



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA EMPRESA CHOCO MUSEO -
CUSCO 2020”**

Línea de investigación: Mejora de sistema o proceso de producción en una empresa
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Bach. FIORELLA FLORES VELASCO

Asesor:

Mgt. Ing. SARA CABRERA MÁRQUEZ

CUSCO – PERÚ

2021



Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios, quién supo guiarme por el camino del bien y darme la fortaleza necesaria para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se me pudieron presentar.

A mis padres, porque gracias a ellos pude concluir mis estudios en la universidad, y por haberme forjado a ser la persona que soy en la actualidad, todos los logros que he tenido a lo largo de mi vida se los debo a ellos, incluido este.

A mi padre Jorge Flores Morales, por sus enseñanzas, sabios consejos, y su excelente manera de instruirme para afrontar todas las adversidades que la vida me presente.

A mi madre Rina Velasco Zúñiga, por darme la vida, ser la mujer que me inspira y me brinda su amor y apoyo incondicional, no encontraré la manera de devolverle todo lo que me ha dado.

De igual manera, agradecer a mis dos hermanos, Jimmy Flores Velasco y Emerson Flores Velasco, quienes desde muy pequeña me inculcaron valores como la responsabilidad y la perseverancia. Gracias por creer siempre en mí.

Y sin dejar de lado a toda mi familia, abuelitos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y de mí desarrollo, tanto profesional como personal.

Los amo a todos, muchas gracias.



Agradecimientos

En primera instancia agradecer a Dios, por permitirme tener y disfrutar a mi familia, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor y apoyo, lo complicado de lograr este propósito se ha sentido menos. Les agradezco de todo corazón, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia. De igual manera, agradecer a mi Universidad, por mi desarrollo profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación, y de manera especial a mi asesora, la Ingeniera Sara Cabrera Márquez, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos, su disponibilidad y paciencia en el desarrollo de mi tesis.

Agradecer a mis dictaminantes, el Ingeniero Rolando Noriega Luna y la Ingeniera Rocío Muñoz Camero, por su acertada orientación y soporte en mi trabajo de investigación.

Y finalmente, a cada uno de los amigos que estuvieron siempre pendientes de mi persona, en la evolución de mi tesis, brindándome palabras de aliento y motivación, muchas gracias.



Resumen

La industria de la alimentación, se caracteriza por la gran exigencia de confiabilidad de sus productos. Por lo tanto, el correcto mantenimiento de las máquinas y equipos es una de las bases para asegurar la calidad del producto elaborado. Choco Museo es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de distintos productos a base de chocolate, razón por la que cuenta con una variedad de máquinas y equipos que hacen posible este proceso.

Este plan de mantenimiento se enfocó en prevenir al máximo las fallas en los equipos, localizándolas antes de que estas ocurran e intentando descartar en lo posible el mantenimiento correctivo, para que se pueda lograr el objetivo de incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos y mantenerlos en un estado óptimo de operación.

Para efectuar dicho propósito, fue necesaria la observación directa, consultas a los operarios y el registro de información de las fallas en el área de operaciones durante un determinado tiempo, para poder obtener los indicadores de mantenimiento actuales, es decir la disponibilidad actual de los equipos.

En base a esta información, el estudio de las fichas técnicas, la codificación de los equipos y el análisis de criticidad de los mismos por medio del método de criticidad total por riesgo, se procedió a diseñar distintos formatos de registro para tener un estudio detallado sobre las acciones que se realizan en una determinada máquina, así como una orden de trabajo, una inspección, reporte de actividades, historiales, etc.

Después se definió para cada uno de los equipos críticos y medianamente críticos, las actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar, la frecuencia y las personas encargadas,



ya sea un servicio interno o externo a la empresa, deseando con ello poder minimizar las paradas inesperadas y así obtener el mejor desempeño de toda la organización.

Luego, se hizo referencia al seguimiento que tiene que tener el presente plan, la manera en que debe verificarse, y la frecuencia de ejecución de las actividades de mantenimiento, para que no se convierta en un documento desfasado para la empresa.

Con la presente propuesta, se puede asegurar una mejora significativa de la disponibilidad de las máquinas y los equipos, por lo que se considera necesario que la empresa decida implementarlo, dentro del área de operaciones.

***Palabras clave:* Mantenimiento, disponibilidad**



Abstract

The food industry is characterized by the great demand for reliability of its products. Therefore, the correct maintenance of the machines and equipment is one of the bases to ensure the quality of the manufactured product. Choco Museo is a company dedicated to the manufacture and distribution of different chocolate-based products, which is why it has a variety of machines and equipment that make this process possible.

This maintenance plan focused on preventing equipment failures as much as possible, locating them before they occur and trying to rule out corrective maintenance as much as possible, so that the objective of increasing the availability of machines and equipment and maintaining them can be achieved. in an optimal state of operation.

To carry out this purpose, direct observation, consultations with the operators and the recording of information on the failures in the operations area during a certain time were necessary, in order to obtain the current maintenance indicators, that is, the current availability of the equipment. .

Based on this information, the study of the technical sheets, the coding of the equipment and the analysis of their criticality through the method of total criticality by risk, we proceeded to design different record formats to have a detailed study on the actions carried out on a certain machine, as well as a work order, an inspection, activity report, history, etc.

Afterwards, the preventive maintenance activities to be executed, the frequency and the people in charge were defined for each of the critical and moderately critical equipment, whether it be an internal or external service to the company, thus wishing to be able to minimize unexpected stops and thus get the best performance from the entire organization.



Then, reference was made to the follow-up that this plan must have, the way in which it must be verified, and the frequency of execution of maintenance activities, so that it does not become an outdated document for the company.

With this proposal, a significant improvement in the availability of machines and equipment can be ensured, which is why it is considered necessary for the company to decide to implement it, within the operations area.

Essential words: Maintenance, availability



Introducción

En la actualidad el tema del mantenimiento está teniendo cada vez mayor importancia dentro de las empresas, tanto de bienes como de servicios, debido a que un adecuado mantenimiento garantiza la continuidad de las actividades operativas, mediante la implementación de acciones que eviten atrasos en los procesos, por averías de máquinas y/o equipos. En nuestro medio, aún encontramos empresas que sólo ejecutan el mantenimiento correctivo, debido a que esperan a que las fallas ocurran para poder inspeccionar las máquinas y/o equipos utilizados. Choco Museo, no escapa de esta realidad, por lo que se considera necesario mejorar el modo en que se ejecuta el mantenimiento.

El presente trabajo, se realizó con la finalidad de proponerle a la empresa un plan de mantenimiento preventivo que le permita, prevenir fallas no planificadas que obstaculicen el correcto desempeño de los equipos, incrementando de esta manera, la disponibilidad de estos.

El contenido abarca diferentes puntos que se encuentran distribuidos en los capítulos que a continuación se detalla. Capítulo I: El problema que encontramos en la empresa, considerando las justificaciones, delimitaciones y objetivos del estudio. Capítulo II: Antecedentes del trabajo e información teórica, sobre los principales conceptos de mantenimiento, y de algunas herramientas que servirán para realizar el plan de mantenimiento preventivo. Capítulo III: Contiene la explicación del marco contextual de la empresa y selección del sistema a ser mejorado. Capítulo IV: Diagnóstico del sistema, objeto de estudio. Capítulo V: En este capítulo se realiza la determinación y validación de la propuesta de solución. Capítulo VI: Aquí se desarrolla y planifica la solución planteada, es decir la metodología que se aplicará, sus etapas,



y el seguimiento y control de la implementación de mejoramiento. Capítulo VII y VIII:
Evaluación y discusión de los resultados obtenidos.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos en base a
todo el estudio realizado.



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	vi
Introducción	viii
Índice.....	x
Listado de Acrónimos	xiv
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras.....	xvi
Capítulo I	1
El problema de investigación.....	1
1.1.Planteamiento del problema.....	1
1.1.1.Ámbito de influencia de la tesis.....	3
1.2.Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Justificación	4
1.3.1. Justificación social.....	4
1.3.2. Justificación tecnológica.....	5
1.3.3. Justificación teórica	5
1.4. Delimitación del Estudio.....	5
1.4.1. Delimitación espacial.....	6
1.4.2. Delimitación temporal	6
1.5. Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Limitación del estudio.....	7
Capítulo II.....	8
Marco Teórico.....	8



2.1. Antecedentes	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	13
2.1.3. Antecedentes locales	17
2.2. Marco conceptual.....	20
2.2.1. Cacao.....	20
2.2.2. Tipos de cacao.....	21
2.2.3. Mantenimiento	21
2.2.4. Objetivos del mantenimiento	22
2.2.5. Tipos de mantenimiento.....	24
2.2.6. Inspecciones periódicas programadas.....	29
2.2.7. Disponibilidad.....	29
2.2.8. Calidad de mantenimiento	31
2.2.9. Equipos críticos.....	32
2.2.10. Factores a considerar en la selección y determinación de equipos críticos	32
2.2.11. Jerarquización de los activos	33
2.2.12. Análisis de criticidad.....	34
2.2.13. Métodos de análisis de criticidad	35
2.2.14. Costo de mantenimiento	46
2.3. Definición de las variables.....	48
2.4. Operacionalización de las variables.....	49
Capítulo III.....	50
Metodología	50
3.1. Tipo de investigación.....	50
3.2. Nivel de investigación.....	51
3.3. Diseño de la investigación	52
3.4. Población y muestra.....	52
3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos	53
3.6. Instrumentos de recolección de datos	53
3.7. Procedimiento de análisis de datos	53
Capítulo IV.....	54
Descripción de la empresa	54
4.1. Historia de la empresa.....	54



4.2. Funciones	54
4.3. Objetivos de la empresa	55
4.4. Filosofía	56
4.5. Análisis interno de la empresa	57
4.5.1. Organigrama de la empresa	58
4.5.2. Jornada de trabajo	59
4.5.3. Tamaño de la empresa	59
4.5.4. Gama de productos	59
4.5.5. Proceso de producción del chocolate	60
4.5.6. Diagrama de actividades de proceso (DAP)	63
4.5.7. Listado de los equipos.....	69
Capítulo V.....	72
Diagnóstico de la situación actual.....	72
5.1. Determinación de las causas raíz de los problemas encontrados.....	72
5.2. Diagnóstico del mantenimiento en la empresa	73
5.2.1. Procedimiento del mantenimiento aplicado en la actualidad.....	74
5.2.2. Medición de los indicadores de mantenimiento actuales.....	74
Capítulo VI.....	81
Plan de Mantenimiento Preventivo	81
6.1. Consolidación del área de mantenimiento	81
6.2. Propuesta de metodología de aplicación.....	82
6.2.1. Ficha técnica de las máquinas y equipos	82
6.2.2. Codificación de la maquinaria	95
6.2.3. Análisis de criticidad para los equipos de la empresa.....	96
6.2.4. Análisis de la matriz de criticidad.....	97
6.2.5. Selección de las máquinas/ equipos a analizar	98
6.2.6. Asignación para las funciones de mantenimiento.....	99
6.3. Ejecución del plan de mantenimiento propuesto	99
6.3.1. Formato de requerimiento de repuestos y materiales	100
6.3.2. Formato de requerimiento de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo	100
6.3.3. Formato de orden de trabajo de mantenimiento	101
6.3.4. Formato de hoja de vida de la maquinaria de la empresa	104
6.3.5. Hojas check list.....	105



6.3.6. Lubricación y engrase periódico de las máquinas y equipos de la empresa.....	105
6.3.7. Gestión de repuestos	106
6.3.8. Constancia de mantenimiento de las máquinas y equipos de la empresa.....	107
6.4. Seguimiento y control de la implementación del plan.....	108
6.4.1. Tostadora (TO-01)	108
6.4.2. Peladora (PE-02).....	109
6.4.3. Molino (MO-03)	109
6.4.4. Refinadora (RF-04).....	110
6.4.5. Refinadora (RF-05).....	110
6.4.6. Conchadora (CO-06).....	111
6.4.7. Temperadora (TE-07)	111
Capítulo VII	112
Resultados	112
7.1. Análisis de factores que influyen o limitan los resultados.....	112
7.2. Resultados estimados	112
7.3. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos	112
Capítulo VIII.....	113
Discusión de resultados.....	113
8.1. Presentar la contrastación de los resultados del trabajo con los referentes bibliográficos de las bases teóricas	113
8.2. Implicancias del estudio.....	115
Conclusiones	116
Recomendaciones	118
Referencias Bibliográficas	120
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	124
Anexo 2: Formato de Paradas de Máquinas y Equipos del Mes de Enero	126
Anexo 3: Registro del tiempo de Recorrido de las Máquinas y Equipos en el Mes de Enero	127
Anexo 4: Registro del Tiempo de Reparación de las Máquinas y Equipos en el Mes de Enero	128
Anexo 5: Hojas Check List de Inspección.....	129



Listado de Acrónimos

- CTR: Criticidad total por riesgo
- MCR: Matriz de criticidad por riesgo
- TPM: Mantenimiento productivo total
- RCM: Mantenimiento centrado en la confiabilidad
- DAP: Diagrama de actividades de proceso
- INOX: Acero inoxidable
- CPC: Índice de costos de mantenimiento preventivo
- TO: Tiempos de operación
- TMF: Tiempo medio entre fallas
- TMR: Tiempo medio de reparación



Índice de Tablas

- Tabla 1. Operacionalización de las variables
- Tabla 2. Medición del TMF
- Tabla 3. Medición del TMR
- Tabla 4. Medición de la disponibilidad
- Tabla 5. Abreviatura de la maquinaria
- Tabla 6. Codificación de la maquinaria
- Tabla 7. Valoración de los criterios utilizados para determinar el CTR
- Tabla 8. Resultados de criticidad de los equipos de la Empresa Choco Museo
- Tabla 9. Cuadro resumen
- Tabla 10. Actividades de mantenimiento preventivo para la tostadora
- Tabla 11. Actividades de mantenimiento preventivo para la peladora
- Tabla 12. Actividades de mantenimiento preventivo para el molino
- Tabla 13. Actividades de mantenimiento preventivo para la refinadora
- Tabla 14. Actividades de mantenimiento preventivo para la refinadora
- Tabla 15. Actividades de mantenimiento preventivo para la conchadora
- Tabla 16. Actividades de mantenimiento preventivo para la temperadora



Índice de Figuras

- Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa Choco Museo
- Figura 2. Jerarquización de activos
- Figura 3. Flujograma de análisis de criticidad
- Figura 4. Factores de la criticidad
- Figura 5. Matriz de criticidad
- Figura 6. Matriz de criticidad propuesta por el modelo MCR
- Figura 7. Organigrama de la empresa Choco Museo Cusco 2020
- Figura 8. Diagrama de actividades del proceso de elaboración de la barra de chocolate
- Figura 9. Diagrama de Ishikawa
- Figura 10. TMF (horas) del mes de Enero 2020
- Figura 11. TMR (horas) del mes de Enero 2020
- Figura 12. Disponibilidad del mes de Enero 2020
- Figura 13. Formato de requerimiento de repuestos y materiales
- Figura 14. Formato de requerimiento de trabajo de mantenimiento
- Figura 15. Formato de orden de trabajo de mantenimiento
- Figura 16. Formato de hoja de vida de las máquinas y equipos
- Figura 17. Diagrama de actividades del proceso de elaboración de la barra de chocolate mejorado



Capítulo I

El problema de investigación

1.1. Planteamiento del problema

En el entorno actual en que se dirigen las organizaciones de todo el mundo, es imprescindible, inclusive para su supervivencia, que se prograse en todas las áreas y aspectos de modo fluido y permanente.

En este contexto, reducir el costo sin descuidar el nivel de servicio, aumentar la disponibilidad de sus sistemas productivos, y hacer más competente la dirección de sus procesos es muy importante para la factibilidad y sustentabilidad de cualquier institución.

Sin embargo, el avance de una empresa normalmente, no suele estar relacionado a las actividades de soporte, como es el mantenimiento, debido a que, desde sus orígenes, este ha sido considerado como algo no necesario ni mucho menos imprescindible.

Por lo que, muchas empresas, solo toman en cuenta los gastos directos de mantenimiento, es decir, no consideran los gastos indirectos que se ven involucrados en los resultados, en relación a un defectuoso sistema de mantenimiento.

Ante ello, en nuestro país, son pocas las empresas que manejan una correcta organización del mantenimiento, el cual ayuda a la optimización de los recursos. A esto se añade, la presencia de muchos empresarios a nivel nacional y local que no toman en cuenta realizar un análisis de costo-beneficio, que implique realizar mantenimiento en determinados periodos de tiempo, por lo que es importante considerar las consecuencias de los daños que se generan por no cumplir con la prevención del mantenimiento ni haber invertido en dicho sistema.



Si la empresa Choco Museo, desea conservar el ritmo de la competencia actual, debe renovar la manera en la que realiza su mantenimiento. Actualmente esta empresa, produce y distribuye chocolates en diversas presentaciones. Para ello, utiliza diversos equipos industriales que le permiten realizar su proceso de producción de una manera más eficiente.

El tener un vínculo de amistad con el jefe de operaciones, me permitió ver todo el proceso de producción de cerca, y me dieron el acceso a toda la información que se detalla en el siguiente trabajo. Pudiendo observar de esta manera que el mantenimiento de los equipos que utiliza la empresa, se encuentra en un estado en el que predomina el mantenimiento correctivo, el cual genera altos costo de mantenimiento, paradas no previstas y retrasos en la producción. Con ayuda de los operarios, pude ser parte de la producción, y registrar los tiempos de operación de las máquinas y equipos y los tiempos de paradas de los mismos, llegando a obtener solamente un porcentaje inicial del 66%, ocasionando que estos no se mantengan en un estado óptimo de operación la mayor parte del tiempo.

Durante todo el tiempo de estudio dentro de la empresa, no se observó ningún accidente. Cuando sucede alguna falla, los operarios prefieren solicitar la intervención de un tercero especializado en el área, para no poner en riesgo su integridad física.

Por otra parte, se evidenció que solo cierta cantidad de equipos cuentan con manuales o guías de utilización, los cuales, les facilitarían a los trabajadores actuar frente a algún imprevisto que pueda suceder durante la jornada de trabajo, por lo que se considera necesario, pedir con urgencia la intervención de un tercero para su reparación inmediata, generando un costo más elevado del habitual. Se observó también una falta de análisis de criticidad de los equipos, que permita al personal que realiza el mantenimiento, dar prioridad a las máquinas y equipos más esenciales dentro del proceso productivo, ya que estos son los equipos que se deterioran con mayor facilidad, y que, por ende, requieren constante mantenimiento y uso de repuestos.



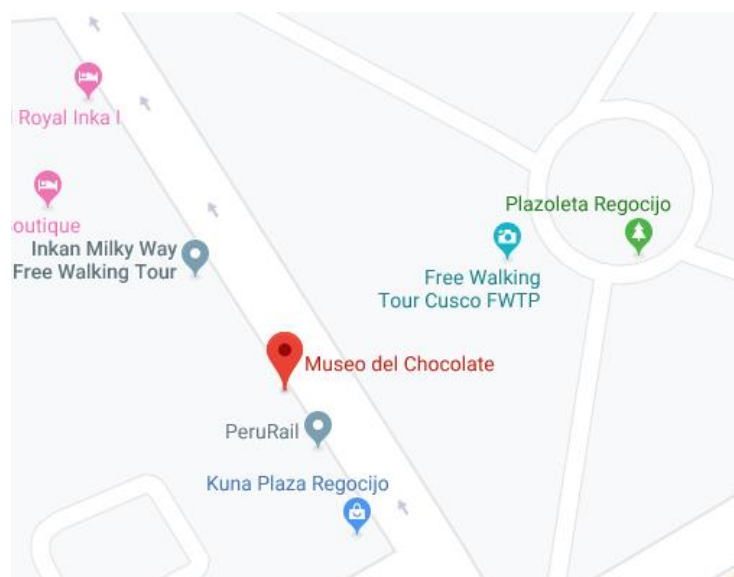
Por esta razón se propone a la empresa, un plan de mantenimiento que sea el apropiado a su equipo de trabajo y que le posibilite mantener su maquinaria en un estado excelente para sus actividades de producción, logrando de esta manera, satisfacer eficaz y eficientemente su demanda de producción. Es importante considerar que el poseer un plan de mantenimiento, no implica saber exactamente cuándo y cómo puede ocurrir una falla, sino reducir la posibilidad de que falle y aumentar el lapso de tiempo entre una falla y otra, aumentando así, la vida útil de cada una de las máquinas y equipos.

1.1.1. Ámbito de influencia de la tesis

La presente investigación se realizó en la empresa Choco Museo, que se encuentra ubicada en la Calle Garcilaso 210, Cusco 08002.

Figura 1

Ubicación geográfica de la empresa Choco Museo.





1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo Cusco - 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación actual del mantenimiento de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo?
- ¿De qué manera se puede determinar la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo?
- ¿Cómo se puede elaborar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Choco Museo?

1.3. Justificación

El presente trabajo se realizó con la finalidad de contar con un plan de mantenimiento preventivo que le permita al área de operaciones de la empresa, aumentar la disponibilidad de sus máquinas y equipos, para que estos puedan estar en funcionamiento y operatividad la mayor parte del tiempo, mejorando la calidad del producto que se elabora y reduciendo al máximo los costos que implica realizar el mantenimiento.

1.3.1. Justificación social

Esta investigación favorecerá a todos los trabajadores de la empresa, brindándoles un ambiente de trabajo más seguro, mediante la reducción de los riesgos relacionados a las fallas de los equipos.



