



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
PARA LA PRODUCCIÓN DE ARTESANÍA EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA DE LA
EMPRESA ALY TEXTILES.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de: **INGENIERO MECÁNICO**

AUTOR: ISIDRO EFRAIN CACHIGUANGO LEMA

TUTOR: LEONIDAS ESTEBAN RAMÍREZ GANGOTENA

Quito – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Isidro Efrain Cachiguango Lema con documento de identificación N° **1050220704**
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o
parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de marzo de 2025

Atentamente,



Isidro Efrain Cachiguango Lema

1050220704

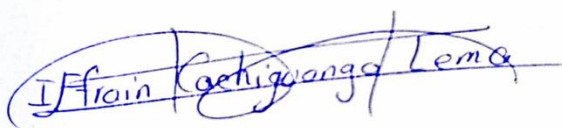
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Isidro Efrain Cachiguango Lema con documento de identificación N.º 1050220704, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: "Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para la producción de artesanía en el área de tejeduría de la Empresa Aly Textiles", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de marzo de 2025

Atentamente,



Isidro Efrain Cachiguango Lema

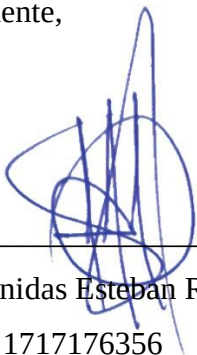
1050220704

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Leonidas Esteban Ramírez Gangotena con documento de identificación N° 1717176356, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA PRODUCCIÓN DE ARTESANÍA EN EL ÁREA DE TEJEDURÍA DE LA EMPRESA ALY TEXTILES., realizado por Isidro Efrain Cachiguango Lema con documento de identificación N.º 1050220704 , obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de marzo de 2025

Atentamente,



Ing. Leonidas Esteban Ramírez Gangotena, MSc.

1717176356

DEDICATORIA

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein

A la persona más importante en mi vida, María Clorinda Lema Conejo, quien ha sido la persona más admirable, luchadora y capaz que he tenido la dicha de conocer y que Dios me ha dado la bendición de poder llamarla mamá.

Isidro Efrain

AGRADECIMIENTO

A mi mamá, Clorinda Lema, por ser la persona que nunca se ha rendido conmigo, ha sido el pilar fundamental y por haberme hecho creer en mí desde que me dijo lo siguiente: “Sé que volarás alto, pues he tratado de darte las mejores alas.” Por su sacrificio y trabajo incansable, y principalmente por su amor.

A mis padrinos, Gustavo Lema y Olga Zambrano, por su ayuda y guía, por ser mis segundos padres.

A mis hermanos Abel y Aarón, quienes han sabido estar a mi lado en las situaciones más duras y aún que no lo digan abiertamente sé que nos amamos. A mi primo Aly Lema (+), y mi mejor amigo Inti Cabascango (+) quienes en donde quiera que se encuentren tengo la certeza que desde ahí me observan y están felices por mí al verme terminar esta etapa de mi vida.

A la Universidad Politécnica Salesiana, a la carrera de Ingeniería Mecánica, profesores y colaboradores, quienes me han sabido transmitir su vasto conocimiento y ayuda.

A mi tutor Ing. Esteban Ramírez, por estar dispuesto desde el principio en la guía de este trabajo de titulación, y también por ser exigente en los laboratorios cuando en su momento coincidimos como laboratorista y en mi caso estudiante.

A la empresa Aly Textiles por abrirme las puertas para la realización de este trabajo, y a su gerente Reymi Lema, por siempre estar dispuesto a ayudarme en cada tramo de mi vida, por presentarme a Dios y por ser como el hermano mayor que siempre necesité en mi vida.

A mis camaradas de estudio, Félix G., Andrés T., Luis B. con quienes hicimos un excelente grupo de estudio y forjamos una gran amistad.

Para finalizar, a todos los que en su momento me ayudaron de una u otra manera, a mis amigos, Luis P., Tiffany D., Joan L., Juyana T., Xavier M., Lea C., Luis Q., Yarina M., Leidi S., Milena S., Jairo M., Víctor P., Kuri V., Franklin S., Anty M., quienes en mi estadía en la ciudad y vida de estudiante con altos y bajos han sabido estar a mi lado. A Sinati L., por haberme ayudado en el que considero el momento más difícil de mi vida.

A todos desde el fondo de mi corazón les digo ¡Gracias!

Isidro Efrain

INDICE GENERAL

Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	4
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	4
1.1. Mantenimiento productivo total.....	4
1.2. Objetivos del mantenimiento productivo total	5
1.3. Pilares del Mantenimiento Productivo Total.....	6
1.4. Etapas de la implementación del TPM	7
1.4.1. Decisión de la empresa de implementar TPM.....	7
1.4.2. Fijar objetivos	8
1.4.3. Plan Maestro para el sistema TPM	8
1.4.4. Implementación de los 8 pilares	8
1.4.5. Consolidación del mantenimiento.....	9
1.5. Las seis grandes pérdidas de los equipos	9
1.5.1. Pérdidas por averías en los equipos	10
1.5.2. Pérdidas por preparaciones y ajustes.....	10
1.5.3. Pérdidas por tiempos ociosos y paradas menores	11
1.5.4. Pérdidas por velocidad reducida	11
1.5.5. Pérdidas por productos defectuosos y reproceso.....	12
1.5.6. Pérdidas por puesta en marcha.....	12
1.6. Mantenimiento autónomo.....	12
1.7. Mantenimiento planificado	14
1.7.1. Mantenimiento preventivo.....	15
1.7.2. Mantenimiento preventivo periódico	16
1.7.3. Mantenimiento predictivo.....	16
1.7.4. Mantenimiento correctivo.....	16

1.7.5. Por problemas de diseño	16
1.7.6. Por averías	17
CAPÍTULO II	19
Metodología del TPM	19
2.1. Tipo de investigación	19
2.2. Diseño de la investigación	20
2.3. Método de investigación.....	21
2.4 Determinación de la muestra	22
2.4.1 Población y delimitación de estudio	22
2.4.1 Selección de la muestra	22
2.5. Identificar los requisitos de información. fuentes primarias o secundarias	22
2.5.1. Fuentes primarias:	22
2.5.2. Fuentes secundarias	22
2.6. Técnicas de recolección de datos.....	23
2.7. Herramientas para la interpretación y el análisis de datos	23
2.8. Hipótesis.....	23
2.8.1 Hipótesis general	23
2.8.2 Hipótesis específicas	23
3.8.3 Identificación de las variables.....	23
3.8.4 Operacionalización de las variables	24
CAPÍTULO III	27
Estado actual de la empresa Aly Textiles	27
3.1.1 Historia y contexto de la empresa.....	27
3.1.2. Inventario de equipos y maquinaria en el área	28
3.2. Análisis de la sección	28
3.3. Proceso de operación del producto	30
3.4. Tiempo de operación y fabricación en el área	31

3.5. Diagrama Ishikawa.....	32
3.6. Análisis crítico de los equipos	34
3.7. Estado actual, fallas y averías más comunes en los equipos	36
3.8. Implementación para el mejoramiento de las operaciones	39
3.8.1. Fases para el desarrollo de la implementación	39
3.8.2. Plan maestro para el desarrollo TPM	43
3.9. Introducción	43
3.9.1. Arranque inicial del TPM	43
3.9.2. Establecer un plan de mantenimiento preventivo mediante su disponibilidad	46
3.9.3. Entrenamiento para la operación y capacidades de mantenimiento	49
3.9.4. Programa de gestión temprana de equipos	50
CAPÍTULO IV	53
4.1. Interpretación y discusión de los resultados	53
4.1.1. Consolidación del TPM y mejora de los objetivos.....	53
En el caso de la disponibilidad de equipos	57
Conclusiones	71
Recomendaciones.....	71
Referencias bibliográficas	73
Anexos	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables	24
Tabla 2. Inventario de la maquinaria	28
Tabla 3. Características de la máquina Nuovo Pignone TP522/TP600	28
Tabla 4. Características de la máquina jacquard hangzhou.....	30
Tabla 5. Tiempo estándar en el proceso de fabricación de procesos del área tejeduría	31
Tabla 6. Resumen de análisis de criticidad	35
Tabla 7. Resumen de análisis de criticidad	36
Tabla 8. Diagnóstico histórico correctivo	38
Tabla 9. Promedio de Eficiencias	44
Tabla 10. Valores promedios OEE	45
Tabla 11. Datos de disponibilidad de telares	46
Tabla 12. Productividad de las operaciones.....	51
Tabla 13. Promedio de Eficiencias después de aplicar el TPM	54
Tabla 14. Valores promedios OEE	55
Tabla 15. Comparativa OEE antes y después del TPM	56
Tabla 16. Datos de disponibilidad de telares	57
Tabla 17. Productividad post TPM.....	59
Tabla 18. Comparativa de la productividad antes y después del TPM.....	60
Tabla 19. Estadísticas Descriptivas	67
Tabla 20. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	68
Tabla 21. Prueba de hipótesis	69
Tabla 22. Análisis de criticidad	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida del equipo [1].	6
Figura 2. Pilares del TPM [6].	7
Figura 3. Pasos para la implementación del TPM [7].	7
Figura 4. Seis Grandes Pérdidas del TPM [9].	10
Figura 5. Niveles y pasos del Mantenimiento Autónomo [13].	14
Figura 6. Clasificación Mantenimiento Planificado [13].	15
Figura 7. Diseño estructural de la investigación	21
Figura 8. Diagrama de proceso operativo para la fabricación	30
Figura 9. <i>Diagrama Ishikawa</i>	33
Figura 10. Pareto en las fallas del equipo	37
Figura 11. Promedios OEE	45
Figura 12. Valores promedios OEE	46
Figura 13. Tiempos entre fallos de los telares	48
Figura 14. Tiempos de reparación de los telares	49
Figura 15. Gráfica de línea de la productividad antes de la implementación	52
Figura 17. Valores promedios OEE	56
Figura 18. Tiempos entre fallos de los telares	58
Figura 19. Tiempos de reparación de los telares	59
Figura 20. Cuadro de probabilidad del impacto de criticidad	78

RESUMEN

En la siguiente investigación, se recopiló datos a lo largo de varias semanas, en las cuales se llega a demostrar un incremento del OEE, y, por tanto, una mejoría que se ve reflejada tanto en el utilidad y aptitud de las maquinas, de esta manera una producción de tejería mucho más eficiente, a lo largos de las mismas.

Se muestra en los resultados la notable efectividad de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la fábrica Aly Textiles, se evidencia un aumento significativo de la productividad. Este avance se ha logrado a través de la aplicación de varios puntos clave, como el mantenimiento preventivo, y la colaboración entre departamentos. En términos generales, se observó una mejora considerable en la productividad media, que pasó del 53.00 % al 85.23 %. Este cambio resalta una optimización significativa de los recursos utilizados y un aumento en el nivel de eficacia operativa. Además, el promedio de Eficiencia General de los Equipos (OEE) muestra un incremento notable, del 58.75 % al 82.5 %. Este dato ilustra la mejora continua en los tres aspectos fundamentales del sistema TPM. La disponibilidad de los equipos también experimenta un avance significativo, mejorado de 71.38 % a 86.88 %. Sugiere una gestión más eficiente de varios tiempos de inactividad, lo cual es esencial para mantener una operación fluida. Así mismo, la reducción de la desviación estándar en los cambios de productividad, así como la estabilidad de los índices de OEE y disponibilidad tras la implementación, reflejan una producción más controlada y sostenible. En conjunto, los resultados del análisis estadístico refuerzan la validez del TPM como una filosofía y un sistema de mejora continua y excelencia operativa, respaldado por beneficios comprobados y empíricos. La implementación del TPM no solo optimiza los procesos de producción, sino que también establece un marco sólido para el progreso sostenible de la empresa en un futuro.

Palabras claves: Mantenimiento productivo total, productividad, mantenimiento preventivo, capacitación, mejora continua, eficiencia operativa, disponibilidad de equipos, desviación estándar, análisis estadístico, excelencia operativa.

ABSTRACT

The following research was carried out, collecting data over several weeks, in which it was likely to demonstrate an increase in OEE, and, therefore, an improvement that is reproduced in the availability, performance and superiority of the equipment, thus giving a much more efficient tile production, throughout the same.

The results obtained demonstrate the remarkable effectiveness of the completion of Total Productive Maintenance (TPM) at Aly Textiles, evidenced by a significant increase in productivity. This progress has been achieved through the application of several key points, such as preventive maintenance, staff training, continuous improvement, and collaboration between departments. Overall, there has been a considerable improvement in average productivity, which increased from 53.00 % to 85.23 %. This change highlights a significant optimization of the resources used and an increase in operational effectiveness. Furthermore, the Overall Equipment Efficiency (OEE) index showed a notable increase, rising from 58.75% to 82.5 %. This figure illustrates the continuous improvement in the three fundamental aspects of the TPM system. The availability of equipment also experienced significant advancement, improving from 71.38 % to 86.88 %. This result suggests more efficient management of downtime, which is essential for maintaining smooth operations. Additionally, the reduction in the standard deviation of productivity changes, as well as the stability of OEE and availability indices after implementation, reflect a more controlled and sustainable production process. Analysis reinforce the validity of TPM as a philosophy and a system of continuous improvement and operational excellence, supported by proven empirical benefits. The implementation of TPM has not only optimized production processes but also established a solid framework for the green development of the corporation in the future.

Keywords: Total productive maintenance, productivity, preventive maintenance, training, continuous improvement, operational efficiency, equipment availability, standard deviation, statistical analysis, operational excellence.

Introducción

El grupo textil INNLEMA, conocido comercialmente como Aly Textiles, se fundó en el año 2015 por cuatro familias artesanas: Lema Zambrano, Matango Lema, Lema Chalampuento y Lema Gualán. Estas familias, descendientes de César Isidro Lema Cotacachi, pionero de la rama textil artesanal en Imbabura y fundador de Ayllutex, unidos con el objetivo de continuar su legado de más de 30 años. El inicio de este proyecto comienza con adquirir de un terreno y la construcción del primer galpón destinado al área de tejeduría. A pesar de las limitaciones presupuestarias iniciales, las familias logran expandirse mediante la obtención de un préstamo que permitió la edificación del segundo galpón, donde se estableció el área de urdido.

Aly Textiles mejoró significativamente su infraestructura y equipamiento en los últimos años. El tercer galpón, que incluye áreas de cepillado, bodega y oficinas en 2022. La adquisición de equipos se realiza en diferentes pasos: primero, se adquiere telares planos de una empresa en Quito; luego, se adquiere Jacquards de China y Colombia, y finalmente, se adquiere una máquina cepilladora de un país extranjero. Aly Textiles opera bajo el modelo de marcas familiares que incluyen Aly Artesanías, Alky Textiles, Kenay y Arandi Textiles. Ofrece una amplia gama de productos a distribuidores y consumidores finales. Aly Textiles recibe el reconocimiento de una destacada empresa textil china en 2022 por su innovación.

Otro efecto de la falta de seguimiento sistemático y regular en las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo son épocas de inactividad accidentales, que afectan la continuidad de la producción. Dado que la maquinaria requiere intervenciones más complejas y costosas para conservar en su lugar, la falta de mantenimiento reduce la eficiencia operativa, aumenta los costos de satisfacción y también a largo plazo reduce la utilidad de las máquinas, lo que también aminora los costos a largo plazo. Tales necesidades. Por tanto, existe la necesidad de crear un sistema de mantenimiento que es la clave para mejorar los recursos disponibles, aumentar la eficacia operativa y comprimir los costos por reparaciones no proyectadas, lo que garantizará la sostenibilidad y capacidad del mercado de Aly Textiles.

Al implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en Aly Textiles es esencial elevar la eficacia obrante y menorar los costos de mantenimiento. El TPM es una metodología completa que busca optimizar el rendimiento del equipo, utiliza un enfoque preventivo y proactivo en todos los niveles de la organización. Aly Textiles puede comprimir los tiempos de inactividad no planificados, acrecentar la utilidad de las máquinas y mejorar la calidad de

productos al implementar TPM. Esto no solo hará que la compañía sea más competitiva para los vendedores de artesanía textil, también aumentará la complacencia de la gente al certificar una producción continua y de alta calidad. Aly Textiles podrá reinvertir en otras áreas estratégicas y fortalecer su posición en el mercado al menorar precio de mantenimiento y aumentar la eficiencia operativa.

Evaluar el contexto presente del departamento de mantenimiento de Aly Textiles. Para implementar de manera efectiva el TPM en Aly Textiles, es necesario realizar una evaluación completa del escenario presente de la gestión del mantenimiento. Este análisis ayudará a diseñar una mejora en el mantenimiento preventivo que identifica las principales deficiencias y plazas de progreso en el proceso de mantenimiento.

Desarrolla una técnica de mantenimiento preventivo para los equipos de la plaza de tejeduría de Aly Textiles. Para garantizar la acción continua y eficiente de los equipos en el área de tejeduría, es esencial tener un plan de mantenimiento preventivo bien organizado.

Evaluar el mantenimiento actual del área de tejeduría de Aly Textiles utiliza indicadores de desempeño. Es esencial establecer itinerarios de desempeño que permitan evaluar la efectividad de la gestión del mantenimiento para calcular la mejora del implementar el TPM. El tiempo mediano de errores (MTBF), el turno mediano de compensación (MTTR), la media de equipos y los costos de mantenimiento son algunos de estos indicadores.

La sistemática del (TPM) utiliza la producción de artesanía del área de tejeduría de Aly Textiles se basa en un enfoque sistemático y participativo. La evaluación inicial de la misión del mantenimiento actual, el diseño de una técnica de mantenimiento preventivo, la implementación del TPM y la monitorización continua mediante indicadores de desempeño son todos los componentes de esta estrategia. El proceso comenzará con la recopilación de datos y un diagnóstico completo para encontrar las principales deficiencias y oportunidades de progreso. Posteriormente, se creará un plan de mantenimiento preventivo que se adaptará a las necesidades únicas del equipo de tejeduría. La implementación de TPM requerirá el aprendizaje del personal y la incorporación de prácticas de mantenimiento proactivas en la rutina activa. Finalmente, se establecerán indicadores de desempeño para evaluar continuamente la eficacia del TPM y hacer las modificaciones necesarias para garantizar su éxito a largo plazo.

A continuación, se presenta como se encuentra estructurado cada uno de los apartados del proyecto:

Capítulo I: presenta el marco referencial y contextual del proyecto, que utiliza como base para la implementación de TPM en Aly Textiles. Se examinan las teorías y métodos de gestión de mantenimiento y se examina la literatura relevante para encontrar mejores prácticas y ventajas de TPM. Este marco teórico vale como base para el diseño e implementación del proyecto.

Capítulo II: Evalúa los procedimientos de mantenimiento actuales de Aly Textiles. Con ello examina el estado del equipo, la frecuencia y el tipo de mantenimiento realizado, y la eficacia de los procedimientos actuales. Se proporciona una base sólida para las mejoras necesarias al identificar las principales causas de ineficiencias.

Capítulo III: La metodología TPM para Aly Textiles se describe en este apartado, presenta un plan de mantenimiento preventivo, así como la formar la personalidad de cada uno e implementar el practicar las prácticas de mantenimiento proactivo. Las herramientas y métodos para monitorear y mejorar los procesos se describen.

Capítulo IV: Se describen los pasos tomados para implementar TPM en Aly Textiles y los resultados. Se explica cómo organizar el trabajo, capacitar al personal y ejecutar los planes de mantenimiento. Se muestran los indicadores de desempeño y las ganancias en términos de reducción de costos e inactividad.

Finalmente, se muestran los efectos del estudio y se hacen recomendaciones para mejoras futuras. Se destacan los beneficios obtenidos con la implementación de TPM y se ofrecen sugerencias para mantener y optimizar el sistema de mantenimiento a largo plazo para afirmar la sostenibilidad y la competitividad de Aly Textiles.

CAPÍTULO I

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

En el consecutivo capítulo se presentará un marco conceptual y referencial del Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual brindará una sólida base de fundamento teóricos.

1.1. Mantenimiento productivo total

El Mantenimiento de Producción Total (TPM) es una habilidad gerencial que brota de la necesidad de conseguir una intervención completa de las diligencias de mantenimiento, con el objetivo de conservar los equipos que son encargados de crear un producto en este caso telas en las mejores condiciones posibles. Esta estrategia anticipa a prevenir de posibles daños sobre la reparación, lo que hace más eficiente y continuo de las operaciones. Varias áreas en una empresa, como planificación, producción y mantenimiento, da un enfoque adeudado en equipo que ayuda a realizar un mejor rendimiento de recursos disponibles [1].

Shigeo [2] personifica al TPM como dirección de mandato de la producción y su objetivo es eliminar las pérdidas y potenciar la eficiencia de operación del equipo, también conocida como Efectividad General del Equipo (OEE). Este sistema involucra a todos los niveles de empleados de la empresa, además de enfocarse en el mantenimiento preventivo. Por lo tanto, TPM enfatiza la responsabilidad compartida de los trabajadores en el mantenimiento y optimización de la maquinaria, esta prioriza la importancia de trabajar todos y involucrarse con la excelencia de operación en todas las caras de la organización.

Seiichi y Nakajima [3] definen al TPM como una filosofía de gestión integral que persigue el ideal de "cero pérdidas" en los procesos de producción. Esta guía se sustenta en la implementación de un modelo estructurado alrededor de ocho pilares esenciales, diseñado para abordar varios aspectos del mantenimiento y la eficiencia de operación.

El TPM se compone de una variedad de áreas intrínsecamente de las empresas, como planificación, producción y mantenimiento. Promueve un enfoque de trabajo en equipo que permite formar un mejor rendimiento y coordinación de los recursos que se disponen. Y de esta manera poder aumentar no solo la confiabilidad sino también, fomenta un entorno de trabajo proactivo y comprometido con la excelencia operativa y la mejora continua [4].

El Instituto Japonés de Mantenimiento (JIPM, por sus siglas en inglés) es una de las formaciones más prestigiosas a nivel mundial en cuanto al apartado del mantenimiento industrial se refiere. Este instituto rescata un papel significativo en el desarrollo y progreso de prácticas avanzadas de mantenimiento, suministra directrices y tipos de estándares los cuales ayudan a las empresas a optimar su eficiencia y por tanto se obtiene mayor confiabilidad en sus operaciones. El enfoque riguroso y metodológico de JIPM ha tenido un impacto significativo en la ejecución de destrezas del (TPM) en diversas industrias a nivel mundial. Su tributo es fundamental para la innovación y la buena reputación en el mantenimiento de plantas de producción, lo que permite a las empresas lograr altos estándares de productividad [5].

1.2. Objetivos del mantenimiento productivo total

Agrandar la eficacia en la elaboración, alcanzar una ganancia significativa, la etapa de vida útil de los equipos, son los primordiales objetivos de las empresas para llegar a conseguir el Mantenimiento Productivo Total (TPM). El estudio del periodo de vida útil de un equipo abarca desde el diseño de este hasta la desincorporación, y así a la fase de explotación la más primordial de examinar. Los equipos se afianzan y el porcentaje de fallas tiende a mantenerse constante o aminorarse, se aprecia la relación entre las fallas de las máquinas y el tiempo. Comienza la fase de deterioro, las fallas aumentan desmesuradamente [4].

Cada una de las bases tiene como objetivo originar una cultura de organización que no solo tenga como objetivo detectar y eliminar las carencias, sino que también nutra y de un ambiente de labor colaborativo y eficiente hacia lo que es la mejora continua. Estas bases trabajan de la mano para lograr dar de manera sencilla la ejecución efectiva del TPM con el objetivo de potenciar la productividad y aminorar las pérdidas en todos los periodos del proceso de producción.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) aviva la colaboración del personal que tiene como función la producción por medio de la formación de grupos interdisciplinarios y la contribución entre las áreas de mantenimiento y producción. Se efectúa un sistema para gestionar mantenimiento bajo dicha filosofía, que consiente llevar a actividades de mantenimiento correctivo y afirmar que los registros, la documentación y los repuestos estén bien constituidos. Esta colaboración e integración entre las diferentes áreas no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también ayudan a dar una cultura de responsabilidad compartida y compromiso con la mejora continua en la gestión del mantenimiento [1], tal como se muestra en la tabla 1.

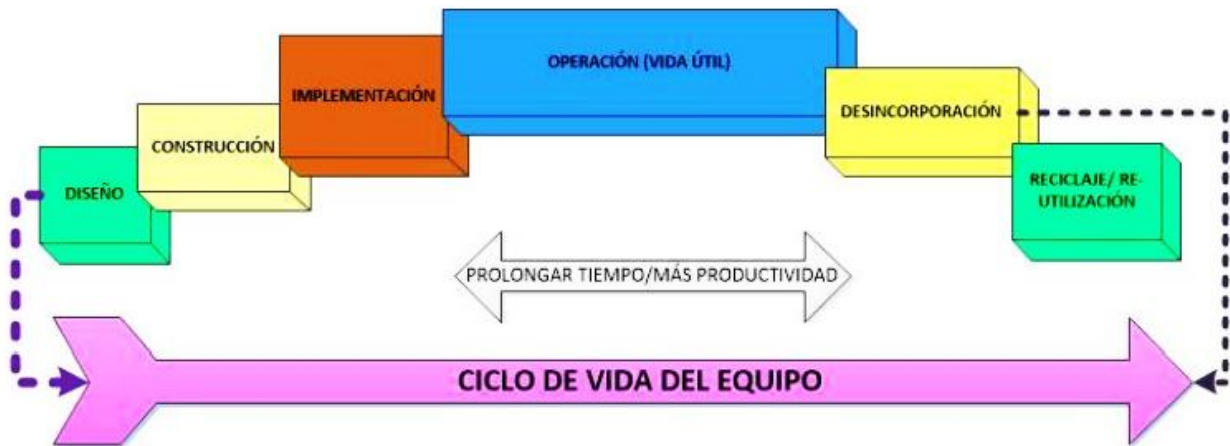


Figura 1. Ciclo de vida del equipo [1].

