración	77
Figura 18: Planos de tinas de tren de teñido	78
Figura 19: Componentes de tina de teñido del tren master.....	79
Figura 20: Primera reunión con jefaturas.....	96
Figura 21: Capacitación uso de análisis de vibración al personal presente	97
Figura 22: Desgaste de ejes acumulados	98
Figura 23: Rotura de pista del rodaje	98
Figura 24: Tiempo medio entre fallas semanales antes y después.....	119
Figura 25: MTBF promedio antes y después.....	119
Figura 26: Tiempo medio de reparación semanal antes y después.....	121

Figura 27: MTTR promedio antes y después.....	121
Figura 28: Disponibilidad semanal antes y después.....	123
Figura 29: Disponibilidad promedio antes y después.....	123

RESUMEN

La presente tesis titulada “Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021”, tiene como objetivo, determinar como la implementación del mantenimiento predictivo mejora la confiabilidad de los equipos rotatorios críticos en el área pre tejeduría. La presente investigación, tiene como población las horas de paradas generada por fallas de los equipos rotatorios del área de pre tejeduría, obtenidos en un periodo de tres meses, esta investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, con un diseño pre-experimental y un nivel explicativo, empleando la técnica de recolección la observación experimental y como instrumento de recolección de datos se utilizó las fichas de registro. Se realizando una evaluación de datos antes y después de la implementación, permitiendo incrementar las horas de confiabilidad de los equipos críticos de 23 a 105 horas/fallas logrando una mejora del 355,3%, validadas mediante el programa estadístico SPSSV26. Finalmente se valida la mejora de la confiabilidad en el funcionamiento de los equipos rotativos críticos del área de pre tejeduría de la empresa Nuevo Mundo al implementar el plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración.

Palabras Claves: Mantenimiento predictivo, análisis de vibración, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Predictive maintenance plan through vibration analysis to improve the reliability of rotating equipment in the Pre-weaving area in a textile company, Cercado de Lima, 2021", aims to determine how the implementation of predictive maintenance improves the reliability of critical rotating equipment in the pre-weaving area. The present research has as population the stoppage hours generated by failures of the rotating equipment in the pre-weaving area, obtained in a period of three months, this research is of an applied type, with a quantitative approach, with a pre-experimental design and an explanatory level, using the experimental observation collection technique and the registration cards were used as a data collection instrument. A data evaluation is carried out before and after the implementation, allowing to increase the reliability hours of the critical equipment from 23 to 105 hours / failures, achieving an improvement of 355.3%, validated by the statistical program SPSSV26. Finally, the improvement of the reliability in the operation of the critical rotating equipment in the pre-weaving area of the Nuevo Mundo company is validated by implementing the predictive maintenance plan through vibration analysis.

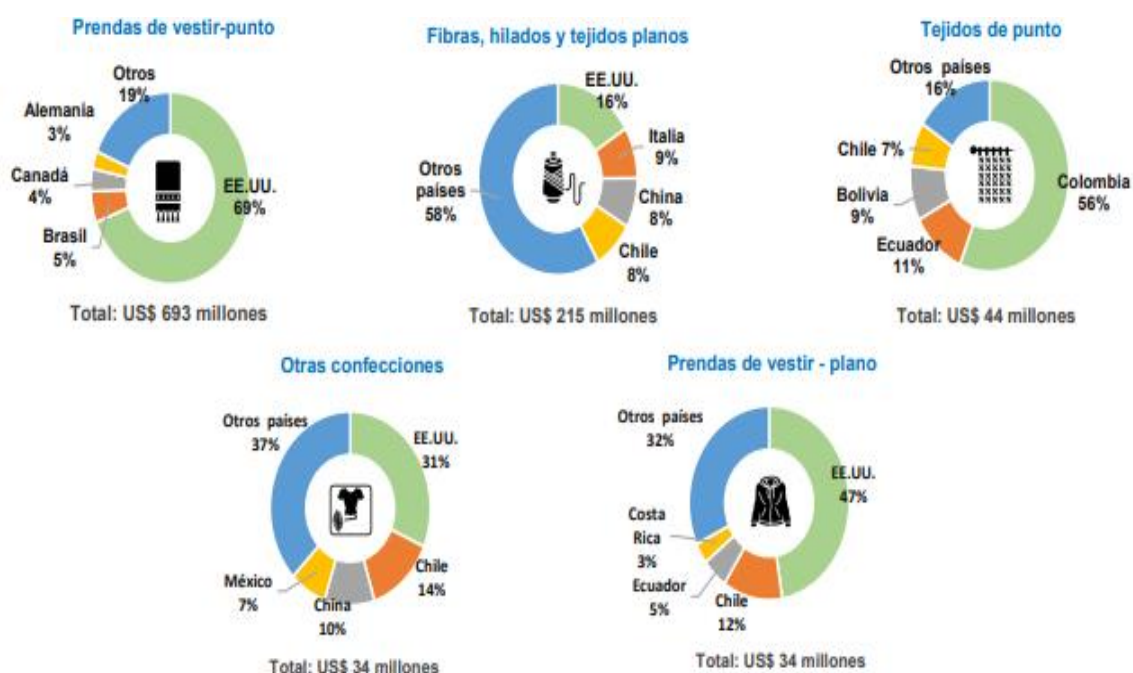
Keywords: Predictive maintenance, vibration analysis, reliability, maintainability and availability.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las grandes industrias reconocidas a nivel mundial fueron las que dieron inicio a este tipo de mantenimiento. Según Jiménez, Irigoien, Boto y Sierra en el año 2019 mencionan que: estas empresas se han visto afectadas debido a las constantes paradas que presentaban sus equipos disminuyendo la confiabilidad de estos, debido a paradas imprevistas que se presentaban durante el proceso. Lo que genera el incumplimiento de los objetivos y genera altos costos para la empresa. Al no tener conocimiento del estado en el que se encuentran sus equipos y que el proceso se interrumpa de manera sorpresiva.

La figura 1 muestra la participación de empresas textiles según el tipo de producto que se comercializa con relación a los ingresos generados para este sector en el último año.

Figura 1: Producción Internacional de grupo de productos textiles 2020



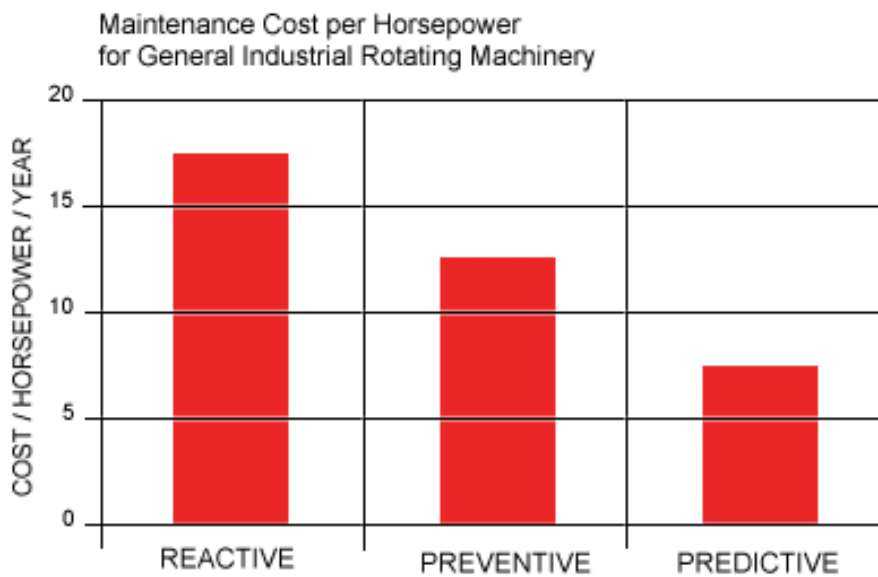
Fuente: <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>

Se puede apreciar que la figura anterior, a nivel global presenta una gran variedad de países que producen productos textiles, por ello para que este tipo de industria pueda alcanzar sus objetivos debe presentar máquinas y equipos en óptimas condiciones, demostrando que si no se realiza un correcto mantenimiento, estas tendrán un elevado costo de mantenimiento de sus equipos.

Según Leguizamón en el año 2011 menciona que “todo sistema es confiable, siempre que funcione bajo un mínimo de averías”. Este fue uno de los fundamentos por los cuales las empresas peruanas iniciaron investigaciones para realizar controles respecto a los estados de sus equipos, considerando entre los principales indicadores el tiempo promedio entre reparaciones y el tiempo promedio entre fallas, esto se dio para relacionar la confiabilidad de los equipos según las actividades de mantenimiento.

Respecto con la comparación que se muestra en la figura 2, resalta los costos que presentan los tipos de mantenimiento en las industriales, evidenciando cierta diferencia considerable entre los costos de estos tres programas de mantenimiento.

Figura 2: Costos de mantenimiento



Recuperado de:
https://wearcheck.com/virtual_directories/Literature/Techdoc/WZA004.htm

En el Perú las áreas de mantenimiento en diversas empresas se ven afectada debido a las restricciones de presupuesto, esto impide que se realicen ciertas actividades y supervisiones que mejoran la confiabilidad de la maquinaria, por ello se deja muchas veces de lado muchas veces de lado el óptimo funcionamiento de las máquinas y equipos para la producción. Además, que no se cuenta con análisis de seguimiento para los componentes de las máquinas, lo cual se refleja en ineficientes mantenimientos por falta de procedimientos.

En el Perú una de las prácticas más utilizadas al presentarse fallas en maquinarias es el mantenimiento reactivo conocido como mantenimiento correctivo, esta se lleva a cabo debido a deficientes sistema de gestión, puesto que, se utilizan las maquinas hasta que se dañen.

Esto genera graves consecuencias porque la maquina debe parar hasta que se genere una solución, llegue un repuesto o si se debe cambiar alguna pieza del equipo. Según el SNI: Estas “consecuencias para una empresa que presenta un proceso continuo es crítico, ya que afecta directamente en los tiempos de entrega y en la calidad que puede presentar sus productos”, generando incumplimientos de metas y desconfianza en sus clientes. Además, que influyen en la disminución de la confiabilidad de los equipos, estas causan incrementos en los costos de reparación.

La presente investigación se desarrollará en el área de pre tejeduría. Esta área es la más importante en este proceso donde ocurre el proceso de teñido y engomado de las telas jean, por ello si se presentan paradas abruptas de estas máquinas con las que cuenta el área, no abasteciendo a las demás áreas para la elaboración del producto final.

La producción general que presenta esta empresa es de aproximadamente 1,600 mil metros de tela jean al mes y su principal problema la baja confiabilidad de estos equipos rotatorios, debido a las altas horas paradas por mantenimiento correctivo que se presentan en la tabla 2, la cual se obtuvo mediante un promedio de los periodos de producción.

Tabla 1: Tiempo de paro de máquinas por fallas

Área	Tiempo Correctivo (Hrs.)
TTED	7.1
Hilandería	3.1
Tintorería	3.0
Tejeduría	4.1
Calidad Final	3.1

Fuente: Datos de la empresa

En la tabla 2 se muestra el área con mayor cantidad de horas paradas promedio por semana, donde resulto que el área de pretejeduria presenta horas de paros promedio de 7.1 semanales, mientras que los trenes de teñido presentan 21.6 horas de paradas las cuales son empleadas en reparaciones correcticas y es considerada como el área con el nivel más bajo de confiabilidad de equipos rotativos dentro de esta empresa de rubro textil.

Para determinar la confiabilidad como primordial problema para esta investigación, se realizó un análisis de todos los problemas que se presentaron durante las fallas en el proceso, esto se puede realizar por medio de las frecuencias con las que se presentaron durante los tres últimos meses. Los principales problemas que se presentaron son:

- La baja confiabilidad de las maquinas
- La baja productividad
- La baja calidad
- Incremento de los costos
- Alta producción de mermas

Para identificar con exactitud qué problema debemos erradicar durante la siguiente investigación se realizó la tabla 3, para obtener los valores de frecuencia mediante el análisis de datos que nos brinde los trabajadores del área de producción mediante un registro de evaluación.

Tabla 2: Análisis de Problemas

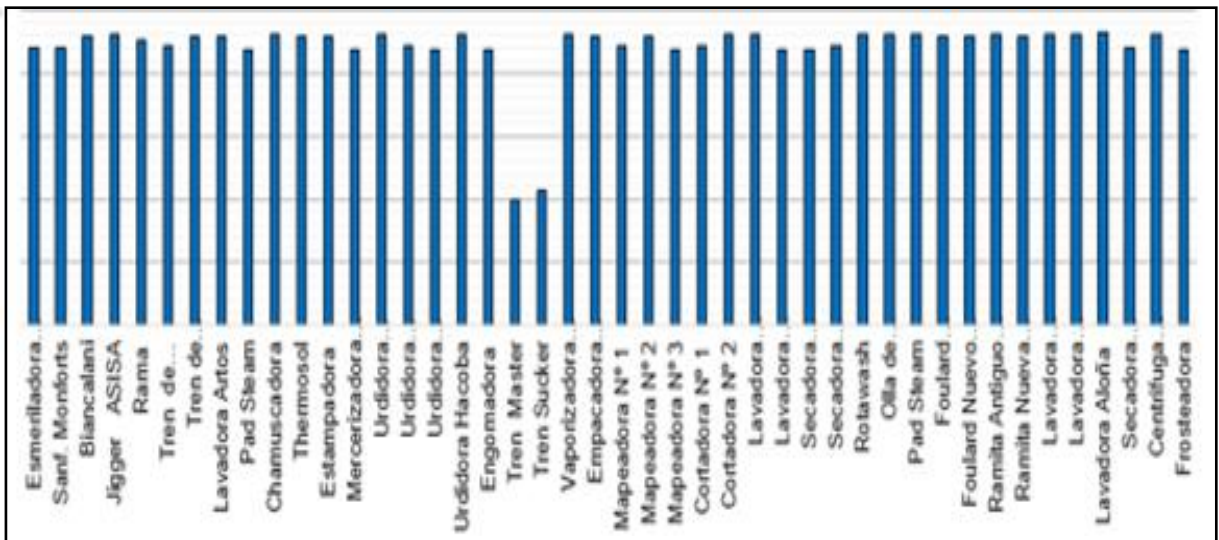
	Problemas	Frecuencia	Frecuencia	% parcial	%total
P1	Baja confiabilidad de los equipos	18	18	39,13%	39,13%
P2	Baja producctividad	12	30	26,09%	65,22%
P3	Baja calidad	7	37	15,22%	80,43%
P4	Alta produccion de mermas	5	42	10,87%	91,30%
P5	Incremento de costos	4	46	8,70%	100,00%
		46		100,00%	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3, se muestra que la baja confiabilidad es problema con mayor presencia durante las fallas de los procesos, esto se da porque la maquina no

debería presentar fallos durante el proceso o hasta que se realice un mantenimiento programado. El problema se da principalmente en el área de pre-tejeduría debido a que sus equipos que la conforman son indispensables para el proceso, a su vez estas presentan más fallos dentro de este proceso lineal, disminuyendo la disponibilidad de los equipos, en la (Figura 3) se presentaran todas las máquinas que conforman el proceso donde se identificara el nivel de confiabilidad de cada una.

Figura 3: Confiabilidad de máquinas en la empresa Nuevo Mundo



Fuente: Datos de la empresa

Se puede apreciar que las maquinas con baja confiabilidad durante el proceso son los trenes de teñido y engomado denim también llamados Tren Sucker y Tren Master. Durante el primer semestre del año se presentaron varias fallas respecto a sus componentes que las conforman, en la mayoría de casos fallas en componentes rotatorios, lo cuales han ido disminuyendo su tiempo de vida útil durante su funcionamiento.

Una de las áreas que también se ve afectada con este problema, es la de mantenimiento, porque sus actividades deben asegurar la confiabilidad de las máquinas para su funcionamiento durante el todo el proceso de producción, a la vez que busca mejorar la calidad del producto de manera indirecta e incrementando la seguridad laboral para el trabajador.

Debido a lo identificado, en otros sectores industriales se está implementado la técnica del mantenimiento predictivo, porque permite anticipar las fallas o averías que suceden de improvisto, esto quiere decir que nos ayuda a identificar que problemas se darán durante el funcionamiento de la maquina o también nos brinda un panorama de la maquina si se encuentra en condiciones óptimas para realizar su trabajo. Según BARRAK & QINGPING en el año 2017, la medición de altas frecuencias de vibración en piezas rotatorias, que al identificarse se observa que disminuye la vida útil de los rodamientos, estructuras, acoples, entre otros componentes. Por ello se recomienda programar mantenimientos para corregir estas posibles fallas identificadas por altos niveles de vibración.

Aplicando como herramienta principal el análisis de vibración, la cual se hará presente mediante la implementación del mantenimiento predictivo, por medio de un seguimiento constante del estado de las maquinas del área de pre tejeduría y así poder reducir las constantes fallas que se presentan, evitando los problemas con la confiabilidad de los equipos mediante un control general de estos. A continuación, se identificó las principales causas de estos problemas mediante el diagrama de Ishikawa.

A pesar que la empresa cuente con un plan de mantenimiento preventivo, el cual es aplicado al realizar los mantenimientos programados, genera un incremento en los costos de reparación, ya que se basa en las reparaciones por un estándar de tiempo de vida útil de las piezas rotatorias. Para evitar las paradas repentinas y el incremento de costos se quiere implementar el mantenimiento predictivo, porque analiza la durabilidad de las piezas por la vibración que emite y permite predecir cuándo realizar una reparación y programarlo evitando paradas de máquina.

Al definir la problemática se ha estructurado en el diagrama de causa y efecto (figura 4) las diferentes problemáticas tomando como indicador las 6M.

Figura 4: Diagrama de Causa-Efecto



Fuente: Elaboración propia

Las causas registradas se obtuvieron mediante una encuesta a los trabajadores del área de producción de esta industria textil, que realizan actividades en el área de teñido, mediante este diagrama se confirma que el principal problema dentro del área son los fallos contantes de las piezas rotatorias. Con respecto a las causas que generan esta problemática se encuentra principalmente el exceso de mantenimientos correctivos que se realizan, la falta de conocimientos y la criticidad en las que se encuentran ciertas piezas de los equipos.

“Se utilizará la matriz de correlación es un estadístico que brinda valores muestrales sobre la relación lineal que existe entre dos variables determinadas”. (Lahura, 2013, p. 14)

Para detectar los principales problemas del área, se utilizó la matriz de correlación (tabla 3), la cual nos permitirá identificar cuáles son los principales problemas que se deben tomar en cuenta para incrementar la confiabilidad de la máquina.

Para esto se aplicará una matriz de correlación, para obtener datos cuantitativos los cuales permitirán utilizar la técnica de Pareto (figura 5), para un análisis más detallado; para ello se considerará si existe una relación fuerte =3, media =2, débil =1, de no haber relación se considera con 0 la valoración.

Tabla 3: Matriz de Correlación

Causas que originan baja confiabilidad		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	frecuencia
C1	Deficiente iluminación	C1	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	7
C2	Espacios reducidos	C2	3	0	0	0	2	3	1	1	0	2	1	2	0	0	0	12
C3	Falta de repuestos en el almacén	C3	0	0	3	2	2	0	2	0	3	2	0	1	0	1	2	18
C4	Repuestos con defectos	C4	0	0	3	2	3	1	3	1	2	3	0	2	1	0	0	21
C5	Equipos antiguos	C5	0	0	2	2	3	1	2	0	0	1	1	1	0	2	0	15
C6	Criticidad de piezas rotatorias	C6	1	2	2	3	3	2	3	1	3	2	3	2	2	1	3	33
C7	Desalineamiento de piezas	C7	0	3	0	1	1	2	3	2	0	3	0	2	1	2	2	22
C8	Excesiva vibración	C8	0	1	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	1	3	34
C9	Falta de capacitaciones	C9	1	1	0	1	0	1	2	3	1	3	2	2	2	2	1	22
C10	Falta de comunicación entre áreas	C10	0	0	3	2	0	3	0	2	1	2	0	2	2	2	2	21
C11	Deficiente mantenimiento	C11	1	2	2	3	1	2	3	3	3	2	2	3	0	2	2	31
C12	Falta de un plan de lubricación	C12	0	1	0	0	1	3	0	3	2	0	2	1	0	3	2	18
C13	Incumplimiento de inspecciones	C13	1	2	1	2	1	2	2	3	2	2	3	1	0	2	3	27
C14	Tiempo estándar no establecido por paradas	C14	0	0	0	1	0	2	1	2	2	2	0	0	2	1	2	15
C15	Inexistencia de la descripción de los procesos	C15	0	0	1	0	2	1	2	1	2	2	2	3	1	1	1	19
C16	Falta de registros de los mantto.	C16	0	0	2	0	0	3	2	3	1	2	2	2	3	2	1	23

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3, con la matriz de correlación ya establecida, permite identificar cuáles son las causas o actividades primordiales que generan la baja confiabilidad de las primordiales máquinas en la industria textil, esto nos brinda un mejor enfoque para determinar la herramienta necesaria que debemos aplicar ante este problema. Se puede observar que los coeficientes con mayor correlación son 34, 33 y 31 los cuales representan las principales causas ante las constantes paradas de la maquinaria, estas son excesiva vibración presentada en los rodamientos, criticidad en el estado de las piezas con movimiento rotatorio y el deficiente mantenimiento de máquinas también se pueden apreciar las demás causas, estas no son tan significativas como las ya mencionadas, pero deben tomarse en cuenta.

Diagrama de Pareto

Para poder identificar el problema dentro de esta área se realizó el estudio de Pareto, donde se considera las causas que forman parte de la tabla 3 y se genera el problema de esta investigación, esto nos permitirá tomar la mejor decisión para poder solucionar los problemas primordiales ya detectados. Por consiguiente, se presentará a continuación el siguiente diagrama.

Tabla 4: Análisis de Pareto de causas de la baja confiabilidad

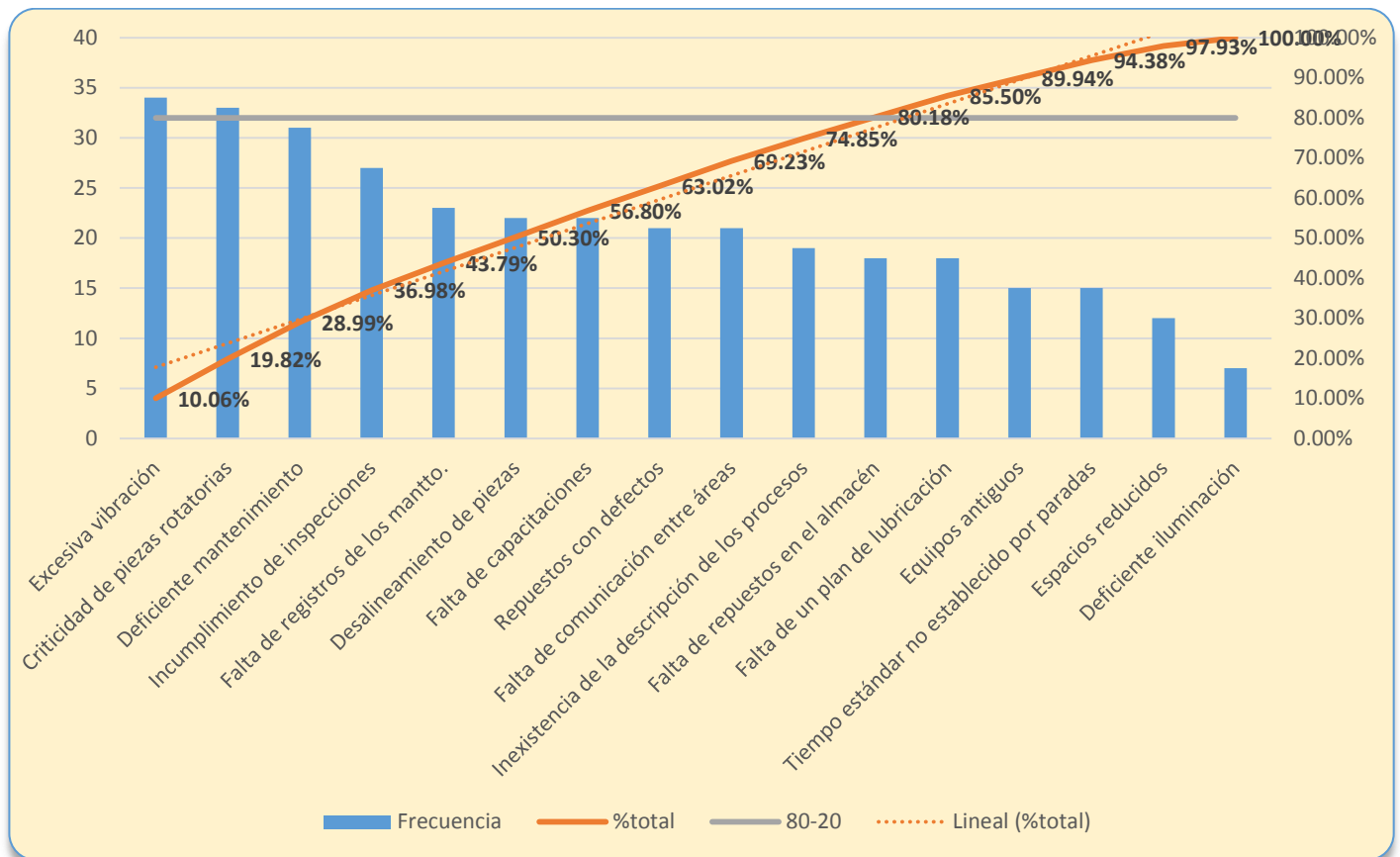
C	Causas	Frecuencia	Fre. Acumulada	% parcial	%total
C8	Excesiva vibración	34	34	10,06%	10,06%
C6	Criticidad de piezas rotatorias	33	67	9,76%	19,82%
C11	Deficiente mantenimiento	31	98	9,17%	28,99%
C13	Incumplimiento de inspecciones	27	125	7,99%	36,98%
C16	Falta de registros de los mantos.	23	148	6,80%	43,79%
C7	Desalineamiento de piezas	22	170	6,51%	50,30%
C9	Falta de capacitaciones	22	192	6,51%	56,80%
C4	Repuestos con defectos	21	213	6,21%	63,02%
C10	Falta de comunicación entre áreas	21	234	6,21%	69,23%
C15	Inexistencia de la descripción de los procesos	19	253	5,62%	74,85%
C3	Falta de repuestos en el almacén	18	271	5,33%	80,18%
C12	Falta de un plan de lubricación	18	289	5,33%	85,50%
C5	Equipos antiguos	15	304	4,44%	89,94%
C14	Tiempo estándar no establecido por paradas	15	319	4,44%	94,38%
C2	Espacios reducidos	12	331	3,55%	97,93%
C1	Deficiente iluminación	7	338	2,07%	100,00%
	TOTAL	338			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4, se muestra que las 6 primeras causas generan la baja confiabilidad de máquinas dentro de la empresa, éstas generan una frecuencia acumulada del 80%. Así mismo, podemos apreciar que existen 2 causas primordiales a cubrir. La primera es la excesiva vibración presentada en piezas con movimiento rotatorio en los equipos y la segunda es la criticidad de estas piezas presenta en durante su funcionamiento en los procesos, sin embargo, es importante tener presente las causas que están ubicadas en las últimas posiciones de la tabla, ya que también tiene una relación directa con la problemática.

Esto quiere decir que “El 80% de los problemas hallados presentan una solución, si se llegara a eliminar el 20% de los motivos que lo originan”. Significa que el 20% de los errores que se presenta, originan el 80% de las consecuencias en la empresa.

Figura 5: Diagrama de Pareto de causas de la baja confiabilidad



Fuente: Elaboración Propia

Luego de interpretar la tabla de tabulación y el gráfico de Pareto se puede interpretar que la causa con mayor frecuencia son las altas frecuencias de vibración (10.06%), estado de las piezas rotatorias (9.76%), mantenimientos deficientes (9.17%), incumplimiento de inspecciones (7.99%), falta de registro en los mantenimientos realizados (6.80%) y desalineamiento de las piezas (6.51%) son las que generan la baja confiabilidad de máquinas en esta empresa textil. Ante lo mencionado se utilizará el Mantenimiento Predictivo para eliminar estas causas, ya que es una herramienta donde se involucra el entorno para lograr reducir las averías y también alcanzar los cero defectos mediante un análisis de vibración en las piezas rotatorias, con las que cuenta las máquinas para predecir las principales fallas que se presentan durante el proceso.

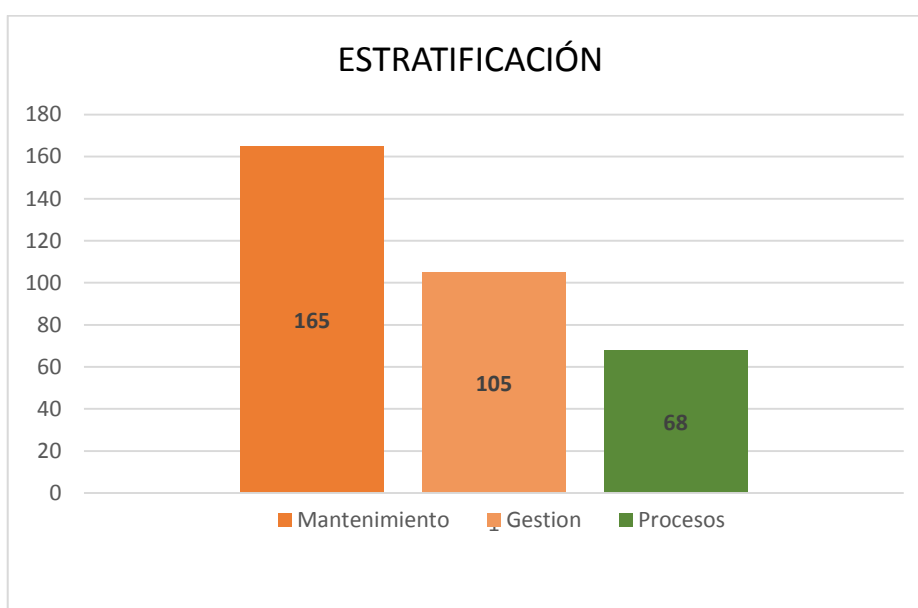
Luego de interpretar el diagrama de Pareto, se realizar el cuadro de estratificación, donde podremos agrupar por área cada causa que infringe defectos en la empresa. Para ello se considera tres áreas más resaltantes las cuales son la de Mantenimiento, Procesos y Gestión.

Tabla 5: Cuadro de Estratificación

	Defectos	Frecuencia	
C15	Excesiva vibracion	34	Mantenimiento
C5	Criticidad de piezas rotatorias	33	
C14	Deficiente mantenimiento	31	
C2	Incumplimiento de inspecciones	27	
C1	Desalineamiento de piezas	22	
C8	Falta de un plan de lubricacion	18	
C6	Falta de registros en los mantenimientos	23	Gestion
C11	Falta de capacitaciones	22	
C13	Repuestos en mal estado	21	
C7	Falta de comunicación entre areas	21	
C12	Falta de repuestos en el almacen	18	
C16	Inexistencia de la descripcion de los procesos	19	Procesos
C9	Equipos antiguos	15	
C4	Tiempo estándar no establecido por paradas	15	
C10	Espacios reducidos	12	
C3	Deficiente Iluminacion	7	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6: Diagrama de estratificación



Fuente: Elaboración Propia

En el figura 6, vemos la escala total de las causas, las cuales se asociaron por áreas, en esta se evidencia que el área de mantenimiento influyen con el mayor número de causas presentando una sumatoria de 165 de frecuencia; luego se identificó que el área de gestión cuenta con una suma de 105 de frecuencia y para concluir tenemos el área de procesos con una sumatoria de 68 de frecuencia; con estas datos obtenidos se puede inferir que aproximadamente la mitad de causas que se presentan, pertenecen al área de mantenimiento donde se tiene que prestar más atención para erradicar o poder reducir las causas que afectan directamente a la confiabilidad en la empresa textil.

Tabla 6: Alternativas de Solución

Alternativas	Criterios					
	Solucion a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	Total	%
Mantenimiento productivo total	2	0	0	0	2	15%
Mantenimiento predictivo	2	2	1	2	7	54%
FMCA	2	1	0	1	4	31%
					13	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6, se muestra los criterios y alternativas de solución, donde la calificación mayor demuestra la opción más viable ante el problema ya mencionado. Para esto se indago minuciosamente cada una de las opciones planteadas; en el caso del TPM (mantenimiento productivo total). Según Pelliccione en el año 2015 no indica: “Es una metodología que detecta y elimina las causas de los problemas” en la tabla 6 se muestra que en el MPT logro obtener un puntaje de 2, para este caso la empresa no lo considero oportuno debido a su alto costo para la compra de repuestos y el tiempo de aplicación no se puede determinar debido a que es un proceso a largo plazo para ver los beneficios; El FMCA obtuvo un puntaje de 4 es uno de los métodos recomendados para la solución del problema, para este problema presentado el mantenimiento predictivo logro 7 de puntuación y la empresa la considero como la más conveniente y manejable, ya que, es una alternativa más exacta para la predicción de fallas de los equipos rotatorios, por otra parte su aplicación durara mientras se ejecutan los métodos sobre las operaciones de producción, y presenta poca inversión para la empresa, debido que cuenta con los equipos necesario para su aplicación como el vibrometro y fácil de aplicar mediante una capacitación de 24 horas durante una semana.

Se procedió a mencionar la formulación de los problemas, justificación, objetivos e hipótesis.

Como problema general formulado presentado para esta investigación se mencionó: ¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil?

Como problemas específicos se menciona: ¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo mediante el análisis de vibración mejora la disponibilidad de los equipos rotatorios del área de pre tejeduría en una empresa textil? y ¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración reduce los tiempos medios de reparación de los equipos rotatorios del área de pre tejeduría en una empresa textil?

En una investigación existe una justificación teórica cuando el propósito del estudio permite generar una discusión y reflexión académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente. Cuando en una investigación busca mostrar las soluciones de un modelo, se realiza una justificación teórica. (Bernal, 2010, p.106)

Esta tesis tiene como fin dar a conocer todo lo relacionado con la principal técnica que presenta el mantenimiento predictivo, la cual es el análisis de vibración en equipos rotatorios, esto se detalla mediante herramientas de medición y conocimientos ya existentes para incrementar la confiabilidad de las piezas con criticidad, proponiendo mejoras para el proceso, disminuyendo los tiempos de fallas por paradas e incrementando la seguridad de los equipos y operarios de esta empresa.

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo permite solucionar un problema o al menos, plantea estrategias que al utilizarse contribuirían a resolverlo”. (Bernal, 2010, p.106)

La presente tesis se puede justificar, porque al practicar una de las técnicas del mantenimiento predictivo nos permitirá anticiparnos ante averías y fallas durante el proceso, de esta manera podemos intervenir oportunamente para salvaguardar la vida útil de los equipos. Con esta herramienta que presenta el mantenimiento predictivo podremos anticiparnos existiendo una justificación práctica que precisa que una rápida intervención ante una potencial falla resuelva los problemas de fallas repentinas en las máquinas. Por otro lado, esta tesis puede ser utilizada como un instructivo para posteriores investigaciones que apliquen este tipo de metodología y variable.

“En una investigación, la justificación económica tiene como propósito principal que toda empresa obtenga máximas utilidades o la propuesta de mejora genere un incremento en la ganancia de la institución”. (Bernal, 2010, p.107)

Por medio de la implementación del plan de mantenimiento predictivo se buscara reducir las horas de fallas que presenta el área de pre-tejeduría, lo cual trae consigo la reducción de producción de tela de segunda, costos de reparación de equipos y costos por retraso de mercadería.

“En una investigación, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a efectuar presenta un nuevo método o una nueva estrategia para producir nuevos conocimientos válidos y confiables”. (Bernal, 2010, p.107)

Para la presente tesis la justificación metodológica se debe demostrar cómo lograr los objetivos al aplicar el mantenimiento predictivo mediante el análisis de vibración en el área de pre-tejeduría, lo cual nos permitirá encontrar las principales fallas mecánicas de un equipo. Para ello esta investigación presenta información propia de los equipos, hasta tener un diagnóstico por medios de las mediciones realizadas, permitiendo reducir las horas de fallos e incrementando la confiabilidad de estos equipos.

Los problemas de investigación propuestos nos permiten establecer como objetivo general: Determinar en qué medida la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad de los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil. Por otro lado, los objetivos específicos son: Determinar como la implementación de un plan Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad de los equipos rotativos en el área de pre tejeduría en una empresa textil y Determinar como la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración reduce los tiempos medios de reparación en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil

Como hipótesis general se tuvo que: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil. Por otro lado, las hipótesis específicas son: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad de los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil y La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración reduce los tiempos medios de reparación en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil.

II. MARCO TEÓRICO

Se realizó la búsqueda de investigaciones y artículos científicos en un contexto nacional e internacional, en los cuales se encontraron las siguientes:

1. Según el autor Martínez, F. (2015). En su tesis “Gestión de mantenimiento y la energía para la prevención de fallos en equipos aumentando la confiabilidad de plantas de proceso”. El presente trabajo se presenta para toda planta industrial, la cual tiene como objetivo principal que el área de mantenimiento conserve el óptimo funcionamiento de la máquina para aumentar su confiabilidad, así poder brindar un mejor servicio a los clientes y mantener la seguridad en la planta.

Entonces, la evaluación de confiabilidad de cualquier máquina debe ser una base importante, para el conocimiento de confiabilidad de cada máquina nos lleva, al final de eso, hacia la planificación adecuada de la mejora e incremento de calidad, productividad y eficiencia de los programas de mantenimiento, a fin de producir materiales y brindar servicios de alta calidad, en armonía con las expectativas y necesidades del consumidor que se da cuenta de la ventaja competitiva de la organización. Con el fin de mostrar el papel de la fiabilidad de las máquinas productivas y la importancia en diversos sectores industriales, el estudio utilizó el análisis de vibración para estimar la confiabilidad de las máquinas productivas por la importancia eminente de las industrias, preparándose para el establecimiento de bases científicas correctas para las empresas de diversos rubros.

La confiabilidad es un término probabilístico y estadístico utilizado para analizar las variables aleatorias de los valores positivos y representados con el tiempo hasta que se produzca el tiempo de falla para cualquier máquina o equipo. Por lo tanto, la fiabilidad a lo largo del tiempo está definida por la potencialidad de la máquina durante un período determinado sin ningún tipo de falla.

El objeto del estudio comprende el empleo del método paramétrico en general y la confiabilidad de las máquinas productivas de las empresas durante su jornada laboral, con el objetivo de diseñar programas calificados para el mantenimiento de máquinas productivas logrando mejorar la fiabilidad durante los procesos que antes de aplicar un plan de mantenimiento presentaba 75 horas y luego de la implementación 110 horas incrementando en un 5%

y reducir todas las condiciones de extinción económicas, lo que disminuya el nivel de las pérdidas financieras.

2. Según García, E. (2016). En su tesis “Implementación de un plan de mantenimiento predictivo en función a la criticidad de los equipos del proceso de producción para mejorar la disponibilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A”.

El presente trabajo tiene como objetivo incrementar la confiabilidad de los equipos para que cumplan sus funciones sin presentar paradas, para ello es necesario identificar ciertas características respecto a la criticidad de las máquinas que realizan constantes actividades de producción. Esto genera que la industria alimentaria presente ciertas exigencias en la calidad y confiabilidad de sus equipos, para cumplir con este objetivo se aplicará el mantenimiento predictivo para incrementar la confiabilidad en equipos críticos, para lo cual será necesario identificar a través de sus herramientas que solución se puede dar en las diversas áreas de la empresa. Para esto será necesario seleccionar que equipos son los más críticos dentro de la planta industrial.

En conclusión, al implementar el plan de mantenimiento predictivo respecto a la criticidad de los equipos, se pudo constatar un incremento considerable con la disponibilidad de la maquina en un 96% respecto a las actividades programadas. Este impacto importante para la empresa Uesfalia se da, ya que es necesario tener la maquina en óptimas condiciones, durante largos lapsos de tiempo. Para cumplir con el objetivo este proyecto nos recomienda que se debe ajustar un monitoreo de frecuencia dependiendo el estado de los equipos para evitar altos costos de mantenimiento por realizar excesivos cambios de piezas y que existe otra herramienta fundamental para la aplicación del mantenimiento predictivo que es el análisis de aceite para piezas rotatorias, la cual incrementa el ciclo de vida de la máquina.

3. Según Soto, J. define (2016). En su tesis “Mantenimiento predictivo basado en la disponibilidad para el mejoramiento de la confiabilidad mecánica de los volquetes faw en GYM S.A.”. El cual es un trabajo para alcanzar el título de

Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Centro del Perú. Detalla que la siguiente investigación tiene como objetivo principal mejorar la disponibilidad de los volquetes de la empresa GYM S.A, porque estos equipos cuando quedan inoperativos de improviso, generan un promedio de confiabilidad mensual de 90,14% el cual no está permitido en la empresa.

Porque detienen el ciclo de trabajo, perjudicando en el trabajo de otras áreas y como consecuencia genera pérdidas económicas por los altos costos de reparación. Para realiza la investigación se recopiló datos mediante checklist del equipo, informes de fallos elaborados por los operarios, supervisiones diarias de los equipos.

Gracias a la adaptación de la metodología del mantenimiento basado en la confiabilidad se detectó fallas frecuentes, permitiendo reducir los costos de mantenimiento, generando soluciones optimas preventivas para disminuir la frecuencia de cada tipo de fallo, consecuentemente se mejoró en un 93% la confiabilidad de las máquinas, lo cual era requerido por la empresa.

4. Según el autor García, S. (2017). En su tesis “Implementación del mantenimiento predictivos para incrementar la confiabilidad en el área de máquinas automáticas de la empresa Tecnopress S.AC, 2017 ATE - LIMA”. El presente trabajo de investigación se llevó acabo en la empresa Tecnopress S.A.C, donde se diagnosticó principalmente el área de producción, la cual presenta como principal problema la baja confiabilidad enfocado al deterioro y excesivo uso de máquinas anticuadas. Dicha investigación es cuantitativa cuasi-experimental tomando en cuenta como instrumento de recolección de datos a 24 fichas de órdenes de cerraduras que se producen al día. El presente estudio considera algunas medidas que proporcionan el estado técnico de diagnóstico y pronóstico de máquinas y herramientas.

El propósito de las medidas consiste en apoyar la estrategia de reparación basada en el diagnóstico del estado técnico real y pronosticar sus cambios. La implementación de las medidas sugeridas permite a los expertos en gestionar de mantenimiento de la reparación de máquinas identificando la interconexión entre los parámetros de precisión en piezas mecanizadas y los parámetros de

precisión de las máquinas y herramienta. Pasando al resultado final, presenta como objetivo la implementación de un plan de mantenimiento predictivo para reducir las horas de paradas de las maquinarias, esto permitirá incrementar en 40 horas la confiabilidad en las áreas de máquinas automatizadas.

5. Según los autores Ñauta, J. y Cherres, D. (2015), mediante su tesis “Implementación del sistema de mantenimiento predictivo para mejorar la confiabilidad de los equipos en la compañía ecuatoriana del caucho Erco”. El cual fue su proyecto de investigación realizada para obtener el título de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Politécnica Salesiana.

“En el presente estudio se elaboró un plan de mantenimiento predictivo, basado en los datos estadísticos que se obtuvo del Sistema Integrado de Manufactura (SIM) de Erco, es por tal razón, que el proyecto está enfocado netamente en analizar las paradas de producción más representativas y sus causas de origen” (pág., 141).

Esta tesis se centra en la empresa Erco la cual se dedica a la vulcanización principalmente a base de caucho, para la producción de llantas de automóvil. La cual cuenta en su proceso con una variedad de máquinas, donde se determinó que primordialmente son cinco máquinas donde se presenta desperfectos, estas son: mezclador, steelastic, expander, calandria y FSW400 han presentado constantes fallas generando paros en la producción.

Por lo general estos imprevistos se dan en pizas giratorias como en ejes de rodillos, engranajes, acoples, entre otras. Ante los problemas presentados se ha incurrió al mantenimiento preventivo y correctivo, esto sin dar resultados. Sin embargo, durante una inspección realizada se determinó colocar sensores inductivos en piezas esenciales para el proceso, mediante estos procedimientos se pudo determinar cuándo una pieza presentaría fallas y se realizaba su cambio, evitando paradas inesperadas en el proceso. Esta es una de las técnicas principales del mantenimiento predictivo, es por ello que la empresa Erco la incluyó dentro de su área de mantenimiento porque permitía el cumplimiento de sus objetivos mensuales, lo cual generó la disminución de

fallas en un 8% de los que presentaba antes de implementar el análisis de vibración.

6. Según Zemenkov Y. y Shalay, T. (2015), mediante su artículo “Sistema experto de control predictivo multivariable de confiabilidad de instalaciones”.

Los autores realizaron una serie de estudios sobre el desarrollo del soporte metodológico del sistema de confiabilidad de control predictivo multivariable para la industria del petróleo y el gas. Se desarrollan métodos innovadores de cálculo y los modelos matemáticos de factores de confiabilidad, compatibles con el moderno sistema de mantenimiento tecnológico de producción, el sistema de registro de datos del despachador, el diagnóstico de pruebas no destructivas y los sistemas automatizados de control de procesos. (pág. 312)

Se desarrolló un método matemático diseñado para cumplir con las características tecnológicas de las instalaciones específicas, con la aplicación de la teoría de análisis de procesos, teoría de confiabilidad y elementos de análisis de intensidad. Los modelos desarrollados de factores de confiabilidad brindan la posibilidad de predecir los parámetros de las instalaciones técnicas en un modo de tiempo real o por un período fijo.

La importancia de esta investigación es incluir el desarrollo del conjunto de modelos matemáticos y métodos de predicción para el sistema de monitoreo de factores de confiabilidad y soporte de decisiones, operando en tiempo real y proporcionar la transición del sistema de mantenimiento y reparación "posterior a la falla" al preventivo, basado en datos de confiabilidad predictiva.

7. Según el autor Roncal, Joseph. Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de las unidades de transporte de TRANSVIAL LIMA S. A. C. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo. 2017.