Del mismo modo, servirá de capacitación para el personal de mantenimiento, proporcionándoles herramientas necesarias para abordar cada falla según sea su nivel de criticidad y frecuencia en la que ocurra.

También beneficiará a los proveedores de repuestos y a los clientes de la empresa, ofreciéndoles un producto de mejor calidad, y sin ningún tipo de retraso en su entrega.

1.3.2. Justificación tecnológica

El plan de mantenimiento está expuesto a la aplicación de las nuevas tecnologías de información, que contribuyan en la mejora del mantenimiento y del sistema productivo.

Así mismo, se cuenta con personal capacitado para darle sostenibilidad al mantenimiento a lo largo del tiempo, y también tiene un espacio y herramientas adecuadas para poder realizar las revisiones pertinentes.

1.3.3. Justificación teórica

La presente investigación se justifica en el análisis y uso de conceptos teóricos relacionados al plan de mantenimiento preventivo y la disponibilidad de los equipos.

Considerando que en la actualidad la empresa Choco Museo únicamente repara las máquinas cuando ocurre una falla (mantenimiento correctivo). En el plan se propone que ahora cada una de estas, sean documentadas, con la finalidad de poseer una programación y control de las actividades a realizar.

1.4. Delimitación del Estudio

Cabe resaltar la importancia de la optimización de los recursos de la empresa, pero no solo se logra desde el área de mantenimiento, sino también en la logística, finanzas, operaciones, recursos humanos y administración, que permitirán lograr un mayor desempeño en toda la empresa.



En esta ocasión me enfoqué únicamente en aumentar la disponibilidad de las máquinas y equipos a partir de la propuesta del plan de mantenimiento, garantizando un avance en su gestión y en lo que este comprende relacionado a otras áreas.

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en la empresa Choco Museo, que se encuentra ubicada en la Calle Garcilaso 210, Cusco 08002.

Específicamente en el área de producción y mantenimiento.

1.4.2. Delimitación temporal

El contenido descriptivo del trabajo se realizó en el año 2020. Pero la propuesta planteada podría tener una vigencia para años siguientes.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Diseñar el plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo Cusco – 2020.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo.
- Determinar la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Choco Museo.



1.6. Limitación del estudio

En el desarrollo de la investigación se presentó la siguiente limitación:

- La declaración de la pandemia el 05 de Marzo del 2020 y el inicio de la cuarentena el 16 de Marzo del mismo año, obligó a la empresa a detener sus actividades comerciales, lo cual limitó el desarrollo e implementación del presente plan de mantenimiento preventivo y el debido seguimiento a las actividades que se planificaban realizar.



Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Grijalva, W. (2003). Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble. (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico) Universidad de San Carlos de Guatemala.

Conclusión:

La organización en estudio no contaba con un programa de mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de la misma, incrementando los costos de mantenimiento. Con el programa propuesto el mantenimiento de la planta de café soluble se dividió entre el personal de mantenimiento diurno y el de turno, ahorrando tiempo y disminuyendo costos en realizar un trabajo de reparación.

Con el uso de las fichas de control, el mantenimiento es más eficiente, debido a que se lleva un historial de las reparaciones efectuadas en la maquinaria o equipo que la empresa posee, dicho control se hace más fácil cuando se tiene el manual del fabricante.

Resumen:

Es muy importante el mantenimiento dentro de la estructura de una empresa, el presente trabajo de graduación comprende un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble. El trabajo contiene las áreas principales de una planta de café soluble, entre las que se puede considerar: área de limpieza de café, área de tostado, área de molinos, área de extracción y el área de secado, sin olvidar otras áreas importantes como: el área de calderas, área de



aglomerado y el área de empaque. El programa define cada una de las acciones a realizar en cada área, así también la frecuencia del mantenimiento y el personal que lo realiza.

También se determina la función del departamento de mantenimiento y del encargado del mismo, así como todos los colaboradores necesarios para llevar a cabo todas las tareas de mantenimiento que la empresa necesite. De igual manera, se diseñaron las hojas de control para tener un estudio minucioso sobre las actividades que se realiza en una determinada máquina o equipo, así como; ficha de control, orden de trabajo, una inspección, etc. que nos permita tener el historial de un equipo. Por último, se hace mención al seguimiento que debe tener dicho programa y la forma que debe revisarse para no caer en un documento obsoleto.

Heredia, N. (2008). Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo total (TPM) en el refinador de licor de cacao en la empresa Infelersa S.A (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Conclusión:

Se diseñó un programa de mantenimiento preventivo total (TPM) en el refinador de licor de cacao, que permitirá disminuir las paradas de máquinas y procesos en la planta de la empresa INFELERSA S.A.

Se hizo un análisis de fallas del refinador, a través de una tabla de clasificación TPM, la cual nos ayudó a observar los principales problemas de la máquina. Se implementó un nuevo formato llamado record de oportunidades para arreglarlos en el corto plazo.

Resumen:

La máquina de la cual se trata este estudio es el refinador de licor de cacao de la empresa Infelersa S.A, que tiene como productos principales el licor de cacao, la manteca de cacao y el



polvo de cacao. La organización actualmente realiza un seguimiento a la máquina, mediante cartas – máquinas, que sirve para darle un seguimiento a los siguientes parámetros: potencia, amperios, velocidad, rodamientos, fase, retenedor, marca y sección de la planta.

El estudio de fallas del refinador se desarrolló con una tabla de clasificación TPM en 5 categorías: general, eléctrica, lubricación, lugar de trabajo y control; después, en una hoja de clasificación se hace la suma de todas las calificaciones de los ítems del 0 al 5, y de ahí se divide para el número de ítems. Dependiendo del promedio que resulte en la hoja de calificación, se analizarán los ítems que dieron igual o menor al resultado dado en la misma.

El propósito de este estudio es implementar mantenimiento preventivo total (TPM) en el refinador de licor de cacao, un método para disminuir las paradas de máquinas y procesos en la empresa Infelersa S.A.

Valdivieso, J. (2010). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Conclusión:

Ya hecho el análisis de la empresa, se determinó que el mantenimiento que se realiza en la actualidad no es el correcto, debido a que se requiere que la máquina este siempre disponible y en buenas condiciones. Así que el mantenimiento a ejecutar en la empresa determinado por el estudio es preventivo, no el correctivo como se ha venido haciendo hasta ahora.

El plan de mantenimiento está basado en un gran porcentaje en el análisis estadístico de la vida útil de los elementos no solo mecánicos, sino eléctricos y demás tipos. No se realizó el cálculo de la vida útil de rodamientos y otras partes, debido a que no se contaba con los datos para realizar estos cálculos ya que las máquinas no poseen un manual donde este especificado todas



las dimensiones de las mismas, y sacarlas de la máquina es una tarea muy difícil, y no sería permitida bajo ninguna circunstancia por parte de la empresa.

Resumen:

La fábrica Extruplas es una de las empresas que forman el grupo ADHEPLAST, la cual es una empresa dedicada a la elaboración de diferentes tipos de productos de plástico, estos productos son hechos con diferentes variedades de polietilenos.

Para la realización de toda esta variedad de productos existe una gran diversidad de tipos de maquinaria, como máquinas de inyección, extrusión, de calandrado, para extrusión de espuma entre otras.

Una vez hecho todo el estudio de los equipos y de la planta, se concluye que el mantenimiento adecuado a realizar en la empresa dada las condiciones de esta, es el preventivo.

El plan de mantenimiento realizado, se apoya en un porcentaje en el análisis estadístico de la vida de los componentes no solo mecánicos, si no eléctricos y demás. No se calculó la vida útil de rodamientos y otros elementos, ya que no se tenía los datos para realizar estos cálculos, ya que las máquinas no poseen un manual donde se establezca sus dimensiones, y sacarlas de la máquina es una tarea muy difícil y se necesitaría para la maquinaria, acto que no es autorizado bajo ninguna circunstancia en la empresa.

Carayol, I. (2016). Mejora del sistema de mantenimiento de una empresa de elaboración de chocolate y productos derivados del cacao. (Tesis para optar el máster en Ingeniería de Mantenimiento) Universidad Politécnica, Valencia, España.



Conclusión:

Al aplicar las mejoras adaptadas al sistema de mantenimiento de Natra Cacao, se logrará tener un mayor orden y control del departamento desde el punto de vista operacional y de tal manera, una aplicación más eficaz del nuevo plan de mantenimiento.

Se está retomando el control de la planta que parecía perdido con un mayor crecimiento del mantenimiento preventivo, aunque todavía existen muchas averías inesperadas, actualmente nos encontramos en un 60-40 por encima el correctivo que poco a poco tiene que ir disminuyendo con la aplicación de las nuevas gamas de mantenimiento.

La implementación de las nuevas gamas nos hizo descubrir fallos que podríamos haber pasado por alto si se hubiera seguido la tendencia de las últimas inspecciones.

Resumen:

Este trabajo muestra la mejoría aplicada en el sistema de mantenimiento de una empresa dedicada a la obtención de productos derivados del cacao, tales como chocolate, pasta de cacao, manteca de cacao y polvo de cacao.

Se iniciará con la implantación de la metodología 5S's para lograr un mejor manejo de los recursos y de los espacios de trabajo, consecuentemente se dará en la realización de las operaciones de mantenimiento. El otro enfoque será el plan de mantenimiento preventivo y la gestión de los indicadores, se analizarán las operaciones actuales en el plan, se realizará una actualización y se completarán con la operativa de ejecución, con recursos técnicos y humanos y se difundirán nuevas órdenes para componentes que no se establecen a partir del análisis del mantenimiento correctivo.



2.1.2. Antecedentes nacionales

García, E. (2016). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

Conclusión:

Se implementó un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso de producción, para incrementar la disponibilidad de la empresa Uesfalia alimentos S.A. Cumpliendo las actividades planificadas de un 71.4% a un 96%.

Una vez realizado el análisis de la empresa, se hizo el diagnóstico del estado de los equipos críticos, que afectan directamente al proceso productivo creando cuellos de botella en las líneas o sistema en general, según recomendaciones de los fabricantes y personal interno de la empresa, se detectaron 15 de mayor importancia.

Resumen:

La tesis tiene el propósito de elaborar e implementar el programa de Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en función a la criticidad, para aumentar la confiabilidad de los equipos en planta de producción de Uesfalia Alimentos S.A. Para lo cual se verificó en operación el proceso donde se desarrolla cada función y aplicación del equipamiento, observando características de operatividad y criticidades de los mismos, seleccionando información para después procesar y analizar oportunidades de mejora con las buenas prácticas de la Gestión de mantenimiento.



Se seleccionaron equipos críticos de la planta, para definir el tipo de mantenimiento apropiado para una planta de producción, que cumpla con el diseño, y tomando en cuenta el contexto operacional en el que se encuentra. Utilizando la información obtenida, se hizo una planificación, esperando con ello disminuir las paradas inesperadas y tener una alta efectividad de la empresa.

Vega, A. (2017). Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

Conclusión:

La implementación del mantenimiento preventivo mejora disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. Este indicador incrementó de 0.893 a 0.961 lo que equivale a un aumento de 7.6%

Resumen:

La empresa compuesta en el 2005 tiene cinco grúas telescópicas con las que ofrece el servicio de levantamiento de cargas. La compañía en la actualidad solo ejecuta mantenimientos correctivos, es decir, esperan que ocurran las fallas para poder corregirlas lo que es dañino para las máquinas y los servicios que ofrecen.

El propósito es diseñar y llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo para la organización, con el fin de incrementar la disponibilidad de la maquinaria. La muestra estuvo hecha por el trabajo de cinco grúas telescópicas durante 60 días. En base a esto y al análisis de criticidad se obtuvo un cronograma de mantenimiento general por horas de operatividad a través de libretas de mantenimiento. Se hicieron revisiones, mantenimientos y lubricaciones



básicas para cada una de las grúas. Por medio de la prueba estadística de Wilcoxon se comprobó, que el mantenimiento preventivo disminuyó las fallas de las maquinarias y se logró incrementar la disponibilidad en un 7.6 %.

Roncal, J (2017). Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S.A.C 2017. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2017.

Conclusión:

Se concluye que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la empresa TRANSVIAL LIMA S.A.C, mediante un correcto uso del plan de mantenimiento y la ejecución adecuada de las diversas inspecciones, se logró reducir las fallas potenciales, así como las paradas no programadas en las 20 unidades de transporte. Es por ello que en el mes de mayo se obtuvo 1546 fallas en 30 días de trabajo, esto obedece a una disponibilidad del 34%. Luego, con la implementación se obtiene un número de fallas de 223 en el mes de setiembre con una disponibilidad del 96%, mejorando su disponibilidad en un 62%, de esta manera se ve reflejada la mejora de la disponibilidad requerida por la empresa.

Resumen:

La indagación se desarrolló a través de un diseño cuasi experimental del tipo aplicada ya que se aplicó la ideología del mantenimiento preventivo y sus distintas contribuciones tanto teóricas como prácticas, de esta forma es descriptivo y explicativo debido a que se muestran las características fundamentales de las causas creadoras del problema de la poca disponibilidad en los equipos e intenta dar respuesta al porqué del propósito de la investigación, la población del análisis es representada por un periodo de 30 días de trabajo del mes.



El método utilizado para juntar los datos fue la observación y se utilizará como instrumento de recolección un formato de inspección de correctivos, así mismo una orden de trabajo para calcular los tiempos de reparación y las ocasiones en que el bus se ubica paralizado sin generar rendimiento operativo, precisamente como los formatos de Check List de Inspección Diaria, Check List de Inspección Semanal y Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo Mensual.

Ramos, J. (2017). Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Conclusión:

Se logró incrementar la disponibilidad de las máquinas críticas en más de un 10%, es decir, el torno paralelo de 83.33 % a 93.84%; la fresadora de 84.72% a 94.79% y la mandriladora de 86.97 a 96.96, restableciendo de esta manera el rendimiento de la maquinaria.

Resumen:

El presente trabajo, describe la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos críticos que participan en el proceso productivo de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C, asegurando un aumento de la disponibilidad de los equipos del taller de maestría de la compañía, de una forma eficiente y segura. Para cumplir dicho objetivo fue necesario la recopilación de información de historiales de los tiempos de fallas de todas las máquinas, resultando un total de 23 máquinas tales como tornos, fresadoras, máquinas de soldar, mandriladora, compresoras, puentes grúa y taladros. Las cuales fueron sujetas a un análisis de criticidad, teniendo como resultado, cuatro máquinas críticas como la fresadora, torno paralelo, torno vertical y mandriladora.



Rojas, J. (2019). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de unidad minera en La Libertad, 2019 (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Conclusión:

Se implementó un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la compañía minera logrando un incremento del 84.27% que se midió en el periodo 2018 a 97.81% en promedio desde enero a octubre 2019.

Se logró demostrar que la propuesta de implementación del plan de mantenimiento preventivo es viable porque se evidencio el aumento de la disponibilidad de la nueva planta de chancado.

Resumen:

La dificultad que se analizó en la minera Liberteña es que las plantas de chancado no tienen planes de mantenimiento, lo que ocasiona resultados como: un gran número de paradas no programadas, reducción en los ingresos, entre otras consecuencias nada rentables.

Se sugiere poner en funcionamiento un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de la unidad minera 2019, de una forma eficaz y segura certificando así un mejor desempeño de los equipos, de modo que posibilite una reducción de las averías recurrentes y altos costos por mantenimientos correctivos.

2.1.3. Antecedentes locales

Loaiza, R. (2017). Programa de mantenimiento preventivo y costos de mantenimiento en la empresa Don D'María Cusco 2016 – 2017. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Andina, Cusco, Perú.



Conclusión:

Con el efecto arrojado por el análisis de criticidad de los equipos, se pudo reconocer que equipos son los más críticos en el proceso productivo, ya que perjudican directamente la fluidez de las actividades. En base a esta consecuencia, se examinaron las estrategias y políticas a adoptar, analizando las características de cada tipo de mantenimiento. Se determinó diseñar manuales de mantenimiento, y un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos y demás equipos.

Resumen:

El siguiente trabajo de investigación se da con el objetivo de ser más precisos en una organización, disminuir los costos de mantenimiento y mantener una producción fluida, se considera imprescindible tener un programa de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo se ocupa como su nombre lo dice, de planear, prever al máximo las fallas en los equipos descubriéndolas antes de que se desarrollen, intentando evitar en la medida de lo posible, el mantenimiento correctivo.

Tiene como propósito fundamental, elaborar un programa de mantenimiento preventivo que disminuya los costos de mantenimiento de la empresa Don D' María. Para lo cual se emplea herramientas como la teoría de análisis de criticidad con el objetivo de localizar que máquinas son las más críticas.

Ccolcca, Y. & Sanchez, E. (2017). Plan de mantenimiento preventivo para las estaciones de riego de la Empresa Agrícola Alsur Cusco S.A.C. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Andina del Cusco, Perú.



Conclusión:

La propuesta del presente plan, intenta ser un documento útil para las estaciones de riego y así mantener en operación constante a todos los equipos. Posteriormente se muestran los periodos que se siguieron para la preparación del plan de mantenimiento; determinaciones previas, realización de los protocolos de mantenimiento, y la estructura jerárquica, codificación de activos, reconocimiento de ítems, atribución de protocolos de mantenimiento, adquisición de las gamas de mantenimiento y la inspección manual de las gamas de mantenimiento obtenidas.

Resumen:

La propuesta de este plan de mantenimiento preventivo para las estaciones de riego de la empresa AGRICOLA ALSUR CUSCO S.A.C, se hace con el objetivo de descubrir y así prever las dificultades antes de que estas generen una avería a través de una lista entera de tareas preventivas, realizadas por los trabajadores, para garantizar el buen funcionamiento de los equipos de las estaciones de riego. Para tal resultado, el presente trabajo ha sido dividido en cuatro capítulos. Se realiza el diagnóstico de la empresa, señalando sus generalidades, estudiando la situación actual de los equipos permitiendo identificar los problemas y la utilización de los instrumentos que se manejaron para tener información y así planificar todas las actividades de mantenimiento a realizar. Finalmente se muestran los resultados deseados de acuerdo al diagnóstico hecho, tomando en consideración la situación actual de las estaciones de riego y el plan de mantenimiento preventivo obtenido.

Ramos, S. & Casas, R. (2018). Mantenimiento Productivo Total TPM y Eficiencia General de las máquinas y equipos del taller de confecciones del Centro Educativo Técnico Productivo “Juan Tomas Tuyro Túpac Inca” 2018. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Andina del Cusco, Perú.



Conclusión:

El mantenimiento productivo total TPM elaborado cumple con los objetivos planteados en la investigación y su aplicación ha sido importante para obtener datos importantes para su empleo definitivo.

Resumen:

El análisis muestra la importancia de elaborar un mantenimiento productivo total TPM en las máquinas y equipos del taller de confecciones del centro educativo técnico productivo “Juan Tomas Tuyro Tupac Inca” teniendo una incidencia considerable en la eficiencia general, por lo que se plantea adaptar el plan teniendo resultados con mayor mejoría en disponibilidad, rendimiento y calidad, cumpliendo así con la finalidad de esta investigación.

Se considera necesario adecuar el mantenimiento productivo total TPM por la baja eficiencia general que tiene el taller de confecciones de la institución.

Se encontró que el diseño del sistema de un mantenimiento productivo total es una propuesta innovadora para la institución por lo que se considerará para poder renovar las condiciones del taller.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Cacao

De acuerdo a (Alcívar Rodríguez, Pino Peralta, & Aguilar Azuero, 2016):

El cacao es un árbol originario de las selvas de América Central y del Sur, cuyo nombre científico es *Theobroma cacao* c. (*Theobroma* en griego significa “comida de los dioses”). Produce un fruto leñoso en forma de haba alargada de color rojo, blanco o verde que oscurece al madurar. La fruta mide entre 10 y 32 cm. de largo y entre 7 y 10



cm. de ancho y pesa entre 200 gr. y 1 kg. En su interior contiene entre 20 y 60 semillas dispuestas en 5 filas rodeadas con una pulpa gelatinosa y azucarada. Crece mejor en climas ecuatoriales donde hay abundantes precipitaciones durante todo el año y donde hay temperaturas relativamente estables, de entre 25 – 28 grados centígrados.

2.2.2. Tipos de cacao

(Alcívar Rodríguez, Pino Peralta, & Aguilar Azuero, 2016) “consideran dos clases de cacao, el cacao básico y el cacao fino o de aroma. De éstos, más del 95% de la producción anual puede considerarse como cacao básico o al granel, el cual procede en su mayoría de África, Asia y Brasil, en donde se cultiva principalmente variedades de tipo forastero. El restante de la producción (5%), corresponde a cacao fino o de aroma, cuyas características distintivas de aroma y sabor son buscadas principalmente por los fabricantes de chocolates de alta calidad”.

2.2.3. Mantenimiento

(Salih O. Duffuaa, 2006, pág. 29) “definen al mantenimiento como las acciones que se ejecutan para que un elemento, máquina o equipo de la compañía se preserve, o repararlos con la finalidad de que pueda ejercer las funciones para las que fue diseñado”.

Según (Pontelli, 2016, pág. 12):

Es un proceso con una finalidad determinada, es el conjunto de las actividades que tienden a admitir que los medios tecnológicos productivos no tengan detenciones que generen pérdidas en la productividad de un proceso. Los resultados de las actuaciones del mantenimiento serán analizados primeramente por este sentido: los medios deben estar en perfecto estado para realizar la producción con los estándares requeridos de calidad, seguridad y medioambiental.



(Sotuyo Blanco, 2008, pág. 4), explica que:

El realizar mantenimiento con una idea actual no incluye restaurar equipo dañado tan rápido como sea posible, sino conservar el equipo en operación a los niveles específicos. En efecto, su principal prioridad es prever fallas y, de esta manera disminuir los riesgos de paradas inesperadas.