1.3. Pilares del Mantenimiento Productivo Total

El TPM está constituido en torno a una sucesión de bases fundamentales para maximizar su efectividad como soporte de organización. Aunque la cantidad de estos pilares puede variar según los autores, la generalidad de las personas coinciden en que hay ocho pilares esenciales. Estos pilares no solo fortifican la cabida de la empresa para conservar de manera continua su beneficio operativo, sino que también ayudan a conseguir sus objetivos importantes al comprimir las pérdidas y potenciar la eficiencia en los procesos de producción [6].

Estas ocho bases de mantenimiento suministran una base fuerte y una orientación serena para lo que es el mantenimiento preventivo y proactivo, afirman que cada aspecto del mantenimiento ayude a la obtención del éxito general de la empresa. A continuación, se muestran las bases del mantenimiento en la figura 2.

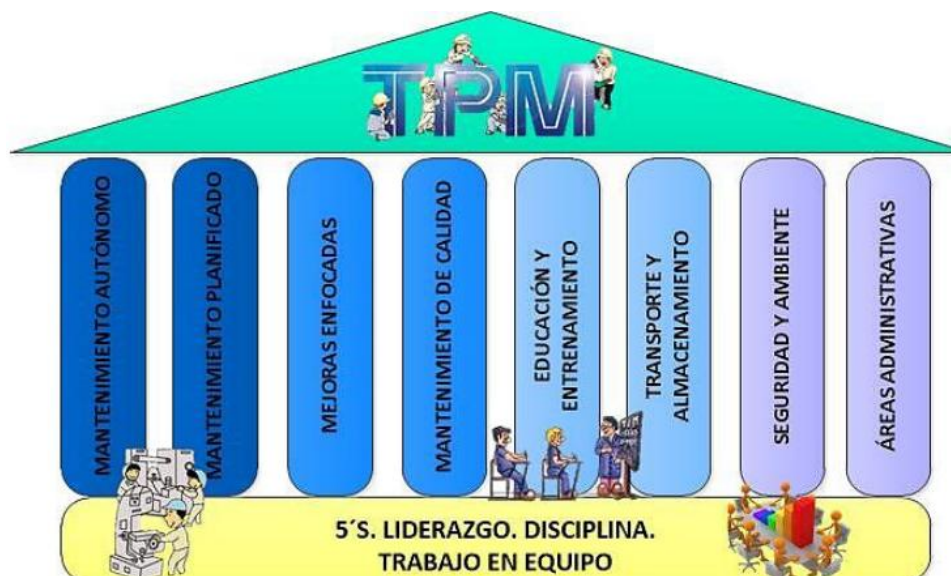


Figura 2. Pilares del TPM [6].

1.4.Etapas de la implementación del TPM

En la figura 3 se muestra un listado de los pasos recomendados, que se deben seguir para que la implementación del TPM sea correcta [7].



Figura 3. Pasos para la implementación del TPM [7].

1.4.1. Decisión de la empresa de implementar TPM

Para que el (TPM) trabaje, la alta orientación debe tener serenos los objetivos y las preeminencias de su ejecución. Es fundamental organizar reuniones internas para informar a todos los trabajadores de la planta acerca del nuevo proyecto que se lleva a fin una vez que se decida su ejecución. Estas reuniones son indispensables para afirmar que todos los trabajadores estén alineados con los objetivos del TPM, perciban su importancia y estén listos para trabajar en conjunto para efectuarlos. Tener una comunicación clara y efectiva desde la alta dirección hasta todos los niveles de la organización es indispensable para obtener el compromiso y la intervención activa de todos, lo cual es fundamental para obtener el éxito de TPM [7].

Es importante tener charlas informativas en cada área de la empresa. Es transcendental que la información sea legible y fácil de percibir. Explica qué es el Mantenimiento Productivo Total (TPM), que función este tiene y las ventajas que aportaría para la empresa. El objetivo principal que tienen estas charlas es asegurar de que todos los trabajadores comprendan enteramente el concepto de TPM y sus ventajas. Esto ayudará a que los trabajadores lo afilien y se envuelvan con mejorar continuamente en las prácticas de mantenimiento y producción. La comunicación y la educación efectiva sobre TPM es indispensable para lograr tener una implementación exitosa y potenciar los beneficios para la fábrica.

Se tiene que llevar a cabo charlas reveladoras en todas las áreas de la empresa con el fin de informar de forma clara y fácil de entender. El objetivo de estas charlas es exponer detalladamente lo que es el Mantenimiento Productivo Total (TPM), su intención y los

beneficios que puede ofrecer a la empresa. Este método certifica que todos los trabajadores tengan una razón fuerte del concepto y los beneficios del TPM, que suministra su adopción y anima a todos a comprometerse con el mejoramiento continuo en las prácticas de mantenimiento y producción. Para conseguir una implementación triunfante de TPM y potenciar los favores para la organización, es necesaria una comunicación clara e información sobre el tema [7].

1.4.2. Fijar objetivos

Para plantear los objetivos de (TPM), es fundamental tener una comprensión completa de la situación actual de la empresa, incluidos datos numéricos sobre los costos de averías, paros y otros factores relacionados. Estos datos ayudan a establecer metas realistas y factibles. En este intervalo, también se tiene que mencionar el día en cual la fábrica es sometida a tener auditorías aísas y así tener la certeza de que cumpla con sus objetivos. Las auditorías internas son indispensables para evaluar el progreso y según eso dar garantía que los objetivos de TPM se lleven a cabo, lo que permite hacer los arreglos necesarios para mejorar la eficiencia y efectividad [7].

1.4.3. Plan Maestro para el sistema TPM

Las siguientes actividades de mejora básicas pueden ayudar a crear un plan maestro:

- 1) Suprimir las Seis Mayores Pérdidas, corregir la certeza del equipo.
- 2) Crear un plan para mantener independientemente que involucre principalmente a los empleados.
- 3) Asegurar la calidad.
- 4) Planifique una agenda para el mantenimiento.
- 5) Capacitación y educación personal.

1.4.4. Implementación de los 8 pilares

La mayor parte de los implicados son trabajadores de alto rango, los cuales tienen la responsabilidad de incorporar los cambios obligatorios para dar comienzo el (TPM). En este intervalo, se determinan responsables determinados y se crean fechas para cada uno de los objetivos planificados, lo que evita demoras y avala una técnica de acción para la mayor parte del proyecto. Cada proyecto será diferente y se agrupa en uno de los pilares del TPM, lo que garantizará una atención absoluta y determinada a cada aspecto que es viene a ser indispensable

para el éxito del sistema. Este enfoque constituido permite una implementación regulada y fuerte, optimiza el rendimiento y la eficiencia de las operaciones comerciales [8].

Es indispensable ofrecer aprendizajes a los practicantes y todo el personal para así asegurar que todos los proyectos relacionados con el (TPM) se transporten con el objetivo de que tengan un final efectivo. El aprendizaje adecuado asegura que los obreros adquieran las destrezas y el discernimiento necesarios para implementar y mantener los estándares de TPM, lo que contribuye al éxito de los proyectos y al logro de los objetivos. Es esencial invertir en capacitación para dar una transición fluida y una ejecución efectiva de las estrategias de mantenimiento y así potenciar los beneficios de TPM para la empresa [8].

1.4.5. Consolidación del mantenimiento

En esta etapa final, se tiene como objetivo preservar todos los éxitos obtenidos y avanzar constantemente en la mejora filosófica continua. Dado que esto aumentará la confianza de los empleados en el sistema, es fundamental medir el progreso y asegurarse de que todos lo sepan. Al ver como sus operaciones, lleguen a dar frutos en un periodo corto o largo, los empleados estarán más motivados y comprometidos con el Mantenimiento Productivo Total (TPM). Esto ayudará al éxito y la evolución constante de la empresa [8].

1.5. Las seis mayores pérdidas de los equipos

Una de los primordiales fines del (TPM) es aumentar la actividad del equipo. Los problemas en el sumario productivo, los recursos humanos y el equipo son algunas de las cosas que pueden obstaculizar este camino. Las Seis Grandes Pérdidas serán el tema principal de esta sección. Identificar y abordar estas pérdidas es esencial para aumentar la eficiencia operativa y alcanzar los objetivos de TPM, afirma que los equipos funcionen de mejor manera y contribuyan al éxito general de la empresa.

Entonces, se buscará reducir estas pérdidas al máximo posible, ya que cada pérdida personifica una congruencia para mejorar en áreas que no se aprovechan al máximo o para optimizar ciertos recursos. Al reducir estas pérdidas [9]. Las Seis Grandes Pérdidas se presenta en la figura 4

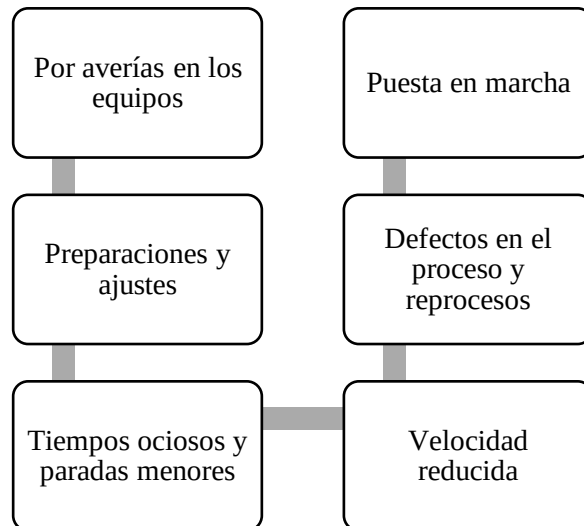


Figura 4. Seis Grandes Pérdidas del TPM [9].

Adelante, se da una rápida explicación acerca de estas pérdidas:

1.5.1. Pérdidas por deterioros en los equipos

Los desgastes causan retrasos en la elaboración y, por lo tanto, una disminución en el volumen de producción previsto. Las averías pueden ser ocasionales o permanentes. Estos fallos se producen por variados motivos, con orígenes más complicados y cuyos bienes son arduos de relacionar, mientras que las primeras tienen causas únicas y fáciles de reconocer. Las fallas crónicas también pueden llegar a considerarse normales con el tiempo debido a su frecuencia. Tanto las averías esporádicas como las crónicas deben abordarse para reducir los tiempos muertos y garantizar que la producción se mantenga según lo planificado. Esto maximiza la eficiencia y la eficacia del Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) [10].

1.5.2. Pérdidas por preparaciones y ajustes

Estas pérdidas ocurren al cambiar una herramienta o se fabrica un nuevo producto en los mismos equipos. Para evitar estas pérdidas, se emplean las cuales ayudan a ejecutar los canjes de materiales para elaborar en lapso reducido de diez minutos. Así utilizar dichas tácticas, es fundamental entender los cambios que se tienen que realizar y por qué se deben realizar. Se debe dividir cada actividad en dos categorías: actividades con máquina detenida (MP) y acciones con máquina en movimiento (MM) [10].

Se logra apoyar el proyecto con gráficos modelo como se exhibe en la Figura 23, para afirmar que estas pausas se aminoren al porcentaje que se desea, y se logra así que las paradas tengan una duración en minutos de un solo dígito. Estas representaciones visuales son fundamentales para monitorear el progreso y evaluar la eficacia de las técnicas SMED implementadas, permite

una gestión más precisa y eficiente de las actividades de cambio de herramientas y productos en los equipos [11].

1.5.3. Pérdidas por tiempos ociosos y paradas menores

En encargo de operaciones, las paradas breves o menores en el funcionamiento de los equipos pueden causar defectos o reducir la capacidad operativa, lo que reduce la productividad. Estas interrupciones son breves, lo que permite una rápida recuperación a las condiciones normales de trabajo. Para aminorar su impacto en el beneficio general de los procesos productivos, es esencial tener la capacidad de manejar estas interrupciones breves de manera efectiva. Por ende, la continuidad y la eficiencia operacional dependen de la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y la capacitación adecuada del personal para responder prontamente a estos incidentes [11].

En el espacio de la gestión de mantenimiento industrial, hay métricas específicas que se pueden utilizar para medir la asiduidad con la que suceden las paradas de equipo. En el lapso Medio Entre Fallos (MTBF) es uno de los más utilizados por las empresas. Este itinerario indica la duración promedio de funcionamiento continuo de un equipo antes de una falla. Para deducir el MTBF, se utiliza la ecuación matemática siguiente: La cifra de fallas registradas durante un período de tiempo determinado se divide entre el tiempo operativo total, tal como se muestra en la ecuación 1 [11].

$$MTBF = \frac{TT}{Npb} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

- MTBF: Lapso Medio que hay entre fallos
- TT: lapso de trabajo ideal de operación
- Npb: referido al número de fallos

1.5.4. Pérdidas por velocidad reducida

Las pérdidas de productividad en entornos industriales suelen ocurrir al no funcionar correctamente las maquinas. Frecuentemente, esta disparidad en las condiciones de operación conduce a una producción inferior a la esperada. Este fenómeno se atribuye principalmente a la falta de conocimiento de los operadores sobre las especificaciones y el funcionamiento eficaz de las máquinas. Además, pueden ocurrir varios equipos funcionan en serie y uno de ellos

funciona a una velocidad más baja que el resto del sistema, lo que retrasa al resto del sistema [11].

1.5.5. *Pérdidas por productos defectuosos y reproceso*

La presencia de productos defectuosos se refiere a la pérdida de tiempo y recursos sin añadir valor al producto, lo que resulta en costos adicionales. En algunos casos, la solución consiste en descartar por completo los productos que no cumplen con los requisitos establecidos, mientras que en otros casos se decide producir un nuevo lote. El reprocesamiento de un producto defectuoso requiere más mano de obra y un tiempo de producción mucho mayor al previsto, lo que aumenta los costos operativos y reduce la eficiencia general del proceso productivo [11].

1.5.6. *Pérdidas en marcha*

El objetivo primordial es mejorar la productividad del equipo. Los extravíos que se han observado generalmente se deben a una disminución en el rendimiento del equipo al arrancar, lo que derivación en una pérdida de las capacidades iniciales de funcionamiento. Como consecuencia, la capacidad de producción del equipo se reduce gradualmente. Esta rebaja en la eficiencia del equipo no solo afecta la cantidad de producción y la calidad del producto final, lo que puede llevar a costos adicionales de mantenimiento y operación, así como a la necesidad de tomar medidas correctivas para recuperar la eficiencia del equipo [11].

1.6. Mantenimiento autónomo

Este es uno de los cimientos sobre los que se edifica el TPM, y se desarrolla para solucionar algunos de los inconvenientes más comunes en la producción. Estos problemas, en general, incluyen cosas como filtros sucios, pérdidas de lubricante en las máquinas, vibraciones, máquinas o equipos descuidados o maltratados. El mantenimiento autónomo también les permite a los obradores asistir al mantenimiento y seguimiento de las máquinas a su cargo, por lo que es probable que noten problemas y actúen de forma proactiva. Esta es una de las muchas maneras de garantizar que las máquinas funcionen, y trabajen de acuerdo en todo el mundo el tiempo de inactividad no planificado se reduce de manera significativa y la productividad del sistema de producción se mejora en todo el mundo. Los obradores son esenciales para el autónomo, ya que conocen qué trabajos hacen qué no. Para lograrlo, es fundamental seguir un número de procedimientos y barreras importantísimos. Estos incluyen la formación de los obradores en técnicas de mantenimiento fundamental, la puesta en práctica de hallazgos de

inspección de comisión y la normalización y ajuste de trabajos de limpieza. Esto se refuerza mediante la participación de expertos que entren en la descripción y la solución de desperfectos, cuestión que optimiza el funcionamiento y permite a los obradores trabajar con mayor seguridad.

1.6.1. Niveles y pasos de implantación

Este mantenimiento autónomo se adelanta en base a los siguientes rases:

- Nivel básico
- Nivel de eficiencia
- Nivel de plena implantación

Lo primero es que los operadores realizan tareas de mantenimiento de rutina, como limpiar, lubricar y ajustar los elementos básicos de la máquina. Estos son necesarios para mantener la operación del equipo en un nivel excelente y evitar fallas caras que pueden atribuirse a la negligencia y problemas menores que se acumulan. Independientemente de si la operación ha enseñado o no a las personas a cumplir con estas tareas, estas últimas realizan auditorías regulares sobre su cumplimiento, lo que, a su vez, facilita la detección temprana de anomalías y nutre la cultura del trabajo correctivo en la empresa. [12].

Mientras tanto, la empresa espera comenzar a deshacerse de las Seis Grandes Pérdidas anteriores en lo que respecta al mantenimiento autónomo de la eficiencia. Para lograr esto, se agregarán nuevas responsabilidades a las responsabilidades de los operadores, como realizar inspecciones menores que deben reportarse adecuadamente. Por un lado, tal técnica mejora la precisión de la identificación de los problemas, mientras que, por otro lado, actúa como un medio preventivo para evitar el desarrollo de las fuentes del fallo, lo que mejora la eficiencia general del equipo [13].

En el caso del séptimo nivel de mantenimiento autónomo, el énfasis principal se mantiene en la preservación del proceso de mejora. Aquí, el objetivo primordial es afirmar de que las actividades asumidas por los operadores no solo se realicen, sino que también se cumplan y se ejecuten correctamente. La introducción de este nivel sugiere la estricta observación de ciertas acciones básicas que son los bailes del proceso de mejora. Para facilitar la percepción de estos bailes y asegurarse de que se apliquen correctamente, se ha introducido una tabla detallada. Es esquema de la tabla 5 un esquema visual y de trabajo que puede dirigir un operador o un

supervisor. Permite monitorizar el trabajo a lo largo del tiempo y ver los lugares importantes mejorados. Como resultado, la operatividad de las máquinas y su ciclo de vida se acorta [13].

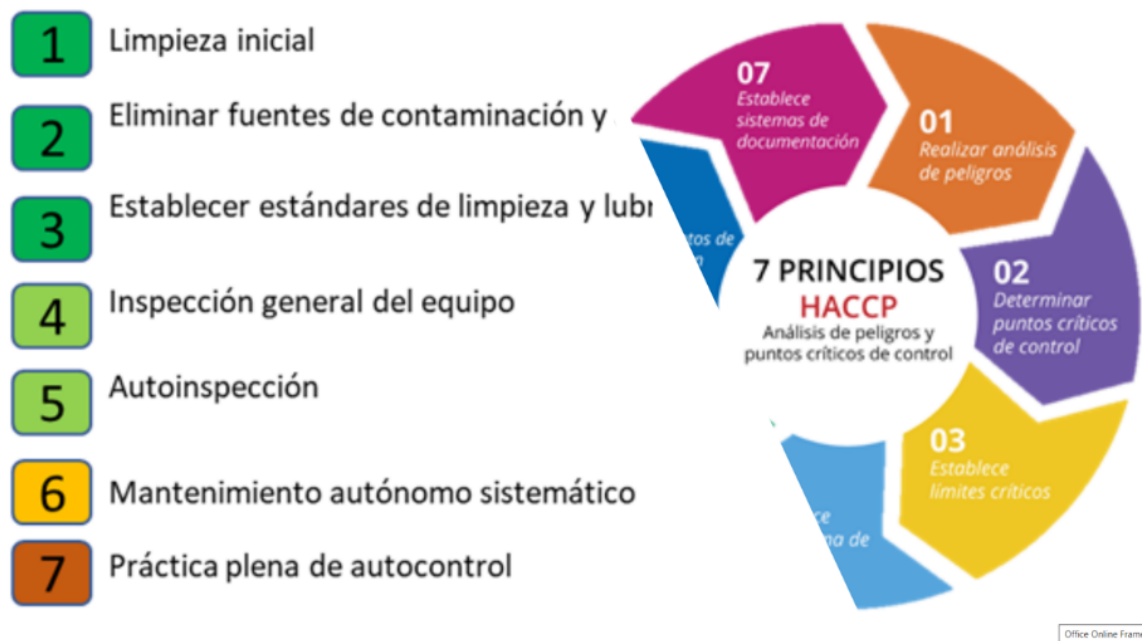


Figura 5. Niveles y pasos del Mantenimiento Autónomo [13].

1.7. Mantenimiento planificado

Este método es pilar esencial que ayudará a mejorar varios aspectos como la cantidad de mantenimientos correctivos, la cantidad de accidentes y la cantidad de mantenimientos. Este se basa en un cronograma de diligencias de mantenimiento que llevarán a cabo un equipo de trabajo altamente capacitado. No solo esto garantiza que las máquinas son revisadas y mantenidas lo más seguido posible y lo más eficientemente, pero también fomenta un ambiente de trabajo más seguro, lo cual indirectamente también ayuda a aumentar la durabilidad mejorada de la máquina al igual que de su desempeño, por lo que los recursos y la producción son máximos [13].

El Mantenimiento Planificado se compone de dos sistemas, que a continuación se exhibe en la figura 6:



Figura 6. Clasificación Mantenimiento Planificado [13].

1.7.1. Mantenimiento preventivo

Otro principio del mantenimiento es anticipar las fallas potenciales. Esta anticipación se logra mediante la realización de actividades de mantenimiento meticulosamente planificadas, completadas de acuerdo con procedimientos establecidos y postuladas con costos dedicados a priori llevadas a cabo por personal altamente calificado y capacitado en dichas intervenciones. Con la creación de un enfoque racional, no solo se reduce el número de accidentes costosos e imprevistos del equipo, sino que también se optimiza significativamente la administración del presupuesto para otras tareas de mantenimiento, que permita la mejora de los recursos y aumentan el nivel de eficiencia de las operaciones [14].

Al desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, es crucial utilizar tres tácticas fundamentales para crear periodicidades y actividades particulares. Estas estrategias incorporan la evaluación de la historia operativa del equipo para identificar los patrones de fallas. También se incluye el análisis de la recomendación del fabricante en términos de mantenimiento periódico. Por último, se utilizan las inspecciones basadas en un enfoque de estado para establecer el perfil de mantenimiento en torno a las condiciones de operación libres. Combina estos tres enfoques en un todo armonioso y adaptable. Comprende que no solo previenen los accidentes, sino que también optimizan el uso de los recursos, la eficiencia y seguridad operacional.

Las herramientas deben recibir un buen mantenimiento para determinadas reparaciones. Las guías del fabricante tienen consejos para mantener todo optimo y ayuden con problemas

comunes. Es importante seguir estas reglas para que las máquinas funcionen correctamente y duren más, y para evitar problemas que podrían dejar de fabricar o suministrar cosas [14].

1.7.2. *Mantenimiento preventivo periódico*

El mantenimiento preventivo es la ejecución de acciones planificadas fuera de tiempo ya sea según las indicaciones del ejecutor o a raíz a la experiencia de los profesionales, operan el mecanismo. Lubricación, sustitución de componentes defectuosos, rectificado de piezas y mantenimiento periódico, lavado y ajuste. Estas medidas son esenciales para mantener el rendimiento eficaz de los equipos, prevenir fallas inesperadas y garantizar la continuidad y eficiencia de las operaciones de producción [15].

1.7.3. *Mantenimiento predictivo*

El uso de herramientas precisas puede ayudar a identificar un componente o equipo que casi no funciona y genera una acción inmediata. Las señales tempranas son importantes para prevenir tareas de mantenimiento preventivo. Los equipos de diagnóstico sofisticados, normalmente costosos, requieren la intervención de personal especializado en los procesos involucrados en este tipo de análisis. La mayoría de estos procedimientos se realizan en equipos críticos, lo que presenta un mayor riesgo de falla y sus repercusiones, debido a su costo [15].

1.7.4. *Mantenimiento correctivo*

La práctica correctiva se ocupa de la realización de todas las tareas que deben abordarse para corregir los defectos o fallas de los equipos. Desde el punto de vista de la intervención, este enfoque busca intervenir en las causas responsables de la degradación del equipo. Este enfoque está destinado a restablecer la operacionalidad y la eficiencia de los equipos para que pueda funcionar a nivel de las especificaciones técnicas. Desde la perspectiva de los efectos, los signos y los impactos beneficiosos, se espera que este enfoque redirija cualquier anomalía que cause daño al rendimiento del equipo. Por lo tanto, la corrección es crítica para contrarrestar los efectos que las anomalías de cierto criterio que se crean en el sistema, lo que garantiza la continuidad del proceso estable [16].

1.7.5. *Por problemas de diseño*

Este método se ocupa de descubrir errores de diseño con el potencial de llevar a daños continuos en la máquina o, peor aún, a accidentes durante el proceso productivo. Además, es crucial que

aprendamos de los errores de los demás y que investiguemos con detalle los problemas cometidos anteriormente para evitar que se repitan. Por otro lado, este, análisis no sólo mejora el rendimiento de los equipos, sino que también reduce los costes a largo plazo causados por continuas reparaciones y costosas paradas que se podrían haber evitado [16].

1.7.6. Por averías

Este se realiza al fallar un equipo. Las desventajas de la tasa son que se puede sufrir pérdidas mayores, ya que los artículos defectuosos se producen, uno tendrá que pagar extra por la mano de obra para el equipo y el costo de los repuestos. Además, se trata de ser un enfoque reactivo, el mantenimiento se lleva a cabo para que el trabajo continúe, pero interrumpa más, lo que aumenta el riesgo de inseguridad [16].

Resumen capítulo 1

Implementar el (TPM) empieza con la asignación de responsables y crea cronogramas los cuales garantizan el cumplimiento de los objetivos, lo que facilita una gestión. Es de suma importancia habilitar a todo el personal para afirmar que los estándares de TPM estén igual y no solo esto, sino que mejoren, y así tener un aprendizaje incesante.

Se busca mantener los logros obtenidos y no decaer los logros conseguidos durante el proceso, lo que ayuda a crecer el autoestima del trabajador en el sistema. La motivación y el compromiso que llegan a tener los empleados es indispensable para conseguir el éxito a largo plazo del TPM.

Uno de los pilares principales del mantenimiento es el poder identificar y reducir los siguientes puntos los cuales son:

Averías en los equipos: Retrasos que afectan la producción.

Preparaciones y ajustes: Cambios de herramientas que pueden optimizarse.

Tiempos ociosos: Interrupciones que afectan la productividad.

Velocidad reducida: Equipos que no operan a su mayor capacidad.

Productos defectuosos: Pérdida de recursos por fallos de calidad.

Puesta en marcha: Reducción del rendimiento al dar comienzo a los equipos.