Esta investigación tiene como objetivo, incrementar la disponibilidad de los equipos de la empresa TRANSVIAL LIMA S.A.C implementando el mantenimiento preventivo a las unidades de transporte. Realizo un estudio en la disponibilidad operativa de los buses, posterior a su estudio realizo un análisis de criticidad y luego realizó el plan de mantenimiento de las unidades

que presentan mayor criticidad dentro de la empresa, para finalizar realizó el cumplimiento de los trabajos mediante indicadores.

Esta tesis concluye que la implementación de un mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad de las unidades de transporte , ya que se midió la disponibilidad, el cual presenta como resultado inicial antes de la implementación un 83.53%, posterior a la implementación realizada del mantenimiento preventivo se obtuvo un resultado siendo la disponibilidad actual de 96.47%, también mejoró el tiempo medio entre fallas de 2.08 horas/falla antes a 46.30 horas/falla, por ello también presento una disminución en las horas del tiempo medio entre reparación (mantenibilidad) de 4.13 horas/falla a 1.55 horas/falla. Esta tesis nos permite verificar la importancia que tiene mejorar la disponibilidad de los equipos, porque estos resultados influyen en la mejora de la confiabilidad y la mantenibilidad los cuales representan el tiempo que demora un equipo en presentar una falla y cuánto tiempo toma reparar esta en los equipos.

8. Según el autor Pasache, José. Implementación de plan de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de galvanizado en una empresa metalmecánica, Lima. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo. 2017.

Esta investigación tiene como objetivo, mejorar la confiabilidad de las máquinas rotatorias del área de galvanizado, aplicando el plan de mantenimiento predictivo, de esta manera iba a reducir las horas de paro de máquina, aumentar la disponibilidad y disminuir el tiempo medio que toma reparar una falla. En su desarrollo, inició con el diagnóstico, para decidir, qué máquinas rotatorias requerían implementar este plan de mantenimiento, luego se llevó a cabo la implementación, terminando con los datos obtenidos y realizando un seguimiento de los estados de los componentes que muestran los registros elaborados. Concluyó que después de implementar el plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración los equipos rotativos de la línea de galvanizado de una empresa metalmecánica, resultados obtenidos en un periodo de 24 semanas, en las cuales mejoró la confiabilidad de 50.62

horas/fallas a 62.22 horas/fallas, incrementando así un 22.91%, interviniendo en la mejora de la disponibilidad estos equipos, ya que se logró obtener una mejora que paso de tener 90.60% a 97.62%, resaltando que sufrió un incremento del 7.75%. Esta tesis permite verificar la importancia de comenzar la implementación de un plan de mantenimiento predictivo a las máquinas más críticas de la empresa, para mejorar su confiabilidad, disponibilidad operativa y reducir las horas de reparación por fallas.

9. Según el autor García, Edgar. Aplicación del mantenimiento predictivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas de los equipos del proceso productivo de UESFALIA ALIMENTOS S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte. 2016.

Tuvo como objetivo mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa, implementando un plan de mantenimiento predictivo. En su desarrollo inició realizando el diagnóstico del estado de los equipos críticos que afectan directamente al proceso productivo según recomendaciones de los fabricantes y personal interno de la empresa, encontrando 15 de mayor relevancia, con la información que obtuvo, realizó un plan de mantenimiento predictivo a los equipos más críticos, se ejecutaron las actividades planeadas en los periodos de tiempos establecidos en el programa.

Concluyó que, con el cumplimiento de las actividades programadas de acuerdo al plan de mantenimiento predictivo, logró mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa UESFALIA S.A de 97.14% a 99.36% y aumentó la confiabilidad de 54.62 horas/falla a 61.22 horas/falla. Esta tesis sirvió para tener en cuenta que al implementar del mantenimiento predictivo no solo se mejora la disponibilidad sino también la confiabilidad de las máquinas.

10. Según los autores Raj, Bhushan, Kumar y Bokar (2018). Presenta en su artículo científico llamado "Effective Implementation of Planned Maintenance in a Gas Producing Plant: A Case Study at JSPL, Raigarh", tuvo el objetivo principal de aplicar el sistema de mantenimiento de tipo predictivo, la cual permite incrementar la disponibilidad de los equipos en planta; esto es posible mediante los estudios del tiempo medio de reparación y tiempo medio entre

fallas. El incremento de la disponibilidad de los equipo se genera al reduciendo las fallas que presenten los equipos; es por ello que se implementa este plan de mantenimiento que busca garantizar la máxima disponibilidad de máquinas mediante el análisis e implementación de un sistema de mantenimiento planificado efectivo. La base de datos de fallas presente de los equipos, es un requisito indispensable para el funcionamiento sin presentar inconvenientes y acondicionar un ambiente de trabajo libre. La población y muestra se encuentra representada en el análisis de 25 equipos durante 24 meses. Los resultados obtenidos evidencian un incremento en la disponibilidad, en tanto que dentro de la situación inicial se obtuvo un indicador de 89.9 %, que luego de la mejora presenta un incrementó de 91.7%. Presentando también la mejora de los indicadores del tiempo medio de reparación y entre fallas, en el caso del tiempo de funcionamiento antes de presentar una falla al inicio fue de 212 minutos y luego paso a 434 minutos en el promedio del escenario posterior; de forma complementaria, el tiempo medio que toma reparar estas averías paso de 3.45 horas a 1.46 horas después de la implementación. Ante ello, se sostiene que el sistema de mantenimiento logra una mejora en la disponibilidad y se recomienda continuar con las actividades programadas para la reparación y mantenimiento de equipos; ello garantizaría el mejor funcionamiento en el largo plazo.

11. Según el autor (Hoseinie et al., 2015). En su artículo científico titulado “Optimal Preventive Maintenance Planning for Water Spray System of Drum Sheare”. La finalidad de la programación del mantenimiento del sistema de pulverización de agua de una Shearer tambor. Es analizar el costo de mantenimiento y determinar los intervalos de restauración; utilizando una metodología de optimización datos recogidos de la mina de carbón iraní. Muestran que los MTBF de este sistema son bajos y la calidad de mantenimiento es tan buena como nueva. Por lo tanto, se seleccionó el proceso de renovación para el análisis de la fiabilidad. Basándose en los experimentos de campo y las características de diseño de los chorros de pulverización, Los intervalos de restauración óptimas para el sistema de pulverización de agua de la máquina Shearer se pueden seleccionar en el

período de 136 a 142. Esta función tiene un valor mínimo (= \$ 19.54 / hora) en el período de $T = 136$ hrs a $T = 142$ hrs.

12. Según el autor (Alavian, 2019) en su artículo “las estimaciones precisas de MTBF y MTTR: definiciones, cálculos y Efecto inducido en la eficiencia de la máquina”. El principal patrón de referencia de las máquinas de producción son las paradas que presenta por defectos de los componentes. Todo equipo tiene un nivel de ruido, vibración y tiempo aceptado para su correcto funcionamiento. Los fallos presentes en los equipos generan un detectable aumento en el nivel de vibración. El procedimiento por análisis de vibración mecánica es usado para el mantenimiento predictivo de equipos, ya que permite detectar con precisión el estado de los componentes en el comportamiento normal de su funcionamiento. Para lo cual expone las Ventajas de aplicar un análisis por vibraciones, evaluados entre los métodos correctivo frente al predictivo utilizando este análisis se mencionan a continuación que con el método correctivo el reemplazo de piezas que se requieren no están disponibles en el tiempo requerido, mantenimientos prolongados, se requiere mayor cantidad de personal, implica mayor cantidad de piezas de repuesto en almacenes, presenta más paradas de producción. Mientras que en el método predictivo por análisis de vibraciones: Reconocimiento temprano de defectos sin necesidad de paradas o desmontajes, Permite hacer seguimiento a los defectos hasta su intervención por ser un riesgo directo para los equipos, permite tener repuestos cuando son requeridos y el personal adecuado para realizar la reparación en un mantenimiento programado en los tiempos muertos de producción, el tiempo de intervención es menor al tener bien identificados los elementos averiados o posibles fallas, aumento de la producción por disminución de paradas, hace la toma de decisiones más fácil, permite encontrar las condiciones óptimas de la máquina, trae como consecuencia seguridad para los usuarios, genera ventajas ambientales al reducir la emisión de ruido.

Se conoce como mantenimiento a la función de conservar el estado en todo tipo de instalaciones, tanto productivas como en la de servicios. Se puede decir que es el conjunto de acciones, que tienen el objetivo de mantener un artículo o restaurarlo segundo su estado, para que pueda realizar sus funciones requeridas. Según lo definido por el artículo Quality Mant en el año 2016 se puede deducir ciertas actividades aplicadas como:

- Corregir averías
- Evaluar de manera visual el estado físico
- Evaluar costes de reparación

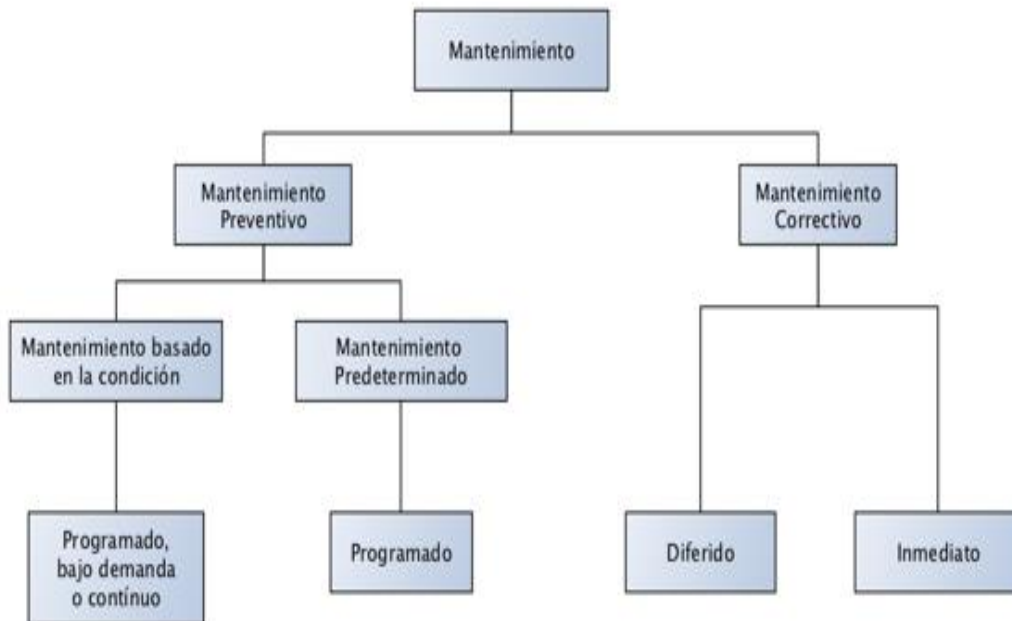
Esto nos indica que el mantenimiento se genera como un proyecto para sostener el estado de las máquinas. Para implementarlo fue necesario actuar bajo ciertas especificaciones como revisar normas, documentos técnicos de cada máquina, planos y conocer su función en la puesta en marcha.

Estas actividades ayudan al personal a tener un concepto referencial del estado de la máquina y así evaluar el rendimiento y su estado con el paso del tiempo. Por ello según Diallo en el año 2017 menciona que el mantenimiento general tiene como objetivo aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos. Con lo mencionado anteriormente se puede deducir cuales serían las principales tareas que puede ser responsable en un servicio de mantenimiento:

- Elaborar repuestos internacionales
- Realizar nuevas técnicas de recambio
- Promover la mejora continua
- Supervisar todo tipo de equipos
- Mantener la seguridad de las instalaciones

Los tipos y niveles de mantenimiento que en se aplican actualmente en casi todas las empresas industriales se encuentran definida en la siguiente Figura 7 la cual comprende los mantenimientos que emplea esta empresa industrial en la actualidad.

Figura 7: Tipos de mantenimiento



Recuperado de: <https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2017/07/04/ tipos-de-mantenimiento/>

Mantenimiento Correctivo

Las principales ventajas que presenta el mantenimiento correctivo son:

- La confiabilidad de lograr poner en marcha la maquina en condiciones seguras.
- Implementarlo es menos costoso que otros tipos de mantenimiento.

Las principales desventajas que presenta el mantenimiento correctivo son:

- Altos costos de reparación, por necesidad de comprar repuestos que no se tengan para solucionar el problema actual (Alsyouf, 2016).
- Imposible detectar el tiempo que demorar realizar el proceso de reparación.

El mantenimiento correctivo se aplica por medio de:

- Al presenta fallos imprevistos en los equipos o en fallas que no afecto directamente a la producción, evitando el paro de la producción.

Mantenimiento Preventivo

Las principales ventajas que presenta el mantenimiento preventivo son:

- El costo de reparación es menor que en el mantenimiento correctivo
- Facilita planear y programar la realización de mantenimientos para realizar cambios o reparaciones en maquinarias y equipos sin afectar a la producción (Forsthoffer, 2011).

Las principales desventajas que presenta el mantenimiento preventivo son:

- No se puede determinar de manera precisa el desgaste o fallos de los componentes que conforman la maquinaria.
- Genera un incremento de gastos en la capacitación del personal.
- Se basa en tiempos estimados según recomendaciones hechas por el fabricante

El mantenimiento preventivo se aplica por medio de:

- Una gestión, se determina un tiempo de vida útil para las piezas que presenta la máquina y se pasa a realizar su reparación sin importar el estado en el que se encuentre.

Mantenimiento Predictivo

Las principales ventajas que presenta el mantenimiento predictivo son:

- Se puede anticipar una solución ante cualquier tipo de fallas que se pueda presentar.
- Se extiende el tiempo de vida de cada componente de la máquina basándose en el estado que se encuentre.
- Incrementa la confiabilidad de la máquina, ya que se evita los fallos imprevistos.

Las principales desventajas que presenta el mantenimiento predictivo son:

- Implementarlo es más costoso que los otros tipos de mantenimiento, porque se necesita de equipos especiales para analizar los componentes y capacitar al personal.

El mantenimiento predictivo se aplica por medio de:

- Se realiza un mapeo de ruta de la máquina, se inspecciona cada punto o componente que se pueda medir tanto por un análisis de vibración o ultrasonido, se lleva un control de los datos obtenidos para comparar que piezas han incrementado su nivel de vibración para realizar su cambio respectivo.

Al respecto, sobre el mantenimiento predictivo, llamado también mantenimiento basado en la condición. Está conformado por un conjunto de técnicas permite el seguimiento del estado de piezas bajo ciertos parámetros, que varían al presentarse alguna anomalía. “Para ello es necesaria la aplicación de la tecnología mediante los equipos de detección para identificar de manera certera las fallas que se puedan presentar durante la producción”. (Vélez, 2014)

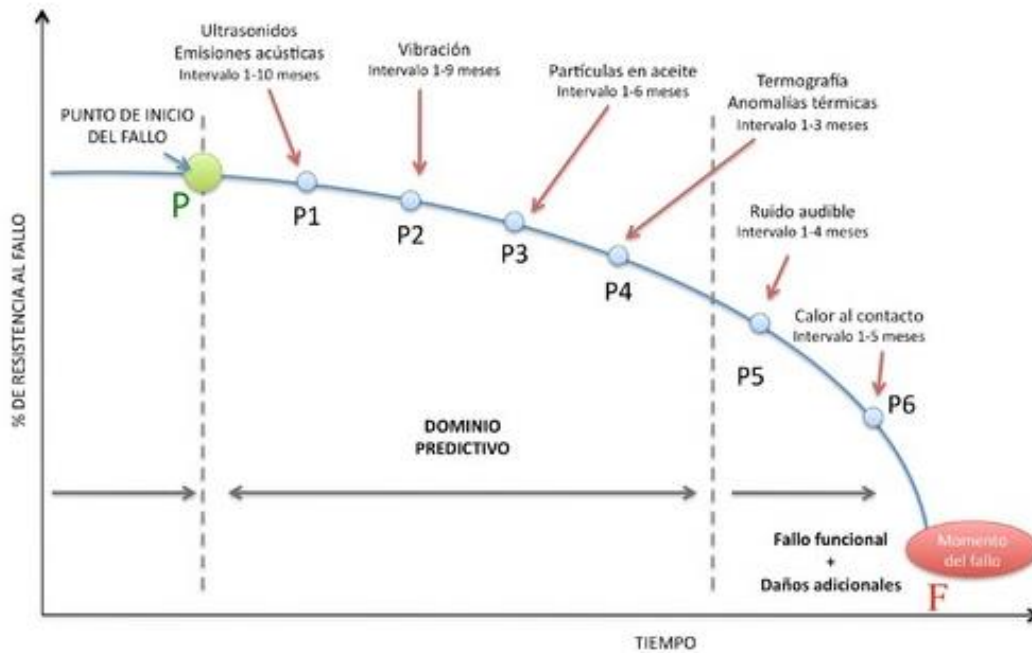
Este tipo de mantenimiento nos permite poder adelantarnos ante cualquier tipo de imprevisto, permitiendo programar las paradas de máquinas para elaborar un mantenimiento general y tener los repuestos necesarios sin presentar demoras de entrega de proveedores.

“El mantenimiento basado en la condición, para el uso de un sistema de diagnóstico para analizar las fallas, es la respuesta indicada para conservar el valor económico de los equipos y minimizar sus paradas”. (García, 2012)

La mayoría de los fallos en máquinas aparecen en momentos inesperados si no se presenta un control. Para poder detectarlos se precisa bajo ciertos parámetros, que no permitan detectar el inicio del deterioro y poder establecer para cada componente su nivel permitido de funcionamiento. Para esto la figura 6 muestra el siguiente proceso.

También conocida como la curva P-F porque nos muestra cómo evoluciona desde el inicio y progresión del deterioro hasta un punto donde pueda ser detectado según la herramienta o equipo que se utilice. Si no se llega a tomar una medida oportuna, lo que comenzó como deterioro llega a presenciarse como un punto de fallo.

Figura 8: Curva P-F



Recuperado de: [http://www.preditec.com/noticias/equipos-portatiles -de-inspección-predictiva/](http://www.preditec.com/noticias/equipos-portatiles-de-inspeccion-predictiva/)

Al implementar este tipo de mantenimiento se debe determinar una frecuencia de tiempo para realizar las inspecciones, donde no es necesario desmontar grandes piezas para detectar fallas, en el cual no es necesario que la máquina pare.

La técnica más resaltante por los resultados que genera en el incremento de confiabilidad de máquinas es el análisis de vibración porque “Establece modelos en condiciones normales en la operación permitiendo diferenciar situaciones de perjudiciales para la producción, está a la vez es considera una de las metodologías más exactas para monitorear y diagnosticar los equipos”. (Schmidt y Wang, 2018)

Las maquinas presentan una determinada frecuencia de vibración para operar en óptimas condiciones, estas frecuencias son comparadas con datos estandarizados por la Gestión de Activos ISO 55001, permitiendo diferenciar desviaciones que se encuentran fuera de lo establecido.

“Por ello este tipo de mantenimiento, nos permite determinar la condición actual en la que se encuentra nuestras maquinas mientras se realiza el proceso de

producción, por medio de mediciones ya realizadas de los parámetros cruciales de la maquinaria”. (Carcell, 2014)

Gracias a la integración de las primordiales técnicas predictivas podemos observar la condición real de nuestros equipos durante su funcionamiento, reduciendo los fallos imprevistos que se generan luego de los mantenimientos preventivos, reduciendo los costos de reparación y de paros de la producción.

Para gestionar un plan de mantenimiento predictivo, es indispensable distinguir los fallos más frecuentes que se generan durante el proceso y determinar qué soluciones se plantearon para evitarlos hasta el momento. Eso nos indicara si es posible realizar este plan, ya que al comprobar las tareas realizadas se fijarán ciertos rangos de frecuencias establecidos que se irán comparando en los puntos críticos de la máquina. Para esto es necesario asignar a uno o varios trabajadores que se encarguen de las tomas de medidas con herramientas y equipos especiales, estas acciones darán inicio a la puesta en marcha del plan en la empresa. Con la experiencia del trabajador por todas las tareas de mantenimiento realizadas y conocimientos de que se debe realizar al encontrar ciertas irregularidades, se debe supervisar todos los puntos de la maquina durante las primeras semanas para formular una base de datos.

Al implementar en cierta medida este plan de mantenimiento, con el paso del tiempo es posible eliminar ciertos monitoreo de frecuencias innecesarias, ya que algunas piezas no presentan fallos potenciales. “Es indispensable que estas actividades sean comparadas con las recomendaciones del fabricante encontrados en los manuales de cada equipo” (Ullah, Yang, Liu, Gao, 2017).

En la mayoría de los casos las tareas del plan de mantenimiento predictivo se dan en equipos que están conformado por piezas rotatorias, por ello una de los análisis que con más énfasis se presenta en las industrias es el análisis por condición de los rodamientos, porque estos elementos se encuentran en mayor proporción dentro de la máquina y son los que con frecuencia reciben cambios porque sufren mayor desgaste. Siendo un factor determinante para Byrd en el año 2019: “según el equipo que se tenga se determina la técnica a usar en el mantenimiento predictivo” en el caso de estos equipos rotatorios se utiliza el

análisis de vibración en componentes rotativos, con la cual identifica la evolución de los estados de los rodamientos con el paso del tiempo.

La inversión de tiempo y dinero que se genera al implementar el mantenimiento predictivo se justifica con el cumplimiento de objetivos del programa de mantenimiento, además que se obtiene ahorros al evitar pedidos de repuestos de emergencia, también se puede lograr lo siguiente:

- Anticipación de fallas antes de evolucionar a un estado crítico para programar su cambio en un mantenimiento.
- Eliminar desmontar equipos que no necesitan de mantenimiento.
- Reducir los gastos en repuestos, porque el número de intervenciones a lo largo de su vida útil se reduce hasta una quinta parte. (Rubio y Villarroel, 2012)
- Mejora en la calidad y seguridad en el cumplimiento de instalaciones de los equipos. (García, 2012)
- Reducción de mano de obra por disminución de averías en las máquinas.
- Mejora de la calidad del producto que se fabrique.
- Se evita penalizaciones por retrasos en la entrega de pedidos debido a los constantes paros en el proceso productivo.
- Se reduce las inspecciones generales por una supervisión detallada por condición de las piezas (Tran, Dabrowski y Skrzypek, 2018).
- Reduce los costos de seguros industriales, ya que se alcanza mejores indicadores, esto quiere decir, reducir los riesgos que presentan la compañía de seguros.

Importancia del mantenimiento predictivo

En las compañías industrial debido a los graves problemas que presenta con relación a la producción se está incorporando el mantenimiento predictivo, ya que nos permite anticiparnos a fallas que podrían llevar a pérdidas de clientes,

así mismo como reducir la vida de los equipos y perjudicial para la salud de los trabajadores.

Según Ungureanu en el año 2015 nos menciona que “el mantenimiento predictivo se basa principalmente en el análisis de vibración, porque todo equipo presenta una frecuencia de vibración o un tipo de ruido que lo caracterice”. Las fallas en estos equipos pueden presentar graves daños para la empresa, por esto se busca detectar y corregir ciertas anomalías. Este enfoque del mantenimiento predictivo tiende a relacionar la vida útil de las máquinas y la salud del personal.

Implementación de mantenimiento predictivo

Al concientizar al personal de con los resultados que se obtendrán al implementar el mantenimiento predictivo, se evaluara que alternativa de solución es la más recomendable de utilizar para cada tipo de empresa, ya que existen diversos métodos de diagnóstico dependiendo las características de la máquina.

“Para diagnosticar y solucionar problemas, existen diversas técnicas que se pueden aplicar, por ello se debe seleccionar la más recomendable por medio de estudios según la condición”. (Calvo Y Fernández, 2017, p. 6-7)

Para la evaluación del sistema primero se debe realizar los criterios económicos que se han tomado mientras se hacían reparaciones, es decir analizar los costos generados hasta el momento en función a la mano de obra, criticidad de los equipos, la cantidad de repuestos utilizados y también considerar las perdidas por paradas inesperadas en la producción. Esta estrategia también considera todas las causas que afecten directamente al proceso productivo descritas por Póor y Basl en el año 2019 son: Número de paradas durante la jornada laboral, el número de máquinas que presentan criticidad en su funcionamiento y los recursos para el mantenimiento.

Reorganizar la estructura del área de mantenimiento, se recomienda dividir el área en dos grupos de trabajo, por una parte, los mecánicos que se dedicaran a los cambios en los mantenimientos programados según el análisis predictivo

y los técnicos que realizaran cambios correctivos cuando se presenten. Esto se realiza porque cuando ocurra un imperfecto dentro de la empresa, no interfiera con el cumplimiento de actividades predictivas (Lughofer y Sayed, 2019).

Implementación del mantenimiento predictivo

Según el autor Oliverio García describe que existen cuatro opciones para implementar un sistema predictivo (2012).

Servicios de monitoreo: En la actualidad existen empresa que brindan estos servicios de supervisión general de máquinas, se recomienda comparar su eficacia con el transcurso del tiempo y verificar si se implementa correctamente el mantenimiento predictivo en la empresa.

Servicios de análisis: Otra de las actividades básicas que se recomienda para la implementación de este tipo de mantenimiento, es adquiera equipos por parte de la empresa para que se realice mediciones y monitoreo, conforme incrementa las lecturas de frecuencia se realicen un diagnostico detallado de los componentes.

Medición y grabación de servicios de análisis: Se desarrolla con equipos externos de la empresa, los cuales son utilizados para la grabación de datos que se subirán a la base de datos. Esto se utiliza mientras los trabajadores son capacitados para utilizar los equipos propios y continuar con los monitoreo.

Medición de indicadores propios: Es una de las alternativas más complicadas debido que la empresa debe capacitar a su personal para que pueda manipular sus equipos y analizar las frecuencias que presenten, sin embargo, se justifica la inversión, si se quiere eliminar las averías imprevistas que provocan altos costos por tiempo de perdido.

Para clasificar cuales son las máquinas que requieren de un control predictivo, se debe identificar cuáles son las condiciones en las que trabaja de forma eficiente, que maquinas son indispensable para el proceso, es decir si para produce retrasos en la producción. Es posible según Bartknecht , Siegfried y Weber en el año 2019 “que solo se utilice la herramienta de análisis de espectros, porque reporta de una manera más exacta las condiciones actuales de la máquina y el uso de sus equipos para las detecciones es de fácil

manipulación”. Sin embargo, estos equipos deben ser utilizados por personal con conocimientos teóricos predictivos ya que deben registrar en una base de datos diversas características como aceleración, temperaturas y niveles de vibración los cuales varían según el proceso.

Para Carcell, 2014. El análisis de vibración es “La tecnología es más fácil percibir las vibraciones, esto llama la atención en las industrias que cuentan con áreas de mantenimiento, puesto que muchas de las máquinas que se revisan están compuestas por piezas giratorias, las cuales ejercen frecuencias de vibración y determinar estas frecuencias para establecer su estado son más efectivas que técnicas que se utilizaban años anteriores”.

Esta es una técnica que permite el realizar un monitoreo, mediante las frecuencias que se detecten según las condiciones de funcionamiento que presente la maquinaria.

Mediante esta herramienta el personal a cargo puede detectar con anticipación fallas o averías que se puedan producir, esto evitaría que las máquinas primordiales para el proceso no queden paradas de improviso, como consecuencia se reduce las pérdidas de producción e incrementa el tiempo de vida útil de las piezas mecánicas. Esta técnica se usa principalmente para máquinas que se consideren indispensables para la producción y que sus paradas eleven los costos.

Es muy común que se presenten niveles de vibración en las máquinas industriales debido que las frecuencias de vibración se expanden por la estructura de la máquina, además que todas estas presentan un sonido particular durante su funcionamiento. Sin embargo, estas frecuencias son normales para que trabaje, por ello es indispensable elaborar parámetros según la máquina o equipo que se evalúe y como opera durante este proceso lineal. En la actualidad el análisis de vibración es indispensable para toda empresa industrial a nivel mundial, para mantener un control en su proceso y aumentar la disponibilidad de máquinas y equipos.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Por su finalidad es aplicada, ya que al aplicar el mantenimiento predictivo aumenta la confiabilidad en las máquinas de producción de la empresa textil y así favoreciendo la competitividad, lo cual tiene similitud con lo que redacta Valderrama (2013), sostiene que este tipo de investigación se llama “activa o dinámica”, y está contemplada con la investigación básica ya que depende de sus aportes teóricos para dar solución a la problemática (p. 164).

Por su nivel es descriptiva y explicativa, porque se concreta en identificar las causas que originan un fenómeno, sacando información que describa paso a paso como es su elaboración, lo cual concuerda con Hernández (2014), donde menciona que el nivel descriptivo busca precisar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, objetos o cualquier otra anomalía que se someta a un análisis (p.98). También Hernández (2014), sostiene que el nivel explicativo está encaminado a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta (p.100).

Por su enfoque es cuantitativa, porque se produce por causa y efecto de las cosas, se obtendrá datos estadísticos de las variables de las cuales se analiza, lo cual tiene similitud con Hernández (2014), menciona que el proceso de análisis de datos se inicia con ideas preconcebidas, basadas en las hipótesis formuladas. Una vez transfieren a una matriz, la cual se analiza mediante procedimientos estadísticos (p.120).

Diseño de investigación

Por su diseño la investigación es pre-experimental, ya que se utiliza una variable independiente y es la herramienta principal para ver el cambio en las otras variables, así como lo menciona Hernández (2014), el diseño pre-experimental se caracteriza por trabajar con un solo grupo de control y la facilidad que tiene para manipular la variable independiente mediante un estímulo, permitiendo observar el efecto que este genera en la variable dependiente. (p.141). Por su temporalidad es longitudinal o evolutiva, es la

recopilación de datos en diversos periodos que nos permiten deducir con respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias (p.159).

3.2. Variables y operacionalización

Dimensiones de la variable independiente: Mantenimiento predictivo

Para esta presentación se considera las siguientes dimensiones

Medición

“La medición de los niveles de vibración se puede realizar de diversas maneras, por medio de mediciones portátil o ultrasonidos, escáner, vibrometro, donde el propósito es identificar por medio de valores numéricos que componentes pueden presentar fallos y poder registrarlos en mantenimientos programados”. (Mora A; 2009, p.445)

Aplicando mediciones

$$\text{Med.} = \frac{\text{Nº de mediciones realizadas}}{\text{Nº total de mediciones programadas}} \times 100$$

Implementación

“Dentro del proyecto la evaluación e implementación de este tipo de técnicas, determinando rápidamente una evaluación a los equipos e identificando que técnica es más conveniente aplicar en esta empresa”. (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p.216)

Aplicando la Implementación

$$\text{Impl.} = \frac{\text{Nº de subcomponentes a evaluar}}{\text{Nº total de subcomponentes}} \times 100$$

Monitoreo

Nos permite mantener un seguimiento durante una frecuencia establecida en la maquina asegurando su disponibilidad, ya que podemos anticiparnos ante todo tipo de fallas abruptas que se generan durante la elaboración de un producto final.

Aplicando Monitoreo

$$\text{Mon} = \frac{\text{Nº rodamientos monitoreados}}{\text{Nº total de rodamientos}} \times 100$$

Variable Dependiente: Confiabilidad de máquinas industriales

Se define como la confianza que presenta una pieza, componente, maquinaria o equipo que cumple con una función, durante un determinado lapso de tiempo y bajo ciertas condiciones de operación establecidas por la empresa.

Dimensiones de la variable dependiente: Confiabilidad

A. Disponibilidad

La disponibilidad, es uno de los pilares del mantenimiento general, la cual se determina según el correcto funcionamiento en un tiempo establecido luego de que un componente pase por actividades de mantenimiento. (Mesa y Ortiz, 2006).

Disponibilidad de las maquinas

$$\text{Dis} = \frac{\text{Total hrs prog - hrs paro por mantto}}{\text{Total de hrs programadas}} \times 100$$

Esta dimensión es determinante para esta investigación que se realiza en el área de pre tejeduría, ya que cualquier tipo de imprevisto que se presente durante el proceso significaría grandes pérdidas económicas para la empresa y para reducir este tipo de imprevistos estamos aplicando un plan de mantenimiento predictivo que, con la ayuda de un equipo para la recolección de mediciones, nos permita identificar anomalías y podamos tomar decisiones para evitar este tipo de fallas o averías.

Tiempo promedio de reparación (mantenibilidad)

“El tiempo promedio entre fallas es el tiempo en el cual una maquina trabaja hasta que ocurra una falla o avería. Mientras que el tiempo promedio entre reparaciones, es el tiempo que se toma para poner el funcionamiento luego de detectar fallos”. (Uscategui, 2014, p. 31).

Tiempo promedio entre fallas

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero total de averías}}$$

3.3. Población, muestra y muestreo

En la siguiente investigación sobre Implementación de un plan de mantenimiento predictivo por análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotatorios tomará la siguiente población para la presente investigación la cual será:

Población

Según Hernández (2010, p.174) la población es la agrupación de diversos casos que se relaciona con una serie de especificaciones en un determinado lugar y tiempo específico.

En el presente informe de investigación, la población estará conformada por la cantidad total de horas paradas por fallas imprevistos durante un intervalo de 26 semanas obtenida de los equipos rotatorias correspondientes al área de Pre tejeduría, de estas se tomará en cuenta la cantidad de reportes de fallas mecánicas que presenten en el mes de agosto a noviembre del año 2019.

Muestra

Hernández (2014, p.174), explica que “si la población es inferior a cincuenta tipos, la población sería igual a la muestra”.

Por ello al considerar el tamaño de la población no fue necesario identificar el muestreo y la muestra presentaría una igualdad con la población. El tipo de muestra es intencional, esto quiere decir, que está definida a conveniencia de autor. Por lo tanto, la muestra definida por los datos obtenidos en 26 semanas de los dos equipos rotatorios para implementar un plan de mantenimiento predictivo para mejorar la confiabilidad de estos equipos se considera suficiente.

Criterios de selección

Inclusión: Son todas las características particulares, que deben tener un objeto o sujeto de estudio para que forme parte de la investigación (Hernández, 2014, p. 176).

En el área de Pre tejeduría se centró en la confiabilidad que presentan en las 13 semanas para el pre test (15/08/2020 al 15/11/2020) y 13 semanas para el pos test (15/02/2021 al 15/05/2021) de los dos equipos rotativos que presentaban criticidad.

Exclusión: Se refiere a las condiciones que presentan los participantes y que pueden modificar o alterar los resultados, por esta razón, no son elegibles para el estudio (Hernández, 2014, p. 176).

Se descartaron los días feriado, debido que estos son los únicos que no presentan datos de los equipos afectando directamente con el proceso o puedan detenerse hasta que se realice su mantenimiento respectivo.

3.4. Técnicas e instrumentos de reconocimiento de datos, valides y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

En la actualidad, para realizar investigaciones existen diversos instrumentos para realizar la recolección de datos en un trabajo de campos. Según Bernal en el año 2007, el método y el tipo de investigación que se realice, se determina la técnica a emplear (p.192).

Para este proyecto de investigación se utilizará como una de las fuentes importantes la observación experimental, datos correspondientes al área de estudio, para poder desarrollar y analizar el presente proyecto.

- **Observación directa:** Por medio de esta técnica se identifica de forma directa y objetiva como se encuentra en la actualidad el proceso del mantenimiento predictivo por medio del análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos en el área de Pre tejeduría.

- **Revisión documental:** La información relacionada con la aplicación de los procedimientos y registros del proceso de implementación, se examinó para mantener un control de este tipo de mantenimiento mediante el análisis de vibración.

Instrumentos de recolección de datos

“Son los medios que utilizara el investigador para recolectar y seleccionar la información. Estos pueden ser formularios y pruebas de conocimientos” (Valderrama, 2015, p.195).

En este proyecto de investigación será necesario utilizar fichas de datos, registro de información mensual, archivos y hojas de registro de datos.

Instrumento

Según Hernández se debe considerar un instrumento de medición apropiado cuando se logra registrar los datos observables que presentan los conceptos deseados (2014, p.199).

Los instrumentos que se utilizarán para la implementación del plan de mantenimiento predictivo son el registro de los equipos rotativos para la recolección de datos, los registros de monitoreo de vibración, tabla para evaluar los equipos críticos, registro del personal capacitado e historial de fallas.

Tabla 7: Instrumento de recolección de datos

Objetivo	Fuente	Técnica	Herramienta	Logro
Medición de componentes	medición por vibración, envolvente y temperatura	Registro de datos	Ficha de registro	Cumplimiento de mediciones
Evaluación de componentes	Componentes rotativos del área de pre tejeduría	Registro de datos	Ficha de registro	Identificar los componentes críticos
Evaluación de fallas	Fallas presentadas durante el proceso	Historial de fallas presentes	Ficha de registro	Establecer un registro de cambios
Elaboración del programa de monitoreo	Supervisor de mantenimiento	Registro de datos	Ficha de registro	Establecer parámetros para los monitoreos
Elaboración del plan de mantenimiento predictivo	Supervisor de mantenimiento	Registro de datos	Ficha de registro	Cumplimiento del plan

Fuente: Elaboración Propia

Validez

Según Hernández la validez se relaciona directamente el grado en el que el instrumento a utilizar nos permitirá medir realmente a la variable (2010, pág. 200).

Se realizó la validez por medio del juicio de expertos, el cual consta del criterio de opinión de diversos especialistas en el tema, los cuales nos brindarán información, evaluarán nuestras evidencias y las valorarán. Para seleccionar a las tres personas que conformarán el juicio de experto es una parte muy delicada, según Skjong y Wentworht en el año 2000 exponen que se debe seleccionar según el grado y la experiencia evidenciada de cada juez, la disponibilidad y el compromiso que presente para intervenir, imparcialidad para poder brindar un veredicto.

Confiabilidad

La recopilación de datos utilizados para la elaboración de esta investigación es confiable, porque es información obtenida de la empresa Cía. Industrial Nuevo Mundo S.A., las cuales serán utilizadas para fines científicos.

3.5. Procedimientos

Situación actual

La empresa Textil con localización en el cercado de Lima, se centra en la actividad de transformar la materia prima como el algodón en telares jean, esta empresa está conformada por cerca de 800 personas y brinda servicios en el mercado nacional e internacional con un catálogo con más de 20 clientes establecidos, atendiendo a los sectores de confecciones y acabados. También presenta una gran cantidad y variedad de productos según las características expuestas por los clientes, tales como telares Denim, cuadrille, dracon y tussor, siendo uno de los mercados más importantes para el país.

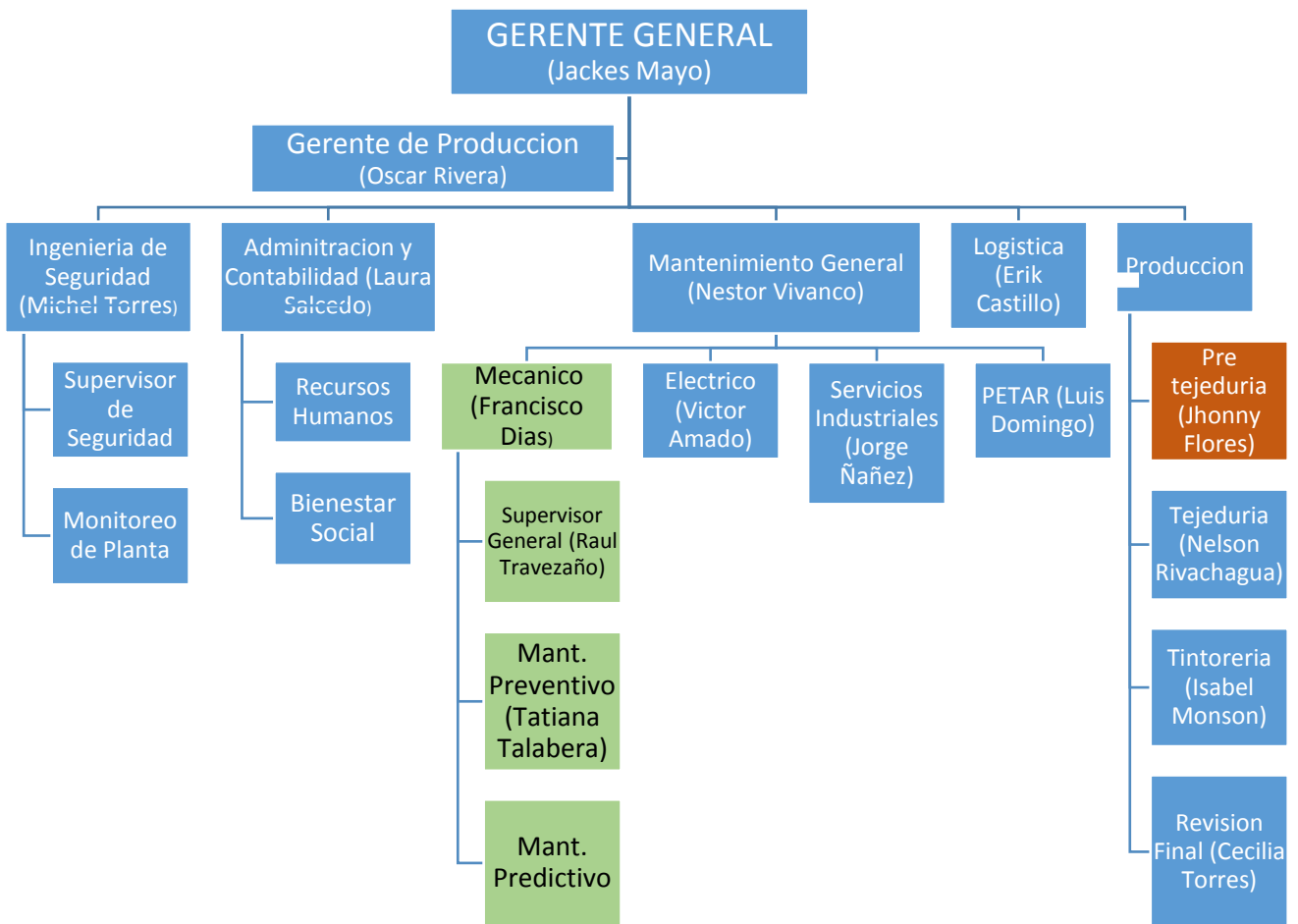
Misión

Enfocarnos en atender el mercado nacional y consideramos a nuestros clientes, proveedores y demás actores de nuestro negocio como socios estratégicos, buscando extender las relaciones a largo plazo. Caracterizarnos por ser líderes en innovación y servicio, lo cual cumpliremos a través de un permanente trabajo de calidad, confiabilidad y eficiencia. Esto se verá reflejado con la obtención de una rentabilidad superior al promedio de otras empresas del rubro.

Visión

Ser una empresa líder a nivel nacional e internacional, en continuo crecimiento, que se distinga por proporcionar hilos de la más alta calidad y con valor agregado a todos nuestros clientes. Constituirnos como empresa líder en el mercado textil, tanto en el aspecto laboral, como de relaciones humanas. Logrando marcar diferencias en la tendencia de la moda por medio de sus productos, transfiriendo su conocimiento a toda la cadena de valor.

Figura 9: Organigrama de la Empresa



Fuente: Elaboración Propia

Proceso de teñido en el área de Pre tejeduría

La empresa textil Nuevo Mundo cuenta con dos máquinas de teñido y engomado, llama también, Tren de Teñido Engomado Denim de la marca Sucker Muller cuenta con una longitud de 42.72 m y 4.89 m de altura, mientras el Tren Master cuenta con una longitud de 49.84m de longitud y 4.22 m de altura, cada una está compuesta por los siguientes elementos:

1. Fileta de plegadores, donde se colocan los plegadores con hilo crudo, previamente unidos en mantas con una cantidad determinada de hilos.
2. Una tina de inmersión de soda y otros adictivos, llama tina de pre-tratamiento con la cual se empieza el tren de teñido.

3. Dos tinas de enjuague, las cuales quitan el exceso de adherentes.
4. Cinco tinas de teñido y ocho tinas de tenido respectivamente, todas de inmersión mediante sistemas neumáticos
5. Dos tinas de enjuague
6. Un sistema de oxidación sobre las tinas de teñido
7. Un juego de 8 cilindros secadores
8. Una tina de encolado de doble inmersión
9. Un juego de 14 cilindros secadores
10. Un sistema de acumulador vertical o compensadores
11. Cabezal de enrollador de manta Denim

Cada tina de teñido cuenta con un sistema de exprimido a la salida de cada tina, esto produce que la tela expulse sus excedentes de tinte permitiéndole tener un color más natural. En la última tina de enjuague se ha diseñado el sistema para ser usado en neutralización y oxidación de la tela.

1) Vaporizador

Los hilos crudos que se utilizaran en el proceso son evaporizados para que voten la poca pelusa que traen de acabo, para evitar el aumento de volumen y el porcentaje de error.

2) La Urdidora

Se divide en:

-Fileta:

Es el lugar donde se colocan todos los conos de hilo (dependiendo el proceso se colocan entre 300 a 450 conos). Por esta máquina pasan los hilos de forma graduada. Antes de que los hilos salgan de la fileta encontraremos los sensores de rotura, verifican que le hilo pase al siguiente proceso sin ningún daño. Su producción actual en hilandería, tejeduría y tintorería es más de 1, 750,000 metros lineales de tela acabada al mes, consumiendo mensualmente más de 800, 000 kilos de hilo.

-Cabezal:

En esta máquina los hilos se emparejan por medio de una peineta.

-Plegador:

Se juntan los 300 a 450 conos y se controla el metraje (se produce de 12 a 18 cabezales dependiendo de que se producirá). (Supongamos que cada plegador tiene 350 hilos aprox. y vamos a usar 12 plegadores. En este proceso usaremos 4200 hilos aprox.). Luego de juntar los hilos se crean 2 mantos y comienza el proceso de teñido.

3) TINAS DE TEÑIDO

Para el teñido tenemos equipos de última generación para la aplicación continua y semi-continua de colorantes de tipo Reactivo, Tinas, Dispersos, Sulfurosos, entre otros; en nuestro departamento de estampación tenemos la posibilidad de estampar diseños hasta con doce combinaciones de color, por el sistema rotativo con un ancho máximo de 2.2 m, usando también una amplia variedad de colorantes, según el tipo de fibra y exigencias del uso final del producto.