El mantenimiento no comienza cuando los equipos e instalaciones son aceptados, sino en el periodo inicial de todo proyecto y después cuando se concreta la compra de estos y su acoplamiento correspondiente.

2.2.4. Objetivos del mantenimiento

Según (Masip, 2011, págs. 4-5):

Para percibir si el mantenimiento que se realiza es el adecuado hay que estudiar el nivel de consecución de los siguientes objetivos:

- Impedir las paradas de máquinas por avería.
- Impedir anomalías a causa de un mantenimiento ineficiente y minimizar la gravedad de estas.
- Mantener toda la maquinaria en circunstancias óptimas de seguridad y productividad.
- Lograr alargar la vida útil de los activos.
- Mejorar y tecnificar el proceso de producción.
- Disminuir los costos que tiene la empresa.
- Integrar los departamentos de mantenimiento, producción e innovación y desarrollo.



Para lograr dichos propósitos, debe realizarse actividades en las áreas de:

Planificación:

Es el medio estructurado que posibilitará la realización de los objetivos a través de un correcto uso de los recursos en dominio de la organización. La planificación tiene que dar respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué realizar?
- ¿Cuándo realizarlo?
- ¿Cómo realizarlo?
- ¿Quiénes lo realizan?
- ¿Con qué realizarlo?

Organización y ejecución:

Es la etapa en la cual se lleva a la realidad el proceso de planificación donde se necesita establecer los grupos de trabajo y ejecutar el plan. Cuando la programación ha sido precisa y minuciosa este ciclo progresa de manera muy simple debido a que con anterioridad se ha tomado en cuenta todos los elementos que participan.

El estudio previo es imprescindible para disminuir los esfuerzos. El comienzo de todo plan de gran nivel siempre tendrá dificultades las cuáles se van mejorando a medida que se van constituyendo los grupos para su desarrollo y se aseguren los procesos y la metodología a seguir.

Análisis e inspección:

Es el método que le posibilita a la empresa verificar la relación entre lo planificado y lo realizado. Únicamente con la inspección se puede comprobar la ejecución de los objetivos que



se propusieron. El control asegura que se cuente con una perspectiva pertinente del progreso de las tareas y a la vez logra detectar en el momento adecuado los fallos, las desviaciones del propósito o una mala calidad, para que se puedan tomar las medidas correctivas adecuadas.

La inspección se apoya en la medición de los resultados a través de indicadores claramente explicados. De este modo se conseguirá la eficiencia propia de una empresa más organizada. Una de las peculiaridades del control es que se utilice como un instrumento para perfeccionar las planificaciones futuras. La retroalimentación constante de las actividades de mantenimiento se establece como otra manera de control que nos proporciona resultados útiles, a través de la actualización de los procesos y/o el cambio de los planes periódicos a medida que la aplicación muestre la necesidad de realizarlo y se pueda ratificar mediante verificaciones de ingeniería. (Masip, 2011)

2.2.5. Tipos de mantenimiento

2.2.5.1. Mantenimiento correctivo

Según (Suarez, 2007, pág. 10) “son las tareas que se ejecutan después de que ocurre una avería. El propósito de este tipo de mantenimiento se basa en reparar las condiciones operativas de un equipo determinado una vez que ocurrió una falla, a través de la reparación o reemplazo de elementos o partes de equipos ya sea por desgaste, daño o rotura de éstos”.

Para (León F. C., 1998, pág. 25):

En esta clase de mantenimiento, solo se actúa en los equipos cuando la avería ya se ha generado. Consiste, entonces, de una postura pasiva, enfrentando la evolución de la condición de los equipos, a la espera del fallo. No obstante, su definición puede aparentar una actitud confiada de interés en los equipos, la verdad es que este mantenimiento es el único que se ejerce en la mayoría de las industrias.



Esta filosofía no requiere ninguna programación sistemática, por lo que no se trata de una planificación organizada de actividades.

2.2.5.2. Mantenimiento preventivo

De acuerdo a (Suarez, 2007):

Son acciones planificadas con respecto al control, localización y prevención de desperfectos, cuyo propósito es tener los equipos en condiciones específicas de operatividad (estándar de funcionamiento).

Se realiza a frecuencias activas, con respecto a las recomendaciones del fabricante, los medios operacionales, y el historial de averías de los equipos.

Por su parte, (Pontelli, 2016, pág. 16), dice que:

El mantenimiento preventivo es una metodología para intervenir comenzando por la explicación de los puntos críticos de los equipos con el objetivo de reducir los tiempos de estancamiento o poco rendimiento de estos. Esta forma de mantenimiento se basa en la planificación, construcción de estándares y en verificaciones sistemáticas con el objetivo de descubrir indicadores de incorrecto funcionamiento. Se realiza en base a las recomendaciones del fabricante del equipo manifestadas de manera directa en el momento de la instalación o por medio de los manuales, así también la práctica obtenida por los colaboradores en el progreso de sus tareas. Con estos componentes se elaboran los estándares, es decir los procesos que fijan que es lo que se tiene que realizar, como hacerlo y la frecuencia de los controles a realizar.

De acuerdo a (Torres, 2010):



Indicadores de mantenimiento preventivo

- **Tiempos Operación (TO):** Es la relación entre las horas empleadas para la producción y las de paro del equipo por fallas:

$$TO = \left(1 - \frac{\text{Horas de Paro por Mantenimiento}}{\text{Horas de Producción Realizadas}} \right) \times 100$$

- **Índice de costos de mantenimiento preventivo (CPC):** Es el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas este se puede acerca al 20%.

$$CPC = \frac{\text{Costo del Preventivo}}{\text{Costos totales del mantenimiento (Preventivo + Correctivo)}}$$

Ventajas del mantenimiento preventivo

- **Seguridad:** Las instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo realizan sus operaciones en mejores condiciones de seguridad.
- **Vida útil:** Una instalación tiene una vida útil mucho mejor que la que tendría con el mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparaciones:** Es factible disminuir el costo de reparaciones si se emplea el mantenimiento preventivo.
- **Inventarios:** También es probable disminuir el costo de los inventarios utilizando el mantenimiento preventivo.
- **Carga de trabajo:** La carga de trabajo para los colaboradores encargados del mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.
- **Aplicabilidad:** Mientras más complicadas sean las instalaciones y más confiabilidad se necesite, más se requerirá del mantenimiento preventivo.



Pasos para la aplicación del mantenimiento preventivo

1. Definir los activos

Según (Martinez, 2002, pág. 18), “primero se debe reconocer y determinar todos los equipos que estarán sujetos al mantenimiento”.

De igual manera (Garrido, 2009-2012, pág. 9), dice que “la compañía debe facilitar datos en la actualidad de todas las máquinas o equipos que serán incluidos en el mantenimiento”.

2. Establecer las actividades de mantenimiento

Al respecto (Martinez, 2002, pág. 18), nos dicen que “las actividades de mantenimiento son operaciones que se efectuarán en cada equipo o elemento”.

Según (Salih O. Duffuaa, 2006, pág. 89) “para definir las operaciones se realiza una lista en la cual se señala el procedimiento a ejecutar en los equipos, y se concentra en dar detalle de cada tarea del plan de mantenimiento”.

3. Establecer los periodos o frecuencias

(Martinez, 2002, pág. 18), comenta que “en esta etapa se asigna cada actividad de mantenimiento fijada, una frecuencia de tiempo definida, en la que se muestra cada día, hora etc. se ejecutarán las actividades anteriormente establecidas”.

4. Diseñar el plan de mantenimiento

(Martinez, 2002, pág. 19), indica que “se trata de realizar un plan donde dé el detalle de cada actividad o procedimiento de mantenimiento y se relacione a un periodo de tiempo o frecuencia para ejecutar cada intervención descrita”.

(Salih O. Duffuaa, 2006, pág. 89), afirma que “para el diseño del plan de mantenimiento se tiene que realizar un formato en el cual se registre cada actividad a una frecuencia determinada, en esta fase se planifica el mantenimiento preventivo para su ejecución”.



5. Determinación de los recursos

De acuerdo a (Martinez, 2002, pág. 19) “en esta fase, se definen los recursos, así como los recursos humanos esenciales para ejecutar cada operación de mantenimiento, del mismo modo, se explicará si para la ejecución se necesitará de colaboradores externos”.

6. Implementar un sistema de manejo de la información

(Martinez, 2002, pág. 19), aseguran que “se debe tener un registro en un sistema que puede ser manual o informático, la información con respecto al plan de mantenimiento como las actividades que se realizaron, la frecuencia de cada una de estas actividades, entre otros”.

Plan de mantenimiento preventivo

Según (Ortega, 2003, pág. 35):

El plan de mantenimiento preventivo es el instrumento con el que tendremos un control total acerca de los componentes de la instalación. Se puede elaborar historiales de consumo, averías, sustitución de piezas, etc., asimismo conocer a fondo las máquinas de los sistemas y básicamente en hacer su mantenimiento y revisiones pertinentes. Para que el plan preventivo sea eficiente y práctico tendrá que estar constituido de distinta información.

(Martín, 2014, pág. 80), agrega que “el manejo de la planificación del mantenimiento incrementa la productividad en un máximo del 25%, alarga el ciclo de vida de las maquinas en un 50% y disminuye los costos generados por el mantenimiento en un 30%”.

2.2.5.3. Mantenimiento predictivo

(Abella, 2012, pág. 8), comenta que:

Es el grupo de acciones de monitoreo y diagnóstico constante de un sistema, que posibilitan tener una intervención correctiva inmediata, como reflejo de detectar



cualquier síntoma de daño o avería. El mantenimiento predictivo está basado en el hecho de que generalmente las fallas se generan de manera gradual y con anterioridad, en algunas situaciones, se muestran indicios claros de una deficiencia futura, ya sea a primera vista, o a través del control, es decir, la selección, la medición de algunos indicadores importantes que simbolizan el buen funcionamiento de la máquina analizada.

Por ejemplo, estos indicadores pueden ser: temperatura, presión, velocidad lineal, velocidad angular, resistencia eléctrica, ruido, vibraciones, etc. Con esta metodología, se pretende acompañar la evolución de averías que se presenten en el futuro. Este sistema tiene como beneficio, que el seguimiento nos permita mantener un registro del historial de las características por medio del análisis, enormemente beneficioso en caso ocurran fallas repetitivas; la restauración se puede planificar en algunas situaciones, junto con el apagado planificado de la máquina y se reducirían la cantidad de intervenciones de las tareas en mantenimiento.

2.2.6. Inspecciones periódicas programadas

(Fernandez, 2005, pág. 103), indica que:

Una manera de plantear lo que se tiene que hacer en cada equipo o instalación puede ser, implementar inspecciones regulares, de frecuencia reducida y ejecutadas por personal con experiencia que, a la vista de la situación del componente y su actividad, planifiquen y determinen que preventivo se va a ejecutar.

2.2.7. Disponibilidad

De acuerdo a (Patón, 2009, pág. 69):

La disponibilidad es la probabilidad de que una máquina efectúe las funciones que se requieren en un momento o periodo de tiempo establecido, siempre que funcione y se



conservar de acuerdo a los protocolos que se establecen. Se suele detallar de manera más práctica por medio de los tiempos medios entre fallos y de reparación, dado que son los datos que se conocerán en cada sistema.

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR}$$

Donde:

D: disponibilidad

TMEF: tiempo medio entre fallas

TMDR: tiempo medio de reparación

2.2.7.1. Pilares fundamentales

Según (Fernandez, 2005, pág. 66):

La fiabilidad es la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que la máquina en cuestión pueda ejecutar su función o actividad en las condiciones de funcionamiento o sin avería.

Por tanto, la media de tiempo entre fallos (TMF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

$$TMF = \frac{HROP}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

TMF: tiempo promedio entre fallas

HROP: horas de operación

NTFALLAS: número de fallas detectadas



(Fernandez, 2005, pág. 66), define “la mantenibilidad como la probabilidad de que la máquina, después del defecto o falla sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo determinado. Una medida de la mantenibilidad es el tiempo medio de reparación (TPR)”.

$$TPR = \frac{TTF}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

TPR: tiempos de reparación

TTF: tiempo total de fallas

NTFALLAS: número total de fallas detectadas

2.2.8. Calidad de mantenimiento

Según el comentario de (Garcia Garrido, 2004):

La Calidad en Mantenimiento debemos entender: Máxima Disponibilidad al mínimo costo. Para ello se requiere:

- Disponer de mano de obra en la cantidad adecuado y con el nivel de organización indispensable.
- Que la mano de obra esté suficientemente calificada para realizar las tareas que sea necesario ejecutar.
- Excelente rendimiento de la mano de obra.
- Que se disponga de los útiles y herramientas más apropiadas para las máquinas que hay que reparar.
- Que los materiales que se utilicen en mantenimiento cumplan con todas las condiciones necesarias.
- Que el dinero invertido en materiales y repuestos sea el menor posible.



- Que se establezcan métodos de trabajo más apropiados para abordar las actividades de mantenimiento.
- Que las reparaciones que se ejecuten sean seguras, es decir, no vuelvan a producirse en un amplio periodo de tiempo.
- Que las paradas que ocurran en las máquinas como consecuencia de averías o intervenciones programadas no dañen el Plan de Producción y, por ende, no perjudique a los clientes (externos o internos).
- Que se cuente con información útil y confiable sobre la evolución del mantenimiento, lo cual, nos permita tomar mejores decisiones.

2.2.9. Equipos críticos

Según (Pezánte Huerta, 2007, pág. 57):

Son los equipos cuyos defectos generan paradas e interrupciones generales, cuellos de botella, daños a los demás equipos o instalaciones y retrasos en las tareas de los demás centros de actividad de una organización.

Aquellos que paralizan la prestación de los servicios a los clientes, perjudican de forma directa los procesos de producción y consecuentemente ocasionan problemas con el desempeño hacia los clientes.

2.2.10. Factores a considerar en la selección y determinación de equipos críticos

(Pezánte Huerta, 2007, págs. 58-59), asegura que son los siguientes:

- Depende mucho de la frecuencia y los tiempos de operatividad de los mismos.
- El costo del equipo, el mismo que muestre su protección general y planificación de mantenimiento preventivo constante.



- Si el fallo o paralización de un equipo perjudica de manera directa al servicio proporcionado a los clientes o al proceso de producción general de la compañía.
- Si se tiene un equipo de apoyo o adicional con disponibilidad para ser utilizado en caso surja algún problema.
- Si los defectos de estos equipos podrían perjudicar la seguridad de los clientes, así como la trascendencia del prestigio de la empresa y la realización de los objetivos o metas de productividad.
- Si ha llegado al límite de su vida útil y/o se actualizó y le hará falta una mayor verificación preventiva.
- Si el coste de las reparaciones está sobre el coste de la renovación del equipo, o en caso de que el tiempo de desgaste es mayor que el tiempo en que el equipo se mantiene obsoleto.

2.2.11. Jerarquización de los activos

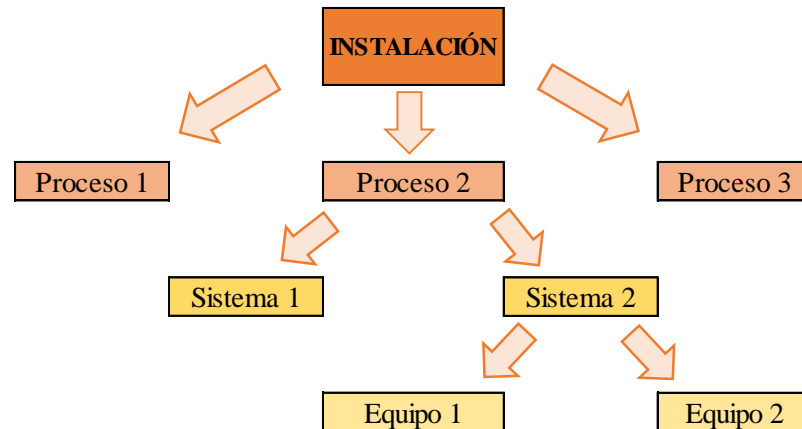
Para (Crespo, 2012):

Consiste en el número de componentes de una instalación y/o planta en asociaciones secundarias que trabajan en conjunto para poder conseguir los propósitos establecidos anteriormente. La siguiente figura expone el estilo de agrupación más común de una instalación, en el que se puede observar que la jerarquización de los activos la constituyen conjuntos sucesivos.



Figura 2

Jerarquización de los activos



Nota. Adaptado de *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*, Crespo, C. P, Sevilla, 2012, Ingecon.

Como podemos ver, una planta diversa tiene afiliada varios elementos del proceso, y cada uno de estos puede contar con varios sistemas, al mismo tiempo que cada uno de los sistemas tiene distintos grupos de equipos, y así sucesivamente. A medida que se desciende por la jerarquía, crece la cantidad de elementos involucrados. Esta jerarquización se ejecutará a través de la utilización del análisis de criticidad, expuesto a continuación.

2.2.12. Análisis de criticidad

Para (García Garrido, 2004, pág. 24):

No todas las máquinas poseen la misma importancia en una planta industrial. Es evidente que algunas máquinas son más relevantes que otras. Los recursos de una empresa muchas veces son limitados, razón por la cual se tiene que destinar la mayor parte de estos a las máquinas más elementales, colocando una mínima parte a las máquinas que menos pueden afectar en los resultados que tenga la organización.



(Negro, 2013), asegura que “es un proceso que se lleva a cabo para jerarquizar instalaciones, sistemas, equipos y/o elementos, con respecto a su impacto general, con el propósito de mantener en óptimas condiciones los recursos económicos, humanos y técnicos”.

2.2.13. Métodos de análisis de criticidad

2.2.13.1. Método de flujograma de análisis de criticidad

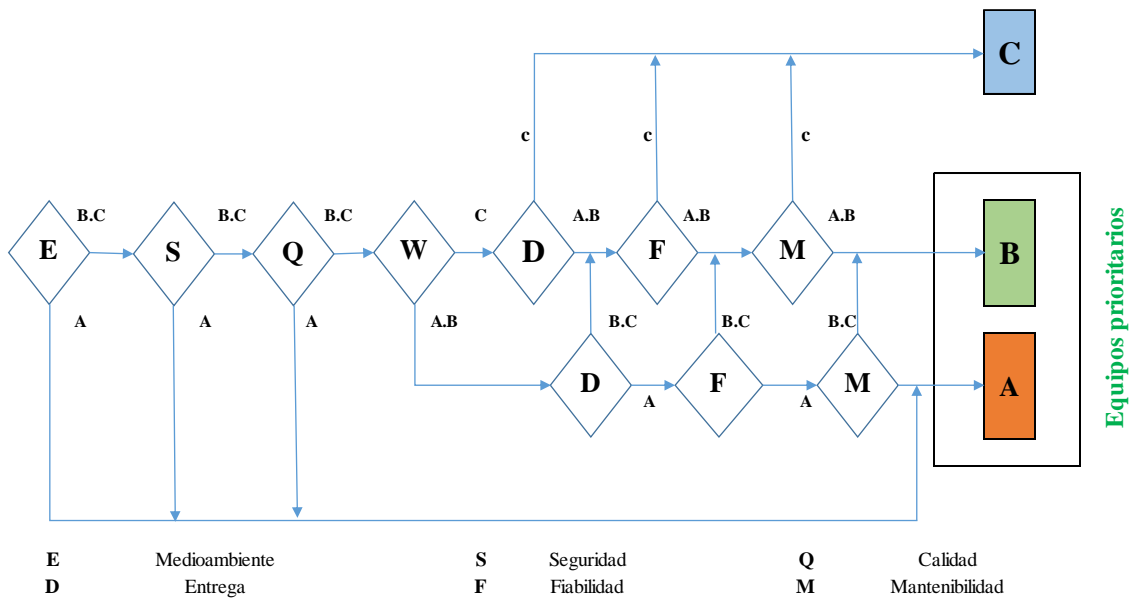
(Crespo, 2012, pág. 58):

Se refiere a un análisis solamente cualitativo sobre la jerarquía de equipos de producción. Como se puede ver en la (figura 4), el resultado del procedimiento es una clasificación de nuestras máquinas en tres categorías: A, B, C, considerando a los equipos tipo A, los de mayor prioridad. Para llegar a la agrupación final se realiza de manera secuencial un conjunto de preguntas al equipo original de trabajo compuesto en la compañía para tal fin. El proceso marca la importancia que da el equipo de trabajo a cada atributo que se estudia a la hora de disponer la prioridad del mismo. De una u otra forma, el orden en la secuencia indica el peso que se da durante la gestión, a cada uno de los atributos.



Figura 3

Flujograma de análisis de criticidad



Nota. Adaptado de *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*, Crespo, C. P, Sevilla, 2012, Ingecon.

De cada una de las preguntas existen tres respuestas posibles A, B o C que sirven para clasificar a la máquina.

- La primera pregunta se refiere al **medio ambiente (E)**, un equipo se puede considerar como de categoría A, si un defecto del mismo puede generar que la organización tenga que comunicar a las autoridades públicas por problemas que pueden afectar a la salud de los individuos y del medio ambiente (una fuga de amoníaco). El equipo sería de categoría B si un defecto del mismo provocaría una contaminación que puede manejarse en el interior de la empresa (una fuga de sosa que se controla con la red de aguas de la empresa). Por último, una máquina se puede considerar de categoría C si un defecto de este no ocasionaría ningún tipo de contaminación medioambiental.