En resumen, el éxito del TPM se constituye principalmente en un enfoque sistemático, y la identificación de pérdidas con la participación.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Esta metodología tiene el objetivo de mejorar la efectividad de los equipos y minimizar las pérdidas, con la ayuda de los empleados. Mejorar la eficiencia de los equipos y todo esto incentiva a una cultura de responsabilidad.

2.1. Tipo de investigación

Según Bay [17], los tipos de investigación se componen de una serie de características que dependen de un objetivo específico que se busca lograr. El tipo de estudio a realizar y el nivel de complejidad de la investigación están determinados por estas características. El estudio exploratorio, descriptivo, correlacional y experimental son diseños y tipos de investigación diferentes.

Los estudios exploratorios investigan los hechos sin tratar de prever cómo las variables relacionadas. Por el contrario, los estudios descriptivos son considerados antecesores de la investigación correlacional. Su objetivo principal es “describir sistemáticamente un evento, situación, fenómeno o unidades de modelos definidos y especificados”. Los estudios de correlación buscan analizar la cantidad de interacción entre dos o más variables a través de la realización de una correlación entre ellas. Finalmente, los estudios experimentales se basan en los tres anteriores. Su objetivo es establecer una relación entre la causa y el efecto al determinar las relaciones de causalidad entre dos o más variables [17].

Por otro lado, en el taller industrial, la investigación fue muy importante que se llevara a cabo de manera exploratoria y descriptiva para evitar el problema de la implementación del TPM para mejorar las operaciones en el taller. En primer lugar, este enfoque permitió utilizar las variables independientes que eran necesarias manejar y analizar medidas centrales apropiadas y control de los procesos involucrados en las operaciones del equipo.

Para comprender completamente una situación, se considera sus características y dinámica, muchos investigadores utilizan el enfoque cualitativo.

Se utiliza un enfoque descriptivo y un nivel de estudio aplicado durante las tres etapas de la investigación. Este método permite obtener los datos necesarios para crear las variables independientes y dependientes. Como resultado, se obtuvieron datos que ayudaron a

implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y mejoran significativamente la operatividad de los equipos [18].

2.2. Diseño de la investigación

Para la implementación del (TPM) en el área de tejeduría de Aly Textiles fueron necesarias en tres etapas. Desarrollar las fases del TPM, que incluyen preparación, introducción, implantación y consolidación.

El contexto actual del taller y sus equipos se analiza en la sección piloto para llevar a cabo la implementación. Se obtiene información útil sobre el estado y la criticidad de los equipos, lo que permitió determinar factores de eficiencia global. Este análisis permite evaluar la unión de los equipos con las nuevas mejoras y la eficiencia de los procesos.

- Etapa 1: Se realiza una revisión de la literatura sobre el tema, los objetivos, los problemas y las aplicaciones del TPM en la industria durante esta etapa. La información recopilada permite examinar otros tipos de implementaciones que se realizan en áreas de industria similares. Para estos datos se utiliza como herramientas para abordar los problemas que surgieron en esta investigación. Posteriormente, para mejorar las operaciones del equipo, se implementó TPM en sus cuatro fases. La autorización de la coordinación técnica del taller marcó el inicio de esta fase. Se tomo las medidas necesarias para implementar el TPM en los equipos del taller industrial una vez que se aprueba y se toma la decisión de implementarlo. La prueba de operación fue el primer paso en la implementación de TPM. La fase uno permitió que el experimente y el OEE de análisis y se mejoró las condiciones de los procesos operativos para Aly Textiles del área de tejido.
- Etapa 2: también después de obtener resultados de eficiencia de equipos se analiza los tiempos de abajo conectados debido a averías y fallas y los tiempos de reparación para la determinación el porcentaje de tiempo de disponibilidad. Eso, a su vez, lo ayudó a desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y mejorar la prueba y la inspección del control de las operaciones, lo que también aumentó la eficiencia y la producción del área de tejido de Aly Textiles. Con estas fases en el lugar, la empresa implementó el TPM y también el análisis de eficiencia y rendimiento; estos análisis se utilizaron para evaluar porcentajes de productividad.

- Etapa 3: Esta final se ultimó con la unión de los pasos que se aplicaron en los mecanismos. Para evaluar la mejora del proceso, se implementó una nueva prueba de operación. Los efectos son satisfactorios porque los porcentajes de eficiencia, disponibilidad y productividad se agrandaron de manera significativa.

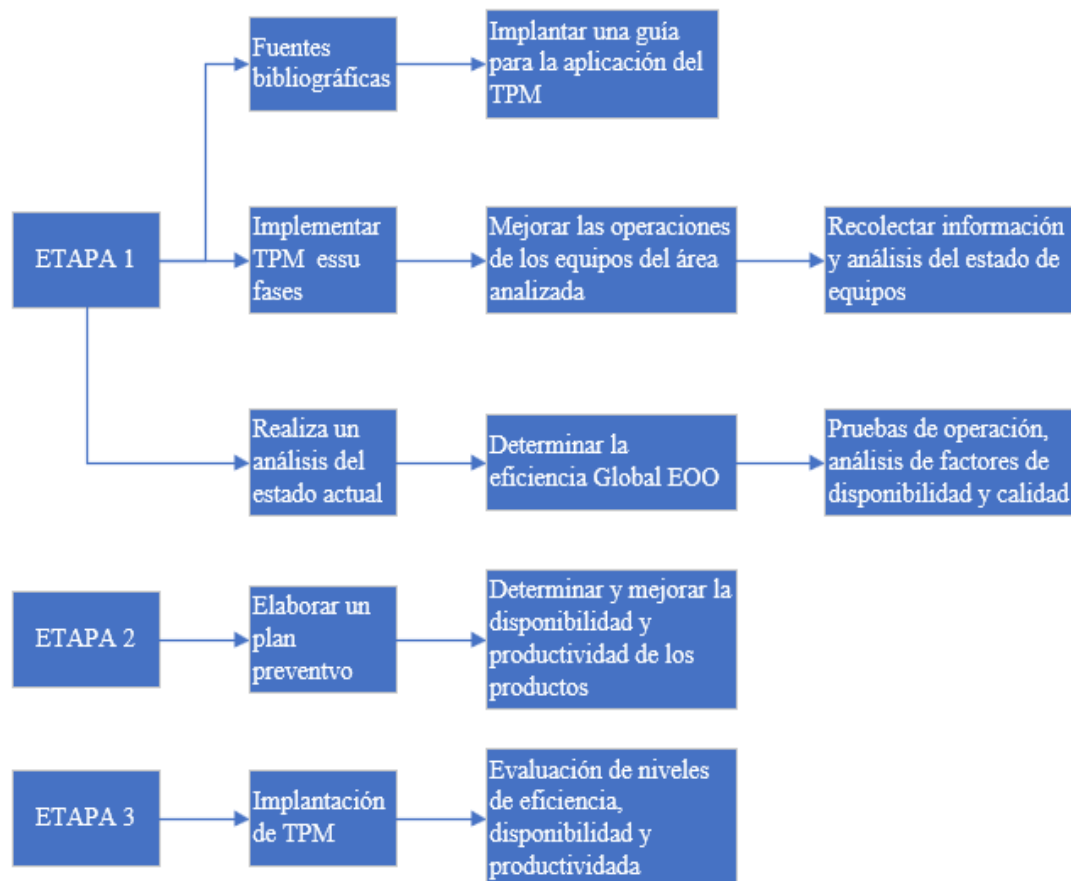


Figura 7. Diseño estructural de la investigación

2.3. Método de investigación

Dado que este estudio es de tipo cuantitativo, se utiliza el método hipotético-deductivo. Bernal, CA [18] clasifica a través del método hipotético-deductivo. El razonamiento se genera a través del método hipotético-deductivo que permite crear un proceso de afirmaciones relacionado con la calidad de las hipótesis que se crean y prueban mediante operaciones empíricas de verificación, este método tiene como fin falsificar o refutar aquellas hipótesis deducidas por conclusiones que deben ser comparadas con los hechos observados.

Maya, E. [19] dice que este método es un razonamiento que empieza de una verdad general, en este caso, el MEP es un relativo de la evolución que establece la creación con la finalidad o

utilidad primordial del ser y su conservación material y de éste se llega a la conclusión particular, el ser humano.

2.4 Determinación de la muestra

2.4.1 Población y delimitación de estudio

En lo que pertenece a la población se pudo referir con información cuantitativa de los estudios que se toman en los ensayos de operación de los equipos referentes a los telares y sus complementos jacquards, la población (N) de esta investigación está compuesta por 6 meses. Es decir, antes y después de la ejecución. Por tanto, se descifra que $N = 16$ semanas (8 semanas antes y 8 semanas después).

2.4.1 Selección de la muestra

Para realizar la investigación, la selección de la muestra corresponde a la totalidad de la población, es decir, que $N=24$ semanas (12 semanas antes y 12 semanas después de la ejecución). Debido a esta circunstancia, no es necesario emplear la formulación de un tamaño de muestra específico (n) para la investigación.

2.5. Identificar los requisitos de información. fuentes primarias o secundarias

Los principios que se utilizaron para la elaboración de la información son:

2.5.1. Fuentes primarias:

Se realiza una revisión del contenido utiliza revistas, artículos y repositorios digitales de varias universidades. Además, se brinda información a los técnicos de los equipos del área con un enfoque específico en las unidades de análisis que se han sugerido en esta investigación.

2.5.2. Fuentes secundarias

- Datos extraídos de los registros de inventario de herramientas y componentes del equipo.
- Datos sobre los mantenimientos realizados y análisis de fallas críticas realizadas por el equipo.
- Historial de los equipos utilizados para producir y fabricar productos textiles.

2.6. Técnicas de recolección de datos

Información mediante análisis: Se procede a llegar a un consenso con los técnicos del área de talleres y se pudo conseguir información que permitió descubrir las causas de la incierta de los equipos.

2.7. Herramientas para la interpretación y el análisis de datos

Se diseño plantillas en Excel para calcular varios indicadores para la recopilación de información, como:

- Indicadores de eficiencia (OEE).
- Tiempos entre fallas y tiempos de reparación.
- Indicadores de disponibilidad.

También se utiliza formatos de mantenimiento para acrecentar la fabricación de las maquinas.

2.8. Hipótesis

2.8.1 Hipótesis general

Es viable adaptar (TPM) para mejorar la producción de artesanía en el área de tejeduría de la empresa Aly Textiles.

2.8.2 Hipótesis específicas

- a. La aplicación TPM mejora la eficiencia de las maquinas.
- b. El mantenimiento preventivo establece un programa destinado a incrementar la disponibilidad.
- c. La eficacia de las operaciones contribuye al incremento de producción.

3.8.3 Identificación de las variables

3.8.3.1. Variables de la hipótesis general

Es viable adaptar mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de la producción de artesanía en el área de tejeduría de la empresa Aly Textiles.

- VI: Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- VD: Proceso de producción

3.8.3.2. Variables de las hipótesis específicas

a. La aplicación TPM mejora la eficiencia de cada equipo.

- A1 - VI: Aplicación TPM
- A2 - VD: Eficiencia global de equipos (OEE)

b. ¿El mantenimiento preventivo establece un programa destinado a aumentar la disponibilidad de la maquinaria?

- B1 - VI: Mantenimiento preventivo
- B2 - VD: Disponibilidad de la maquinaria

c. La eficacia de las operaciones contribuye al incremento de la productividad de cada equipo

- C1 - VI: Eficacia de las operaciones
- C2 - VD: Productividad

3.8.4 Operacionalización de las variables

La siguiente tabla contiene los procedimientos utilizados para medir las variables relacionadas con las hipótesis establecidas. Se incluyen definiciones tanto conceptuales, que cubren la parte teórica, como operativas, que se adaptan al contexto de la investigación. Cada definición contiene dimensiones que contienen indicadores específicos necesarios para la medición en la investigación.

Tabla 1. Operacionalización de las variables

	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
A1 - VI	El mantenimiento establece una estrategia integral para prolongar la utilidad de equipos, con el objetivo de mejoramiento al	Es el proceso que examina los tiempos de funcionamiento a través de indicadores de eficiencia con el fin de mejorar los procedimientos en cada uno de los equipos.	- % de	Disponibilidad
			disponibilidad	Rendimiento
			- % de	Calidad
			rendimiento	

	máximo la eficiencia de los recursos en las operaciones empresariales.		- % de calidad	
A2 - VD	Es un índice porcentual que facilita la evaluación de la eficacia productiva de las operaciones.	Se relata a los porcentajes promedio que se obtienen al medir la medio, rendimiento y calidad de las operaciones.	Porcentajes promedios de Eficiencias	Eficiencia Global de equipos
B1 - VI	Una serie de planes diseñados para monitorear el funcionamiento de los equipos y detectar posibles signos de alerta.	Plan para optimar y almacenar el control de los equipos mediante tiempos.	Tiempo entre fallas (minutos) Tiempos por reparación (minutos)	Tiempos entre fallas (MTBF) Tiempos por reparación (MTTR)
B2 - VD	Es un indicador porcentual que valora el desempeño de las operaciones, considera los tiempos de funcionamiento y el estado presente de los equipos como criterios principales.	Se trata de los porcentajes promedio obtenidos a partir de los tiempos entre fallas y tiempos de satisfacción observados en los equipos.	% promedio de disponibilidad	Disponibilidad de equipos
C1 - VI	Llevado a cabo por todos los empleados en equipos pequeños, que establece un plan integral para toda la vida útil del equipo e incluye actividades preventivas de mantenimiento.	Muestra los índices de productividad para examinar las combates de los productos fabricados y mejorar su vida útil.	% de eficacia % de eficiencia	Eficacia Eficiencia
C2 - VD	Es un cuadro porcentual fundamental que mide la cabida que tiene una sociedad en sus operaciones.	Es el porcentaje obtenido a partir de los indicadores de eficacia y rendimiento, que forma parte del proceso de determinación de resultados en una operación.	Porcentajes de productividad	Productividad

Resumen capítulo 2

La investigación, según Bay, se clasifica en cuatro tipos: exploratorio, descriptivo, correlacional y experimental, cada uno con sus propias características y objetivos. Los estudios exploratorios se enfocan en analizar hechos sin anticipar relaciones entre variables, mientras que los descriptivos se dedican a describir fenómenos. Por otro lado, los estudios correlacionales investigan la interacción entre variables, y los experimentales buscan establecer relaciones de causa y efecto.

En un taller industrial, la investigación fue fundamental y se realiza de manera exploratoria y descriptiva para implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este enfoque permitió gestionar las variables necesarias para mejorar las operaciones del equipo. Se empleó métodos cualitativos y cuantitativos, con un enfoque descriptivo durante las diferentes etapas de la investigación, lo que facilitó la creación de variables y la optimización operativa del TPM.

La ejecución del TPM en el área de tejeduría Aly Textiles divide en tres etapas:

Revisión de Literatura: Se analizaron los objetivos y aplicaciones del TPM en la industria, lo que ayudó a identificar problemas y posibles soluciones.

Análisis de Eficiencia: Se evaluó los tiempos de inactividad y reparación para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, y mejora así la eficiencia operativa.

Evaluación Final: Se lleva a cabo una nueva prueba de operación para medir las mejoras en eficiencia, disponibilidad y productividad, muestra resultados positivos.

El método de investigación cuantitativo y utiliza un enfoque hipotético-deductivo, lo que permite verificar hipótesis a través de datos empíricos. Este método busca validar afirmaciones a partir de observaciones y generar conclusiones basadas en hechos.

CAPÍTULO III

ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA ALY TEXTILES

Este capítulo examinará el contexto actual de la plaza de tejido de Aly Textiles, centrándose en el mantenimiento de los telares de tejido plano. Esta maquinaria es indispensable para los diversos tipos de tejido que fabrica la empresa. Antes de la implementación del sistema TPM (Total Productive Maintenance), se evaluarán las prácticas de mantenimiento implementadas y las condiciones actuales de las máquinas. Además, se determinarán los aspectos que necesitan mejorar para maximizar la productividad de tejeduría.

3.1.1 Historia y contexto de la empresa

Se empieza al adquirir un lugar donde ahora está cimentado el taller, al principio fue la construcción del primer galpón el cual es el lugar en donde se encuentra el área de tejeduría, por falta de presupuesto se mantenía solo dicho lugar, hasta la adquisición de un préstamo, el cual fue empleado para la construcción el segundo galpón, mismo en donde se encuentra ubicada el área de urdido.

Por consiguiente, hace alrededor de dos años atrás, se hace lo posible por construir la tercera parte del proyecto, el tercer galpón, en el cual están situadas las áreas de cepillado, bodega y oficinas.

La maquinaria es adquirida también en etapas, la primera los telares planos que son comprados a una empresa que cerraba sus puertas de producción en la ciudad de Quito, los Jacquard fueron adquiridos de China y Colombia, por último, la máquina cepilladora también se adquiere del extranjero.

El grupo textil se maneja comercialmente con el nombre de Aly Textiles, el mismo que es como un paraguas que se conforma de marcas de las familias que son; Aly Artesanías, Alky Textiles, Kenay y Arandi Textiles. Que ofrecen diferentes productos terminados a los distribuidores o consumidores finales.

En el año 2022 Aly Textiles también ha sido llamada vanguardista por parte de una importante empresa textil china.

3.1.2. Inventario de equipos y maquinaria en el área

En Aly Textiles se utiliza muchos equipos que están centrados en complementar diversas etapas del proceso productivo, como la tejeduría, el perchado y el urdido. Estas máquinas hacen cada paso del proceso textil, desde la preparación de los hilos hasta el acabado final del tejido, se realice lo más eficiente y rápido posible.

La tejeduría utiliza principalmente telares y jacquards. La máquina de tejido de Jacquard realiza diseños complicados, ya que puede controlar cada hilo, y el telar es esencial para montar bienes manufacturados de textiles planos. Se da energía mediante motores eléctricos de alta eficiencia y sistemas de control automatizado, esto aprueba a la máquina que opere eficientemente y continua a lo largo el tiempo. Se representa en la tabla numero 2

Tabla 2. Inventario de la maquinaria			
	Cantidad	Nombre	Código
1	8	Telar	T001
2	8	Máquina Jacquard	MJ001

3.2. Análisis de la sección

En la fábrica de Aly Textiles, las máquinas están estratégicamente ubicadas en la sección de tejeduría para producir los distintos tipos de tela. Estas máquinas se equipan con adaptaciones de la reconocida Jacquard Hangzhou y los renombrados telares Nuovo Pignone, famosos por su habilidad de tejer tejidos específicos. Estas máquinas dan un papel muy elemental en el proceso artesanal de tejeduría, ya que gracias a tecnologías avanzadas y ajustes especializados posibilitan elaborar de una amplia variedad de diseños y patrones.

En el proceso productivo, las máquinas de telar, especialmente las Nuovo Pignone TP522/TP600, son fundamentales debido a la capacidad sólida para fabricar tejidos complejos y de alta calidad.

En este escenario, el TPM se emplea para aumentar la eficiencia y garantizar un funcionamiento confiable de estas máquinas. En Aly Textiles, se emplea TPM con el fin de implementar tácticas anticipadas de mantenimiento preventivo y predictivo que aseguran un tiempo de funcionamiento mejorado y minimizan las interrupciones imprevistas. Si se mantienen los

equipos en buenas condiciones de funcionamiento, no sólo se mejora las operaciones de tejeduría, sino que también se maximiza la calidad del producto ya elaborado.

El fin del (TPM) es perfeccionar el desempeño de las máquinas a través de planes de mantenimiento efectivos y una gestión eficaz de los activos. Aly Textiles ha implementado un método organizado para enseñar a su personal las técnicas de mantenimiento autónomo. Como resultado de esto, han aprendido a llevar a cabo inspecciones regulares y hacer pequeñas intervenciones de mantenimiento. El objetivo es lograr aumentar la capacidad de respuesta frente a cualquier eventualidad que pueda surgir durante el proceso artesanal de producción de tejidos.

Tabla 3. Características de la maquina

	Nuovo Pignone TP522/TP600	Personalizado	No personalizado
Condición	Utilizado	Acumulador	2
Vigas de Urdimbre	1.5	Viga de Tela	-
Anchura	220 cm	Marco Heald	6
Paquete de Transporte	Standard Export Packing	Especificación	10 CBM
Marca Comercial	Nuovo Pignone TP522	Origen	Italia
Código del HS	8446302000	Capacidad de Producción	Hasta el mercado actual
Tipo:	Telar de pinzas		
Origen:	Italia		
Marca:	SMIT		
Modelo:	Nuovo Pignone TP522/TP600		
Año:	1991		
Acumulador:	2		
Marco:	6		
Ancho:	220CM		
Viga:	1.5 urdimbre		
Cantidad:	48		

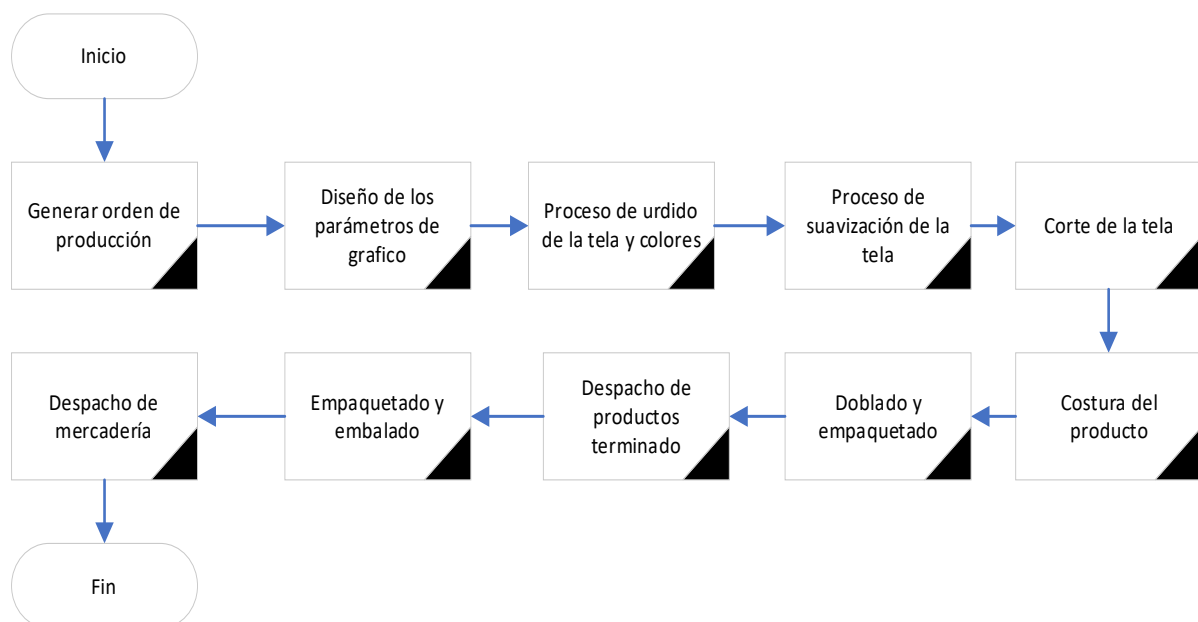
A continuación, en la Tabla 4, se presenta las caracterizas provenientes del datasheet de la Jacquard Hangzhou.

Tabla 4. Características de la máquina

Característica	
No. de Modelo	WM600
Condición	Nuevo
Módulo	Staubli
Paquete de Transporte	Standard Wooden Pallet
Marca Comercial	WUMU
Código del HS	8448
Personalizado	Personalizado
Servicio Postventa	Disponible
Velocidad	300~550
Especificación	600 hooks
Origen	China
Capacidad de Producción	100 Set/Month

3.3. Proceso de operación del producto

Para identificar el flujo operativo en las áreas de producción pertinentes, se entrevista al técnico encargado. Abajo se tiene la Figura 8 se presenta el proceso específico empleado en el diseño de ejes de transmisión. Previamente a la implementación del (TPM) en áreas críticas como perchado, tejeduría y urdidora, se llevan a cabo pruebas exhaustivas en los equipos correspondientes.

**Figura 8.** Diagrama de proceso operativo para la fabricación

3.4. Tiempo de operación y fabricación en el área

En el contexto de la investigación se realiza un análisis los cuales fueron tomados continuamente cada día hasta obtener estos valores. Se racializa mediciones de los tiempos de fabricación en la producción de telas con figuras de animales en este caso llamas. Como se modela en la tabla 5.

Tabla 5. Tiempo estándar en el proceso de fabricación

Actividad		TS (min)
#	Descripción	
1	Transporte de rodillos mediante arduino	3.91
2	Colocar los rodillos al encuelle de la máquina	40.18
3	Amarrado	225.93
4	Preparación de conos	71.62
5	Inicio de proceso de tejeduría	3304.22
6	Sacar tela de la máquina	76.06
7	Transporte de la tela al área de cardado	31.41
Total		3753.33

La operación duró 3753.33 minutos en total, divididos en diferentes actividades del proceso. Esta información es importante porque permite obtener datos adicionales importantes para la implementación de TPM. Las operaciones en las máquinas Nuovo Pignone y su complemento Jacquard Hangzhou se tomó en cuenta especialmente para el análisis de la eficiencia. Determinar el tiempo de procesamiento necesario para realizar las actividades de tejido, que son esenciales para producir artesanía textil de alta calidad. Para garantizar una producción consistente y de calidad buena en la empresa Aly Textiles, hay que implementar de manera adecuada lo que es el TPM que busca agrandar la eficacia obrante y comprimir los tiempos de inactividad. Los datos obtenidos permiten una evaluación precisa del tiempo necesario para cada etapa del proceso, lo que contribuye significativamente a la sostenibilidad en el mercado artesanal.

3.5. Diagrama Ishikawa

Para entender los desafíos que se tiene en la empresa en cuanto en el área de tejeduría respecta, se lleva a cabo una consulta absoluta con el personal técnico, cuyos aportes dieron a conocer una serie de causas fundamentadas en deficiencias en las maquinas.

Estas causas son documentadas y estructuradas en un esquema de origen y consecuencia, donde se destacan problemas como la falta de protocolos estandarizados, deficiencias en el control e inspección de los equipos, escasez de repuestos adecuados, y prácticas inadecuadas de mantenimiento.