• Paso 1: Pre-tratamiento

Puede ser justificado, es de 16° a 20°BE (llamado grados baument) que controla los grados de acides de la soda cáustica.

Puede ser mercerizado (reduce el tamaño total del tejido, aumentando su resistencia y facilitando su tintado posterior.), es de 20° a 30°BE. Que controla más grados de acides de la soda cáustica. Esto lleva a utilizar productos como:

Secuestrante: Permite que el agua llena de impurezas (sus metales) sea tratada.

Humectante: Hace que la soda caustica penetre más en el algodón y mejorar el teñido.

En este proceso de inmersión se realiza entre 10 a 15 segundos y a la salida de esta tina hay dos foulard de presión (provocando que la soda caustica penetre más en el hilo debido a la presión ejercida).

- **Paso 2: Enjuague Pre-Teñido**

La segunda y tercera tina son de agua a altas temperatura que sirve para sacar la soda caustica que excede en la tela.

Este paso ayuda a mantener un pH (grado de ácido de la soda caustica) estable en el teñido.

- **Paso 3: Teñido**

Entra el hilo tratado a las tinas de teñido. Se inmerge de 10 a 15 segundos. Sale de color verdoso pero el medio ambiente (el oxígeno) permite que se oxide entre la salida y a la llegada de la tela a las tinas, este es el proceso de oxidación que dura de 40 a 50 segundos.

Se utilizan de 5 a 14 tinas de teñido (a mas tinas de teñido se producirá más). Cada tina tiene un sistema de recirculación y así el baño de teñido es homogéneo. Una vez que ya paso todo el procedimiento de teñido se realiza el enjuague.

- **Paso 4: Enjuague Post-Teñido**

Solo se utiliza agua y altas temperaturas.

Solo se saca el tinte superficial que queda en el hilado

- **Paso 5: Compensador**

Este sirve por si la parte delantera de la maquina (el cabezal) rompe un hilo, este se acciona parando todo el proceso para poder hallar las fallas en el hilo.

- **Paso 6: Secado Post-Teñido**

Son cilindros con vapor de altas temperaturas que secan el hilado.

- **Paso 7: Engomado**

-Sirve para que el hilo pueda resistir la fricción que va a recibir por los tratamientos.

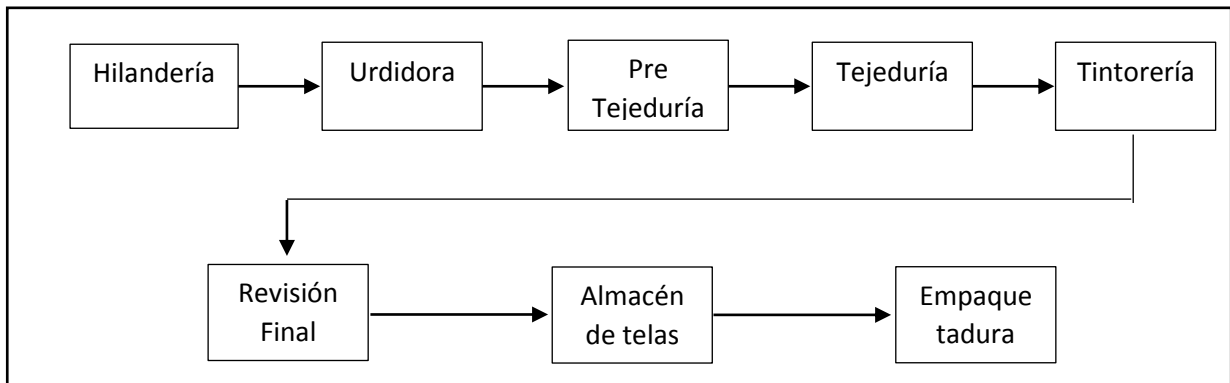
-Tiene una temperatura de 100° y recircula los materiales.

-En este proceso encontraremos el hilo de secado de goma. (Una vez secada la goma pasa por otro cabezal).

4) CABEZAL:

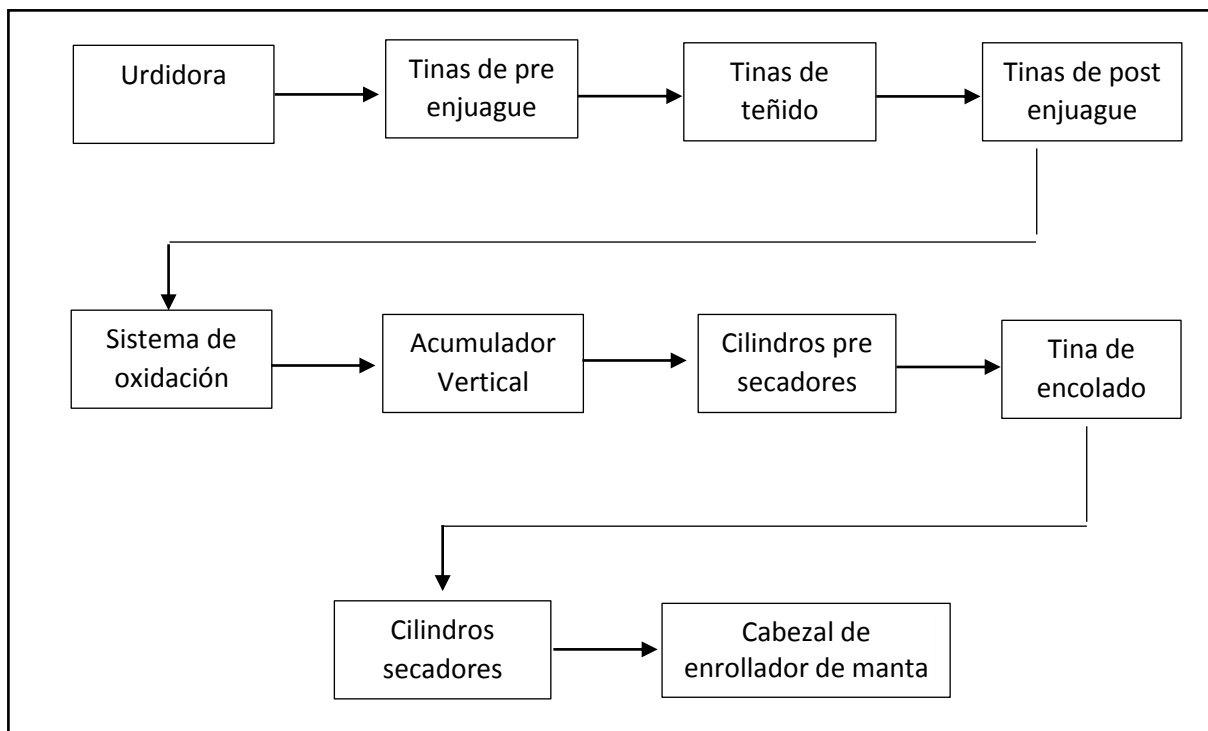
Las mantas se dividen para verificar que los hilos no se rompan. Los hilos pasan parejos por el peine y por el plegador (de acuerdo a la producción se llena el plegador). En las computadoras se programa las presiones, tensiones, temperaturas, entre otras funciones.

Figura 10: Diagrama de Proceso general



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Diagrama de proceso del Área de Pre-tejeduría



Fuente: Elaboración propia

**Figura 12: Diagrama de Actividades de Procesos de la empresa textil
Nuevo Mundo S.A**

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS							
Datos Generales:							
Empresa	Nuevo Mundo S.A.	Resumen					
Área	Pre-tejeduría	Símbolo	Actividades	Nº	Tiempo		
Sección	Teñido	○	Operación	10	400		
Fecha	14/02/2021	⇒	Transporte	1	20		
Actividad	Proceso de teñido denim	□	Inspección	2	60		
Maquina	Master	D	Demora	0	0		
Tipo de Tela	Denim	△	Almacenamiento	0	0		
Pasos	Descripción	Tiempo (min)	○	⇒	□	D	△
1	Inspeccion de carretes de hilos	25			●		
2	Colocación de carretes de hilos necesarios para articulo	35	●				
3	Alinear hilos con los telares guias	40	●				
4	Enjuague de hilos	35	●				
5	Caustificado de hilos	40	●				
6	Teñido de hilos con colorante según articulo	70	●				
7	Inspeccion de tonalidades de los hilos	35			●		
8	Enjuague de los hilos	30	●				
9	Pre-secado de los hilos	35	●				
10	Engomado de hilos de urdimbre	40	●				
11	Post-secado de los hilos	35	●				
12	Desenrollo de carretes terminados	40	●				
13	Carretes terminados enviados al área de tejeduria	20		●			
	Total	480	10	1	2	0	0

Fuente: Elaboración propia

Al describir el área de Pre tejeduría nos permite obtener valores para identificar la confiabilidad que presenta las máquinas que la conforman. Para ello es necesario presentar primero el estado actual que presentan los componentes rotatorios que conforman este tipo de máquinas, porque debido a esto se puede apreciar la baja confiabilidad y disponibilidad de las máquinas, ya que, por paradas no planificadas, falta de evaluaciones y monitoreo programados, no se logra identificar los principales problemas que se presentan en estos

componentes como son las altas vibraciones y temperaturas que se presentan durante su constante trabajo de estas piezas rotativas.

Figura 13: Rodamientos en mal estado



Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar al desmontar el rodamiento rígido de bolas que, debido a las altas temperaturas generada por la fricción del eje del polín con el rodamiento, genero la rotura de la pista del rodamiento generando una parada no planificada, el hollín que se aprecia adherido en el soporte se generó por el contacto de los metales mientras rotaban.

Por ello se comunicó con gerencia para analizar todas las aparadas presentadas durante los 3 últimos meses y se inició la implementación de un mantenimiento que pueda evitar este tipo de paras abruptas y que permita corregir todos los trabajos correctivos mediante programaciones para no afectar con el proceso.

Por ello el área de mantenimiento mecánico de esta empresa de rubro textil, muestra como principal problema la confiabilidad de las maquinas en el proceso de producción, por índices muy bajos, más del 40% de máquinas que presentan esta empresa se encuentran por debajo del 96% de confiabilidad, se detectó por medio del grafico de Pareto las causas que provocan dichos problemas, las principales causas fueron:

- La baja disponibilidad de las máquinas.
- Fallas imprevistas de los componentes mecánicos.
- No se monitorean e inspecciones de los componentes
- No se realizan seguimientos.
- Falta de equipos para realizar mantenimiento predictivo.
- Falta de registros y data de las máquinas-componentes.

Estas causas listadas tienen una relación directa con la baja confiabilidad de las máquinas. Estos problemas generan pérdidas monetarias, ya que, la baja confiabilidad de estas máquinas producida por paradas imprevistas afecta la calidad de los telares teñidos, esto se da porque la tela queda expuesta más tiempo de lo requerido en el aire afectando su tonalidad final. Debido a esto cuando pasan por el proceso de tejido se aprecia la diferencia de tonalidad con otros telares, lo cual disminuye el precio del producto final. Por ello, se tomó la decisión de generar una reunión con las jefaturas de mantenimiento mecánico y producción de pre-tejeduría, para implementar un plan de mantenimiento predictivo por medio del análisis de vibración, cual permitirá mejorar la confiabilidad de las máquinas para poder tener óptimos procesos y aumentar la disponibilidad de los equipos que son necesarios para la producción.

Tabla 8: Registro de horas de producción de las máquinas de Nuevo Mundo S.A.

ÁREAS DE PRODUCCIÓN	MÁQUINAS	Horas totales para operar (90 días x 24 horas) (hrs reales de operación + hrs de manto)	Lectura de Horómetro o inicio Ter turno (lec. inicial)	Lectura de Horómetro o final 3er turno (lec. Final)	Horas reales de operación (lec. final - lec. inicial)	Nº de averías	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICAS	FALLA MECÁNICA	Horas de paradas de mantenimiento (falla elec + falla mec)	MTBF (tiempo medio entre fallas) hrs.	MTR (tiempo medio reparación) hrs.	DISPONIBILIDAD (%)
TINTORERIA	Esmeriladora Sperotto	2160	1212	3295	2073	12	24,0	38	25	63	173	5,3	96,0%
	Sanf. Monforts	2160	1256	3345	2089	11	24,0	25	22	47	190	4,3	96,7%
	Biancalani	2160	862	2970	2108	8	24,0	18	10	28	264	3,5	97,6%
	Jigger ASISA	2160	1563	3681	2118	7	24,0	10	8	18	303	2,6	98,1%
	Rama	2160	1240	3351	2111	9	24,0	15	10	25	235	2,8	97,7%
	Tren de Sanforizado	2160	456	2526	2070	15	24,0	40	26	66	138	4,4	95,8%
	Tren de Mercerizado	2160	1320	3434	2114	8	24,0	14	8	22	264	2,8	97,9%
	Lavadora Artos	2160	1520	3624	2104	9	24,0	17	15	32	234	3,6	97,4%
	Pad Steam	2160	980	3039	2059	10	24,0	50	27	77	206	7,7	95,3%
	Chamuscadora	2160	789	2906	2117	9	24,0	10	9	19	235	2,1	98,0%
	Thermoscol	2160	1212	3321	2109	8	24,0	11	16	27	264	3,4	97,6%
	Estampadora	2160	1256	3372	2116	9	24,0	10	10	20	235	2,2	98,0%
	Mercerizadora Brugman	2160	862	2936	2074	11	24,0	29	33	62	189	5,6	96,0%
	PRETEJEDURIA	Urdidora Schlaford 1	2160	1563	3678	2115	7	24,0	13	8	21	302	3,0
Urdidora Schlaford 2		2160	786	2885	2099	11	24,0	21	16	37	191	3,4	97,2%
Urdidora Benninger		2160	589	2683	2094	12	24,0	20	22	42	175	3,5	96,9%
Urdidora Hacoba		2160	689	2809	2120	8	24,0	10	6	16	265	2,0	98,1%
Engomadora		2160	769	2863	2094	10	24,0	25	17	42	209	4,2	96,8%
Tren Master		2160	1465	3300,55	1835	84	24,0	153	147	301	22	3,6	85,0%
Tren Sucker		2160	1592	3443,33	1851	79	48,0	119	142	261	23	3,3	85,7%
Vaporizadora Korella		2160	1240	3358	2118	9	24,0	9	9	18	235	2,0	98,1%
REVISIÓN FINAL		Empacadora Impianti	2160	456	2565	2109	11	24,0	15	12	27	192	2,5
	Mapeadora Nº 1	2160	1320	3413	2093	10	24,0	23	20	43	209	4,3	96,9%
	Mapeadora Nº 2	2160	1520	3636	2116	11	24,0	9	11	20	192	1,8	98,0%
	Mapeadora Nº 3	2160	1212	3280	2068	12	24,0	42	26	68	172	5,7	95,7%
	Cortadora Nº 1	2160	1256	3326	2070	10	24,0	37	29	66	207	6,6	95,8%
	Cortadora Nº 2	2160	862	2980	2118	11	24,0	8	10	18	193	1,6	98,1%
	LABORATORIO FÍSICO	Lavadora Industrial Nº 1	2160	980	3099	2119	8	24,0	9	8	17	265	2,1
Lavadora Industrial Nº 2		2160	789	2870	2081	11	24,0	23	32	55	189	5,0	96,3%
Secadora Frigidaire Nº 1		2160	1212	3309	2097	10	24,0	18	21	39	210	3,9	97,1%
Secadora Frigidaire Nº 2		2160	1256	3355	2099	11	24,0	17	20	37	191	3,4	97,2%
Rotawash		2160	862	2982	2120	10	24,0	8	8	16	212	1,6	98,1%
Olla de Preparación		2160	1563	3682	2119	11	24,0	8	9	17	193	1,5	98,1%
LABORATORIO QUÍMICO	Pad Steam	2160	786	2904	2118	9	24,0	7	11	18	235	2,0	98,1%
	Foulard Antiguo Nº 1	2160	589	2636	2107	11	24,0	16	13	29	192	2,6	97,5%
	Foulard Nuevo Nº 2	2160	980	3095	2115	10	24,0	9	12	21	212	2,1	97,9%
	Ramita Antiguo Nº 1	2160	789	2894	2105	17	24,0	15	16	31	124	1,8	97,5%
	Ramita Nueva Nº 2	2160	1212	3325	2113	9	24,0	13	10	23	235	2,6	97,8%
LAYANDERIA	Lavadora Horizontal Nº 1	2160	1256	3371	2115	9	24,0	10	11	21	235	2,3	97,9%
	Lavadora Horizontal Nº 2	2160	862	2982	2120	9	24,0	7	9	16	236	1,8	98,1%
	Lavadora Aloña	2160	1240	3361	2121	8	24,0	9	6	15	265	1,9	98,2%
	Secadora Aloña S - 25	2160	456	2532	2076	10	24,0	33	27	60	208	6,0	96,1%
	Centrifuga Industrial	2160	1320	3439	2119	8	24,0	8	9	17	265	2,1	98,1%
Frosteadora	2160	1520	3591	2071	11	24,0	39	26	65	188	5,9	95,9%	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se aprecia el registro de horas de producción reales de todas las máquinas que presenta esta empresa, este registro se elaboró con la información del 17 de agosto del 2020 hasta el 16 de noviembre del 2020, estos datos se extrajeron de los horómetros colocados en cada máquina evaluada. Se detalla que significado tiene cada una de las columnas presente en este registro.

En las áreas de producción se mencionan todas las áreas que presenta la empresa dentro del proceso de producción de la tela jeans.

En la columna de máquinas se indica todas las que participan en el proceso según su área designada dentro de la empresa.

En horas totales para operar se encuentran las horas que deberían trabajar las maquinas n presentar desperfectos, ni horas de paro por mantenimiento. Como este registro se inició el día 17 de agosto y termino el día 16 de noviembre (90 días), esto quiere decir que las maquinas debieron trabajar 90 días, estas máquinas trabajan 3 turnos de 8 horas, por día debió trabajar 24 horas, esto quiere decir que las maquinas deberían haber trabajado: $90 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 2160 \text{ horas}$.

En la lectura del horómetro inicial del primero turno, es un contador de horas instalados en las máquinas, los cuales inician una lectura de horas mientras la maquina esté en funcionamiento. Esta columna presenta las horas registradas al inicio del primero turno dentro de las áreas respectivas. Mientras que la lectura del horómetros al final del tercer turno nos muestra datos de las horas reales trabajadas de las maquinas por día.

En las horas reales de operación se determina con la diferencia de la lectura del horómetro al terminar el 3er. turno – la lectura al inicio del primer turno), esto nos indica las horas reales trabajada de cada máquina.

El número de averías es la cantidad de veces que una maquina presenta fallas por día, en este caso serán durante 90 días.

Las horas de mantenimiento programadas, son las horas programadas para realizar un mantenimiento preventivo a las máquinas, en el caso de no haber mantenimiento preventivo son las horas al mes que para una máquina para que sea intervenida por fallas detectadas durante el proceso.

Las fallas eléctricas y mecánicas son cantidad de fallas que se presenta y clasificadas en estos dos campos.

Horas de paradas pro mantenimiento correctivos son las sumas de horas entre las fallas mecánicas y las eléctricas.

El tiempo medio entre fallas (MTBF) nos muestras la probabilidad que una maquina puede trabajar correctamente sin presentar fallas, mientras más hora presente este indicador mejor será la confiabilidad de las máquinas. Esta se calcula al dividir las horas reales de operación entre el número de fallas registradas en las máquinas.

El tiempo medio de reparación (MTTR) indica el tiempo (en este caso en horas) que nos toma solucionar una falla imprevista, mientras más bajo sea el resultado de este indicador mejor será la mantenibilidad de las máquinas. Este resultado se obtiene al dividir el total de las horas de parada de cada máquina con el número de averías que presenta en un intervalo de tiempo.

Por último, la disponibilidad es un indicador que nos muestra cuál es la probabilidad (en porcentajes) que una máquina funcione correctamente cuando es requerida. Se calcula al dividir las horas reales de operación entre las horas totales para operar.

De acuerdo a lo mostrado en el registro, se puede apreciar que de todas las máquinas con las que cuenta esta empresa del rubro textil, las que menor confiabilidad presentan son los dos trenes de teñido del área de Pre-tejeduría, por lo que se generó un registro con la situación actual que presentan estas dos máquinas, donde los datos están registrados por semana. En la tabla 9 se mostrarán los datos obtenidos del tren de teñido Sucker.

Tabla 9: Registro de datos por semana del tren de teñido Sucker antes de la mejora

SEMANA	FECHA	Horas totales de operación por semana	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro final 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICAS (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
Semana 34	17 Agosto 2020 - 23 Agosto 2020	168,00	1592	1742,2	150,20	7	0	10,4	7,4	17,8	21,46	2,54	89,40%
Semana 35	24 Agosto 2020 - 30 Agosto 2020	144,00	1742,2	1872,35	130,15	5	0	8,9	4,95	13,85	26,03	2,77	90,38%
Semana 36	31 Agosto 2020 - 06 Setiembre 2020	168,00	1872,35	2014,7	142,35	6	8	13,05	4,6	17,65	23,73	2,94	84,73%
Semana 37	07 Setiembre 2020 - 13 Setiembre 2020	168,00	2014,7	2160,2	145,50	6	0	10	12,5	22,5	24,25	3,75	86,61%
Semana 38	14 Setiembre 2020 - 20 Setiembre 2020	168,00	2160,2	2305,9	145,70	5	8	4,2	10,1	14,3	29,14	2,86	86,73%
Semana 39	21 Setiembre 2020 - 27 Setiembre 2020	168,00	2305,9	2450,7	144,80	5	0	8	15,2	23,2	28,96	4,64	86,19%
Semana 40	28 Setiembre 2020 - 04 Octubre 2020	168,00	2450,7	2596,7	146,00	5	8	2,75	11,25	14	29,20	2,80	86,90%
Semana 41	05 Octubre 2020 - 11 Octubre 2020	144,00	2596,7	2723,23	126,53	4	0	8,47	9	17,47	31,63	4,37	87,87%
Semana 42	12 Octubre 2020 - 18 Octubre 2020	168,00	2723,23	2862,58	139,35	6	8	7,15	13,5	20,65	23,23	3,44	82,95%
Semana 43	19 Octubre 2020 - 25 Octubre 2020	168,00	2862,58	3008,58	146,00	5	0	11,5	10,5	22	29,20	4,40	86,90%
Semana 44	26 Octubre 2020 - 01 Noviembre 2020	168,00	3008,58	3143,08	134,50	9	8	13,95	11,55	25,5	14,94	2,83	80,06%
Semana 45	02 Noviembre 2020 - 08 Noviembre 2020	168,00	3143,08	3279,78	136,70	8	0	10,25	21,05	31,3	17,09	3,91	81,37%
Semana 46	09 Noviembre 2020 - 16 Noviembre 2020	192,00	3279,78	3443,33	163,55	8	8	9,95	10,5	20,45	20,44	2,56	85,18%

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla nos muestra el comportamiento de la confiabilidad de este tren de teñido durante un periodo de 3 meses, al iniciar el proyecto se detalló que las maquinas operar por 3 turnos diarios, cada jornada de trabajo se realiza durante 8 horas, por ende, cada máquina por semana debería indicar una confiabilidad de 168 horas, siempre que no presente paradas imprevistas, sea por fallas maquinas u operativas. Sin embargo, la confiabilidad que el tren Sucker presenta es de un promedio de 23 horas por semana, Esto nos indica que esta máquina por día presenta una falla imprevista, este no es un buen indicador, ya que la empresa requiere que esta máquina realice un óptimo funcionamiento cuando sea requerida.

Este registro también muestra el tiempo medio de reparación del tren Sucker, este indicador nos muestra cual es el tiempo promedio que toma corregir estas paradas por fallas imprevistas durante cada semana que muestra la tabla anterior. El tiempo promedio que toma para corregir estas fallas es de 3 horas con 15 minutos, este resultado es desfavorable para el proceso de producción, ya que durante este lapso de tiempo el tren se encuentra parado y nos produce generando retrasos en otras áreas.

Por último, nos muestra la disponibilidad que tiene esta maquinas durante cada semana que se determinado para la elaboración del registro mostrado de la tabla. De acuerdo a World Class Manufacturing (2015) la disponibilidad que una maquina o equipo que proporciona servicio a un cliente de forma continua debe encontrar en un rango (95% al 99%) (p.13, p.14). Como se aprecia la disponibilidad de este tren de teñido tiene un promedio del 85,7 %, lo que nos indica que esta máquina no se encuentra en óptimas condiciones para realizar el proceso en la que es requerida.

Tabla 10: Registro de datos por semanas del tren de teñido Master antes de la mejora

SEMANA	FECHA	Horas totales de operación por semana	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro frinal 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICA (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
Semana 34	17 Agosto 2020 - 23 Agosto 2020	168,00	1465,1	1619,9	154,80	6	0	8,7	4,5	13,2	25,80	2,20	92,14%
Semana 35	24 Agosto 2020 - 30 Agosto 2020	144,00	1619,9	1743,8	123,90	6	0	7	13,1	20,1	20,65	3,35	86,04%
Semana 36	31 Agosto 2020 - 06 Setiembre 2020	168,00	1743,8	1888,1	144,30	8	0	11,45	12,25	23,7	18,04	2,96	85,89%
Semana 37	07 Setiembre 2020 - 13 Setiembre 2020	168,00	1888,1	2036,75	148,65	7	0	10,35	9	19,35	21,24	2,76	88,48%
Semana 38	14 Setiembre 2020 - 20 Setiembre 2020	168,00	2036,75	2178,7	141,95	7	8	8,7	9,35	18,05	20,28	2,58	84,49%
Semana 39	21 Setiembre 2020 - 27 Setiembre 2020	168,00	2178,7	2321,7	143,00	6	0	10,6	14,4	25	23,83	4,17	85,12%
Semana 40	28 Setiembre 2020 - 04 Octubre 2020	168,00	2321,7	2472,75	151,05	5	0	13,45	3,5	16,95	30,21	3,39	89,91%
Semana 41	05 Octubre 2020 - 11 Octubre 2020	144,00	2472,75	2594,35	121,60	5	0	15,4	7	22,4	24,32	4,48	84,44%
Semana 42	12 Octubre 2020 - 18 Octubre 2020	168,00	2594,35	2735,3	140,95	7	8	9,35	9,7	19,05	20,14	2,72	83,90%
Semana 43	19 Octubre 2020 - 25 Octubre 2020	168,00	2735,3	2874,85	139,55	6	0	13,4	15,05	28,45	23,26	4,74	83,07%
Semana 44	26 Octubre 2020 - 01 Noviembre 2020	168,00	2874,85	3016,4	141,55	6	0	12,7	13,75	26,45	23,59	4,41	84,26%
Semana 45	02 Noviembre 2020 - 08 Noviembre 2020	168,00	3016,4	3153,45	137,05	7	0	12,4	18,55	30,95	19,58	4,42	81,58%
Semana 46	09 Noviembre 2020 - 16 Noviembre 2020	192,00	3153,45	3300,55	147,10	8	8	19,95	16,95	36,9	18,39	4,61	76,61%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 10 nos muestra el comportamiento de la confiabilidad del tren de teñido Master durante un periodo de 3 meses, al iniciar el proyecto se detalló que las maquinas operan por 3 turnos diarios, cada jornada de trabajo se realiza durante 8 horas, por ende, cada máquina por semana debería indicar una confiabilidad de 168 horas, siempre que no presente paradas imprevistas, sea por fallas maquinas u operativas. Sin embargo, la confiabilidad que el tren Master presenta es de un promedio de 22 horas por semana, Esto nos indica que esta máquina por día presenta una falla imprevista, este no es un buen indicador, ya que la empresa requiere que esta máquina realice un óptimo funcionamiento cuando sea requerida.

Este registro también muestra el tiempo medio de reparación del tren Master, este indicador nos muestra cual es el tiempo promedio que toma corregir estas paradas por fallas imprevistas durante cada semana que muestra la tabla anterior. El tiempo promedio que toma para corregir estas fallas es de 3 horas con 30 minutos, este resultado es desfavorable para el proceso de producción, ya que durante este lapso de tiempo el tren se encuentra parado y nos produce generando retrasos en otras áreas.

Por último, nos muestra la disponibilidad que tiene esta maquinas durante cada semana que se determinó para la elaboración del registro mostrado de la tabla. De acuerdo a World Class Manufacturing (2015) la disponibilidad que una maquina o equipo que proporciona servicio a un cliente de forma continua debe encontrar en un rango (95% al 99%) (p. 252). Como se aprecia la disponibilidad de este tren de teñido tiene un promedio del 85 %, lo que nos indica que esta máquina no se encuentra en óptimas condiciones para el proceso en la que es requerida.

Propuestas de mejora

Las principales alternativas que se plantearon para la solución de estos problemas detectados al identificar la situación actual que presentan las máquinas de la empresa Nuevo Mundo fueron las siguientes:

Tabla 11: Alternativas de solución

Alternativas
Implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Plan de Mantenimiento Predictivo
Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA)

Fuente: Elaboración propia

Implementación de Mantenimiento Productivo Total:

La aplicación del TPM no es el mejor método para resolver problemas básicos, no es implementado solo por el área de mantenimiento general, requiere de la participación del resto de áreas que realizan actividades en el proceso de producción. Para realizar este tipo de mantenimiento se debe implementar el (FMEA) Análisis de Modos de fallas y efectos. Muchas empresas han tratado de implementarla dentro de su proceso de producción y han fracasado por no percatarse que esto se debe iniciar en un determinado nivel de análisis del entorno, mientras que otras instituciones tratan de implementarla solo en sus áreas de mantenimiento lo cual es imposible de hacer. Como toda metodología aplicada siempre podrá presentar errores, por lo que cada pilar del TPM debe ser controlado y analizado por parte de todas las jefaturas que intervengan en el proceso de producción. Por esto la implementación de esta metodología no será utilizada para esta investigación.

Análisis de Modos de fallas y efectos:

La implementación de este análisis en el área de mantenimiento tanto mecánico como eléctrico de esta empresa genera diversas oportunidades de mejoras que nos permitirá evaluar y clasificar las fallas que se presentan y los efectos que generan para así tener la información documentada, los cuales desarrollan mejores hábitos para registrar datos, generando mayor cooperación y trabajo en equipo. Esto generaría la mejora continua dentro de la empresa para la recolección de datos, sin embargo, su implementación no mejoraría la confiabilidad de las máquinas.

Mantenimiento Predictivo:

Debido a los problemas detectados en las máquinas que conforman a la empresa textil Nuevo Mundo S.A, se decidió por aplicar el mantenimiento predictivo, se toma esta decisión junto con las jefaturas de mantenimiento mecánico, eléctrico, pre- tejeduría, planeamiento y la gerencia de producción, esto se da por causa de la relación que tienen estas fallas con el área de mantenimiento y planeamiento, por no contar con un plan de mantenimiento predictivo, esto ocasiona que los trenes presenten constantes paradas generando paradas de producción, estos resultado se reflejan en la baja confiabilidad que presentan las máquinas de Pre-tejeduría.

Realizando la implementación de esta metodología, se lograría incrementar la confiabilidad de estas dos máquinas de teñido, esto se llevaría a cabo primero codificando los componentes y subcomponentes que conforman la máquina, luego realizar el monitoreo de estos mediante un análisis de vibración de los componentes, siguiendo estas actividades se debe detallar al realizar un mantenimiento programado las actividades necesarias para mantener en funcionamiento (limpieza, lubricación, cambios de rodamientos y ejes) según su prioridad, para elaborar una orden de trabajo.

Este tipo de mantenimiento proporciona mejoras en el funcionamiento de las máquinas y equipos esto a su vez, permite que estas unidades se encuentren disponibles para la realizar los servicios en las que sean requeridos. Por ello, se utilizando un mantenimiento predictivo donde se priorizará todas las fallas mecánicas y eléctricas potenciales que perjudiquen en el proceso de producción. Se elaboró un cronograma de actividades para la implementación de este tipo de mantenimiento, en donde se detalla que acciones son necesarias aplicar para esta investigación e implementación de las mejoras establecidas. Este cronograma detallará información de los meses en los que se llevara a cabo las actividades de implementación los cuales comprende los meses de febrero - abril del 2021, para poder tener un registro y control de las tareas que se realizarán, obtener cual es la criticidad presente en máquinas, subcomponentes y todos los registros para detallar los datos obtenidos.

A su vez se realizará inspecciones diarias que permitan tener un registro de datos de los componentes a evaluar. Estos monitorios nos permitirán identificar cuáles son las principales causas que generan las fallas frecuentes para poder generar ordenes de trabajo mensuales y quincenales más detalladas, las cuales se utilizaran para priorizar trabajos y efectuar estas actividades de una manera más completa. Por este plan de mantenimiento predictivo se podrá tener una visión más concreta de todas las actividades predictivas que se utilizaran para una de estas máquinas a evaluar.

Tabla 12: Cronograma de actividades para implementar plan de mantenimiento predictivo

ACTIVIDAD	ACCION	FECHA	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun
Análisis de máquinas	Codificar máquinas que se presente en las áreas de la empresa.	02/11/2020 29/11/2020	■							
	Clasificar las máquinas según su criticidad: no críticas, críticas y muy críticas.	30/11/2020 05/12/2020	■	■						
Planificación de mantenimiento predictivo	Establecer los parámetros a evaluar: nivel de vibración, aceleración y temperatura, adquirir equipo de monitoreo	30/12/2020 02/01/2021		■	■					
	Realizar planos de las máquinas a monitorear.	03/01/2021 06/01/2021			■					
	Establecer códigos para los subcomponentes de los equipos críticos.	07/01/2021 11/01/2021			■					
	Definir la frecuencia para las mediciones dependiendo el estado de los componentes, según lo establecido en el manual de las máquinas y equipos.	12/01/2021 15/01/2021			■					
	Definir si para realizar los monitoreos de vibración de los subcomponentes es necesario que la máquina este en marcha o parada.	16/01/2021 18/01/2021			■					
	Establecer rangos de criticidad para los rodamientos.	20/01/2021 23/01/2021			■					
	Elaborar un registro de datos para la toma de mediciones de todos los componentes presentes en los equipos críticos.	25/01/2021 05/02/2021			■	■				
	Definir las especialidades en los ordenes de mantenimiento predictivo, de tal manera que al generar las actividades mecánicas y eléctricas se diferencien.	06/02/2021 10/02/2021				■				
	Estimar tiempo determinado de cada actividad en un informe de plan de mantenimiento predictivo, esto será conversado con las jefaturas y los encargados de las áreas de mantenimiento	11/02/2021 13/02/2021				■				
	Elaborar un registro de componentes rotatorios que presentan altos puntos de vibración	16/02/2021 20/02/2021				■				
Elaborar una orden de trabajo. Luego de obtener y priorizar las actividades anteriores.	22/02/2021 27/02/2021				■					
Programación de mantenimiento	Reunirse con el área de producción a evaluar, para que nos proporcione información sobre la confiabilidad de las máquinas en función a los horarios de producción mensual para verificar si el desarrollo de la propuesta genera mejoras en la producción.	02/03/2021					■			
	Presentación de Mantenimiento Predictivo en una reunión donde estarán presentes todas las jefaturas involucradas en la ejecución de este proyecto.	04/03/2021 05/03/2021					■			
	Capacitación del personal en análisis de vibración y registro del estado de los componentes	09/03/2021					■			■
Seguimiento de programa	Realización de monitores de medición para evaluar el comportamiento de cada componente	16/03/2021 CONSTANTE					■	■	■	■
	Cumplimiento de la recolección de datos de las máquinas	15/03/2021 15/06/2021					■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia

Ejecución de la Propuesta

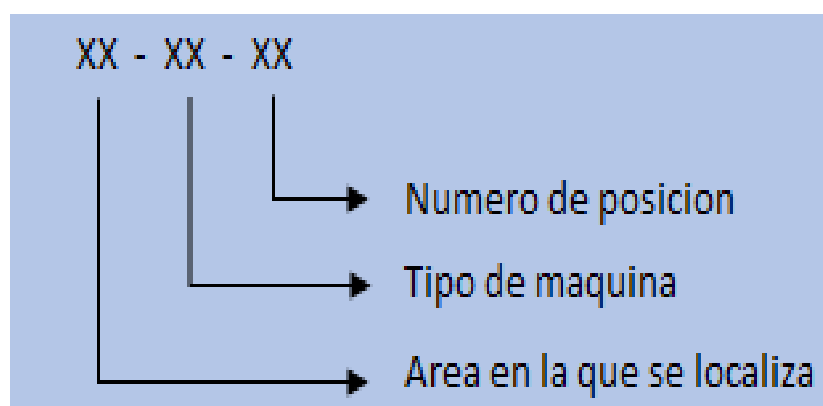
Ejecutar el siguiente trabajo de investigación se dio en la empresa textil Nuevo Mundo S.A, la cual cuenta con una ubicación en el distrito de Cercado de Lima, con la dirección Jr. José Celedon 750, la cual cuenta como producto principal las telas Denim. Gracias al diagrama de Pareto que se realizó al inicio del informe, se llegó a la conclusión que la empresa requería de un plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración a los componentes de las maquinas más críticas dentro del proceso de producción. La implementación de esta propuesta se realizará en 3 meses, esta iniciará el 15 de febrero y concluirá el 17 de mayo del 2021.

Para poder implementar de la mejor manera este plan de mantenimiento se realizará las siguientes actividades definidas:

Codificación de máquinas

Según SIERRA, G (2004). Realizar una codificación en los equipos tiene como principal objetivo de diferenciar e identificar de una manera más dinámica cada uno de las máquinas y equipos de acuerdo al área y características que presente (p.77).

Figura 14: Diseño de codificación de maquinas



Fuente: Codificación de Máquinas

El primer código que representa el área de localización está conformado por las dos primeras letras más significativas por área, este código determina el área en la que se encuentra cada máquina o equipo. Para ello se realizará un listado de todas las áreas que participan en el proceso de producción y las que cuentan con máquinas que afectan al proceso, las cuales pertenecen a esta empresa textil.

Tabla 13: Codificación por área de trabajo

Código	Áreas
PR	Pretejeduría
TI	Tintorería
LF	Laboratorio Físico
LQ	Laboratorio Químico
LA	Lavandería
RF	Revisión Final

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla se muestra el código que representa el tipo o nombre de cada máquina, este código estará conformado por las dos primeras letras que la representen, si estos códigos se repiten se modificaría por la siguiente letra, así hasta determinar un código que defina a cada máquina o equipo según su área de funcionamiento.

Tabla 14: Código de tipo de maquina

Áreas	Máquinas Activas	Código Tipo
Pretejeduría	Urdidora Benninger	UB
	Urdidora Hacoba	UH
	Urdidora Schlaford 1	US
	Urdidora Schlaford 2	UC
	Tren Karl Master	TK
	Tren Sucker	TS
	Engomadora	EN
	Vaporizadora Xorella	VX
Tintorería	Biancalani	BI
	Chamuscadora	CH
	Estampadora	ET
	Esmeriladora Sperotto	ES
	Jigger Asisa	JA
	Mercerizadora Brugman	MB
	Pad Steam	PS
	Rama	RA
	Sanforizadora Monfort	SM
	Thermosol	TH
	Tren de Sanfortizado	TA
	Tren de Mercedizado	TM
Laboratorio Físico	Laboratorio Industrial 1	LI
	Laboratorio Industrial 2	LN
	Olla Prepración	OP
	Rotawash	RO
	Secadora Frigidate 1	SF
	Secadora Frigidate 2	SR
Laboratorio Químico	Foulard Antiguo	FA
	Foulard Nuevo	FN
	Pad Steam 2	PT
	Ramita Antigua	RA
	Ramita Nueva	RN
Lavandería	Centrifugadora Industrial	CI
	Frosteadora	FR
	Lavadora Horizontal 1	LH
	Lavadora Horizontal 2	LO
	Lavadora Aloña	LA
	Secadora Aloña S-25	SA
Revisión Final	Cortadora 1 - Walter Porteiro	CW
	Cortadora 2 - Walter Porteiro	CP
	Empaquetadora Impianti	EI
	Mapeadora 1 - Walter Porteiro	MW
	Mapeadora 2 - Pernicks	MP
	Mapeadora 3 - Walter Porteiro	MA

Fuente: Elaboración propia

El código de posición de máquinas nos permitirá diferenciar máquinas del mismo tipo o nombre según su funcionamiento en el proceso. El código se registra con datos numéricos.

Tabla 15: Código de máquinas

Áreas	Máquinas Activas	Código Área	Código Tipo	Código Posición	Código de Máquinas
Pretejeduría	Urdidora Benninger	PR	UB	01	PR-UB-01
	Urdidora Hacoba	PR	UH	02	PR-UH-02
	Urdidora Schlaford 1	PR	US	03	PR-US-03
	Urdidora Schlaford 2	PR	UC	04	PR-UC-04
	Tren Karl Master	PR	TK	01	PR-TK-01
	Tren Sucker	PR	TS	02	PR-TS-02
	Engomadora	PR	EN	01	PR-EN-01
	Vaporizadora Xorella	PR	VX	01	PR-VX-01
Tintorería	Biancalani	TI	BI	01	TI-BI-01
	Chamuscadora	TI	CH	01	TI-CH-01
	Estampadora	TI	ET	01	TI-ET-01
	Esmeriladora Sperotto	TI	ES	01	TI-ES-01
	Jigger Asisa	TI	JA	01	TI-JA-01
	Mercerizadora Brugman	TI	MB	01	TI-MB-01
	Pad Steam	TI	PS	01	TI-PS-01
	Rama	TI	RA	01	TI-RM-01
	Sanforizadora Monfort	TI	SM	01	TI-SM-01
	Thermosol	TI	TH	01	TI-TH-01
	Tren de Sanfortizado	TI	TA	01	TI-TA-01
Tren de Mercedizado	TI	TM	02	TI-TM-02	
Laboratorio Físico	Laboratorio Industrial 1	LF	LI	01	LF-LI-01
	Laboratorio Industrial 2	LF	LN	02	LF-LN-02
	Olla Prepración	LF	OP	01	LF-OP-01
	Rotawash	LF	RO	01	LF-RO-01
	Secadora Frigidate 1	LF	SF	01	LF-SF-01
	Secadora Frigidate 2	LF	SR	02	LF-SR-02
Laboratorio Químico	Foulard Antiguo	LQ	FA	01	LQ-FA-01
	Foulard Nuevo	LQ	FN	02	LQ-FN-02
	Pad Steam 2	LQ	PT	01	LQ-PT-01
	Ramita Antigua	LQ	RA	01	LQ-RA-01
	Ramita Nueva	LQ	RN	02	LQ-RN-02
Lavandería	Centrifugadora Industrial	LA	CI	01	LA-CI-01
	Frosteadora	LA	FR	01	LA-FR-01
	Lavadora Horizontal 1	LA	LH	01	LA-LH-01
	Lavadora Horizontal 2	LA	LO	02	LA-LO-02
	Lavadora Aloña	LA	LA	03	LA-LA-03
	Secadora Aloña S-25	LA	SA	01	LA-SA-01
Revisión Final	Cortadora 1 - Walter Porteiro	RF	CW	01	RF-CW-01
	Cortadora 2 - Walter Porteiro	RF	CP	02	RF-CP-02
	Empaquetadora Impianti	RF	EI	01	RF-EI-01
	Mapeadora 1 - Walter Porteiro	RF	MW	01	RF-MW-01
	Mapeadora 2 - Pernicks	RF	MP	02	RF-MP-02
	Mapeadora 3 - Walter Porteiro	RF	MA	03	RF-MA-03

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la codificación de todas las máquinas que presenta esta empresa, se determinara el nivel de criticidad de cada mecanismo, para dar comienzo a la implementación de este tipo de mantenimiento.

Análisis de Criticidad

Según SANTOS, J. (2013), " Es un procedimiento que prioriza las actividades de producción y los efectos que se producen por fallos del sistema de producción, generando una toma de decisiones más claras al realizar la aplicación de recursos".

Para realizar el análisis de criticidad, se aplicará el criterio CTR, estas siglas significan Criticidad total por riesgo. Este modelo de análisis semicuantitativo, el cual se entiende como la frecuencia de un fallo por su severidad.

$$\text{CTR} = \text{FF} \times \text{C}$$

CTR = Criterio total riesgo

FF = Frecuencia Fallas

C = Consecuencia Fallas

El valor de las consecuencias (C) se obtiene por medio de la siguiente formula:

$$\text{C} = (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{SHA}$$

IO = Factor de impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SHA = Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

Con estas fórmulas mencionadas se llega a la siguiente expresión del resultado de la CTR:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

Los factores que han sido mencionados en los criterios de evaluación de criticidad se encuentra representado en la siguiente tabla.

Tabla 16: Criterios de evaluación

Criterio	Escalas	Puntuación
Factor frecuencia de Fallos (FF)	menos de 0.5 eventos al año	1
	0.5 o 1 evento al año	2
	1 o 2 eventos al año	3
	Mayor a 2 eventos al año	4
Impacto Operacional (IO)	Perdida de producción menor al 10%	1
	Perdida de producción entre el 10% y 24%	3
	Perdida de producción entre el 25% y 49%	5
	Perdida de producción entre el 50% y 74%	7
	Perdida de producción mayor al 75%	10
Flexibilidad Operacional (FO)	Cuenta con unidades en stock, logística pequeña y tiempo de reparación	1
	Cuenta con unidades en stock que cubran de forma parcial impacto de producción, logística intermedia y tiempo de reparación	2
	No presenta unidades en stock para cubrir demanda, tiempos de reparación reducidos y logística grande	4
Costes de Mantenimiento (CM)	Costes de reparación mantenimiento y mano de obra menor a 20 000.00 soles	1
	Costes de reparación mantenimiento y mano de obra mayor a 20 000.00 soles	2
Impacto seguridad, higiene y ambiente	No existe ningún riesgo ni afecta a la salud, ni daños ambientales	1
	Riesgo mínimo de pérdida de vida, afecte a la salud (recuperación en corto plazo) e incidencias controlables con el ambiente	3
	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes para la salud e incidencias en el medio ambiente difícil de restaurar	6
	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves - directos a la salud y incidentes ambientales que exceden límites permitidos	8

Fuente: Área de planeamiento

De la tabla de evaluación de criticidad se desarrollan 5 factores para realizar este análisis en los cuales se mencionan:

El factor de frecuencia por falla (FF) el cual determina cuantas veces presenta un falla o error en un tiempo establecido.