- Las cuestiones de **seguridad (S)** los equipos de categoría “A” serán aquellos cuyas averías pueden generar accidentes y como consecuencia provocar absentismo laboral temporal o permanente en el ambiente de trabajo. Las averías en equipos de la categoría “B” podría generar daños menores a las personas en el trabajo, no producen la ausencia de los colaboradores. Finalmente, los activos de la categoría “C” son equipos cuyas averías no pueden originar consecuencias relacionadas con la seguridad de los individuos.
- La **calidad (Q)** es la siguiente característica que tiene que analizarse utilizando el flujograma. El proceso para este análisis es semejante al utilizado para la valoración medioambiental de los equipos. Los defectos de calidad también pueden generar un gran impacto externo, o un prestigio muy negativo de la empresa en el mercado, al descubrirse una avería después de que llegue el producto al cliente final (los consumidores en este caso). Categoría A se enfoca ahora a los equipos que pueden sufrir este tipo de desperfecto. Categoría “B” y “C” sería que los equipos que, cuando no se conservan correctamente, puede sufrir averías que generen solo una consecuencia interna o que no generan ningún impacto, respectivamente.
- El tiempo de **trabajo de un activo (W)** también puede limitar su criticidad. En este caso, los equipos que trabajan a tres turnos serán de categoría “A”, los equipos con dos turnos de trabajo estarán bajo categoría “B”. Por último, cuando los equipos de producción tienen planificado un solo turno de trabajo al día, formarán parte de la categoría “C”. En algunos casos, el trabajo extra que se necesita para el mantenimiento correctivo de los equipos, como media, también puede ser considerado dentro de este aspecto. Los equipos que necesitan una



mayor cantidad de horas extras para ser restaurados estarían en categoría “A”, y así consecutivamente.

- La **entrega (D) o servicio** es un aspecto que tiene que ver con el impacto operacional de una avería del equipo. Los equipos de categoría “A” son los que generan un paro en toda la planta cuando se dañan. Los activos de categoría “B” pueden permitir sólo una línea de producción en pausa al dañarse. Finalmente, los equipos que no ocasionan una interferencia representativa en la producción serían de la categoría “C”.
- La **fiabilidad (F)** ingresa como uno de los criterios en el flujograma también y se vincula con la frecuencia de fallo que puede ocurrir en un equipo en el que no se realiza mantenimiento de manera correcta. En este caso, se considera como categoría “A” los equipos con frecuencia de fallo menor a 5h. Los equipos con frecuencias de fallo mayor de 5h y menor de 10h se incluyen en la categoría “B”. Por último, para equipos con frecuencias de fallo superiores a 10h, se incluye en la categoría “C”. Es habitual tomar en cuenta un criterio de frecuencia que genere el 20% de los activos dentro de la categoría “A”, sobre un 30% de la “B”, mientras que el 50% entraría en categoría “C”.
- La **mantenibilidad (M)**, es el último aspecto que se debe considerar. Está relacionado con el tiempo medio necesario para arreglar una avería. Los equipos que necesitan un tiempo medio de restauración de más de 90 minutos se clasifican como “A”. Entre 45 y 90 minutos estarían en la categoría “B”. Finalmente, aquellos cuyo tiempo medio de restauración es inferior a 45 minutos estarían dentro de categoría “C”.



Figura 4

Factores de la criticidad



Nota. Adaptado de *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*, Crespo, C. P, Sevilla, 2012, Ingecon.

2.2.13.2. Criticidad total por riesgo (CTR)

Según (Crespo, 2012), “es un procedimiento de estudio semicuantitativo, sujeto en el concepto de riesgo, y entendido como el resultado de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo”.

(Crespo, 2012) “utiliza las siguientes expresiones para jerarquizar los sistemas a partir del modelo CTR”:

$$CTR = FF \times C$$

Donde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado – fallos/año)

C: Consecuencias de los eventos de fallos



Se cree además que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

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

Donde:

IO: Impacto operacional

FO: Flexibilidad operacional

CM: Costes de mantenimiento

SHA: Impacto en seguridad, ambiente e higiene

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser analizados por la manifestación de riesgo se muestran a continuación:

- **Frecuencia de Fallos (escala 1-4)**
 - 1: Excelente:** menos de 0,5 eventos al año
 - 2: Bueno:** entre 0,5 y 1 evento al año
 - 3: Promedio:** entre 1 y 2 eventos al año
 - 4: Frecuente:** más de 2 eventos al año

- **Factores de consecuencias**

Impacto operacional (escala 1-10)

- 1:** Pérdidas de producción menor al 10%



3: Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%

5: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%

7: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%

10: Pérdidas de producción superiores al 75%

Flexibilidad Operacional (escala 1-4)

1: Se tiene unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños

2: Se tiene unidades de reserva que pueden cubrir de manera parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios

4: No se tiene unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes

Costes de mantenimiento (escala 1-2)

1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20.000 dólares

2: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20.000 dólares

Impacto en seguridad, ambiente e higiene (SHA) (escala 1-8)

1: No hay ningún riesgo de pérdida de vida, no afecta a la salud, ni genera daños ambientales

3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de controlar y fugas repetitivas



6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños considerables a la salud, y/o incidente ambiental de difícil reparación

8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud de los colaboradores y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que superan los límites aprobados

La clasificación de los factores ponderados se desarrolla en reuniones de trabajo con la participación de todo el personal involucrado en el contexto operacional del activo en análisis (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente).

Después, se eligen los sistemas que se tiene que priorizar y se realiza una lluvia de ideas en la que se le asigna a cada equipo los valores correspondientes a cada uno de los factores que componen la expresión de Criticidad Total por Riesgo. Para tener el nivel de criticidad de cada equipo/sistema, se consideran los valores totales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias de los fallos y se ubican en la matriz de criticidad 4x4 (figura 6).

El valor de frecuencia de fallos se ubica en el eje vertical y el valor de consecuencias se ubica en el eje horizontal (se toma el resultado final de la ecuación: $C = (IO \times FO) + (CM) + (SHA)$).

La matriz de criticidad que se muestra a continuación posibilita jerarquizar los sistemas en tres áreas.

- Área de sistemas **No Críticos (NC)**
- Área de sistemas de **Media Criticidad (MC)**
- Área de sistemas **Críticos (C)**



Figura 5

Matriz de criticidad

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

Nota. Adaptado de *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*, Crespo, C. P, Sevilla, 2012, Ingecon.

2.2.13.3. Matriz de criticidad por riesgo (MCR)

De acuerdo a (Crespo, 2012, pág. 63), “un tipo semicuantitativo que se basa en la consideración del factor de riesgo por medio de las siguientes expresiones”:

$$Riesgo = FF \times C$$

Donde:

FF = Frecuencia de fallos (número de fallas en un tiempo determinado)

C = Consecuencias de los fallos a la seguridad, ambiente, calidad, producción, etc.

Se cree además que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C = (\text{Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA)} \times 0,2) + (\text{Impacto en Calidad (IC)} \times 0,2) + (\text{Impacto Producción (IP)} \times 0,2) + (\text{Impacto por Baja Mantenibilidad (BM)} \times 0,2) + (\text{Costes de Mantenimiento (CM)} \times 0,2)$$



A continuación, se puede observar los factores ponderados que fueron diseñados para el desarrollo de la jerarquización de los factores de frecuencia y consecuencias de fallos:

Frecuencia de fallos (escala 1-5)

- 1: Sumamente improbable:** menos de 1 sucesos en 5 años
- 2: Improbable:** 1 suceso en 5 años
- 3: Posible:** 1 suceso en 3 años
- 4: Probable:** entre 1 y 3 sucesos al año
- 5: Frecuente:** más de 3 sucesos por año

Factores de consecuencias (escala 1-5)

Impacto Seguridad y Medio Ambiente (SHA)

- 1:** No existe ningún riesgo de salud ni de daños ambientales.
- 3:** Riesgo de vida del personal o daños menores a la salud de los colaboradores y/o incidente ambiental menor, derrames fáciles de controlar y fugas repetitivas.
- 5:** Alto riesgo de vida del personal, daños graves a la salud de los colaboradores y/o incidente ambiental mayor (catastrófico), derrames y fugas que exceden los límites aprobados.

Impacto en Producción (IP)

- 1:** Pérdidas de producción menor al 10%
- 2:** Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%
- 3:** Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%
- 4:** Pérdidas de producción entre el 50% y el 74% (unidades de reserva Métodos de parcial)
- 5:** Pérdidas de producción superiores al 75% (no hay unidades de reserva)



Impacto por Baja Mantenibilidad (BM)

- 1:** Se tiene unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños.
- 3:** Se tiene unidades de reserva que pueden cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios.
- 5:** No se tiene unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes.

Impacto en Costos de Mantenimiento (CM)

- 1:** Costos de reparación incluyendo materiales y HH, se ubican por debajo del 10% del valor del equipo.
- 2:** Costos de reparación incluyendo materiales y HH, se ubican entre un 10% y el 24% del valor del equipo.
- 3:** Costos de reparación incluyendo materiales y HH, se ubican entre un 25% y el 49% del valor del equipo.
- 4:** Costos de reposición incluyendo materiales y HH, se ubican entre un 50% y el 74% del valor del equipo.
- 5:** Daños irreversibles al sistema, costos de reparación incluyendo materiales y HH supera en un 75% el valor del equipo.

Los resultados del análisis de los factores presentados anteriormente, se muestran en una matriz de criticidad 5x5, donde el eje vertical está formado por cinco niveles de frecuencia de fallos, mientras que el eje horizontal está formado por cinco niveles de consecuencias de fallos.

La matriz está dividida en cuatro zonas que representan cuatro niveles de criticidad. (Crespo, 2012, pág. 64)



Zonas de criticidad:

B = Baja criticidad

M = Media criticidad

A = Alta criticidad

MA = Muy alta criticidad

Figura 6

Matriz de criticidad propuesta por el modelo MRC

FRECUENCIA	5	A	MA	MA	MA	MA
	4	A	A	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	M
	1	B	B	B	M	M
		1	2	3	4	5
	CONSECUENCIAS					

Nota. Adaptado de *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*, Crespo, C. P, Sevilla, 2012, Ingecon.

2.2.14. Costo de mantenimiento

Para (Arredondo, 2015, pág. 8), “es el conjunto de gastos que intervienen en la implementación un programa de mantenimiento preventivo. Son aquellos sujetos a ser inventariados, tal como la materia prima, el trabajo y los costos indirectos que se requieren para desarrollar dicho programa”.

Según (Elola, 2010, págs. 39-40):

El mantenimiento en sus diferentes características, se los puede dividir en cuatro bloques:

- **Costos fijos:** El detalle de este tipo de costos es que son independientes del volumen de producción o de ventas de la empresa, como su nombre lo indica son fijos, dentro de este tipo de costos se puede enfatizar la mano de obra directa, los alquileres, seguros, servicios, etc. Los costos fijos del



mantenimiento se componen esencialmente por la mano de obra y los materiales requeridos para ejecutar el mantenimiento preventivo, predictivo, hard time, así como todo gasto producido por el engrase de las máquinas o mantenimiento.

- **Costos variables:** Estos costos tienen la peculiaridad de ser proporcionales a la producción desarrollada. Podemos destacar dentro de estos a costos a la mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, además de los costes variables que incluyen el mantenimiento. Dentro de los costos variables de mantenimiento se encuentra básicamente el de la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo será resultado de las fallas inesperadas en las máquinas y equipos, como de las restauraciones planificadas por otros tipos de mantenimiento a la maquinaria.
- **Costos financieros:** Los costos financieros relacionados al mantenimiento se generan tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción. En estos gastos debe considerarse el costo que implica tener algunas instalaciones o máquinas duplicadas para obtener una mayor disponibilidad. En determinados casos que se exige a una disponibilidad general, es importante ajustar en paralelo una máquina semejante que posibilite la restauración de una de ellas mientras la otra se encuentra en operatividad.
- **Costos de fallo:** Se refiere al costo o pérdida de rentabilidad que la compañía aguanta por razones vinculadas de manera directa con el mantenimiento.

Generalmente, esta idea no suele tomarse en cuenta cuando se trata de los gastos de mantenimiento, pero su volumen puede ser inclusive superior a los gastos tradicionales, costos fijos, costos variables y financieros. Este concepto se utiliza tanto a compañías de producción, así como a compañías de servicios.



2.3. Definición de las variables

Variable 1: Plan de mantenimiento preventivo

Variable 2: Disponibilidad de los equipos



2.4. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Items
Variable 1: Plan de mantenimiento preventivo	Es el conjunto de actividades planificadas con respecto a la supervisión, localización y previsión de averías en los equipos, cuyo propósito es conservarlos en un estado estándar de funcionamiento.	Diagnóstico Situacional	Tiempo global de los equipos en operación	TMF= horas/falla
			Tiempo global de las intervenciones correctivas realizadas.	TMR= horas/falla
		Plan de Mantenimiento Preventivo	Consolidación del Área de mantenimiento	Ficha técnica de máquinas y Equipos
			Codificación de la Maquinaria	Codificación alfanumérica
			Análisis de Criticidad	CTR (NC, MC, C)
			Requerimientos de Repuestos y Materiales	Formato de Requerimiento
			Requerimientos de actividades de mantenimiento	Formato de solicitud de mantenimiento Orden de trabajo de mantenimiento
Variable 2: Disponibilidad de los equipos	Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que se ha requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables.	Disponibilidad de Equipos	Fiabilidad	TMF= horas/falla
			Mantenibilidad	TMR= horas/falla



Capítulo III

Metodología

3.1. Tipo de investigación

- **Según su finalidad:**

Según (Rivero, 2018) la investigación básica, se caracteriza porque parte de un marco teórico y permanece en él; la finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, en incrementar los conocimientos científicos o filosóficos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico.

Esta investigación es básica o teórica, debido a que se sustenta en la teoría acerca del mantenimiento preventivo y permite comprender las circunstancias por medio de la información o evidencias existentes, también describe de qué forma se puede alcanzar un propósito establecido, en este caso el de incrementar la disponibilidad de los equipos.

- **Según su alcance:**

De acuerdo a (Rivero, 2018) sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos.

La presente investigación tiene un alcance descriptivo - propositivo puesto que solamente es una propuesta, que se encarga de explicar las características de la variable de estudio, y plantea la posible solución a dicho problema.

- **Según su diseño:**

Como señala (Sampieri, 2014), la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.



Esta investigación se considera no experimental, ya que no es aplicado en la empresa, y no se realiza la modificación de la variable en estudio.

- **Según su enfoque:**

Según (Sampieri, 2014) El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio en el cuál se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.

La presente investigación se considera de tipo cuantitativo, debido a que se realiza la medición de la variable en un contexto establecido, también se estudian los resultados obtenidos y se dispone de algunas conclusiones con relación a la hipótesis.

- **Según la clase de medios utilizados para obtener datos:**

De acuerdo a (Arias, 2006), la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios; es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

El presente estudio es de tipo documental debido a que se respalda en el asesoramiento de ensayos, libros, artículos y manuales. Asimismo, es una indagación de campo, debido a que se realizan entrevistas, y observaciones directas, para la obtención de información específica.

3.2. Nivel de investigación

El grado en el cual se aborda esta investigación es de tipo descriptivo - propositivo, debido a que se observa y se describe la variable tal y como se presenta en su estado natural, de acuerdo a (Sampieri, 2014).



En esta investigación, permitió identificar la falta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, y la necesidad de implementarlo en un futuro, para poder aumentar la disponibilidad de los equipos que se utilizan en los procesos.

3.3. Diseño de la investigación

Según (Leon, 2010), es aquel que descompone la realidad en múltiples factores o variables, cuyas relaciones y características son estudiadas mediante fórmulas estadísticas, así como, determinar el área que abarcará el estudio, la población y las variables de las que se ocupará es lo que se hace cuando se delimita el problema

En el presente estudio, se emplea el método analítico debido a que se observa y analiza las causas, la naturaleza y los efectos originados por el plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de incrementar la disponibilidad de los equipos.

3.4. Población y muestra

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. (Sampieri, 2014)

La población de la siguiente indagación está compuesta por:

- Las 12 máquinas/equipos utilizados en el proceso de producción de la empresa Choco Museo que van a ser incluidas en el plan de mantenimiento preventivo.

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Sampieri, 2014)

En la muestra que se va utilizar, se considera:



- El mismo tamaño de la población, es decir 12 máquinas/equipos, que son importantes, dentro del estudio y la evaluación técnica.

3.5. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos

- **Observación directa:** Es una técnica muy importante, debido a que se tendrá un vínculo directo con el contexto y problemas que acontecen.
- **Revisión documental:** Consiste en la lectura y análisis de distintas fuentes bibliográficas, así como la información documentada de la empresa con relación al tema que se está investigando.

3.6. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a las técnicas que se están considerando, se van a utilizar los siguientes instrumentos:

- 1) Diagrama de Ishikawa: Es una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado. Esta técnica ilustra gráficamente la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y dado un resultado específico. (González, 2021)
- 2) Ficha técnica de los equipos: La ficha técnica es un documento en el que se consolidan las especificaciones técnicas de una máquina o equipo. (Elola, 2010)
- 3) Formatos de inspección y actividades de mantenimiento: Son documentos que permiten controlar las condiciones de las máquinas y equipos usados con habitualidad, con el fin de determinar situaciones que puedan originar fallas y una depreciación perjudicial a los equipos. (Abella, 2012)

3.7. Procedimiento de análisis de datos

El proceso que tendrá la información recogida, se realizará en los programas Office y Excel.



Capítulo IV

Descripción de la empresa

4.1. Historia de la empresa

Choco Museo inicia hace tan sólo diez años, cuando Mitchel Bodian, Clara Isabel Dias y Alain Schneider se conocieron en Nicaragua. Desde el comienzo los tres entablaron muy buena relación, y compartieron sus opiniones sobre el país que les acogía, así como sus intereses y llegaron a una pasión común: el chocolate. Tomaron la decisión de conocer las plantaciones y el proceso de producción del chocolate, y que debían aprender ellos a hacer chocolate tal y como se hacía en Nicaragua, con el mejor cacao, para lograr el sabor más auténtico.

Y fue así como inauguraron un museo en Cusco, y consiguieron hacer su chocolate artesano con los mejores granos de cacao; y mostraron a los visitantes el proceso que lleva el chocolate desde el inicio hasta el final. El éxito de ese Choco Museo fue inmediato, y estuvo durante un largo periodo de tiempo en el Top3 de las actividades turísticas en Cusco.

Más allá de poder vivir la experiencia como un agricultor, montaron talleres de chocolate. En los cuales, los visitantes viven en poco tiempo todas las fases de la producción del chocolate.

Choco Museo es una organización en constante expansión, y se va desarrollando en diferentes países. Al día de hoy, tienen museos abiertos en: Cusco, Lima, Antigua, Granada, Cartagena de Indias o Santo Domingo entre otras ciudades. Poseen más de 25 tiendas-museo por Latinoamérica, donde ofrecen una experiencia 100% chocolatera, en los países agricultores del cacao.

4.2. Funciones

Entre las principales funciones de esta empresa, se tiene:



- Realizar y/o controlar las operaciones de elaboración del chocolate, y los productos derivados de este.
- Realizar el aprovisionamiento interno y controlar los insumos.
- Mantener bien organizado todo el ambiente de trabajo, tanto para clientes, como para trabajadores.
- Ejecutar la venta y distribución de los productos ya terminados.

4.3. Objetivos de la empresa

La empresa Choco Museo, tiene como objetivos:

- Capacitar a una cooperativa de cacao en el proceso de fermentación (que mejora nuestros propios productos) y en la fabricación de chocolate (lo que les permitió agregar valor a su propio negocio)
- Ampliación de la gama de licores y dulces.
- Internalización de la producción de productos de belleza (lo que implica nuestra propia capacitación, crecimiento personal, mayor valor agregado, acceso a nuevos mercados)
- Mejora del proceso productivo a nivel nacional.
- Venta de chocolate a clientes corporativos como panaderías, restaurantes y hoteles.
- Alquilando nuestra maquinaria a chocolateros y estudiantes.
- Crecimiento personal orgánico: formación de nuevo personal o implementación de procedimientos en otras tiendas (incluso en el extranjero), desarrollo de productos y calidad, participación en actividades transversales (como marketing, diseño y redes sociales), etc.



4.4. Filosofía

Fuerzas de la naturaleza

Dependiendo de las estaciones, los lugares y los eventos climáticos, el sabor y la textura del cacao, las frutas y las nueces varían. Esto se refleja directamente en nuestros productos. En Choco Museo, nos gusta verlo como la naturaleza participando y participando en nuestras actividades, y lo encontramos hermoso.

A propósito, fomentamos que la naturaleza sea un factor en el sabor y la textura de nuestros productos. En cada uno de nuestros países, en cada una de nuestras ciudades, en cada uno de nuestros Choco Museos, e incluso en cada lote, puede esperar encontrar variaciones en nuestra línea de chocolates, mermeladas, licores y belleza.

Cuando observamos estas variaciones, nos recuerda que somos artesanos, y esa es precisamente una de las principales fuentes de disfrute en nuestro trabajo. A medida que crecemos en el número de boutiques y en el número de países, tenemos la tentación de centralizar y estandarizar el suministro de materias primas. Sin embargo, luchamos contra esta tendencia y buscamos activamente mantener la participación de la naturaleza en nuestros productos.

Producción local

El hecho de que produzcamos chocolate en los países productores de cacao permite que se agregue valor localmente. Estamos orgullosos de ser parte de un movimiento de empresarios que trabajan conscientemente directamente con nuestras comunidades vecinas. Esto no solo es cierto para el cacao, sino para todas las materias primas y, lo que es más interesante, para servicios como diseño, marketing y capacitación.