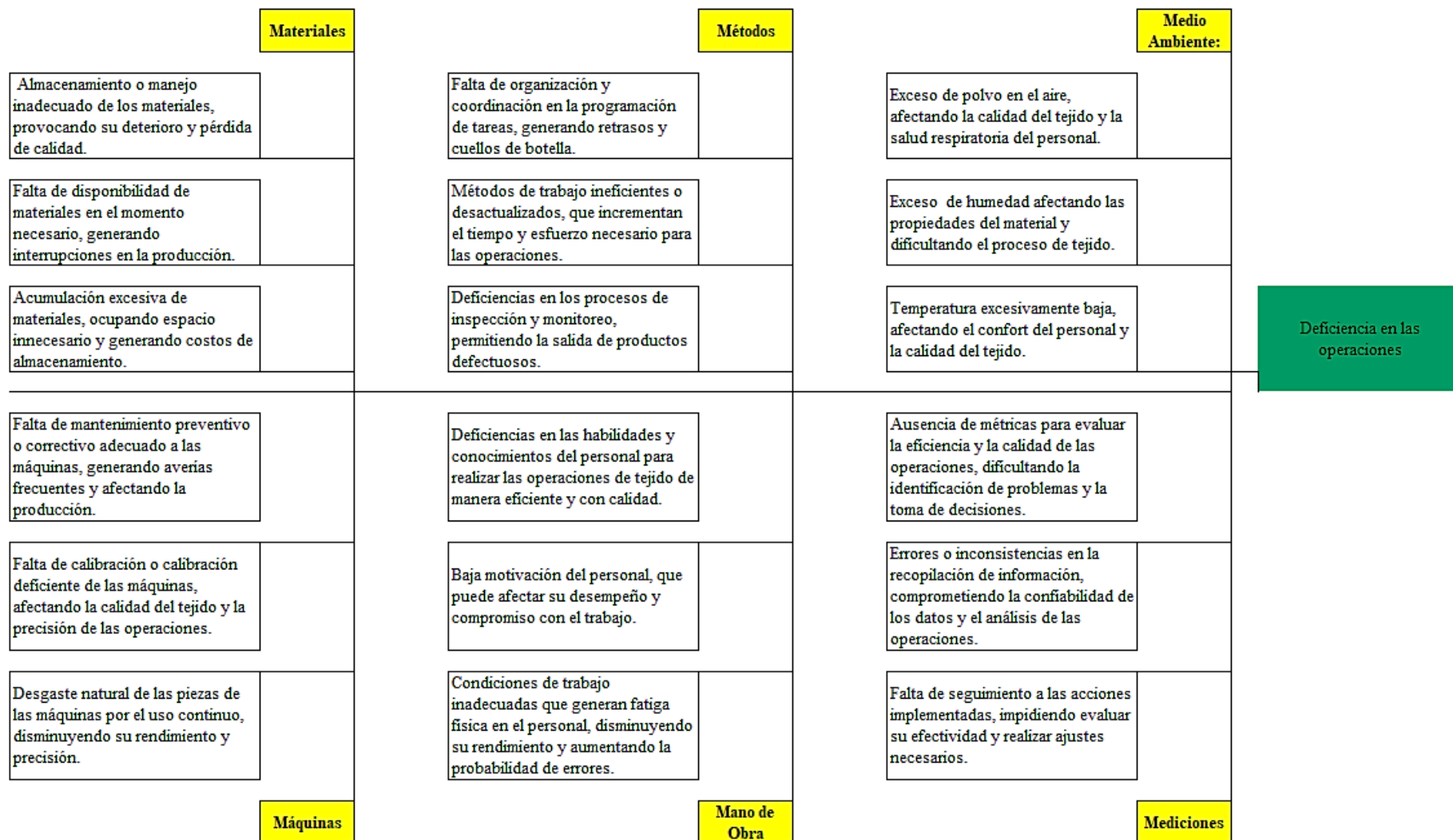


Figura 9. Diagrama Ishikawa

3.6. Análisis de los equipos

Las estructuras de criticidad se desarrollan en la década de 1990 como resultado de la confiabilidad de los procesos operativos y son comúnmente utilizadas en la manufactura para realizar ajustes. La base primordial de esta sistemática consiste en el uso de un sistema de puntos para establecer los valores de criticidad. Esto se hace mediante la creación de una matriz que incluye criterios basados en los elementos de falla [21].

El análisis de comportamiento, modos de deterioro, características, condiciones de proceso y mantenimiento, con tiempos de control e inspección, es posible con esta metodología. Actualmente, el área de tejeduría no tiene registros de fallas ni tiempos de reparación, por lo que se consideró que el cálculo de criticidad es una técnica superior para obtener una apreciación clara y metódica de los juicios.

Las pautas para llevar a cabo el cálculo de estados censores de telares se dividen en cinco componentes, cada uno con un valor específico que ayuda a realizar una evaluación completa del equipo.

Las consecuencias de las valoraciones realizadas en las máquinas del área de tejido muestran lo siguiente:

Para las máquinas en semejanza con los telares NOUVO PIGNONE, correspondientes a los criterios evaluados, las máquinas de tejer obtienen un valor total de 93, que se obtienen al revisar manuales técnicos específicos de cada equipo, que muestra un nivel de importancia alta, lo cual indica que es una máquina crucial y prioritaria en los planes de mantenimiento. El nivel de importancia alto se deriva de una evaluación completa que contempla diferentes elementos importantes, entre otros, la seguridad operativa, los costos que conllevan, la frecuencia de las averías, la parada de la máquina en producción.

La máquina, al obtener un nivel de importancia de 93 en la valoración de importancia, demuestra la necesidad de llevar a cabo un plan de mantenimiento adecuado. Las inspecciones constantes, el mantenimiento correctivo y preventivo, las técnicas de gestión de riesgos forman parte de un plan para mantenimiento. Aplicar estas medidas ayudan incrementar la eficacia operativa, la sostenibilidad del proceso de fabricación y, por lo tanto, así disminuir las mermas en producción, al ayudar que se aumente la vida útil de la máquina.

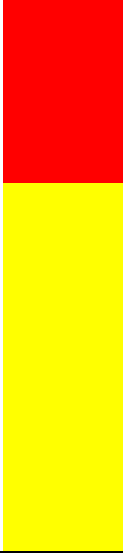
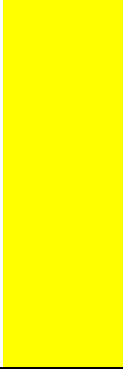
El nivel de evaluación alta muestra que la máquina tejer es un elemento clave en el sector del tejido y que un uso adecuado es el responsable de conservar la continuidad y la disposición de la elaboración. Por lo tanto, es importante dar prioridad a los planes de mantenimiento y a las estrategias de mitigación de riesgos al objeto de tener en buen estado de conservación la máquina.

Para máquinas Jacquard HANZHOU WUMU, fundamentadas en los supuestos y criterios evaluados, procedente de HANZHOU WUMU TECHNOLOGY Co., Ltd, obtuvieron un valor total de 79 patrones diferentes de telas que se obtienen mediante sitios web oficiales, donde se aprecia un nivel de exigencia, lo cual indica que esta máquina es un componente destacado en los planes de mantenimiento. El nivel de exigencia proviene de una prueba profunda que valora diferentes aspectos. Como la probabilidad de que la máquina falle y en las operaciones, los costos asociados con la inactividad y la seguridad que corren los trabajadores.

Cabe destacar que el hecho de que la máquina haya obtenido una calificación de 79 en el análisis de criticidad no hace más que evidenciar la importancia de llevar a cabo y controlar de una manera muy ordenada. La gestión de continuidad, mantenimiento correctivo y preventivo e inspecciones sistemáticas deben ser parte de este plan. La empresa resulto tener una mayor eficiencia mediante al mantenimiento TPM y por ende una mayor producción de telares de diferentes figuras geométricas, animales o a el gusto del cliente.

Tabla 6. Resumen de análisis

	Equipo	Serie	Código	Estado
1	Telar	51974	T01	
2	Telar	51773	T02	
3	Telar	51721	T03	
4	Telar	52336	T04	

5	Telar	52439	T05	
6	Telar	52438	T06	
7	Telar	51971	T07	
8	Telar	51976	T08	
9	Jaquard	36155	J01	
10	Jaquard	36756	J02	
11	Jaquard	21104698	J03	
12	Jaquard	21104699	J04	
13	Jaquard	94256	J05	
14	Jaquard	94256	J06	
15	Jaquard	21104701	J07	
16	Jaquard	21104700	J08	

3.7. Estado actual, fallas y averías más comunes en los equipos

Se realiza un levantamiento de información para evaluar el estado de la maquinaria para determinar fallas o averías que ocurrieron entre 2023 y 2024. Los datos de la siguiente tabla son obtenidos mediante procesos recopilados durante todo el funcionamiento de la máquina puesto que se obtienen para saber cómo esta su funcionamiento muestra las fallas más importantes y la frecuencia con la que se han producido en los telares. Los hallazgos muestran que el intercambio de herramientas de corte es la falla más frecuente y la que tiene la mayor cantidad de incidentes registrados.

Tabla 7. Resumen de análisis de fallas frecuencias

	Descripción de Fallas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	Rotura de hilos debido a tensión inadecuada	40	40	31.01 %	31.01 %

2	Fallos en el sistema de alimentación de trama	20	60	15.50 %	46.51 %
3	Problemas con la programación y control del telar	15	75	11.63 %	58.14 %
4	Desgaste y rotura de engranajes	10	85	7.75 %	65.89 %
5	Fallos en el motor principal	10	95	7.75 %	73.64 %
6	Desgaste de correas de transmisión	8	103	6.20 %	79.84 %
7	Vibraciones excesivas y ruidos	8	111	6.20 %	86.05 %
8	Problemas de calibración de sensores	7	118	5.43 %	91.47 %
9	Desgaste de rodillos de avance	6	124	4.65 %	96.12 %
10	Problemas con el sistema de control electrónico	5	129	3.88 %	100.00 %
TOTAL		129			

En la figura 10 se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis de Pareto, el cual revela que las fallas más significativas son: rotura de hilos debido a tensión inadecuada, fallos en el sistema de alimentación de trama y problemas con la programación y control del telar. La resolución de estas causas ha contribuido a la mejora del proceso operativo a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

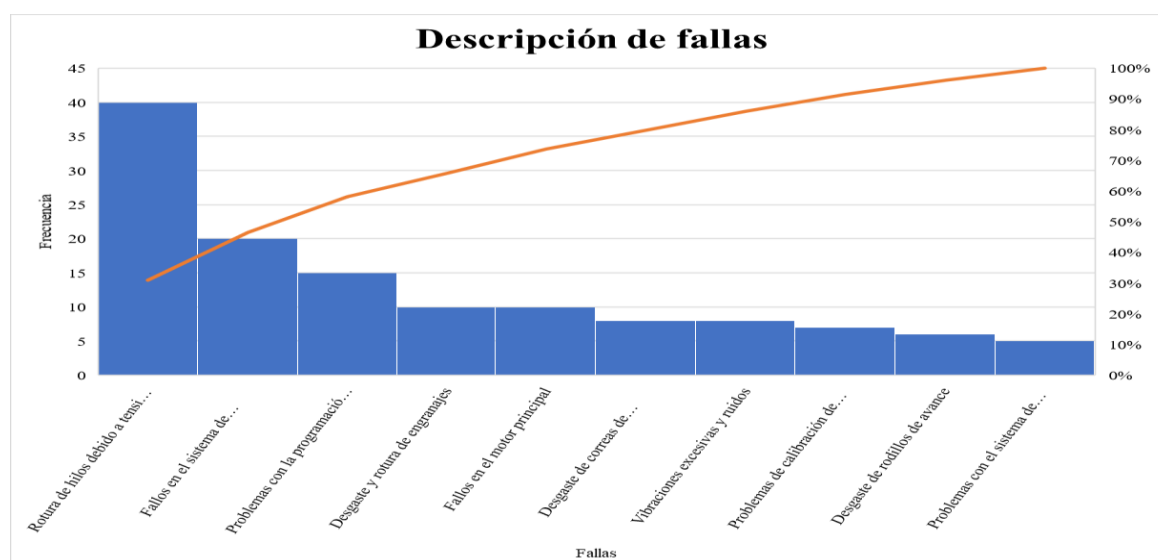


Figura 10. Pareto en las fallas del equipo

La tabla 8 presenta un diagnóstico detallado del mantenimiento correctivo realizado en el equipo durante el periodo del año 2023. En esta tabla se especifican las horas de paralización correspondientes a cada observación de mejora identificada. Durante el análisis, se determinó

que el equipo ha sido sometido exclusivamente a mantenimiento correctivo, sin implementar medidas preventivas.

Tabla 8. Pareto de fallas del equipo

	Acción Correctiva	Horas de Paro
2023-01-15	Reemplazo de pinzas desgastadas en el sistema de alimentación de trama	3: 00
2023-02-10	Ajuste y calibración de carros de inserción	2: 00
2023-03-05	Reemplazo de engranajes desgastados	4: 00
2023-04-12	Sustitución de correas de transmisión	2: 00
2023-05-20	Reemplazo de rodillos de avance desgastados	3: 00
2023-06-18	Actualización y reprogramación del sistema de control electrónico	5: 00
2023-07-23	Reparación del motor principal	6: 00
2023-08-14	Inspección y ajuste de sensores de calibración	2: 00
2023-09-19	Reemplazo de componentes electrónicos defectuosos	4: 00
2023-10-11	Ajuste y lubricación de los sistemas de tensión	2: 00

3.8. Implementación para el mejoramiento de las operaciones

El distintivo objetivo de la implementación de Total Productive Maintenance en el área de tejeduría de Aly Textiles se relaciona con la mejora de los procesos operativos en esta área. Entre los objetivos, se encuentran los objetivos específicos, como la determinación de la eficiencia de los equipos de tejeduría, la conformación de un plan de mantenimiento preventivo y la garantía del uso de herramientas para el proceso continuo de producción de artesanías.

Múltiples causas están relacionadas con la falta de mantenimiento en la situación problemática de la tejeduría. Todas estas incluyen programaciones e inspección inadecuadas de los equipos y una repetida frecuencia de fallas y rupturas en estos. Además, se descubrió que los trabajadores carecen del conocimiento necesario sobre el mantenimiento, lo que aumenta el riesgo de fallas con el tiempo.

Por lo tanto, para asistir con la durabilidad de los telares, es preciso desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y capacitar a los trabajadores en técnicas de mantenimiento. Por lo tanto, la disminución de fallas y rupturas también es un objetivo distinto de la implementación. Se logrará mediante la implementación de mantenimiento preventivo y correctivo, la utilización de herramientas de administración de mantenimiento y la transmisión de capacitación a los empleados de producción.

3.8.1. Fases para el desarrollo de la implementación

En cuanto a los equipos del taller industrial para los que se realiza la investigación, el análisis, la organización, la planificación y el mantenimiento de la filosofía TPM se facilitan con las siguientes etapas detalladas en este trabajo: el mantenimiento productivo total se organiza en cuatro fases con doce pasos en total de su implementación. De hecho, la gestión descrita en estos pasos lanza un proceso crucial de decisión por parte de la alta gerencia sobre la adopción y la consolidación de TPM.

Por lo tanto, los objetivos del proyecto son esenciales para su posterior desarrollo. El objetivo de la implementación de TPM en este proyecto es la eliminación de causas que influyen en el rendimiento de los equipos y la garantía de que los equipos se mantienen en condiciones ideales para el funcionamiento y la operación para maximizar su capacidad. La variedad de herramientas utilizadas en esta iniciativa se utilizará para mejorar continuamente la confiabilidad y actuación misma de los equipos.

3.8.1.1 Preparación

En lo que respecta al nivel institucional, la alta dirección, que está conformada por los directivos, está consciente de la causa que impide que los procesos operativos en el área de tejeduría se desarrollen de manera adecuada. Por consiguiente, a la alta dirección se le ha propuesto la implementación del TPM en el taller industrial.

Los directivos están activamente comprometidos a participar y a proporcionar nuestros recursos e información para asegurar la habilitación de TPM en el área de tejeduría. Su compromiso se puede reflejar mediante la aprobación de la autorización inicial para ejecutar las fases de aplicación, ya que se ha detallado en el Anexo 5.

En conclusión, la aprobación del TPM en el área de tejeduría refleja que las autoridades están entusiasmadas y comprometidas a habilitar los procesos operativos de los telares. La consolidación de esta propuesta se prevé que aportará una efectividad significativa al proporcionar confiabilidad de equipos, eficiencia hasta su efectividad para ayudar a realizar los tipos de mejora especificados.

3.8.1.2. Información y educación para introducir el TPM

Para implementar el TPM de manera educativa, se envió un correo electrónico al personal técnico responsables del funcionamiento de los equipos. Además, se organiza una reunión virtual para introducir la filosofía TPM en el contexto del taller industrial. El objetivo fue que el personal técnico comprendiera la implementación y pudiera realizar seguimientos prácticos en la gestión del mantenimiento de los equipos. Para documentar el desarrollo de la información, se redactó un acta que detalla los temas discutidos durante la reunión (Anexo 6).

3.8.1.3. Estructura organizacional para promover el TPM

1. Estas funciones están desglosadas de la siguiente manera: presidente del Comité de Promoción TPM en el Area de Tejeduría:
 - Colaborar con el equipo en la elaboración de políticas necesarias para la planificación, implementación y ejecución del TPM en la tejeduría.
 - Supervisar y evaluar los progresos realizados en la implementación del TPM, asegura que los objetivos se cumplan.

- Asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para una planificación e implementación efectiva del TPM.
 - Fomentar la activa participación de todo el equipo en todas las actividades relacionadas con el TPM.
 - Promover el compromiso y responsabilidad en las actividades de las diversas funciones del TPM en el proceso de la implementación, asegura una aproximación holístico y colaborativo.
2. Secretario del Comité de Promoción TPM en el Área de Tejeduría: Supervisar el desarrollo del TPM en la tejeduría, al asegurar de que continúen los procedimientos establecidos.
- Determinar y evaluar mensualmente los indicadores clave del TPM en la maquinaria, como las ratios de eficiencia, los rendimientos y la disponibilidad.
 - Revisar y controlar el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo en la maquinaria, aseguran que este se llevase a cabo de manera adecuada.
 - Escribir un informe y reportar las causas, las fallas, o los cambios importantes en la ejecución del TPM en la maquinaria.
3. Anotar cada resolución y acuerdo en el comité, hay que asegurar que se guarde una muy buena bitácora. Responsable del Comité de Promoción TPM en el Área de Tejeduría:
- Recopilar información técnica necesaria de los equipos ubicados en el área de tejeduría.
 - Documentar y supervisar las actividades de avance para la implementación del TPM, al asegurar un seguimiento detallado.
 - Facilitar indicadores de eficiencia y mantenimiento de los equipos, especialmente aquellos en estados críticos que requieren atención prioritaria.
 - Colaborar en la organización y búsqueda de cursos de capacitación para el personal técnico y docente, al fortalecer sus competencias en TPM.
 - Inspeccionar y monitorear el plan de mantenimiento preventivo de los equipos en el área de tejeduría.
 - Participar en proyectos técnicos relacionados con la institución, al facilitar visitas y acuerdos con empresas colaboradoras para mejorar la gestión del mantenimiento.
4. Responsable del Comité de Promoción TPM en el Área de Tejeduría:

- Recopilar información necesaria de carácter técnico de los equipos ubicados en el área de tejeduría.
- Documentar y supervisar las actividades de avance en la implementación del TPM.
- Facilitar indicadores de eficiencia y mantenimiento de los equipos, especialmente aquellos en estados críticos de atención.
- Apoyar en la organización y búsqueda de los cursos a dictarse al personal técnico y de planta, con el fin de fortalecer las capacidades de cada uno de ellos como TPM.
- Inspeccionar y monitorear el plan de mantenimiento preventivo de los equipos ubicados en el área de tejeduría.
- Participar en actividades técnicas institucionales al facilitar la visita y acordar con empresas colaboradoras para mejorar la gestión del mantenimiento.

5. Técnicos:

Apoyar activamente al mantenimiento constante de los equipos de trabajo acreedores al área de arte fría.

- Informar en tiempo preciso las causas raíz o problemas repetitivos que afecten los equipos.
- Presentar semestralmente los informes técnicos de su área con el uso de los recursos.
- Custodiar y velar por los recursos asignados a su autoridad, operación y funcionamiento de los equipos.
- Dar ideas o sugerencias para lograr los objetivos establecidos en preámbulo del TPM.

3.8.1.4. Establecer políticas básicas para el TPM

El TPM, en el área de tejeduría de todos los textiles, ha propiciado el desarrollo de una política que fomenta la implicación activa y colaborativa del personal. Esta política tiene como objetivo optimizar los procesos de operación del mantenimiento eficiente de los equipos. El anexo 6 del documento destaca la importancia de una gestión eficaz del mantenimiento para lograr mejores resultados.

Y la institución promueve el desarrollo de las comunicaciones internas y externas para cumplir con los objetivos y metas de la institución. El compromiso del taller industrial incluye varias tareas fundamentales.

3.8.2. Plan maestro para el desarrollo TPM

Se realiza un cronograma en el cual se detalla las actividades para la implementación del TPM en el área de tejeduría de Aly Textiles, centrándose en los telares NOUVO PIGNONE y HANZHOU WUMU JAQUARD en la sección de tejido. El comienzo de la implementación del Mantenimiento Productivo Total en los telares es solo un primer paso hacia su implementación en todos los equipos de las diferentes secciones con el objetivo de consolidar la filosofía TPM en todo el taller de la empresa (Ver Anexo 7).

Los telares NOUVO PIGNONE y JAQUARD de HANZHOU WUMU se escogieron de manera específica como parte de pruebas de desarrollo de implementación porque son equipos con altas incidencias de causas, fallas y criticidad que tienen un impacto significativo en los procesos operativos del área de tejeduría. Este enfoque estratégico no solo tiene como objetivo perfeccionar la productividad de los telares, sino adicional crear las bases para una gestión de mantenimiento más proactiva y predictiva en Aly Textiles.

Una vez finalizada la etapa inicial, se procedió a iniciar formalmente la implementación de TPM. Se llevó a cabo una reunión para esta etapa con el Comité TPM, el personal técnico del área de tejeduría, las autoridades de Aly Textiles y otros departamentos relacionados. Durante la reunión, se contendieron varias actividades planificadas para la primera fase. La presentación del plan maestro y las acciones específicas necesarias para su implementación fueron los puntos más apreciables.

Con el objetivo de desenvolver un plan completo de mantenimiento preventivo y valer al máximo las herramientas proporcionadas por esta metodología, se hizo más énfasis en la importancia de mejorar la eficiencia global de los equipos.

3.9. Introducción

3.9.1. Arranque inicial del TPM

En el proceso de esta fase, comienza a analizar los niveles de eficiencia en los telares del área de tejeduría. Para los cálculos, se empleó datos de tiempos estándar en la prueba de ejecución, conjunto con los indicadores que permitieron establecer el OEE (Eficiencia Global del Equipo), fundamento la disponibilidad, rendimiento y tasa de calidad.

En el anexo 8 se presentan los datos coleccionados durante un período de 3 meses previos a la implementación, que estos resultados reflejan los tiempos de proceso y las paradas ocurridas durante las operaciones. Un análisis de este estudio revela que los niveles de eficiencia fueron subóptimos.

En la Tabla 9 se presenta un resumen de los niveles de eficiencia observados en los telares de marca Nuovo Pignone. En el cual se apreció la relación que existe entra las personas a estos niveles individualmente y luego mediaron los resultados en el área de tejido durante un período de 15 semanas. Los resultados indicaron que el equipo tenía algunos problemas, con valores de eficiencia que oscilaban entre el 49 % y el 62 %. Esta situación mostró que necesita utilizar el mantenimiento productivo total (TPM) para asegurar que los telares funcionaran mejor y tener la certeza de que todo funcionara sin problemas.

Calculo OEE:

$$OEE: Disponibilidad * rendimiento * calidad$$

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planificado}$$

$$Rendimiento = \frac{Tiempo\ funcionamiento}{Tiempo\ operativo}$$

$$Calidad = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ funcionamiento}$$

Tabla 9. Eficiencia durante semanas

	Semana	Promedio OEE
Marzo	Semana 1	61.28 %
	Semana 2	56.33 %
	Semana 3	59.17 %
	Semana 4	53.93 %
	Semana 5	56.89 %
Abril	Semana 1	50.05 %
	Semana 2	57.44 %
	Semana 3	49.25 %
	Semana 4	51.14 %
	Semana 5	51.46 %
Mayo	Semana 1	57.48 %

Semana 2	59.34 %
Semana 3	58.04 %
Semana 4	57.67 %
Semana 5	60.30 %
PROMEDIO	55.98 %

La Figura 11 indica qué tan bien anduvieron las máquinas durante un período de tres meses, todo esto al analizar cada semana antes de que se pusiera en marcha el TPM. Los valores que obtuvo variaron mucho, al aumentar del 49 % al 62 %, y el gráfico muestra cómo cambiaron con el tiempo.

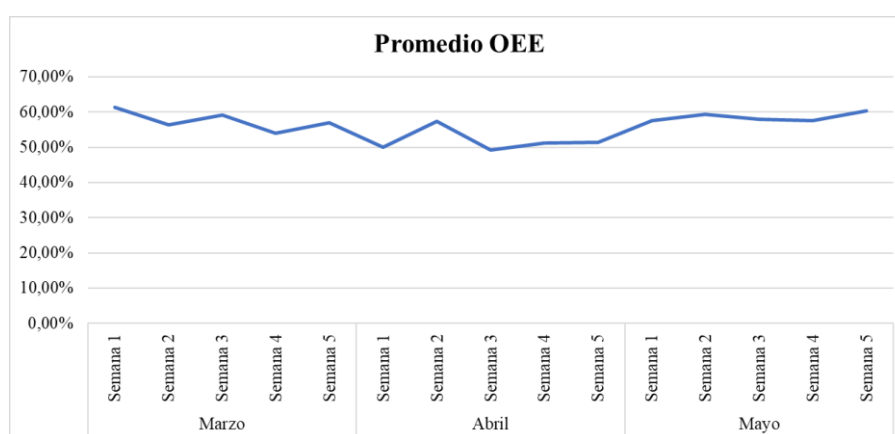


Figura 11. Promedios OEE

La Tabla 10 expone la información que se recopiló de todo el mundo, que incluye qué tan bien están las cosas, qué tan buenas son y en qué medida están disponibles. Estos valores han sido divididos en diferentes categorías por el equipo, y luego se ha calculado el promedio para un período de 15 semanas, que incluye los meses de marzo, abril y mayo. A primera vista, se cree que todo está en equilibrio funcional, sin embargo, cuando se profundizó más, se encontró que estos factores no tienen un gran impacto en qué tan bien andan las cosas.