El factor de impacto operacional (IO) es el porcentaje de pérdidas que se generan en la producción cuando se generan fallas imprevistas.

El factor de flexibilidad operacional (FO) en este factor indicamos que se puede seguir produciendo y que la empresa cuanta con stock de repuesto mientras que se corrige fallas imprevistas.

El factor de costes de mantenimiento (CM) es el costo que se genera al reparar fallas imprevistas.

El factor de impacto de seguridad y ambiente (SHA) Es la probabilidad que se genere un desperfecto que dañe la integridad del trabajador y al medio ambiente.

Para PARRA, C Y CRESPO, A (2012), existe un matriz de criticidad que permite jerarquizar y priorizar el valor que genera la frecuencia de las fallas, en esta matriz en la zona vertical se encuentra la frecuencia y en la zona horizontal la consecuencia.

Figura 15: Matriz de criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: Matriz de criticidad propuesta CTR

En esta figura 15 se determina 3 niveles para priorizar una maquina los cuales son:

- Sistemas no críticos
- Sistemas semi - críticos
- Sistemas críticos

Estos niveles de criticidad serán considerados según puntuación que presente cada máquina a través de una evaluación general considerando los criterios ya mencionados.

Puntuación mayor a 100: Se considera como maquinas críticas, aquellas que necesitan la implementación de un plan de mantenimiento predictivo.

Puntuación entre 51 a 100: Se considera como maquinas semi – críticos, aquellas que con el paso del tiempo serán consideradas como críticas.

Puntuación menor a 50: Se considera como maquinas no críticas, a todas aquellas máquinas que no afectan directamente a la producción y que su reparación por fallas imprevistas puede darse en un mantenimiento correctivo.

En la Tabla 17, se visualizara la matriz de criticidad para todas las maquinas presentes dentro de la planta de producción de esta empresa textil.

Tabla 17: Registro resultados del análisis de criticidad de maquinas

Áreas	Máquinas Activas	Codigo de Maquinas	Frecuencia Fallos	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costes Mantenimiento	Impacto Seguridad	Consecuencia	Criticidad Total por Riesgo	Matriz Riesgo
Pretejeduría	Urdidora Benninger	PR-UB-01	2	3	2	1	6	13	26	NO CRITICO
	Urdidora Hacoba	PR-UH-02	3	3	2	2	6	14	42	NO CRITICO
	Urdidora Schlaford 1	PR-US-03	2	3	2	2	3	11	22	NO CRITICO
	Urdidora Schlaford 2	PR-UC-04	2	1	2	2	3	7	14	NO CRITICO
	Tren Karl Master	PR-TK-01	4	7	4	2	8	38	152	CRITICO
	Tren Sucker	PR-TS-02	4	7	4	2	8	38	152	CRITICO
	Engomadora	PR-EN-01	2	1	2	2	3	7	14	NO CRITICO
	Vaporizadora Xorella	PR-VX-01	2	3	1	1	3	7	14	NO CRITICO
Tintorería	Biancalani	TI-BI-01	2	5	2	2	1	13	26	NO CRITICO
	Chamuscadora	TI-CH-01	2	1	1	2	1	4	8	NO CRITICO
	Estampadora	TI-ET-01	3	3	2	1	1	8	24	NO CRITICO
	Esmeriladora Sperotto	TI-ES-01	3	3	1	2	1	6	18	NO CRITICO
	Jigger Asisa	TI-JA-01	2	1	2	1	3	6	12	NO CRITICO
	Mercerizadora Brugman	TI-MB-01	3	5	2	2	6	18	54	SEMI-CRITICO
	Pad Steam	TI-PS-01	2	1	2	1	1	4	8	NO CRITICO
	Rama	TI-RM-01	3	3	2	1	3	10	30	NO CRITICO
	Sanforizadora Monfort	TI-SM-01	4	5	2	2	6	18	72	SEMI-CRITICO
	Thermosol	TI-TH-01	3	7	2	2	3	19	57	SEMI-CRITICO
	Tren de Sanfortizado	TI-TA-01	3	3	2	2	6	14	42	NO CRITICO
	Tren de Mercedesado	TI-TM-02	4	5	2	1	6	17	68	SEMI-CRITICO
Laboratorio Físico	Lavoratorio Industrial 1	LF-LI-01	2	5	2	1	3	14	28	NO CRITICO
	Lavoratorio Industrial 2	LF-LN-02	2	5	2	1	3	14	28	NO CRITICO
	Olla Prepración	LF-OP-01	2	1	1	1	1	3	6	NO CRITICO
	Rotawash	LF-RO-01	2	1	1	1	1	3	6	NO CRITICO
	Secadora Frigidate 1	LF-SF-01	2	3	2	1	3	10	20	NO CRITICO
	Secadora Frigidate 2	LF-SR-02	2	3	2	1	3	10	20	NO CRITICO
Laboratorio Químico	Foulard Antiguo	LQ-FA-01	3	5	4	2	6	28	84	SEMI-CRITICO
	Foulard Nuevo	LQ-FN-02	2	5	4	2	6	28	56	SEMI-CRITICO
	Pad Steam 2	LQ-PT-01	4	1	1	1	3	5	20	NO CRITICO
	Ramita Antigua	LQ-RA-01	4	3	2	1	8	15	60	SEMI-CRITICO
	Ramita Nueva	LQ-RN-02	2	3	2	1	8	15	30	NO CRITICO
Lavandería	Centrifugadora Industrial	LA-CI-01	2	3	2	1	3	10	20	NO CRITICO
	Frosteadora	LA-FR-01	2	1	1	1	1	3	6	NO CRITICO
	Lavadora Horizontal 1	LA-LH-01	3	3	2	1	3	10	30	NO CRITICO
	Lavadora Horizontal 2	LA-LO-02	2	3	2	1	3	10	20	NO CRITICO
	Lavadora Aloña	LA-LA-03	2	3	2	2	3	11	22	NO CRITICO
	Secadora Aloña S-25	LA-SA-01	3	3	2	2	3	11	33	NO CRITICO
Revisión Final	Cortadora 1 - Walter Porteiro	RF-CW-01	3	5	2	2	6	18	54	SEMI-CRITICO
	Cortadora 2 - Walter Porteiro	RF-CP-02	2	5	2	2	6	18	36	NO CRITICO
	Empaquetadora Impianti	RF-EI-01	4	5	4	2	3	25	100	SEMI-CRITICO
	Mapeadora 1 - Walter Porteiro	RF-MW-01	3	3	2	1	3	10	30	NO CRITICO
	Mapeadora 2 - Pernicks	RF-MP-02	2	3	2	1	3	10	20	NO CRITICO
	Mapeadora 3 - Walter Porteiro	RF-MA-03	2	3	2	1	3	10	20	NO CRITICO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestra que maquinas son más críticas según el análisis de criticidad en la empresa Nuevo Mundo, a su vez se puede apreciar que las maquinas con mayor criticidad tanto para el proceso y riesgosa para la salud del trabajador, a las cuales se tiene que implementar un plan de mantenimiento predictivo a base de un análisis de vibración son:

- Tren Sucker Muller
- Tren Karl Master

Estas máquinas cumplen con la función de teñir el hilo según se realice un lote o pedido, como se detalló al inicio del proyecto estos telares son el principal producto que genera ganancias en esta empresa.

Planificación de mantenimiento predictivo

Parámetros a Evaluar

Al elaborar un registro de datos donde se colocará las mediciones de vibración tomas, donde será necesario un seguimiento de frecuencia constante y riguroso de los componentes críticos del área de pre tejeduría donde se determinará algunas desviaciones o problemas que se presenten.

Para esto será necesario evaluar las condiciones en las que se encuentra los rodamientos y componentes, al realizar el levantamiento de información podemos apreciar que una de las medidas que nos brinda el vibrometro SKF es la envolvente de gravedad esta esta expresado con una simbología igual a gE, este valor nos permite identificar el valor de aceleración que presentan las piezas rotativas durante su funcionamiento.

El instrumento de detección de vibraciones cuenta con un manual en el cual se encuentra establecido ciertos parámetros que sirven de referencia para que interpretemos los valores y saber que valores ingresar según el diámetro de los subcomponentes rotatorios presentes en las máquinas de teñido.

Tabla 18: Niveles críticos medidos por vibración

ISO 10816-3		Machinery Groups 2 and 4		Machinery Groups 1 and 3	
Velocity		Rated power			
CMAS 100 - SL		15 kW - 300 kW		300 Kw - 50 MW	
In/sec	mm /sec				
0.61	11.0	DAMAGE OCCURS			
0.39	7.1				
0.25	4.5	RESTRICTED OPERATION		UNRESTRICTED OPERATION	
0.19	3.5	UNRESTRICTED OPERATION			
0.16	2.8				
0.13	2.3	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY			
0.08	1.4				
0.04	0.7	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY			
0	0				
FOUNDATION		RIGID	FLEXIBLE	RIGID	FLEXIBLE

Fuente: Manual de vibrometro SKF

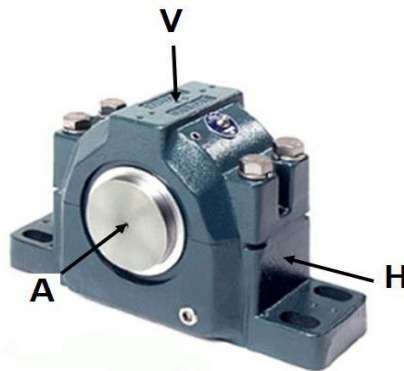
Tabla 19: Criticidad según la envolvente o aceleración

Class	Diametro	OK	Alert	Danger
CL1	200 - 500 mm	0 - 1 gE	1 - 2 gE	over 2 gE
CL2	200 - 300 mm	0 - 2 gE	2 - 4 gE	over 4 gE
CL3	20 - 150 mm	0 - 4 Ge	4 - 10 gE	over 10 gE

Fuente: Manual de vibrometro SKF

Luego es necesario conocer donde se situará los puntos de medición en los soportes de los rodamientos o piezas rotatorias, porque en estas se detecta mejor la frecuencia de vibración. Estas direcciones son la axial, vertical y horizontal.

Figura 16: Puntos de medición en los soportes



Fuente: Elaboración Propia

Adquisidor de Instrumentos de análisis

Para realizar la compra de los equipos que permitirán realizar las evaluaciones y monitoreo de los componentes rotatorios de la máquina, se compró un instrumento conocido como (cmas 100-sl) es un vibrometro SKF, este es portátil generalmente utilizado en determinar el comportamiento de componentes rotativos. El instrumento SKF cuenta con un manual donde se detalla los niveles de frecuencia que un componente no debe superar, un vibrometro con una punta de imán para determinar los niveles de vibración el cual detecta en (mm/s), un detector infrarrojo de temperatura que mide en (C°) y un cargador para todo tipo de tomacorriente.

Este instrumento nos permite detectar los diversos fallos de funcionamiento de las piezas que presenta la máquina. Principalmente nos ayuda a detectar el desalineamiento de los ejes, desgastes de las pistas de los rodamientos, falla o desgaste en engranajes de los motores y otras vibraciones comunes que suelen presentarse durante el proceso.

La comparación de datos que se da por las mediciones que se realicen según la frecuencia establecida y los niveles de desgaste que se observen en los monitoreo, esto genera nuevos conocimientos locales. Los cuales servirán de experiencia para poder optimizar las acciones necesarias cuando se registre altos niveles de vibración, para la cual estableceremos soluciones más rápidas.

Figura 17: Instrumento de vibración



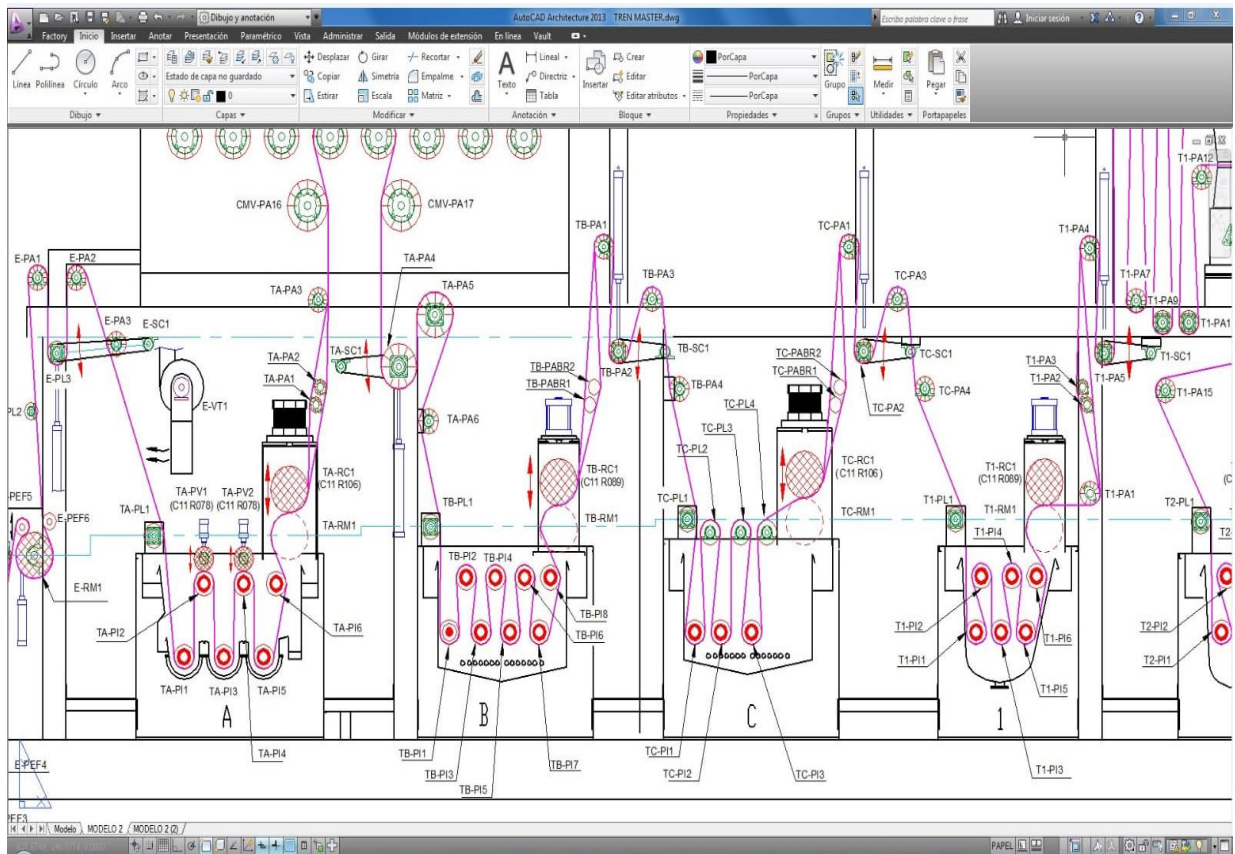
Fuente: Manual SKF

Elaborar un plan requiere de un conjunto de actividades, estas tareas tienen el fin de generar resultados favorables, sin embargo, un plan de mantenimiento predictivo permite programar actividades o tareas que deben ser cumplidas en lapsos de tiempo ya determinados, este proceso es de suma importancia para cumplir con los objetivos que se plantean.

Elaboración de planos de tren de teñido

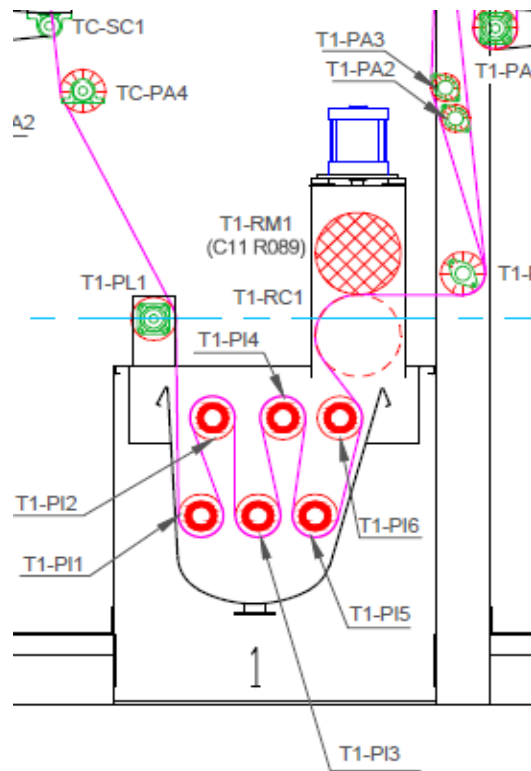
Para identificar cada subcomponente que se encuentran en la máquina, se realizó el plano en AutoCAD architecture 2013 para identificar donde se encuentran localizados cada subcomponente y poder realizar el monitoreo respectivo. Para ello se realizó una supervisión visual la cual nos permitió establecer que piezas conforman a este tipo de máquina y determinar el número de subcomponentes a evaluar.

Figura 18: Planos de tinas de tren de teñido



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Componentes de tina de teñido del Tren Master



Fuente: Elaboración Propia

Al identificar la criticidad de las máquinas que se utilizan en el proceso y tener identificada cada una de los componentes presentes dentro de cada máquina por medio de planos de la empresa, se continuara con la implementación del plan de este tipo de mantenimiento, el siguiente paso es elaborar la codificación de los sub componentes que se encuentran en las maquinas críticas, esto nos permitirá fijarles la actividad que requiere a cada uno de estos subcomponentes al realizar un mantenimiento en una de estas máquinas. El código de cada componente estará conformado con el primer dígito del nombre de su componente y un número u otra letra que identifique a cada componente, en la segunda parte del código estará conformada por las primeras letras de los subcomponentes y un número como se puede apreciar en la tabla 20.

Tabla 20: Codificación de subcomponentes del Tren Master

MÁQUINA	SECCIÓN	COMPONENTE	CODIFICACION	SUB - COMPONENTE	ACTIVIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA (días)	DURACIÓN	CONDICIÓN DE MÁQUINA	PERSONAL ENCARGADO
	DESENRROLLADOR DE URDIMBRE	FILETA DE PLEGADORES	FP-MT1	MOTOR DE TRASLACIÓN	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
			FP-RP1 FP-RP24	RODAJE DE PLEGADORES	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	24	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		168	0.75	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		PUENTE GRÚA	PG-MT1	MOTOR DE TRSLACION DERECHA	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
			PG-MT2	MOTOR DE TRSLACION IZQUIERDA	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
			PG-MT3	MOTOR DE GRUA	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	2	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
	PG-ER1	EJE RECTO	Monitorear vibracion del eje presente en ambos motores	1	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ		
	TINA DE CAUSTIFICADO	TINA A	TA-RF1	RODILLO FOULARD INFERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			TA-RF2	RODILLO FOULARD SUPERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		TA-PC1	POLIN COMPENSADOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ	
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	TA-PS1 TA-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.60	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.75	APAGADO	RUIZ, CERON		
	TINAS DE PRE ENJUAGUE	TINA B	TB-RF1	RODILLO FOULARD INFERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			TB-RF2	RODILLO FOULARD SUPERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			TB-PP1 TB-PP2	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de la pista metalica		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
TB-PS1 TB-PS6			POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.60	ENCENDIDO	RUIZ	
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.75	APAGADO	RUIZ, CERON	
TINA C		TC-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
		TC-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
TC-PP1 TC-PP2	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ			
		Inspeccion desgaste de la pista metalica		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ			
		Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO			
TC-PS1 TC-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.60	ENCENDIDO	RUIZ			
		Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.75	APAGADO	RUIZ, CERON			
			T1-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO

TREN MASTER	TINA 6	T5-PS1 T5-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	APAGADO	RUIZ, CERON
		T5-PP1 T5-PP3	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	3	14	0.30	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		T6-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		T6-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
	T6-PS1 T6-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	APAGADO	RUIZ, CERON	
	T6-PP1 T6-PP3	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	3	14	0.30	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON	
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	TINA 7	T7-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		T7-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
	Inspeccion desgaste de recubierta de goma			14		0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
	Lubricacion de los rodamientos			84		0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	T7-PS1 T7-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	APAGADO	RUIZ, CERON	
	T7-PP1 T7-PP3	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	3	14	0.30	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON	
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	TINA 8	T8-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		T8-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
	Inspeccion desgaste de recubierta de goma			14		0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
	Lubricacion de los rodamientos			84		0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	T8-PS1 T8-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	APAGADO	RUIZ, CERON	
	T8-PP1 T8-PP3	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	3	14	0.30	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON	
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	TINA V1	V1-RF1	RODILLO FOULARD	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
V1-RE1		RODILLO EXPRIMIDOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
V1-PS1 V1-PS8	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	8	14	0.80	ENCENDIDO	RUIZ		
		Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.00	APAGADO	RUIZ, CERON		

TINAS DE ENJUAGUE POST TEÑIDO	TINA V2	W1-PP1 W1-PP4	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	4	14	0.40	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CERON
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		W2-RF1	RODILLO FOULARD	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		W2-RE1	RODILLO EXPRIMIDOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		W2-PS1 W2-PS8	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	8	14	0.80	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.00	APAGADO	RUIZ, CERON
		W2-PP1 W2-PP4	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	4	14	0.40	ENCENDIDO	RUIZ
	Inspeccion desgaste de la pista metalica			7		0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CERON	
	Lubricacion de los rodamientos			84		0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	TINA V3	W3-RF1	RODILLO FOULARD	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		W3-RE1	RODILLO EXPRIMIDOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		W3-PS1 W3-PS8	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	8	14	0.80	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.00	APAGADO	RUIZ, CERON
		W3-PP1 W3-PP3	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	3	14	0.30	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CERON
Lubricacion de los rodamientos				84		0.75	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
SISTEMA DE OXIDACION		OXIDACION	O1-PA1 O1-PA82	POLINES ACANALADOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	82	14	3.50	ENCENDIDO
			Inspeccion desgaste de la pista metalica	7	2.00		ENCENDIDO	RUIZ, CERON	
			Lubricacion de los rodamientos	84	2.00		ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
			Inspeccion por pruebas no destructivas	168	2.75		APAGADO	CERON, CAPRISTANO	
TORRE DE SECADO	PRE-SECADO	PS-CS1 PS-CS8	CILINDRO DE SECADO	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	8	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos		28	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		PS-MT1	MOTOR DE TRASLADO DE EJES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
ACUMULADOR	ACUMULADOR VERTICAL	AV-PS1 AV-PS51	POLINES SEPARADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	51	14	3.00	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de ejes		14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ, CERON
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.75	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		AV-MT1	MOTOR DE TRASLADO DE EJES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
TINAS DE ENGOMADO	TINAS DE ENGOMADO 1	E1-PS1 E1-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.25	APAGADO	RUIZ, CERON
		E1-PD1 E1-PS2	POLINES DISTANCIADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de ejes		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON
	TINAS DE ENGOMADO 2	E2-PS1 E2-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.25	APAGADO	RUIZ, CERON
		E2-PD1 E2-PD2	POLINES DISTANCIADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
				Inspeccion desgaste de ejes		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON
			Lubricacion de los rodamientos	56	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		

	UNIDAD DE SECADO	POST-SECADO	PS-CS1	CILINDRO DE SECADO	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	13	14	2.00	ENCENDIDO	RUIZ
			PS-CS13		Lubricacion de los rodamientos		28	1.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			PS-MT1	MOTOR DE TRASLADO DE EJES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
		Inspeccion y limpieza de ventiladores	7	0.10	ENCENDIDO		CAPRISTANO			
	CABEZAL	PEINE ACUMULADOR	PA-RF1	RODILLO FOULARD SUPERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			PA-RF2	RODILLO FOULARD INFERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			PA-RF3	RODILLO FOULARD CURVO	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.30	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.75	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			PA-EC1 PA-EC2	EJES DE CABEZAL	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
Inspeccion desgaste de recubierta de goma					14		0.50	ENCENDIDO	RUIZ	
Lubricacion de los rodamientos	42	0.50			ENCENDIDO		RUIZ, CAPRISTANO			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Codificación de subcomponentes del Tren Sucker

MÁQUINA	SECCIÓN	COMPONENTE	CODIFICACION	SUB - COMPONENTE	ACTIVIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA (días)	DURACIÓN	CONDICIÓN DE MAQUINA	PERSONAL ENCARGADO
	DESENRROLLADOR DE URDIMBRE	FILETA DE PLEGADORES	F1-MT1	MOTOR DE TRASLACIÓN	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
			F1-PL1 F1-PL24	RODAJE DE PLEGADORES	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	24	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos	168		0.75	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
		PUENTE GRÚA	P1-MT1	MOTOR DE TRASLACION DERECHA	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
	P1-MT2		MOTOR DE TRASLACION IZQUIERDA	Monitoreo de frecuencia de vibración de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
			Inspeccion y limpieza de ventiladores	7		0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO		
			P1-ER1	EJE RECTO	Monitorear vibracion del eje presente en ambos motores	1	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
	INTRODUCTOR DE TELA	INTRODUCTOR	I1-RI1	RODILLO INSERTOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			I1-RF1 I1-RF2	RODILLO FOULARD	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos	84	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
			I1-PC1 I1-PC2	POLIN COMPENSADOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ
	Lubricacion de los rodamientos	84			0.20		ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
	TINA DE CAUSTIFICADO	TINA 1	T1-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			T1-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
	T1-RF1 T1-RF6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.60	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.75	APAGADO	RUIZ, CERON		
					Lubricacion de los rodamientos	84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	TINAS DE PRE ENJUAGUE	TINA 2	T2-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
			T2-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
		TINA 3	T2-RF1 T2-RF6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.60	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.75	APAGADO	RUIZ, CERON
							Lubricacion de los rodamientos	84	0.25	ENCENDIDO
			T3-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
					Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO
	T3-RF2	RODILLO FOULARD B	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ		
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
	T3-RF1 T3-RF6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	0.60	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.75	APAGADO	RUIZ, CERON		
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
TINA 4	TINA 4	T4-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
		T4-RE1	RODILLO EXPRIMIDOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	T4-PS1 T4-PS5	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	5	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.50	APAGADO	RUIZ, CERON		
					Lubricacion de los rodamientos	84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
	T4-PP1 T4-PP4	POLINES DE PASE	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	4	14	0.40	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON		
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
TINA 5	T5-RF1	RODILLO FOULARD A	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ		
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
	T5-RE1	RODILLO EXPRIMIDOR	Monitoreo de frecuencia de vibración de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ		
			Inspeccion desgaste de recubierta de goma		14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ		
			Lubricacion de los rodamientos		84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		

SISTEMA DE OXIDACION	OXIDACION	S1-PA1 S1-PA28	POLINES ACANALADOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	28	14	3.00	ENCENDIDO	RUIZ			
				Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.50	ENCENDIDO	RUIZ, CERON			
				Lubricacion de los rodamientos		84	1.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO			
				Inspeccion por pruebas no destructivas	168	2.00	APAGADO	CERON, CAPRISTANO				
				S1-PS1 S1-PS7	POLINES SEPARADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	7	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ	
						Inspeccion desgaste de ejes		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON	
			Lubricacion de los rodamientos			56		0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
	TORRE DE SECADO	PRE-SECADO	P1-CS1 P1-CS10	CILINDRO DE SECADO	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	10	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ		
							Lubricacion de los rodamientos	28	0.75	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO	
					P1-MT1	MOTOR DE TRASLADO DE EJES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ
							Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO
	TINAS DE ENGOMADO	TINAS DE ENGOMADO 1	E1-PS1 E1-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ		
					Inspeccion desgaste de la pista metalica		7	1.25	APAGADO	RUIZ, CERON		
			E1-PD1 E1-PD2	POLINES DISTANCIADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ		
					Inspeccion desgaste de ejes		14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON		
				Lubricacion de los rodamientos	56	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO				
		E2-PS1 E2-PS6	POLINES SUMERGIDOS	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ			
						Inspeccion desgaste de la pista metalica	7	1.25	APAGADO	RUIZ, CERON		
		E2-PD1 E2-PD2	POLINES DISTANCIADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ			
						Inspeccion desgaste de ejes	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ, CERON		
				Lubricacion de los rodamientos	56	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO				
UNIDAD DE SECADO	POST-SECADO	P2-CS1 P2-CS6	CILINDRO DE SECADO	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	6	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ			
						Lubricacion de los rodamientos	28	0.75	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
				P2-MT1	MOTOR DE TRASLADO DE EJES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
						Inspeccion y limpieza de ventiladores		7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO	
ACUMULADOR	ACUMULADOR VERTICAL	AV-PS1 AV-PS32	POLINES SEPARADORES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	32	14	2.50	ENCENDIDO	RUIZ			
						Inspeccion desgaste de ejes	14	1.00	ENCENDIDO	RUIZ, CERON		
						Lubricacion de los rodamientos	84	1.00	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
				AV-MT1	MOTOR DE TRASLADO DE EJES	Monitoreo de frecuencia de vibracion de los rodamientos de los motores	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
				Inspeccion y limpieza de ventiladores	7	0.10	ENCENDIDO	CAPRISTANO				
CABEZAL	PEINE ACUMULADOR	PA-RF1	RODILLO FOULARD SUPERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ			
						Inspeccion desgaste de recubierta de goma	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ		
						Lubricacion de los rodamientos	84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO		
				PA-RF2	RODILLO FOULARD INFERIOR	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	1	14	0.10	ENCENDIDO	RUIZ	
								Inspeccion desgaste de recubierta de goma	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ
				Lubricacion de los rodamientos	84	0.25	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO				
		PA-EC1 PA-EC2	EJES DE CABEZAL	Monitoreo de frecuencia de vibracion de las pistas y rolonos de los rodamientos	2	14	0.20	ENCENDIDO	RUIZ			
						Inspeccion desgaste de recubierta de goma	14	0.50	ENCENDIDO	RUIZ		
				Lubricacion de los rodamientos	42	0.50	ENCENDIDO	RUIZ, CAPRISTANO				

Fuente: Elaboración propia

Registro de histórico de los subcomponentes

Para verificar los cambios de los subcomponentes por fallas imprevistas o mantenimientos preventivos y predictivos programados, se realiza un historial de cambios de las piezas que conforman estas máquinas de teñido para establecer un tiempo en el cual necesitan un monitoreo, verificar su estado y conocer que problemas presentan con mayor frecuencia. Para determinar estos puntos se diseñó un registro histórico de los problemas presentados en estos elementos. En este registro se coloca la máquina, sector en el que se encuentra el subcomponente a cambiar fecha en la que se realizó en cambio. Determinando que la falla que se presenta con mayor frecuente es el problema con la rotura de rodamientos y su pista de acero.

Tabla 22: Registro de cambios de subcomponentes

MAQUINA	COMPONENTE	SUB COMPONENTES	CODIGO	FECHA DE MANTTO.	DETALLES
Tren Sucker	Oxidacion	Polin Acanalado	S1-PA6	20/02/2021	Rotura de eje lado derecho, soldar eje despendido con cuerpo del polin
Tren Master	Tina 5	Polin de Pase sumergido	T5-RF2	22/02/2021	Rotura de rodaje lado derecho, por alta tension del hilo
Tren Master	Tina 5	Radiador	T5-RA1	26/02/2021	Rotura de uniones del conxiones del radiador
Tren Sucker	Tina 7	Polin Sumergido	T7-PS3	02/03/2021	Desgaste de eje lado derecho y fisura de la pista metalica lado izquierdo
Tren Master	Tina C	Polin de Pase	TC-PP1	06/03/2021	Desgaste de pista de rodamiento en ambos lados
Tren Sucker	Tina 9	Polin de Pase sumergido	T9-RS4	07/03/2021	Rotura de pista y de soporte del rodamiento del lado derecho
Tren Master	Tina 6	Radiador	T6-RA1	08/03/2021	Rotura de uniones del conxiones del radiador
Tren Master	Tina de engomado	Cardan	TE-CA1	10/03/2021	Rotura de la estructura del cardan
Tren Sucker	Introducor	Rodillo Foulard	I1-RF2	13/03/2021	Desalineacion y fisura de la pista del rodamiento del lado derecho
Tren Sucker	Tina 7	Polin de pase	T7-PP1	13/03/2021	Rotura de pista metalica lado derecho
Tren Master	Oxidacion	Polin Acanalado	O1-PA23	17/03/2021	Desgaste de eje y de pista de rodamiento de ambos lados
Tren Master	Pre-Secado	Cilindro de secado	PS-CS3	18/03/2021	Rotura de rodamiento lado izquierdo
Tren Sucker	Oxidacion	Polin de pase	S1-PA14	18/03/2021	rotura de rodaje y soporte de rodamiento lado izquierdo
Tren Sucker	Tina 2	Polin de pase	T2-PP1	19/03/2021	Rotura de rodamiento lado derecho
Tren Sucker	Oxidacion	Polin de pase	S1-PA23	24/03/2021	Desgaste de pista por alta friccion con el eje lado derecho
Tren Master	Acumulador Vertical	Polines Separadores	AV-PS36	28/03/2021	Rotura de rodamiento lado izquierdo

Fuente: Elaboración Propia

Registro de Mediciones

Se logrará diagnosticar las fallas en los componentes rotativos antes de que de ocurran, para ello será necesario programar los mantenimientos necesarios, evitando paros innecesarios de la maquinaria y coordinando con los encargados del área de producción para realizar las reparaciones necesarias. En la siguiente tabla se puede apreciar una ficha de registro de levantamiento de datos, pertenecientes a los componentes de una tina de teñido y con ello se podrá determinar con el transcurso del tiempo de vida útil real de cada pieza que lo conforma (ver anexos).

Tabla 23: Registro de vibración, aceleración y temperatura de subcomponentes

COMPONENTE	CÓDIGO	SUB-COMPONENTES	LADO DE MEDICION	MENCIONES	RADIAL 1 H	RADIAL 2 V	AXIAL	DIAMETRO	RPM
T1-PL1	POLINTEMPLADOR 1	Derecha	VIBRACION				0.12	63.69	
			ACE. Ge						
			T						
		Izquierda	VIBRACION						
			ACE. Ge						
			T						
T1-PI1	POLINDEPASE SUMERGI DO 1	Derecha	VIBRACION			0.2	38.22		
			ACE. Ge						
			T						
		Izquierda	VIBRACION						
			ACE. Ge						
			T						
T1-PI2	POLINDEPASE SUMERGI DO 2	Derecha	VIBRACION			0.2	38.22		
			ACE. Ge						
			T						
		Izquierda	VIBRACION						
			ACE. Ge						
			T						

Fuente: Elaboración Propia

Definir especialidad en las ordenes de trabajo

Al comunicarse con las áreas que perteneces a mantenimiento (mecánico y eléctrico), Por medio de coordinaciones de los coordinadores y jefes de las respectivas áreas. Se define que actividades realizaran cada área. Mantenimiento mecánico se encargará de los componentes que afectan de manera directa a la máquina, esto quiere decir que se encarga de las fallas de roturas, desgaste de ejes metálicos, soportes, pistas de metal, rodamientos, acoples y tuberías de presión de vapor. Además de verificar que los componentes siempre se encuentren lubricados y limpios. Mientras que

mantenimiento eléctrico, se encarga de ver el funcionamiento de motores, compresoras, moto reductores, cardanes y cadenas. Tanto en la parte de circuitos y conexiones como en verificar el comportamiento que presentan las piezas internas.

Estimar Tiempo de actividades

Debido a la amplia experiencia de los trabajadores del área de mantenimiento se estimó el tiempo que toma realizar cambios de piezas o subcomponentes en los trenes de teñido cuando fallas o se realiza un mantenimiento, lo cual resultado:

Tabla 24: Tiempo estimado para reparación de subcomponentes

Subcomponentes	Descripcion de daño	Tiempo	UM
Rodamiento condiciones normales	Rotura de soporte	25	min
	Rotura de pista	30	min
	Desgaste de Pista	30	min
	Desalineación de pista y	10	min
	Lubricacion	2	min
Rodamiento para vapor	Rotura de soporte	90	min
	Rotura de pista	120	min
	Desgaste de Pista	120	min
	Lubricacion	5	min
Polines de pase, acanalados	Rotura de ejes	150	min
	Desgaste de ejes	55	min
	Desgaste del cuerpo	35	min
Rodillos foular	Degaste de cubierta de goma	60	min
	Desgaste de eje	100	min
	Rotura de eje	180	min
Polin sumergido	Rotura de ejes	50	min
	Desgaste de ejes	35	min
Acoples	Rotura de acoples	40	min
Tuberias	Rotura de tuberias	25	min
	Desenganche de tuberias	20	min

Fuente: Elaboración propia

Registro de seguimiento de criticidad de subcomponentes

Al realizar un análisis de vibración de prueba en el tren Sucker Muller se logró obtener datos de vibración, aceleración y temperatura de los subcomponentes rotatorios de esta máquina de teñido de tela jean, se identificó que existe componentes con altos niveles vibración y aceleración, estos estándares demostraban que los subcomponentes presentaban un estado crítico. Por ello se realizó un registro en el cual se demuestra con el paso del tiempo requiere realizar de un mantenimiento programado si incrementa su nivel de vibración y aceleración. En este registro se detalla en que sector de la maquina se encuentra, el código y nombre del subcomponente para realizar el mantenimiento de manera las rápida y se indica el lado en el que se encuentra el problema a trabajar.

Tabla 25: Registro de subcomponentes por altos niveles de vibración



Código:	PR-TS-02
Fecha de Vigencia	19/02/2021
Version:	001

Planta:	Principal
Maquina:	Tren Sucker Muller

Componente	Subcomponente	Codigo	Descripción	Lado de toma medición	Toma de datos			Fecha de seguimiento	Requiere cambio
					Vibración	Aceleración	Tº		
Introductor	Rodillo Foulard	I1-RF2	Alto punto de vibracion	Derecho	1.6 mm/s	3 gE	23º	25/02/2021	NO
		I1-RF2	Incremento de vibraciones	Derecho	1.8 mm/s	3 gE	23º	04/03/2021	NO
		I1-RF2	Incremento de vibraciones	Derecho	2.6 mm/s	4 gE	23º	11/03/2021	SI
Tina 2	Polin de pase	T2-PP1	Alto punto de vibracion y aceleracion	Derecho	1.7 mm/s	3 gE	27º	26/02/2021	NO
		T2-PP1	Incremento de vibracion y aceleracion	Derecho	2.2 mm/s	5 gE	27º	05/03/2021	NO
		T2-PP1	Incremento de vibracion	Derecho	2.3 mm/s	5 gE	28º	12/03/2021	NO
		T2-PP1	Incremento de vibracion	Derecho	2.9 mm/s	5 gE	26º	19/03/2021	SI
Tina 7	Polin sumergido	T7-PS3	Alto punto de vibracion y aceleracion	Izquierda	4.7 mm/s	6 gE	30º	01/03/2021	SI
	Polin de pase	T7-PP1	Alto punto de vibracion	Derecho	2.5 mm/s	2 gE	26º	01/03/2021	NO
		T7-PP1	Incremento de vibracion y aceleracion	Derecho	3.1 mm/s	4 gE	28º	08/03/2021	SI
Oxidacion	Polin de pase	S1-PA14	Alto punto de vibracion	Izquierda	1.4 mm/s	1 gE	26º	03/03/2021	NO
			Incremento de vibraciones	Izquierda	2.0 mm/s	1 gE	27º	10/03/2021	SI
		S1-PA23	Alto punto de vibracion	Derecho	1.7 mm/s	2 gE	29º	03/03/2021	NO
			Incremento de vibracion y aceleracion	Derecho	2.4 mm/s	4 gE	31º	10/03/2021	NO
			Incremento de vibracion y aceleracion	Derecho	3.6 mm/s	5 gE	30º	17/03/2021	SI

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Orden de mantenimiento para Trenes de Teñido



ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Código:	PR-TS-02
Fecha de Vigencia	15/03/2021
Version:	001

N° Orden	1
----------	---

DATOS GENERALES

Planta	Principal	Área/Sección	Pre-tejeduría
Máquina	Tren sucker Muller		
Tipo de Mantenim	<input type="checkbox"/> CORR <input type="checkbox"/> PREV <input checked="" type="checkbox"/> PREDICT <input type="checkbox"/> OTROS		
Solicitante	Programación de mantenimiento	Fecha	24/03/2021 Turno PRIMERO
Descripción de la falla / servicio solicitado			
Mantenimiento tren Sucker Muller			

PARA SER LLENADO POR EL EJECUTOR

INFORME TÉCNICO , OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.	TIEMPO EST	N° persona	Nombres	horas hombre	Vb
1 Cambio del segundo polin sumergido desgasta del eje del lado derecho T1	1:15	1		1:15	
2 Revisar rodaje de polines de pase T4, T7	0:50	2		1:40	
3 Lubricas rodajes de Cilindros de secado	1:45	2		3:30	
4 Lubricar e inspeccionar los polines de pase de todas las tinas	2:00	2		4:00	
5 Revisar reductor nivel de aceite del acumulador jota	1:45	1		1:45	
6 Limpieza y lubricación de cadena del compensador vertical	2:00	2		4:00	
7 Cambio de rodaje del primer y segundo polin acanalado ambos lados	2:45	2		5:30	
8 Revisar rodajes de polines de sumergibles de tina de impregnación cambiar si es necesario.	3:00	2		6:00	
9 Lubricar rodillos Foular de todas las tinas	1:00	2		2:00	
10 Revisar y limpiar motores reductores	1:30	2		3:00	
11 Cambiar rodaje del decimo polin de pase del Acumulador Vertical	2:25	2		4:50	
12 Revisar acoples de carrete del cabezal	1:15	2		2:30	
Hora total del trabajo				40:00	
N° de personas requeridas				5	
Artículo por producir	Hora inicio	Hora fin	Horómetro		

REPUESTOS A UTILIZAR

Código de Almacen.	Descripción de Repuesto.	Cant.

CONFORMIDAD DEL SOLICITANTE

Técnico líder	Conformidad de usuario	Cierre de Planificador
---------------	------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración Propia

Programación de Mantenimiento

La implementación de un plan de mantenimiento predictivo, tiene como principal objetivo recolectar datos necesarios, para prevenir fallas ocasionales, mejorando la confiabilidad de las maquinas críticas y nos permite mantener una mejor gestión de repuestos.

Etapa 1: Compromiso con jefatura de Pre tejeduría

El personal encargado del área de mantenimiento mecánico, apoyaran por medio de monitoreo iniciar con la implementación de un plan de mantenimiento predictivo a partir de recomendaciones que se les brindaran. Por medios de reuniones se acordó con los encargados del área de pre tejeduría para que nos brinde registro de tiempo de paradas de producción general y verificar si la propuesta mejora el porcentaje de producción mensual.

Tabla 27: Registro de porcentaje de paradas en producción (antes)

Código Partida	Código Urdimbre	Metros Totales	Velocidad	Valor
01AGO20-1	7017.179.RMA	1872400	30	m/min
02AGO20-1	7926.200.SMA	1141200	28	m/min
03AGO20-1	9536.176.RFA	70240	32	m/min
04AGO20-1	T281.000.PFA	141000	26	m/min
05AGO20-1	4511.206.AFA	1540000	26	m/min
06AG20-1	4519.210.SWA	972000	24	m/min
07AGO20-2	7926.200.SMA	1192000	28	m/min
08AGO20-1	4020.190.EFA	1951600	28	m/min
09AGO20-2	4511.206.AFA	1656400	26	m/min
10AGO20-1	3711.190.SFA	1992000	28	m/min
11AGO20-1	4505.205.SFA	1792000	28	m/min
12AGO20-1	4020.190.ABA	808000	26	m/min
13AGO20-2	4519.210.SWA	858000	24	m/min
TOTAL MENSUAL		15986840	27,2	m/min

PRODUCCIÓN SUCKER	8293600
PRODUCCIÓN MASTER	7693240

CÓDIGO	TIPO DE PARO	Nº HORAS	PORCENTAJE
315	Falla Mecánica	59,9	10,07%
327	Falla Eléctrica	72,5	8,32%
322	Falla Operaiva	12,56	1,74%
302	Mantenimiento Preventivo	24	3,33%
324	Preparación de MQ	23,6	3,28%
326	Preparación cambio de partida	137,6	19,11%
TOTAL		330,16	7,64%

% HORAS DE PRODUCCION	92,36%
-----------------------	--------

Tabla 28: Registro de porcentaje de paradas en producción (después)

Código Partida	Código Urdimbre	Metros Totales	Velocidad	Valor
01MAR21-1	7926.200.SMA	1378400	28	m/min
02MAR21-1	4511.206.AFA	1654800	28	m/min
03MAR21-1	9536.176.RFA	858000	32	m/min
04MAR21-1	4505.205.SFA	2344000	28	m/min
05MAR21-2	7926.200.SMA	1535200	28	m/min
06MAR21-1	3711.190.SFA	2224000	28	m/min
07MAR21-2	4020.190.ABA	1056000	26	m/min
08MAR21-2	9536.176.RFA	1236000	32	m/min
09MAR21-2	4511.206.AFA	1589200	28	m/min
10MAR21-3	7926.200.SMA	1878800	28	m/min
11MAR21-1	4519.210.SWA	866400	24	m/min
12MAR21-1	4505.205.SFA	2076000	28	m/min
TOTAL MENSUAL		18696800	28,2	m/min

PRODUCCIÓN SUCKER	10478000
PRODUCCIÓN MASTER	8218800

CÓDIGO	TIPO DE PARO	Nº HORAS	PORCENTAJE
315	Falla Mecánica	4,6	0,64%
327	Falla Eléctrica	1,35	0,19%
322	Falla Operativa	10,24	1,42%
302	Mantenimiento Preventivo	16	2,22%
324	Preparación de MQ	23,6	3,28%
326	Preparación cambio de partida	126,4	17,56%
TOTAL		182,19	4,22%

% HORAS DE PRODUCCION	95,78%
-----------------------	--------

Fuente: Cía. Nuevo Mundo S.A.

Se observa que al implementar el plan de mantenimiento predictivo el porcentaje por horas de producción es mayor al que se presentaba antes de la implementación, esto se debe a que se reduce los tiempos de fallas de mantenimiento mecánico y eléctrico, los cuales producían fallos imprevistos y retrasaban la producción mensual de estas máquinas de teñido.