Transparencia

Choco Museo fue diseñado para poder comunicar nuestro conocimiento con la gente que demuestra interés. Nos agrada que sea particular (es decir, con interrelación directa entre los colaboradores y los clientes) y muy efectivo.

A menudo se nos pregunta si somos una organización sin fines de lucro. Bueno, no lo somos, pero sí, tenemos cosas en común, como la pasión, el espíritu de compartir, el orgullo en nuestro trabajo y nuestro mejor esfuerzo.

Cuando nos enfrentamos a la insatisfacción del cliente, es un desafío para nosotros arreglar algo en nuestra organización o comunicar que lo que el cliente destacó realmente se hace a propósito. En ambos casos, se necesita mucha honestidad: cuestionarnos a nosotros mismos y aceptar nuestro error, o discutir con el cliente nuestras opciones de manera transparente.

4.5. Análisis interno de la empresa

El presente análisis ayudará a evaluar los recursos, y competencias que pueden ser utilizados para desarrollar o mantener la ventaja competitiva de la empresa en el mercado.

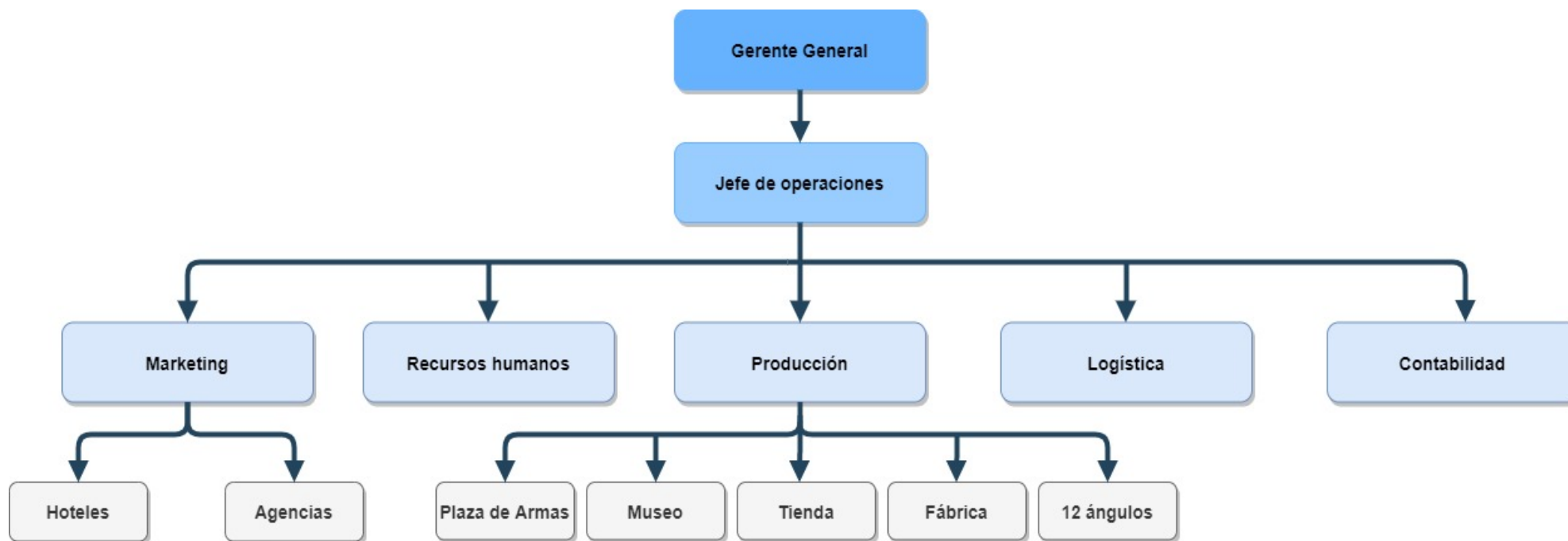
Al conocer sus factores internos, se podrá determinar las estrategias a implementar para enfrentar sus debilidades, y aprovechar al máximo sus fortalezas.



4.5.1. Organigrama de la empresa

Figura 7

Organigrama de la empresa Choco Museo Cusco 2020





4.5.2. Jornada de trabajo

Es un aspecto muy importante dentro de una organización, en este caso, la empresa Choco Museo, realiza sus operaciones en jornadas de dos turnos, es decir, 16 horas al día aproximadamente, durante 6 días, por lo que, si alguna de las máquinas llegara a sufrir algún daño, la pérdida es mucho mayor, debido a que las personas que trabajan en el segundo turno no podrán trabajar, y la producción no se recuperará con facilidad.

Por lo tanto, para obtener una mayor disposición de los equipos, es necesario realizar el mantenimiento de prevención.

4.5.3. Tamaño de la empresa

La empresa Choco Museo cuenta con 132 trabajadores en sus distintos locales en Cusco, por lo que es considerada una mediana empresa.

4.5.4. Gama de productos

- Barras de chocolate
- Barras de chocolate de leche
- Barras de chocolate blanco
- Barras de chocolate libre de azúcar
- Barras de chocolate de porcelana
- Bombones de chocolate
- Marshmallows
- Galletas bañadas de chocolate
- Frutos deshidratados con chocolate
- Barras energéticas con chocolate
- Nibs de cacao caramelizados



- Chocotejas de diferentes sabores
- Mermeladas de chocolate
- Licores de chocolate
- Té de cacao
- Productos de belleza (crema, champú, acondicionador, jabón, labial, etc.)

4.5.5. Proceso de producción del chocolate

En esta empresa, la producción del chocolate suele ser continua, pero en ocasiones varía en función a la demanda existente.

Ambas refinadoras y la conchadora se mantienen en funcionamiento en ambas jornadas de trabajo, y el arranque de los demás equipos se realiza de manera secuencial de acuerdo a las necesidades del momento. En seguida, se explica de manera resumida de que tratan las fases más significativas del proceso de producción:

Materia prima

En la preparación del chocolate participan los siguientes ingredientes elementales que tienen que ser almacenados previamente.

- Cacao (*Theobroma cacao*, nombre científico que recibe el árbol de cacao o cacaotero)

Planta de hoja perenne de la familia Malvaceae. *Theobroma* significa, en griego, «alimento de los dioses». La palabra cacao se cree proviene de los lenguajes de la familia mixe-zoque que hablaban los olmecas antiguos, quienes fueron los primeros en cultivar dicha planta en Mesoamérica.

Árbol tropical de copa densa, hojas perennes de color verde brillante, flores de color blanco rosado, directamente insertadas sobre el tronco o las ramas viejas y fruto grande en forma



de baya ovoide, de color rojo marrón; puede sobrepasar los 8 metros de altura. (Vasquez, 2013)

Es el elemento esencial del chocolate. Los granos de cacao son los que se usan en este proceso, específicamente a través de la extracción de dos productos derivados: la pasta de cacao, que es una materia sólida y la manteca de cacao, materia grasa.

El cacao es exigente en cuanto a sus requerimientos climáticos, para un óptimo crecimiento y producción. Temperaturas de 24-29°C son adecuados, y la temperatura del mes más frío no debe ser menor de 15°C. El cacao es también dependiente de la precipitación, demasiado poco o en exceso puede ocasionar pérdida de cosecha. (León J. , 2010)

Los granos que Choco Museo utilizan son de Bambamarca.

Escoger el grano

Se tiene que verificar que los granos no estén deformes, es decir que tenga una adecuada contextura y apariencia.

Tostar el grano

Se introduce todos los granos a la máquina tostadora, y se tuestan a aproximadamente 30°C. Es aquí donde también se realiza el proceso del enfriado de los granos.

Pelar el grano

La máquina peladora es la encargada de separar el nibs de cacao con la cáscara.

Moler el grano

Para obtener la pasta pura de cacao, es necesario moler los granos de cacao en la moledora.



Mezclar

El proceso de mezclado consiste en homogenizar los ingredientes principales como la pasta pura de cacao, azúcar, leche, etc. Y se realiza en dos partes:

- El proceso de refinado consiste en disminuir la dimensión de las moléculas individuales no grasas, de manera que no puedan ser distinguidas al paladar, por tal es necesario alcanzar una masa de chocolate que tenga un adecuado tamaño de partícula.
- El conchado, agrega al producto final las características requeridas de sabor y finura. Este proceso es el paso para que la masa de chocolate se transforme en una pasta fluida, obteniendo a la vez un sabor suave en comparación con uno no conchado. Aquí la amargura del chocolate disminuye, dando paso a otros niveles de sabor más pronunciados.

Temperar

Es una etapa de pre-cristalización que sirve para conseguir la formación del chocolate, con el fin de obtener buenas características de rompimiento, contracción, brillo y vida útil del producto final. El chocolate se puede temperar en la mesa de mármol o en la máquina temperadora.

La temperatura va a variar de acuerdo al producto final que se desea alcanzar. Generalmente, el chocolate alcanza los 29°.

Moldear y enfriar

Aquí la masa líquida obtenida del proceso de temperado, se coloca en moldes. El objetivo de este proceso es dar forma al chocolate, y se realiza en moldes metálicos o plásticos, siendo la



temperatura de estos moldes, menor que la temperatura del chocolate para evitar que este se cristalice o se funda en el moldeado.

Empaquetar

Se utiliza empaques de aluminio cuyo espesor varía entre los 10 μm y 14 μm , también se utiliza capas de polietileno como los envases flow-wrapped que protegen de contaminantes, gases y humedad.

4.5.6. Diagrama de actividades de proceso (DAP)



Figura 8

Diagrama de actividades del proceso de elaboración de la barra de chocolate

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO (DAP)

Empresa: Choco Museo

Área: Producción

Proceso: Elaboración de la barra de chocolate

Fecha: 01/02/2020






Elaborado por: Fiorella Flores Velasco

Método: Actual

	Descripción de la actividades	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	
1	Recepcionar los granos de cacao	○	→	□	⌒	▽	15	
2	Escoger los granos de cacao que se encuentren en buen estado	○	→	□	⌒	▽	90	
3	Tostar los granos de cacao a 30°C	○	→	□	⌒	▽	20	
4	Enfriar los grano de cacao	○	→	□	⌒	▽	30	
5	Separar los nips de cacao con las cáscaras en la máquina peladora	○	→	□	⌒	▽	30	
6	Transportar los nips de cacao a la máquina moledora	○	→	□	⌒	▽	10	
7	Moler los nibs de cacao para obtener la pasta pura de cacao	○	→	□	⌒	▽	30	
8	Transportar la pasta pura de cacao a las máquinas refinadoras	○	→	□	⌒	▽	10	
9	Mezclar la pasta pura de cacao con azúcar	○	→	□	⌒	▽	480	
10	Transportar la mezcla a la máquina conchadora	○	→	□	⌒	▽	10	
11	Mantener la mezcla en la máquina conchadora	○	→	□	⌒	▽	480	
12	Transportar el chocolate a la temperadora	○	→	□	⌒	▽	10	
13	Temperar el chocolate (31 - 32°C)	○	→	□	⌒	▽	30	
14	Revisar que el chocolate presente el brillo y textura adecuada	○	→	□	⌒	▽	25	
15	Moldear el chocolate	○	→	□	⌒	▽	180	
16	Transportar el chocolate a la refrigeradora	○	→	□	⌒	▽	10	
17	Empaquetar el chocolate	○	→	□	⌒	▽	120	
18	Revisar el producto final	○	→	□	⌒	▽	15	
19	Transportar el producto final	○	→	□	⌒	▽	10	
20	Almacenar el producto final	○	→	□	⌒	▽	480	
		TOTAL						2085



CUADRO RESUMEN

	Resumen	Cantidad	Tiempo
	Operaciones	10	1475
	Transporte	6	60
	Inspección	2	40
	Demora	1	30
	Almacenamiento	1	480
	TOTAL	20	2085

La realización de un lote de barras de chocolate dura 2085 minutos, es decir 34 horas con 45 minutos aproximadamente.



4.5.6.1. Descripción de las actividades del proceso de producción

- **Recepcionar los granos de cacao**

Se recibe los sacos de cacao, de 60 kg cada uno, enviados desde Bambamarca, se almacenan y solo son llevados a la planta, los necesarios para la producción semanal.

- **Escoger los granos de cacao que se encuentren en buen estado**

Se separan y limpian los granos que van a ser utilizados en el proceso de producción.

- **Tostar los granos de cacao a 30°C**

Después de limpiar y pasar los granos por tamices, son ingresados a la tostadora, con el fin de desarrollar más sus cualidades de aroma y sabor, este proceso dura aproximadamente 20 minutos.

- **Enfriar los granos de cacao**

Luego de sacar los granos de la tostadora se esperan aproximadamente 30 minutos a que terminen de enfriar.

- **Separar los nibs de cacao con las cáscaras en la máquina peladora**

Se utiliza esta máquina para descascarillar los granos de cacao, y obtener las semillas (o nibs, como se les suele llamar). En esta etapa el sabor y aroma del chocolate ya son reconocibles. Se genera cómo desperdicio, el polvo y la cáscara del cacao.

- **Transportar los nibs de cacao a la máquina moledora**

Se lleva en unos recipientes todos los nibs de cacao que se obtuvieron para poder llevar a cabo la molienda.



- **Moler los nibs de cacao para obtener la pasta pura de cacao**

Los nibs de cacao son molidos varias veces, hasta el momento que queden suficientemente finos. La presión y fricción producen una mezcla líquida (pasta pura de cacao) un poco espesa, pero de textura suave.

- **Transportar la pasta pura de cacao a las máquinas refinadoras**

Se traslada mediante unas bolsas toda la pasta pura de cacao que se obtuvo, para que pueda pasar al proceso del refinado.

- **Mezclar la pasta pura de cacao con azúcar**

La mezcla es sometida al proceso de refinado mediante una serie de rodillos hasta poder obtener una pasta suave, esta etapa mejora la textura del chocolate. La proporción de azúcar será diferente para cada variedad de producto.

- **Transportar la mezcla a la máquina conchadora**

La mezcla ya refinada es trasladada a través de unas bolsas, proceso que requiere de mucha ayuda, para llevar y vaciar todo el licor, en la siguiente máquina.

- **Mantener la mezcla en la máquina conchadora**

En esta etapa, el chocolate desarrolla aún más el sabor y la textura, reduciendo al máximo su acidez. La temperatura del amasado (entre 60° y 75°) afecta mucho al sabor que tenga al final del proceso. Se mantiene en esta máquina aproximadamente durante 8 horas por día.

- **Transportar el chocolate a la temperadora**

Se descarga toda la mezcla de la conchadora y se traslada a la temperadora para poder acondicionarla a una temperatura adecuada.



- **Temperar el chocolate (31 - 32°C)**

En esta etapa se reduce la temperatura del chocolate para que la cristalización sea estable, por medio de un sistema de calefacción y enfriamiento, pero cuidando que no sobrepase los 32° C. El chocolate ya presenta una textura homogénea.

- **Revisar que el chocolate presente el brillo y textura adecuada**

Se verifica durante unos minutos, que el chocolate sea brillante y suave, para que pueda pasar a la zona de moldeado.

- **Moldear el chocolate**

En este proceso se vierte el chocolate en moldes, para que el chocolate se endurezca y adquiera la forma definitiva que tendrá.

- **Transportar el chocolate a la refrigeradora**

Se traslada todos los moldes a la refrigeradora, para que el chocolate se pueda mantener a una baja temperatura.

- **Empaquetar el chocolate**

Luego los chocolates, son envueltos en papel aluminio, y en sus distintas presentaciones individuales.

- **Revisar el producto final**

Se verifica el producto final, y que cumpla con todos los estándares establecidos.

- **Transportar el producto final**

Los chocolates se introducen en diferentes cajas y son llevadas al almacén.



- **Almacenar el producto final**

Los productos terminados permanecen en el almacén hasta el momento de su distribución.

4.5.7. Listado de los equipos

a. Tostadora

Máquina específicamente diseñada para efectuar el tostado del grano de cacao de manera uniforme, a través de un sistema de aire caliente con efecto torbellino, que permite a su vez, tener un mínimo consumo de energía.

b. Peladora

Máquina encargada de descascarar y dividir los granos de cacao para la adquisición de los nibs. Organiza los nibs en 3 dimensiones, y expulsa las cascarillas por un sistema de succión.

c. Molino

Máquina utilizada para moler los nibs de cacao y así obtener pasta de cacao.

d. Refinadora (2)

Máquina utilizada para el proceso de refinado de la pasta pura de cacao, que permite obtener una textura fina y fluída. Es aquí, donde se realiza la mezcla de la pasta pura de cacao y el azúcar. Las proporciones de estos ingredientes varían según el tipo de chocolate que se pretenda fabricar.



e. Conchadora

El conchado es una de las fases más significativas en la preparación del chocolate. En esta máquina se eliminan los sabores ácidos y se refina la pasta pura de cacao, lo que contribuye a su calidad y untuosidad final.

f. Temperadora

Máquina para atemperar el chocolate, durante este proceso, el chocolate adquiere una forma cristalina permanente. Lo cual asegura un producto perfectamente acabado con un brillo satinado y una textura sólida al momento de cortarlo. También, genera que el chocolate se encoja al enfriarse, lo que hace más fácil realizar el desmoldado.

g. Horno de aire caliente

También son denominados hornos de calor seco, son aquellos instrumentos que funcionan a base de electricidad, y que son usados para esterilizar los objetos que se introducen en él, que pueden aguantar temperaturas elevadas y no se incineran ni se deterioran.

h. Cocina

Aparato que se utiliza para calentar y cocinar alimentos, en este caso, el área cuenta con una cocina de 4 hornillas, y se usa principalmente para derretir el chocolate en caso de que este se haya almacenado sin llegar a moldearse.

i. Grageadora

Esta máquina ha sido proyectada para recubrir de chocolate los productos con forma esférica y de consistencia ligera.

El tanque giratorio está dotado de un sistema de inversión para optimizar el proceso de confitado de los productos con diversos pesos y dimensiones.



j. Refrigerador

Un refrigerador es una máquina utilizada para mantener a temperaturas bajas, insumos y otras sustancias que tienden a perderse en cuando están a la temperatura del ambiente.

Generalmente trabajan en un nivel de temperatura que oscila entre -25°C y 6°C .

k. Balanza

Artefacto empleado para pesar. El cual es fundamental en el área de producción, debido a que posibilita elaborar las mezclas de los insumos de acuerdo a las cantidades de la receta de cada producto.



Capítulo V

Diagnóstico de la situación actual

5.1. Determinación de las causas raíz de los problemas encontrados

Diagrama de Ishikawa

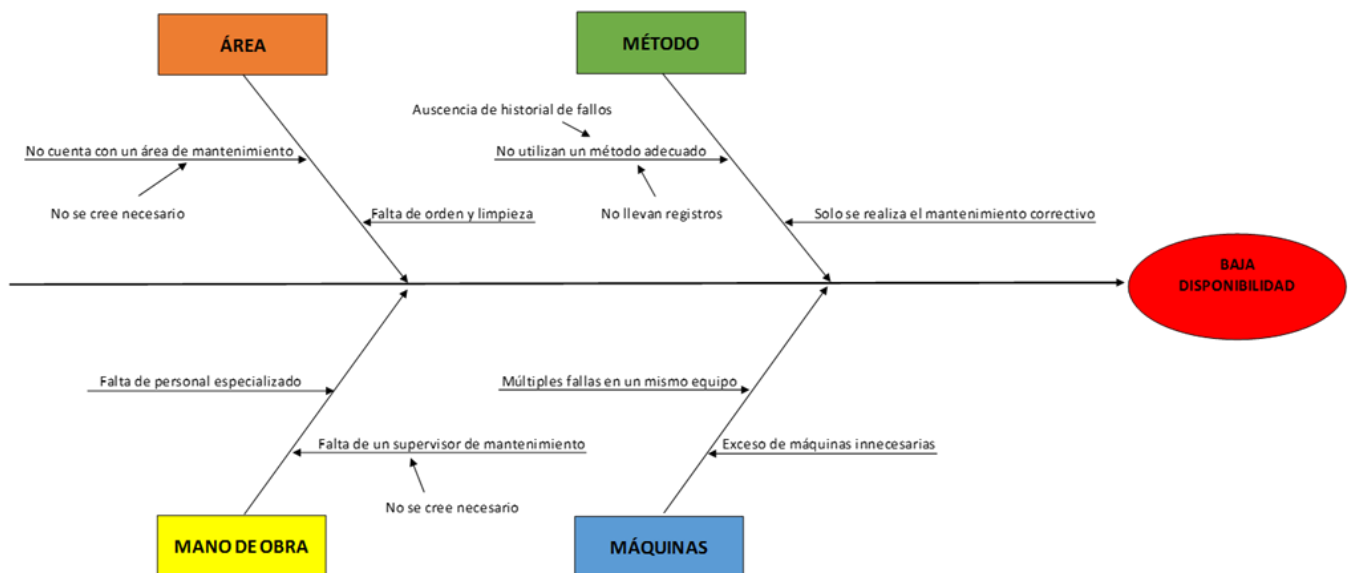
En el presente trabajo, se consideró importante utilizar este Diagrama como una de las herramientas, debido a que permitió investigar el origen del problema que se había encontrado.

Se analizó una a una, todas las posibles causas raíces de la baja disponibilidad de los equipos.

Al aplicarlo, no solamente se puede tomar una mejor decisión con respecto a la resolución del problema, sino también, poder corregir errores paralelos que inciden en este.

Figura 9

Diagrama de Ishikawa



- **Área:** La empresa no cuenta con un área específica de mantenimiento, y el pequeño espacio donde se encuentran algunas herramientas y materiales de seguridad y mantenimiento, carece de orden y limpieza.