Tabla 10. Valores de promedio OEE

	Semana	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad
Marzo	Semana 1	76.04 %	80.59 %	95.00 %
	Semana 2	73.96 %	76.16 %	95.00 %
	Semana 3	78.75 %	75.13 %	95.00 %
	Semana 4	72.08 %	74.81 %	95.00 %
	Semana 5	72.92 %	78.02 %	95.00 %
Abril	Semana 1	71.04 %	70.46 %	95.00 %
	Semana 2	80.83 %	71.06 %	95.00 %

	Semana 3	71.46 %	68.93 %	95.00 %
	Semana 4	73.33 %	69.73 %	95.00 %
	Semana 5	69.27 %	74.29 %	95.00 %
Mayo	Semana 1	72.92 %	78.82 %	95.00 %
	Semana 2	72.92 %	81.37 %	95.00 %
	Semana 3	76.04 %	76.32 %	95.00 %
	Semana 4	75.21 %	76.68 %	95.00 %
	Semana 5	72.71 %	82.94 %	95.00 %
	Promedio	73.97 %	75.69 %	95.00 %

En la Figura 12, se exhibe de manera similar a las anteriores, las gráficas de los factores de la Eficiencia Global durante ocho semanas. Un patrón interesante en esta gráfica, la calidad fue el factor con la proporción más amplia en el análisis de la evaluación de las máquinas, con un promedio del 95 % entre ambos equipos. La disponibilidad fluctuó entre el 69 % y el 81 % a lo largo de las semanas, mientras que el rendimiento presentó promedios que variaron entre el 70 y el 80 %.

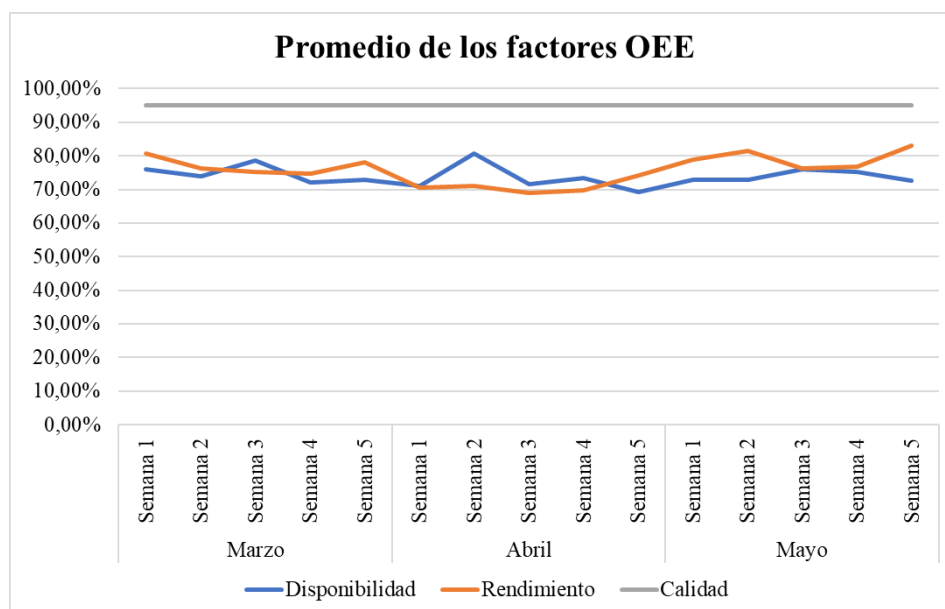


Figura 12. Valores promedios OEE

3.9.2. Establecer un plan de mantenimiento preventivo mediante su disponibilidad

En cuanto a este paso realizado en la tercera fase, el análisis que se lleva a cabo lograr conseguir la disponibilidad promedio que se tiene los meses de junio y julio de los dos equipos antes de que se pusiera en marcha el plan. Asimismo, para tener dicho plan de mantenimiento fue obligatorio identificar las fallas o averías que se tiene en la operación de los equipos. Para la precisión de los resultados también se utiliza indicadores claves que permitieron el análisis para la obtención de la disponibilidad, como lo es el tiempo entre fallos MTBF o tiempo medio entre

fallas MTTR. Por tanto, cómo se obtiene el indicador MTBF resto los tiempos de paros al tiempo total de trabajo, luego, se divide por el número de falencias que tuvieron. De misma forma, se ha obtenido el MTTR hacen la relación entre el tiempo total de paros y el número de fallas que existen.

Los dos indicadores anteriores fueron de mucha importancia para poder calcular la disponibilidad de la máquina. Lo anterior en la Tabla 11 se evidencia con el cálculo de disponibilidad para las 8 semanas relativas a los meses de marzo, abril y mayo. Se muestra a continuación los cálculos de los indicadores obtenidos de las operaciones con las que fueron adquiridos, lo que adecúa observar cómo era la eficacia operativa antes de que se implementara el mantenimiento productivo total.

Las interpretaciones se rigen en la operación real sobre el tiempo medio entre las falencias y el tiempo medio de reparación. Para el caso de la tejeduría, la meta era un MTBF estimado de 2100 y MTTR de 300 min. Si bien la disponibilidad en términos reales varió de 69 a 80%, también se aprecia cómo mejoraría con un mantenimiento preventivo mejorado.

Los datos de la siguiente tabla 11, fueron recopilados a lo largo de varias semanas al observar y tomar nota de los diferentes tiempos necesarios para realizar comparaciones.

Tabla 11. Datos de disponibilidad de telares

Marzo				
Equipo	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Tiempo de trabajo	2400	2400	2400	2400
Tiempo Muerto	625	510	670	650
MTBF real (min.)	1775	1890	1730	1750
MTBF meta (min.)	2100	2100	2100	2100
MTTR real (min.)	625	510	670	650
MTTR meta (min.)	300	300	300	300
Disponibilidad real	73.96 %	78.75 %	72.08 %	72.92 %

Abril				
Equipo	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9
Tiempo de trabajo	2400	2400	2400	2400
Tiempo Muerto	695	460	685	640
MTBF real (min.)	1705	1940	1715	1760
MTBF meta (min.)	2100	2100	2100	2100
MTTR real (min.)	695	460	685	640
MTTR meta (min.)	300	300	300	300
Disponibilidad real	71.04 %	80.83 %	71.46 %	73.33 %

Equipo	Mayo			
	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15
Tiempo de trabajo	2400	2400	2400	2400
Tiempo Muerto	650	575	595	655
MTBF real (min.)	1750	1825	1805	1745
MTBF meta (min.)	2100	2100	2100	2100
MTTR real (min.)	650	575	595	655
MTTR meta (min.)	300	300	300	300
Disponibilidad real	72.92 %	76.04 %	75.21 %	72.71 %

En la gráfica de barras de la Figura 13 se aprecia los tiempos entre fallas a lo largo de 15 semanas para la maquinaria de los telares de marca Nouvo Pignone. Al mirar detenidamente, se puede ver que ninguna de las semanas superó la meta de 2100 minutos propuesta para el área de tejeduría. Todas estas las semanas se representaron de color rojo.

El analizar de estos tiempos da como resultado esencial el mejorar la disponibilidad de los telares, ya que admitió identificar y reducir las fallas en sus operaciones. Esta evaluación constante es decisiva para implementar estrategias de mantenimiento que ayuden a mejorar la eficiencia y la continuidad del funcionamiento de la maquinaria.

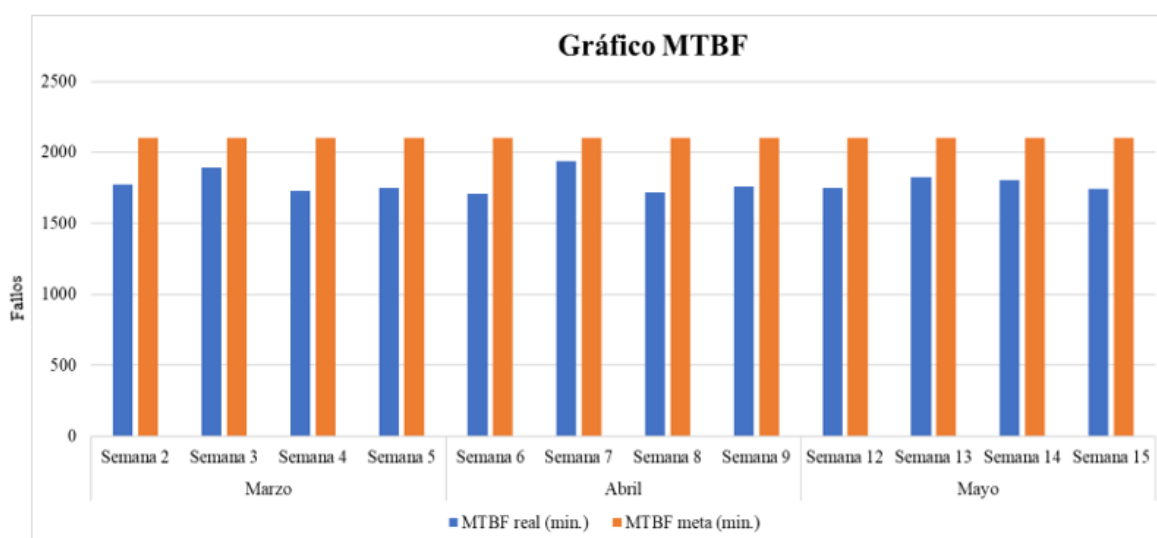


Figura 13. Tiempos entre fallos de los telares

En la Figura 14 se presenta una gráfica de barras que da a conocer el tiempo dedicado a mantenimientos de la maquinaria. Y al apreciar detenidamente los datos semanales, se evidencia que los tiempos obtenidos destacaron consistentemente la línea de meta, al indicar que los resultados no fueron favorables. Este patrón indica una deficiencia en el control de mantenimiento y reparación.

Según bases teóricas, la finalidad de monitorear el tiempo de reparación es disminuir la periodicidad de fallas y las mediaciones necesarias en el equipo. Sin embargo, los datos mostrados en la gráfica, manifiesta que esta meta no se ha logrado, tomar más en cuenta la necesidad de revisar y mejorar las estrategias de mantenimiento implementadas para alcanzar una mayor eficiencia operativa y aminorar el tiempo de inactividad de los telares de marca Nouvo Pignone.

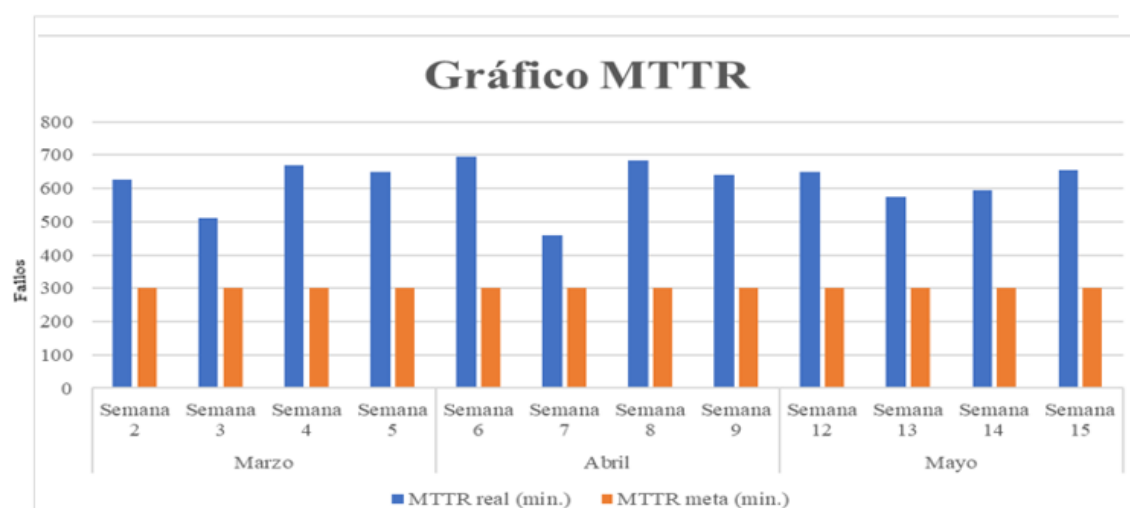


Figura 14. Tiempos de reparación de los telares

3.9.3. Entrenamiento para la operación y capacidades de mantenimiento

Para un entendimiento más completo de los equipos del área de tejeduría, se han destellado las habilidades de los recursos disponibles en la sección. Se han dispuesto dos folletos técnicos que puntualizan el despiece de los distintos componentes de estos equipos. De esta manera, el técnico podrá realizar un seguimiento efectivo del mantenimiento correctivo y realizar los cambios necesarios en los telares de marca Nouvo Pignone.

También, como parte de la implementación, se han determinado planes de mantenimiento preventivo, los cuales suministran al técnico el control e inspección continua de los equipos. Estos folletos técnicos están dispuestos específicamente para los técnicos, y deben ser examinados cada vez que se realice el mantenimiento.

La capacitación del personal ha sido decisiva en temas de mantenimiento y operación. Las etapas iniciales de implementación demandan un esfuerzo especial en la formación. Por lo tanto, se planteó al Comité de Mantenimiento Productivo Total (TPM) la fijación de planes de formación continua para el aprendizaje de los técnicos. Se propuso desarrollar capacitaciones

de por lo menos una vez al mes, con el fin de mejorar las operaciones y asegurar un fuerte y eficiente mantenimiento de la maquinaria.

3.9.4. Programa de gestión temprana de equipos

Mejora del mantenimiento para los nuevos equipos adquiridos: el paso implica que el coordinador del departamento en coordinación con las autoridades movilice desde el principio hasta el final del proceso de compra para solicitar la documentación necesaria proporcionada por la empresa fabricante. Un ejemplo de estos documentos incluye el manual del operador e instrucciones de mantenimiento que indican las frecuencias y procedimientos recomendados para los mismos equipos.

Con esta información, el área de tejido puede desarrollar estrategias y metodologías personalizadas de mantenimiento. El resultado son estrategias que apoyan la programación, la priorización y los procedimientos de mantenimiento. Se espera que, mediante regulaciones adecuadas, el equipo consiga la máxima vida útil y eficiencia. Con el mandato adicional: las operaciones se apresurarán a hacerlo y, por lo tanto, se minimiza el riesgo de falla mecánica.

Asimismo, la mejora del mantenimiento inicia con la adquisición informada y se extiende al uso de mantenimiento preventivo y correctivo alineado a la información del fabricante. Esta área no solo permite posibilitar la operatividad de los equipos, sino también fomenta la sostenibilidad y operatividad funcional de la tejeduría.

3.9.5. Análisis de productividad en las operaciones de los equipos

En esta etapa se realiza un análisis de la productividad de los equipos durante la operación que se efectuó. Es principal mencionar que la productividad es igual a la eficacia obtenida mediante las unidades producidas por el rendimiento de cada uno de los equipos

En la tabla 12 se observa la productividad durante el periodo de las 15 semanas antes de su implementación TPM. Para poder calcular la productividad fue necesario primeramente calcular la eficacia y el rendimiento obtenido en el OEE calculado anteriormente.

La prueba de esta operación se proyectó para 450 cobijas, al alcanzar la fabricación de 270 en las 15 semanas previstas, es decir, se fabricaron únicamente un 60% de lo que se esperaba obtener. Como resultado se obtuvo porcentajes realmente bajos, que oscilan de 41% a 51% en

su productividad, comprobó que no se tiene una operación óptima o adecuada durante los procesos.

En el Anexo 9 se presentan los cálculos que se efectuaron antes de implementar el TPM

Tabla 12. Productividad de las operaciones

Sección	Tejeduría		N° 1				
Mes/año	Marzo-Abril-Mayo		Observación	Resultados antes de la Implementación			
Semana	Unidades Fabricadas			TIEMPO DE UNIDADES PROCESADAS		Eficiencia	Productividad
	Unidades Producidas	Unidades Proyectadas	Eficacia	Tiempo estándar min	Tiempo de Producción Real		
1	18	30	60 %	4267.32	3439.033	80.59 %	48 %
2	20	30	67 %	4267.33	3249.999	76.16 %	51 %
3	17	30	57 %	4267.34	3206.053	75.13 %	43 %
4	17	30	57 %	4267.35	3192.405	74.81 %	42 %
5	19	30	63 %	4267.36	3329.394	78.02 %	49 %
6	20	30	67 %	4267.37	3006.789	70.46 %	47 %
7	20	30	67 %	4267.38	3032.400	71.06 %	47 %
8	19	30	63 %	4267.39	2941.512	68.93 %	44 %
9	18	30	60 %	4267.40	2975.658	69.73 %	42 %
10	17	30	57 %	4267.41	3170.259	74.29 %	42 %
11	16	30	53 %	4267.42	3363.580	78.82 %	42 %
12	18	30	60 %	4267.43	3472.408	81.37 %	49 %
13	16	30	53 %	4267.44	3256.910	76.32 %	41 %
14	18	30	60 %	4267.45	3272.281	76.68 %	46 %
15	17	30	57 %	4267.46	3539.431	82.94 %	47 %
Total, de unidades		270	450				

Nota: Autoría propia

Entre marzo y mayo, en Tejeduría, la eficacia semanal se encuentra entre el 53 % y el 67 %, mientras que la eficiencia oscila entre el 68.93 % y 82.94 %. La productividad, medida en porcentaje de unidades producidas en relación con las proyectadas, transcurre entre el 41 % y el 51 %, al evidenciar que importantes variaciones semanales. En total se realizaron 270 unidades cuando se había proyectado 450.



Figura 15. Gráfica de línea de la productividad antes de la implementación

La figura 15. representa la productividad semanal en la sección de Tejeduría antes de la implementación de un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM). Se observa una variabilidad en los niveles de productividad, con un rendimiento inicial alrededor del 50 %, seguido de una disminución significativa hasta alcanzar puntos bajos en la semana 3. A partir de la semana 8, la productividad muestra una tendencia más estable, alrededor del 40 %, con una ligera recuperación hacia el final del período, supero el 45 %. Estos datos reflejan la situación de la eficiencia productiva previa a la aplicación del TPM.

CAPÍTULO IV

Se implementa completamente y fue evaluado al final de su tercer mes y durante esta fase final, se puso énfasis en la mejora continua de los procesos implementados. Se realiza una evaluación cuantitativa de los resultados que utilizan indicadores de desempeño, y estos fueron presentados al personal para concientizarlos sobre las causas subyacentes de los problemas en las operaciones.

4.1. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Esto se centra en el análisis que existe, entre la frecuencia de mantenimientos que existen y la participación de personal, y permite así ajustar las maneras de mantenimiento, identificar áreas de mejora y tener en cuenta si hubo o no un cambio entre la productividad y los costos.

4.1.1. Consolidación del TPM y mejora de los objetivos

En resumen, el programa de Mantenimiento Productivo Total fue completamente implementado y evaluado al final de su tercer mes de implementación. Durante la última fase de esta implementación, se centró únicamente en la mejora continua de cada uno de los procesos implementados anteriormente. A partir de esa implementación, se realiza una evaluación cuantitativa de los resultados creados a través de los indicadores de desempeño recomendados previamente. Luego, los resultados fueron presentados a todos los miembros del personal con el objetivo de crear conciencia sobre las subyacentes causas de los problemas identificados en las operaciones diarias de la planta.

En cuanto a la implementación del programa de Mantenimiento Productivo Total. Al finalizar el tercer mes del programa, se realiza una profunda evaluación de las dimensiones revisadas puede realizarse en función de los objetivos específicos que se revisaron posteriormente al comienzo de este programa.

Se mide índices de mejora porcentual que superan el 10 por ciento desde la implementación total del programa de mantenimiento. Como resultado, la experiencia del programa puede funcionar para cada uno de los puestos de la planta; sin embargo, la administración adecuada de estos delegados parece ser necesaria.

Resultados de la Eficiencia Global de equipos (OEE)

Se procede a realizar una nueva prueba de operación en los telares de marca Nuovo Pignone. Los resultados promedios mejorados

Tabla 13. Promedio de eficiencias

	Semana	Promedio OEE
Julio	Semana 1	80.96 %
	Semana 2	74.11 %
	Semana 3	74.20 %
	Semana 4	72.98 %
	Semana 5	77.05 %
Agosto	Semana 1	70.39 %
	Semana 2	75.39 %
	Semana 3	68.68 %
	Semana 4	70.75 %
	Semana 5	73.65 %
Septiembre	Semana 1	60.49 %
	Semana 2	64.93 %
	Semana 3	61.06 %
	Semana 4	61.67 %
	Semana 5	64.45 %
	X	70.05 %

En la tabla 13, se evidencio una mejora con respecto la eficiencia global de los equipos antes de aplicar el TPM de un 13 % aproximadamente.

En la Figura 15 se exhiben los valores de eficiencia de los equipos que corresponden a los telares mediante un periodo de 3 meses, ensayados por semanas de trabajo después de la incorporación del TPM. A continuación, se expone la variabilidad de los valores alcanzados, los cuales fluctuaron entre el 60% y el 81%.

La Tabla 14 entraña los datos que se obtuvieron mediante los indicadores de Eficiencia Global posteriores de emplear el TPM, los cuales envuelven la disponibilidad, el rendimiento y la calidad se ha superado. Los valores han sido dispersos por equipos y se han calculado las medias

a lo largo de un periodo de 15 semanas correspondientes a los meses de julio, agosto y septiembre.

Tabla 14. Valores promedios

	Semana	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad
Julio	Semana 1	86.46 %	93.64 %	95.00 %
	Semana 2	83.75 %	88.49 %	95.00 %
	Semana 3	85.00 %	87.30 %	95.00 %
	Semana 4	83.96 %	86.92 %	95.00 %
	Semana 5	85.00 %	90.65 %	95.00 %
Agosto	Semana 1	80.83 %	87.08 %	95.00 %
	Semana 2	85.83 %	87.83 %	95.00 %
	Semana 3	80.63 %	85.19 %	95.00 %
	Semana 4	82.08 %	86.19 %	95.00 %
	Semana 5	80.21 %	91.82 %	95.00 %
Septiembre	Semana 1	76.74 %	78.82 %	95.00 %
	Semana 2	79.79 %	81.37 %	95.00 %
	Semana 3	80.00 %	76.32 %	95.00 %
	Semana 4	80.42 %	76.68 %	95.00 %
	Semana 5	77.71 %	82.94 %	95.00 %
Promedio		81.89 %	85.42 %	95.00 %

Igualmente, a las gráficas anteriores, en la Figura 16 se aprecia las gráficas de los factores de la Eficiencia Global durante un ciclo de 15 semanas. En esta gráfica, se recalca que la calidad es el factor con mayor porcentaje dentro del análisis de evaluación de los equipos, prevalecen en una media del 95 % entre ambos equipos. Por su parte, en la gráfica se puede evidenciar que la disponibilidad osciló entre el 77 % y el 87 %, mientras que el rendimiento se enseñó con promedios que ondearon entre el 76 % y el 93 %.

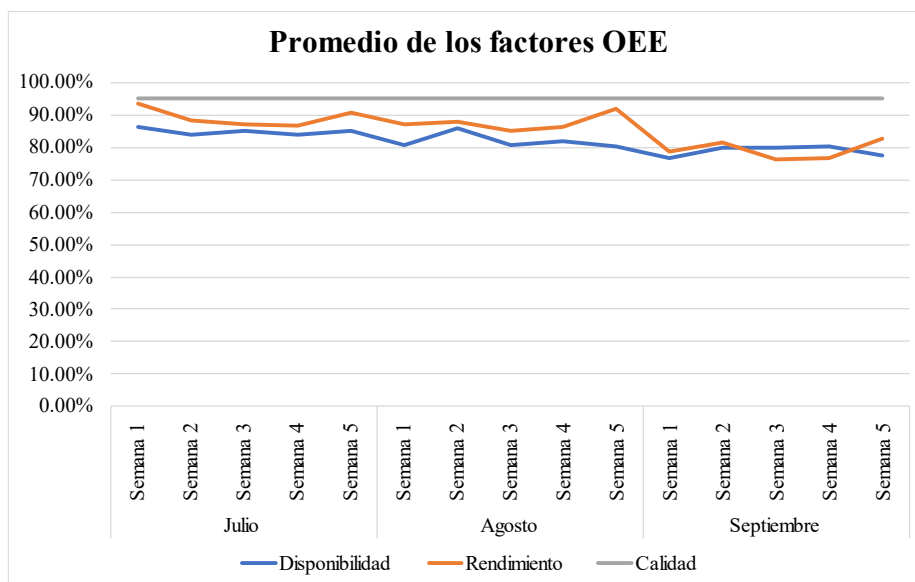


Figura 16. Valores promedios OEE

A continuación, se presenta una tabla en la cual se trata de comparar los índices porcentuales de los promedios de eficiencia obtenidos a mediante de las pruebas de operación. Los resultados incluidos en este cuadro reflejan un análisis comparativo entre las condiciones previas y posteriores a la ejecución del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

En la tabla 15, se expone una tabla de comparación entre los resultados del promedio de OEE antes y después de la implementación del TPM.

Tabla 15. Comparativa OEE

	Promedio OEE Antes	Promedio OEE Después
Semana 1	61.28 %	80.96 %
Semana 2	56.33 %	74.11 %
Semana 3	59.17 %	74.20 %
Semana 4	53.93 %	72.98 %
Semana 5	56.89 %	77.05 %
Semana 1	50.05 %	70.39 %
Semana 2	57.44 %	75.39 %
Semana 3	49.25 %	68.68 %
Semana 4	51.14 %	70.75 %
Semana 5	51.46 %	73.65 %
Semana 1	57.48 %	60.49 %
Semana 2	59.34 %	64.93 %
Semana 3	58.04 %	61.06 %
Semana 4	57.67 %	61.67 %
Semana 5	60.30 %	64.45 %
X	55.98 %	70.05 %

En el caso de la disponibilidad de equipos

La disponibilidad Real osciló de 72 a 86 lo que indica que existió un aumento significativo tras la aplicación del TPM aunque disminuyo de apoco, se mantiene con una disponibilidad aceptable.