Etapas 2: Presentación del mantenimiento predictivo

Con el apoyo presentado por los encargados del área y las jefaturas presentes, se dio inicio a la implementación del plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración, mediante una reunión realizada con todos los encargados, como se puede observar en la imagen posterior. Seguido se dio paso a la capacitación para la realización de monitoreo mediante análisis de vibración.

Figura 20: Primera reunión con jefaturas



Fuente: Elaboración propia

Etapas 3: Planificación de actividades

Cabe mencionar que el área de mantenimiento mecánico tiene que elaborar un plan de trabajo, en el cual debe establecer objetivos claros y medibles, que permita mejorar la confiabilidad de las máquinas críticas reduciendo su tiempo de paro por fallas.

Antes de iniciar el desarrollo del plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración (llevado a cabo por el personal designado por la jefatura), el encargado del área de mantenimiento junto con los responsables que realizarán el monitoreo realizó un diagnóstico inicial y la capacitación a todo el personal del área. Además, se mostró un formato en el que se detalla las actividades que se llevarán a cabo desde el inicio de la implementación. En este formato se designó quienes serán los encargados de ejecutar cada actividad y cuál será el periodo en el que se realizará.

Tabla 29: Planificación de actividades

Mantenimiento Predictivo	Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de evaluación	Encargado
Monitoreo	Elaborar Programa	14/01/2021	15/02/2021	Cerón, Ruiz
Evaluación	Medición componentes	16/02/2021	26/02/2021	Ruiz
Identificación	Definir estado de componentes	27/02/2021	02/03/2021	Capristano, Cerón, Ruiz

Fuente: Elaboración Propia

Etapa 4: Capacitación del personal para Monitoreo por Análisis de Vibración

La capacitación se presentó para todos los responsables del área de mantenimiento mecánico, encargados del monitoreo de análisis de vibración de los elementos rotatorios, entre ellos se realizó la invitación a jefes, supervisores, coordinadores y operarios interesados. Esta presentación se desarrolló en el auditorio de la institución, cumpliendo con todos los protocolos de bioseguridad. Se efectuó por el representante del proyecto y los encargados de realizar las evaluaciones. En el transcurso de esta charla se evaluó a los presentes en diversos aspectos como su compromiso, conocimiento y participación respecto al tema presentado. Esta reunión nos permitió, despejar dudas del tema, analizar el estado en el que se encuentra las máquinas de diversas áreas y brindar nuevas ideas.

Figura 21: Capacitación uso de análisis de vibración al personal presente



Fuente: Elaboración propia

Etapas 5: Realizar monitoreo para evaluar el comportamiento de cada subcomponente.

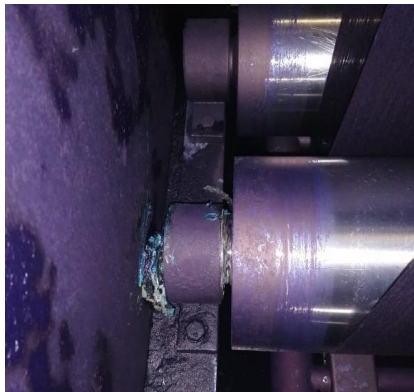
Durante la toma de datos de los rodamientos se evidenció cierta gravedad en el estado de estos, por ello se realizaron tomas fotográficas para detallar el deficiente estado de los componentes de estas máquinas de teñido.

Figura 22: Desgaste de ejes acumulados



Fuentes: Elaboración propia

Figura 23: Rotura de pista del rodaje



Fuente: Elaboración propia

Etapas 6: Identificación de componentes innecesarios

Mediante el monitoreo realizado se observó que existían elementos que no permitían el correcto funcionamiento de la máquina, ya que aumentaban la tensión de los hilos, los cuales generaban mayor fricción entre el eje y el rodaje, generando el desgaste de estos e incluso la ruptura una de estas

partes. Debido a esto se generó un listado en el que se detallaba cuáles eran estos componentes que afectaban al funcionamiento de la máquina para que sean retirados.

Cumplimiento de Programación

Tabla 30: Monitoreo por análisis de vibración realizados del tren de teñido Sucker

Tren de Teñido Sucker				
Periodo	Monitoreos por subcomponentes	Sub-componentes	Objetivo (%)	Realizados (%)
15/02/2021 23/02/2021	236	180	100%	76,27%
09/03/2021 18/03/2021	236	193	100%	81,78%
02/04/2021 12/04/2021	236	210	100%	88,98%
27/04/2021 04/05/2021	236	230	100%	97,46%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Monitoreo por análisis de vibración realizados del tren de teñido Master

Tren de Teñido Master				
Periodo	Monitoreos por subcomponentes	Sub-componentes	Objetivo (%)	Realizados (%)
25/02/2021 04/03/2021	366	260	100%	71,04%
19/03/2021 26/03/2021	366	293	100%	80,05%
13/04/2021 22/04/2021	366	330	100%	90,16%

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas 30 y 31, se aprecia que los monitoreos que se han realizado permitieron obtener un registro del estado de la mayoría de los subcomponentes que se encuentran en estas máquinas de teñido, cumpliendo con lo programado.

Resultados de la Implementación (Variable Dependiente: Confiabilidad)

Tabla 32: Registro de datos semanas del tren de teñido Sucker después de la mejora

SEMANA	FECHA	Horas totales de operación por semana	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro final 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICA (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF (CONFIABILIDAD)	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
semana 07	15 Febrero 2021 - 21 Febrero 2021	168,00	5443,00	5609,80	166,80	3	0	0,8	0,4	1,2	55,60	0,40	99,29%
semana 08	22 Febrero 2021 - 28 Febrero 2021	168,00	5609,8	5768,45	158,65	3	8	0,45	0,9	1,35	52,88	0,45	94,43%
semana 09	01 Marzo 2021 - 07 Marzo 2021	168,00	5768,45	5935,10	166,65	4	0	0,15	1,2	1,35	41,66	0,34	99,20%
semana 10	08 Marzo 2021 - 14 Marzo 2021	168,00	5935,1	6102,50	167,40	2	0	0	0,6	0,6	83,70	0,30	99,64%
semana 11	15 Marzo 2021 - 21 Marzo 2021	168,00	6102,5	6269,65	167,15	2	0	0,4	0,45	0,85	83,57	0,43	99,49%
semana 12	22 Marzo 2021 - 28 Marzo 2021	168,00	6269,65	6429,15	159,50	2	8	0,15	0,35	0,5	79,75	0,25	94,94%
semana 13	29 Marzo 2021 - 04 Abril 2021	168,00	6429,15	6596,15	167,00	3	0	0,4	0,6	1	55,67	0,33	99,40%
semana 14	05 Abril 2021 - 11 Abril 2021	168,00	6596,15	6763,80	167,65	1	0	0,35	0	0,35	167,65	0,35	99,79%
semana 15	12 Abril 2021 - 18 Abril 2021	168,00	6763,8	6931,05	167,25	2	0	0	0,75	0,75	83,63	0,38	99,55%
semana 16	19 Abril 2021 - 25 Abril 2021	168,00	6931,05	7090,55	159,50	1	8	0	0,5	0,5	159,50	0,50	94,94%
semana 17	26 Abril 2021 - 02 Mayo 2021	144,00	7090,55	7234,30	143,75	1	0	0,25	0	0,25	143,75	0,25	99,83%
semana 18	03 Mayo 2021 - 09 Mayo 2021	168,00	7234,3	7401,90	167,60	2	0	0	0,4	0,4	83,80	0,2	99,76%
semana 19	10 Mayo 2021 - 16 Mayo 2021	168,00	7401,9	7569,45	167,55	1	0	0,45	0	0,45	167,55	0,45	99,73%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32, presenta los resultados obtenidos del tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación y la disponibilidad en el tren Sucker Muller, luego de implementar la mejora durante 13 semanas (90 días), los datos se obtuvieron a partir del 15 de febrero al 02 de abril del año 2021. Los resultados identificados presentan que el tiempo medio entre fallas promedio es de 122.05 horas/fallos, esto quiere decir que cada 122 horas ocurre un fallo, el tiempo medio de reparación promedio es de 0.44 horas/fallo, lo cual indica el tiempo de reparación de una falla. La disponibilidad en esta máquina tuvo como resultado promedio de 98.25%.

Tabla 33: Registro de datos semanas del tren de teñido Master después de la mejora

SEMANA	FECHA	Horas totales de operación por semana	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro frinal 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICA (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF (CONFIABILIDAD)	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
semana 07	15 Febrero 2021 - 21 Febrero 2021	168,00	5281,00	5440,30	159,30	3	8	0,30	0,40	0,70	53,10	0,23	94,82%
semana 08	22 Febrero 2021 - 28 Febrero 2021	168,00	5440,30	5607,55	167,25	2	0	0,40	0,35	0,75	83,63	0,38	99,55%
semana 09	01 Marzo 2021 - 07 Marzo 2021	168,00	5607,55	5774,90	167,35	2	0	0,25	0,40	0,65	83,68	0,33	99,61%
semana 10	08 Marzo 2021 - 14 Marzo 2021	168,00	5774,90	5942,50	167,60	2	0	0,15	0,25	0,40	83,80	0,20	99,76%
semana 11	15 Marzo 2021 - 21 Marzo 2021	168,00	5942,50	6102,15	159,65	2	8	0,25	0,10	0,35	79,82	0,18	95,03%
semana 12	22 Marzo 2021 - 28 Marzo 2021	168,00	6102,15	6269,30	167,15	2	0	0,00	0,85	0,85	83,58	0,43	99,49%
semana 13	29 Marzo 2021 - 04 Abril 2021	168,00	6269,30	6437,00	167,70	1	0	0,30	0,00	0,30	167,70	0,30	99,82%
semana 14	05 Abril 2021 - 11 Abril 2021	168,00	6437,00	6604,40	167,40	2	0	0,00	0,60	0,60	83,70	0,30	99,64%
semana 15	12 Abril 2021 - 18 Abril 2021	168,00	6604,40	6763,95	159,55	1	8	0,45	0,00	0,45	159,55	0,45	94,97%
semana 16	19 Abril 2021 - 25 Abril 2021	168,00	6763,95	6931,55	167,60	1	0	0,00	0,40	0,40	167,60	0,40	99,76%
semana 17	26 Abril 2021 - 02 Mayo 2021	144,00	6931,55	7075,20	143,65	1	0	0,35	0,00	0,35	143,65	0,35	99,76%
semana 18	03 Mayo 2021 - 09 Mayo 2021	168,00	7075,20	7242,65	167,45	1	0	0,00	0,55	0,55	167,45	0,55	99,67%
semana 19	10 Mayo 2021 - 16 Mayo 2021	168,00	7242,65	7410,40	167,75	1	0	0,25	0,00	0,25	167,75	0,25	99,85%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 33, presenta los resultados obtenidos del tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación y la disponibilidad en el tren Master, luego de implementar la mejora durante 13 semanas (90 días), los datos se obtuvieron a partir del 15 de febrero al 02 de abril del año 2021. Los resultados identificados presentan que el tiempo medio entre fallas promedio es de 138.64horas/fallos, esto quiere decir que cada 139 horas ocurre un fallo, el tiempo medio de reparación promedio es de 0.39 horas/fallo, lo cual indica el tiempo de reparación de una falla. La disponibilidad en esta máquina tuvo como resultado promedio de 98.38%. Según el manual World Class Manufacturing, la disponibilidad para que una maquina o sistema realice sus funciones debe presentarse entre un rango igual o superior al 95% de disponibilidad, indicando que realizara un funcionamiento correcto en horas requeridas.

Comparación pre-test y post-test al implementar plan de mantenimiento predictivo

Tabla 34: Mantenimiento predictivo pre y post test

MANTENIMIENTO PREDICTIVO						
Maquinas	Pre-test			Post-test		
	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
Tren Sucker	24,56	3,37	85,79%	96,82	0,36	98,46%
Tren Master	22,26	3,60	85,07%	117,31	0,33	98,60%

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el porcentaje de tiempo medio entre fallas se realiza la suma de los datos obtenidos en la columna MTBF de cada máquina de teñido y dividirlo entre las horas totales de funcionamiento por mes, el resultado es multiplicado por 100.

Tren Sucker: $MTBF = (1259 / 2160) * 100 = 58.27\%$

Tren Master: $MTBF = (1525 / 2160) * 100 = 70.60\%$

Para determinar el porcentaje de tiempo medio de reparación es necesario determinar la suma de la columna MTTR de cada máquina de teñido y dividirlo entre las horas totales de funcionamiento por mes, el resultado es multiplicado por 100.

Tren Sucker: $MTTR = (4.62 / 2160) * 100 = 0.21\%$

Tren Master: $MTTR = (4.33 / 2160) * 100 = 0.19\%$

Para realizar el cálculo de la disponibilidad de las máquinas y/o equipos analizados, se realiza la suma promedio de todos los porcentajes obtenidos para verificar el porcentaje de disponibilidad promedio de este tipo de máquinas.

Tren Sucker: $MTTR = (1280) / 13 * 100 = 98.46\%$

Tren Master: $MTTR = (1281.75) / 13 * 100 = 98.60\%$

Para determinar el incremento o disminución según el indicador se establece una formula la cual nos permitirá hallar estas cantidades de comparación mostradas en porcentajes.

$$\% \text{ de mejora} = \frac{\text{disponibilidad post test} - \text{disponibilidad pre test}}{\text{disponibilidad pre test}} * 100$$

Por medio de la tabla 33, podemos comparar que para el tren de teñido Sucker Muller presenta un incremento en los datos obtenidos del tiempo medio entre fallas “confiabilidad” en el pre y post test, en la pre test se obtuvo 24.56 horas mientras que en la post test 96.82 horas esto quiere decir al implementar el plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración se obtuvo un incremento del 294.06%, lo cual nos indica que ahora este equipo sufre una falla a la mitad del tiempo que presenta un correcto funcionamiento. Mientras que en la disponibilidad de los equipos se ve un porcentaje requerido para el correcto funcionamiento de las maquinas durante el proceso, como se mencionó con anterioridad al obtener un porcentaje de 98.46% cuando una máquina realice su correcto funcionamiento requiere de un porcentaje superior o igual al 95% de disponibilidad, mientras que al realizar el pre-test de estas máquinas de teñido solo se obtuvo una disponibilidad del 85,79%, lo cual nos indica que presento un incremento del 14.77% de disponibilidad. En el tiempo medio de reparación se presenta una disminución en las horas, esto debido que, al reducir la cantidad de paradas disminuye las horas de reparación, en el pre test se obtuvo que el tiempo de parada por reparación es de 3.37 horas mientras que en el post test se obtuvo que el tiempo de reparación es de 0.36 horas disminuyendo en 89.3% en las horas de reparación de este equipo.

$$\% \text{ de incremento Sucker} = \frac{98,46 - 85,79}{85,79} = 14,77\%$$

También se observa en esta tabla que el tren de teñido Master presenta un incremento en los datos obtenidos del tiempo medio entre fallas “confiabilidad” en el pre y post test, en el pre test se obtuvo 22.26 horas mientras que en el post test 117.31 horas esto quiere decir al implementar el plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración se obtuvo un incremento del 426.99%. Mientras que en la disponibilidad de los equipos se ve un porcentaje requerido para el correcto funcionamiento de las maquinas durante el proceso, como se mencionó con anterioridad al obtener un porcentaje de 98.60% cuando una máquina realice su correcto funcionamiento requiere de un porcentaje superior o igual al 95% de disponibilidad, mientras que al realizar el pre-test de estas máquinas de teñido solo se obtuvo una disponibilidad del 85.07%, lo cual nos indica que presento un incremento del 15.9% de disponibilidad de este equipo. En el tiempo medio de reparación se presenta una disminución en las horas, esto debido que, al reducir la cantidad de paradas disminuye las horas de reparación, en el pre test se obtuvo que el tiempo de parada por reparación es de 3,60 horas mientras que en el post test se obtuvo que el tiempo de reparación es de 0,33 horas disminuyendo en 90.8% en las horas de reparación de este equipo.

$$\% \text{ de incremento Master} = \frac{98,6 - 85,07}{85,07} = 15,90\%$$

Análisis económico financiero

Al implementar la propuesta planteada de mejorar la confiabilidad de máquinas, se logró conseguir un beneficio económico, por ello se calculará el monto que requiere para esta propuesta para así determinar la ratio Beneficio – Costo, VAN y TIR.

La inversión de implementar un plan de mantenimiento predictivo medirá por bienes tangibles e intangibles y recursos humanos, correspondiente a los trabajadores que pertenecen a la empresa como los que realizaran la investigación. En la tabla 34 se detalla los bienes necesarios, con lo cual se obtiene un total de S/. 9,472.00.

Tabla 35: Inversiones de Bienes tangibles e intangibles

BIENES	CLASIFICACION	ELEMENTOS	CANTIDAD	UM	Costo x Unidad	Costo Total
TANGIBLES	Bienes y servicios	Manual de mantenimiento predictivo	1	unid	230	230
		Vibrometro	1	unid	750	750
		Engrasador	2	unid	120	240
		Carbones	24	unid	60	1440
	Accesorios	Computadora	1	unid	1500	1500
		Impresora	1	unid	1000	1000
		Toner	4	unid	95	380
	Materiales de oficina	Caja de lapiceros	12	unid	5,5	66
		Paquete de hojas bond	24	unid	7	168
		Resaltadores	12	unid	2,2	26,4
		Archivador	12	unid	3,8	45,6
	Materiales de Bioseguridad	Caja de Mascarillas	12	unid	6,5	78
		Lentes de protección	12	unid	5	60
TOTAL INVERTIDO TANGIBLES						5984
INTANGIBLES	Servicios de energia	Luz	12	--	45	540
	Servicios de agua y desague	Agua	12	--	20	240
	Servicios de comunicación	Internet	12	--	69	828
	Asignaciones	Asignacion familiar	1	--	80	80
		Movilidad	12	--	60	720
Comida		12	--	90	1080	
TOTAL INVERTIDO INTANGIBLES						3488

Fuente: Elaboración Propia

Además, se requiere de una inversión de recurso humano con relación a los operarios de la empresa, los cuales serán esenciales para la implementación de esta propuesta. Por ello en la siguiente tabla se puede verificar que participa.

Tabla 36: Recursos humanos - trabajadores

Recursos Humanos - Trabajadores						
Puesto de capacitados	Sueldo x día	Sueldo x hora	Horas por capacitación	Días de capacitación	Cantidad	Costo asistir a capacitación
Jefe de mantenimiento	133	16,63	3,5	1	1	S/ 58,19
Supervisor	120	15,00	3,5	1	2	S/ 52,50
Tecnico	52	6,50	3,5	1	5	S/ 113,75
Practicante	31	3,88	3,5	1	1	S/ 13,56
TOTAL						S/ 179,81

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la inversión de recursos humanos se detalla la inversión del investigador, el cual presenta un monto total de S/. 2,021.25 que se encuentra detallado en la tabla 36.

Tabla 37: Recurso humano - investigador

Recurso Humano - Investigador					
Recursos Humanos de investigador	Cantidad	Total de horas	UM	Costo x Hora	Total
Coordinaciones	1	8	horas	S/ 5,50	S/ 44,00
Auditoria	1	16	horas	S/ 5,50	S/ 88,00
Capacitacion	1	3,5	horas	S/ 5,50	S/ 19,25
Horas de asesoria	1	20	horas	S/ 5,50	S/ 110,00
Valor agregado de investigacion	1	320	horas	S/ 5,50	S/ 1.760,00
Total inversion investigador					S/ 2.021,25

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de los recursos de inversión para el investigador se añadirá el campo de costo de formación académica el cual es un monto adicional que se genera para llevar a cabo la implementación del mantenimiento predictivo en la empresa Textil Nuevo Mundo.

Tabla 38: Inversión de Formación Académica

Costo de Formación Académica						
Estudiante	Cursos	Mensualidad	Nº de meses	Total mensualidad	Costo de carpetas	Total
Tesisista 1	PI	330	5	1650	2500	5800
	DPI	330	5	1650		

Fuente: Elaboración Propia

También se requiere la contratación de un practicante adicional el cual se encargue de elaborar el monitoreo de los mecanismos manteniendo solo esa función y de un analista que interprete los datos recolectados para que puedan ser registrados en un historial de esta de subcomponentes.

Tabla 39: Contrato de personal requerida para implementación

Puesto de trabajo	Salario x hora	Salario x día	Salario x mes	Contrato requerido	Total
Analista	7,50	60	1800	12	S/ 21.600,00
Practicante	3,88	31	930	12	S/ 11.160,00

Fuente: Elaboración Propia

Para finalizar se halla el total invertido para la implementación de este tipo de mantenimiento, donde se suma el total de bienes tangibles e intangibles y los recursos humanos que se requieren tanto del trabajador como del investigador, dando como resultado total un monto de S/. 17,473.06, cantidad que se encuentra demostrada en la tabla 39.

Tabla 40: Total de Inversión para implementar propuesta

	Descripción	Valor
Recursos de bienes	Tangibles	S/ 5.984,00
	Intangibles	S/ 3.488,00
Recursos Humanos	Trabajadores	S/ 179,81
	Investigador	S/ 2.021,25
	Formacion academica	S/ 5.800,00
Total de inversion		S/ 17.473,06

Fuente: Elaboración Propia

Al no contar con una buena confiabilidad de máquinas y equipos dentro de la empresa Nuevo Mundo S.A, las horas de paradas por fallas correctivas que presentan, son horas en la cuales la maquinas se encuentra parada, esto quiere decir que no produce, luego de implementar el plan de mantenimiento predictivo, la confiabilidad de estos equipos mejoro lo cual se representa en la siguiente tabla.

Tabla 41: Análisis Financiero (Producir Tela Dañada o de Segunda) de los Trenes

	ANTES DE LA MEJORA				DESPUÉS DE LA MEJORA			
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Nº FALLAS INESPERADAS	45	52	54	52	14	19	15	12
METROS PRODUCIDOS TELA DAÑADA (115m x parada)	5175	5980	6210	5980	1610	2185	1725	1380
PRECIO VENTA TELA dañada (metro=S/.3.5)	S/ 18.112,50	S/ 20.930,00	S/ 21.735,00	S/ 20.930,00	S/ 5.635,00	S/ 7.647,50	S/ 6.037,50	S/ 4.830,00
PRECIO VENTA TELA DENIM (metro=S/.12)	S/ 62.100,00	S/ 71.760,00	S/ 74.520,00	S/ 71.760,00	S/ 19.320,00	S/ 26.220,00	S/ 20.700,00	S/ 16.560,00
PERDIDA ECONÓMICA	S/ 43.987,50	S/ 50.830,00	S/ 52.785,00	S/ 50.830,00	S/ 13.685,00	S/ 18.572,50	S/ 14.662,50	S/ 11.730,00

MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
S/ 30.302,50	S/ 32.257,50	S/ 38.122,50	S/ 39.100,00

Fuente: Elaboración propia

Por cada parada correctiva que sufre las máquinas y equipos, se produce 115 metros de tela de dañada o también llamada de segunda, debido que los hilos al estar expuestos más tiempo al aire se oxidan, lo cual produce un cambio de tonalidad y también se afecta a la calidad. Cada metro de tela de primera tiene un precio de venta de 12 soles, sin embargo, cuando se produce fallas como las ya mencionadas se produce tela de segunda la cual tiene un precio de venta de 3.5 soles, al considerar el dinero que se llega al perder por producir tela de baja calidad, debido a las fallas imprevistas que se presentan durante el proceso, se obtiene grandes pérdidas las cuales se detallan en la tabla 40.

Tabla 42: Calculo de margen de contribución

CALCULO DEL MARGEN DE CONTRIBUCION	
Ingreso por metros de tela (soles/metros)	12.00
Costo variable unitario (soles/metros)	11.96
Margen de Contribución	0.04

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 42 se observa el cálculo de margen de contribución, este tiene como resultado la diferencia de ingresos diarios por metros de tela y costo variable unitario (Anexos). Por lo que se genera un valor para el margen de contribución por día de S/. 0,23 por metro de tela producido, considerar que se produce por día un total de 56 mil metros de tela Denim. Al obtener el resultado del margen de contribución, se calcula el beneficio – costo de la implementación de un plan de mantenimiento predictivo para verificar si es viable la investigación.

Tabla 43: Análisis Beneficio - Costo

ANALISIS BENEFICIO-COSTO			
DESCRIPCION	ANTES	DESPUES	DIFERENCIA
Metros/Mes	1600000	1700000	100000
Mestros/Año	19200000	20400000	1200000
Margen de Contribucion			0.04
Beneficio Anual			S/ 53,275.58
Impuesto a la renta (30%)			S/ 15,982.67
Utilidad Neta			S/ 37,292.90
Inversion			S/ 17,473.06
Beneficio - Costo			2.13

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 43 se define el resultado de S/. 2.13 respecto al análisis beneficio – costo, el valor del resultado es un valor mayor a 1, indicando que la implementación de este plan de mantenimiento es viable. La interpretación de este resultado nos indica que por cada sol (S/.1.00) que se invierte para la realización de este proyecto de investigación se obtiene una ganancia de S/. 1.13. Para ello se sigue el siguiente criterio:

Si $B/C > 1$, se considera rentable el proyecto.

Si $B/C = 0$, debe de ser revaluado y analizado el proyecto.

Si $B/C < 1$, se rechaza.

3.5.1. VAN Y TIR

Para generar el valor del VAN y el TIR, se requiere de un flujo de caja de la inversión en un periodo de establecido de 12 meses, en el que se considera una tasa del 13% mensual trabajando con la tasa que presenta el banco BCP, para ello se considera el costo de sostenimiento para mantener la implementación del mantenimiento predictivo.

Tabla 44: Costo de sostenimiento de la Propuesta

Costo de sostenimiento de Mantenimiento Predictivo	
Recursos	Costo Unitario
Auditorias	S/ 450,00
Mantenimientos	S/ 24.930,00
Capacitaciones de actualización	S/ 580,00
Rodamientos	S/ 1.500,00
Lubricantes y grasas liquidas	S/ 670,00
Total	S/ 28.130,00

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 44 se observa que el costo de sostenimiento de mantener en vigencia un plan de mantenimiento predictivo tiene un monto de S/. 28,130.00.

Al calcular los costos anteriores, se considera las siguientes fórmulas que nos guiarán a como hallar los valores del VAN Y EL TIR.

Valor Actual Neto

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Detalles:

FN_j: Flujo neto periodo j

I₀: Inversión periodo 0

I: Tasa descuento

n: Numero de periodos

Tasa Interna de Retorno

$$0 = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+TIR)^j}$$

Detalles:

FN_j: Flujo neto periodo j

I₀: Inversión periodo 0

n: Numero de periodos

Las formulas mencionadas nos permitirán calcular los valores que se requieren para el presente proyecto y estarán detallados en la siguiente tabla.

Tabla 45: VAN – TIR

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
AHORROS													
Producir menos telas de segunda		30302.5	32527.5	38122.5	39100	39100	39100	39100	39100	39100	39100	39100	39100
INVERSIONES REALIZADAS													
Costo de contratar practicante		-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930	-930
Costo de contratar Analista		-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800	-1800
Costo de sostenimiento de Mantenimiento Predictivo		-28130	-27550	-27550	-28130	-27550	-27550	-28130	-27550	-27550	-28130	-27550	-27550
Inversion del proyecto	-17473												
Inversion Total	-17473	-30860	-30280	-30280	-30860	-30280	-30280	-30860	-30280	-30280	-30860	-30280	-30280
Flujo Neto	-17473	-557.5	2247.5	7842.5	8240	8820	8820	8240	8820	8820	8240	8820	8820

VAN	19824.10
TIR	28%
Tasa	13%
B/C	S/. 2.13

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 45 se confirma que la realiza la implementación de la propuesta es viable, debido que el valor del VAN tuvo un resultado positivo, con un valor de S/. 19824.10, mientras que un 28% de porcentaje obtenido en el TIR, dio un resultado muy superior al porcentaje que esperaba la empresa (1%), confirmando que el proyecto propuesto es rentable. También se puede interpretar que el capital invertido se recupera en el segundo mes de implementar esta propuesta. Asimismo, se realizó la estimación del beneficio costo, donde el resultado fue de 2.13 que es mayor a 1, esto quiere decir que la inversión fue viable.

3.6 Métodos de análisis de datos

En aspecto metodológico es indispensable incluir el método de análisis de resultados obtenidos antes y después de la investigación, además de emplear programas estadísticos para determinar si se cumplen las hipótesis planteadas en la investigación. Para Valderrama (2013). “Al obtener los resultados luego de la investigación, se procede aplicar un análisis de datos donde se describirá las variables y analizará de manera cuantitativa su relación” (p.228). Para ello se verifica si el estudio requiere de un análisis estadístico descriptivo e inferencial. En esta investigación se aplicará el programa SPSS “Paquete estadístico para ciencias sociales”, que tiene como propósito definir el comportamiento de la (confiabilidad), en los resultados antes y después de implementar (análisis de vibración). De igual modo, se analizará la evolución de la variable independiente.

Análisis descriptivo

Este tipo de análisis detalla las variables y sus dimensiones. Este tipo de análisis se lleva a cabo por estadísticos descriptivos como la media, mediana y moda. Estos resultados proporcionados por estadísticos requieren una interpretación, la cual se refleja con el comportamiento de las variables utilizadas. (Hernández, 2014).

Para esta tesis, se utilizará datos de la variable dependiente obtenidas en fichas de registro del (pre-test) ante de la implementación de la propuesta, sin embargo, estos datos obtenidos serán tabulados, graficados y analizados en una hoja del programa Excel y por el programa estadístico SPSS.

Análisis inferencial

Este tipo de análisis que por medio de la toma de una muestra y establecer la probabilidad permite verificar el cumplimiento de las hipótesis y estimar parámetros. Los parámetros son los datos de la población mientras que los estadígrafos para la muestra. De esta manera definiremos si la hipótesis será aceptada por medios de pruebas de normalidad según la cantidad de datos que se obtuvieron antes y después de aplicar la implementación en esta investigación, con los resultados obtenidos se efectuará un análisis paramétrico

y no paramétrico. Para ello se emplea la prueba T-Student o la prueba de Wilcoxon. Para esta tesis se utilizará la prueba de normalidad de Wilcoxon debido que los datos obtenidos son menores a 30, con ello se determinara el estadígrafo para comparar la hipótesis general, para ello se debe establecer si los datos son paramétricos, esto se definirá si el valor conseguido es menor o mayor a 0.05.

3.7. Aspectos Éticos

Este trabajo de investigación es un estudio realizado sin obligación, el cual fue formulado para mejorar un sistema mediante el análisis de un profesional, tomando como punto de inicio los datos que nos brindan la empresa o institución a la que pertenecemos. La investigación efectuada cumple con las normativas indicadas de la Universidad César Vallejo en la resolución de consejo universitario N° 0275-2020-VI-UCV, además de cumplir con diversos aspectos éticos, rigor científico y salvaguardar la propiedad teórica de otros autores por medio de citas realiza apropiadas adecuadamente, definiendo de manera apropiada las fuentes de las cuales han sido extraídas ciertas ideas o conocimientos. Al iniciar un trabajo de investigación es indispensable indicar que información ha sido utilizada de otros autores y diferenciarla de las ideas propias del autor que está realizando el informe. Para evitar los inconvenientes de plagio de ideas es indispensable indicar la fuente de la cual se sustrae información mediante una cita en el texto realizado y su referencia para indicar que estas ideas son propiedad de otro autor, evitando todo tipo de inconveniente. El estilo de cita que se utiliza por normas de la universidad para referenciar teorías de otros autores en esta tesis, es el ISO 690 y 690-2. Para citar de manera correcta a un autor sin requerir de plagia, se debe mencionar un contenido entre comillas resaltando que esas palabras son extraídas del libro del autor, el apellido del autor, el año en el que publico ese contenido y la página de la cual se extrajo la información. Respecto a la reserva del contenido, por referirse a información relacionada a la gestión y acciones de la empresa, se decidió contar con autorizaciones, para mostrar y publicar cierta información obtenida en los medios informáticos, como es el caso del repositorio de la universidad.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Tabla 46: Resultados antes de la propuesta de mejora

DESCRIPCIÓN DE EVALUADO	Sem. 34	Sem. 35	Sem. 36	Sem. 37	Sem. 38	Sem. 39	Sem. 40	Sem. 41	Sem. 42	Sem. 43	Sem. 44	Sem. 45	Sem. 46
Horas reales de operación	152,5	127,025	143,325	147,07	143,825	143,9	148,525	124,065	140,15	142,775	138,025	136,875	155,325
Número de fallas	6,5	5,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	6,5	5,5	7,5	7,5	8
MTBF	23,46	23,10	20,48	22,63	23,97	26,16	29,71	27,57	21,56	25,96	18,40	18,25	19,42
Horas de paradas por fallas	15,50	16,98	20,68	20,93	16,18	24,10	15,48	19,94	19,85	25,23	25,98	31,13	28,68
Número de fallas	6,5	5,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	6,5	5,5	7,5	7,5	8
MTTR	2,38	3,09	2,95	3,22	2,70	4,38	3,10	4,43	3,05	4,59	3,46	4,15	3,58
Horas reales de operación	152,5	127,025	143,325	147,07	143,825	143,9	148,525	124,065	140,15	142,775	138,025	136,875	155,325
Horas totales de operación	168	144	168	168	168	168	168	144	168	168	168	168	192
DISPONIBILIDAD	90,77%	88,21%	85,31%	87,54%	85,61%	85,65%	88,41%	86,16%	83,42%	84,99%	82,16%	81,47%	80,90%

La tabla 46, muestra los datos promedio obtenido de los dos trenes de teñido de esta empresa textil, los resultados están relacionados con el MTTR, MTBF y la disponibilidad antes de implementar la propuesta, desde que se inició el estudio en la semana 34 a la 46, estas se obtuvieron en los meses de Agosto, Setiembre, Octubre y Noviembre del año 2020, además se observa que la disponibilidad promedio de estas máquinas se encuentre en un rango inferior al 95%, indicando bajo rendimiento en su funcionamiento.

Tabla 47: Resultados después de la propuesta de mejora

DESCRIPCIÓN DE EVALUADO	Sem. 07	Sem. 08	Sem. 09	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	Sem. 13	Sem. 14	Sem. 15	Sem. 16	Sem. 17	Sem. 18	Sem. 19
Horas reales de operación	163,05	162,95	167	167,5	163,4	163,325	167,35	167,525	163,4	163,55	143,7	167,525	167,65
Número de fallas	3	2,5	3	2	2	2	2	1,5	1,5	1	1	1	1
MTBF	54,35	65,18	55,67	83,75	81,70	81,66	83,68	111,68	108,93	163,55	143,70	167,53	167,65
Horas de paradas por fallas	0,95	1,05	1,00	0,50	0,60	0,68	0,65	0,48	0,60	0,45	0,30	0,48	0,35
Número de fallas	3	2,5	3	2	2	2	2	1,5	1,5	1	1	1,5	1
MTTR	0,32	0,42	0,33	0,25	0,30	0,34	0,33	0,32	0,40	0,45	0,30	0,32	0,35
Horas reales de operación	163,05	162,95	167	167,5	163,4	163,325	167,35	167,525	163,4	163,55	143,7	167,525	167,65
Horas totales de operación	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	144	168	168
DISPONIBILIDAD	97,05%	96,99%	99,40%	99,70%	97,26%	97,22%	99,61%	99,72%	97,26%	97,35%	99,79%	99,72%	99,79%

Fuente: Elaboración propia

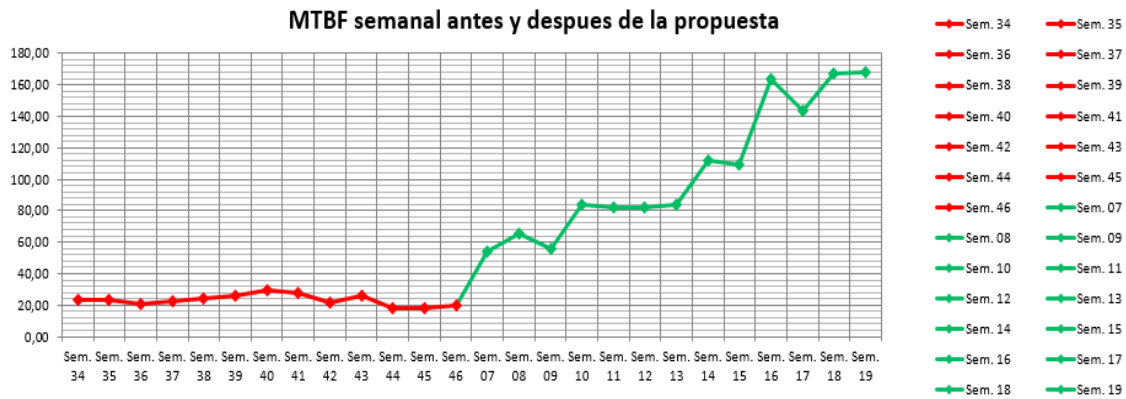
La tabla 47, muestra los datos promedio obtenido de los dos trenes de teñido de esta empresa textil, los resultados están relacionados con el MTTR, MTBF y la disponibilidad después de implementar la propuesta, se dio inicio a la recolección de datos en la semana 07 a la 19, estas se obtuvieron en los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo del año 2021, además se observa que la disponibilidad promedio de estas máquinas se encuentre en un rango superior a la del 95%, indicando óptimo funcionamiento.

Tabla 48: Análisis descriptivo de la confiabilidad con SPSS

Descriptivos de Disponibilidad antes y después		Estadístico	Error estándar	
DISPNIBILIDAD ANTES	Media	,8543	,00806	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8367	
		Límite superior	,8719	
	Media recortada al 5%	,8539		
	Mediana	,8561		
	Varianza	,001		
	Desviación estándar	,02906		
	Mínimo	,81		
	Máximo	,91		
	Rango	,10		
	Rango intercuartil	,05		
	Asimetría	,046	,616	
	Curtosis	-,506	1.191	
DISPNIBILIDAD DESPUÉS	Media	,9853	,00360	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9974	
		Límite superior	,9931	
	Media recortada al 5%	,9854		
	Mediana	,9940		
	Varianza	,000		
	Desviación estándar	,01297		
	Mínimo	,97		
	Máximo	1,00		
	Rango	,03		
	Rango intercuartil	,02		
	Asimetría	-,174	,616	
	Curtosis	-2.305	1.191	

Fuente: Elaboración con SPSS

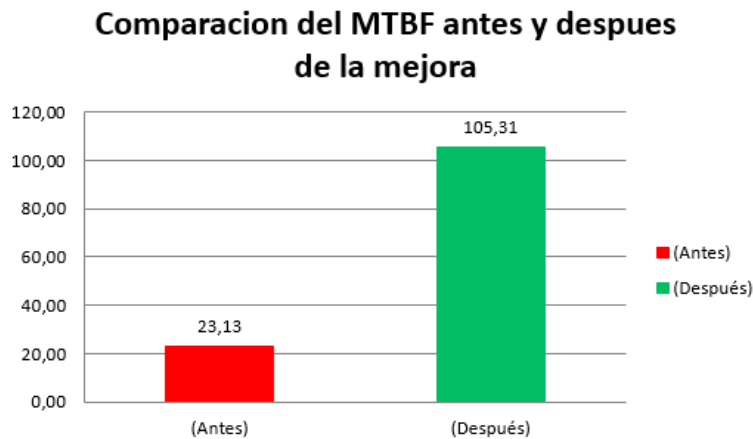
Figura 24: Tiempo medio entre fallas semanal antes y después



Fuente: Elaboración propia

La figura 24, muestra que el tiempo medio entre fallas empieza a incrementar a partir de la implementación de plan de mantenimiento predictivo desde la semana 07 hasta la semana 19.

Figura 25: MTBF promedio antes y después



Fuente: Elaboración propia

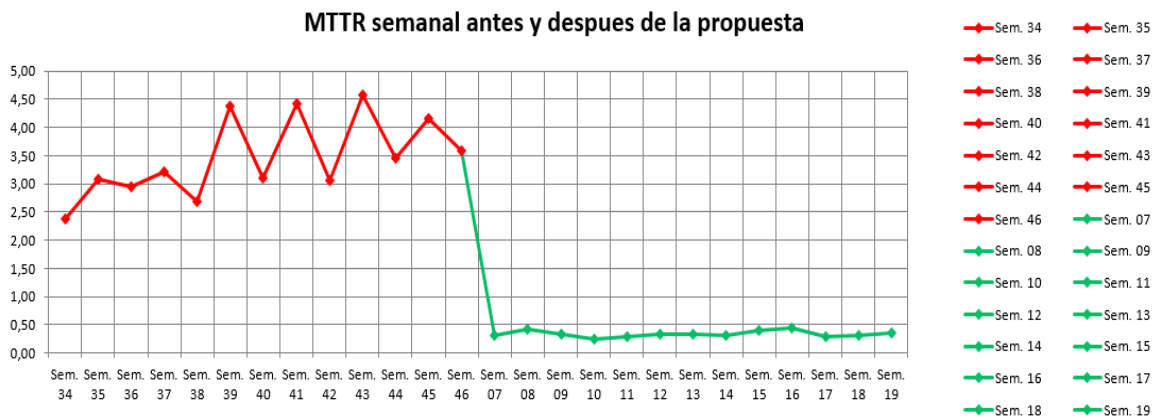
En la figura 25 se muestra el tiempo medio entre fallas, esto indica la probabilidad en el que los trenes de teñido pueden realizar sus funciones sin presentar fallas imprevistas, durante un tiempo requerido. En los datos obtenidos, antes de la mejora el tiempo promedio entre fallas era de cada 23,19 horas/falla, al implementar la propuesta de mejora el MTBF obtenido es de 105,31 horas/falla, demostrando que estas máquinas ahora trabajan 82,18 horas más antes de presentar una falla.

Tabla 49: Análisis descriptivo de la mantenibilidad con SPSS

Descriptivos de Tiempo medio de reparación antes y después		Estadístico	Error estándar	
MTTR ANTES	Media	3.4677	,19694	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3.0386	
		Límite superior	3.8968	
	Media recortada al 5%	3.4658		
	Mediana	3.2200		
	Varianza	,504		
	Desviación estándar	,71006		
	Mínimo	2.38		
	Máximo	4.59		
	Rango	2.21		
	Rango intercuartil	1.27		
	Asimetría	,361	,616	
	Curtosis	-1.082	1.191	
MTTR DESPUÉS	Media	,3408	,01496	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3082	
		Límite superior	,3734	
	Media recortada al 5%	,3397		
	Mediana	,3300		
	Varianza	,003		
	Desviación estándar	,05392		
	Mínimo	,25		
	Máximo	,45		
	Rango	,20		
	Rango intercuartil	,07		
	Asimetría	,689	,616	
	Curtosis	,444	1.191	

Fuente: Elaboración con SPSS

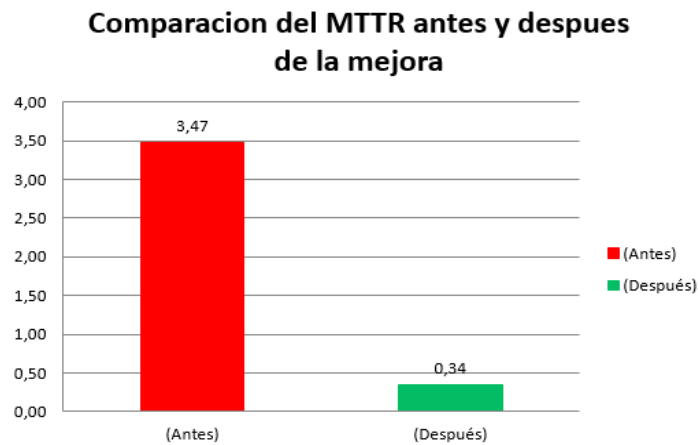
Figura 26: Tiempo medio de reparación semanal antes y después



Fuente: Elaboración propia

La figura 26, muestra que el tiempo medio de reparación, es el tiempo que demora para reparar o dejar en optimas condiciones a nuestras maquinas o equipos, este tiempo empezó a disminuir su valor en el año 2021 a partir de la semana 07 a la semana 19, la cual se inició luego de la implementación del plan de mantenimiento predictivo.

Figura 27: MTTR promedio antes y después



Fuente: Elaboración propia

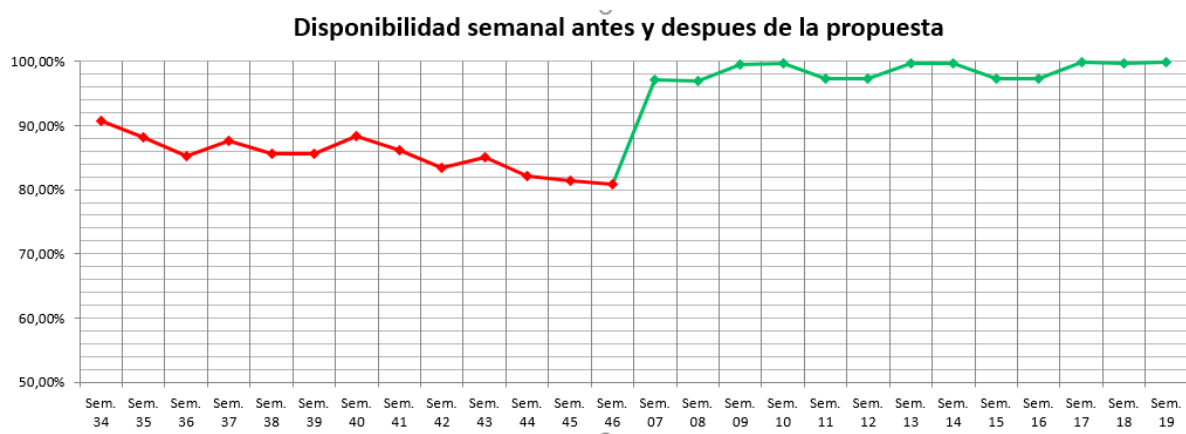
La figura 27, se refiere a la demora para corregir una falla imprevista, antes de la implementación de la mejora el MTTR de los trenes de teñido era de 3,47 horas/reparación, después de la mejora la MTTR promedio de estas máquinas es de 0,34 horas/reparación, por lo que se puede decir que ha disminuido 3.03 horas por reparación, lo cual indica que toma menos tiempo reparar estas máquinas.

Tabla 50: Análisis descriptivo de la Disponibilidad con SPSS

Descriptivos de Disponibilidad antes y después		Estadístico	Error estándar	
DISPNIBILIDAD ANTES	Media	,8543	,00806	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8367	
		Límite superior	,8719	
	Media recortada al 5%	,8539		
	Mediana	,8561		
	Varianza	,001		
	Desviación estándar	,02906		
	Mínimo	,81		
	Máximo	,91		
	Rango	,10		
	Rango intercuartil	,05		
	Asimetría	,046	,616	
	Curtosis	-,506	1.191	
DISPNIBILIDAD DESPUÉS	Media	,9853	,00360	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9974	
		Límite superior	,9931	
	Media recortada al 5%	,9854		
	Mediana	,9940		
	Varianza	,000		
	Desviación estándar	,01297		
	Mínimo	,97		
	Máximo	1,00		
	Rango	,03		
	Rango intercuartil	,02		
	Asimetría	-,174	,616	
	Curtosis	-2.305	1.191	

Fuente: Elaboración con SPSS

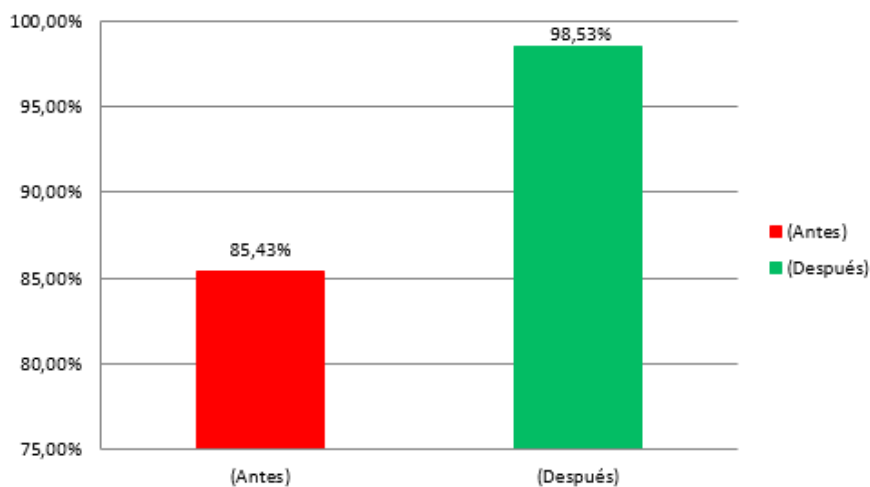
Figura 28: Disponibilidad semanal antes y después



Fuente: Elaboración Propia

La figura 28, muestra que la disponibilidad, a partir de la semana 07 empieza a mejorar, indicando que después de la implementación empezó la mejora y se encuentra en el rango de 95% al 99% de disponibilidad requerida.

Figura 29: Disponibilidad promedio antes y después



Fuente: Elaboración Propia

La figura 29 muestra la disponibilidad, se refiere al tiempo que se requiere una maquina o equipo, antes de la mejora el promedio de disponibilidad era de 85,43%, después de la mejora la disponibilidad es de 98,53%, por lo que la diferencia de disponibilidad promedio de los trenes de teñido antes y después de la propuesta es de 13.1%.

Análisis Inferencial

La ejecución del análisis inferencial implica realizar un contraste de las hipótesis por medio de estadígrafos de comparación de medias, con el objetivo de mostrar el aumento de la confiabilidad. Para ello, se debe realizar como primer paso del análisis inferencial la ejecución de la prueba de normalidad a la muestra. Esta muestra se encuentra conformada de diversos indicadores obtenidos durante 26 semanas para la Pre Test y Post Test, de las 2 máquinas de teñido de la empresa Nuevo Mundo S.A.

Tabla 51: Tipo de muestras

Tipo de muestra	Descripción	¿Qué tipo de estadígrafo se usará?
Muestra Grande	Cantidad de datos mayores a 30	Kolmogorov Smirnov
Muestra Pequeña	Cantidad de datos menores a 30	Shapiro Wilk

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de la Hipótesis general

Ha: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Para constatar la hipótesis general, es necesario determinar si los datos que corresponden a la confiabilidad antes y después de la implementación tienen un comportamiento paramétrico. Al identificar que los datos son menores a 30, se procede a realizar el análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 52: Prueba de normalidad de la confiabilidad antes y después con Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MTBF ANTES	,965	13	,831
MTBF DESPUÉS	,876	13	,042

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 52, la confiabilidad antes de la implementación del plan del mantenimiento predictivo tiene una significancia de 0.831, valor que es mayor al 0.05 del nivel de significancia, por lo que se considera que dichos datos tienen una distribución normal, es decir tienen que realizar pruebas paramétrico. Mientras que la significancia después de la implementación es de 0.042, valor que es inferior al 0.05 del nivel de significancia, por lo que será necesario realizar pruebas no paramétricas. Por ello para contrastar la hipótesis general se va a utilizar el estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 53: Criterio de selección del estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración no mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Ha: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_a \geq \mu_d$ (Si la media del antes es mayor al después, se valida la hipótesis nula)

Ha: $\mu_a < \mu_d$ (Si la media del antes es menor al después, se valida la hipótesis de investigación)

- μ_a : Confiabilidad antes de implementar plan de mantenimiento predictivo

- μ_d : Confiabilidad después de implementar plan de mantenimiento predictivo

Tabla 54: Comparación de medias de la confiabilidad antes y después con Wilcoxon

	N	Media	Desviación estandar	Mínimo	Maximo
MTBF ANTES	13	23.1285	3.54382	18.25	29.71
MTBF DESPUÉS	13	105.3100	42.22745	54.35	167.65

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 54 se muestra que la media de la confiabilidad antes (23.1285) es menor a la confiabilidad después (105.3100), por lo tanto no se cumple la regla de decisión que es (Ho: $\mu_a \geq \mu_d$), por lo que se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración no mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil y se valida la primera hipótesis alterna de esta investigación, la cual establece que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil.

Para corroborar lo descrito anteriormente es correcto, se analizará mediante el pvalor (significancia) los resultados aplicados con el estadígrafo de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 55: Análisis de la significancia de confiabilidad con Wilcoxon

	Confiabilidad después - Confiabilidad Antes
Z	-3,180 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	0.001

**b: Basado en los rangos negativos.
Fuente: Elaboración Propia**

De la tabla 55, se corrobora que el resultado de la significancia de la confiabilidad antes y después mediante el estadígrafo de Wilcoxon, es 0.001, de acuerdo con la regla de decisión descrita, cuando la significancia es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, la cual asegura que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil.

Análisis de la primera Hipótesis específica

Ha: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Para constatar la primera hipótesis específica, es necesario determinar si los datos que corresponden a la confiabilidad antes y después de la implementación tienen un comportamiento paramétrico. Al identificar que los datos son menores a 30, se procede a realizar el análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 56: Prueba de normalidad de la disponibilidad con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD ANTES	,968	13	,873
DISPONIBILIDAD DESPUÉS	,724	13	,001

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la tabla 56, la confiabilidad antes de la implementación del plan del mantenimiento predictivo tiene una significancia de 0.873, valor que es mayor al 0.05 del nivel de significancia, por lo que se considera que dichos datos tienen una distribución normal, es decir tienen que realizar pruebas paramétrico. Mientras que la significancia después de la implementación es de 0.001, valor que es inferior al 0.05 del nivel de significancia, por lo que será necesario realizar pruebas no paramétricas. Por ello para contrastar la hipótesis general se va a utilizar el estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 57: Criterio de selección del estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración no mejora la disponibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Ha: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_a \geq \mu_d$ (Si la media del antes es mayor al después, se valida la hipótesis nula)

Ha: $\mu_a < \mu_d$ (Si la media del antes es menor al después, se valida la hipótesis de investigación)

- μ_a : Disponibilidad antes de implementar plan de mantenimiento predictivo

- μ_d : Disponibilidad después de implementar plan de mantenimiento predictivo

Tabla 58: Comparación de medias de la disponibilidad antes y después con Wilcoxon

	N	Media	Desviación estandar	Mínimo	Maximo
DISPONIBILIDAD ANTES	13	,8543	,02906	,81	,91
DISPONIBILIDAD DESPUÉS	13	,9853	,01297	,97	,99

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 58, se muestra que la media de la disponibilidad antes (0,8543) es menor a la disponibilidad después (0,9853), por lo tanto no se cumple la regla de decisión que es ($H_o: \mu_a \geq \mu_d$), por lo que se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración no mejora la disponibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil y se valida la primera hipótesis alterna de esta investigación, la cual establece que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil.

Para corroborar lo descrito anteriormente es correcto, se analizará mediante el pvalor (significancia) los resultados aplicados con el estadígrafo de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 59: Análisis de la significancia de disponibilidad con Wilcoxon

	DISPONIBILIDAD ANTES - DISPONIBILIDAD DESPUÉS
Z	-3,180 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	0.001

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 59, se corrobora que el resultado de la significancia de la disponibilidad antes y después mediante el estadígrafo de Wilcoxon, es 0.001, de acuerdo con la regla de decisión descrita, cuando la significancia es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, la cual asegura que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil.

Análisis de la segunda hipótesis específica

Ha: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la mantenibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Para constatar la primera hipótesis específica, es necesario determinar si los datos que corresponden a la mantenibilidad antes y después de la implementación tienen un comportamiento paramétrico. Al identificar que los datos son menores a 30, se procede a realizar el análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 60: Prueba de normalidad de la mantenibilidad antes y después con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MTTR ANTES	,925	13	,291
MTTR DESPUÉS	,919	13	,240

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 60, la mantenibilidad antes de la implementación del plan del mantenimiento predictivo tiene una significancia de 0.291, valor que es mayor al 0.05 del nivel de significancia, por lo que se considera que dichos datos tienen una distribución normal, es decir tienen que realizar pruebas paramétrico. Mientras que la significancia después de la implementación es de 0.240, valor que es mayor al 0.05 del nivel de significancia, por lo que también será necesario realizar pruebas paramétricas. Por ello para contrastar la hipótesis general se va a utilizar el estadígrafo T-Student.

Tabla 61: Criterio de selección del estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de la segunda hipótesis específica

Ho: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración no mejora la mantenibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Ha: La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la mantenibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_a < \mu_d$ (Si la media del antes es menor al después, se valida la hipótesis nula)

Ha: $\mu_a \geq \mu_d$ (Si la media del antes es mayor al después, se valida la hipótesis de investigación)

- μ_a : Mantenibilidad antes de implementar plan de mantenimiento predictivo

- μ_d : Mantenibilidad después de implementar plan de mantenimiento predictivo

Tabla 62: Comparación de medias de la mantenibilidad antes y después con T-Student

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
MTTR ANTES	3.4677	13	,71006	0.19694
MTTR DESPUÉS	0.3408	13	,05392	0.01496

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 62, se muestra que la media de la disponibilidad antes (3,4677) es mayor a la disponibilidad después (0,3408), por lo tanto no se cumple la regla de decisión que es (Ho: $\mu_a < \mu_d$), por lo que se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración no mejora la mantenibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil y se valida la primera hipótesis alterna de esta investigación, la cual establece que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la mantenibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil.

Para corroborar lo descrito anteriormente es correcto, se analizará mediante el pvalor (significancia) los resultados aplicados con el estadígrafo de T-Student.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 63: Análisis de significancia de mantenibilidad con T-Student

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
MTR ANTES - MTR DESPUÉS	3.12692	0.69788	0.19356	2.70520	3.54865	16.155	12	0.000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 63 se observa que la significancia obtenida en la prueba T-Student, aplicada en la mantenibilidad antes y después tiene un valor de (0,000), según la regla de decisión establecida se rechaza la hipótesis nula y se afirma que la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la mantenibilidad en los equipos rotativos del área de pre-tejeduría en una empresa textil.

V. DISCUSIÓN

Al desarrollar la presente investigación se probó que al implementar el plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, se logró cumplir con los objetivos planteados con un plan de mantenimiento predictivo y un correcto análisis de vibración, lo cual permitió el incremento de la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad respecto a las dos equipos rotatorios pertenecientes al área de pre tejeduría. Lo mencionado, se encuentra corroborado con varios trabajos y artículos de investigación, los cuales se visualizan en el capítulo II.

-Por medio del análisis inferencial para corroborar la hipótesis general planteada, es necesario identificar el número de datos utilizados para realizar esta investigación, en esta tesis se utilizó 26 datos antes y después de la implementación de este plan de mantenimiento. Al determinar que presenta menos de 30 datos se utilizará la prueba de Shapiro Wilk, esta prueba me permitirá identificar si la significancia obtenida es paramétrico o no paramétrico en los resultados promedio del antes y después de la variable confiabilidad, para ellos es necesario reemplazar estos valores obtenidos en la regla de decisión, la cual explica si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos tienen un comportamiento no paramétrico y si $p\text{valor} > 0.05$ tienen un comportamiento paramétrico. Para los resultados de la confiabilidad obtenidos antes de la implementación tu como resultado 0.381 que al ser mayor a 0.05 presenta un comportamiento paramétrico y el resultado después de la implementación es de 0.042 que al ser menor de 0.05 presenta un comportamiento no paramétrico. Según los criterios para determinar que estadígrafo se utilizará se verifica los resultados del antes (paramétrico) y el después (no paramétrico), lo que nos indica que se utilizara el estadígrafo de Wilcoxon.

Para contrastar la hipótesis, se plantea la hipótesis nula y la hipótesis alterna, para determinar que hipótesis será aceptada se realiza una regla de decisión para comparar las medias del antes y después de la variable si $\mu_a \geq \mu_d$, esto indica que, si la media mostrada antes de la implementación es mayor o igual a la estimada después de haber realizado la mejora, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna. Si cumple con la siguiente regla $\mu_a < \mu_d$, se aceptaría la hipótesis alterna. En la comparación que se realizó en la presente tesis se pudo

determinar que se acepta la hipótesis alterna debido que la media obtenida después de la mejora es mayor (105.3100) a la de antes (23.1285) de la mejora. De la misma manera para tener una seguridad de la decisión tomada, se desarrolla el estadígrafo Wilcoxon, mediante esto se pudo demostrar que la implementación de un plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración, incrementa la confiabilidad de los equipos en el área de pre tejeduría de la empresa textil Nuevo Mundo, la cual presento como resultado de la significancia bilateral de 0.001.

Probando que, al implementar el plan de mantenimiento predictivo, la confiabilidad de los equipos rotatorios críticos del área de pre tejeduría de la empresa textil Nuevo Mundo S.A. presenta un incremento en la confiabilidad, debido que antes del desarrollo de la propuesta los equipos rotatorios presentaban una falla imprevista cada (23.13 horas/falla), luego de implementar este plan de mantenimiento estos equipos presentan una falla cada (105.31 horas/falla), datos que son mostrados en la figura 29. Resultado que coincide con lo descrito en la tesis de (GARCÍA, 2016) que, al implementar un plan de mantenimiento por medio de análisis de ultrasonido, mejora la confiabilidad de las maquinas críticas que participan en el proceso de producción de la empresa UESAFALIA, la cual presenta una falla imprevista cada 50.62 horas de funcionamiento antes de realizar la implementación del plan de mantenimiento descrito anteriormente y después de realizar la implementación presenta una falla cada 62.22 horas de funcionamiento después de haber realizado la implementación, en lo que detalla mientras más horas de funcionamiento presente antes de sufrir una falla, mayor será la disponibilidad y menor serán las horas que tomen reparar los equipos que presenten fallas durante el proceso.

La mejora mencionada anteriormente también es respaldada por (Hoseinie, S; 2015) en su artículo científico titulada "Planificación de mantenimiento predictivo óptimo para el sistema de pulverización de agua del tambor esquilador". El objetivo de realizar una programación de mantenimiento predictivo del sistema de pulverización de agua de una Shearer tambor. Es analizar el costo de realizar un plan de mantenimiento y determinar los intervalos de restauración; por medio de una metodología de optimización

datos recogidos de una empresa minera. Lo cual nos muestra que el MTBF (confiabilidad) de este sistema son inferiores a lo requerido y la calidad de mantenimiento es tan bueno como realizar la compra de un nuevo componente. Por ello, se seleccionó el proceso de renovación para el análisis de la confiabilidad. Basándose en los experimentos y las características de los elementos que componen el pulverizador. Los lapsos de restauración óptimas para el sistema de pulverización de agua de la máquina Shearer se pueden seleccionar en el período de 136 a 142 horas. En la cual la función de un mantenimiento por parada tiene un valor de (\$ 19.54 / hora) en el período de $T = 136$ hrs a $T = 142$ hrs, determinando que el precio antes de realizar un mantenimiento a estos equipos después de 136 horas de funcionamiento tenía un costo de (\$ 37.53/hora).

- A través del análisis inferencial para corroborar la primera hipótesis específica planteada, es necesario identificar el número de datos utilizados para realizar esta investigación, en esta tesis se utilizó 26 datos antes y después de la implementación de este plan de mantenimiento. Al determinar que presenta menos de 30 datos se utilizará la prueba de Shapiro Wilk, esta prueba me permitirá identificar si la significancia obtenida es paramétrico o no paramétrico en los resultados promedio del antes y después de la disponibilidad, para ellos es necesario reemplazar estos valores obtenidos en la regla de decisión, la cual explica si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos tienen un comportamiento no paramétrico y si $p\text{valor} > 0.05$ tienen un comportamiento paramétrico. Para los resultados de la disponibilidad obtenidos antes de la implementación tu como resultado 0.873 que al ser mayor a 0.05 presenta un comportamiento paramétrico y el resultado después de la implementación es de 0.001 que al ser menor de 0.05 presenta un comportamiento no paramétrico. Según los criterios para determinar que estadígrafo se utilizará se verifica los resultados del antes (paramétrico) y el después (no paramétrico), lo que nos indica que se utilizara el estadígrafo de Wilcoxon.

Para contrastar la hipótesis, se plantea la hipótesis nula y la alterna, para determinar que hipótesis será aceptada se realiza una regla de decisión para comparar las medias de la media antes y después de la mejora de la

disponibilidad si $\mu_a \geq \mu_d$, esto indica que, si la media mostrada antes de la implementación es mayor o igual a la estimada después de haber realizado la mejora, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna. Si cumple con la siguiente regla $\mu_a < \mu_d$, se aceptaría la hipótesis alterna. En la comparación que se realizó en la presente tesis se pudo determinar que se acepta la hipótesis alterna debido que la media obtenida después de la mejora es mayor (0,9853) a la de antes (0,8543) de la mejora. De la misma manera para tener una seguridad de la decisión tomada, se desarrolla el estadígrafo Wilcoxon, mediante esto se pudo demostrar que la implementación de un plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración, incrementa la disponibilidad de los equipos en esta área de la empresa textil Nuevo Mundo, la cual presento como resultado de la significancia bilateral de 0.001.

Probando que se consiguió disminuir la mantenibilidad que presentaban los equipos rotativos de la empresa textil Nuevo Mundo, antes de la implementación se presentaba una demora en promedio 3.47 horas para realizar la reparación de un equipo, luego de la implementación este resultado disminuyo a 0.34 horas para reparar estos equipos rotativos, estos datos se encuentran resaltados en la figura 31. Lo cual coincide con lo presentado en la tesis del investigador (RONCAL, 2017) que con la implementación del plan de mantenimiento disminuyó las horas que toma reparar a los equipos luego de presentar una falla, antes de la implementación presentaba 4.13 horas/reparación, luego del desarrollo de la investigación toma 1.55 horas/reparación en la empresa TRANSVIAL LIMA S.A.C, de acuerdo a los expresado por el autor mientras menos sea este indicador, se podrá indicar que el tiempo de reparación es menor y por lo tanto se minimizan las horas de paro de máquina por fallas.

Lo mencionado anteriormente también tiene relación con lo descrito por (Alavian, 2019) en su artículo “. Las estimaciones precisas de MTBF y MTTR: definiciones, cálculos y Efecto inducido en la eficiencia de la máquina”. El procedimiento de análisis por vibraciones mecánicas es usado para el mantenimiento predictivo de equipos ya que permite detectar con precisión las variaciones en el comportamiento normal. Para lo cual expone las Ventajas y desventajas del análisis por vibraciones de un mantenimiento con método correctivo frente al predictivo, es que no se cuenta con repuesto para

reemplazo, esto genera mantenimientos prolongados, lo que requiere mayor cantidad de personal, esto implica tener maquinas paradas por largos lapsos de tiempo. Mientras que el método predictivo por análisis de vibraciones, permite el reconocimiento anticipado de las fallas sin necesidad de paradas o desmontajes, Permite hacer seguimiento a los defectos hasta su intervención por ser un posible riesgo, permite tener los repuestos y el personal adecuado disponibles para la reparación en la fecha programada de intervención, teniendo un tiempo de reparación menor (mantenibilidad) al tener bien identificados los elementos averiados, permite encontrar las condiciones óptimas de la máquina, trae como consecuencia seguridad para los usuarios y hace la toma de decisiones más fácil.

- Por medio del análisis inferencial para corroborar la segunda hipótesis específica planteada, es necesario identificar el número de datos utilizados para realizar esta investigación, en esta tesis se utilizó 26 datos antes y después de la implementación de este plan de mantenimiento. Al determinar que presenta menos de 30 datos se utilizará la prueba de Shapiro Wilk, esta prueba me permitirá identificar si la significancia obtenida es paramétrico o no paramétrico en los resultados promedio del antes y después de la mantenibilidad, para ellos es necesario reemplazar estos valores obtenidos en la regla de decisión, la cual explica si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos tienen un comportamiento no paramétrico y si $p\text{valor} > 0.05$ tienen un comportamiento paramétrico. Para los resultados de la mantenibilidad obtenidos antes de la implementación tiene como resultado 0.291 que al ser mayor a 0.05 presenta un comportamiento paramétrico y el resultado después de la implementación es de 0.240 que también es mayor de 0.05 lo cual nos indica que presenta un comportamiento paramétrico. Según los criterios para determinar que estadígrafo se utilizará se verifica los resultados del antes (paramétrico) y el después también es (paramétrico), nos indica que se utilizara el estadígrafo de T-Student.

Para contrastar la hipótesis, se plantea la hipótesis nula y la alterna, para determinar que hipótesis será aceptada se realiza una regla de decisión para

comparar las medias de la media antes y después de la mejora de la mantenibilidad si $\mu_a < \mu_d$, esto indica que, si la media mostrada antes de la implementación es menor a la estimada después de haber realizado la mejora, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna. Si cumple con la siguiente regla $\mu_a \geq \mu_d$, se aceptaría la hipótesis alterna. En la comparación que se realizó en la presente tesis se pudo determinar que se acepta la hipótesis alterna debido que la media obtenida después de la mejora es menor (0,3408) a la que se presenta antes (3,4677) de la mejora. De la misma manera para tener una seguridad de la decisión tomada, se desarrolla el estadígrafo T-Student, mediante esto se pudo demostrar que la implementación de un plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración, incrementa la disponibilidad de los equipos en esta área de la empresa textil Nuevo Mundo, la cual presento como resultado de la significancia bilateral de 0.000.

Probando que, al implementar un plan de mantenimiento predictivo, mejora la disponibilidad de los equipos rotatorios de la empresa textil Nuevo Mundo esta presenta antes de la implementación un 85.43% de su funcionamiento requerido para realizar el proceso y presenta después de la implementación un 98.53% de cumplir su funcionamiento requerido para el proceso de producción, demostrando que sufrió un incremento de 15.33%, estos datos se encuentran en la figura 33. Resultado que coincide con la investigación realizada por (PASACHE, 2017) que, al implementar un plan de mantenimiento predictivo por medio de análisis de vibración, mejora la disponibilidad de las máquinas de carga de materiales, de la empresa SIDERPERÚ S.A, la cual presentaba una disponibilidad del correcto funcionamiento de sus equipos 90.60% de funcionamiento real, mientras que después de la implementación de este plan de mantenimiento logro obtener un 97.62% de funcionamiento requerido, el cual obtuvo un incremento de 7,75%. Expresando que el incremento de la disponibilidad representa una mayor probabilidad de que las maquinas mantengan su funcionamiento satisfactoriamente cuando lo requiere la empresa.

Con la comparación realizada, es respaldada por (Raj, Bhushan, Kumar y Bokar; 2018). Con su artículo científico llamado "Effective Implementation of Planned Maintenance in a Gas Producing Plant: A Case Study at JSPL,

Raigarh”, tuvo el objetivo principal de aplicar el sistema de mantenimiento de tipo predictivo, la cual permite incrementar la disponibilidad de los equipos en planta; esto es posible mediante los estudios del tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas. La población y muestra se encuentra representada en el análisis de 25 equipos durante 24 meses. Los resultados obtenidos evidencian un incremento en la disponibilidad, en tanto que dentro de la situación inicial se obtuvo un indicador de 89.9 %, que luego de la mejora presenta un incrementó de 91.7%. Presentando también la mejora de los indicadores del tiempo medio de reparación y entre fallas, en el caso del tiempo de funcionamiento antes de presentar una falla al inicio fue de 212 minutos y luego paso a 434 minutos en el promedio del escenario posterior; de forma complementaria, el tiempo medio que toma reparar estas averías paso de 3.45 horas a 1.46 horas después de la implementación. Ante ello, se sostiene que el sistema de mantenimiento logra una mejora en la disponibilidad y se recomienda continuar con las actividades programadas para la reparación y mantenimiento de equipos; ello garantizaría el mejor funcionamiento en el largo plazo.

En el desarrollo de la tesis, se presentaron ciertas dificultades, para conseguir los datos de producción (horas de funcionamiento de los equipos) del área de pre-tejeduría, ya que esta información solo se presenta en reunión de jefaturas cada fin de mes, al momento de solicitarla no querían brindarla para la toma de datos, así que se tuvo que realizar una reunión con gerencia para poder coordinar con diversas áreas respecto a la información que presenten y fuera necesaria para la investigación. También se presentó un problema con la capacitación, debido que los trabajadores no se conectaban vía remota en los horarios establecidos por protocolos por el estado de emergencia, así que se tuvo una reunión general con todos los encargados en el auditorio principal de la empresa para poder comenzar con las capacitaciones, lo cual retraso la implementación.

VI. CONCLUSIONES

Luego de implementar el plan de mantenimiento predictivo y realizar los resultados, se concluye que:

1. Al implementar el plan de mantenimiento predictivo en la empresa textil Nuevo Mundo S.A. se obtuvo una mejora en la confiabilidad, de los equipos rotativos críticos en el área de pre tejeduría, en un 355.3%, puesto que antes de la mejora las horas de funcionamiento de los equipos sin presentar una falla imprevista era de 23 horas/falla y después de la implementación de la mejora se consiguió que los equipos funcionen 105 horas/falla, antes de presentar una falla.
2. Por otro lado, se confirmó que la implementación de un plan de mantenimiento predictivo en la empresa textil Nuevo Mundo S.A. incrementa la disponibilidad de los equipos rotatorios en 15.33%, este resultado se obtuvo debido que el promedio de la disponibilidad de los equipos antes de la mejora era de 85.43% y el promedio obtenido de disponibilidad de los equipos después de la mejora es de 98.53%.
3. Finalmente, se demostró que al implementar un plan de mantenimiento predictivo en la empresa textil Nuevo Mundo S.A. presenta una mejora en la mantenibilidad de los equipos rotativos críticos, ya que se redujo el tiempo que demora realizar una reparación de los subcomponentes de los equipos, cuando presentaba una falla antes de la implementación mostraba 3,47 horas/reparación y después de implementar este plan de mantenimiento se obtuvo 0.34 horas/reparación, disminuyendo la mantenibilidad en un 90.2%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para que la empresa textil Nuevo Mundo S.A. mantenga la mejora de confiabilidad de los equipos rotatorios en el área de pre-tejeduría, es indispensable mantener la implementación de plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración, ya que es la herramienta que permite alcanzar el objetivo ya mencionado. También se propone complementar el estudio por análisis de vibración de los componentes empleado nuevas herramientas que permita mejorar la confiabilidad de los equipos rotatorios críticos como el uso de herramientas de ultrasonido, cámara termográfica y ferrografía para el análisis de aceite, permitiendo extender el estudio con nuevos métodos para evaluar a los diversos equipos críticos que muestran otro tipo de subcomponentes en la línea de producción de esta empresa.

2. Referente a la primera dimensión de la variable dependiente se propone identificar que equipos rotativos críticos requieren ser incluidos en la implementación del plan de mantenimiento predictivo, de tal manera permita tener una toma de datos y monitoreo de los subcomponentes permitiendo cumplir con la disminución de paradas imprevistas, mejorando la disponibilidad de los diversos equipos que presenta en esta empresa textil.

3. Referente a la segunda dimensión de la variable dependiente se debe incluir a los técnicos de mantenimiento mecánico con más experiencia en las sesión de demostración al aplicar la herramienta del plan de mantenimiento predictivo mediante el análisis de vibración por medio del vibrometro SKF, ya que se ha evidenciado que los técnicos con más experiencia en la empresa identifican con más criterio el estado del componente evaluado y permiten tomar una mejor decisión para reducir los tiempos de mantenibilidad al interpretar si este requiere programar un mantenimiento inmediato.

REFERENCIAS

Artículos Científicos

1. AHMAD, Fatin, RAMLAN, Aishah y MAHAMAD, Mohd. An Overview of Fleet Maintenance and Operating Cost: Key Components and Methods. IRACST – International Journal of Commerce [en línea]. 2016, n°6. [Fecha de consulta: 10 de febrero del 2021]. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Fatin-Amirah-AhmadShukri/publication/261713668_An_Overview_of_Fleet_Maintenance_and_Operating_Cost_Key_Components_and_Methods/links/004635354807aa0257000000/An-Overview-of-Fleet-Maintenance-and-Operating-Cost-Key-Components-and-Methods.pdf
2. ALAVIAN, Pooya; EUN, Yongsoon; LIU, Kang. Accurate Estimates of MTBF and MTTR: Definitions, Calculations and Induced Effect on Machine Efficiency. ScienceDirect [en línea]. Marzo 2019. 52 (13): 1004-1009 [Fecha de consulta: 14 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405896319313047?token=52516FFAAA2B99FBD93F2B62A24C1831CFC24C2EC579FDA53565DDABF78DF78FAE1823205611E862E0F384D11FFA4E&originRegion=us-east-1&originCreation=20210607162625>
3. ALSYOUF, Imad. The role of maintenance in improving companies productivity and profitability. ScienceDirect [en línea]. 2016, n°1. [Fecha de consulta: 11 de febrero del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.057>
4. BARRAK, Alsubaie, QINGPING, Yang. Maintenance Process Improvement Model by Integrating LSS and TPM for Service Organisations. Engineering Asset Management [en línea]. Octubre 2017, n°1. [Fecha de consulta: 11 de febrero del 2021]. Disponible en: <https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/15784/1/Fulltext.pdf>
5. BARTKNECHT, Felix, SIEGFRIED, Moritz y WEBER Harald. Sensors Solutions and Predictive Maintenance Tools to Decrease Kiln and Conveyor

- Belt Downtime. IEEE Cement Industry Technical Conference [en línea]. Junio 2019. [Fecha de consulta: 23 de Agosto del 2020]. Disponible en: 10.1109/CITCON.2019.8729094
6. BYRD, Jeremy. Predictive Maintenance Practices & Standards. School of Engineering Technology [en línea]. Mayo 2019, n°1. [Fecha de consulta: 20 de agosto del 2020]. Disponible en: https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=PREDICTIVE+MAINTENANCE+PRACTICES+%26+STANDARDS&btnG=
 7. DIALLO, Claver, KHATAB, Abdelhakim y Bhakthavarchalam, Sriram. State of the art review of quality, reliability and maintenance issues in closed-loop supply chains with remanufacturing. California: International Journal of Production Research [en línea]. Junio 2017, n°4. [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1200152>
 8. FORSTHOFFER, William. Best Practice Handbook for Rotating Machinery. Preventive and Predictive Maintenance Best Practices [en línea]. Marzo 2011, n°1. [Fecha de consulta: 02 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=9l3F3qovu9EC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Forsthoffer%E2%80%99s+Best+Practice+Handbook+for+Rotating+Machinery&ots=qRRtaHC6x4&sig=nhblssLgmjgplq0WcVVsrj0cjUw#v=onepage&q=Forsthoffer%E2%80%99s%20Best%20Practice%20Handbook%20for%20Rotating%20Machinery&f=false>
ISBN: 978-0-08-096676-2
 9. HOSEINIE, Sulle. Optimal Predictive Maintenance Planning for Water Spray System of Drum Shearer. ScienceDirect [en línea]. Octubre 2015. [Fecha de consulta: 09 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315019734>
 10. Industria Textil y Confecciones. Recursos internet. Instituto de estudios económicos y sociales. 2020. [Fecha de consulta: 18 de Marzo del 2021].

Disponible en <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>

11. JIMENEZ, Alberto; IRIGOIEN, Itziar; Boto, Fernando; Sierra, Basilio y Rodríguez, German. Predictive Maintenance on the Machining Process and Machine Tool. Applied Sciences [en línea]. 2019. 21, 2560–2574 [Fecha de consulta: 08 de agosto del 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/Bryan/Downloads/applsci-10-00224.pdf>
12. KABIR, Farzana, FOGGO, Brandon y YU, Nanpeng. Data Driven Predictive Maintenance of Distribution Transformers. International Conference on Electricity Distribution [en línea]. Setiembre 2018. [Fecha de consulta: 10 de noviembre del 2020]. Disponible en: 10.1109/CICED.2018.8592417 ISSN: 18356024
13. LAHURA, Erick. Coeficiente de correlación y correlaciones espúreas. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013. [Fecha de consulta: 17 de Setiembre del 2020]. disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/6445817.pdf>
ISBS: HB141-L342003
14. LUGHOFER, Edwin y SAYED, Maomar. Prologue: Predictive Maintenance in Dynamic Systems. SpringerLink. Marzo 2019. [Fecha de consulta: 11 de noviembre del 2020]. Disponible en: 10.1007/978-3-030-05645-2_1
15. MAIDA, Mejía. Guía para la elaboración y presentación de las citas y referencias bibliográficas: Aplicación de la norma ISO 690-2010: “Norma Internacional: Información y documentación – Directrices para las referencias bibliográficas y las citas de los recursos de información”. 2017, n°2. [Fecha de consulta: 10 de enero del 2020]. Disponible en: <https://1library.co/document/z1dkk8ez-guia-elaboracion-presentacion-citas-referencias-bibliograficas-aplicando-norma.html>

16. MESA, Dario y ORTIZ, Yesid. Reliability and maintainability modern disciplines applied to maintenance. 2006. Taylor & Francis Group [en línea]. Mayo 2006, n°3. [Fecha de consulta: 15 de Marzo del 2020]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=vqz356TXPpQC&oi=fnd&pg=PR8&dq=Reliability+and+maintainability+modern+disciplines+applied+to+maintenance&ots=dMm8xWYyoB&sig=k2UhahJfmK_5lCtF40qgZrTISsE#v=onepage&q&f=false ISSN 0122-1701
ISBN 0-8493-7243-7
17. NAJI, Amal, BEIDOURI, Zitouni y OUMAMI, Mhamed. Maintenance management and innovation in industries: A survey of Moroccan companies. International Journal of Innovation. 2016, n° 2. [Fecha de consulta: 21 de abril del 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4991/499151080014/html/>
ISSN: 2318-9975
18. OLERCA, William, BOTERO, Marcela, CAÑÓN, Benhur. Técnicas de Mantenimiento Predictivo Utilizadas en la Industria. Scientia Et Technica. Agosto 2010, n° 45. [Fecha de consulta: 21 de abril del 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/Bryan/Downloads/355-Texto%20del%20art%C3%ADulo-157-1-10-20110630.pdf>
ISSN 0122-1701.
19. PELLICCIONE, Amanda. MAINTENANCE STUDY: Predictive maintenance, Five key findings. Magazines and Newsletters. Abril 2016. [Fecha de consulta: 19 agosto del 2020]. Disponible en: <https://www.plantengineering.com/2018-predictive-maintenance-study/> ISSN 0032082X.
20. POÓR, Peter y BASL, Josef, 2019. Predictive maintenance as an intelligent service in Industry 4.0. Journal of Systems Integration. 2019, vol. 10, no. 1. [Fecha de consulta: 11 agosto del 2020]. Disponible en: [10.20470/jsi.v10i1.364](https://doi.org/10.20470/jsi.v10i1.364). ISSN 1804-2724.

21. QIU, Qingan, CUI, Lirong y SHEN, Lingyuan. Availability and maintenance modeling for systems subject to dependent hard and soft failures. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*. Marzo 2018. [Fecha de consulta: 06 setiembre del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/asmb.2319>

22. Quality Mant. Quality Mant Group. Quality Mant Web site. [En línea] 11 de Marzo de 2016. [Fecha de consulta: 04 de Octubre de 2020]. Disponible en: <https://qualitymant.com>

23. RAJ, Manish, KUMAR, Pintu, BHUDHAN, Raj., KUMAR, Vikalp, & BORKAR, Moreshwar. Effective Implementation of Planned Maintenance in a Gas Producing Plant: A Case Study at JSPL, Raigarh. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Diciembre 2018, n°12. [Fecha de consulta: 09 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V5/i12/IRJET-V5I12134.pdf>. ISSN: 2395-0056

24. SCHMIDT, Bernard y WANG, Lihui. Cloud-enhanced predictive maintenance. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Junio 2018, vol. 99, n°4. [Fecha de consulta: 16 de Noviembre de 2020]. Disponible en: 10.1007/s00170-016-8983-8. ISSN 1433-3015.

25. SKF Machine Condition Advisor CMAS100-SL. Recursos internet. [en línea]. SKF Reliability Systems: Web SKF. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2021]. Disponible en <http://www.argendrill.com.ar/wpcontent/uploads/2017/11/Monitoreo-de-Maquina.pdf>

26. TRAN ANH, D., DABROWSKI, K. y SKRZYPEK, K. The Predictive Maintenance Concept in the Maintenance Department of the «industry 4.0» Production Enterprise. *Foundations of Management*. Diciembre 2018, vol. 10, n°1. [Fecha de consulta: 11 de febrero de 2021]. Disponible en: 10.2478/fman-2018-0022. ISSN: 2300-5661.

27. ULLAH, Irfan; YANG, Fan; KHAN, Rehanullah; LIU, Ling; YANG, Haisheng; GAO, Bing; SUN, Kai. Predictive Maintenance of Power Substation Equipment by Infrared Thermography Using a Machine-Learnin Approach. Publicado en Energies. 2017, n°10. [Fecha de consulta: 24 de febrero de 2021]. Disponible en: 10.3390/en10121987
28. UNGUREANU, Nicolae y UNGUREANU, Mioria. System of Predictive Maintenance. Scientific Bulletin Series C. 2015, n° 40. [Fecha de consulta: 24 de marzo de 2021]. ISSN: 1224-3264.
29. ZMENKOV, Yu; SHALAY, V y ZEMENKOVA, Yu. Expert multivariable predictive control system for facility reliability. World class manufacturing. Julio 2015. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.271>. ISSN: 1877-7058.

Libros en Línea

30. BERNAL, César. 2010. Metodología de la investigación. Colombia: 3ra Edición Pearson, 2010. 320 pp ISBN 9789586991285.
31. CARCELL, Javier. 2014. La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial. Valencia: Omnia Publisher SL, 2014. pág. 322. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books>. ISBN: 978-84-941872-78.
32. CUATRECASAS, Luis y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management. Barcelona: Profit Editorial. 2010. 216, 412 pp. ISBN: 978-84-92956-12-8
33. GARCÍA, Oliverio. 2012. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá: Ediciones de la U, 2012. 168 pp ISBN: 978-958-762-051-1.
34. GONZÁLES, Francisco Javier. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 4ª ed. Fundación Confemetal, 2011. 642 pp. ISBN: 978849273585-3

35. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6ª. ed. México / Interamericana editores. 2014. 600 pp.
36. HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6.ª ed. Lima: McGRAW-HILL, 2014, 98, 100 pp. ISBN: 9781456223960.
37. LEGUIZAMON, P. (2011). Gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del Gobierno Municipal de Arajuno. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
38. LIANG, Z; GAO, J. y JIANG, H. (2019). Un marco de soporte de mantenimiento predictivo basado en la confiabilidad dinámica y la vida útil restante.
39. MORA, Alberto. Mantenimiento, Planeación, ejecución y control, Bogotá: Alfa omega. 2009. 445 pp. ISBN: 9789586827690.
40. PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos. 2012. 122 pp. ISBN: 978-84-95499-67-7
41. RUBIO, José y VILLARROEL, Susana. Gestión de pedidos y stock. Madrid: Editorial Aula mentor, 2012. 182 pp. ISBN: 9788436954357
42. SANTOS, Joaquín; GUTIERREZ, Edwin; STREFEZZA, Miguel; AGÜERO, Miguel. Análisis de criticidad integral de activos físicos. Venezuela: Valle de Sartenejas, 2013. 13 pp. ISSN: 1315-8694.
43. SCHONBERGER, Richard. World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied. Seattle, Washington, 2012. 252 pp. ISBN: 9780029292709
44. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyecto de investigación científica. 2.ª ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013, 164 pp. ISBN: 9786123028787.

45. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de tesis de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2015. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>

Referencias Bibliográficas de Tesis Internacionales y Nacionales

46. CALVO, Emilio y Fernández, Carlos. Técnicas de mantenimiento en instalaciones mineras. Tesis (Título de ingeniería de minas y energía). España: Universidad de Cantabria. (2017)
47. GARCÍA, Edgar. Implementación de un plan de mantenimiento predictivo en función a la criticidad de los equipos del proceso de producción para mejorar la confiabilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Privada del Norte. (2016).
48. GARCÍA, Santiago. Implementación del mantenimiento predictivos para incrementar la confiabilidad en el área de máquinas automáticas de la empresa Tecnopress S.AC, ATE – LIMA. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo. (2017).
49. MARTINEZ, Fernando. Gestión de mantenimiento y la energía para la prevención de fallos en equipos aumentando la confiabilidad de plantas de proceso. Tesis (Título de Ingeniería). España: Universidad de Murcia. (2015).
50. ÑAUTA, José. y CHERRES, Diego. Implementación del sistema de mantenimiento predictivo para mejor la confiabilidad de los equipos en la compañía ecuatoriana del caucho Erco. Tesis (Título de Ingeniería Eléctrica). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. (2015).
51. PEÑA, Javier. Implantación de un sistema de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para incrementar la confiabilidad en la planta

- de montaje de Ford España S.L. Tesis (Maestría de Ingeniería de Mantenimiento). España: Universidad Politécnica de Valencia. (2017).
52. SOTO, Jeanpierre. Mantenimiento predictivo basado en la disponibilidad para el mejoramiento de la confiabilidad mecánica de los volquetes faw en GYM S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. (2016).
53. TAMARIZ, Vélez. Diseño del plan de mantenimiento predictivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa Mirasol S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador, 2014.
54. USCÁTEGUI, Paola. Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (inc.). Tesis (título de especialista en alta Gerencia). Colombia: Universidad industrial de Santander, 2014. 31 pp. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjy2JGU0v7IAhXst1kKHU8hAqYQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Ftangara.uis.edu.co%2Fbiblioweb%2Ftesis%2F2014%2F152309.pdf&usg=A_OvVaw09EaV8_Wz1InBS5XjwAAv
55. VERDEZOTO, Natali. Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo, basado en la confiabilidad de los equipos del proceso de laminación en caliente para la empresa Andec S.A. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Nacional del callao. (2015).
56. VILLACRES, Sergio. 2016. Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad(RCM) Empresa EP. Tesis (Magister Gestión Mantenimiento Industrial). Riobamba: Escuela Superior Politécnica Ecuador, 2016. 96pp.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de coherencia

Matriz de coherencia		
Problema general	Objetivo General	Hipótesis General
¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil?	Determinar en qué medida la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad de los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil.	La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la confiabilidad en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos
¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo mediante el análisis de vibración mejora la disponibilidad de los equipos rotatorios del área de pre tejeduría en una empresa textil?	Determinar como la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad de los equipos rotativos en el área de pre tejeduría en una empresa textil.	La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración mejora la disponibilidad de los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil.
¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración reduce los tiempos medios de reparación de los equipos rotatorios del área de pre tejeduría en una empresa textil?	Determinar como la implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración reduce los tiempos medios de reparación en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil	La implementación de un plan de Mantenimiento Predictivo mediante análisis de vibración reduce los tiempos medios de reparación en los equipos rotativos del área de pre tejeduría en una empresa textil.

Fuente: Elaboración propia

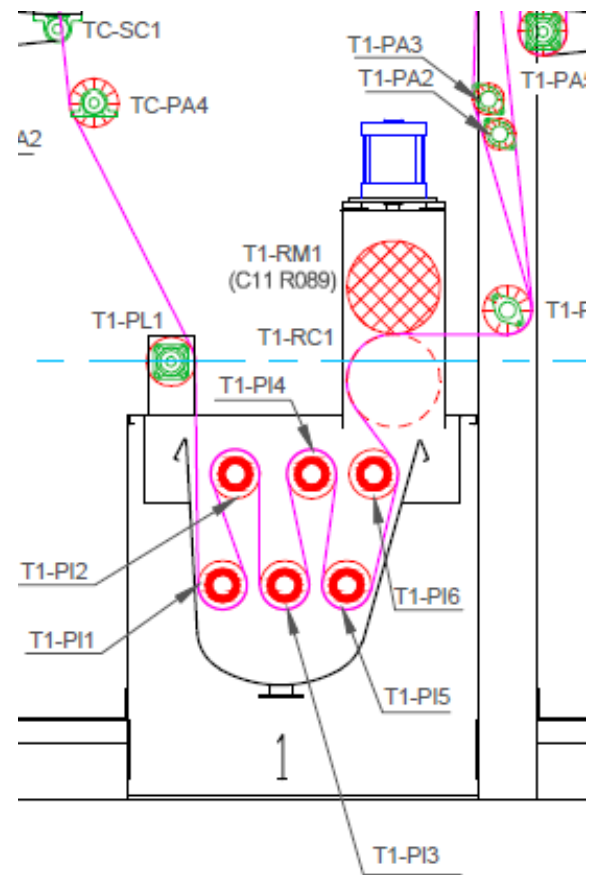
ANEXO 2: Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMESIONES	INDICADORES	FORMULAS	ESCALAS INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
V.I. Mantenimiento Predictivo	El establecimiento de una serie de ensayos no destructivos para realizar un seguimiento de los equipos, principalmente se basa en el estudio de maquinas rotativas a través del comportamiento de sus vibraciones (Mora, A. 2009, P.408).	Implementar un plan de mantenimiento predictivo requiere de un personal de mantenimiento con conocimientos de tecnicas predictivas para mantener un control por medio de monitoreos establecidos para asegurar el funcionamiento de los equipos rotativos.	Medición	Cumplimiento de mediciones	$\text{Med} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de mediciones realizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de mediciones programadas}} \times 100$	Razón	Ficha de registro
			Implementacion	Cumplimiento de implementacion	$\text{Imple} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de subcomponentes a evaluar}}{\text{N}^\circ \text{ total de subcomponentes}} \times 100$	Razón	Ficha de registro
			Monitoreo	Cumplimiento de monitoreo	$\text{Mon} = \frac{\text{N}^\circ \text{ rodamientos monitoreados}}{\text{N}^\circ \text{ total de rodamientos}} \times 100$	Razón	Ficha de registro
V.D. Confiabilidad	La confiabilidad es la probabilidad que un item pueda desempeñar su funcion requerida durante un intervalo de tiempo y bajo condiciones de uso establecidos (Garcia , O. 2012,P.90).	La confiabilidad de las maquinas es mantener en optimas condiciones el estado de estas sin que presenten fallas imprevistas, para ello es necesario determinar el tiempo promedio de reparacion, entre fallas y verificar su disponibilidad para determinar su nivel de funcionamiento.	Disponibilidad	Disponibilidad	$\text{Dis} = \frac{\text{Total hrs prog} - \text{hrs paro por mantto}}{\text{Total de hrs programadas}} \times 100$	Razón	Ficha de registro
			Mantenibilidad	Tiempo promedio de reparacion	$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero total de averías}}$	Razón	Ficha de registro

ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos

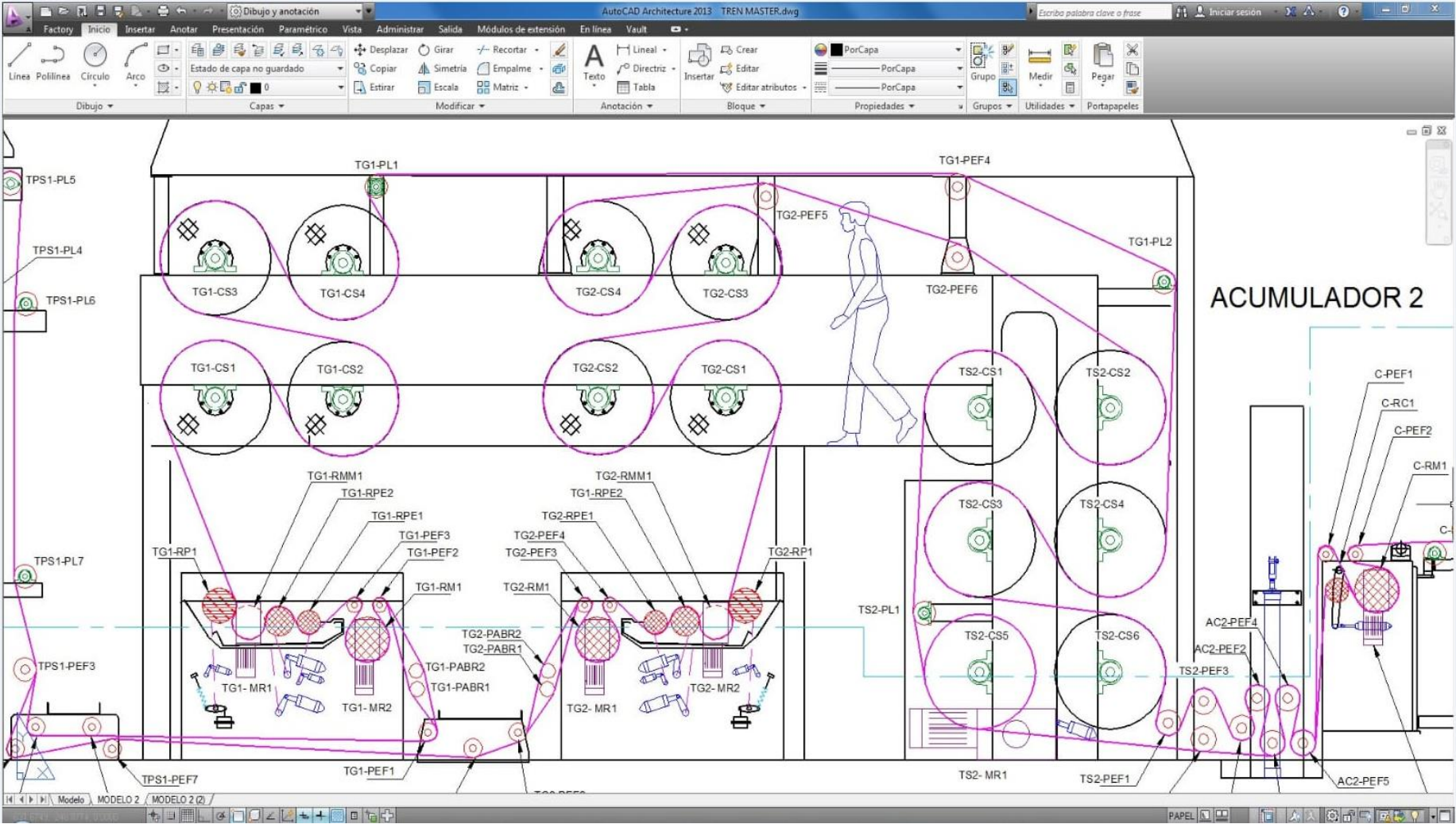
Registro para monitoreo mediante análisis de vibración

COMPONENTE	CÓDIGO	SUB-COMPONENTES	LADO DE MEDICIÓN	MENCIONES	RADIAL 1 H	RADIAL 2 V	AXIAL	DIAMETRO	RPM
TINA 1 - TENIDO	T1-PL1	POLIN TEMPLADOR 1	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.12	63.69
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PI1	POLIN DE PASE SUMERGIDO 1	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.2	38.22
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PI2	POLIN DE PASE SUMERGIDO 2	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.2	38.22
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PI3	POLIN DE PASE SUMERGIDO 3	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.2	38.22
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PI4	POLIN DE PASE SUMERGIDO 4	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.2	38.22
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PI5	POLIN DE PASE SUMERGIDO 5	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.2	38.22
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PI6	POLIN DE PASE SUMERGIDO 6	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.2	38.22
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-RM1	RODILLO MOTRIZ	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.3	25.48
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PA1	POLIN ACANALADO 1	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.17	44.96
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-RC1	RODILLO CONDUCTIVO	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.3	25.48
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PA2	POLIN SEPARADOR 1	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.07	103.19
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PA3	POLIN SEPARADOR 2	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.07	103.19
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PA5	POLIN COMPENSADOR	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.17	44.96
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
	T1-PA4	POLIN DE PASE 2	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.17	44.96
			Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T					
T1-PA15	POLIN DE PASE 3	Derecha	VIBRACION ACE, Ge T				0.17	44.96	
		Izquierda	VIBRACION ACE, Ge T						



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: Plano de torre de secado y acumulador



ANEXO 5: Programa mensual de Monitoreo

PROGRAMA ANUAL PARA MEDICIONES DE VIBRACION, ENVOLVENTE Y TEMPERATURA DE COMPONENTES CRITICOS																							
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					AREA: PRE TEJEDURIA									MAQUINA: TREN MASTER									
COMPONENTE		Año	2019				2020																
		Mes	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				
		Semana	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Motoreductores de ollas de preparacion	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
2	Rodajes del sistema de oxidacion	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
3	Bombas de recirculacion de tinas	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
4	de tinas de teñido y enjuague	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
5	radiadores	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
6	rodamientos de secadore	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
7	Rodamientos de acumulador vertical	2 semanas	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x

Trabajo Programado	
Trabajo a Realizado	X
Trabajo a Reprogramar	R

Supervisor de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6: Tabla de evaluación de equipos

Equipo:	Rodamiento insertante autoalineante de bolas			
ITEM	VARIABLE	DEFINICION	VALORACION	OBSERVACIONES
1	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL			
	Lesiones de incapacidad parcial (mayor a 30 días)		4	
	Lesiones significativas (entre 1 y 30 días)		3	
	Lesiones leves (no hay incapacidad)		2	
	Sin riesgo de lesiones		1	
2	VALOR ECONOMICO			
	Considerar el costo de adquisicion, operación, mantenimiento y paro de producción	Alto	3	entre S/.5,000 y S/.10,000
		Medio	2	entre S/.1,000 y S/.5,000
		Bajo	1	menos de S/.1000
3	FALLOS AFECTA			
	A la maquinaria	Si	2	¿Afecta a otros componentes?
		No	0	
	AL servicio	Si	2	¿Afecta a otros equipos?
		No	0	
4	IMPACTO EN LA PRODUCCION			
	75% de impacto		4	
	50% de impacto		3	
	25% de impacto		2	
	Menor del 25%		1	
5	FUNCIONABILIDAD DE LA MAQUINARIA			
		Unico	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El equipo puede seguir funcionando
		Stand By	0	Existe repuesto armado
6	LOGISTICA			
		Extranjero	3	Estos repuestos se tienen que importar
		Loc./ Ext.	2	Algunos repuestos es necesario que sean del extranjero
		Local	1	Se consiguen de manera local
7	MANO DE OBRA			
		Terceros	2	El mantenimiento requiere de terceros
		Propia	1	El mantenimiento realizable con el mismo personal
8	MANTENIBILIDAD			
		Baja	2	Difícil realización del mantenimiento
		Alta	1	Facil realización del mantenimiento
TOTAL				
Escala de referencia				
	Critica		16 - 22	
	Regular		0.8 - 15	
	Opcional		00 - 07	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: Registro de Cumplimiento de Capacitación




CAPACITACIÓN INTERNA					
Capacitación:	MANTENIMIENTO PREDICTIVO MEDIANTE ANALISIS DE VIBRACION				
Sesiones	Tema	Fecha	Horas	Cumplimiento %	Observaciones
Nº1	Conceptos basicos del mantenimiento predictivo		6	100%	
Nº2	Tecnicas de inspección visual y auditiva		4	100%	
Nº3	Toma de medidas de vibracion en rutas		4	100%	
Nº4	Diagnostico de fallas de los equipos		4	100%	
Nº5	Redaccion de informe tecnico		2	100%	

El % de capacitaciones debe cumplirse al 100%

Responsable:

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8: Indicador de capacitación

INDICADOR DE CAPACITACIÓN			
Actividad	Capacitación		Fecha:
Tema	Medición análisis de vibración		
Descripción del Indicador			
Mediante este indicador se define el cumplimiento de las charlas de mantenimiento predictivo por medio de análisis de vibración			
Formula de Desempeño			
$\text{Charlas} = \frac{\text{Charlas de capacitación recibidas}}{\text{Nº total de charlas de capacitación}} \times 100$			
Objetivos de la capacitación			
1. Aplicar el mantenimiento predictivo mediante la detección 2. Mejorar las habilidades para el monitoreo de los equipos			
Valores de desempeño			
Indicador	Bueno		75% - 100%
	Regular		50% - 75%
	Malo		0% - 50%
Capacitador:			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9: Registro de Porcentaje de fallos

Código Partida	Código Urdimbre	Metros Totales	Velocidad
25SETE19-1	7926.200.SMA	29530	28 m/min
29SETE19-1	7017.179.RMA	47850	30 m/min
30SETE19-1	4505.205.SFA	56770	28 m/min
33SETE19-1	7926.200.SMA	63955	28 m/min
35SETE19-1	9536.176.RFA	16450	32 m/min
27SEMA19-1	4519.210.SWA	22350	24 m/min
26SEMA19-1	T281.000.PFA	3650	26 m/min
28SEMA19-1	4020.190.EFA	50720	28 m/min
31SEMA19-1	4511.206.AFA	40210	26 m/min
32SEMA19-1	3711.190.SFA	40300	28 m/min
34SEMA19-1	4708.200.PWA	45260	26 m/min
36SEMA19-1	4020.190.ABA	16500	26 m/min
TOTAL SEMANA		433545	27,6 m/min

Código	Tipo de Paro	Nº horas	%
315	Falla mecánica	5,28	1,6%
327	Falla eléctrica-electrónica	1,33	0,4%
322	Falla operativa	1,92	0,6%
302	Mantenimiento Preventivo	8,00	2,4%
324	Preparación de MQ	5,80	1,7%
326	Preparación cambio de partida	45,42	13,5%
TOTAL		67,75	20,2%

% HORAS PRODUCTIVAS	79,8%
----------------------------	--------------

Cambio de partida Sucker (promedio)	Meta: 4.5h	5,30 h
--	-------------------	---------------

Observación
Sucker: Rodillo conducido tina 01 (27/09)
Master: Sistema neumático de tina A - foulard (28/09)
Master: Nivel de TQ 30 - Cambio PLC en FI (24/09)
Sucker: Falta de goma (28/09)
Sucker 25/09
Mantenimiento Sucker 25/09

ANEXO 10: Costo Unitario por metro de tela

ITEM	MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Conos de hilo	1800	und	0,5	900
2	Algodón y fibras	95000	kg	55	5225000
3	Químico degradables	19000	L	25	475000
4	Colorantes denim polvo	1500	kg	270	405000
5	Colorantes denim líquido	2000	gal	320	640000
6	Anilina	1800	kg	230	414000
7	Soda Caustica	900	gal	90	81000
8	Goma líquida para hilos	420	gal	110	46200
9	Peines metálicos	300	und	50	15000
10	Agujas metálicas	600	und	30	18000
11	Suavizante	600	gal	75	45000
12	Antiespumantes	400	gal	100	40000
13	Humectante	600	kg	115	69000
14	Secuestrante	600	kg	130	78000
15	Dispersante	600	kg	95	57000
16	Formadores	450	kg	85	38250
17	Retardantes	450	kg	125	56250
18	Agente reductor	650	gal	100	65000
19	Fijador	650	kg	95	61750
20	Legía industrial	350	gal	35	12250
21	Hidrosulfito	1200	kg	130	156000
22	Persital	450	gal	150	67500
23	Agentes jabonantes	400	gal	140	56000
24	Recina	280	gal	60	16800
25	Bolsas térmicas XXL	800	und	0,75	600
26	Etiquetas	2400	und	0,4	960
27	Productos para acabados	4500	kg	700	3150000
28	Tramas	8500000	m	0,65	5525000
TOTAL (1700000 metros de tela al mes)					S/ 16.815.460,00
COSTO UNITARIO MP					10,51

ITEM	MANO DE OBRA	CANTIDAD	SUELDO	BENEFICIOS SOCIALES	TOTAL DE LA PLANILLA
1	Gerente de producción	1	17000	3060	20060
2	Jefe de producción	11	5500	990	71390
3	Supervisores	32	3500	630	132160
4	Administrativos	42	3000	540	148680
5	Operarios	680	2000	360	1604800
Total de la Planilla					1957030

ITEM	MANO DE OBRA	CANTIDAD	SUELDO DEL MES	PRODUCCION DEL MES	S/. x UNIDAD
1	Gerente de producción	1	20060	1600000	0,01
2	Jefes de producción	11	71390	1600000	0,04
3	Supervisores	32	132160	1600000	0,08
4	Administrativos	42	148680	1600000	0,09
5	Operarios	680	1604800	1600000	1,00
Costo Unitario M.O					1,24

COSTO DE SERVICIOS	PAGOS
Agua	750
Luz	5800
Alquiler	25000
Internet	265,9
TOTAL DE SERVICIOS	31815,9
UNIDADES PRODUCIDAS	1600000
C.I.F UNITARIO	0,02

ANEXO 11: Recolección de datos antes de la implementación del tren Sucker

FECHA	Horas totales de operación por día (hrs reales de operación + hrs de mantto programado + hrs de paradas)	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro final 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICAS (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF (CONFIABILIDAD)	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
17/08/2020	24	1592,00	1610,35	18,35	2	0	2,15	3,5	5,65	9,17	2,83	76,46%
18/08/2020	24	1610,35	1634,35	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
19/08/2020	24	1634,35	1656,85	22,5	1	0	0	1,5	1,5	22,50	1,50	93,75%
20/08/2020	24	1656,85	1678,35	21,5	1	0	2,5	0	2,5	21,50	2,50	89,58%
21/08/2020	24	1678,35	1702,35	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
22/08/2020	24	1702,35	1721,45	19,1	2	0	2,5	2,4	4,9	9,55	2,45	79,58%
23/08/2020	24	1721,45	1742,20	20,75	1	0	3,25	0	3,25	20,75	3,25	86,46%
24/08/2020	24	1742,20	1766,20	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
25/08/2020	24	1766,20	1782,50	16,3	2	0	4,2	3,5	7,7	8,15	3,85	67,92%
26/08/2020	24	1782,50	1806,50	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
27/08/2020	24	1806,50	1829,00	22,5	1	0	1,5	0	1,5	22,50	1,50	93,75%
28/08/2020	24	1829,00	1853,00	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
29/08/2020	24	1853,00	1872,35	19,35	2	0	3,2	1,45	4,65	9,67	2,33	80,62%
31/08/2020	24	1872,35	1896,35	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
01/09/2020	24	1896,35	1912,35	16	1	8	0	0	0	16,00	0,00	66,67%
02/09/2020	24	1912,35	1931,85	19,5	1	0	4,5	0	4,5	19,50	4,50	81,25%
03/09/2020	24	1931,85	1955,85	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
04/09/2020	24	1955,85	1972,15	16,3	2	0	4,2	3,5	7,7	8,15	3,85	67,92%
05/09/2020	24	1972,15	1995,05	22,9	1	0	0	1,1	1,1	22,90	1,10	95,42%
06/09/2020	24	1995,05	2014,70	19,65	1	0	4,35	0	4,35	19,65	4,35	81,88%
07/09/2020	24	2014,70	2038,70	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
08/09/2020	24	2038,70	2062,70	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
09/09/2020	24	2062,70	2077,70	15	2	0	4,5	4,5	9	7,50	4,50	62,50%
10/09/2020	24	2077,70	2099,45	21,75	1	0	0	2,25	2,25	21,75	2,25	90,63%
11/09/2020	24	2099,45	2120,95	21,5	1	0	0	2,5	2,5	21,50	2,50	89,58%
12/09/2020	24	2120,95	2144,95	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%
13/09/2020	24	2144,95	2160,20	15,25	2	0	5,5	3,25	8,75	7,63	4,38	63,54%

14/09/2020	24	2160,20	2184,20	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
15/09/2020	24	2184,20	2206,70	22,5	1	0	0	1,5	1,5	22,50	1,50	93,75%	
16/09/2020	24	2206,70	2222,70	16	1	8	0	0	0	16,00	0,00	66,67%	
17/09/2020	24	2222,70	2237,30	14,6	1	0	4,2	5,2	9,4	14,60	9,40	60,83%	
18/09/2020	24	2237,30	2261,30	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
19/09/2020	24	2261,30	2284,05	22,75	1	0	0	1,25	1,25	22,75	1,25	94,79%	
20/09/2020	24	2284,05	2305,90	21,85	1	0	0	2,15	2,15	21,85	2,15	91,04%	
21/09/2020	24	2305,90	2322,95	17,05	2	0	2,5	4,45	6,95	8,52	3,48	71,04%	
22/09/2020	24	2322,95	2346,95	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
23/09/2020	24	2346,95	2365,70	18,75	1	0	0	5,25	5,25	18,75	5,25	78,13%	
24/09/2020	24	2365,70	2389,70	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
25/09/2020	24	2389,70	2413,70	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
26/09/2020	24	2413,70	2427,95	14,25	1	0	4,25	5,5	9,75	14,25	9,75	59,38%	
27/09/2020	24	2427,95	2450,70	22,75	1	0	1,25	0	1,25	22,75	1,25	94,79%	
28/09/2020	24	2450,70	2474,70	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
29/09/2020	24	2474,70	2495,45	20,75	1	0	0	3,25	3,25	20,75	3,25	86,46%	
30/09/2020	24	2495,45	2511,45	16	1	8	0	0	0	16,00	0,00	66,67%	
01/10/2020	24	2511,45	2529,20	17,75	2	0	2,75	3,5	6,25	8,88	3,13	73,96%	
02/10/2020	24	2529,20	2553,20	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
03/10/2020	24	2553,20	2577,20	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
04/10/2020	24	2577,20	2596,70	19,5	1	0	0	4,5	4,5	19,50	4,50	81,25%	
05/10/2020	24	2596,70	2620,70	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
06/10/2020	24	2620,70	2638,45	17,75	1	0	2,75	3,5	6,25	17,75	6,25	73,96%	
07/10/2020	24	2638,45	2662,45	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
09/10/2020	24	2662,45	2686,45	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
10/10/2020	24	2686,45	2700,65	14,2	2	0	4,3	5,5	9,8	7,10	4,90	59,17%	
11/10/2020	24	2700,65	2723,23	22,58	1	0	1,42	0	1,42	22,58	1,42	94,08%	
12/10/2020	24	2723,23	2742,98	19,75	1	0	0	4,25	4,25	19,75	4,25	82,29%	
13/10/2020	24	2742,98	2766,98	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
14/10/2020	24	2766,98	2784,73	17,75	1	0	2,5	3,75	6,25	17,75	6,25	73,96%	
15/10/2020	24	2784,73	2808,73	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
16/10/2020	24	2808,73	2823,53	14,8	2	8	1,2	0	1,2	7,40	0,60	61,67%	
17/10/2020	24	2823,53	2847,53	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
18/10/2020	24	2847,53	2862,58	15,05	2	0	3,45	5,5	8,95	7,52	4,48	62,71%	
19/10/2020	24	2862,58	2886,58	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
20/10/2020	24	2886,58	2909,08	22,5	1	0	1,5	0	1,5	22,50	1,50	93,75%	
21/10/2020	24	2909,08	2933,08	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
22/10/2020	24	2933,08	2946,33	13,25	2	0	5,5	5,25	10,7	5	6,63	5,38	55,21%
23/10/2020	24	2946,33	2970,33	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
24/10/2020	24	2970,33	2994,33	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
25/10/2020	24	2994,33	3008,58	14,25	2	0	4,5	5,25	9,75	7,13	4,88	59,38%	
26/10/2020	24	3008,58	3030,33	21,75	1	0	2,25	0	2,25	21,75	2,25	90,63%	
27/10/2020	24	3030,33	3054,33	24	2	0	0	0	0	12,00	0,00	100,00%	

28/10/2020	24	3054,33	3067,43	13,1	2	0	4,75	6,15	10,9	6,55	5,45	54,58%	
29/10/2020	24	3067,43	3091,43	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
30/10/2020	24	3091,43	3112,98	21,55	1	0	2,45	0	2,45	21,55	2,45	89,79%	
31/10/2020	24	3112,98	3127,08	14,1	2	0	4,5	5,4	9,9	7,05	4,95	58,75%	
01/11/2020	24	3127,08	3143,08	16	1	8	0	0	0	16,00	0,00	66,67%	
02/11/2020	24	3143,08	3167,08	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
03/11/2020	24	3167,08	3181,03	13,95	2	0	2,5	7,55	10,0	5	6,98	5,03	58,13%
04/11/2020	24	3181,03	3203,53	22,5	1	0	0	1,5	1,5	22,50	1,50	93,75%	
05/11/2020	24	3203,53	3227,53	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
06/11/2020	24	3227,53	3240,53	13	2	0	3,5	7,5	11	6,50	5,50	54,17%	
07/11/2020	24	3240,53	3262,38	21,85	1	0	2,15	0	2,15	21,85	2,15	91,04%	
08/11/2020	24	3262,38	3279,78	17,4	2	0	2,1	4,5	6,6	8,70	3,30	72,50%	
09/11/2020	24	3279,78	3301,53	21,75	1	0	0	2,25	2,25	21,75	2,25	90,63%	
10/11/2020	24	3301,53	3325,53	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
11/11/2020	24	3325,53	3341,78	16,25	2	0	3,25	4,5	7,75	8,13	3,88	67,71%	
12/11/2020	24	3341,78	3364,28	22,5	1	0	1,5	0	1,5	22,50	1,50	93,75%	
13/11/2020	24	3364,28	3386,78	22,5	1	0	0	1,5	1,5	22,50	1,50	93,75%	
14/11/2020	24	3386,78	3410,78	24	0	0	0	0	0	24,00	0,00	100,00%	
15/11/2020	24	3410,78	3427,33	16,55	2	0	5,2	2,25	7,45	8,27	3,73	68,96%	
16/11/2020	24	3427,33	3443,33	16	1	8	0	0	0	16,00	0,00	66,67%	

ANEXO 12: Recolección de datos después de la implementación del tren Master

FECHA	Horas totales de operación por día (hrs reales de operación + hrs de mantto programado + hrs de paradas)	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro final 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICAS (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF (CONFIABILIDAD)	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
17/08/2020	24	1465,10	1485,10	20	2	0	2,5	1,5	4	10	2	83,33%
18/08/2020	24	1485,10	1507,60	22,5	1	0	0	1,5	1,5	22,5	1,5	93,75%
19/08/2020	24	1507,60	1531,60	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
20/08/2020	24	1531,60	1554,15	22,55	1	0	1,45	0	1,45	22,55	1,45	93,96%
21/08/2020	24	1554,15	1575,90	21,75	1	0	2,25	0	2,25	21,75	2,25	90,63%
22/08/2020	24	1575,90	1595,90	20	1	0	2,5	1,5	4	20	4	83,33%
23/08/2020	24	1595,90	1619,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
24/08/2020	24	1619,90	1641,65	21,75	1	0	0	2,25	2,25	21,75	2,25	90,63%
25/08/2020	24	1641,65	1658,80	17,15	2	0	4,5	2,35	6,85	8,575	3,425	71,46%
26/08/2020	24	1658,80	1682,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
27/08/2020	24	1682,80	1706,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
28/08/2020	24	1706,80	1723,05	16,25	2	0	2,5	5,25	7,75	8,125	3,875	67,71%
29/08/2020	24	1723,05	1743,80	20,75	1	0	0	3,25	3,25	20,75	3,25	86,46%
31/08/2020	24	1743,80	1766,55	22,75	1	0	1,25	0	1,25	22,75	1,25	94,79%
01/09/2020	24	1766,55	1782,55	16	2	0	3,5	4,5	8	8	4	66,67%
02/09/2020	24	1782,55	1805,10	22,55	1	0	1,45	0	1,45	22,55	1,45	93,96%
03/09/2020	24	1805,10	1829,10	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
04/09/2020	24	1829,10	1843,10	14	2	0	5,25	4,75	10	7	5	58,33%
05/09/2020	24	1843,10	1864,60	21,5	1	0	0	2,5	2,5	21,5	2,5	89,58%
06/09/2020	24	1864,60	1888,10	23,5	1	0	0	0,5	0,5	23,5	0,5	97,92%
07/09/2020	24	1888,10	1906,10	18	2	0	2,5	3,5	6	9	3	75,00%
08/09/2020	24	1906,10	1928,95	22,85	1	0	1,15	0	1,15	22,85	1,15	95,21%
09/09/2020	24	1928,95	1952,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
10/09/2020	24	1952,95	1974,70	21,75	1	0	0	2,25	2,25	21,75	2,25	90,63%
11/09/2020	24	1974,70	1998,70	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
12/09/2020	24	1998,70	2021,50	22,8	1	0	1,2	0	1,2	22,8	1,2	95,00%
13/09/2020	24	2021,50	2036,75	15,25	2	0	5,5	3,25	8,75	7,625	4,375	63,54%
14/09/2020	24	2036,75	2060,30	23,55	1	0	0	0,45	0,45	23,55	0,45	98,13%

15/09/2020	24	2060,30	2082,80	22,5	1	0	0	1,5	1,5	22,5	1,5	93,75%	
16/09/2020	24	2082,80	2098,80	16	1	8	0	0	0	16	0	66,67%	
17/09/2020	24	2098,80	2113,40	14,6	1	0	4,2	5,2	9,4	14,6	9,4	60,83%	
18/09/2020	24	2113,40	2135,20	21,8	1	0	0	2,2	2,2	21,8	2,2	90,83%	
19/09/2020	24	2135,20	2159,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
20/09/2020	24	2159,20	2178,70	19,5	2	0	4,5	0	4,5	9,75	2,25	81,25%	
21/09/2020	24	2178,70	2195,75	17,05	2	0	2,5	4,45	6,95	8,525	3,475	71,04%	
22/09/2020	24	2195,75	2219,75	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
23/09/2020	24	2219,75	2240,50	20,75	1	0	3,25	0	3,25	20,75	3,25	86,46%	
24/09/2020	24	2240,50	2264,50	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
25/09/2020	24	2264,50	2282,95	18,45	2	0	1,1	4,45	5,55	9,225	2,775	76,87%	
26/09/2020	24	2282,95	2297,70	14,75	1	0	3,75	5,5	9,25	14,75	9,25	61,46%	
27/09/2020	24	2297,70	2321,70	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
28/09/2020	24	2321,70	2344,45	22,75	1	0	1,25	0	1,25	22,75	1,25	94,79%	
29/09/2020	24	2344,45	2368,45	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
30/09/2020	24	2368,45	2392,45	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
01/10/2020	24	2392,45	2409,50	17,05	2	0	3,45	3,5	6,95	8,525	3,475	71,04%	
02/10/2020	24	2409,50	2433,50	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
03/10/2020	24	2433,50	2455,25	21,75	1	0	2,25	0	2,25	21,75	2,25	90,63%	
04/10/2020	24	2455,25	2472,75	17,5	1	0	6,5	0	6,5	17,5	6,5	72,92%	
05/10/2020	24	2472,75	2495,50	22,75	1	0	1,25	0	1,25	22,75	1,25	94,79%	
06/10/2020	24	2495,50	2512,50	17	1	0	3,5	3,5	7	17	7	70,83%	
07/10/2020	24	2512,50	2536,50	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
09/10/2020	24	2536,50	2558,00	21,5	1	0	2,5	0	2,5	21,5	2,5	89,58%	
10/10/2020	24	2558,00	2570,35	12,35	2	0	8,15	3,5	11,65	6,175	5,825	51,46%	
11/10/2020	24	2570,35	2594,35	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
12/10/2020	24	2594,35	2617,90	23,55	1	0	0,45	0	0,45	23,55	0,45	98,13%	
13/10/2020	24	2617,90	2641,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
14/10/2020	24	2641,90	2658,95	17,05	1	0	3,2	3,75	6,95	17,05	6,95	71,04%	
15/10/2020	24	2658,95	2680,70	21,75	1	0	2,25	0	2,25	21,75	2,25	90,63%	
16/10/2020	24	2680,70	2694,25	13,55	2	8	0	2,45	2,45	6,775	1,225	56,46%	
17/10/2020	24	2694,25	2718,25	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
18/10/2020	24	2718,25	2735,30	17,05	2	0	3,45	3,5	6,95	8,525	3,475	71,04%	
19/10/2020	24	2735,30	2759,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
20/10/2020	24	2759,30	2781,15	21,85	1	0	0	2,15	2,15	21,85	2,15	91,04%	
21/10/2020	24	2781,15	2805,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
22/10/2020	24	2805,15	2816,30	11,15	2	0	6,45	6,4	12,85	5,575	6,425	46,46%	
23/10/2020	24	2816,30	2838,85	22,55	1	0	1,45	0	1,45	22,55	1,45	93,96%	
24/10/2020	24	2838,85	2862,85	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
25/10/2020	24	2862,85	2874,85	12	2	0	5,5	6,5	12	6	6	50,00%	
26/10/2020	24	2874,85	2898,85	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%	
27/10/2020	24	2898,85	2919,40	20,55	2	0	1,2	2,25	3,45	10,27	5	1,725	85,63%
28/10/2020	24	2919,40	2933,65	14,25	2	0	4,5	5,25	9,75	7,125	4,875	59,38%	

29/10/2020	24	2933,65	2957,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
30/10/2020	24	2957,65	2979,15	21,5	1	0	2,5	0	2,5	21,5	2,5	89,58%
31/10/2020	24	2979,15	2992,40	13,25	1	0	4,5	6,25	10,75	13,25	10,75	55,21%
01/11/2020	24	2992,40	3016,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
02/11/2020	24	3016,40	3040,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
03/11/2020	24	3040,40	3050,35	9,95	2	0	6,5	7,55	14,05	4,975	7,025	41,46%
04/11/2020	24	3050,35	3073,20	22,85	1	0	1,15	0	1,15	22,85	1,15	95,21%
05/11/2020	24	3073,20	3097,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
06/11/2020	24	3097,20	3108,95	11,75	2	0	4,75	7,5	12,25	5,875	6,125	48,96%
07/11/2020	24	3108,95	3130,70	21,75	1	0	0	2,25	2,25	21,75	2,25	90,63%
08/11/2020	24	3130,70	3153,45	22,75	1	0	0	1,25	1,25	22,75	1,25	94,79%
09/11/2020	24	3153,45	3168,25	14,8	1	0	9,2	0	9,2	14,8	9,2	61,67%
10/11/2020	24	3168,25	3192,25	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
11/11/2020	24	3192,25	3208,75	16,5	2	0	0	7,5	7,5	8,25	3,75	68,75%
12/11/2020	24	3208,75	3230,65	21,9	1	0	2,1	0	2,1	21,9	2,1	91,25%
13/11/2020	24	3230,65	3251,20	20,55	1	0	3,45	0	3,45	20,55	3,45	85,62%
14/11/2020	24	3251,20	3275,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
15/11/2020	24	3275,20	3284,55	9,35	2	0	5,2	9,45	14,65	4,675	7,325	38,96%
16/11/2020	24	3284,55	3300,55	16	1	8	0	0	0	16	0	66,67%

ANEXO 13: Recolección de datos después de la implementación del tren Sucker

FECHA	Horas totales de operación por día (hrs reales de operación + hrs de mantto programado + hrs de paradas)	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro frinal 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICA (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF (CONFIABILIDAD)	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
15/02/2021	24	5443,00	5467,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
16/02/2021	24	5467,00	5490,60	23,6	1	0	0	0,4	0,4	23,6	0,4	98,33%
17/02/2021	24	5490,60	5514,60	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
18/02/2021	24	5514,60	5538,60	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
19/02/2021	24	5538,60	5562,00	23,4	1	0	0,6	0	0,6	23,4	0,6	97,50%
20/02/2021	24	5562,00	5585,80	23,8	1	0	0,2	0	0,2	23,8	0,2	99,17%
21/02/2021	24	5585,80	5609,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
22/02/2021	24	5609,80	5633,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
23/02/2021	24	5633,80	5657,50	23,7	1	0	0,3	0	0,3	23,7	0,3	98,75%
24/02/2021	24	5657,50	5673,50	16	0	8	0	0	0	16	0	66,67%
25/02/2021	24	5673,50	5696,95	23,45	1	0	0,15	0,4	0,55	23,45	0,55	97,71%
26/02/2021	24	5696,95	5720,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
27/02/2021	24	5720,95	5744,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
28/02/2021	24	5744,95	5768,45	23,5	1	0	0	0,5	0,5	23,5	0,5	97,92%
01/03/2021	24	5768,45	5792,45	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
02/03/2021	24	5792,45	5816,15	23,7	1	0	0	0,3	0,3	23,7	0,3	98,75%
03/03/2021	24	5816,15	5839,85	23,7	1	0	0	0,3	0,3	23,7	0,3	98,75%
04/03/2021	24	5839,85	5863,85	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
05/03/2021	24	5863,85	5887,60	23,75	1	0	0,15	0,1	0,25	23,75	0,25	98,96%
06/03/2021	24	5887,60	5911,60	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
07/03/2021	24	5911,60	5935,10	23,5	1	0	0	0,5	0,5	23,5	0,5	97,92%
08/03/2021	24	5935,10	5959,10	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
09/03/2021	24	5959,10	5983,10	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
10/03/2021	24	5983,10	6006,90	23,8	1	0	0	0,2	0,2	23,8	0,2	99,17%
11/03/2021	24	6006,90	6030,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
12/03/2021	24	6030,90	6054,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
13/03/2021	24	6054,90	6078,50	23,6	1	0	0	0,4	0,4	23,6	0,4	98,33%
14/03/2021	24	6078,50	6102,50	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
15/03/2021	24	6102,50	6126,20	23,7	1	0	0,3	0	0,3	23,7	0,3	98,75%

16/03/2021	24	6126,20	6150,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
17/03/2021	24	6150,20	6174,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
18/03/2021	24	6174,20	6198,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
19/03/2021	24	6198,20	6221,65	23,45	1	0	0,1	0,45	0,55	23,45	0,55	97,71%
20/03/2021	24	6221,65	6245,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
21/03/2021	24	6245,65	6269,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
22/03/2021	24	6269,65	6293,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
23/03/2021	24	6293,65	6317,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
24/03/2021	24	6317,65	6333,50	15,85	1	8	0,15	0	0,15	15,85	0,15	66,04%
25/03/2021	24	6333,50	6357,50	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
26/03/2021	24	6357,50	6381,15	23,65	1	0	0	0,35	0,35	23,65	0,35	98,54%
27/03/2021	24	6381,15	6405,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
28/03/2021	24	6405,15	6429,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
29/03/2021	24	6429,15	6453,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
30/03/2021	24	6453,15	6476,75	23,6	1	0	0	0,4	0,4	23,6	0,4	98,33%
31/03/2021	24	6476,75	6500,75	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
01/04/2021	24	6500,75	6524,15	23,4	2	0	0,4	0,2	0,6	11,7	0,3	97,50%
02/04/2021	24	6524,15	6548,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
03/04/2021	24	6548,15	6572,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
04/04/2021	24	6572,15	6596,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
05/04/2021	24	6596,15	6620,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
06/04/2021	24	6620,15	6644,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
07/04/2021	24	6644,15	6668,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
08/04/2021	24	6668,15	6692,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
09/04/2021	24	6692,15	6715,80	23,65	1	0	0,35	0	0,35	23,65	0,35	98,54%
10/04/2021	24	6715,80	6739,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
11/04/2021	24	6739,80	6763,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
12/04/2021	24	6763,80	6787,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
13/04/2021	24	6787,80	6811,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
14/04/2021	24	6811,80	6835,80	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
15/04/2021	24	6835,80	6859,35	23,55	1	0	0	0,45	0,45	23,55	0,45	98,13%
16/04/2021	24	6859,35	6883,35	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
17/04/2021	24	6883,35	6907,35	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
18/04/2021	24	6907,35	6931,05	23,7	1	0	0	0,3	0,3	23,7	0,3	98,75%
19/04/2021	24	6931,05	6955,05	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
20/04/2021	24	6955,05	6979,05	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
21/04/2021	24	6979,05	6995,05	16	0	8	0	0	0	16	0	66,67%
22/04/2021	24	6995,05	7019,05	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
23/04/2021	24	7019,05	7043,05	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
24/04/2021	24	7043,05	7066,55	23,5	1	0	0	0,5	0,5	23,5	0,5	97,92%
25/04/2021	24	7066,55	7090,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
26/04/2021	24	7090,55	7114,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
27/04/2021	24	7114,55	7138,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
28/04/2021	24	7138,55	7162,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
29/04/2021	24	7162,55	7186,30	23,75	1	0	0,25	0	0,25	23,75	0,25	98,96%

30/04/2021	24	7186,30	7210,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
02/05/2021	24	7210,30	7234,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
03/05/2021	24	7234,30	7258,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
04/05/2021	24	7258,30	7281,90	23,6	2	0	0	0,4	0,4	11,8	0,2	98,33%
05/05/2021	24	7281,90	7305,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
06/05/2021	24	7305,90	7329,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
07/05/2021	24	7329,90	7353,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
08/05/2021	24	7353,90	7377,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
09/05/2021	24	7377,90	7401,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
10/05/2021	24	7401,90	7425,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
11/05/2021	24	7425,90	7449,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
12/05/2021	24	7449,90	7473,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
13/05/2021	24	7473,90	7497,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
14/05/2021	24	7497,90	7521,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
15/05/2021	24	7521,90	7545,45	23,55	1	0	0,45	0	0,45	23,55	0,45	98,13%
16/05/2021	24	7545,45	7569,45	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%

ANEXO 14: Recolección de datos después de la implementación del tren Master

FECHA	Horas totales de operación por día (hrs reales de operación + hrs de mantto programado + hrs de paradas)	Lectura de Horómetro inicio 1er turno (lec.inicial) (hrs)	Lectura de Horómetro frinal 3er turno (lec. Final) (hrs)	Horas reales de operación (lec.final - lec.inicial) (hrs)	N° de fallas	Horas de mantenimiento programado	FALLAS ELÉCTRICA (hrs)	FALLA MECÁNICA (hrs)	Horas de paradas por fallas (falla elec + falla mec)	MTBF (CONFIABILIDAD)	MTTR (MANTENIBILIDAD)	DISPONIBILIDAD
15/02/2021	24	5281,00	5305,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
16/02/2021	24	5305,00	5328,60	23,6	2	0	0	0,4	0,4	11,8	0,2	98,33%
17/02/2021	24	5328,60	5352,30	23,7	1	0	0,3	0	0,3	23,7	0,3	98,75%
18/02/2021	24	5352,30	5368,30	16	0	8	0	0	0	16	0	66,67%
19/02/2021	24	5368,30	5392,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
20/02/2021	24	5392,30	5416,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
21/02/2021	24	5416,30	5440,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
22/02/2021	24	5440,30	5464,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
23/02/2021	24	5464,30	5488,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
24/02/2021	24	5488,30	5511,90	23,6	1	0	0,4	0	0,4	23,6	0,4	98,33%
25/02/2021	24	5511,90	5535,55	23,65	1	0	0	0,35	0,35	23,65	0,35	98,54%
26/02/2021	24	5535,55	5559,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
27/02/2021	24	5559,55	5583,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
28/02/2021	24	5583,55	5607,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
01/03/2021	24	5607,55	5631,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
02/03/2021	24	5631,55	5655,15	23,6	1	0	0	0,4	0,4	23,6	0,4	98,33%
03/03/2021	24	5655,15	5679,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
04/03/2021	24	5679,15	5703,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
05/03/2021	24	5703,15	5727,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
06/03/2021	24	5727,15	5750,90	23,75	1	0	0,25	0	0,25	23,75	0,25	98,96%
07/03/2021	24	5750,90	5774,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
08/03/2021	24	5774,90	5798,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
09/03/2021	24	5798,90	5822,90	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
10/03/2021	24	5822,90	5846,65	23,75	1	0	0	0,25	0,25	23,75	0,25	98,96%
11/03/2021	24	5846,65	5870,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
12/03/2021	24	5870,65	5894,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
13/03/2021	24	5894,65	5918,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
14/03/2021	24	5918,65	5942,50	23,85	1	0	0,15	0	0,15	23,85	0,15	99,38%
15/03/2021	24	5942,50	5966,50	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%

16/03/2021	24	5966,50	5990,25	23,75	1	0	0,25	0	0,25	23,75	0,25	98,96%
17/03/2021	24	5990,25	6014,25	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
18/03/2021	24	6014,25	6030,25	16	0	8	0	0	0	16	0	66,67%
19/03/2021	24	6030,25	6054,25	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
20/03/2021	24	6054,25	6078,15	23,9	1	0	0	0,1	0,1	23,9	0,1	99,58%
21/03/2021	24	6078,15	6102,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
22/03/2021	24	6102,15	6126,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
23/03/2021	24	6126,15	6150,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
24/03/2021	24	6150,15	6174,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
25/03/2021	24	6174,15	6198,15	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
26/03/2021	24	6198,15	6221,75	23,6	1	0	0	0,4	0,4	23,6	0,4	98,33%
27/03/2021	24	6221,75	6245,30	23,55	1	0	0	0,45	0,45	23,55	0,45	98,13%
28/03/2021	24	6245,30	6269,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
29/03/2021	24	6269,30	6293,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
30/03/2021	24	6293,30	6317,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
31/03/2021	24	6317,30	6341,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
01/04/2021	24	6341,30	6365,30	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
02/04/2021	24	6365,30	6389,00	23,7	1	0	0,3	0	0,3	23,7	0,3	98,75%
03/04/2021	24	6389,00	6413,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
04/04/2021	24	6413,00	6437,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
05/04/2021	24	6437,00	6461,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
06/04/2021	24	6461,00	6485,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
07/04/2021	24	6485,00	6509,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
08/04/2021	24	6509,00	6533,00	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
09/04/2021	24	6533,00	6556,40	23,4	2	0	0	0,6	0,6	11,7	0,3	97,50%
10/04/2021	24	6556,40	6580,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
11/04/2021	24	6580,40	6604,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
12/04/2021	24	6604,40	6628,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
13/04/2021	24	6628,40	6652,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
14/04/2021	24	6652,40	6676,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
15/04/2021	24	6676,40	6692,40	16	0	8	0	0	0	16	0	66,67%
16/04/2021	24	6692,40	6716,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
17/04/2021	24	6716,40	6739,95	23,55	1	0	0,45	0	0,45	23,55	0,45	98,13%
18/04/2021	24	6739,95	6763,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
19/04/2021	24	6763,95	6787,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
20/04/2021	24	6787,95	6811,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
21/04/2021	24	6811,95	6835,95	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
22/04/2021	24	6835,95	6859,55	23,6	1	0	0	0,4	0,4	23,6	0,4	98,33%
23/04/2021	24	6859,55	6883,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
24/04/2021	24	6883,55	6907,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
25/04/2021	24	6907,55	6931,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
26/04/2021	24	6931,55	6955,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
27/04/2021	24	6955,55	6979,55	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
28/04/2021	24	6979,55	7003,20	23,65	1	0	0,35	0	0,35	23,65	0,35	98,54%
29/04/2021	24	7003,20	7027,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%

30/04/2021	24	7027,20	7051,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
02/05/2021	24	7051,20	7075,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
03/05/2021	24	7075,20	7099,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
04/05/2021	24	7099,20	7123,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
05/05/2021	24	7123,20	7147,20	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
06/05/2021	24	7147,20	7170,65	23,45	1	0	0	0,55	0,55	23,45	0,55	97,71%
07/05/2021	24	7170,65	7194,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
08/05/2021	24	7194,65	7218,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
09/05/2021	24	7218,65	7242,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
10/05/2021	24	7242,65	7266,65	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
11/05/2021	24	7266,65	7290,40	23,75	1	0	0,25	0	0,25	23,75	0,25	98,96%
12/05/2021	24	7290,40	7314,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
13/05/2021	24	7314,40	7338,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
14/05/2021	24	7338,40	7362,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
15/05/2021	24	7362,40	7386,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%
16/05/2021	24	7386,40	7410,40	24	0	0	0	0	0	24	0	100,00%

ANEXO 15 : HOROMETRO MAQUINAS DE PRETEJEDURIA PRE- TEST



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		--	--	--	--	--	--	01/08/2020
Pre-Tejeduria	Master	--	--	--	--	--	1125,40	1146,10
	Sucker	--	--	--	--	--	1231,70	1274,10

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		03/08/2020	04/08/2020	05/08/2020	06/08/2020	07/08/2020	08/08/2020	09/08/2020
Pre-Tejeduria	Master	1167,40	1188,70	1209,90	1231,10	1252,60	1273,70	1295,20
	Sucker	1295,80	1316,20	1337,40	1358,60	1379,90	1401,50	1422,80

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		10/08/2020	11/08/2020	12/08/2020	13/08/2020	14/08/2020	15/08/2020	16/08/2020
Pre-Tejeduria	Master	1316,70	1338,20	1359,70	1380,70	1401,80	1422,90	1444,00
	Sucker	1444,20	1465,20	1487,50	1508,80	1530,10	1551,40	1571,70

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		17/08/2020	18/08/2020	19/08/2020	20/08/2020	21/08/2020	22/08/2020	23/08/2020
Pre-Tejeduria	Master	1465,10	1485,10	1507,60	1531,60	1554,15	1575,90	1595,90
	Sucker	1592,00	1610,35	1634,35	1656,85	1678,35	1702,35	1724,45

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Lun.
		24/08/2020	25/08/2020	26/08/2020	27/08/2020	28/08/2020	29/08/2020	31/08/2020
Pre-Tejeduria	Master	1619,90	1641,65	1658,80	1682,80	1706,80	1723,05	1743,80
	Sucker	1742,20	1766,20	1782,50	1806,50	1829,00	1853,00	1872,35



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jun.	Vie.	Sáb.	Dom.
		-	01/09/2020	02/09/2020	03/09/2020	04/09/2020	05/09/2020	06/09/2020
Pre-Tejeduria	Master	--	1766,55	1782,55	1805,10	1829,10	1843,10	1864,60
	Sucker	--	1896,35	1912,35	1931,85	1955,05	1972,15	1995,05

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jun.	Vie.	Sáb.	Dom.
		07/09/2020	08/09/2020	09/09/2020	10/09/2020	11/09/2020	12/09/2020	13/09/2020
Pre-Tejeduria	Master	1888,10	1906,10	1928,95	1952,95	1974,70	1998,70	2021,50
	Sucker	2014,70	2038,70	2062,70	2077,70	2099,45	2120,95	2144,95

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jun.	Vie.	Sáb.	Dom.
		14/09/2020	15/09/2020	16/09/2020	17/09/2020	18/09/2020	19/09/2020	20/09/2020
Pre-Tejeduria	Master	2036,75	2060,30	2082,80	2098,80	2113,40	2135,20	2159,20
	Sucker	2160,20	2184,20	2206,70	2222,70	2237,30	2261,30	2284,05

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jun.	Vie.	Sáb.	Dom.
		21/09/2020	22/09/2020	23/09/2020	24/09/2020	25/09/2020	26/09/2020	27/09/2020
Pre-Tejeduria	Master	2178,70	2195,75	2219,75	2240,50	2264,50	2282,95	2297,70
	Sucker	2305,90	2322,95	2346,95	2365,70	2389,70	2413,70	2427,95

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.
		28/09/2020	29/09/2020	30/09/2020
Pre-Tejeduria	Master	2321,70	2344,45	2368,45
	Sucker	2450,70	2474,70	2495,45



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		--	--	--	01/10/2020	02/10/2020	03/10/2020	04/10/2020
Pre-Tejeduria	Master	--	--	--	2392,45	2409,50	2433,50	2455,25
	Sucker	--	--	--	2511,45	2529,20	2553,20	2577,20

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		05/10/2020	06/10/2020	07/10/2020	08/10/2020	09/10/2020	10/10/2020	11/10/2020
Pre-Tejeduria	Master	2472,75	2495,50	2512,50	--	2536,50	2558,00	2570,35
	Sucker	2596,70	2620,70	2638,45	--	2662,45	2686,45	2700,65

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		12/10/2020	13/10/2020	14/10/2020	15/10/2020	16/10/2020	17/10/2020	18/10/2020
Pre-Tejeduria	Master	2594,35	2617,90	2641,90	2658,95	2680,70	2694,25	2718,25
	Sucker	2723,23	2742,98	2766,98	2784,73	2808,73	2823,53	2847,53

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		19/10/2020	20/10/2020	21/10/2020	22/10/2020	23/10/2020	24/10/2020	25/10/2020
Pre-Tejeduria	Master	2735,30	2759,30	2781,15	2805,15	2816,30	2838,85	2862,85
	Sucker	2862,58	2886,58	2909,08	2933,08	2946,33	2970,33	2994,33

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue	Vie	Sáb
		26/10/2020	27/10/2020	28/10/2020	29/10/2020	30/10/2020	31/10/2020
Pre-Tejeduria	Master	2874,85	2898,85	2919,40	2933,65	2957,65	2979,15
	Sucker	3008,58	3030,33	3054,33	3067,43	3091,43	3112,98



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		--	--	--	--	--	--	--
Pre-Tejeduria	Master	--	--	--	--	--	--	2992,40
	Sucker	--	--	--	--	--	--	3127,08

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		02/11/2020	03/11/2020	04/11/2020	05/11/2020	06/11/2020	07/11/2020	08/11/2020
Pre-Tejeduria	Master	3016,40	3040,40	3050,35	3073,20	3097,20	3108,95	3130,70
	Sucker	3143,08	3167,08	3181,03	3203,53	3227,53	3240,53	3262,38

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		09/11/2020	10/11/2020	11/11/2020	12/11/2020	13/11/2020	14/11/2020	15/11/2020
Pre-Tejeduria	Master	3153,45	3168,25	3192,25	3208,75	3230,65	3251,20	3275,20
	Sucker	3279,78	3301,53	3325,53	3341,78	3364,28	3386,78	3410,78

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		16/11/2020	17/11/2020	18/11/2020	19/11/2020	20/11/2020	21/11/2020	22/11/2020
Pre-Tejeduria	Master	3284,55	3300,55					
	Sucker	3427,33	3443,33					

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		23/11/2020	24/11/2020	25/11/2020	26/11/2020	27/11/2020	28/11/2020	29/11/2020
Pre-Tejeduria	Master							
	Sucker							

ANEXO 16: HOROMETRO MAQUINAS DE PRETEJEDURIA POST-TEST



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		01/02/2021	02/02/2021	03/02/2021	04/02/2021	05/02/2021	06/02/2021	07/02/2021
Pre-Tejeduria	Master	4956,60	4999,0	5003,0	5025,60	5048,90	5071,10	5092,30
	Sucker	5118,30	5140,50	5164,50	5185,90	5209,30	5232,80	5255,50

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		08/02/2021	09/02/2021	10/02/2021	11/02/2021	12/02/2021	13/02/2021	14/02/2021
Pre-Tejeduria	Master	5116,30	5140,30	5163,90	5186,30	5210,30	5233,50	5257,0
	Sucker	5279,50	5302,50	5326,5	5350,10	5373,20	5395,0	5419,0

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		15/02/2021	16/02/2021	17/02/2021	18/02/2021	19/02/2021	20/02/2021	21/02/2021
Pre-Tejeduria	Master	5282,0	5305,0	5328,6	5352,30	5368,30	5392,30	5416,30
	Sucker	5443,0	5467,0	5490,6	5514,60	5538,60	5562,00	5585,80

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		22/02/2021	23/02/2021	24/02/2021	25/02/2021	26/02/2021	27/02/2021	28/02/2021
Pre-Tejeduria	Master	5440,0	5464,30	5488,30	5511,90	5535,55	5559,55	5583,55
	Sucker	5609,80	5633,80	5657,50	5673,50	5696,95	5720,95	5744,95



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		01/03/2021	02/03/2021	03/03/2021	04/03/2021	05/03/2021	06/03/2021	07/03/2021
Pre-Tejeduria	Master	5607,55	5631,55	5655,15	5679,15	5703,15	5727,15	5750,90
	Sucker	5768,45	5792,45	5816,15	5839,85	5863,85	5887,60	5911,60

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		08/03/2021	09/03/2021	10/03/2021	11/03/2021	12/03/2021	13/03/2021	14/03/2021
Pre-Tejeduria	Master	5774,90	5798,90	5822,90	5846,65	5870,65	5894,65	5918,65
	Sucker	5935,10	5959,10	5983,10	6006,90	6030,90	6054,90	6078,50

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		15/03/2021	16/03/2021	17/03/2021	18/03/2021	19/03/2021	20/03/2021	21/03/2021
Pre-Tejeduria	Master	5942,50	5966,50	5990,25	6014,25	6030,25	6054,25	6078,15
	Sucker	6102,50	6126,20	6150,20	6174,20	6198,20	6221,65	6245,65

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		22/03/2021	23/03/2021	24/03/2021	25/03/2021	26/03/2021	27/03/2021	28/03/2021
Pre-Tejeduria	Master	6102,15	6126,15	6150,15	6174,15	6198,15	6221,75	6245,30
	Sucker	6269,65	6293,65	6317,65	6333,50	6357,50	6381,15	6405,15

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.
		29/03/2021	30/03/2021	31/03/2021
Pre-Tejeduria	Master	6269,30	6293,30	6317,30
	Sucker	6429,15	6453,15	6476,75



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		--	--	--	01/04/2021	02/04/2021	03/04/2021	04/04/2021
Pre-Tejeduria	Master	--	--	--	6341,30	6365,30	6389,0	6413,0
	Sucker	--	--	--	6500,75	6524,15	6548,15	6572,15

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		05/04/2021	06/04/2021	07/04/2021	08/04/2021	09/04/2021	10/04/2021	11/04/2021
Pre-Tejeduria	Master	6437,0	6461,0	6485,0	6509,0	6533,0	6556,40	6580,40
	Sucker	6596,75	6620,15	6644,15	6668,15	6692,15	6715,80	6739,80

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		12/04/2021	13/04/2021	14/04/2021	15/04/2021	16/04/2021	17/04/2021	18/04/2021
Pre-Tejeduria	Master	6604,40	6628,40	6652,40	6676,40	6692,40	6716,40	6739,95
	Sucker	6763,80	6787,80	6811,80	6835,80	6859,35	6883,35	6907,35

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		19/04/2021	20/04/2021	21/04/2021	22/04/2021	23/04/2021	24/04/2021	25/04/2021
Pre-Tejeduria	Master	6763,95	6787,95	6811,95	6835,95	6859,55	6883,55	6907,55
	Sucker	6931,05	6955,05	6979,05	6995,05	7019,05	7043,05	7066,55

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue	Vie
		26/04/2021	27/04/2021	28/04/2021	29/04/2021	30/04/2021
Pre-Tejeduria	Master	6931,55	6955,55	6979,55	7003,20	7027,20
	Sucker	7090,55	7114,55	7138,55	7162,55	7186,30



FORMATO DE REGISTRO DE HORÓMETRO DE LOS TRENES DE TEÑIDO

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		--	--	--	02/05/2021	03/05/2021	04/05/2021	05/05/2021
Pre-Tejeduria	Master	--	--	--	7051,20	7075,20	7099,20	7123,20
	Sucker	--	--	--	7210,30	7234,30	7258,30	7281,90

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		06/05/2021	07/05/2021	08/05/2021	09/05/2021	10/05/2021	11/05/2021	12/05/2021
Pre-Tejeduria	Master	7147,20	7170,65	7194,65	7218,65	7242,65	7266,65	7290,40
	Sucker	7305,90	7329,90	7353,90	7377,90	7401,90	7425,90	7449,90

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		13/05/2021	14/05/2021	15/05/2021	16/05/2021	17/05/2021	18/05/2021	19/05/2021
Pre-Tejeduria	Master	7314,40	7338,40	7362,40	7386,40	7410,40		
	Sucker	7473,90	7497,90	7521,90	7545,45	7569,45		

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
		20/05/2021	21/05/2021	22/05/2021	23/05/2021	24/05/2021	25/05/2021	26/05/2021
Pre-Tejeduria	Master							
	Sucker							

Area/Zona	Maquina	Lun.	Mar.	Mié.	Jue	Vie
		27/05/2021	28/05/2021	29/05/2021	30/05/2021	31/05/2021
Pre-Tejeduria	Master					
	Sucker					



AÑO: 2021
VERSION: 01

ELABORADO POR:
BRYAN LUIS RUIZ SANTOS

AUTORIZADO POR:
FRANCISCO DIAZ SEMINARIO



 nuevo mundo	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

PARTICIPANTES

Elaborado por:

Bryan Luis Ruiz Santos

Colaboración del comité Mantenimiento Predictivo:

José Luis Lévano Torres

Miguel Ángel Cerón Huamani

Alonso de la Cruz Moreno

Apoyo:

Raúl Travesaño López

Aquiles Capristano León

Vincen Monge Córdova

Juan Liñán Linares

Supervisión:

Francisco Eduardo Díaz Seminario

 nuevo mundo	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

INDICE

INTRODUCCION	4
DEFINICION CONCEPTUAL	5
1. NORMATIVA	6
1.1. ARTICULO 1	6
1.2. ARTICULO 2	6
1.3. ARTICULO 3	6
1.4. ARTICULO 4	6
1.5. ARTICULO 5	6
1.6. ARTICULO 6	7
2. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTOS	8
2.1. OBJETIVOS	8
2.2. ALCANCE	9
ANEXOS	13

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

INTRODUCCION

En el presente trabajo se realiza una investigación documental sobre las distintas técnicas de mantenimiento predictivo, utilizadas en la actualidad dando como resultados el análisis de las vibraciones, de termografía, de ultrasonido y de aceites. Mediante estas técnicas se pretende efectuar una serie de mediciones no destructivos, para anticiparse a una falla, debido a que cada día el proceso de producción exige más, este tipo de mantenimiento genera un valor agregado, debido a que se implementa con la producción en marcha, sin interrupción del proceso productivo de la maquinaria, prevé el fallo mediante el seguimiento del funcionamiento de la máquina.

Se realiza la identificación de las principales técnicas de mantenimiento predictivo, así como sus características principales, luego de realizar esta investigación documental se evidencia la importancia de la ejecución en la organización, debido a que estas técnicas presuponen un alto costo de implementación en la organización, por causa de los equipos especializados para la implementación, por eso toma tanta importancia el diseño de implementación en la organización.

Mediante los resultados obtenidos de la investigación documental se realiza una metodología de implementación en las organizaciones, en la cual se establecen los parámetros que las organizaciones deben tener en cuenta para poder realizar una implementación adecuada, direccionada a la obtención de resultados esperados. Se elabora una serie de pasos a seguir como curso de acción para que el mantenimiento predictivo se realice de la mejor manera posible, cumpliendo con los requisitos que estas exigen.

 nuevo mundo	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2023 VERSION:01

DEFINICION CONCEPTUAL

Análisis de vibración: Para poder entender y analizar este tipo de datos se hace necesario conocer algunos términos muy generales sobre vibración.

Vibración: Es la vibración de un cuerpo con respecto a un punto de referencia.

Desplazamiento: Indica la cantidad de movimiento que la masa experimenta con respecto a su posición de reposo.

Periodo: Es el tiempo que tarda la masa en realizar un ciclo completo.

Frecuencia: Es el número de ciclos que ocurren en una unidad de tiempo

Velocidad: Se refiere a la proporción del cambio de posición con respecto al tiempo.

Aceleración: Medida de cambio de la velocidad respecto al tiempo.

Amplitud: Es la magnitud de la señal vibratoria e indica la severidad de la falla.

Energía térmica: Se le denomina energía térmica a la energía liberada en forma de calor, obtenida de la naturaleza, mediante la combustión de algún combustible fósil.

Radiación Térmica o Calor: Según Olarte, es la transferencia de energía generada por los cuerpos cuando poseen una temperatura superior al cero absoluto.

Oscilación: Cambio periódico de la condición o el comportamiento del cuerpo.

Sonido: Onda mecánica longitudinal que se propaga a través de un medio elástico.

Amplitud: Es la máxima desviación del cuerpo oscilante desde la posición de equilibrio (posición cero).

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

NORMATIVA

Artículo 1

El mantenimiento predictivo será implementado en el área de mantenimiento mecánico y eléctrico de la empresa textil Nuevo Mundo S.A., cumpliendo con el cronograma propuesto en coordinación con la alta dirección.

Artículo 2

Las actividades del mantenimiento autónomo serán responsabilidad del operario que realice la toma de mediciones de acuerdo al plan de mantenimiento establecido, este se encargara de llenar un registro con las fallas encontradas durante las inspecciones de rutina.

Artículo 3

Las actividades de mantenimiento predictivo serán responsabilidad de los técnicos mecánicos, quienes se encargaran de evaluar la unidad con problemas y ejecutar el mantenimiento, previo aviso al encargado de mantenimiento para la generación de las ordenes de trabajo y pedido de repuestos.

Artículo 4

Las actividades del mantenimiento predictivo estarán encabezadas por la analista de procesos (ejecutor del comité de implementación de un plan de mantenimiento predictivo), quien se encargara de designar a los responsables de cada acción predictiva de acuerdo al plan de mantenimiento establecido.

Artículo 5

En caso se presente alguna avería u observación de la empresa Nuevo Mundo S.A, donde sea necesario aplicar el mantenimiento predictivo, se deberá realizar lo siguiente:

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION: 01

- El operario debe reportar la avería al encargado del monitoreo de vibración, quien en coordinación con el supervisor, designara al mecánico para la inspección y diagnóstico de los subcomponentes.
- El mecánico, en coordinación con el supervisor de mantenimiento, decidirán si el trabajo requiere de una acción inmediata o se puede prolongar para un mantenimiento programado.
- El analista generara la orden de trabajo con la solicitud de repuestos incluido, debidamente llenado.
- En el caso que la avería sea de gran magnitud, la analista de mantenimiento contactara al supervisor para informar que realice los cambios de manera inmediata, con la finalidad de no retrasar la producción, ya que el mantenimiento correctivo tomara más tiempo de lo planificado.

Artículo 6

Para ejecutar el mantenimiento predictivo, se procederá a tener las siguientes consideraciones:

- El supervisor, en coordinación con el analista participaran en la planificación del mantenimiento.
- El supervisor aprobara el avance y ejecución de los mantenimientos programados.
- El analista coordinara el abastecimiento de los repuestos y la coordinación con los encargados de realizar el mantenimiento, dependiendo de las unidades a atender, para que se brinde el soporte técnico.

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTOS

OBJETIVOS

- Minimizar al máximo las acciones correctivas. Intervenir con el mantenimiento antes de que se produzca la avería, pudiendo planificar las tareas y recursos necesarios.
- Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- Aumentar la confiabilidad de la maquinaria, aumentando así su capacidad productiva y obteniendo mayor rentabilidad.
- Alargar la vida útil de los equipos, para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.
- Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador, evitando así los tiempos muertos.
- Evitar la pérdida de materia prima que quede inutilizable por mal procesados en la cadena de fabricación.
- Reducir los riesgos de accidentalidad laboral por rotura de componentes

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

ALCANCE

Aplicable al área de mantenimiento de la empresa textil Nuevo Mundo S.A.

Políticas de ejecución

Todo personal del área de mantenimiento mecánico será encargado del mantenimiento predictivo, con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.

Mantenimiento correctivo

Se establece como la primera implementación del mantenimiento, debido a que sin ningún tipo de estudio se fue realizando a medida que surgía la necesidad de reparar piezas de las máquinas que presentaban el fallo. Al principio se conocía como el primer avance en mantenimiento debido a que así la maquina fallará no se iba a desechar inmediatamente, se pretendía arreglar el fallo, es por esto que fue la primera implementación, que mucho tiempo después tendría evolución, debido a que se fue observando como este tipo de mantenimiento producían perdidas en las empresas, esperar hasta que se presentará el fallo no era la mejor opción, debido a que se veía afectada la producción directamente, por paros de la maquinaria que generaba no entregas a tiempo, pérdida de recursos tanto tangibles como intangibles pero que en su momento fue el desarrollo para las empresas designar a las personas que se encargaría de arreglar los fallos de las máquinas.

Mantenimiento preventivo.

Serie de intervenciones que se le realizan a la máquina de forma periódica con el fin de optimizar su funcionamiento y evitar paros de la maquinaria, firma que el mantenimiento preventivo se aplica fundamentalmente para impedir, mediante la adecuada planificación y programación de las intervenciones periódicas que se harán, las fallas previstas en equipos, sistemas e instalaciones, que transforman

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

ya sea el proceso productivo o el desempeño normal del elemento dañado. Este tipo de mantenimiento, a diferencia del correctivo, tiende a conservar en las mejores condiciones las instalaciones, los equipos, los sistemas, la maquinaria, y cualquier otro elemento que esté sometido.

Maquinaria y equipo a incluir

Realizar un inventario de los equipos existentes. Es importante tener una ficha detallada en el ERP por cada uno de los equipos/máquinas que puedan ser objeto de mantenimiento.

Asociados a cada equipo se tendrán los repuestos y consumibles que comúnmente se emplean en sus intervenciones, así como cualquier documento relevante.

La Gestión Documental del ERP tiene aquí un papel importante, permitiendo que la ficha de cada máquina tenga documentación acerca de la normativa ISO, las homologaciones, la normativa de seguridad, el manual de instrucciones, etc.

Los repuestos y accesorios, así como los consumibles y las herramientas también se dan de alta en el ERP, agrupándolos en distintos grupos dependiendo de la funcionalidad que tengan dentro del mantenimiento.

Supervisión de mantenimientos realizados

Si se ha realizado algún mantenimiento sobre los equipos, es importante revisarlos antes de empezar a planificar, ya que nos ayudará saber qué sistemas, equipos, responsables y repuestos se han utilizado, y por supuesto, en qué fecha se hicieron.

En caso de no haber hecho nunca ningún mantenimiento previo, se debe partir de cero.

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

Consultar manuales de los equipos rotatorios

Es necesario conocer las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes, así como los plazos de garantía. En los manuales encontramos la información que tenemos que introducir en el ERP, como la fecha límite de revisión, el tiempo de vida útil esperado, las recomendaciones de tipos de aceites o lubricantes a emplear, y por supuesto, las medidas de seguridad.

Designar a los responsables

En el ERP debe mantenerse el fichero maestro de todos los operarios que participan en el plan de mantenimiento. Los técnicos se pueden clasificar en base a grupos y especialidades, teniendo así técnicos concretos que podrán realizar distintas intervenciones dependiendo de que pertenezcan a un grupo o especialidad.

Cada técnico, dependiendo de su clasificación y categoría, tendrá un coste por hora, coste por desplazamiento, etc. Al imputarse las horas de trabajo de cada operario en los partes de trabajo (o bonos de producción), se imputa el coste de mano de obra según las horas empleadas y la tarifa de ese empleado, teniendo así el coste de cada intervención.

Escoger el mantenimiento a realizar y planificar

En este punto deben definirse las intervenciones en base a periodos de tiempo fijo establecido a priori o bien en base a métricas. Si es en base a periodos de tiempo, a partir de estos parámetros de tiempo se crean conjuntos de intervenciones en el tiempo que serán lanzadas y ejecutadas cuando llegue su momento. Si es en base a métricas e indicadores, la frecuencia de las intervenciones se programa en base a esas métricas. Por ejemplo, la métrica "horas funcionamiento máquinas" puede venir dada por la comunicación

 nuevo mundo	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01


con un software que de forma diaria proporcione los valores de las horas acumuladas de funcionamiento de cada máquina. Otro ejemplo puede ser la métrica de “kilómetros recorridos”, que reporte una vez a la semana los kilómetros recorridos por la flota de camiones, y esta puede ser indicada de forma manual. Una opción también sería el control de indicadores de desviación que nos marcarán cuándo actuar correctivamente, por ejemplo en máquinas que requieran de calibrado.

A la hora de planificar el mantenimiento predictivo, hay que tener en cuenta:

- La frecuencia de la realización de los trabajos,
- Si lo trabajos se realizan con máquina en marcha o parada,
- La posibilidad de realizar rutas de inspección para observar el correcto funcionamiento de la maquinaria y anticiparse así a posibles anomalías,
- Analizar los recursos necesarios y la duración de los trabajos.

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

ANEXOS


	RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN
	CIA. INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.	20385353406	Jr. Jose Celedon Nro. 750 Z.I. Zona Industrial

ACTIVIDADES DE SUPERVISION

MAQUINA: _____ ÁREA: _____
FECHA: _____ SUPERVISADO POR: _____

N°	ACTIVIDADES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Hay soportes rajados o con roturas en sus estructura?			
2	¿Se retiro el exceso de grasa en los rodamientos?			
3	¿Se retiro el polvo y desperdicios de los soportes?			
4	¿Los rodamientos se encuentran desgastados?			
5	¿El eje se encuentra con raspones, abolladuras o desgastado?, pulir de ser necesario			
6	¿Se limpiaron los circuitos del sistema electrico y la centraria de los motoreductore?			
7	¿El radiador de oxidacion tienen polvo o suciedad?Limpiar si es necesario			
8	¿Se engraso la pista de los rodamientos?			
9	¿Se encuentran desalineados los soportes o estructura de los rodamientos?			
NOTA: Las actividades tendran que ejecutarse antes de comenzar produccion				
Aviso:				
Este procedimientos tendra que realizarse diariamente bajo la supervision de jefatura				

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

	RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN
	CIA. INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.	20385353406	Jr. Jose Celedon Nro. 750 Z.I. Zona Industrial


ACTIVIDAD DE AJUSTE

MAQUINA: _____
FECHA: _____

ÁREA: _____
SUPERVISADO POR: _____

N°	ACTIVIDADES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Hay pernos o tuercas flojas entre los soportes y la base del rodamiento? Ajustar si es necesario			
2	¿Hay pernos o tuercas flojas en los motoreductores? Ajustar si es necesario			
3	¿Hay oerbos o tuercas flojas en otras partes internas de los equipos? Ajustar si es necesario			
4	¿Hay pernos o tuercas rotas? Reemplazar de ser necesario			
5	¿Hay tuercas que irregulares en la estructura? Reemplazar si es necesario			
6	¿Faltan pernos o tuercas en alguna parte de los equipos? Colocar las faltantes			
7	¿Hay soportes que no son requeridos para el funcionamiento de los equipos?			
NOTA: Las actividades tendran que ejecutarse antes de comenzar produccion				
Aviso:				
Este procedimientos tendra que realizarse diariamente bajo la supervision de jefatura				

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01


	RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN
	CIA. INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.	20385353406	Jr. Jose Celedón Nro. 750 Z.I. Zona Industrial

REVISIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

N°	CODIGO DE PLACAS	FECHA	ENCENDIDO DE LUCES EMERGENCIA	FUNCIÓN DE BOTONERAS			ALBERTA DE ALARMAS	LINEA DE FRENSO	FUNCIONAMIENTO DE VARIOMETROS	OBSERVACIONES
				TINAS DE TEÑIDO	PRE Y POST SECADO	CABEZAL				
1	TS-PM-001									
2	TS-PM-002									
3	TS-PM-003									
4	TS-PM-004									
5	TS-PM-005									
6	TS-PM-006									
7	TS-PM-007									
8	TS-PM-008									
9	TS-PM-009									
10	TS-PM-010									
11	TS-PM-011									
12	TS-PM-012									
13	TS-PM-013									
14	TS-PM-014									
15	TS-PM-015									
16	TS-PM-016									
17	TS-PM-017									
18	TS-PM-018									
19	TS-PM-019									
20	TS-PM-020									
21	TS-PM-021									
22	TS-PM-022									
23	TS-PM-023									
24	TS-PM-024									
25	TS-PM-025									
26	TS-PM-026									
27	TS-PM-027									
28	TS-PM-028									
29	TS-PM-029									
30	TS-PM-030									
31	TS-PM-031									
32	TS-PM-032									
33	TS-PM-033									

NOTA: Las actividades tendran que ejecutarse antes de comenzar producción.

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01


	RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN
	CIA. INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.	20385353406	Jr. Jose Celedon Nro. 750 Z.I. Zona Industrial

REVISIÓN DE RODAMIENTOS Y CARBONES

N°	CODIGO DE SUBCOMPONENTES	FECHA	SUBCOMPONENTES		CARBONES DE RODAMIENTOS		OBSERVACIONES
			RODAMIENTOS		DERECHA	IZQUIERDA	
			DERECHA	IZQUIERDA			
1	TS-RS-001						
2	TS-RC-002						
3	TS-RS-003						
4	TS-RS-004						
5	TS-RS-005						
6	TS-RS-006						
7	TS-RS-007						
8	TS-RS-008						
9	TS-RS-009						
10	TS-RS-010						
11	TS-RS-011						
12	TS-RS-012						
13	TS-RS-013						
14	TS-RS-014						
15	TS-SC-001						
16	TS-SC-002						
17	TS-SC-003						
18	TS-SC-004						
19	TS-SC-005						
20	TS-SC-006						
21	TS-SC-007						
22	TS-SC-008						
23	TS-SC-009						
24	TS-SC-010						
25	TS-SC-011						
26	TS-SC-012						
27	TS-SC-013						
28	TS-PP-001						
29	TS-PP-002						
30	TS-PP-003						
31	TS-PP-004						
32	TS-PP-005						
33	TS-PP-006						

NOTA: Las actividades tendran que ejecutarse antes de comenzar produccion

	TIPO DE DOCUMENTO:	MANUAL	CODIGO: MAN-PRE-01
	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	FECHA: 15/02/2021 VERSION:01

	RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN
	CIA. INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A.	20385353406	Jr. Jose Celedon Nro. 750 Z.I. Zona Industrial

REVISIÓN DE LUBRICANTES

N°	CODIGO DE SUBCOMPONENTES	FECHA	LUBRICANTE		TEMPERATURA	APLICACIÓN		OBSERVACIONES
			GRASA	ACEITE		FECHA INIC.	FECHA FIN.	
1	TS-RS-001							
2	TS-RC-002							
3	TS-RS-003							
4	TS-RS-004							
5	TS-RS-005							
6	TS-RS-006							
7	TS-RS-007							
8	TS-RS-008							
9	TS-RS-009							
10	TS-RS-010							
11	TS-RS-011							
12	TS-RS-012							
13	TS-RS-013							
14	TS-RS-014							
15	TS-SC-001							
16	TS-SC-002							
17	TS-SC-003							
18	TS-SC-004							
19	TS-SC-005							
20	TS-SC-006							
21	TS-SC-007							
22	TS-SC-008							
23	TS-SC-009							
24	TS-SC-010							
25	TS-SC-011							
26	TS-SC-012							
27	TS-SC-013							
28	TS-PP-001							
29	TS-PP-002							
30	TS-PP-003							
31	TS-PP-004							
32	TS-PP-005							
33	TS-PP-006							

NOTA: Las actividades tendrán que ejecutarse antes de comenzar producción

ANEXO 18: JUICIO DE EXPERTOS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: **MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Medición							
	Ítem: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de inspecciones realizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de inspecciones programadas}} \times 100$	/		/		/		
2	DIMENSIÓN 2 Implementación							
	Ítem: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de componentes ha evaluar}}{\text{N}^\circ \text{ total de componentes}} \times 100$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3 Monitoreo							
	Ítem: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de componentes monitoreados}}{\text{N}^\circ \text{ total de componentes evaluados}} \times 100$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir [] / No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Juan Apur Quintanilla DNI: 42203023

Especialidad del validador: Industria Sostenible

13 de 11 del 2019

Firma del Experto Informante:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: **CONFIABILIDAD**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
3	DIMENSIÓN 1 Disponibilidad							
	Ítem: $\frac{\text{Total hrs prod} - \text{hrs para por averías}}{\text{Total de hrs programadas}} \times 100$	/		/		/		
4	DIMENSIÓN 2 Tasa de fallos y reparaciones							
	MTBF = $\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número total de averías}}$	/		/		/		
	MTR = $\frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Número total de averías}}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir [] / No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Juan Apur Quintanilla DNI: 42203023

Especialidad del validador: Industria Sostenible

11 de 11 del 2019

Firma del Experto Informante:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: **MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Medición							
	Ítem: $\frac{\text{N° de mediciones realizadas}}{\text{N° de mediciones programadas}} \times 100$	/		/		/		
2	DIMENSIÓN 2 Implementación							
	Ítem: $\frac{\text{N° de componentes ya evaluados}}{\text{N° total de componentes}} \times 100$	/		/		/		
3	DIMENSIÓN 3 Monitoreo							
	Ítem: $\frac{\text{Mon- N° de componentes monitoreados}}{\text{N° total de componentes evaluados}} \times 100$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/a: Lopez Pacheco Oscar DNI: 08163595

Especialidad del validador: Dy. Alimentaria

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

[Firma] de 11 del 2019
 ROSARIO DEL PILAR LOPEZ PACHECO
 INGENIERA ALIMENTARIA
 Reg. COP N° 200326

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: **CONFIABILIDAD**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
3	DIMENSIÓN 1 Disponibilidad							
	Ítem: $\frac{\text{Total hrs prog. - hrs paro por manten}}{\text{Total de hrs programadas}} \times 100$	/		/		/		
4	DIMENSIÓN 2 Tasa de fallos y reparaciones							
	MTBF = $\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número total de averías}}$	/		/		/		
	MTTR = $\frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Número total de averías}}$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/a: Lopez Pacheco Oscar DNI: 08163595

Especialidad del validador: Dy. Alimentaria

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

[Firma] de 11 del 2019
 ROSARIO DEL PILAR LOPEZ PACHECO
 INGENIERA ALIMENTARIA
 Reg. COP N° 200326

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Medición							
	Ítem ⁴ - $\frac{\text{Nº de mediciones realizadas}}{\text{Nº de mediciones programadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2 Implementación							
	Ítem ⁴ - $\frac{\text{Nº de componentes ha evaluar}}{\text{Nº total de componentes}} \times 100$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3 Monitoreo							
	Ítem ⁴ - $\frac{\text{Nº de componentes monitoreados}}{\text{Nº total de componentes evaluados}} \times 100$	✓		✓		✓		

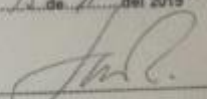
Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: V. Luis Romero Ruiz A DNI: 75607329

Especialidad del validador: Ing. Electrónico

15 de 11 del 2019


Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

CONFIABILIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
3	DIMENSIÓN 1 Disponibilidad							
	Ítem ⁴ - $\frac{\text{Total hrs prog. - hrs paro por avería}}{\text{Total de hrs programadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
4	DIMENSIÓN 2 Tasa de fallos y reparaciones							
	MTBF = $\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número total de averías}}$ MTTR = $\frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Número total de averías}}$	✓		✓		✓		

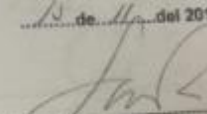
Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: V. Luis Romero Ruiz A DNI: 75607329

Especialidad del validador: Ing. Electrónico

15 de 11 del 2019


Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

ANEXO 19: Permiso para presentación y capacitación

Cia. Industrial Nuevo Mundo S.A.
Av. José Celso de Mello
Calle Teodoro - Perú -
E. (01) 4244444
www.nuevomundo.com



COMUNICADO

Estimados participantes,

Actualmente nos encontramos inmersos en un proceso de innovación y mejora en la confiabilidad de los equipos, lo cual está teniendo como punto de partida la reunión realizada el día de hoy y que va a requerir de la participación plena de las áreas de pre tejeduría, mantenimiento general y planeamiento, es decir de todo el personal, de todos ustedes, quienes vienen demostrando un desempeño constante en el desarrollo de sus labores. Esta iniciativa está orientada a mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de tejido, mediante el compromiso y la participación de todos.

Al mismo tiempo, este nuevo proyecto nos permitirá aprovechar nuestras fortalezas para encaminar nuestro trabajo hacia el cumplimiento de metas que causan un mayor impacto tanto en lo profesional, personal y laboral, poniendo en práctica el uso de técnicas innovadoras y efectivas aprendidas durante los procesos de capacitación y entendimiento, brindándoles total autonomía sobre el funcionamiento de sus equipos.

De esta manera reciban mi cordial invitación para fomentar y participar con entusiasmo en esta nueva metodología. Brindo mi confianza plena en cada uno de ustedes, de contar con su colaboración en la ejecución de las actividades que estará realizando el área de mantenimiento, para lo cual les reitero contar con su compromiso para el cumplimiento de todo lo planificado.

Saludos cordiales,

Jacques Mayo Tonderman
Gerente General

ANEXO 20: Permiso para implementar investigación

Cia. Industrial Nuevo Mundo S.A.
Bd. José Celso de Melo
Cjma 1429 - Pico
T. (011) 434300
www.nuevomundo.com



DOCUMENTO 123 DE AUTORIZACION PARA IMPLEMENTAR PROPUESTA DE INVESTIGACION

Por medio del presente documento, se brinda el consentimiento para que el autor(es) **BRYAN LUIS RUIZ SANTOS** identificado con DNI 72436989, realice de forma segura la implementación de plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotatorios críticos del área de producción Pre-tejeduría, planteando como mejoras:

Modificar análisis de estado de los componentes

- El área de mantenimiento mecánico se encargará de monitorear frecuentemente según lo establecido el estado de los componentes, por medio de un análisis de vibración a través del equipo SKF.
- Todos los componentes de los equipos pasaran por una inspección correspondiente tanto al inicio de cada mantenimiento y al final de estos con el fin de comprar los estados físicos presentados.

Establecer política de registro

- La toma de datos obtenidos por el vibrometro a utilizar se mantendrá en un registro físico que luego pasará a un registro digital el cual permitirá comprar diariamente el estado de los componentes, observado cambios en los niveles establecidos por esta herramienta de medición.

12 de febrero del 2021

ANEXO 21: Declaratoria de originalidad del autor



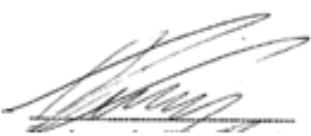
Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **Ruiz Santos Bryan Luis**, egresado de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura** y Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado: **“Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 20 de junio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor	
Ruiz Santos, Bryan Luis	
DNI: 72436989	Firma: 
ORCID: 0000-0002-3184-9037	

ANEXO 22: Declaratoria de autenticidad del asesor



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Mgtr. **Zeña Ramos, José La Rosa**, docente de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura** y Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, asesor (a) de Tesis titulada:

“Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021” del autor **Ruiz Santos Bryan Luis**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **21%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 20 de junio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor	
Zeña Ramos, José La Rosa	
DNI: 17533125	Firma:
ORCID: 0000-0001-7030-6783	

ANEXO 23: Autorización de publicación en repositorio institucional



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo **Ruiz Santos Bryan Luis** identificado con DNI N° 72436989, egresado de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura** y Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad César Vallejo, autorizo (), no autorizo (X) la divulgación y comunicación pública de mi Tesis:

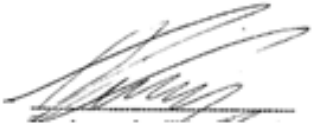
“Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021”.

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

Debido que la información utilizada en esta tesis por parte de la empresa es confidencial y no permite divulgar abiertamente este tipo de contenido al público.

Lima, 20 de junio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor	
Ruiz Santos, Bryan Luis	
DNI: 72436989	Firma: 
ORCID: 0000-0002-3184-9037	

ANEXO 24: Acta de sustentación de tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Acta de Sustentación de Tesis

Lima, 16 de julio de 2021

Siendo las 19:30 horas del día 16 del mes julio de 2021, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de la Tesis titulado: **"Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021"** Presentado por el autor Ruiz Santos, Bryan Luis egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.

Concluido el acto de exposición y defensa del Trabajo de Investigación / Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictaminen (**)
Apellidos y Nombres de uno de los autores Ruiz Santos, Bryan Luis	

Se afirma la presente para dejar constancia de lo mencionado:

Mgtr. Lino Rolando
Rodríguez Alegre
PRESIDENTE

Mgtr. Leonidas Rimer
Benites Rodríguez
SECRETARIO

Mgtr. José la Rosa
Zeña Ramos
VOCAL (ASESOR)

* Elaborado de manera individual.

** Aprobar por Excelencia (18 a 20) / Unanimidad (15 a 17) / Mayoría (11 a 14) / Desaprobar (0 a 10).

El número de firmas dependerá del trabajo de investigación o tesis.

ANEXO 25: Resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0263-2020/UCV

Trujillo, 28 de agosto de 2020

VISTOS: el Oficio N°0275-2020-VI-UCV, remitido por el Dr. Jorge Salas Ruiz, Vicerrector de Investigación de la UCV, y el acta de la sesión ordinaria del Consejo Universitario del 28 de agosto del presente año, en el cual se aprueba la actualización del **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**; y

CONSIDERANDO:

Que, conforme lo establecido en el artículo 48° de la Ley Universitaria N° 30220, la investigación es una función esencial y obligatoria de la universidad, que mediante la producción de conocimiento y desarrollo tecnológico responde a las necesidades de la sociedad y del país;

Que, para realizar investigación científica existen una serie de normas que regulan las buenas prácticas y aseguran la promoción de los principios éticos para garantizar el bienestar y la autonomía de los participantes de los estudios, así como la responsabilidad y honestidad de los investigadores en la obtención, manejo de la información, el procesamiento, interpretación, elaboración del informe de investigación y la publicación de hallazgos;

Que, mediante resolución de Consejo Universitario N°083-2016-UCV, de fecha 29 de noviembre de 2016, se aprobó el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, documento que fue modificado mediante Resolución de Consejo Universitario N°0126-2017-UCV, de fecha 20 de mayo de 2017, incluyéndose las sanciones e infracciones, además de indicar la gradualidad de la falta, factores agravantes o atenuantes, particularidades para los casos de personas infractoras, nuevas o recurrentes, el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo;

Que, el Dr. Jorge Salas Ruiz, Vicerrector de Investigación, mediante Oficio N°0275-2020-VI-UCV, ha informado que luego de revisar el Código de ética, ha detectado que los códigos de conducta nacionales e internacionales han ido cambiando en el tiempo y con la finalidad de salvaguardar el bienestar de los participantes y elevar los estándares de competencia profesional y de investigación; ha solicitado la actualización del **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**, con el propósito de fomentar la integridad científica de las investigaciones desarrolladas en el ámbito de la Universidad César Vallejo, en el cumplimiento de los máximos estándares de rigor científico, responsabilidad y honestidad, para asegurar la precisión del conocimiento científico, proteger los derechos y bienestar de los participantes de los estudios, investigadores y la propiedad intelectual;

Que, elevado el expediente al Consejo Universitario, en su sesión ordinaria del 28 de agosto del año en curso, este órgano de gobierno ha evaluado el proyecto presentado y, encontrándose conforme con los requerimientos técnicos básicos procedió a su aprobación, por lo cual es necesario la emisión de resolución de consejo universitario;

Estando a lo expuesto y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

ANEXO 26: Turnitin

The screenshot shows a Turnitin report for a thesis document. The document content is centered and includes the following information:

- UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
- FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
- ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**
- Título de la Tesis**
Plan de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibración para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de Pre tejeduría en una empresa textil, Cercado de Lima, 2021.
- TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**
Ingeniero Industrial
- AUTOR(ES):**
Ruiz Santos, Bryan Luis (ORCID-0000-0002-3284-9037)
- ASESOR(A):**
Mgtr. Zeña Ramos, José La Rosa (ORCID-0000-0001-7954-6783)
- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**
Gestión empresarial y productiva
- LIMA – PERÚ**
2021

At the bottom of the page, there is a footer with the following information:

- Página: 1 de 148
- Número de palabras: 26707
- Versión solo texto del informe
- High Resolution
- Activado
- Search and zoom icons

ANEXO 27: ESTADO DE LOS SUBCOMPONENTES

Desgaste de ejes acumulados



Rotura de pista del rodaje



Rotura del soporte



Rotura de eje



Rotura de acople por desgaste de eje



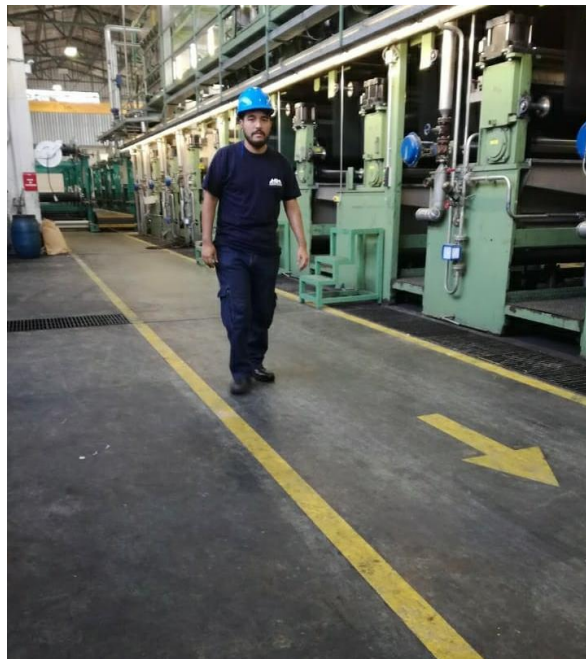
Eje y pista sin lubricación



Registro de toma de datos



Inspección de equipos rotatorios



Inspección de componentes