- **Método:** Los trabajadores, no llevan un registro de todas las averías detectadas, ni de las intervenciones y actividades que se realizaron. La falta de esta información, dificulta la planificación de las actividades preventivas, y genera solamente la ejecución de mantenimientos correctivos.
- **Mano de obra:** La empresa no cuenta con personal especializado en mantenimiento ni un supervisor encargado de esta actividad. Solamente tercerizan el servicio en caso de presentarse algún problema con alguna máquina o equipo.
- **Máquinas:** Se detectaron fallas repetitivas en las mismas máquinas/equipos, que necesitan ser priorizados. Por otra parte, se observó la existencia de un par de máquinas obsoletas, que ya no se consideran necesarias en el proceso, pero que permanecen ahí, ocupando un espacio, que podría ser utilizado para otra necesidad.

5.2. Diagnóstico del mantenimiento en la empresa

El problema actual de la organización, consiste en la falta de un plan que contribuya a la planificación, ejecución e inspección de las tareas del mantenimiento realizado.

Hoy en día, la empresa solo realiza un mantenimiento general cada dos o tres años; es decir, no aplica un mantenimiento constante, lo cual conlleva a no tener un correcto registro de las máquinas y no saber cuándo estas ocasionarán daños o paradas, lo que significa, que si una máquina que se deteriora, se aplica el mantenimiento de corrección de manera inmediata.

Los problemas que se tienen por este motivo son:

- Reducción de la vida útil de los equipos
- Tiempo de ocio por parte del personal operativo
- Contratación excesiva de personal externo de mantenimiento
- Paros continuos y prolongados de la maquinaria.
- Aumento de los costos de mantenimiento



5.2.1. Procedimiento del mantenimiento aplicado en la actualidad

El mantenimiento que se ejecuta actualmente es de carácter correctivo, lo que quiere decir, que se repara las averías a medida que se van presentando. En ocasiones los mismos operarios tienen la intención de arreglar la falla, pero a causa de su falta de conocimiento en el campo, pueden complicar más la situación.

La información que posee la compañía en relación al mantenimiento que realiza, es generalmente informal, ya que solo se considera el registro de eventos importantes, es decir, las fechas en las que se ha realizado un mantenimiento general de las máquinas y equipos o el registro de la instalación de alguno nuevo.

Tampoco se cuenta con un detalle de los repuestos y las herramientas que requiere la maquinaria para su mantenimiento. Las únicas tareas de mantenimiento de prevención que se pudo observar, son el engrase y limpieza de las máquinas y/o equipos, el cual se realiza sin una continuidad específica.

Con la propuesta del plan, se espera disminuir las inspecciones informales de cada uno de los técnicos y contar con un registro más formal de todas las actividades que conlleva ejecutar el mantenimiento de toda la maquinaria de la empresa.

5.2.2. Medición de los indicadores de mantenimiento actuales

Normalmente todo esto se maneja sistemáticamente, pero no siempre está disponible, por lo que se considera necesario conseguir los datos de forma manual, gracias a la ayuda del operador de la máquina.

Para poder hallar la disponibilidad actual de las máquinas y los equipos, fue necesario considerar los siguientes datos.



5.2.2.1. Fiabilidad (TMF)

El TMF es la proporción entre el tiempo global de operación y el número total de averías detectadas, en el tiempo que estuvo sujeto a una observación. Las fallas están detalladas en el (Anexo 2).

Tabla 2

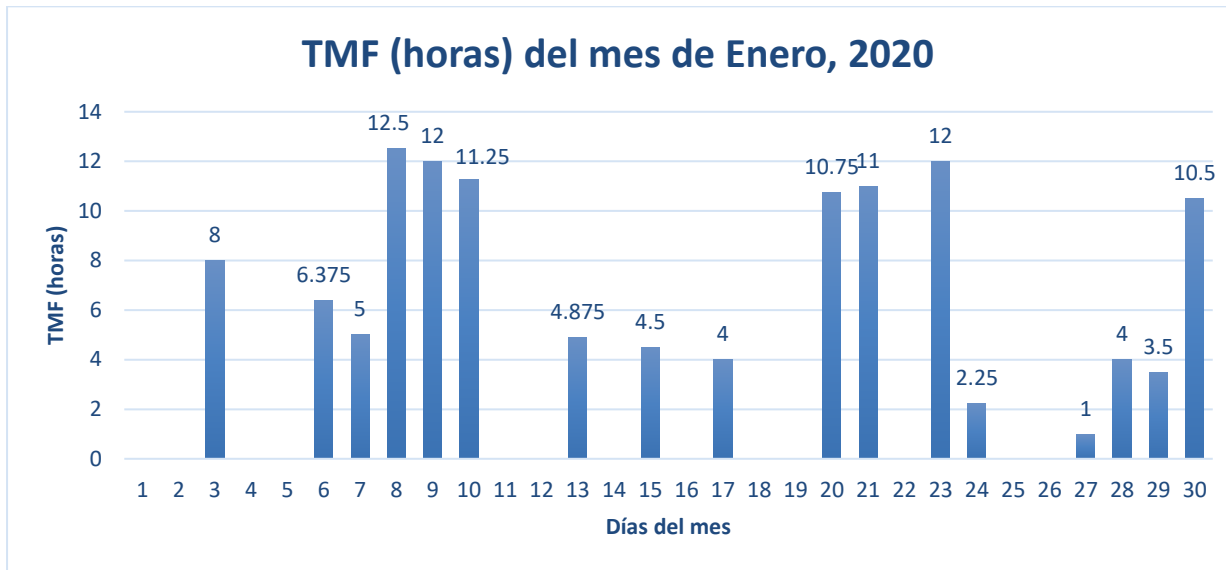
Medición del TMF

Fecha	Tiempo de recorrido (horas)	Número de fallas	TMF (horas)
03-ene	16	2	8
06-ene	12.75	2	6.375
07-ene	5	1	5
08-ene	12.5	1	12.5
09-ene	12	1	12
10-ene	11.25	1	11.25
13-ene	9.75	2	4.875
15-ene	4.5	1	4.5
17-ene	4	1	4
20-ene	10.75	1	10.75
21-ene	11	1	11
23-ene	12	1	12
24-ene	4.5	2	2.25
27-ene	1	1	1
28-ene	4	1	4
29-ene	3.5	1	3.5
30-ene	10.5	1	10.5
TOTAL	145	21	6.90



Figura 10

TMF (horas) del mes de Enero 2020



$$TMF = \frac{\text{Horas totales de recorrido}}{\text{Número de fallas}}$$

$$TMF = \frac{145 \text{ horas}}{21 \text{ fallas}}$$

$$TMF = 6.90 \text{ horas/falla}$$

5.2.2.2. Mantenibilidad (TMR)

Es la proporción entre el tiempo global de una intervención correctiva y el número global de averías detectadas, en un periodo de tiempo determinado. Las fallas están detalladas en el

(Anexo 2).



Tabla 3

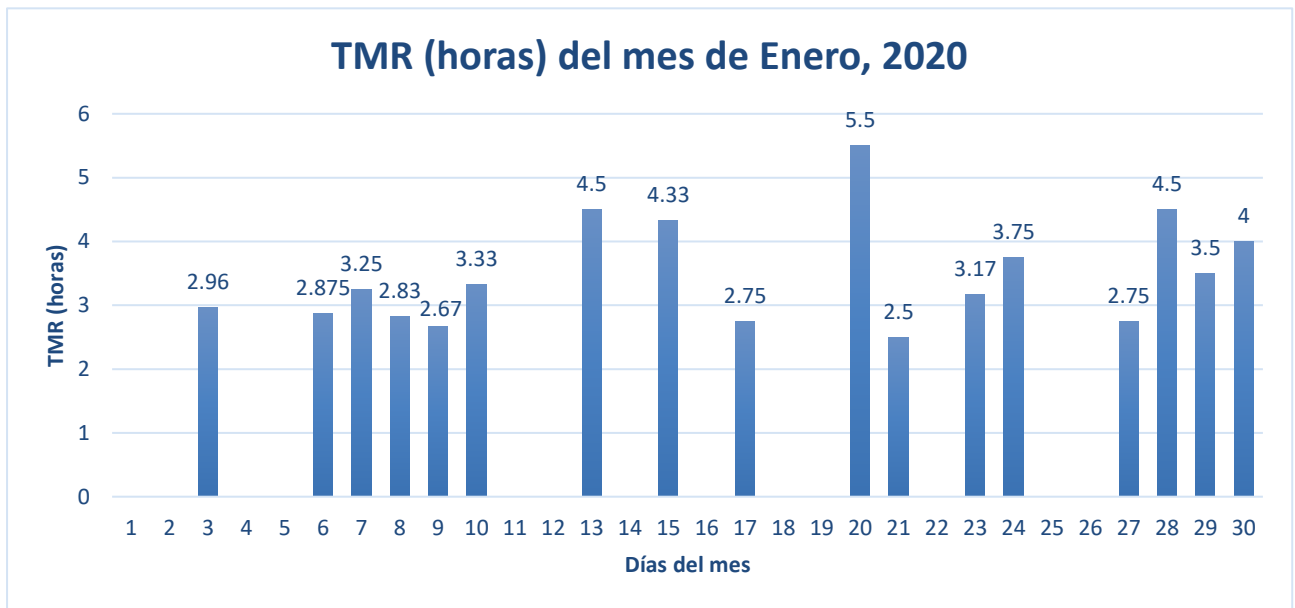
Medición del TMR

Fecha	Tiempo de reparación (horas)	Número de fallas	TMR (horas)
03-ene	5.92	2	2.96
06-ene	5.75	2	2.875
07-ene	3.25	1	3.25
08-ene	2.83	1	2.83
09-ene	2.67	1	2.67
10-ene	3.33	1	3.33
13-ene	9	2	4.5
15-ene	4.33	1	4.33
17-ene	2.75	1	2.75
20-ene	5.5	1	5.5
21-ene	2.5	1	2.5
23-ene	3.17	1	3.17
24-ene	7.5	2	3.75
27-ene	2.75	1	2.75
28-ene	4.5	1	4.5
29-ene	3.5	1	3.5
30-ene	4	1	4
TOTAL	73.25	21	3.49



Figura 11

TMR (horas) del mes de Enero 2020



$$TMR = \frac{\text{Horas totales de reparación}}{\text{Número de fallas}}$$

$$TMR = \frac{73.25 \text{ horas}}{21 \text{ fallas}}$$

$$TMR = 3.49 \text{ horas/falla}$$

5.2.2.3. Disponibilidad

El índice de disponibilidad nos presenta el porcentaje del tiempo estimado, en el que la máquina está disponible para el proceso de producción.



Tabla 4

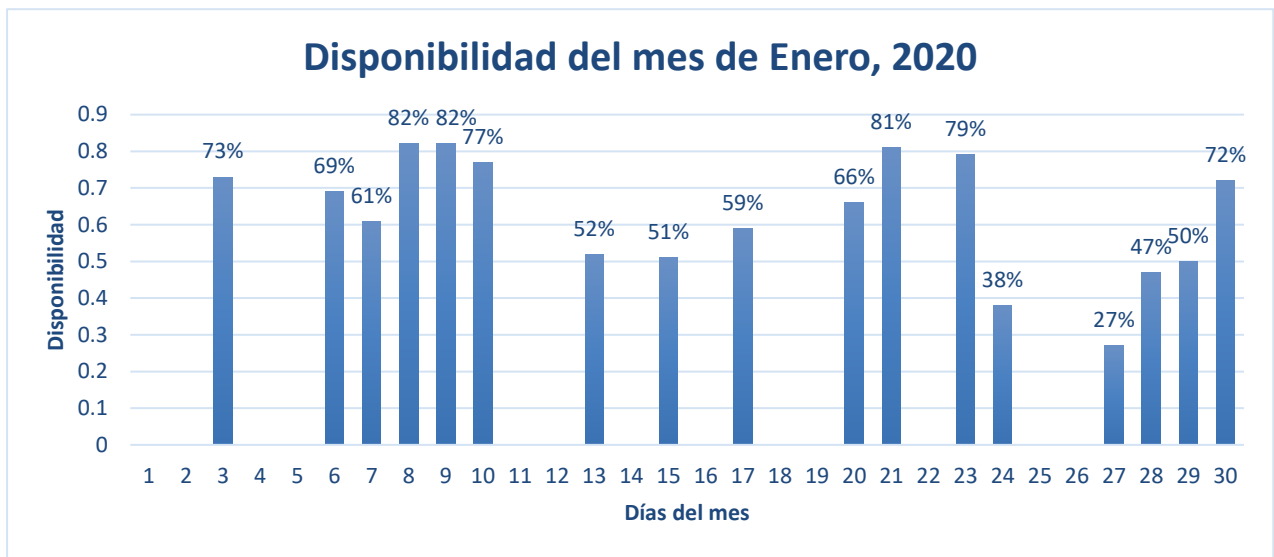
Medición de la disponibilidad

Fecha	TMF (horas)	TMR (horas)	Disponibilidad
03-ene	8	2.96	73%
06-ene	6.375	2.875	69%
07-ene	5	3.25	61%
08-ene	12.5	2.83	82%
09-ene	12	2.67	82%
10-ene	11.25	3.33	77%
13-ene	4.875	4.5	52%
15-ene	4.5	4.33	51%
17-ene	4	2.75	59%
20-ene	10.75	5.5	66%
21-ene	11	2.5	81%
23-ene	12	3.17	79%
24-ene	2.25	3.75	38%
27-ene	1	2.75	27%
28-ene	4	4.5	47%
29-ene	3.5	3.5	50%
30-ene	10.5	4	72%
TOTAL	6.90	3.49	66%



Figura 12

Disponibilidad del mes de Enero 2020



$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo medio de falla}}{\text{Tiempo medio de falla} + \text{Tiempo medio de reparación}} \times 100$$

$$Disponibilidad = \frac{6.90}{6.90 + 3.49} \times 100$$

$$Disponibilidad = 66\%$$

En las tablas presentadas anteriormente, se puede verificar el funcionamiento de las máquinas y los equipos durante 31 días. Teniendo como resultado, una fiabilidad de 6.90 horas/falla, una mantenibilidad de 3.49 horas/falla y una disponibilidad del 66%.

Con la propuesta, explicada posteriormente, se espera obtener un aumento de la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa.



Capítulo VI

Plan de Mantenimiento Preventivo

Ya hecho el estudio del estado actual de la organización y las máquinas utilizadas, se estima indispensable elaborar el plan de mantenimiento preventivo.

6.1. Consolidación del área de mantenimiento

Para lograr desarrollar un eficaz plan de trabajo es imprescindible realizar primero una planificación de los aspectos a mejorar. Tales cómo:

Herramientas básicas

Es vital que la empresa, tenga un cajón de instrumentos elementales, el cual puede tener, por ejemplo: destornilladores de varios tamaños, alicates, pinzas, llaves de corona y cola, una linterna, etc. de igual manera las herramientas que el encargado vaya solicitando para el mejor desempeño de sus tareas.

Capacitaciones

El personal encargado del mantenimiento debe ser capacitado para perfeccionar el desarrollo de las tareas que ejecuta, del mismo modo impulsa al colaborador a utilizar los conceptos que va adquiriendo.

Outsourcing

Puede ocurrir que la empresa no tenga los instrumentos necesarios para ejecutar el mantenimiento o no se maneje información acerca del mismo, por lo que, se propone que la empresa tenga una lista actualizada de algunas compañías o técnicos probablemente más disponibles para ejecutar este tipo de tareas a través de un llamado de emergencia y presencia pertinente para eludir mermas o retrasos en el proceso de producción.



6.2. Propuesta de metodología de aplicación

La metodología que se siguió para realizar este plan, es el análisis y elaboración de:

6.2.1. Ficha técnica de las máquinas y equipos

Las fichas técnicas son documentos que resumen las características y el funcionamiento de distintos componentes o subsistemas.

En este caso nos ayudará a conocer mejor cada máquina y equipo que posee la empresa, para poder desarrollar de mejor manera el plan de mantenimiento preventivo.



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2013 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	06/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Tostadora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	IMSA	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	21/01/2018
MODELO	ERTC - 5		
MARCA	IMSA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	250 kg	ALTURA	1.85 m
LARGO	0.62 m	ANCHO	1.15 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable Capacidad máxima: 5 kg (carga de granos secos) – 03 batch por hora Potencia total: ¾ HP Control de temperatura por resistencia Cámara de enfriamiento automático en INOX.</p>			
<p style="text-align: center;">FUNCIÓN</p> <p>Máquina específicamente diseñada para ejecutar el tostado del grano de cacao y café. Efectúa un tostado uniforme debido al sistema de aire caliente con efecto torbellino que posee, lo que genera a su vez, un mínimo consumo de energía. Tiene un sistema integrado para tostar y enfriar el producto.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2013 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	06/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Peladora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	IMSA	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	21/01/2018
MODELO	DC - 10		
MARCA	IMSA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	165 kg	ALTURA	1.68 m
LARGO	1.20 m	ANCHO	0.57 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable</p> <p>Capacidad máxima: 10 kg</p> <p>Potencia total: ¾ HP</p> <p>Sistema de zaranda tubular con succión de aire secuencial por tamaño.</p> <p>Quiebre del grano tostado en 02 rodillos dentados en INOX 304.</p> <p>Salida independiente de nibs, cascarilla y polvo.</p>			
FUNCIÓN			
<p>Máquina especialista en descascarar y fraccionar los granos de cacao para obtener los nibs.</p> <p>Ventajas:</p> <p>Pela granos de cacao sin dañarlos.</p> <p>Puede ser configurada para controlar el tamaño y en el porcentaje de limpieza en el nib.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2014 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	06/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Molino	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	IMSA	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	22/01/2018
MODELO	MP - 40		
MARCA	IMSA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	282 kg	ALTURA	1.90 m
LARGO	1.42 m	ANCHO	1.20 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable Capacidad máxima: 40 kg Platos concéntricos con pines fundidos en acero AISE/SAE 4140 Potencia total: 4HP Control de temperatura por resistencia Salida de licor de 70–100µ. Incluye Chiller – enfriador de agua.</p>			
FUNCIÓN			
<p>Máquina utilizada para moler los nibs de cacao y así obtener pasta de cacao. Tiene un diseño particular de los discos porque garantiza un molido íntegro y uniforme. La regulación milimétrica posibilita modificar el grado de molienda a voluntad. En la parte interna de la cámara de molienda, los expulsores efectúan la mezcla.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2014 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	06/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Refinadora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	IMSA	FECHA DEL ULTIMO MANTENIMIENTO	22/01/2018
MODELO	MBC - 15		
MARCA	IMSA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	115 kg	ALTURA	1.68 m
LARGO	0.55 m	ANCHO	0.65 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable</p> <p>Capacidad máxima: 15kg/ batch de 4 horas</p> <p>Recirculación de licor por eje sinfín central.</p> <p>Potencia total: 1HP</p> <p>Control de velocidad por resistencia</p>			
FUNCIÓN			
<p>Realiza tres funciones importantes en el proceso:</p> <p>Combinar los ingredientes que tendrá el chocolate aumentando las grasas y azúcares de forma uniforme.</p> <p>Refina las moléculas de la masa de chocolate</p> <p>Logra conservar el chocolate en estado líquido debido al sistema compuesto por resistencias, chaqueta térmica, electroválvulas y control de temperatura.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2015 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	06/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Refinadora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	SPECTRA	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	23/01/2018
MODELO	SPCT - 40		
MARCA	SPECTRA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	70 kg	ALTURA	0.65 m
LARGO	0.32 m	ANCHO	0.60 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable Doble rodillo independiente Capacidad máxima: 7.5 kg Control de temperatura por resistencia</p>			
<p style="text-align: center;">FUNCIÓN</p> <p>Este es un modelo mucho más pequeño, y sirve para refinar la pasta de cacao mediante un rodillo. Posee control de temperatura y está hecho de acero inoxidable.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2014 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	06/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Conchadora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	IMSA	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	23/01/2018
MODELO	CC - 50		
MARCA	IMSA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	200 kg	ALTURA	1.20 m
LARGO	1.45 m	ANCHO	0.90 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable</p> <p>Triple rodillo de Nylon independientes</p> <p>Regulación de presión independiente</p> <p>Capacidad máxima: 50 kg</p> <p>Control de temperatura por resistencia</p>			
FUNCIÓN			
<p>Máquina utilizada para el proceso de refinado del licor de cacao, permite eliminar los ácidos acéticos no aceptables en la pasta refinada con el apoyo de un extractor incorporado y el movimiento que surge en la parte interna.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: Fue trasladado de otra planta en el 2017 (Usado)

ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	07/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Temperadora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	IMSA	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	24/01/2018
MODELO	TC - 25		
MARCA	IMSA		

CARACTERÍSTICAS GENERALES

PESO	97 kg	ALTURA	1.30 m
LARGO	1.05 m	ANCHO	0.80 m

PROPIEDADES TÉCNICAS

Hecho en acero inoxidable
Capacidad máxima: 25 kg
Enchquetada para el control de temperatura
Incluye chiller – enfriador de agua
Potencia máxima: 1HP

FUNCIÓN

Máquina especialmente diseñada para subir y bajar la temperatura para temperar el chocolate.
Cuenta con provisión de aire frío y permite acelerar el proceso productivo y conservar mejor el producto.

FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO





FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2015 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	07/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Horno industrial	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	Frionox	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	24/01/2017
MODELO	HE - 110		
MARCA	Frionox		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	63 kg	ALTURA	0.60 m
LARGO	0.75 m	ANCHO	0.48 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Hecho en acero inoxidable Control de temperatura y tiempo por perilla Tiempo máximo: 60 min Temperatura máxima: 250°C Cuenta con una bandeja extraíble</p>			
<p style="text-align: center;">FUNCIÓN</p> <p>Equipo que origina calor y que lo conserva dentro de un compartimento cerrado. Es utilizado para cocinar, calentar o secar alimentos, y en algunas industrias en caso de instrumentos.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2015 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	07/01/2020
MÁQUINA – EQUIPO	Cocina industrial	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	JWINNERS INOX	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	16/07/2017
MODELO	Diseño único		
MARCA	JWINNERS INOX		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	48 kg	ALTURA	0.85 m
LARGO	1.80 m	ANCHO	0.60 m
PROPIEDADES TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO		
Hecho en acero inoxidable Cuenta con 4 hornillas Bandeja inferior para colocar materiales			
FUNCIÓN Es aquella elaborada principalmente para elaborar alimentos y/ bebidas en grandes cantidades. En este caso es utilizada para calentar los bols para el templado del chocolate.			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2015 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	07/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Grageadora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	Technicam	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	16/07/2018
MODELO	PGR90		
MARCA	Technicam		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	35 kg	ALTURA	0.61 m
LARGO	0.83 m	ANCHO	0.45 m
PROPIEDADES TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO		
Hecho de acero inoxidable Capacidad máxima: 25 kg Eje macizo de acero soportado con rodamiento auto centrante Potencia máxima: 1HP			
FUNCIÓN Máquina diseñada para la elaboración de productos recubiertos. Hecha de acero inoxidable, con velocidad de rotación, y temperatura modificable en el panel de control.			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: 2015 (Nuevo)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	07/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Refrigeradora	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	COLDEX	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	17/07/2017
MODELO	COLDEX CH10		
MARCA	COLDEX		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	52 kg	ALTURA	1.02 m
LARGO	0.96 m	ANCHO	0.72 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Sistema de congelamiento rápido Capacidad máxima: 280 litros Posee una canastilla multiusos Drenaje posterior para mejor limpieza 100% ecológico y bajo consumo de energía</p>			
<p style="text-align: center;">FUNCIÓN</p> <p>Tiene la capacidad de mantener los insumos en un buen estado por un periodo de tiempo. Cumple la función de homogenizar y refinar el producto.</p>			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
AÑO DE ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA – EQUIPO: Fue trasladado de otra planta en el 2015 (Usado)			
ELABORADO POR	Fiorella Flores Velasco	FECHA	07/01/2020
MÁQUINA - EQUIPO	Balanza electrónica	UBICACIÓN	Planta de producción
FABRICANTE	MIRAY	FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO	17/07/2017
MODELO	BMC - 58		
MARCA	MIRAY		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	4.5 kg	ALTURA	0.10 m
LARGO	0.40 m	ANCHO	0.35 m
PROPIEDADES TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
<p>Capacidad máxima: 30 kg Capacidad mínima: 200 g A corriente o batería recargable Con función de digitar el costo y/o precio por kg</p>			
FUNCIÓN			
<p>Aparato que se utiliza para calibrar la masa de los objetos, alimentos, etc. En este caso, contribuye a la medición de las proporciones de los recursos que se van a emplear en el proceso productivo.</p>			



6.2.2. Codificación de la maquinaria

Esta etapa es esencial, porque se puede conocer a todos los equipos, con un código exclusivo.

Al momento de codificar los equipos, existen dos opciones a tomar en cuenta, y son las siguientes:

- Método de codificación no relevante o codificación alfanumérica: Son aquellos que otorgan un número o un código correlacionado a cada equipo, pero no proporciona información complementaria, solamente nos permite localizar al equipo.
- Método de codificación relevante o codificación numérica: Este tipo de codificación aporta información importante del equipo, cómo el área de trabajo, entre otras.

Cómo la empresa es mediana, y solo cuenta con 12 equipos, solo será necesario utilizar el sistema de codificación alfanumérica.

Tabla 5

Abreviatura de la maquinaria

Abreviatura	Máquina/ Equipo	Código
TO	Tostadora	01
PE	Peladora	02
MO	Molino	03
RF	Refinadora	04
RF	Refinadora	05
CO	Conchadora	06
TE	Temperadora	07
HO	Horno Industrial	08
CO	Cocina Industrial	09
GR	Grageadora	10
RE	Refrigeradora	11
BA	Balanza electrónica	12

Tabla 6

Codificación de la maquinaria

CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA			
Código alfanumérico	Máquina/Equipo	Marca	Cantidad
TO - 01	Tostadora	IMSA	1
PE - 02	Peladora	IMSA	1
MO - 03	Molino	IMSA	1
RF - 04	Refinadora	IMSA	1
RF - 05	Refinadora	SPECTRA	1
CO - 06	Conchadora	IMSA	1
TE - 07	Temperadora	IMSA	1
HO - 08	Horno industrial	FRIONOX	1
CO - 09	Cocina industrial	JWINNERS INOX	1
GR - 10	Grageadora	TECHNICAM	1
RE - 11	Refrigeradora	COLDEX	1
BA - 12	Balanza electrónica	MIRAY	1

6.2.3. Análisis de criticidad para los equipos de la empresa

De acuerdo al estudio semicuantitativo de la matriz de criticidad total por riesgo (CTR) se ponderó de manera cuantitativa, los equipos de la empresa, tomando en cuenta los siguientes criterios, que se especifican en la pág. 40, de acuerdo a (Crespo, 2012):

- Frecuencia de fallos (FF): En una escala del 1-4, de acuerdo a la cantidad de fallas que ocurrieron en el periodo de tiempo estudiado.



- Impacto operacional (IO): En una escala del 1-10, de acuerdo a las pérdidas en la producción que generaron estas fallas.
- Flexibilidad operacional (FO): En una escala del 1-4, de acuerdo a si se cuenta con unidades de reserva o reemplazo para los equipos dañados.
- Costos de mantenimiento (CM): En una escala del 1-2, de acuerdo a si los costos de mantenimiento son menores o mayores a 20.000 dólares.
- Seguridad, higiene y ambiente (SHA): En una escala del 1-8, de acuerdo al impacto que tiene la falla de ese equipo con la seguridad de los operadores y del medio ambiente.

Tabla 7

Valoración de los criterios utilizados para determinar el CTR

Equipo	FF	IO	FO	CM	SHA	Consecuencias	CTR
Tostadora	3	7	2	1	3	18	54
Peladora	3	7	2	1	3	18	54
Molino	3	7	2	1	3	18	54
Refinadora 1	3	10	4	1	3	44	132
Refinadora 2	2	7	2	1	3	18	36
Conchadora	2	10	4	1	3	44	88
Temperadora	2	7	2	1	1	16	32
Horno de aire caliente	1	1	2	1	3	6	6
Cocina industrial	0	1	1	1	3	5	0
Grageadora	2	3	1	1	1	5	10
Refrigerador	0	1	1	1	1	3	0
Balanza industrial	0	1	1	1	1	3	0

6.2.4. Análisis de la matriz de criticidad

Acorde a la matriz de criticidad formulada por (Crespo, 2012), se obtuvo los siguientes resultados.



Tabla 8

Resultados de criticidad de los equipos de la Empresa Choco Museo

Equipo	Frecuencia	Consecuencias	CTR	TIPO
Tostadora	3	18	54	MC
Peladora	3	18	54	MC
Molino	3	18	54	MC
Refinadora 1	3	44	132	C
Refinadora 2	2	18	36	MC
Conchadora	2	44	88	C
Temperadora	2	16	32	MC
Horno de aire caliente	1	6	6	NC
Cocina industrial	0	5	0	NC
Grageadora	2	5	10	NC
Refrigerador	0	3	0	NC
Balanza industrial	0	3	0	NC

Tabla 9

Cuadro resumen

Equipos No críticos	NC	5 equipos
Equipos de Media criticidad	MC	5 equipos
Equipos Críticos	C	2 equipos

6.2.5. Selección de las máquinas/ equipos a analizar

De acuerdo al análisis de criticidad realizado con anterioridad, se han podido seleccionar los equipos que simbolizan una criticidad mayor en toda la línea de producción, y en los que enfocaremos la implementación de la propuesta del plan. Estos son:

- Tostadora (TO-01)
- Peladora (PE - 02)
- Molino (MO-03)
- Refinadora (RF-04)



- Refinadora (RF-05)
- Conchadora (CO-06)
- Temperadora (TE-07)

6.2.6. Asignación para las funciones de mantenimiento

1) Supervisor:

- Inspección de las actividades de mantenimiento
- Supervisión de recambio de componentes eléctricos
- Supervisión de recambio de componentes mecánicos esenciales

2) Operador:

- Inspecciones visuales
- Limpieza semanal
- Engrasado de elementos

3) Técnico:

- Limpieza de componentes principales
- Lubricación de componentes principales
- Restitución de componentes mecánicos
- Restitución de elementos eléctricos
- Soldadura de componentes

6.3. Ejecución del plan de mantenimiento propuesto

Para poder ejecutar de manera eficiente el mantenimiento preventivo de las máquinas y los equipos utilizados en la organización, es necesario utilizar los siguientes registros o formatos de inspección, que han sido determinados de acuerdo a los antecedentes de (Gonzales, 2019) y (Medina, 2017):



6.3.1. Formato de requerimiento de repuestos y materiales

El presente registro incluye datos acerca de los componentes que se necesitan para realizar el mantenimiento. El manejo de este, será responsabilidad del gestor de las compras de la compañía.

Figura 13

Formato de requerimiento de repuestos y materiales

REQUERIMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIALES	Máquina:	
ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO	Marca:	
	Modelo:	

Fecha de emisión:	
Fecha de entrega:	
Observación/causa:	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT. SOLICITADA	CANT. ENTREGADA

Solicitado por

Entregado por

Recibido por

6.3.2. Formato de requerimiento de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo

Esta petición se enviará en el caso que sea necesario ejecutar la restauración de algún equipo o estructura. La presente solicitud tendrá que tener la correspondiente firma de aceptación de parte del jefe de producción y mantenimiento.



Figura 14

Formato de requerimiento de trabajo de mantenimiento

Nº	SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	
	ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO	

AÑO	MES	DÍA	HORA

Máquina:	
Código:	

Solicitado por:	
Autorizado por:	

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO SOLICITADO	
REPORTE	
CAUSA DE LA FALLA:	
ACCIONES QUE REALIZAR:	

COSTO			
MATERIAL		HORAS/HOMBRE	TOTAL

_____ Solicitado por

_____ Autorizado por

6.3.3. Formato de orden de trabajo de mantenimiento

Este documento se utiliza con el propósito de brindar al especialista en mantenimiento un método sistemático de las tareas de mantenimiento a ejecutar.

La asignación de las órdenes de trabajo recae en el supervisor de la producción y mantenimiento, son ellos los que analizan, ordenan, y hacen que se ejecute en el tiempo indicado el mantenimiento necesario para las máquinas y equipos.



Todo este proceso se desarrolla con la finalidad de contar con una retroalimentación de la información del plan de mantenimiento preventivo y de esta manera poder tomar mejores determinaciones en el largo plazo.



Figura 15

Formato de orden de trabajo de mantenimiento

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (OTM)			
ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO			
DATOS DE LA ORDEN DE TRABAJO			
Nº de OTM:		Tipo de OTM:	
			Frecuencia:
Solicitado por:			
Aprobado por:			
Recibido por:			
FECHAS Y TIEMPOS			
Fecha inicio:		Hora inicio:	
			Tiempo estimado:
Fecha fin:		Hora fin:	
			Turno:
DATOS DE LA MÁQUINA/EQUIPO			
Máquina/Equipo:		Marca:	
		Modelo:	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
Parte del equipo	Actividades realizadas	Tiempo	
HERRAMIENTAS UTILIZADAS		REPUESTOS O SUMINISTROS UTILIZADOS	
OBSERVACIONES (Detalles y opciones de solución)			

TÉCNICO Nombre:
Firma:

SUPERVISOR Nombre:
Firma:



6.3.4. Formato de hoja de vida de la maquinaria de la empresa

Este formato es esencial, porque mediante este documento es posible contar con un expediente de todas las acciones realizadas a cada una de las máquinas que participan en el proceso de producción de la compañía.

Esta información ayudará a tomar decisiones a futuro, como por ejemplo un posible cambio o sustitución de las mismas. El formato va a tener la misma estructura para cada máquina o equipo.

Figura 16

Formato de hoja de vida de las máquinas y equipos

HOJA DE VIDA		Fecha:	
ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO		Página:	
Hoja de vida Nº:	Nombre del equipo:	Código del equipo:	
HISTORIAL DE REPARACIONES			
FECHA	ORDEN DE TRABAJO Nº	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL



6.3.5. Hojas check list

Son aquellas hojas que llevan el control de las máquinas y equipos, en las cuales se detalla un listado de actividades frecuentes de inspección, así como la verificación de la presión, temperatura, del sistema eléctrico, entre otras tareas.

No tienen que ser manejadas obligatoriamente por especialistas o ingenieros de la organización, sino por los colaboradores que operan las máquinas; por lo que, es recomendable, diseñarlo para un fácil entendimiento y manejo.

Se propone realizar esta inspección cada 2 semanas. **(Ver anexo 5)**

6.3.6. Lubricación y engrase periódico de las máquinas y equipos de la empresa

Ya realizado el registro de toda la maquinaria que la organización posee, y haber decidido cuáles van a formar parte del plan de mantenimiento preventivo, se determina aquellos lubricantes apropiados y la frecuencia con la que se realiza.

Se considera una de las acciones más significativas dentro del mantenimiento de prevención, debido a que una mala lubricación puede provocar en su mayoría, la presentación de fallas en las máquinas. Se puede ejecutar al instante del control, si se estima esencial.

Se considera importante considerar las siguientes recomendaciones:

- Reconocer previamente los lugares de lubricación, con el fin de poder elegir los lubricantes más apropiados y la constancia de colocación.
- Disminuir la cantidad de lubricantes, pero seleccionando los de mejor calidad.
- Revisar los mecanismos de lubricación, con el objetivo de comprobar que se encuentran en buen estado y son los apropiados.
- Prevenir la polución de los lubricantes mientras están en almacenamiento y utilización, porque es una compañía de alimentos.



- No lubricar lo que no requiere lubricación, no solo por los costos que genera, sino que puede afectar al correcto funcionamiento de los componentes que se están lubricando.
- El tipo y marca del lubricante (aceite o grasa) a emplear, debe estar establecido de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se realiza las comparaciones con respecto a los disponibles en el mercado, se analiza sus características, y de acuerdo a las condiciones de trabajo en donde nos encontramos, se elige el mejor.

6.3.7. Gestión de repuestos

Anteriormente el costo de los repuestos era mucho mayor al del personal técnico solicitado, pero actualmente esta situación se ha invertido.

El departamento de compras de la empresa Choco Museo trata de poseer el mínimo stock de repuestos, entretanto para la ejecución del plan de mantenimiento se intenta tener la mayor cantidad de repuestos necesarios en stock, para que esto no genere más costo ni pérdida de tiempo.

6.3.7.1. Selección de los repuestos

Generalmente los que fabrican los equipos recomiendan un orden de recambios para poder ejecutar las reparaciones. El precio de las piezas oscila entre un 3 a 6% del valor de la máquina o equipo, pero en otras ocasiones no es raro que el valor de todos los repuestos de la máquina o equipo sea mayor al precio del mismo.

Se considera utilizar la siguiente agrupación de las piezas:

- **Partes sujetas a desgaste:** En este conjunto se encuentran los elementos de conexión en medio de puntos fijos y móviles como son los cojinetes, rodamientos, relés, etc. que se desgastan a medida que se produce fricción o abrasión. También se consideran los repuestos sujetos a agotamiento o corrosión, como los rodetes, tuberías, etc.



- **Consumibles:** Tienen bajo coste, y se utilizan mucho antes de que la máquina o el equipo se encuentren en mal estado. Los más utilizados son: filtros, lubricantes, adhesivos, material de limpieza, bombillas, lámparas, escobilla de motores, etc.
- **Partes móviles:** Están encargados de transferir los desplazamientos entre componentes o aplicarlos a los productos en sí. Tales como: rotores, correas, poleas, ejes, etc.
- **Partes eléctricos:** Son los circuitos grabados, interruptores, fuentes de alimentación, conectores, etc. y se producen debido a cortocircuitos, sobretensiones y sobrecalentamientos de las máquinas y equipos.

6.3.7.2. Stock de repuestos necesarios en la empresa

Se considera necesario clasificar los repuestos en tres categorías:

- REPUESTO A: Piezas necesarias de tener en la empresa.
- REPUESTO B: Piezas que se deben ser ubicadas en el momento, con abastecedor, teléfono y suministro rápido.
- REPUESTO C: Piezas que no son necesarias tener.

6.3.8. Constancia de mantenimiento de las máquinas y equipos de la empresa

La repetición de las tareas de mantenimiento será establecida de acuerdo a los requisitos, estándares, y las circunstancias del entorno. Para poder realizar la planificación se considera necesario conocer las horas trabajadas, desgaste de las piezas, nivel de alerta de ruidos o vibraciones, etc. Otros factores que también influyen son:

- Tiempo de uso, valor de la máquina/equipo, costo de las piezas y elementos más esenciales.
- Sensibilidad del equipo en general
- Sensibilidad del equipo al daño
- Exigencia del servicio al que está sujeto dentro de la empresa.



Por lo que, cada máquina o equipo debe tener una frecuencia distinta de la ejecución del mantenimiento.

6.4. Seguimiento y control de la implementación del plan

El plan de mantenimiento propone realizar algunas tareas, de acuerdo a las propiedades de las máquinas o equipos y los recursos con los que se cuente. Este seguimiento se realiza específicamente para los equipos altamente críticos y medianamente críticos.

6.4.1. Tostadora (TO-01)

Tabla 10

Actividades de mantenimiento preventivo para la tostadora

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza del cilindro	Mensual	Operador
Limpieza de ductos y ventilador	Quincenal	Técnico
Limpieza del quemador	Quincenal	Técnico
Limpieza de tolva y aspás	Quincenal	Operador
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar chumaceras y cojinetes	Semanal	Operador
Lubricar caja reductora del enfriador	Quincenal	Operador
Lubricar el motor	Semanal	Operador
Lubricar el tambor rotatorio	Quincenal	Operador
Cambiar distribuidor de aire	Semestral	Técnico



6.4.2. Peladora (PE-02)

Tabla 11

Actividades de mantenimiento preventivo para la peladora

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza de las salidas del cacao	Mensual	Operador
Limpieza de ductos	Quincenal	Técnico
Limpieza de rodillos dentados	Mensual	Técnico
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar los rodamientos y engranes	Quincenal	Técnico
Lubricar el motor	Semanal	Operador

6.4.3. Molino (MO-03)

Tabla 12

Actividades de mantenimiento preventivo para el molino

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza de los rodillos	Trimestral	Técnico
Limpieza de imán y compuertas	Mensual	Técnico
Limpieza de boquillas y tubos de contacto	Quincenal	Operador
Limpieza del chiller - enfriador de agua	Quincenal	Técnico
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar cadenas y engranajes	Semanal	Operador
Lubricar chumaceras	Semanal	Operador
Lubricar el motor y caja reductora	Quincenal	Operador
Graduar rodos	Necesario	Operador
Cambio de parillas	Trimestral	Técnico



6.4.4. Refinadora (RF-04)

Tabla 13

Actividades de mantenimiento preventivo para la refinadora

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza de boquillas y tubos de contacto	Quincenal	Operador
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar el motor	Quincenal	Operador
Lubricar el eje sinfín	Mensual	Operador
Lubricar el rodillo refinador	Mensual	Técnico
Lubricar los rodamientos y engranes	Semanal	Operador

6.4.5. Refinadora (RF-05)

Tabla 14

Actividades de mantenimiento preventivo para la refinadora

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza de los rodillos	Trimestral	Operador
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar el motor	Quincenal	Operador
Lubricar el rodillo refinador	Mensual	Técnico



6.4.6. Conchadora (CO-06)

Tabla 15

Actividades de mantenimiento preventivo para la conchadora

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza de los rodillos	Trimestral	Operador
Limpieza de boquillas y tubos de contacto	Quincenal	Operador
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar caja reductora del enfriador	Mensual	Operador
Lubricar los rodillos y su soporte	Mensual	Técnico
Lubricar el motor	Quincenal	Operador

6.4.7. Temperadora (TE-07)

Tabla 16

Actividades de mantenimiento preventivo para la temperadora

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza ranuras de ventilación	Mensual	Operador
Limpieza de la parte interna del cilindro	Mensual	Operador
Limpieza del chiller - enfriador de agua	Quincenal	Técnico
Limpieza externa	Semanal	Operador
Lubricar ranuras de ventilación	Mensual	Técnico
Lubricar el motor	Quincenal	Operador



Capítulo VII

Resultados

7.1. Análisis de factores que influyen o limitan los resultados

El presente trabajo, solo se enfoca en proponer el plan de mantenimiento preventivo, debido a que, por la coyuntura actual, la empresa aún no podrá realizar la implementación de este.

En un futuro, a través de la utilización del presente plan, se espera lograr un avance en la gestión del mantenimiento, y en lo que este comprende relacionado a otras áreas.

7.2. Resultados estimados

Por medio de la propuesta, se espera eliminar las demoras existentes en el proceso de producción del chocolate, ocasionadas por las fallas de los equipos medianamente críticos y críticos (**Ver el Anexo 2**) e incrementar de manera significativa la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa.