Tabla 16. Datos de disponibilidad de telares

Julio				
	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Tiempo de trabajo	2400	2400	2400	2400
Tiempo Muerto	390	360	385	360
MTBF real (min.)	2010	2040	2015	2040
MTBF meta (min.)	2100	2100	2100	2100
MTTR real (min.)	390	360	385	360
MTTR meta (min.)	300	300	300	300
Disponibilidad real	84 %	85 %	84 %	85 %
Agosto				
	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9
Tiempo de trabajo	2400	2400	2400	2400
Tiempo Muerto	460	340	465	430
MTBF real (min.)	1940	2060	1935	1970
MTBF meta (min.)	2100	2100	2100	2100
MTTR real (min.)	460	340	465	430
MTTR meta (min.)	300	300	300	300
Disponibilidad real	81 %	86 %	81 %	82 %
Septiembre				
	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15
Tiempo de trabajo	960	1440	2400	2400
Tiempo Muerto	190	335	485	480
MTBF real (min.)	770	1105	1915	1920
MTBF meta (min.)	840	1260	2100	2100
MTTR real (min.)	190	335	485	480
MTTR meta (min.)	120	180	300	300
Disponibilidad real	72.92 %	76.04 %	75.21 %	72.71 %

En la gráfica de barras de la Figura 18 se exhibe los tiempos entre fallas a lo largo de 15 semanas para la maquinaria de los telares de marca Nouvo Pignone. Detenidamente, se puede dar cuenta

que en su mayoría superaron la meta de 2100 minutos propuesta para el área de tejeduría. En su mayoría, las semanas se cambió de rojo de a verde, indican que se obtienen un gran paso hacia la meta propuesta.

El análisis de estos tiempos resultó fundamental para mejorar la disponibilidad de los telares, ya que permitió identificar y reducir las fallas en sus operaciones. Esta evaluación constante es crucial para implementar estrategias de mantenimiento que optimicen la eficiencia y la continuidad del funcionamiento de la maquinaria.

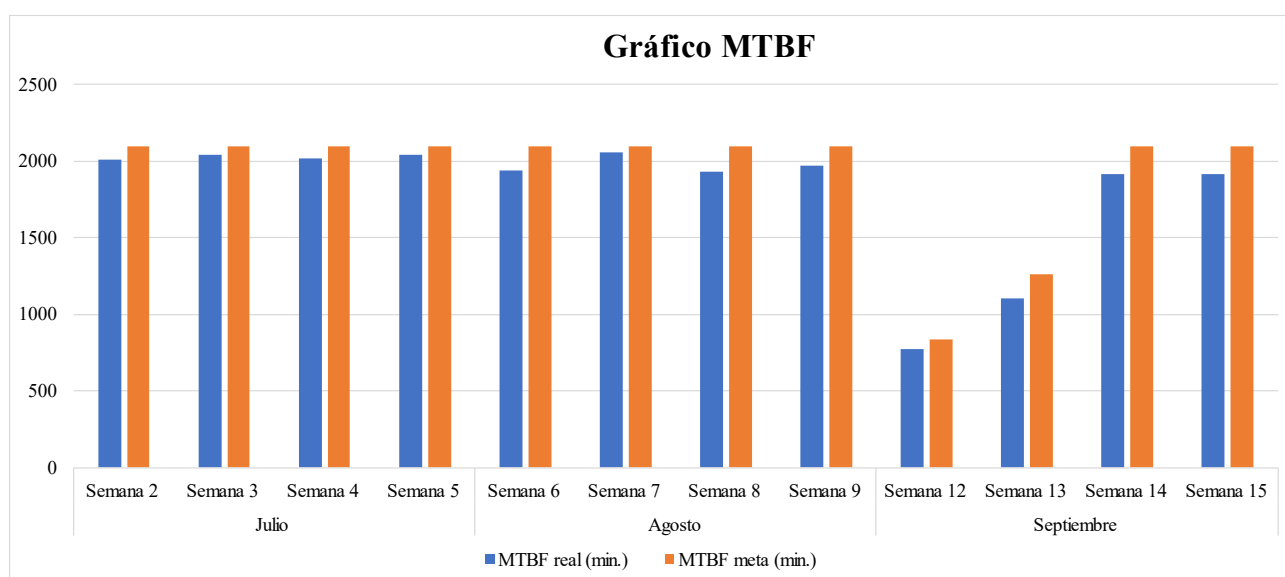


Figura 17. Tiempos entre fallos de los telares

En la Figura 19 se presenta una gráfica de barras que muestra el tiempo dedicado a reparaciones de la maquinaria. Al observar los datos semanalmente, se evidencia que los tiempos obtenidos superaron consistentemente la línea de meta, indican que los resultados no han sido favorables. Este patrón sugiere una deficiencia en el control de mantenimiento y reparación.

Según nuestras bases teóricas, la finalidad de monitorear el tiempo de reparación es disminuir la frecuencia de fallas y las intervenciones necesarias en el equipo. Sin embargo, los datos reflejados en la gráfica demuestran que esta meta no se ha logrado, la necesidad de revisar y mejorar las estrategias de mantenimiento implementadas para alcanzar una mayor eficiencia operativa y reducir el tiempo de inactividad de los telares de marca Novo Pignone.

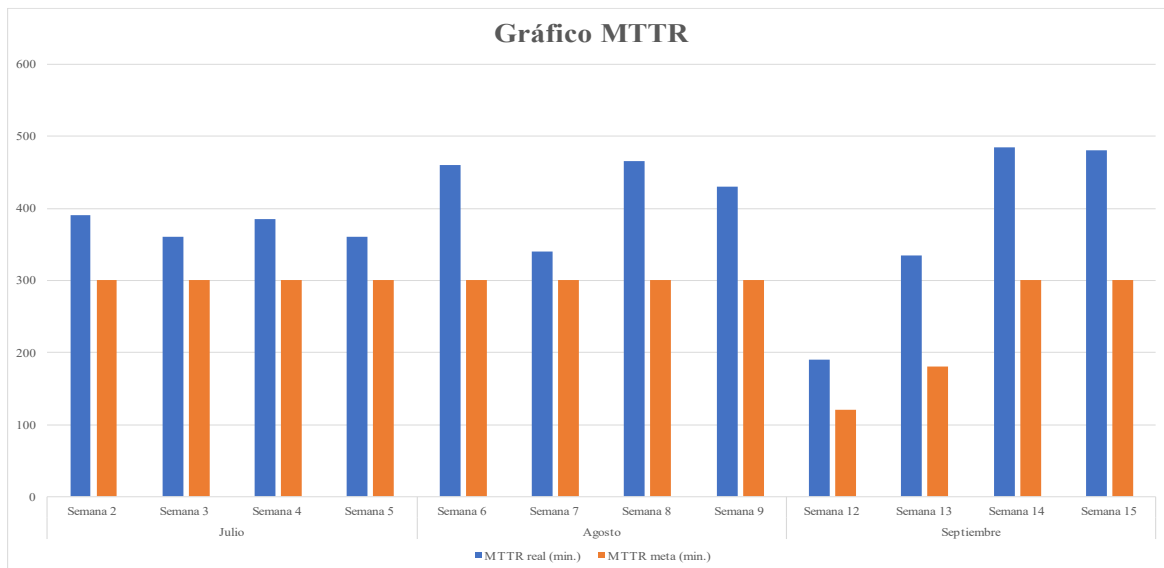


Figura 18. Tiempos de reparación de los telares

Para finalizar la interpretación de los datos a continuación, se presenta un cuadro comparativo de los promedios de disponibilidad que se obtuvieron mediante las pruebas de operación. Se puede evidenciar el antes y después de la implantación del TPM

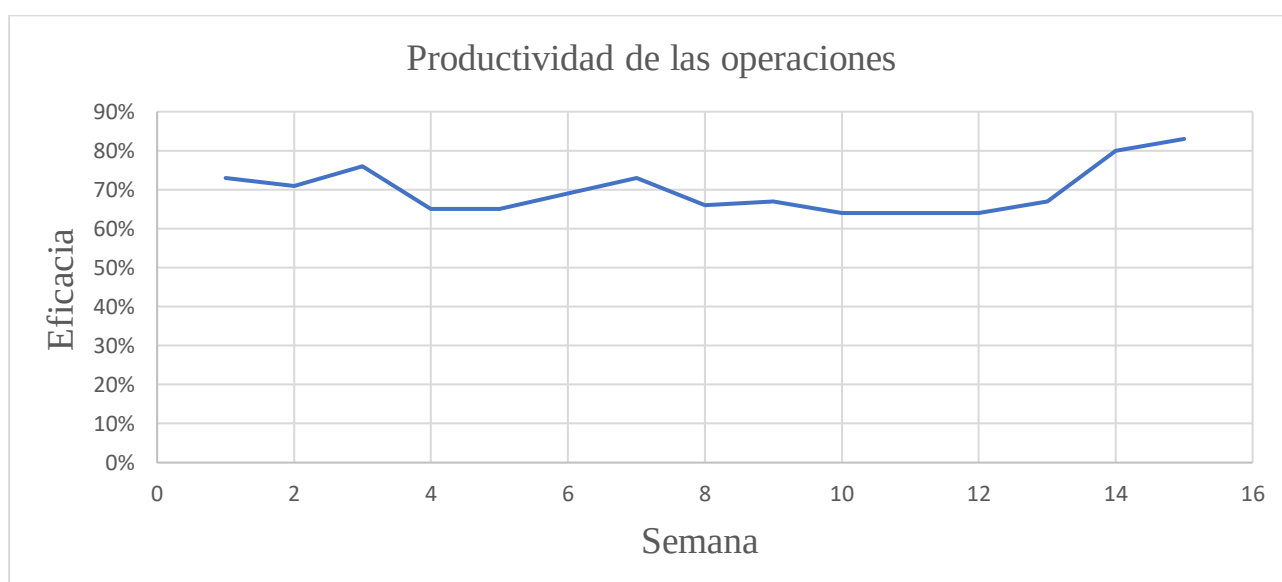
En la tabla N° 17 podemos evidenciar una mejora con respecto a la productividad en comparación a antes de que se realice el TPM

Tabla 17. Productividad Post TPM

Productividad de las operaciones							
Sección	Tejeduría			N° 1			
Mes/año	Julio-Agosto-Septiembre		Observación	Resultados antes de la Implementación			
Semana	Unidades Fabricadas		Eficacia	TIEMPO estándar min	DE UNIDADES DE PROCESADAS	Eficiencia	Productividad
	Unidades Producidas	Unidades Proyectadas		Tiempo estándar min	Tiempo de Producción Real		
1	26	30	87 %	4267.32	3573.881	83.75 %	73 %
2	25	30	83 %	4267.33	3627.231	85.00 %	71 %
3	27	30	90 %	4267.34	3582.788	83.96 %	76 %
4	23	30	77 %	4267.35	3627.248	85.00 %	65 %
5	24	30	80 %	4267.36	3449.449	80.83 %	65 %
6	24	30	80 %	4267.37	3662.826	85.83 %	69 %
7	27	30	90 %	4267.38	3440.575	80.63 %	73 %
8	24	30	80 %	4267.39	3502.816	82.08 %	66 %
9	25	30	83 %	4267.40	3422.810	80.21 %	67 %

10	25	30	83 %	4267.41	3274.644	76.74 %	64 %
11	24	30	80 %	4267.42	3405.046	79.79 %	64 %
12	25	30	83 %	4267.43	3274.660	76.74 %	64 %
13	25	30	83 %	4267.44	3413.952	80.00 %	67 %
14	28	30	93 %	4267.45	3662.895	85.83 %	80 %
15	29	30	97 %	4267.46	3662.903	85.83 %	83 %

Total de unidades	381	450
-------------------	-----	-----



Como conclusión de esta interpretación, se enseña una tabla la cual busca comparar los índices porcentuales de la productividad lograda a través de las pruebas de operación. Los resultados reflejados en este cuadro forman parte del análisis realizado antes y después de implementar lo que es el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Tabla 18. Comparativa de productividad

	Productividad Antes	Productividad Después
Semana 1	48 %	73 %
Semana 2	51 %	71 %
Semana 3	43 %	76 %
Semana 4	42 %	65 %
Semana 5	49 %	65 %
Semana 1	47 %	69 %
Semana 2	47 %	73 %

Semana 3	44 %	66 %
Semana 4	42 %	67 %
Semana 5	42 %	64 %
Semana 1	42 %	64 %
Semana 2	49 %	64 %
Semana 3	41 %	67 %
Semana 4	46 %	80 %
Semana 5	47 %	83 %

Presentación de los resultados

Aly Textiles comienza a utilizar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar su trabajo, utilizar menos cosas y fabricar más productos en la parte de tejido. Este plan tiene como objetivo dejar de perder dinero, hacer que las máquinas funcionen mejor y mejoren con el tiempo.

Incremento en la Productividad

La productividad significa qué tan bien hacemos las cosas en comparación con cuánto podríamos ganar. Muestra qué tan bien una empresa utiliza sus recursos para hacer cosas o hacer que funcionen.

Resultados y Análisis

Antes de la Implementación

La productividad media se situaba en un nivel moderado del 53.00 %, lo que indica una subutilización significativa de la capacidad instalada.

Después de la Implementación

Hubo un gran salto hasta el 85,23 %, lo que demuestra que los procesos de producción están mucho mejor gestionados y realizados.

Al utilizar mejor los recursos, se hace más actividades. Se desperdicia menos tiempo y materiales y los departamentos trabajan mejor juntos, lo que hace que las operaciones sean más eficientes. Aly Textiles ahora puede fabricar más productos rápidamente, lo que les ayuda a satisfacer los deseos de los clientes.

Mejora en la Eficiencia General de los Equipos (OEE)

El OEE es una métrica compuesta que integra tres elementos fundamentales: disponibilidad, rendimiento y calidad. Este indicador ofrece una visión holística del desempeño de los equipos y es esencial para identificar oportunidades de mejora en las operaciones.

Resultados y Análisis

Antes de la Implementación:

El OEE se mantenía en un 58.75 %, al reflejar ineficiencias en el uso del equipo, tiempos de inactividad frecuentes y problemas de calidad.

Después de la Implementación

El OEE mejoró significativamente a un 82.5 %, lo que indica una reducción de las pérdidas en los tres componentes evaluados.

La mejora en el OEE es un reflejo de la capacidad de Aly Textiles para maximizar el tiempo de operación de sus equipos (disponibilidad), mantener un rendimiento óptimo (velocidad de producción) y originar productos de alta calidad (sin defectos). Esta mejora aumentaría no solo la eficiencia operativa, sino que también reduciría los costos que se relaciona con lo que es la producción defectuosa y el tiempo de inactividad no planificado.

Aumento en la Disponibilidad de los Equipos

Una medida durante el tiempo es la disponibilidad en la cual los equipos están operativos y dispuestos para la producción, comparado con el tiempo total programado. Es un componente crítico del OEE y un indicador directo de la eficacia de las actividades de mantenimiento.

Resultados y Análisis

Antes de la Implementación

La disponibilidad promedio de los equipos era del 71.38%, lo que indica una cantidad considerable de tiempo de inactividad debido a fallas, mantenimientos imprevistos y otros factores disruptivos.

Después de la Implementación

Se logró una disponibilidad del 86.88%, la cual refleja una mejora importante en la gestión de los tiempos de inactividad.

El aumento en la disponibilidad es indicativo de una mejora en la fiabilidad y operatividad de los equipos. La ejecución de prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo lo cual permitió una planificación más segura de las intervenciones, el tiempo de inactividad no planificado y optimizan el uso de los recursos. Esto también contribuye a una mayor capacidad de producción y una mejor utilización del capital invertido en equipos.

Consistencia y Reducción de Variabilidad

La consistencia y la reducción de la variabilidad son decisivas para la estandarización de los procesos y la mejora continua. La inestabilidad en los procesos puede llevar a inconsistencias en la calidad del producto y a una eficiencia operativa subóptima.

Resultados y Análisis

Antes de la Implementación

Se observó una alta variabilidad en la productividad, OEE y disponibilidad, lo que reflejaba inconsistencias en los procesos y la gestión operativa.

Después de la Implementación

La variabilidad se sujetó significativamente, indican una estandarización y equilibrio de los procesos de producción.

La disminución de la variabilidad es un resultado directo de la implementación de procedimientos nivelados y la mejora en la capacitación del personal. La firmeza en los procesos permite una mejor previsibilidad y planificación, lo que a su vez mejora la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Además, facilita la identificación y resolución de problemas, contribuyen a una mejora de manera continua.

Impacto General y Beneficios

Optimización de recursos

La mejora de la eficiencia operativa y la reducción de pérdidas optimiza la utilización de los recursos, lo que permite a Aly Textiles aumentar su retorno de la inversión. Esto es esencial para seguir competitivo en el mercado y garantizar una gestión financiera sana.

Mejorar la calidad del producto

La implementación de estándares de calidad más estrictos y una mejor gestión de procesos dieron como resultado productos de mayor calidad. Esto no sólo aumenta el reconocimiento de la marca, sino que también reduce los costos asociados con el retrabajo y las devoluciones.

Satisfacción del cliente

La capacidad de producir constantemente productos de alta calidad y responder eficazmente a las demandas del mercado aumenta la satisfacción del cliente. Esto es fundamental para retener clientes y adquirir nuevos mercados.

Análisis Descriptivo: Caracterización de los Datos

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en Aly Textiles se lleva a cabo con el objetivo de optimizar la eficiencia operativa y mejorar la calidad de la producción en el área de tejeduría. El TPM es una metodología integral que busca maximizar la eficacia del equipo y minimizar las pérdidas operativas. Este análisis se centra en la evaluación de tres indicadores clave antes y después de la implementación del TPM: la productividad, la eficiencia general de los equipos (OEE), y la disponibilidad. Utilizar herramientas estadísticas avanzadas, se busca no solo cuantificar los cambios observados, sino también entender las implicaciones de estos cambios en el rendimiento general de la planta.

Productividad

- La productividad es una medida importante de la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes. En este estudio se define como la producción efectiva como porcentaje de la máxima capacidad de producción posible.

Antes de la implementación:

- La productividad media es 53,00% con una desviación estándar de 8,10%. Esto muestra que, en promedio, poco más de la mitad de la capacidad se utiliza efectivamente y que existe una variabilidad considerable en el desempeño de la planta. Los valores mínimo y máximo de productividad son 37,0% y 61,7% respectivamente.

- **Después de la implementación:**
- La productividad promedio aumentó significativamente a 85,23 % y la desviación estándar disminuyó a 3,83 %. Un aumento en el valor medio y una disminución en la desviación estándar indican no sólo un aumento en la eficiencia general sino también una mayor consistencia en el proceso de producción.
- **Eficacia general del equipo (OEE)**
- La eficacia general del equipo (OEE) es una métrica compuesta que combina disponibilidad, rendimiento y calidad para proporcionar una visión holística del rendimiento del equipo. Es uno de los indicadores clave del TPM y es fundamental para identificar áreas de mejora en el proceso productivo. Antes de la Implementación:
 - El OEE se mantuvo constante en 58.75%. La falta de variabilidad en los datos sugiere una limitación en las prácticas operativas y de mantenimiento que no permitían variaciones significativas ni mejoras en la eficiencia de los equipos.
- **Después de la Implementación:**
 - El OEE mostró una mejora drástica, al alcanzar un 82.5%. Este cambio refleja una mejora integral en todos los componentes del OEE: disponibilidad, rendimiento y calidad. La falta de desviación estándar post-implementación indica que esta mejora fue uniforme y sostenida, lo que es un indicativo de la efectividad de las nuevas prácticas y procedimientos implementados.

Disponibilidad

La disponibilidad es una medida de la igualdad de tiempo que los equipos están operativos y listos para producir, en comparación con el tiempo total disponible. Es un aparato crucial del OEE y un indicador directo de la eficacia del mantenimiento preventivo y correctivo.

- **Antes de la Implementación:**
 - La disponibilidad promedio fue **71.38%**, con una desviación estándar de **0.0%**, el cual indica que los equipos estuvieron disponibles para la producción aproximadamente el 71% del tiempo total. La ausencia de variabilidad en los datos sugiere una rutina estable pero subóptima de disponibilidad, posiblemente debido a tiempos de inactividad predecibles y recurrentes.

- **Después de la Implementación:**

- El medio aumentó a 86.88%, lo que indica una mejora significativa en la gestión de los tiempos de inactividad y una mayor eficiencia en la utilización del tiempo de producción disponible. Este cambio fue constante en todas las operaciones, como lo indica la falta de desviación estándar, lo que sugiere que las mejoras introducidas fueron ampliamente efectivas y aplicadas de manera consistente.

Pruebas de Normalidad

Para validar el uso de técnicas estadísticas paramétricas, se realizaron pruebas de normalidad para cada una de las métricas antes y después de la implementación del TPM. La Prueba de Shapiro-Wilk fue la elegida para este análisis debido a su sensibilidad y capacidad de detección de desviaciones.

- **Productividad Antes:** La prueba resultó en un p-valor de 0.38, lo que sugiere que los datos de productividad antes de la ejecución pueden ser tratados como normalmente comercializados, los mismos que fueron obtenidos durante un tiempo de recopilación.
- **Productividad Después:** El p-valor obtenido fue 0.11, también mayor a 0.05, apoya la suposición de normalidad, obtenidos al recopilarlos luego de la productividad de la tejeduría.
- **OEE y Disponibilidad:** Dado que ambas métricas carecen de variabilidad (valores constantes), la prueba de normalidad no proporciona resultados útiles. No obstante, este escenario no afecta el análisis, ya que la falta de variabilidad indica mejora.

Pruebas de Hipótesis

Se realizaron pruebas t de muestras relacionadas para evaluar si las diferencias observadas en las medias antes y después de la implementación del TPM eran estadísticamente significativas. Esta prueba es adecuada para comparar dos medias de grupos emparejados y evaluar si estas diferencias son lo suficientemente grandes como para no ser atribuibles al azar.

- **Productividad:**

- La prueba t trascendió en un estadístico t de -10.00 y un p-valor de 2.13e-05. Dado que el p-valor es considerablemente menor que el paso de significancia de 0.05, se concluye que la diferencia en las medias antes y después de la ejecución es estadísticamente significativa.

- **OEE:**

- El estadístico t fue $-\infty$, con un p-valor de 0.0, por tanto da una mejora significativa. La falta de variabilidad post-implementación sugiere que la mejora en OEE fue no solo significativa sino también consistente.

- **Disponibilidad:**

- Similar al OEE, el **estadístico t** fue $-\infty$ con un **p-valor de 0.0**, que indica una mejora significativa y consistente en la disponibilidad de los equipos.

Análisis Técnico y Expansivo del Estudio de SPSS

Tabla 19. Estadísticas descriptivas

	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Productividad Antes	53	8.1	37	61.7
Productividad Después	85.225	3.83	77.1	90.4
OEE Antes	58.75	0	58.75	58.75
OEE Después	82.5	0	82.5	82.5
Disponibilidad Antes	71.38	0	71.38	71.38
Disponibilidad Después	86.88	0	86.88	86.88

El análisis descriptivo se centra en la evaluación de las características básicas de los datos recolectados antes y después de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este análisis permite una primera comprensión del comportamiento de las variables mediante la evaluación de estadísticas básicas como la media, desviación estándar, mínimo y máximo.

Media

Esta métrica indica el valor promedio de los datos y es útil para identificar el punto central de una distribución de datos. En este estudio, la media de la productividad antes de la implementación fue del 53.00 %, mientras que después aumentó a 85.23 %. Este incremento significativo indica una mejora sustancial en el rendimiento operativo de la empresa tras la implementación del TPM.

Desviación Estándar

La desviación estándar es una medida de la dispersión de los datos en comparación con la media. Una desviación estándar baja indica que los datos están más concentrados cerca de la media, mientras que una desviación estándar alta indica que los datos están más dispersos. La desviación estándar de productividad de nuestro análisis anterior fue del 8,10 %, lo que refleja una mayor variabilidad en comparación con la desviación estándar del 3,83 % observada después de la implementación de TPM.

Valores Mínimos y Máximos

Estos valores resaltan los puntos críticos de distribución de datos. Por ejemplo, el valor mínimo de la productividad antes de la implementación fue del 37.0 % y el valor máximo fue del 61.7 %. Después de la implementación, los valores oscilaron entre el 77,1% y el 90,4 %, lo que indica un proceso más eficiente y eficaz.

Pruebas de Normalidad

Para muchas pruebas estadísticas inferenciales, como las pruebas t, las pruebas de normalidad son esenciales para determinar si los datos siguen una distribución normal. Para evaluar la normalidad de los datos en este estudio, se utiliza la Prueba de Shapiro-Wilk.

Variable	Shapiro-Wilk (p-value)
Productividad Antes	0.381574512
Productividad Después	0.109697923
OEE Antes	1
OEE Después	1
Disponibilidad Antes	1
Disponibilidad Después	1

Tabla 20. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Productividad

Antes

La prueba arrojó un p-valor de 0.38, lo cual es mayor a 0.05, ya que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad. Esto sugiere que los datos de productividad antes de la implementación pueden ser tratados como normalmente distribuidos.

Después

El p-valor obtenido posteriormente fue de 0.11, que resulta mayor a 0.05, que da conocer a que la hipótesis de que los datos son normales.

OEE y Disponibilidad

Para ambas métricas, los p-valores fueron 1.0 debido a la falta de variación en los datos (valores constantes). Este resultado indica una falta de información suficiente para realizar una prueba válida de normalidad. Sin embargo, la ausencia de variación sugiere una mejora uniforme y consistente tras la implementación del TPM.

3. Pruebas de Hipótesis

Las pruebas de hipótesis se utilizaron para evaluar si las diferencias observadas en las medias antes y después de la implementación del TPM eran estadísticamente significativas. En este contexto, se aplicaron pruebas t de muestras relacionadas para comparar los conjuntos de datos emparejados.

Variable	Estadístico t	p-value
Productividad	-10.0039	2.13E-05
OEE	-inf	0
Disponibilidad	-inf	0

Tabla 21. Prueba de hipotesis

Productividad

Estadístico t

Dado que el p-valor es significativamente menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencia significativa en las medias antes y después de la implementación. Esto confirma una mejora significativa en la productividad post-implementación del TPM.

OEE (Eficiencia General de los Equipos)

Estadístico t

El valor fue $-\infty$ debido a la falta de variación en los datos. El p-valor resultante fue 0.0, indicado una mejora significativa en el OEE. Aunque la prueba t no es del todo adecuada en este caso, la consistencia de los datos sugiere una mejora uniforme.

Disponibilidad

Estadístico t

Similar al caso del OEE, el valor fue $-\infty$ con un p-valor de 0.0. Este resultado también refleja una mejora significativa y consistente en la disponibilidad de los equipos post-implementación del TPM.

Interpretación Técnica y Conclusión

Los resultados del análisis estadístico muestran que la implementación de TPM tuvo un impacto positivo y significativo en las métricas de rendimiento importantes, como la productividad, la eficiencia global de los equipos (OEE) y la disponibilidad. Para mantener la competitividad y la eficiencia en el sector de artesanías textiles, la mejora en estos indicadores refleja una optimización en los procesos de producción y una mayor estabilidad operacional.

El análisis indica una notable disminución en la variabilidad de los procesos después de la implementación, lo que indica un control de calidad más eficiente y una menor frecuencia de problemas operativos. Estos resultados confirman la eficacia de TPM como estrategia de mantenimiento y mejora continua, brinda una base sólida para futuras implementaciones y mejoras en otras áreas de la organización.

Este análisis técnico y detallado proporciona una comprensión profunda de cómo el TPM puede transformar y mejorar las operaciones de una empresa, al ofrecer beneficios tangibles y cuantificables.

CONCLUSIONES

La implementación del TPM en Aly Textiles utiliza un aumento notable de la productividad, la media del 53.00% a un impresionante 85.23%. Este aumento no solo es guía numérico; indica una optimización significativa en la utilización de los recursos disponibles, lo que implica que se utiliza de manera más efectiva. Además, la mejora en la eficiencia operativa global sugiere que la gestión de los procesos productivos se ha vuelto mucho más efectiva, al dar una reducción de las pérdidas operacionales y una mayor capacidad de producción.

El análisis detallado demuestra que el OEE ha conseguido alcanzar el 82,5% en comparación con el 58,75% original. En cuanto a las tres áreas que mide —disponibilidad, rendimiento y calidad— estos resultados suponen progreso cualitativo. Técnica e industrialmente, el indicador mencionado anteriormente es innovador y clave en la industria, ya que permite evaluar el nivel de rendimiento de los equipos.

Podemos concluir de la uniformidad en los resultados antes mencionados que las razones de la mejora eran sistemáticamente implementadas y no emergentes individuales. La disponibilidad de los equipos, que mide el tiempo durante el cual estos están operativos y listos para la producción, también ha visto un aumento significativo, pasa del 71.38% al 86.88%. Esta extensión muestra una gestión más efectiva de los tiempos de inactividad, con una notable disminución de interrupciones no planificadas.

Las estadísticas de los equipos, que mide el tiempo durante el cual estos están operativos y listos para la producción, también ha visto un incremento significativo, pasa del 71.38% al 86.88%. Este aumento indica una gestión más efectiva de los tiempos de inactividad, con una notable disminución de interrupciones no planificadas. Por lo tanto, se asegura una continuidad mayor en las operaciones productivas, lo cual es vital para mantener la eficiencia en un entorno competitivo.

La evidencia empírica, basada en los resultados de las pruebas estadísticas, tales como las pruebas de muestras relacionadas y análisis de normalidad, es clara. Las mejoras observadas no son aleatorias; más bien, son directamente atribuibles al TPM. De esta forma, no solo se fortalece la validez de la metodología, sino que también se la certifica como una estrategia válida para la continua búsqueda de la excelencia operativa en entornos industriales.

RECOMENDACIONES

Es necesario que Aly Textiles mantenga un monitoreo constante del OEE y otros indicadores importantes de rendimiento (KPI) post-implementación. Este seguimiento permitirá identificar áreas adicionales de mejora y asegurarse de que los procesos se mantienen eficientes durante el tiempo.

Capacitación con regularidad del personal en las prácticas del TPM y en el uso de herramientas de mejora continua viene a ser fundamental para sostener los resultados logrados. Invertir en el desarrollo de habilidades puede dar mayor garantía para que así todos los empleados estén alineados con los objetivos de producción y mantenimiento.

Fomentar una cultura organizacional que tenga como prioridad la mejora continua es esencial para el éxito del TPM. Esto puede incluir la promoción de equipos de trabajo que nivelen problemas y planteen soluciones, así como la celebración de logros y mejoras en procesos.

Se recomienda realizar auditorías regulares de los procesos operativos para identificar cuellos de botella y áreas donde se pueda realizar mejoras agregadas. Herramientas como el análisis de causa raíz pueden ayudar a determinar problemas y mejorar la eficiencia operativa.

Aunque el TPM ya ha demostrado una mejora en la disponibilidad de equipos, la ejecución de estrategias de mantenimiento predictivo y preventivo podría optimizar aún más la eficiencia. Manejar tecnología para anunciar fallas antes de que ocurran pueden aminorar el tiempo de inactividad inesperado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. García, Gestión del Mantenimiento Preventivo Predictivo-Autónomo, Quito, Pichincha, Ecuador, 2015.
- [2] S. Shirose, Total Productive Maintenance: A Practical Approach to Manufacturing Excellence, Japan: The Institute of Plant Engineering, 1977.
- [3] S. Nakajima, TPM: Developing a Maintenance System for Zero Defects., New York: Productivity Press, 2018.
- [4] M. Rodriguez, ¿Cómo puede el TPM ayudarme a mejorar la gestión de Mantenimiento en mi empresa?, ryb2020, 2022.
- [5] P. Romero, TPM – Qué es y para que sirve este sistema, Geinfor ERP, 2021.
- [6] H. Martínez, Mantenimiento Productivo Total TPM, 2016.
- [7] SPC Consulting Group, 12 Pasos para implementar el TPM, SPC Consulting Group. SPC Consulting Group, 2019.
- [8] G. Rodríguez Valdés, Desarrollo de un procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincia Radiocuba Sancti Spíritus., Sancti Spíritus, 2018.
- [9] C. & P. I. Domínguez, Aplicación de los pilares del TPM para la mejora en el mantenimiento de la flota de ETIB SAS, Bogotá DC: Ing. Tesis, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2019.
- [10] E. Fernández Álvarez, Gestión de Mantenimiento, Lean Maintenance y TPM., 2018.
- [11] L. A. Avedaño Gallo y C. A. Barrera Fernández, Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de mecanizado, soldadura. Refrigeración y automotriz del centro industrial de mantenimiento de Girón, 2015.
- [12] O. A. Cáceres Roa y J. J. Gamez Puchuri, Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB Estructuras SAC, 2019., 2019.
- [13] E. Castillo Ramirez, Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la Empresa Fabrication Technology Company SAC para la mejora de la productividad., 2017.
- [14] V. W. Ching, Ejercicio de Implementación de una metodología TPM para línea de decapado mecánico., 2018.
- [15] E. Fernández Álvarez, Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM, 2018.

- [16] M. Fernández Negueruela y F. Rumi, Implementación de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa local, Doctoral dissertation, Universidad Argentina de la Empresa), 2014.
- [17] H. Baray, Introducción a la metodología de la investigación, Juan Carlos Martínez, 2016.
- [18] C. Bernal, Metodología de la Investigación, La Sabana, Colombia: Pearson., 2010.
- [19] E. Maya, Métodos y técnicas de investigación, 2014.
- [20] C. Huo, «Rapier Weaving Loom Smit Nuovo Pignone Tp522/Tp600 Telar de lanzadera Rapier 220cm Yom 1989 2212 Staubi Dobby,» 2019. [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_hftextilemachinery/product_Rapier-Weaving-Loom-Smit-Nuovo-Pignone-Tp522-Tp600-Rapier-Loom-220cm-Yom-1989-2212-Staubi-Dobby_ronsiuuyg.html. [Último acceso: 01 06 2024].
- [21] S. P. D. y L. A. J., «Estructura del mantenimiento productivo total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio ábrica de motores y ventiladores siemens S.A.,» 2013.

Anexos

Ficha técnica de equipos y sus complementos

GRUPO INNLEMA							
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS							
Código:		T1				Fotografía del equipo: 	
Nombre del equipo:		TELAR N°1					
Marca:	NOUVO PIGNONE	Modelo:	TP/636				
Serie:	51974	Ubicación:	TEJEDURÍA				
Fecha de compra:		2017					
Garantía en meses:		N/A					
Valor de compra:		N/A					
A cargo de:	MARIO LEMA / OSCAR TUQUERREZ			C.C:			
DATOS TÉCNICOS							
Tensión:	380 V	Intensidad:		Potencia:		Otra:	50 Hz
Otros:							
Partes:							
USOS O APLICACIONES							
Un telar textil plano es una herramienta utilizada para tejer telas planas, como algodón, lana, seda, sintéticos y mezclas de fibras. Este tipo de telar es comúnmente utilizado en la industria textil y en talleres de artesanía para crear una amplia variedad de tejidos, desde simples hasta complejos diseños.							
PRECAUCIONES/DANGER/CAUTION/WARNING							
Proveedor:				N/A			
Teléfono:	N/A						
e-mail:	N/A			Nombre de contacto:	N/A		

Estudio de tiempo del proceso de fabricación en el área de tejeduría

Actividad		Medición de tiempos (min)										X	Valoración	TN	Holguras	TS (min)
#	Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Transporte del rodillo con el urdido hacia las máquinas	2.60	2.82	3.17	2.71	2.79	2.95	3.01	2.91	2.90	3.02	2.87	0.95	2.73	0.18	3.91
2	Colocar los rodillos al encuelle de la máquina	20.13	19.93	20.27	20.09	19.78	20.07	19.90	19.97	20.03	19.89	20.02	1.95	39.04	0.14	40.18
3	Amarrado	250.70	246.14	254.82	251.19	244.75	245.45	249.35	257.41	254.10	251.83	250.43	2.95	738.78	0.15	739.93
4	Preparación de conos	20.15	22.01	13.65	19.46	11.02	12.73	15.84	21.03	24.69	17.59	17.84	3.95	70.47	0.15	71.62
5	Inicio de proceso de tejeduría	674.61	664.00	676.64	668.70	669.26	671.21	655.54	669.46	656.19	693.87	667.29	4.95	3303.08	0.14	3304.22
6	Sacar tela de la máquina	11.83	13.61	11.51	13.18	11.51	12.03	13.51	12.97	13.21	12.71	12.60	5.95	74.95	0.11	76.06
7	Transporte de la tela al área de cardado	4.39	4.26	4.43	4.44	4.24	4.41	4.19	4.39	4.41	4.55	4.35	6.95	30.24	0.17	31.41
Total (min)																4267.32

Análisis de criticidad integral de activos físicos

Tabla 22. Análisis de criticidad

FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
A	Menos de una por año	1
B	Entre 1 y 12 por año (1 interrupción mensual)	3
C	Entre 13 y 26 por año (1 interrupción por cada 2 semanas)	4
D	Entre 27 y 52 por año (1 interrupción semanal)	6
E	Más de 52 por año (Más de 1 interrupción semanal)	12

NIVEL DE PRODUCCIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
A	0 - 100 piezas/día	0
B	101 - 500 piezas/día	1
C	501 - 1000 piezas/día	2
D	1001 - 1500 piezas/día	4
E	1501 - 2000 piezas/día	6
F	2001 - 2500 piezas/día	9
G	Más de 2500 piezas/día	12

TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
A	Menos de 4 horas	1
B	Entre 4 y 8 horas	2
C	Entre 8 y 24 horas	4
D	Más de 24 horas	6

COSTOS DE REPARACIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
A	Menos de \$1.000,00	5
B	Entre \$1.000,00 a \$3.000,00	10
C	Más de \$3.000,00	25

IMPACTO EN LA SEGURIDAD		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
A	SI	35
B	NO	0

IMPACTO AMBIENTAL		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
A	SI	30
B	NO	0

La probabilidad de determinar la criticidad del equipo se puede calcular al estimar los puntos asignados en la tabla de criterios, se toma en cuenta tanto las frecuencias como los efectos relacionados. El nivel de producción afectado, el tiempo requerido para la reparación, los costos de reparación y los efectos en la seguridad y el medio ambiente son los factores clave para calcular el impacto total.

Esta metodología brinda una evaluación completa que ayuda a identificar los equipos más importantes para la gestión de riesgos y el mantenimiento. La suma de estos valores proporciona una visión cuantitativa del impacto total, lo que facilita la implementación y la planificación más efectiva de las estrategias de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el campo de la tejeduría. Esta evaluación es esencial para garantizar una operación segura y eficiente, reducir el tiempo de inactividad y maximizar la confiabilidad y disponibilidad del equipo.

$$\textbf{Críticidad} = (\text{Nivel de producción} \times \text{Tiempo de reparación}) + \text{Cost.de reparación} + \text{mpacto de seguridad} + \text{impacto de ambiente}$$

PROBABILIDAD DE CRITICIDAD						
Frecuencia (Puntos)	12					
	6					
	4					
	3					
	1					
		0 - 32	33 - 64	65 - 96	97 - 130	130 - 162
		Impacto Total (Puntos)				

NIVEL DE RIESGO	
	BAJO
	MEDIO
	MEDIO ALTO
	ALTO

Figura 19. Cuadro de probabilidad del impacto de criticidad

Valoración crítica de los equipos

Formato para el análisis de criticidad de los equipos			
Empresa Aly Textiles			
Modelo:	TP/636	Marca:	NOUVO PIGNONE
Ubicación:	TEJEDURÍA	Serie:	51974
		Año	1991
FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	
A	Menos de una por año	1	
B	Entre 1 y 12 por año (1 interrupción mensual)	3	X
C	Entre 13 y 26 por año (1 interrupción por cada 2 semanas)	4	
D	Entre 27 y 52 por año (1 interrupción semanal)	6	
E	Más de 52 por año (Más de 1 interrupción semanal)	12	
NIVEL DE PRODUCCIÓN			
A	0 - 100 piezas/día	0	
B	101 - 500 piezas/día	1	
C	501 - 1000 piezas/día	2	
D	1001 - 1500 piezas/día	4	
E	1501 - 2000 piezas/día	6	X
F	2001 - 2500 piezas/día	9	
G	Más de 2500 piezas/día	12	
TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR			
A	Menos de 4 horas	1	
B	Entre 4 y 8 horas	2	
C	Entre 8 y 24 horas	4	X
D	Más de 24 horas	6	
COSTOS DE REPARACIÓN			
A	Menos de \$1.000,00	5	
B	Entre \$1.000,00 a \$3.000,00	15	X
C	Más de \$3.000,00	25	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD			
A	SI	35	X
B	NO	0	
IMPACTO AMBIENTAL			
A	SI	30	X
B	NO	0	
Puntaje Total			93

Formato para el análisis de criticidad de los equipos			
Empresa Aly Textiles			
Modelo:	TP/636	Marca:	NOUVO PIGNONE
Ubicación:	TEJEDURÍA	Serie:	51973
		Año	1991
FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	
A	Menos de una por año	1	

B	Entre 1 y 12 por año (1 interrupción mensual)	3	X
C	Entre 13 y 26 por año (1 interrupción por cada 2 semanas)	4	
D	Entre 27 y 52 por año (1 interrupción semanal)	6	
E	Más de 52 por año (Más de 1 interrupción semanal)	12	
NIVEL DE PRODUCCIÓN			
A	0 - 100 piezas/día	0	
B	101 - 500 piezas/día	1	
C	501 - 1000 piezas/día	2	
D	1001 - 1500 piezas/día	4	
E	1501 - 2000 piezas/día	6	X
F	2001 - 2500 piezas/día	9	
G	Más de 2500 piezas/día	12	
TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR			
A	Menos de 4 horas	1	
B	Entre 4 y 8 horas	2	
C	Entre 8 y 24 horas	4	X
D	Más de 24 horas	6	
COSTOS DE REPARACIÓN			
A	Menos de \$1.000,00	5	
B	Entre \$1.000,00 a \$3.000,00	15	X
C	Más de \$3.000,00	25	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD			
A	SI	35	X
B	NO	0	
IMPACTO AMBIENTAL			
A	SI	30	X
B	NO	0	
Puntaje Total			93

Formato para el análisis de criticidad de los equipos			
Empresa Aly Textiles			
Modelo:	JAQUARD N°1	Marca:	HANZHOU WUMU TECHNOLOGY Co., Ltd
Ubicación:	TEJEDURÍA	Serie:	2687
		Año	2019
FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	
A	Menos de una por año	1	
B	Entre 1 y 12 por año (1 interrupción mensual)	3	X
C	Entre 13 y 26 por año (1 interrupción por cada 2 semanas)	4	
D	Entre 27 y 52 por año (1 interrupción semanal)	6	
E	Más de 52 por año (Más de 1 interrupción semanal)	12	
NIVEL DE PRODUCCIÓN			
A	0 - 100 piezas/día	0	
B	101 - 500 piezas/día	1	
C	501 - 1000 piezas/día	2	
D	1001 - 1500 piezas/día	4	X
E	1501 - 2000 piezas/día	6	

F	2001 - 2500 piezas/día	9	
G	Más de 2500 piezas/día	12	
TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR			
A	Menos de 4 horas	1	
B	Entre 4 y 8 horas	2	X
C	Entre 8 y 24 horas	4	
D	Más de 24 horas	6	
COSTOS DE REPARACIÓN			
A	Menos de \$1.000,00	5	X
B	Entre \$1.000,00 a \$3.000,00	15	
C	Más de \$3.000,00	25	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD			
A	SI	35	X
B	NO	0	
IMPACTO AMBIENTAL			
A	SI	30	X
B	NO	0	
Puntaje Total			79

Formato para el análisis de criticidad de los equipos			
Empresa Aly Textiles			
Modelo:	JAQUARD N°1	Marca:	HANZHOU WUMU TECHNOLOGY Co., Ltd
Ubicación:	TEJEDURÍA	Serie:	2688
		Año	2019
FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	
A	Menos de una por año	1	
B	Entre 1 y 12 por año (1 interrupción mensual)	3	X
C	Entre 13 y 26 por año (1 interrupción por cada 2 semanas)	4	
D	Entre 27 y 52 por año (1 interrupción semanal)	6	
E	Más de 52 por año (Más de 1 interrupción semanal)	12	
NIVEL DE PRODUCCIÓN			
A	0 - 100 piezas/día	0	
B	101 - 500 piezas/día	1	
C	501 - 1000 piezas/día	2	
D	1001 - 1500 piezas/día	4	X
E	1501 - 2000 piezas/día	6	
F	2001 - 2500 piezas/día	9	
G	Más de 2500 piezas/día	12	
TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR			
A	Menos de 4 horas	1	
B	Entre 4 y 8 horas	2	X
C	Entre 8 y 24 horas	4	

D	Más de 24 horas	6	
COSTOS DE REPARACIÓN			
A	Menos de \$1.000,00	5	X
B	Entre \$1.000,00 a \$3.000,00	15	
C	Más de \$3.000,00	25	
IMPACTO EN LA SEGURIDAD			
A	SI	35	X
B	NO	0	
IMPACTO AMBIENTAL			
A	SI	30	X
B	NO	0	
Puntaje Total			79

Acta de conformación del Comité TPM

Acta de Constitución del Comité de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para el Área de Tejeduría en Aly Textiles

Estimado Gerente general de Tejeduría de Aly Textiles,

Nos dirigimos a ustedes con el propósito de informarles sobre la creación del Comité TPM en las instalaciones del área de tejeduría, oficializado el día jueves 1 de febrero del presente año. Este comité ha sido establecido con el objetivo principal de elevar los estándares de mantenimiento y operaciones en el área específica de la producción artesanal en tejeduría. Siguiendo los principios internacionales de la filosofía TPM, el Comité TPM se ha configurado con la participación de los profesionales más capacitados de nuestros talleres.

A continuación, adjuntamos el listado formal completo de los integrantes del comité:

ISIDRO EFRAIN CACHIGUANGO LEMA
MELISSA SUSANA MALDONADO GUERRERO
LUIS MARIO LEMA VEGA

Esperamos contar con su valioso apoyo para promover juntos el desarrollo sostenible y la mejora continua que Aly Textiles se merece en su proceso de producción artesanal en tejeduría.

Agradecemos de antemano su colaboración.

Atentamente,

ISIDRO EFRAIN CACHIGUANGO LEMA
JEFE DE MANTENIMIENTO
Aly Textiles

Plan Maestro de la implementación TPM

PLAN MAESTRO DEL TPM																									
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
Actividades	Responsable	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Autorización de la Empresa para la Implementación de TPM en el Área de Tejeduría	Autoridades, coordinador y técnico																								
Recopilación de información sobre el área de tejeduría, sus telares y servicios de fabricación	Autoridades, coordinador y técnico																								
Investigación de las causas en las operaciones del área de tejeduría	Autoridades, coordinador y técnico																								
Evaluación actual de los telares en la sección de tejeduría	Autoridades, coordinador y técnico																								
Análisis de los telares en del área de tejeduría	Autoridades, coordinador y técnico																								
Valoración de la importancia de los telares	Autoridades, coordinador y técnico																								
Recopilación de las unidades producidas y sus ingresos	Autoridades, coordinador y técnico																								
Encuesta sobre el mantenimiento de los telares al personal técnico	Autoridades, coordinador y técnico																								
Decisión de implementar TPM en el área de tejeduría	Autoridades, coordinador y técnico																								
Divulgación del concepto de Mantenimiento Productivo Total	Autoridades, coordinador y técnico																								
Estructuración y formación del Comité TPM	Autoridades, coordinador y técnico																								
Establecimiento de objetivos y políticas básicas de TPM	Autoridades, coordinador y técnico																								
Iniciación formal de TPM	Autoridades, coordinador y técnico																								

[illegible]

Datos de la eficiencia (OEE) en pruebas de operación

Máquina Nuevo Pignone		Semana 1	Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5				
Tipo de paradas	Unidades	01/03/2024	04/03/2024	05/03/2024	06/03/2024	07/03/2024	08/03/2024	11/03/2024	12/03/2024	13/03/2024	14/03/2024	15/03/2024	18/03/2024	19/03/2024	20/03/2024	21/03/2024	22/03/2024	25/03/2024	26/03/2024	27/03/2024	28/03/2024	29/03/2024
	minutos	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
Averías/Fallas	minutos	25	0	0	0	25	0	25	0	0	0	25	25	0	0	0	0	0	25	0	25	0
Acondicionamiento	minutos	10	10	10	0	0	0	10	10	0	10	0	10	10	10	0	10	0	10	10	10	10
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	15	15	15	15	0	15	15	0	15	15	0	15	15	15	15	15	0	5	15	0	15
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	0	10	0	0	10	10	10	0	10	0	10	10	0	0	10	0	10	0	10	0
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	0	45	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45	0	0	45
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	50	50	0	0	50	0	50	50
Reposición de Material	minutos	0	0	0	25	0	25	25	0	25	25	0	25	0	0	0	0	0	0	25	0	0
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	0	20	0	20	20	0	20	20	0	0	20	20	0	0	20	0	0	20	20	0	0
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	15	15	0	0	15	0	15	15
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	30	30	30	0	30	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30	30	0	0	0	0
Minutos/pieza		4.8	4.5	4.3	4.3	4.9	4.7	4.7	4.9	4.4	4.4	4.2	4.1	5.0	4.3	4.8	4.2	4.4	4.5	4.7	4.9	4.9
Minutos/pieza		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de paradas diarias	minutos	115	140	135	130	145	75	130	95	65	85	135	130	125	160	125	130	55	205	95	135	160
Disponibilidad diaria		76.04%	70.83%	71.88%	72.92%	69.79%	84.38%	72.92%	80.21%	86.46%	82.29%	71.88%	72.92%	73.96%	66.67%	73.96%	72.92%	88.54%	57.29%	80.21%	71.88%	66.67%
Rendimiento diario		80.59%	75.54%	72.21%	72.13%	81.75%	79.17%	78.27%	81.57%	73.51%	72.99%	69.32%	68.54%	84.14%	71.87%	80.06%	69.45%	73.90%	74.97%	78.70%	81.29%	81.23%
Calidad diaria		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Eficiencia Global diaria (OEE)		61.28%	53.51%	51.90%	52.60%	57.06%	66.80%	57.07%	65.43%	63.56%	60.06%	49.83%	49.98%	62.23%	47.91%	59.21%	50.64%	65.43%	42.95%	63.12%	58.43%	54.15%

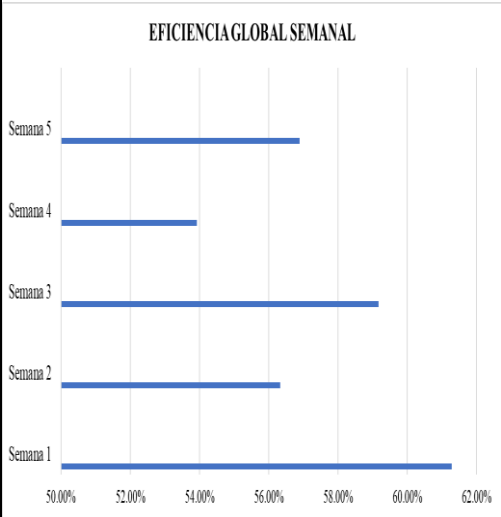
Máquina Nuovo Pignone		Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5	
Tipo de paradas	Unidades	01/04/2024	02/04/2024	03/04/2024	04/04/2024	05/04/2024	08/05/2024	09/05/2024	10/05/2024	11/05/2024	12/05/2024	15/05/2024	16/05/2024	17/05/2024	18/05/2024	19/05/2024	22/05/2024	23/05/2024	24/05/2024	25/05/2024	26/05/2024	29/05/2024	30/05/2024
	minutos	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
Averías/Fallas	minutos	30	0	0	0	30	0	30	0	0	0	30	30	0	0	0	0	0	30	0	30	0	0
Acondicionamiento	minutos	10	10	10	0	0	0	10	10	0	10	0	10	10	10	0	10	0	10	10	10	10	10
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	15	15	15	15	0	15	15	0	15	15	0	15	15	15	15	15	0	5	15	0	15	15
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	0	10	0	0	10	10	10	0	10	0	10	10	0	0	10	0	10	0	10	0	0
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	0	45	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45	0	0	45	0
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	50	50	0	0	50	0	50	50	50
Reposición de Material	minutos	0	0	0	25	0	25	25	0	25	25	0	25	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	0	20	0	20	20	0	20	20	0	0	20	20	0	0	20	0	0	20	20	0	0	20
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	15	15	0	0	15	0	15	15	15
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	35	35	35	0	35	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	35	35	0	0	0	0	0
Minutos/pieza		5.0	4.7	4.5	4.5	5.1	4.9	4.9	5.1	4.6	4.5	4.3	4.3	5.2	4.5	5.0	4.3	4.6	4.7	4.9	5.1	5.0	5.0
Minutos/pieza		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de paradas diarias	minutos	135	125	130	140	145	85	140	140	95	125	155	75	125	135	135	160	100	65	210	60	135	160
Disponibilidad diaria		71.8 8%	73.9 6%	72.9 2%	70.8 3%	69.7 9%	82.2 9%	70.8 3%	70.8 3%	80.2 1%	73.9 6%	67.7 1%	84.3 8%	73.9 6%	71.8 8%	71.8 8%	66.6 7%	79.1 7%	86.4 6%	56.2 5%	87.5 0%	71.8 8%	66.6 7%
Rendimiento diario		83.4 6%	78.2 3%	74.7 8%	74.7 0%	84.6 6%	81.9 8%	81.0 5%	84.4 7%	76.1 3%	75.5 8%	71.7 9%	70.9 8%	87.1 3%	74.4 2%	82.9 0%	71.9 2%	76.5 3%	77.6 3%	81.5 0%	84.1 9%	84.1 2%	82.8 3%
Calidad diaria		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Eficiencia Global diara (OEE)		59.9 9%	57.8 6%	54.5 3%	52.9 1%	59.0 9%	67.4 6%	57.4 1%	59.8 4%	61.0 6%	55.9 0%	48.6 1%	59.8 9%	64.4 4%	53.4 9%	59.5 9%	47.9 5%	60.5 8%	67.1 2%	45.8 4%	73.6 6%	60.4 6%	55.2 2%

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1			Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5				
Tipo de paradas	Unidades	01/05/2024	02/05/2024	03/05/2024	06/05/2024	07/05/2024	08/05/2024	09/05/2024	10/05/2024	13/05/2024	14/05/2024	15/05/2024	16/05/2024	17/05/2024	18/05/2024	21/05/2024	22/05/2024	23/05/2024	24/05/2024	25/05/2024	28/05/2024	29/05/2024	30/05/2024	31/05/2024
	minutos	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Averías/Fallas	minutos	0	30	0	30	0	0	30	0	0	0	30	0	0	0	30	0	0	0	30	0	30	0	0
Acondicionamiento	minutos	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	0	0	10	10	10	10	0	10	0	10	10	0
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	15	15	15	0	15	15	0	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	5	0	15	15	0
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0	10	0	10	0	10
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	0	45	0	0	0	0	45	0	0	45	0	0	0	0	45	0	0	45	0	0	45	0
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0
Reposición de Material	minutos	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35
Minutos/pieza		5.0	4.7	4.5	4.5	5.1	4.9	4.9	5.1	4.6	4.5	4.3	4.3	5.2	4.5	5.0	4.3	4.6	4.7	4.9	5.1	5.0	5.0	4.9
Minutos/pieza		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de paradas diarias	minutos	135	125	130	140	145	85	140	140	95	125	155	75	125	135	135	160	100	65	210	60	135	160	90
Disponibilidad diaria		71.8 8%	73.9 6%	72.9 2%	70.8 3%	69.7 9%	82.2 9%	70.8 3%	70.8 3%	80.2 1%	73.9 6%	67.7 1%	84.3 8%	73.9 6%	71.8 8%	71.8 8%	66.6 7%	79.1 7%	86.4 6%	56.2 5%	87.5 0%	71.8 8%	66.6 7%	81.2 5%
Rendimiento diario		83.4 6%	78.2 3%	74.7 8%	74.7 0%	84.6 6%	81.9 8%	81.0 5%	84.4 7%	76.1 3%	75.5 8%	71.7 9%	70.9 8%	87.1 3%	74.4 2%	82.9 0%	71.9 2%	76.5 3%	77.6 3%	81.5 0%	84.1 9%	84.1 2%	82.8 3%	82.0 6%
Calidad diaria		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

Eficiencia Global diara (OEE)	59.9	57.8	54.5	52.9	59.0	67.4	57.4	59.8	61.0	55.9	48.6	59.8	64.4	53.4	59.5	47.9	60.5	67.1	45.8	73.6	60.4	55.2	66.6
	9%	6%	3%	1%	9%	6%	1%	4%	6%	0%	1%	9%	4%	9%	9%	5%	8%	2%	4%	6%	6%	2%	7%

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Tipo de paradas	Unidades	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total
	minutos	1440	1440	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	1440	40	2360	0	2400	40	2360	0	2400
Averías/Fallas	minutos	30	1410	60	2300	30	2370	30	2330	60	2340
Acondicionamiento	minutos	20	1390	40	2260	20	2350	40	2290	30	2310
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	45	1345	45	2215	60	2290	60	2230	35	2275
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	15	1330	25	2190	25	2265	25	2205	25	2250
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	1320	30	2160	20	2245	30	2175	30	2220
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	60	1260	100	2060	100	2145	100	2075	100	2120
Espera por Materiales o Suministros	minutos	45	1215	45	2015	45	2100	45	2030	90	2030
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	50	1165	100	1915	100	2000	50	1980	100	1930
Reposición de Material	minutos	25	1140	25	1890	50	1950	50	1930	25	1905
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	40	1100	40	1850	60	1890	40	1890	60	1845
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	15	1085	30	1820	30	1860	15	1875	30	1815
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	35	1050	70	1750	35	1825	70	1805	70	1745
Minutos/pieza		14.19		24.41		22.90		23.00		24.88	
Minutos/pieza		18		30		30		30		30	
EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL		Disponibilidad	72.92%	Disponibilidad	72.92%	Disponibilidad	76.04%	Disponibilidad	75.21%	Disponibilidad	72.71%
		Rendimiento	78.82%	Rendimiento	81.37%	Rendimiento	76.32%	Rendimiento	76.68%	Rendimiento	82.94%
		Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%
		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)	
		57.48%		59.34%		58.04%		57.67%		60.30%	

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Tipo de paradas	Unida des	Resultado s (minutos	Result ado Total	Resultado s (minutos	Result ado Total	Resultado s (minutos	Result ado Total	Resultado s (minutos	Result ado Total	Resultado s (minutos	Result ado Total
	minuto s	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	960	960
Mantenimiento Correctivo	minuto s	40	2360	0	2400	0	2400	40	2360	0	960
Averías/Fallas	minuto s	60	2300	30	2370	60	2340	60	2300	0	960
Acondicionamiento	minuto s	30	2270	30	2340	30	2310	40	2260	20	940
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minuto s	60	2210	60	2280	60	2250	35	2225	30	910
Tiempo de Programación y Ajustes:	minuto s	25	2185	25	2255	25	2225	25	2200	10	900
Tiempos de Ajuste y Calibración	minuto s	20	2165	40	2215	20	2205	30	2170	0	900
Limpieza y Mantenimiento General	minuto s	100	2065	100	2115	100	2105	100	2070	40	860
Espera por Materiales o Suministros	minuto s	135	1930	0	2115	45	2060	45	2025	45	815
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minuto s	0	1930	0	2115	200	1860	100	1925	100	715
Reposición de Material	minuto s	25	1905	100	2015	25	1835	25	1900	0	715
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minuto s	60	1845	40	1975	60	1775	40	1860	20	695
Paradas por Correcciones Paramétricas	minuto s	0	1845	0	1975	60	1715	30	1830	30	665
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minuto s	140	1705	35	1940	0	1715	70	1760	0	665
Minutos/pieza		21.14		21.32		20.68		20.92		8.91	
Minutos/pieza		30.00		30.00		30.00		30.00		12.00	
EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL		Disponibil idad	71.04%	Disponibil idad	80.83%	Disponibil idad	71.46%	Disponibil idad	73.33%	Disponibil idad	69.27%
		Rendimie nto	70.46%	Rendimie nto	71.06%	Rendimie nto	68.93%	Rendimie nto	69.73%	Rendimie nto	74.29%
		Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%
		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)	
		50.05%		57.44%		49.25%		51.14%		51.46%	

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Tipo de paradas	Unidades	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total
	minutos	480	480	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	480	40	2360	0	2400	40	2360	0	2400
Averías/Fallas	minutos	25	455	25	2335	50	2350	25	2335	50	2350
Acondicionamiento	minutos	10	445	20	2315	30	2320	40	2295	40	2310
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	15	430	60	2255	45	2275	75	2220	35	2275
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	425	25	2230	25	2250	25	2195	25	2250
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	415	20	2210	30	2220	30	2165	20	2230
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	395	100	2110	100	2120	100	2065	100	2130
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	395	135	1975	0	2120	45	2020	90	2040
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	395	0	1975	50	2070	150	1870	150	1890
Reposición de Material	minutos	0	395	50	1925	75	1995	25	1845	25	1865
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	0	395	60	1865	60	1935	40	1805	40	1825
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	395	0	1865	15	1920	45	1760	45	1780
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	30	365	90	1775	30	1890	30	1730	30	1750
Minutos/pieza		4.84		22.85		22.54		22.44		23.41	
Minutos/pieza		6.00		30.00		30.00		30.00		30.00	
		Disponibilidad	76.04%	Disponibilidad	73.96%	Disponibilidad	78.75%	Disponibilidad	72.08%	Disponibilidad	72.92%
		Rendimiento	80.59%	Rendimiento	76.16%	Rendimiento	75.13%	Rendimiento	74.81%	Rendimiento	78.02%
		Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%
		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)	
		61.28%		56.33%		59.17%		53.93%		56.89%	

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1			Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5				
Tipo de paradas	Unidades	01/05/2024	02/05/2024	03/05/2024	06/05/2024	07/05/2024	08/05/2024	09/05/2024	10/05/2024	13/05/2024	14/05/2024	15/05/2024	16/05/2024	17/05/2024	18/05/2024	21/05/2024	22/05/2024	23/05/2024	24/05/2024	25/05/2024	28/05/2024	29/05/2024	30/05/2024	31/05/2024
	minutos	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Averías/Fallas	minutos	0	5	0	5	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	30	0	30	0	0
Acondicionamiento	minutos	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	0	0	10	10	10	10	0	10	0	10	10	0
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	15	15	15	0	15	15	0	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	5	0	15	15	0
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0	10	0	10	0	10
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	0	35	0	0	0	0	35	0	0	35	0	0	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	50	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	0	0	0	35	0
Reposición de Material	minutos	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30
Minutos/pieza		5.0	4.7	4.5	4.5	5.1	4.9	4.9	5.1	4.6	4.5	4.3	4.3	5.2	4.5	5.0	4.3	4.6	4.7	4.9	5.1	5.0	5.0	4.9
Minutos/pieza		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de paradas diarias	minutos	130	90	115	95	95	80	95	120	90	105	110	70	105	85	105	130	90	60	145	50	130	130	80
Disponibilidad diaria		72.92%	81.25%	76.04%	80.21%	80.21%	83.33%	80.21%	75.00%	81.25%	78.13%	77.08%	85.42%	78.13%	82.29%	78.13%	72.92%	81.25%	87.50%	69.79%	89.58%	72.92%	72.92%	83.33%
Rendimiento diario		83.46%	78.23%	74.78%	74.70%	84.66%	81.98%	81.05%	84.47%	76.13%	75.58%	71.79%	70.98%	87.13%	74.42%	82.90%	71.92%	76.53%	77.63%	81.50%	84.19%	84.12%	82.83%	82.06%
Calidad diaria		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Eficiencia Global diara (OEE)		60.86%	63.56%	56.87%	59.92%	67.91%	68.32%	65.01%	63.36%	61.86%	59.05%	55.34%	60.63%	68.07%	61.24%	64.77%	52.44%	62.18%	67.93%	56.88%	75.42%	61.34%	60.40%	68.38%

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5	
Tipo de paradas	Unidades	01/04/2024	02/04/2024	03/04/2024	04/04/2024	05/04/2024	08/05/2024	09/05/2024	10/05/2024	11/05/2024	12/05/2024	15/05/2024	16/05/2024	17/05/2024	18/05/2024	19/05/2024	22/05/2024	23/05/2024	24/05/2024	25/05/2024	26/05/2024	29/05/2024	30/05/2024
	minutos	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Averías/Fallas	minutos	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Acondicionamiento	minutos	10	10	10	0	0	0	10	10	0	10	0	10	10	10	0	10	0	10	10	10	10	10
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	0	10	0	0	10	10	10	0	10	0	10	10	0	0	10	0	10	0	10	0	0
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	0	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	35	0	0	0	0
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25	25	25	0	0	25	0	25	25	25
Reposición de Material	minutos	0	0	0	15	0	15	15	0	15	15	0	15	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	0	10	0	10	10	0	10	10	0		10	10	0	0	5	0	0	5	10	0	0	20
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	15	15	0	0	15	0	15	15	15
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	25	25	25	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
Minutos/pieza		5.5	5.2	4.9	4.9	5.6	5.4	5.3	5.6	5.0	5.0	4.7	4.7	5.8	4.9	5.5	4.7	5.1	5.1	5.4	5.6	5.6	5.5
Minutos/pieza		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de paradas diarias	minutos	80	80	110	90	100	60	95	65	50	70	90	80	95	120	80	90	35	135	70	100	85	105
Disponibilidad diaria		83.33 %	83.33 %	77.08 %	81.25 %	79.17 %	87.50 %	80.21 %	86.46 %	89.58 %	85.42 %	81.25 %	83.33 %	80.21 %	75.00 %	83.33 %	81.25 %	92.71 %	71.88 %	85.42 %	79.17 %	82.29 %	78.13 %
Rendimiento diario		91.80 %	86.05 %	82.26 %	82.17 %	93.13 %	90.18 %	89.16 %	92.92 %	83.74 %	83.14 %	78.97 %	78.08 %	95.84 %	81.87 %	91.19 %	79.11 %	84.18 %	85.40 %	89.65 %	92.60 %	92.53 %	91.11 %
Calidad diaria		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Eficiencia Global diara (OEE)		76.50 %	71.71 %	63.41 %	66.76 %	73.73 %	78.91 %	71.51 %	80.34 %	75.02 %	71.02 %	64.16 %	65.06 %	76.87 %	61.40 %	75.99 %	64.28 %	78.04 %	61.38 %	76.57 %	73.31 %	76.14 %	71.18 %

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1	Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5				
Tipo de paradas	Unidades	01/03/2024	04/03/2024	05/03/2024	06/03/2024	07/03/2024	08/03/2024	11/03/2024	12/03/2024	13/03/2024	14/03/2024	15/03/2024	18/03/2024	19/03/2024	20/03/2024	21/03/2024	22/03/2024	25/03/2024	26/03/2024	27/03/2024	28/03/2024	29/03/2024
	minutos	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Averías/Fallas	minutos	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Acondicionamiento	minutos	5	5	5	0	0	0	5	5	0	5	0	5	5	5	0	0	0	0	0	5	5
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	0	10	0	0	10	10	10	0	10	0	10	10	0	0	10	0	10	0	10	0
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	0	30	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	25	0	0	25
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	20	20	0	0	20	0	0	20
Reposición de Material	minutos	0	0	0	20	0	20	20	0	20	20	0	20	0	0	0	0	0	0	20	0	0
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	0	10	0	10	10	0	10	10	0	0	10	10	0	0	10	0	0	10	10	0	0
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	15	5	15	0	0	5	0	5	10
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	15	0	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minutos/pieza		5.6	5.3	5.0	5.0	5.7	5.5	5.5	5.7	5.1	5.1	4.8	4.8	5.9	5.0	5.6	4.8	5.2	5.2	5.5	5.7	5.7

Minutos/pieza		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Total de paradas diarias	minut os	65	60	80	90	95	65	85	75	55	70	75	85	85	90	80	45	35	110	65	55	95
	Disponibilidad diaria	86.46 %	87.5 0%	83.3 3%	81.2 5%	80.2 1%	86.4 6%	82.2 9%	84.3 8%	88.5 4%	85.4 2%	84.3 8%	82.29 %	82.2 9%	81.2 5%	83.3 3%	90.6 3%	92.71 %	77.0 8%	86.4 6%	88.5 4%	80.2 1%
	Rendimiento diario	93.64 %	87.7 7%	83.9 1%	83.8 1%	94.9 9%	91.9 8%	90.9 4%	94.7 8%	85.4 2%	84.8 0%	80.5 5%	79.64 %	97.7 6%	83.5 0%	93.0 2%	80.7 0%	85.86 %	87.1 0%	91.4 4%	94.4 6%	94.3 8%
	Calidad diaria	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	Eficiencia Global diara (OEE)	80.96 %	76.8 0%	69.9 2%	68.1 0%	76.1 9%	79.5 3%	74.8 4%	79.9 7%	75.6 3%	72.4 4%	67.9 6%	65.54 %	80.4 5%	67.8 5%	77.5 1%	73.1 3%	79.60 %	67.1 4%	79.0 6%	83.6 3%	75.7 0%

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Tipo de paradas	Unidades	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total
	minutos	1440	1440	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	1440	0	2400	0	2400	0	2400	0	2400
Averías/Fallas	minutos	5	1435	10	2390	5	2395	5	2395	60	2340
Acondicionamiento	minutos	20	1415	40	2350	20	2375	40	2355	30	2310
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	45	1370	45	2305	60	2315	60	2295	35	2275
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	15	1355	25	2280	25	2290	25	2270	25	2250
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	1345	30	2250	20	2270	30	2240	30	2220
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	45	1300	75	2175	75	2195	75	2165	75	2145
Espera por Materiales o Suministros	minutos	35	1265	35	2140	35	2160	35	2130	70	2075
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	50	1215	70	2070	70	2090	35	2095	35	2040
Reposición de Material	minutos	25	1190	25	2045	50	2040	50	2045	25	2015
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	40	1150	40	2005	60	1980	40	2005	60	1955
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	15	1135	30	1975	30	1950	15	1990	30	1925
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	30	1105	60	1915	30	1920	60	1930	60	1865
Minutos/pieza		14.19		24.41		22.90		23.00		24.88	
Minutos/pieza		18		30		30		30		30	
		Disponibilidad	76.74%	Disponibilidad	79.79%	Disponibilidad	80.00%	Disponibilidad	80.42%	Disponibilidad	77.71%
		Rendimiento	78.82%	Rendimiento	81.37%	Rendimiento	76.32%	Rendimiento	76.68%	Rendimiento	82.94%
		Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%
		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)	
		60.49%		64.93%		61.06%		61.67%		64.45%	

v		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		
Tipo de paradas	Unidades	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	Resultados (minutos)	Resultado Total	
	minutos	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	960	960	
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	2400	5	2395	0	2400	10	2390	0	960	
Averías/Fallas	minutos	0	2400	10	2385	5	2395	5	2385	0	960	
Acondicionamiento	minutos	30	2370	30	2355	30	2365	40	2345	20	940	
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	50	2320	50	2305	50	2315	50	2295	20	920	
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	25	2295	25	2280	25	2290	25	2270	10	910	
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	20	2275	40	2240	20	2270	30	2240	0	910	
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	100	2175	100	2140	100	2170	100	2140	40	870	
Espera por Materiales o Suministros	minutos	90	2085	0	2140	35	2135	35	2105	0	870	
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	2085	0	2140	100	2035	50	2055	50	820	
Reposición de Material	minutos	15	2070	60	2080	15	2020	15	2040	0	820	
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	30	2040	20	2060	25	1995	15	2025	20	800	
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	2040	0	2060	60	1935	30	1995	30	770	
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	100	1940	0	2060	0	1935	25	1970	0	770	
Minutos/pieza		26.13		26.35		25.56		25.86		11.02		
Minutos/pieza		30.00		30.00		30.00		30.00		12.00		
	Disponibilidad	80.83%	Disponibilidad	85.83%	Disponibilidad	80.63%	Disponibilidad	82.08%	Disponibilidad	80.21%		
	Rendimiento	87.08%	Rendimiento	87.83%	Rendimiento	85.19%	Rendimiento	86.19%	Rendimiento	91.82%		
	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%		
	Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)			
	70.39%		75.39%		68.68%		70.75%		73.65%			

Máquina Nuovo Pignone		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5	
Tipo de paradas	Unidad es	Resultados (minutos	Resulta do Total	Resultados (minutos	Resulta do Total	Resultados (minutos	Resulta do Total	Resultados (minutos	Resulta do Total	Resultados (minutos	Resulta do Total
	minutos	480	480	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Mantenimiento Correctivo	minutos	0	480	10	2390	0	2400	0	2400	0	2400
Averías/Fallas	minutos	0	480	5	2385	5	2395	5	2395	5	2395
Acondicionamie nto	minutos	5	475	10	2375	15	2380	15	2380	10	2385
Lubricación y Mantenimiento Preventivo	minutos	10	465	50	2325	50	2330	50	2330	50	2335
Tiempo de Programación y Ajustes:	minutos	5	460	25	2300	25	2305	25	2305	25	2310
Tiempos de Ajuste y Calibración	minutos	10	450	20	2280	30	2275	30	2275	20	2290
Limpieza y Mantenimiento General	minutos	20	430	100	2180	100	2175	100	2175	100	2190
Espera por Materiales o Suministros	minutos	0	430	85	2095	0	2175	25	2150	50	2140
Paradas por Mantenimiento Predictivo	minutos	0	430	0	2095	20	2155	60	2090	40	2100
Reposición de Material	minutos	0	430	40	2055	60	2095	20	2070	20	2080
Tiempos de Espera por Supervisión o Autorización	minutos	0	430	30	2025	30	2065	20	2050	20	2060
Paradas por Correcciones Paramétricas	minutos	0	430	0	2025	10	2055	35	2015	20	2040
Problemas de Alimentación de Materia Prima	minutos	15	415	15	2010	15	2040	0	2015	0	2040
Minutos/pieza		5.62		26.55		26.19		26.08		27.19	
Minutos/pieza		6.00		30.00		30.00		30.00		30.00	
		Disponibilid ad	86.46%	Disponibilid ad	83.75%	Disponibilid ad	85.00%	Disponibilid ad	83.96%	Disponibilid ad	85.00%
		Rendimient o	93.64%	Rendimient o	88.49%	Rendimient o	87.30%	Rendimient o	86.92%	Rendimient o	90.65%
		Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95.00%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%	Calidad diaria	95%
		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)		Eficiencia Global (OEE)	
		80.96%		74.11%		74.20%		72.98%		77.05%	

Datos de productividad antes de la implementación TPM

Productividad de las operaciones							
Sección	Tejeduría					N°	1
Mes/año	Marzo-Abril.Mayo		Observación	Resultados antes de la Implementación			
Semana	Unidades Fabricadas			TIEMPO DE UNIDADES PROCESADAS			Productividad
	Unidades Producidas	Unidades Proyectadas	Eficacia	Tiempo estándar min	Tiempo de Producción Real	Eficiencia	
1	16	30	53%	4267.32	3439.033	80.59%	43%
2	20	30	67%	4267.33	3249.999	76.16%	51%
3	17	30	57%	4267.34	3206.053	75.13%	43%
4	16	30	53%	4267.35	3192.405	74.81%	40%
5	17	30	57%	4267.36	3329.394	78.02%	44%
6	20	30	67%	4267.37	3006.789	70.46%	47%
7	16	30	53%	4267.38	3032.400	71.06%	38%
8	16	30	53%	4267.39	2941.512	68.93%	37%
9	18	30	60%	4267.40	2975.658	69.73%	42%
10	15	30	50%	4267.41	3170.259	74.29%	37%
11	20	30	67%	4267.42	3363.580	78.82%	53%
12	23	30	77%	4267.43	3472.408	81.37%	62%
13	16	30	53%	4267.44	3256.910	76.32%	41%
14	18	30	60%	4267.45	3272.281	76.68%	46%
15	22	30	73%	4267.46	3539.431	82.94%	61%
Total de unidades	270	450					

Productividad de las operaciones							
Sección	Tejeduría					N°	1
Mes/año	Julio-Agosto-Septiembre		Observación		Resultados antes de la Implementación		
Semana	Unidades Fabricadas		TIEMPO DE UNIDADES PROCESADAS				Productividad
	Unidades Producidas	Unidades Proyectadas	Eficacia	Tiempo estándar min	Tiempo de Producción Real	Eficiencia	
1	26	30	87%	4267.32	3573.881	83.75%	73%
2	25	30	83%	4267.33	3627.231	85.00%	71%
3	27	30	90%	4267.34	3582.788	83.96%	76%
4	23	30	77%	4267.35	3627.248	85.00%	65%
5	24	30	80%	4267.36	3449.449	80.83%	65%
6	24	30	80%	4267.37	3662.826	85.83%	69%
7	27	30	90%	4267.38	3440.575	80.63%	73%
8	24	30	80%	4267.39	3502.816	82.08%	66%
9	25	30	83%	4267.40	3422.810	80.21%	67%
10	25	30	83%	4267.41	3274.644	76.74%	64%
11	24	30	80%	4267.42	3405.046	79.79%	64%
12	25	30	83%	4267.43	3274.660	76.74%	64%
13	25	30	83%	4267.44	3413.952	80.00%	67%
14	28	30	93%	4267.45	3662.895	85.83%	80%
15	29	30	97%	4267.46	3662.903	85.83%	83%
Total de unidades	381	450					

Layout planta