7.3. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

El trabajo de investigación muestra el significado de realizar un mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos de la empresa Choco Museo, por lo cual se considera necesario poner en práctica el plan propuesto, debido al gran impacto que tendría con referencia a la disponibilidad de la maquinaria utilizada en los distintos procesos que la empresa realiza.

Se descubrió que el diseño de un mejor sistema de mantenimiento, es decir, preventivo, es una propuesta totalmente nueva para la empresa, por este motivo, se va a tomar en consideración para que se pueda mejorar las condiciones en la planta de producción.



Capítulo VIII

Discusión de resultados

8.1. Presentar la contrastación de los resultados del trabajo con los referentes bibliográficos de las bases teóricas

- Para:

“Garcia, E. (2016). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa Uesfalia Alimentos S.A. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.”

Se seleccionaron equipos críticos de la planta, por medio del CTR, para definir el tipo de mantenimiento apropiado para una planta de producción, que cumpla con el diseño del plan, y tomando en cuenta el contexto operacional en el que se encuentra.

Para Choco Museo: De igual forma, se consideró necesario aplicar la matriz de criticidad total por riesgo (CTR) para poder determinar, los equipos más críticos y necesarios en el proceso de producción, para ser ajustados en el plan de mantenimiento preventivo.

- De acuerdo a:

“Ramos, J. (2017). Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.”



Se realizó el cálculo de indicadores de mantenimiento, obteniendo una mínima disponibilidad, pero luego de la implementación del plan, se logró incrementar la disponibilidad de las máquinas críticas en más de un 10%, es decir, el torno paralelo de 83.33 % a 93.84%; la fresadora de 84.72% a 94.79% y la mandriladora de 86.97 a 96.96, restableciendo de esta manera el rendimiento de la maquinaria.

Para Choco Museo: De igual manera, se realizó el cálculo de los indicadores de mantenimiento (Fiabilidad y Mantenibilidad) obteniendo una disponibilidad inicial del 66%. Y se puede afirmar que existiría un incremento de la disponibilidad de cada una de las máquinas y equipos, en un porcentaje similar al de la empresa antes mencionada.

- Según:

“Roncal, J (2017). Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S.A.C 2017. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2017.”

El método utilizado para juntar los datos fue la observación, y así poder elaborar el formato de inspección de correctivos, así mismo una orden de trabajo para calcular los tiempos de reparación, los formatos de Check List de Inspección Diaria, Check List de Inspección Semanal y Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo Mensual. Para concluir se halló bajo el examen del estadígrafo de la ruta de Wilcoxon, que la disponibilidad anterior es menor a la disponibilidad después.

Para Choco Museo: Se ha considerado también, utilizar todos los formatos descritos en el plan de mantenimiento preventivo, para la obtención de los resultados esperados.



- De acuerdo a:

“Vega, A. (2017). Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.”

Se propuso diseñar y llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo para la organización, con el fin de incrementar la disponibilidad de la maquinaria. Ya realizada dicha implementación, se comprobó que el mantenimiento preventivo disminuyó las fallas de las maquinarias y se logró incrementar la disponibilidad en un 7.6 %.

Para Choco Museo: Por medio del plan que se está presentando, se espera un incremento semejante de toda la maquinaria, al momento que la empresa decida implementarlo.

8.2. Implicancias del estudio

La adaptación de dicho mantenimiento en caso no ser diseñado e implementado adecuadamente, podría seguir manteniéndose con una baja disponibilidad de las máquinas y equipos. En este sentido, la propuesta tiene que considerar los equipos en todo estado, en caso de ser necesaria intervenirlos primero de forma correctiva reduciendo el error ya existente, para luego poder aplicar el mantenimiento preventivo.



Conclusiones

1. Se realizó el diseño del plan de mantenimiento preventivo, con la ayuda de diversos antecedentes y fuentes bibliográficas, para que este se puedan ejecutar todos los pasos de manera correcta, y se cumpla con el propósito de incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa.
2. Al realizar el análisis de la situación actual del mantenimiento en la empresa, se encontraron las debilidades que el área tenía. Toda la información obtenida, acerca de las máquinas, equipos, personal encargado, y frecuencia con la que se realizaban los mantenimientos en el área de operaciones, fueron de gran utilidad para poder dar inicio a la planificación del mantenimiento preventivo.
3. Para poder determinar la disponibilidad de los equipos de la empresa, se tuvo que conseguir los datos numéricos de manera manual, observando y controlando el tiempo de funcionamiento y de paradas de cada máquina y equipo, con ayuda de los operadores. En todo el mes de enero se detectaron 21 averías en las máquinas y equipos, y se pudo determinar el tiempo medio entre fallas (fiabilidad) y el tiempo medio de reparación (mantenibilidad) para luego hallar el porcentaje de disponibilidad de la maquinaria. Llegando a obtener solamente el 66%. Razón por la cual, se propone a la empresa la implementación de diversas tareas y estrategias de mantenimiento que hagan posible incrementar este porcentaje, y se genere un impacto positivo en toda la línea de producción.



4. Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo como una propuesta de solución al problema encontrado. Fue importante desarrollar una metodología de aplicación, es decir, todas sus etapas, y seguimiento necesario para su funcionamiento. Se elaboró inicialmente la ficha técnica para las 12 máquinas y equipos, y el análisis de criticidad de los mismos, mediante el método de criticidad total por riesgo. Obteniendo como máquinas críticas, la refinadora 1 y conchadora, medianamente críticas la tostadora, peladora, molino, refinadora 2 y la temperadora y no críticas al horno de aire caliente, cocina industrial, grageadora, refrigerador y balanza industrial.

Después se redactaron las rutinas de mantenimiento e inspección a realizar, y el correcto registro de las mismas, por medio de los formatos propuestos, para poder evitar futuras averías en los equipos. Mediante el cumplimiento de todas las actividades expuestas en el presente plan, se espera influir positivamente en la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa, debido a que se considera necesario que se encuentren siempre en condiciones óptimas, porque la calidad del producto, está directamente relacionada con el buen estado de las mismas.



Recomendaciones

1. Se recomienda poner en práctica a la brevedad posible, el plan de mantenimiento preventivo diseñado, mediante la utilización de todos los formatos propuestos, con el objetivo de obtener toda aquella información necesaria para que se ejecuten las actividades de manera correcta.
2. Se recomienda que el personal de la empresa cuente con todas las herramientas y medios para poder ejecutar las actividades que se han propuesto en el presente trabajo, además de las capacitaciones y seminarios constantes acerca de mantenimiento, instrucciones básicas, etc. con la finalidad de aumentar la eficiencia en el desempeño de sus funciones, manteniéndolo actualizados y motivados, acerca de las nuevas actividades que se irán implementando en la organización. Es importante también, que el operario o técnico encargado del mantenimiento brinde la información precisa y verídica, acerca de los tiempos, materiales utilizados y todo el procedimiento ejecutado, para evitar los mantenimientos correctivos, y estar cada vez más cerca del plan de mantenimiento preventivo propuesto, a la realidad.
3. Se recomienda revisar continuamente el plan de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos, es decir, las rutinas de mantenimiento, materiales que se utilizan, frecuencias y tiempos de aplicación, etc. con el propósito de actualizarlo y mejorarlo en los detalles que sean favorables, para poder obtener resultados mucho más eficientes con respecto a la disponibilidad de los mismos.



4. Se recomienda también mejorar la comunicación interna, es decir, entre departamentos, para poder lograr un compromiso de la realización de los mantenimientos en las fechas en las cuáles están programadas según el plan que se elaboró. Y que de esta manera también, se pueda tener un registro minucioso de todos los repuestos y materiales que son necesarios en los equipos de la empresa, y de manera especial en los más críticos, eligiendo los proveedores únicamente necesarios, disponibles y confiables.



Referencias Bibliográficas

- Abella, B. M. (2012). *Mantenimiento industrial*. Madrid: Universidad Carlos II de Madrid.
- Alcívar Rodríguez, B., Pino Peralta, S., & Aguilar Azuero, R. (2016). *EL GRAN CACAO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES*. Guayaquil : Ediciones Holguín S.A.
- Arias, F. G. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Editorial Episteme.
- Arredondo, M. (2015). *Contabilidad y análisis de costos*. Mexico D.F: Grupo Editorial Patria.
- Boero, C. (2009). *Mantenimiento industrial*. Córdoba: Universitas.
- Carreras, M. R. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Crespo, C. P. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. Sevilla: Ingecon.
- Elola, L. N. (2010). *Gestión integral del mantenimiento*. Barcelona: Marcombo.
- Fernandez, J. G. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: FC Editorial.
- Garcia Garrido, S. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. España: Ediciones Diaz de Santos.
- Garrido, S. G. (2009-2012). *Ingeniería de Mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento*. Madrid: Renovetec.
- Gonzales, J. R. (2019). "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en la libertad". Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- González, R. G. (07 de Julio de 2021). *PDCA Home*. Obtenido de PDCA Home: <https://www.pdcahome.com/diagrama-de-ishikawa-2/>
- ICCO. (2008). Organización Internacional del Cacao.
- León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia : Universidad de Murcia.
- Leon, I. H. (2010). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de campo*. Madrid: Editorial Debate.



- León, J. (31 de Agosto de 2010). *Ministerio nacional de agricultura*. Obtenido de Ministerio nacional de agricultura:
http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/2018/ficha_tecnica_cacao.pdf
- Martín, M. P. (2014). *Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas industriales*. Madrid: Paraninfo.
- Martinez, V. e. (2002). *Mantenimiento de motores Diesel*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia Serv. Publ.
- Masip, R. O. (2011). Mantenimiento preventivo. *Cuaderno de prevención*, 10.
- Medina, J. A. (2017). *Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S.A.C*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Milano, T. (2011). *Planificación y gestión de mantenimiento industrial, un enfoque estratégico y operativo*. Caracas: Panapo.
- Negro, C. M. (15 de Enero de 2013). *Diseño de plan preventivo basado en MCC*. Obtenido de Diseño de plan preventivo basado en MCC:
<http://159.90.80.55/tesis/000159149.pdf>
- Ortega, B. y. (2003). *Plan de mantenimiento preventivo para las pequeñas y medianas empresas*.
- Palmer, R. (2016). *Manual de Planificación y Programación de Mantenimiento*. Mexico D.F: McGraw-Hill Education.
- Patón, J. L. (2009). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el Sector Ferroviario*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Pezántez Huerta, A. (10 de Setiembre de 2007). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*. Obtenido de Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13353/4/TESIS%20COMPLETA%20%28FINAL%29.pdf>
- Pontelli, I. G. (2016). *Mantenimiento industrial*. Lima: Universitat EIRL.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad total y productividad*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Qualitymant Group. (03 de Setiembre de 2020). *Qualitymant Group*. Obtenido de Qualitymant Group: <https://qualitymant.com/las-5s-del-mantenimiento-industrial/>
- Rivero, D. B. (2018). *Metodología de la Investigación*. Bogota: Editorial Shalom.



Salih O. Duffuaa, A. R. (2006). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. Mexico D.F: Limusa.

Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F: Mc Graw Hill.

Sotuyo Blanco, S. (2008). Mantenimiento industrial. *Virtual Pro*, 7.

Suarez, J. (2007). *Mantenimiento mecánico de máquinas*. Caracas: Universidad de Caracas.

Torres, J. C. (3 de Febrero de 2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A*. Obtenido de Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/12/UPS-CT001680.pdf>

Vasquez, M. (31 de Agosto de 2013). *Enciclopedia agropecuaria práctica*. Obtenido de Enciclopedia agropecuaria práctica: <https://www.lexico.com/es/definicion/cacao>



ANEXOS



Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general: ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo Cusco - 2020?	Objetivo General: OG: Diseñar el plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo Cusco – 2020.	Variable: Plan de Mantenimiento Preventivo Disponibilidad de los equipos Dimensión 1: Diagnóstico Situacional	Enfoque de Investigación: Cuantitativa Diseño: No experimental Alcance de la Investigación: Descriptivo - Propositivo



<p>Problemas específicos: P1. ¿Cuál es la situación actual del mantenimiento de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo?</p> <p>P2. ¿De qué manera se puede determinar la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo?</p> <p>P3. ¿Cómo se puede elaborar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Choco Museo?</p>	<p>Objetivos específicos: OE1: Realizar el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo.</p> <p>OE2: Determinar la disponibilidad de las máquinas y equipos en la empresa Choco Museo.</p> <p>OE3: Elaborar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Choco Museo.</p>	<p>Indicadores: Tiempo global de los equipos en operación Tiempo global de las intervenciones correctivas realizadas</p> <p>Dimensión 2: Plan de Mantemiento</p> <p>Indicadores: Consolidación del Área de mantenimiento Codificación de la Maquinaria Análisis de Criticidad Requerimientos de Respuestos y Materiales Requerimientos de actividades de mantenimiento</p> <p>Dimensión3: Disponibilidad de Equipos</p> <p>Indicadores: Disponibilidad Mantenibilidad</p>	<p>Población: Equipos de Manufactura</p> <p>Muestra: Censal</p>
--	--	--	---



Anexo 2: Formato de Paradas de Máquinas y Equipos del Mes de Enero

Equipo	Fecha	Operador	Descripción	Hora inicio	Hora fin	Total horas	Tipo	Año
Tostadora	06-ene	Yesica	Se activa alarma de sobrecalentura	13:00	15:00	02:00	Mecánico	2020
Tostadora	17-ene	Yesica	Revisión de ajuste de las ruedas	09:00	11:45	02:45	Mecánico	2020
Tostadora	24-ene	Yesica	Se activa alarma de sobrecalentura	17:10	21:00	03:50	Mecánico	2020
Peladora	07-ene	Yesica	Revisión de ajuste de cuchilla	11:15	14:30	03:15	Mecánico	2020
Peladora	15-ene	Yesica	Falla del motor	10:40	15:00	04:20	Mecánico	2020
Peladora	28-ene	Yesica	No prende	17:00	21:30	04:30	Eléctrico	2020
Molino	09-ene	Israel	Problema con la cadena (retorcido)	09:20	12:00	02:40	Mecánico	2020
Molino	20-ene	Israel	Corto circuito en cable de alimentación	13:50	19:20	05:30	Eléctrico	2020
Molino	30-ene	Israel	Desgaste de rodamientos	11:30	15:30	04:00	Mecánico	2020
Refinadora 1	03-ene	Israel	Prende y se apaga	08:45	12:00	03:15	Eléctrico	2020
Refinadora 1	10-ene	Israel	Desgaste del sinfín	12:20	15:40	03:20	Mecánico	2020
Refinadora 1	21-ene	Israel	Problema con la temperatura	08:20	10:50	02:30	Mecánico	2020
Refinadora 2	06-ene	Maricarmen	Problema con la temperatura	17:00	20:45	03:45	Mecánico	2020
Refinadora 2	13-ene	Maricarmen	No prende	09:00	14:00	05:00	Eléctrico	2020
Conchadora	08-ene	Maricarmen	Desgaste de rodamientos	12:10	15:00	02:50	Mecánico	2020
Conchadora	23-ene	Maricarmen	Falla del motor	09:15	12:25	03:10	Mecánico	2020
Temperadora	03-ene	Yesica	Problema con la temperatura	11:00	13:40	02:40	Mecánico	2020
Temperadora	29-ene	Yesica	Problema con la temperatura	10:20	13:50	03:30	Mecánico	2020
Horno industrial	27-ene	Israel	Problema con la calibración	08:00	10:45	02:45	Mecánico	2020
Grageadora	13-ene	Maricarmen	Prende y se apaga	09:40	13:40	04:00	Eléctrico	2020
Grageadora	24-ene	Maricarmen	Revisión de ajuste del eje macizo	16:00	19:40	03:40	Mecánico	2020

Fuente: (Flores, 2021)



Anexo 3: Registro del tiempo de Recorrido de las Máquinas y Equipos en el Mes de Enero

Fecha	Equipo	Tiempo (horas)	Total
03-ene	Refinadora (RF - 04)	12	16
	Temperadora (TE - 07)	4	
06-ene	Tostadora (TO - 01)	3.75	12.75
	Refinadora (RF - 05)	9	
07-ene	Peladora (PE - 02)	5	5
08-ene	Conchadora (CO - 06)	12.5	12.5
09-ene	Molino (MO - 03)	12	12
10-ene	Refinadora (RF - 04)	11.25	11.25
13-ene	Refinadora (RF - 05)	8	9.75
	Grageadora (GR - 10)	1.75	
15-ene	Peladora (PE - 02)	4.5	4.5
17-ene	Tostadora (TO - 01)	4	4
20-ene	Molino (MO - 03)	10.75	10.75
21-ene	Refinadora (RF - 04)	11	11
23-ene	Conchadora (CO - 06)	12	12
24-ene	Tostadora (TO - 01)	3	4.5
	Grageadora (GR - 10)	1.5	
27-ene	Horno industrial (HO - 08)	1	1
28-ene	Peladora (PE - 02)	4	4
29-ene	Temperadora (TE - 07)	3.5	3.5
30-ene	Molino (MO - 03)	10.5	10.5

Fuente: (Flores, 2021)



Anexo 4: Registro del Tiempo de Reparación de las Máquinas y Equipos en el Mes de Enero

Fecha	Equipo	Tiempo (horas)	Total
03-ene	Refinadora (RF - 04)	3.25	5.92
	Temperadora (TE - 07)	2.67	
06-ene	Tostadora (TO - 01)	2	5.75
	Refinadora (RF - 05)	3.75	
07-ene	Peladora (PE - 02)	3.25	3.25
08-ene	Conchadora (CO - 06)	2.83	2.83
09-ene	Molino (MO - 03)	2.67	2.67
10-ene	Refinadora (RF - 04)	3.33	3.33
13-ene	Refinadora (RF - 05)	5	9
	Grageadora (GR - 10)	4	
15-ene	Peladora (PE - 02)	4.33	4.33
17-ene	Tostadora (TO - 01)	2.75	2.75
20-ene	Molino (MO - 03)	5.5	5.5
21-ene	Refinadora (RF - 04)	2.5	2.5
23-ene	Conchadora (CO - 06)	3.17	3.17
24-ene	Tostadora (TO - 01)	3.83	7.5
	Grageadora (GR - 10)	3.67	
27-ene	Horno industrial (HO - 08)	2.75	2.75
28-ene	Peladora (PE - 02)	4.5	4.5
29-ene	Temperadora (TE - 07)	3.5	3.5
30-ene	Molino (MO - 03)	4	4

Fuente: (Flores, 2021)



Anexo 5: Hojas Check List de Inspección

HOJA CHECK LIST DE INSPECCIÓN	
ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO	

Encargado de inspección

Fecha de inspección

Turno	
Mañana	Tarde

EQUIPO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN	ESTADO			OBSERVACIÓN O MEDIDA CORRECTIVA
		Bueno	Regular	Malo	
TOSTADORA (TO-01)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores, etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el nivel y fuga de aceite				
	Revisar el motor				
	Revisar la cámara de enfriamiento				
	Revisar el quemador				
	Revisar las boquillas y tubos de contacto				
	Revisar ductos de retorno de aire				
	Revisar el cilindro				
Inspección visual del estado de toda la máquina					
PELADORA (PE-02)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores, etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el nivel y fuga de aceite				
	Revisar el motor				
	Verificar el estado de los rodillos dentados				
	Revisar compuertas de entrada y salida del cacao				
	Verificar que no exista atascamiento de residuos				
Inspección visual del estado de toda la máquina					

RESPONSABLE **Nombre:**
Firma:



HOJA CHECK LIST DE INSPECCIÓN	
ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO	

Encargado de inspección

Fecha de inspección

Turno	
Mañana	Tarde

EQUIPO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN	ESTADO			OBSERVACIÓN O MEDIDA CORRECTIVA
		Bueno	Regular	Malo	
MOLINO (MO-03)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores, etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el nivel y fuga de aceite				
	Revisar el motor				
	Verificar el estado de los platos concéntricos				
	Revisar cadenas y engranajes				
	Verificar el chiller - enfriador de agua				
	Revisar las boquillas y tubos de contacto				
	Inspección visual del estado de toda la máquina				
REFINADORA (RF-04)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores, etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el nivel y fuga de aceite				
	Revisar el motor				
	Revisar las boquillas y tubos de contacto				
	Verificar el estado de los eje sinfín				
		Inspección visual del estado de toda la máquina			

RESPONSABLE **Nombre:**
 Firma:



HOJA CHECK LIST DE INSPECCIÓN	
ÁREA DE MANTENIMIENTO - CHOCO MUSEO	

Encargado de inspección

Fecha de inspección

Turno	
Mañana	Tarde

EQUIPO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN	ESTADO			OBSERVACIÓN O MEDIDA CORRECTIVA
		Bueno	Regular	Malo	
REFINADORA (RF-05)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores,etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el nivel y fuga de aceite				
	Revisar el motor				
	Revisar las boquillas y tubos de contacto				
	Verificar el estado de los rodillos				
	Inspección visual del estado de toda la máquina				
CONCHADORA (CO-06)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores,etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el nivel y fuga de aceite				
	Revisar el motor				
	Revisar las boquillas y tubos de contacto				
	Verificar el estado de los rodillos				
	Inspección visual del estado de toda la máquina				
TEMPERADORA (TE-07)	Revisar conexiones eléctricas				
	Revisar el panel de control (botones, sensores,etc.)				
	Revisar ruidos y vibraciones				
	Verificar la temperatura y el voltaje				
	Revisar el motor				
	Verificar el enfriador de agua				
	Revisar el estado de las partes móviles de la máquina				
	Verificar ranuras de ventilación				
	Inspección visual del estado de toda la máquina				

RESPONSABLE **Nombre:**
Firma:

