



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Implementar la metodología TPM en el plan de mantenimiento del sistema eléctrico para optimizar el proceso de elaboración de azúcar de caña en el ingenio de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Br. Irigoin Irureta, Willian Robinson (ORCID: 0000-0002-7610-5883)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Agradezco a Jehová Dios, que me ha dado las fuerzas para conseguir lo soñado en mi vida.

A mis padres y esposa que supieron confiar en mí apoyarme y esperar con paciencia el tiempo que estuve en la universidad.

A mis hijos, por la confianza que me dieron en mi formación profesional. A mis compañeros de estudio, a mis amigos, con su apoyo he podido realizar este trabajo. A todos ellos dedico estas letras.

Willian Robinson Irigoin Irureta

Agradecimiento

Mi agradecimiento al personal docente y administrativo de la Universidad Privada César Vallejo, por haberme brindado los conocimientos, experiencia y facilidades para la culminación satisfactoria de mis estudios de ingeniería, convirtiéndome en un profesional útil a la sociedad.

Agradezco también al personal técnico y profesional de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A., por haberme brindado el apoyo desinteresado, en la recopilación de datos tanto en laboratorio como del Dpto. de electricidad, para la realización del presente estudio de este ingenio azucarero, así como también por el apoyo durante la etapa de mi formación profesional.

Willian Robinson Irigoín Irureta

Índice de contenidos

| | |
|--|-----------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 20 |
| 3.1 Tipo y diseño de Investigación..... | 20 |
| 3.2 Variables y operacionalización..... | 21 |
| 3.3 Población(criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.. | 21 |
| 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos..... | 23 |
| 3.5 Procedimientos..... | 24 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 25 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 25 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN..... | 72 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 74 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 75 |
| REFERENCIAS..... | 76 |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Variables de investigación..... | 20 |
| Tabla 2. Variables Dependientes e Independientes..... | 22 |
| Tabla 3. Técnicas, uso e instrumentos de recolección de Datos..... | 23 |
| Tabla 4. Características de calderas..... | 33 |
| Tabla 5. Características principales de los Turbogeneradores..... | 34 |
| Tabla 6. Potencia Instalada por Áreas de producción..... | 37 |
| Tabla 7. Consumos de Energía Eléctrica-Año 2013..... | 38 |
| Tabla 8. Consumos de energía por área..... | 39 |
| Tabla 9. Datos de un día normal de molienda..... | 40 |
| Tabla 10. Datos de molienda de Octubre 2019..... | 40 |
| Tabla 11. Índices de productividad..... | 41 |
| Tabla 12. Horas de fallo-Turbogenerador 2..... | 42 |
| Tabla 13. Horas de Fallo-Turbogenerador No.3..... | 42 |
| Tabla 14. Horas de Funcionamiento de Turbogeneradores en Planta Eléctrica-Año 2014..... | 47 |
| Tabla 15. Horas de Funcionamiento de Turbogeneradores en Planta Eléctrica-Año 2015..... | 48 |
| Tabla 16. Horas de Funcionamiento de Turbogeneradores en Planta Eléctrica-Año 2016-..... | 48 |
| Tabla 17. Horas de Funcionamiento de Generadores en Planta Eléctrica-Año 2014.... | 49 |
| Tabla 18. Horas de Funcionamiento de Generadores en Planta Eléctrica-Año 2015.... | 50 |
| Tabla 19. Horas de Funcionamiento de Generadores en Planta Eléctrica-Año2016.... | 50 |
| Tabla 20. Adquisición de Equipos..... | 63 |
| Tabla 21. Horas de Funcionamiento Turbogeneradores Planta Eléctrica-Año 2017..... | 64 |
| Tabla 22. Horas de Funcionamiento Turbogeneradores Planta Eléctrica-Año2018..... | 65 |
| Tabla 23. Horas de Funcionamiento Turbogeneradores Planta Eléctrica-Año 2019..... | 65 |
| Tabla 24. Horas de Funcionamiento Generadores Planta Eléctrica-Año 2017..... | 66 |
| Tabla 25. Horas de Funcionamiento Generadores Planta Eléctrica-Año 2018..... | 67 |
| Tabla 26. Horas de Funcionamiento Generadores Planta Eléctrica-Año 2019..... | 67 |
| Tabla 27. Flujo de Caja..... | 70 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama unifilar general..... | 28 |
| Figura 2. Motores Process Performance..... | 29 |
| Figura 3. Norma de Motores..... | 30 |
| Figura 4. Pérdidas y Eficiencia en motores eléctricos..... | 30 |
| Figura 5. Diagrama de flujo del proceso productivo..... | 32 |
| Figura 6. Distribución de vapor en el ingenio Pomalca..... | 35 |
| Figura 7. Esquema Térmico principal del Ingenio Pomalca..... | 36 |
| Figura 8. Diagrama de Carga en un día normal de producción..... | 37 |
| Figura 9. Deming o PHVA su ciclo..... | 45 |
| Figura 10. Revisión y verificación del Master Pact..... | 52 |
| Figura 11. Revisión general de interruptores térmicos..... | 52 |
| Figura 12. Revisión general de contactores de inversión..... | 53 |
| Figura 13. Revisión general de pulsadores y selectores piloto..... | 53 |
| Figura 14. Mantenimiento mensual del sistema de lubricación de la turbina..... | 55 |
| Figura 15. Mantenimiento del reductor de la turbina..... | 56 |
| Figura 16. Revisión general del acoplamiento del turbo-generador..... | 56 |
| Figura 17. Mantenimiento del generador eléctrico..... | 57 |
| Figura 18. Revisión de líneas de refrigeración del turbo..... | 57 |
| Figura 19. Mantenimiento al gobernador de la turbina..... | 58 |
| Figura 20. Mantenimiento del grupo Leonard..... | 61 |
| Figura 21. Reparación del motor de la excitatriz..... | 61 |
| Figura 22. Reparación general del generador del turbo..... | 62 |
| Figura 23. Reparación general de pieza del turbo..... | 62 |
| Figura 24. Revisión general de líneas de tensión..... | 63 |

Resumen

En esta tesis, se presenta el estudio realizado para mejorar el proceso productivo a través de la “Implementación de una metodología en el plan de mantenimiento del sistema eléctrico para optimizar el proceso de elaboración de azúcar de caña en la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A.”

El objetivo es implementar una metodología que permita mejorar el mantenimiento del sistema eléctrico para asegurar una continuidad del proceso productivo de la empresa en mención, este estudio está enfocado en el ingenio de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A. Se ha analizado el proceso en tareas diarias, quincenales, mensuales y anuales; el estudio propuesto se ha desarrollado tomando en cuenta el proceso de trabajo actual, a partir del cual se proyecta esta mejora, aplicando el programa de mantenimiento TPM. Los resultados serán, mayor rendimiento de los equipos durante la operación de zafra, mayor producción, un ahorro de tiempo en el mantenimiento programado por el material adquirido y por el personal calificado.

Al cuantificar los egresos con los ingresos aplicando el programa de TPM se verá reflejado en corto tiempo mayor rentabilidad económica en la empresa.

Palabras clave: mantenimiento TPM, sistema eléctrico, proceso, azúcar, rentabilidad.

Abstract

In this thesis, the study carried out to improve the production process through the “Implementation of the methodology in the maintenance of the electrical system to optimize the process of elaboration of cane sugar in the agroindustrial Company Pomalca S.A.A.”

The objective is to implement a methodology that allows improving the maintenance of the electrical system to ensure continuity of the productive process of the Company in question, this study is focused on the ingenuity of the agro industrial Company Pomalca S.A.A..The process has been analyzed in daily, fortnightly, monthly and annual tasks; the proposed study has been developed taking into account the current work process, from which this improvement is projected, applying the TPM maintenance program. The results will be, higher of the equipment during the harvest operation, higher production, saving of time in the maintenance Schedule by material purchased and by qualified personnel.

By quantifying the expenses with the income applying the TPM program, greater economic profitability in the Company will be reflected in a short time.

Keywords: TPM maintenance, electrical system, process, sugar, profitability.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas agroindustriales en el Perú, se enfrentan a un mercado globalizado, por lo que tienen que plantearse nuevos objetivos para mejorar la productividad y ser disputantes al mercadillo, y uno de los objetivos será mejorar el estado de los equipamientos que participan en el tratamiento fructífero, para lo cual se plantea mejorar el mantenimiento de los mismos mediante un método de trámite de Mantenimiento, acorde de la realidad de la compañía.

Todas las industrias tienen que desarrollar métodos y planes de mejoras de mantenimiento para incrementar la eficiencia y productividad en sus empresas. Ante esta situación, se ha investigado acerca de las diferentes metodologías de mantenimiento industrial existentes que se puedan aplicar en este ingenio y se plantea la implementación de la metodología TPM, como la mejor alternativa para este ingenio azucarero; la compañía agroindustrial Pomalca S.A.A, es una de las 6 industrias azucareras en la región de Lambayeque, cuya labor primordial es procesar la caña y como producto final, obtener, azúcar de caña.

Este ingenio, se encuentra ubicado a 7 km al este de Chiclayo, y cuenta con gran expansión de terrenos de 16000 hectáreas de los cuales, 9000 son para uso de cultivo de caña; para procesar la caña de los campos propios, así como también de terceros, en óptimas condiciones de molienda, se plantea como objetivo de este estudio, mejorar el mantenimiento de todo el sistema eléctrico, el mismo que se encuentra bastante deteriorado por el tiempo, para lo cual deberá implementarse una metodología para el plan de mantenimiento de todo el sistema eléctrico para optimizar la evolución de fabricación de sacarosa de caña.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACION: La realidad problemática en este siglo XXI, todas las empresas azucareras se enfrentan a un gran desafío, que consiste en ser competitivos, eficientes, productivos y reducir sus costos de producción, el ingenio de la empresa agroindustrial Pomalca, tiene tres (03) áreas que forman parte del proceso productivo, y en cada una de ellas se cuenta con diversos equipos todos ellos accionados por motores eléctricos que cuentan con más de 50 años de antigüedad. En este ingenio el área de mayor consumo de energía es el área de Elaboración.

En el área de Extracción se ubican también motores eléctricos de gran potencia, los mismos que se encuentran en la parte de preparación de caña, y son justamente estos motores los que más se exigen cuando la caña proveniente de los campos de cultivo llega al ingenio con mucha materia extraña, de igual manera, en el área de Calderas, se tienen cuatro (04) calderas operativas, pero con bajo rendimiento y queman bagazo como combustible, en esta área se encuentran motores de gran potencia accionando los ventiladores de las calderas y en las bombas de agua de alimentación a las calderas; en este ingenio azucarero, se genera energía eléctrica con los turbogeneradores existentes en la planta eléctrica, que actualmente tiene cuatro (04) turbogeneradores de los cuales dos se encuentran operativos, uno en mantenimiento y uno fuera de servicio total.

Los turbogeneradores son accionados por vapor sobrecalentado generado en las calderas a una presión de 30 Kg/cm² y 340°C, para lo cual el bagazo debe contener una humedad del 50% en promedio.

Sin embargo, debido a la baja eficacia de motores instalados al área de desarraigo, el bagazo que llega a las calderas lo hace con una humedad mayor al 50%, lo cual produce una mala combustión en las mismas, y como consecuencia la temperatura y la presión del vapor sobrecalentado disminuye ocasionando una parada de molienda por baja presión de vapor, reduciendo las horas efectivas de molienda hasta 19 horas en promedio, ocasionando grandes pérdidas a la empresa; todas estas situaciones se podrían evitar si se tuviera un plan de mantenimiento que contribuya a tener en mejor estado a los motores del ingenio, haciendo más eficiente la evolución rentable de esta compañía.

Actualmente, se ejecuta un programa de sostenimiento periódico, es decir, se produce durante 26 días y se para el ingenio durante 4 o 5 días, para corregir fallas presentadas durante el periodo de molienda, estos mantenimientos son programados de acuerdo a un presupuesto el cual siempre es insuficiente para las diferentes fallas; ante esta situación, se ha investigado en otros ingenios acerca de la metodología de mantenimiento que aplican, y cuáles son los resultados que se han obtenido; particularmente, en el ingenio de la empresa agroindustrial Cartavio, se aplica la metodología TPM (mantenimiento productivo total), la cual ha dado muy

buenos resultados, reduciendo los tiempos perdidos y mejorando la producción de azúcar.

Por lo tanto, se ha decidido realizar el presente estudio para plantear a la compañía agroindustrial Pomalca, la implementación de metodología que contribuya a mejorar la eficiencia del ingenio

Formulación del problema, ¿Puede un plan de mantenimiento en el sistema eléctrico, optimizar el proceso de producción de azúcar en el ingenio de la empresa agroindustrial Pomalca?

Debido a que la mayoría de los equipamientos que participan en evolución de elaboración de azúcar de caña, son accionados por motores eléctricos y estos a su vez han perdido eficiencia por antigüedad, por la falta de los repuestos adecuados y por falta de una metodología de mantenimiento adecuada, se plantea la presente tesis como una alternativa de solución a los problemas existentes actualmente en el ingenio, asegurando el correcto y continuo funcionamiento de todos los equipamientos, y mejorando el rendimiento de la compañía.

La investigación realizada, se ha determinado que la metodología TPM, es la mejor opción para aplicar en este ingenio; esta metodología, involucra la capacitación de todo el personal de mantenimiento eléctrico, así como también a los electricistas de turno quienes serán los encargados del monitoreo o toma de datos en cada turno.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:
Relevancia Tecnológica, el presente estudio, me ha llevado a creer que, al aplicar un programa de sostenimiento fundamentado en metodología TPM, permitirá mejorar la técnica energética de todo el ingenio, cuyo resultado será el aumento de la producción de azúcar.

Relevancia Social, actualmente, esta empresa está conformada por más de tres mil trabajadores que dependen de la producción de azúcar como producto final, aplicando una metodología en el mantenimiento para lograr un buen funcionamiento del sistema eléctrico del ingenio, mejorará el rendimiento y la producción de azúcar de caña, lo cual redundará positivamente en los trabajadores.

Relevancia económica, la correcta implementación y sostenimiento de la metodología TPM en el sistema eléctrico del ingenio, reducirá los tiempos perdidos y aumentará la producción de azúcar, y se verá reflejado en la economía de la empresa en el más corto plazo.

Relevancia Ambiental, la caña es la materia prima para obtener azúcar, al aplicar eficientemente un plan de mantenimiento en el sistema eléctrico del ingenio, se disminuirá el nivel de vibraciones y ruidos, la emisión de particulado hacia el medio ambiente (producto de la combustión del bagazo en las calderas), así como también disminuirán los efluentes en absoluto.

Satisfaciendo con los modelos de cualidad de ámbito constituidos por Ministerio de Ambiental e inspeccionados por OEFA Oficina de Fiscalización y Evaluación Ambiental, del convenio a la sucesivo especificación: Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente, D.S. N° 017-2015, fabrica, Reglamento de Gestión Ambiental a la empresa confeccionista y negocio interior y Resolución N° 108-99-ITINCI/DM orientador a la fabricación de Diagnóstico Ambiental Preliminar DAP.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: Objetivo General es Implementar la metodología TPM en el plan de mantenimiento del sistema eléctrico que haga más eficiente la evolución de elaboración de sacarosa de caña en el ingenio la compañía Agroindustrial Pomalca S.A.A.

Objetivos Específicos son: Ejecutar un inventario general de todos los equipos eléctricos del ingenio Pomalca; evaluar el sistema eléctrico del ingenio, en las condiciones actuales; elaborar un plan de mantenimiento de acuerdo a la metodología TPM, para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en el ingenio; efectuar la evaluación económica de los beneficios obtenidos con indicadores TIR y VAN, con la implementación del plan de mantenimiento basado en la metodología TPM; y analizar las mejoras de la confiabilidad del sistema eléctrico en el ingenio Pomalca.

LIMITACIONES: La finalidad del presente estudio, es implementar la metodología TPM en el plan de mantenimiento del sistema eléctrico, fundamentado en los buenos resultados obtenidos en ingenios donde fue aplicada esta metodología; el límite de TPM, es incrementar la utilidad del equipo respecto que cada repuesto de

igual pueda ser realizado óptimamente y protegida en esta altura. Los operadores y las máquinas deben moverse de forma fija bajo situaciones de deterioros y cero fallas. Aunque sea complicado aproximarse a cero, al admitir que las averías cero puedan obtener, es un requerimiento primordial para la culminación del TPM.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de estudio

Actualmente, la empresa agroindustrial Cartavio S.A.A., empresa perteneciente al Grupo Gloria, implementó la metodología TPM en su plan de mantenimiento de fábrica, obteniendo resultados muy favorables para la empresa, con esta metodología se logró mejorar la eficiencia y la producción de azúcar. Cartavio, como empresa tiene una alta capacidad de desarrollo, cuenta con una extensión de terreno de 11,000 hectáreas, todas cultivadas, por lo que su producción a partir del año 2015, llegó a 1,628,998 TM/caña obteniendo la productividad de 10.24% superior del año 2014 siendo de 9 – 30 %, alcanzando una producción total de 166,832 toneladas de azúcar, de los cuales el 59.96% fue la producción de azúcar rubia y el 40.04% fue de azúcar blanca, el mejoramiento de su producción se debió a la implementación de una metodología de mantenimiento, orientado a mejorar el rendimiento de sus equipos principales, disminuyendo de esta forma los tiempos pedidos en el ingenio, los cuales afectaban directamente la producción de azúcar.

La administración del sostenimiento, conlleva a progresar las actividades comprendidas debajo cualquiera técnica de administración y prosperar cotidiano a cotidiano sus señales, contemplando modernas calificaciones metodológicas, regularizaciones a mejorar la posibilidad empresarial; el croquis de un patrón de Método Global de Tramite de Sostenimiento inserta su explicación, finalidades, desempeños y su principio teorizador – práctico (*Batista y Grave, 2018*).

El mejoramiento con equipos electrónicos y computarizados facultará el desarrollo de un nuevo conjunto de propósitos y actividades para las cuales existe la necesidad de capacitar a los trabajadores en una nueva tecnología y mejoras de proceso, a su vez asumir el reto de comportarse bajo la dirección que la empresa

se ha enfocado; el programa de sostenimiento predictivo o evaluación (MP), el prototipo de régimen se fundamenta de detectar algún defecto en cualquier equipo para atender en el menor tiempo posible antes de que el equipo deje de funcionar. La ubicación del problema es consecuencia de un mantenimiento predictivo, de rutina diaria, que se hacen a los equipos con el objetivo de atender sin interrumpir el proceso industrial. *(Navarrete, 2016)*.

Para llegar a tener una empresa productiva se debe empezar por mejorar el ambiente laboral, se refiere específicamente a los trabajadores, el respeto es una técnica de relaciones humanas que han empleado muchos empresarios, en especial Japón. Los empleadores ven con buenos ojos a los trabajadores, personas con sentimientos y no como robots o máquinas. Sólo los robots realizan trabajos rutinarios, pero los seres humanos no, ellos se pueden enfocar en múltiples tareas. *(Chávez, 2018)*.

Cuando se elabora un método integrado de trámite, se obtiene por completo el aviso vinculada con la operación de un sistema de trabajo, lo que permite documentar las estrategias que se vienen ejecutando para los progresos en el desarrollo de rendimiento; existe el peligro de la compañía no proceda perfecto preciso a la técnica de elaboración que tiene lo cual se está usando la forma ineficiente o se abarrota y extravié actitudes se dañen el periodo rentable de azúcar. *(Madariaga, 2018)*.

Los prototipos de sostenimiento se aplican en cualquiera fábrica son: sostenimiento correctivo, sostenimiento preventivo y sostenimiento predictivo; se indican las utilidades y desventajas de cada parte de estos, fundamentados en experiencias reales que se dan dentro de esta industria, con la única intención de mejorar el sistema de mantenimiento actual de la empresa.

- ✓ Sostenimiento correctivo, donde se arregla las deficiencias examinadas en los equipos o montajes, es la configuración elemental de sostenimiento y radica en ubicar daños o carencias para modificarlos o arreglarlos.

- ✓ Sostenimiento preventivo, también conocido como sostenimiento proyectado, radica en anticiparse a aceptables deterioros que alcancen suceder.
- ✓ Sostenimiento predictivo, es más técnica de los tres prototipos de sostenimiento, se ajusta de un compuesto de quehaceres de sostenimiento que vinculan un cambiante física o química con el estadillo que esta la maquinaria, con este fin a anticipar en que tiempo va a malograrse una de estas maquinarias o equipamientos.

Mantenimiento industrial correctivo

Se encarga de dar atención y/o reparación inmediata al observar algún defecto que se esté presentando en el equipo en funcionamiento. También existen dos modelos actuales en el mantenimiento correctivo, y son: Sostenimiento industrial correctivo no proyectado y Mantenimiento industrial correctivo planificado.

a) Mantenimiento industrial correctivo no planificado

Es aquel mantenimiento que no se planea, no se programa, sólo se da en el preciso momento en que ocurre un defecto, sea cual sea la causa. En un proceso de producción, existen infinidad de imprevistos, puede ser por defecto de seguridad, defectos del material, del diseño del equipo o por contaminación.

b) Mantenimiento industrial correctivo planificado

Se refiere a la restauración de las partes del equipo ya planificado, donde se conoce y se tiene a la mano las piezas del equipo, su hoja de vida de mantenimiento de los equipos, y todo lo que interviene en su restauración, por lo que se puede seleccionar al personal que participará en el mantenimiento.

c) Ventajas del mantenimiento industrial correctivo planificado

- Las máquinas y los equipos de trabajo operan en mejores condiciones porque sabe las condiciones en que se viene trabajando, aunque algunas por debajo de su rendimiento normal por los problemas encontrados.

- Algunas veces, los costos de la reparación son menores, en otros, los costos son altos, porque un defecto diminuto que prosigue en marcha produce un deterioro grande, eso incrementa sus costos.
- Se logra una igualdad en la capacidad de labor del trabajador responsable del sostenimiento, porque al conocer el problema (avería) se programa con anticipación el mantenimiento, por lo tanto, los gastos de reparación disminuyen.
- También, disminuye el tiempo de permanecer parado el equipo, para lo cual se conforman con anticipación grupos de trabajo, integrado por trabajadores con experiencia, los mismos que brindan la confianza de ejecutar un buen trabajo, tomando en cuenta las medidas de seguridad y medio ambiente.

d) Desventajas del mantenimiento industrial correctivo

Algunas veces se presentan ciertas desventajas en un mantenimiento correctivo, lo que provoca que el tiempo se extienda más de lo programado. Algunas desventajas son:

Las partes seleccionadas para el cambio en las piezas no coinciden, debido al desgaste sufrido por las piezas durante el esfuerzo de seguir trabajando.

Algunas fallas son frecuentes durante la intervención de un equipo, lo que los llevaría a un retraso en la reparación del mismo.

Algunas piezas del equipo se podrían elevar demasiado su costo por la urgencia con que se necesita, esto afecta los presupuestos programados por la empresa.

Las averías que se presentan en un equipo en funcionamiento, muchas veces se presentan en momentos en que no se encuentra personal de mantenimiento en fábrica, y muchas veces sucede cuando la producción está en su mejor momento.

Mantenimiento industrial preventivo

El mantenimiento industrial preventivo, está enfocado en aplicar un programa de mantenimiento a todo el proceso industrial, incluye sistemas eléctricos, automatización, sistema de control operacional, producción, mecánico y otros; el objetivo del programa de mantenimiento es que todas las máquinas y equipos se mantengan en operación continua sin interrumpir el proceso de producción; este

tipo de mantenimiento en la industria, previene las fallas ocasionados por defectos, mala operación, falta de lubricación, fallas en sistemas eléctricos y otros.

a) Ventajas del mantenimiento industrial preventivo

Existen muchas superioridades del sostenimiento industrial preventivo, entre ellas destacan los sucesivos:

- Se aminoran los peligros de confusión y evasiones, y paradas de equipos que suceden con frecuencia cuando no hay este tipo de mantenimiento.
- Hay mayor producción por que se reducen los tiempos perdidos.
- Los costos de mantenimiento son reducidos si se compara con trabajos no planificados.
- Permite tener un mejor control sobre los procesos de la producción.
- Facilita manejar los planes de mantenimiento preventivo.

b) Desventajas del mantenimiento industrial preventivo

Algunas desventajas de no tener un mantenimiento preventivo, son las siguientes:

- No poder identificar los equipos que se encuentran trabajando en mal estado, por no tener un registro de fallas.
- No se contará con el personal calificado para atender los problemas de fallas cuando se esté presentando problemas en los equipos.
- No se podrá tener un criterio del equipo por parte del fabricante.
- Costo y tiempo de reparación de los equipos ante una parada inesperada son muy altos y no se puede precisar el tiempo que demore una reparación.

Mantenimiento industrial predictivo

Es la tecnología fundamentada a evaluar, a través del seguimiento de controles habituales a decidir la operacionalidad y el aspecto en que encuentran los equipamientos y desarrolla mediante una inspección de cambiantes, que apoyan a encontrar el real aspecto en que se encuentra un equipo.

La finalidad primordial es optimizar la existencia de tener los equipamientos disponibles en condiciones de trabajos óptimos.

a) Ventajas del mantenimiento industrial predictivo

Las ventajas del mantenimiento industrial predictivo son:

- Mantener operativas las máquinas en condiciones que brinden la seguridad de tener una producción en línea.
- Reducir la frecuencia con que se atiende un equipo que estaba en operación cuando se presentó la falla.
- Alargar la vida útil de los equipos, puesto que se maneja un historial de repuestos y horas de trabajo que debe tener cada repuesto del equipo.
- Reducir el tiempo de “fuera de servicio” de un equipo o máquina.
- Reducir los precios de mano de labor calificada.
- Los accesorios de los equipos tienen mayor vida útil.

b) Desventajas del mantenimiento industrial predictivo

Las desventajas del mantenimiento industrial predictivo son:

- Cada vez que un equipo presenta daños, hay que reprogramar su mantenimiento. Todos los equipos tienen fechas de realizar mantenimiento, de presentarse un fallo, significa modificar todas las fechas del mantenimiento.
- Se debe contar con equipos costosos y especiales, para hacer un trabajo de mayor eficiencia. Esto se debe a que se tiene que hacer mediciones muy precisas y esto envuelve un alto costo en las operaciones.
- Se debe tener con trabajadores eficientes para hacer las labores de sostenimiento y el costo por los servicios de estos, muchas veces son muy afectados.
- Cuando un equipo o una máquina presentan fallas muy recurrentes, sus costos son muy elevados, en esos casos se recomendaría el reemplazo del equipo.

Aplicación del sostenimiento rentable total

El poder aplicar el sostenimiento rentable total en una empresa permitirá tomar actividades que direccionen a las compañías a adquirir en detallar lo interesante del sostenimiento dentro de su estructura u organigrama de trabajo, ya que lograría muchas ventajas económicas.

Implementar en un centro laboral un programa conocido como las "5S", que ayudaría a formar parte del programa de mantenimiento productivo total, ya que permitiría tener una información real de cómo se está manejando todo el proceso de producción en una empresa. Una auditoria de las 5Ss, evalúa los parámetros de la forma en que se está trabajando y se le asigna una valoración de puntos que nos permitirán saber en qué se debe mejorar o aplicar un mantenimiento de mejor calidad.

La implementación de las 5S's, se dan en todas las áreas de la producción, pero también son aplicados en áreas administrativas, de almacén y todo lo relacionado en bien de la producción.

El objetivo principal del sostenimiento rentable general y el empleo de la norma de las 5S's es la misma política de Kaizen, de "cero perdidas en todo el proceso de la producción". También su objetivo es bajar los precios de fabricación y mejora en las máquinas de la producción.

La política del mantenimiento productivo es lograr que las máquinas se encuentren en condiciones disponibles de operación y reducir las pérdidas por paradas inesperadas. Mejorar las condiciones de los equipos en operación a través de un gran mantenimiento para que los equipos tengan cero tiempos perdidos, reduciendo los costos que estos producen, un porcentaje de 40 a 10% hasta llegar a cero.

Existen algunos conceptos relacionados con el mantenimiento que a continuación se detallan:

Imaginan que los sacrificios que hacen, logren realizar infructuosos al ver de insertar técnicas de progreso, enseñan algún miedo, que solo posea empuje al

comienzo del empleo y luego en total que cambie en poco diariamente e incluso aparezca realizar algo sencillo que las compañías imaginan que es el tratamiento definitivamente administrativo y que logre ocasionar quebrantos a la compañía. (Martínez, s.f.).

Adentro de la compañía se ubican chumaceras de distinta uso depende el diámetro de la barra, capacidad axial, radial y estipulaciones de ejecución, para el asunto de las guías de cascara se usan las chumaceras bipartidas. Las chumaceras bipartidas guardan dentro de sus estructuras rodamientos, que dependiendo del tipo de trabajo se usan rodamientos de rodillos, de bola, etc. Todos estos equipos tienen un programa de mantenimiento, que permite mejorar su rendimiento en el trabajo.

La industria o fábrica, tiene un programa de control de mantenimiento que son: preventivo, correctivo y predictivo. Se hace para cada uno de los equipos que está compuesto en el conductor de bagazo, el plan de mantenimiento está basado en las hojas de ruta según fabricante.

El plan de rigidez para la cadeneta será de cada 100 horas de trabajo continua, a conservar la anchura de cadeneta en las categorías permitidos, lo cual es importante elaborar un plan que cumpla con dichos parámetros. A partir del arranque se llevará un control de horas para programar la siguiente fecha para el acoplamiento, donde se evitará el estiramiento anticipada de la cadeneta y desgastes exagerados en los equipamientos y poseerá una economía en adquisición de energía. (Hugot, 2016).

El plan de higiene sucede a consecuencia del amontonamiento que genera a través de los espacios de la cadenilla y el amontonamiento en las dentinas de sprockets, lo cual disminuye el rendimiento de las guías y crece la labor que el motriz y el reductor efectúan, lo cual es indispensable instalar higienizadores que eviten la entrada de la cascara a la emisión y deberán ser instalados a lo extenso de la conducción para propiciar al librado desplazamiento de la cadenilla. (Batule, 2017).

Es considerable, que la formación constitutivo de los muros laterales en la cual se transporta la cascara de caña hallarse asegurada, donde que, el motriz tanto el

reductor y la cadencia, están expuestas al deterioro y labor magnifico que realizan, la resistencia al traslado que sucede al rozar con los muros. (Dounce, 2017).

Toda empresa al fabricar una pieza mecánica, desarrolla un catálogo sobre la descripción del producto, tiempo de vida de trabajo, hoja de vida, condición de trabajo, etc. Recomienda las horas de trabajo.

El mantenimiento TPM, está basado en conocer las horas de trabajo para poder ser reemplazados, conocer la vida del equipo de trabajo, por criterio se calcula un promedio de trabajo por el que se debería estar sometido la pieza, por fatiga, torsión y tensión para ser cambiado y continuar con la producción.

Con un buen proyecto de sostenimiento, la subsistencia beneficiosa de piezas mejorará su condición de trabajo.

Tener un equipo o máquina de trabajo, requiere realizar diversos tipos de mantenimiento que pueden ser mecánicos, eléctricos y de operación. Las máquinas están diseñadas para dar un servicio, pero sin un programa de mantenimiento esta dejara de funcionar en el menor tiempo esperado.

Es interesante, ocupar una afable determinación en que manera la continuidad de labores, atribuya que una demasía o reiteraciones muy cortas generan un deterioro sobrante y se obtiene una falla de labores o constancias bien largas podría generar pérdidas, por paradas de emergencia para cambio de piezas fallidas. Por ello mantener un equilibrio, un programa de trabajo recomendado por el fabricante ayuda a prolongar la vida del equipo.

Se pueden evaluar las pérdidas de un equipo de trabajo por los costos de las horas perdidas u horas en que la máquina dejo de funcionar en pleno proceso de producción, más los costos de operación, se agrega los costos que ocasiona los repuestos cuando estos no se encuentran con disponibilidad en almacén central.

En algunos casos o pocas veces la METODOLOGIA TPM, se realiza con personal especializado de otras empresas, con equipos especiales para dar mayor confiabilidad de algunos equipos que lo requiera. El sistema de contrato con tercero se define en base a la necesidad de requerimiento, por ejemplo, alineación y

balanceo de motores, instalación de nuevos equipos para dar mayor eficiencia a la producción, etc. Pero siempre las labores de sostenimiento se realizan con empleados de la misma compañía que cuente con experiencia.

Metas de sostenimiento rentable total (TPM) en la compañía

- Reducir y llegar a cero paradas de molienda por fallas inesperadas.
- Lograr que la máquina trabaje sin ningún defecto.
- Asegurar una buena producción trabajando en condiciones estándar.
- Un equipo se mide por su valor agregado en la producción.
- El mantenimiento productivo total mejora la eficiencia del equipo y le da valor agregado a la producción que son dos: cualitativo y cuantitativo.

TPM maximiza la seguridad del equipamiento mediante dos muestras de perfeccionamiento, que son:

Cuantitativas, incrementa la seguridad del equipamiento.

Cualitativas, disminuye la cantidad de fallas.

El objetivo final del TPM es crecer la seguridad del equipamiento en la parte del mismo, a la gran energía y sostenerse en buena nivelación.

El equipo debe desempeñar de manera continua en pequeñas limitaciones demostradas en sus márgenes con cero fallas o desperfectos y cero imperfecciones.

Aun en el momento de venir a cero, es difícil combatir por el objetivo y admitir que se puede lograr, realizar enormes utilidades.

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variables Cualitativas

Está relacionado más con la capacidad de los trabajadores para asumir la responsabilidad de dar un mantenimiento de calidad en el tiempo requerido. La actitud y el conocimiento que se adquieren por los años de trabajo en un mantenimiento de calidad.

En estos tiempos de globalización, aplicar el TPM es mejorar y aumentar la eficiencia del equipo y hacerlo trabajar a su máximo nivel de operación, y lograr mantenerse en ese rango de efectividad.

La aplicación de TPM, en una empresa es que las máquinas trabajen en condiciones óptimas y que se ajusten a los parámetros de diseño con el que fueron hechas, esto hará que se tuviera un registro de cero fallas y cero errores.

Variables Cuantitativas

Esta variable, está relacionada a la obtención de resultados, para el presente estudio, significa, que con la aplicación de la metodología TPM, el mantenimiento debe ser muy óptimo, donde los equipos estarán en óptimas condiciones de operación y por lo tanto el proceso productivo se hace más eficiente.

Con equipos funcionando en buenas condiciones y con alto rango de eficiencia reportaría grandes beneficios a la empresa y sería una empresa más rentable.

TIPOS DE EXTRAVIOS QUE RESTRINGEN LA EFICACIA DEL EQUIPAMIENTO

Defectos del equipamiento

Ocasionadas por dos defectos, eventuales y graves, los defectos eventuales son frecuentes evidentes y simples de arreglar, cualquier elemento quebrado; los defectos graves siempre son desconocidas o inhabilitadas tras hacer pruebas bajo victorioso de arreglar la incognita.

Lo cual que los defectos son causantes de mayor proporción de extravíos completos, los empleados de la fábrica asigna elevada cuantía de periodo en la busca de métodos para impedir las, excluirlas es demasíadamente dificultoso, lo

tradicional que el sostenimiento encamine a análisis que desarrolle la creencia del equipamiento y localizar el aspecto de disminuir el periodo necesario para arreglar las incógnitas en el tiempo que pasan, sin retención, para elevar la eficacia del equipamiento, los defectos obligan bajar a cero.

Esto es objetividad probable aun sin cuantioso sacrificio e financiación (si bien algo de financiación se necesite al inicio) si la postura usual de que las deficiencias son necesarios se canjeen; en absoluto los implicados en la evolución de mejora obligan comprender que las deficiencias si se consiguen precaver.

Periodos de acoplamiento

Los extravíos mientras los acoplamientos son respuesta del periodo de pausa y artículo deficiente que pasa en el momento de la fabricación de un producto acaba y el equipamiento se acomoda para realizar con las demandas de otro producto, varias empresas se hallan laborando para lograr cambalaches y acoplar de un minuto (menor de diez minutos), laborando de una esperanza de ingeniería industrial, los periodos se bajan notablemente realizando luminosa la desigualdad entre periodos de acople interior, las acciones se trasladan entretanto las maquinarias permanecen en pausa y los periodos de acople excesivo, ejecución que se consiga portar a término por lo tanto la maquinaria va desempeñando.

Tiempos de descanso y pausas diminutas

Las pausas diminutas suceden en el momento que la elaboración se suspende por incorrecto movimiento eventual o la maquinaria esta inactiva en medio de uno y otro artículo, ejemplo cualquier fragmento logra detener la huida provocando que alarmen los sensores y detenga el equipamiento, el prototipo de detención eventual se desiguala del defecto, el derrame habitual de elaboración se restaura quitando el atoramiento y reiniciar la maquinaria.

Incógnitas como este con repetición dan consecuencia radical en realidad del equipamiento, básicamente los robots, suministradores mecánicos y equipamiento de abarrotar están implicados, las detenciones mínimas y el periodo de descanso, son simplemente corregibles, incluso son desconocidos motivo con continuidad son dificultosos de localizar, incluso total detención implicando al importante, es

difícil de calificar, qué categoría las tensiones mínimas bajan la eficacia del equipamiento, con continuidad establece dudoso.

Cero pausas diminutas es una estipulación principal para la elaboración mecanizada, a bajar las pausas pequeñas, las cláusulas de ejecución tener que ser contempladas de cerca y las deficiencias tener que excluirse.

Ocio y paros menores

Los extraviados de disminución de rapidez se explican la desigualdad en la rapidez de croquis y la acción presente del equipamiento, los extraviados por rapidez constante son desconocidas en equipamiento, en el momento que establecen el impedimento inmenso para la eficacia del equipamiento y estar analizadas delicadamente.

El equipamiento consiga hallarse desempeñando la rapidez conceptual del croquis por distintos argumentos: incógnitas de mecanismos y fallos de calidad, procedentes de incógnitas de lo anterior, exageración o demasía del empeño del equipamiento, pasa asimismo en diversas posiciones que la rapidez inmejorable no se sabe, incrementar la rapidez de actuación coopera en el término de las incógnitas al confesar fallas en las circunstancias del equipamiento.

Imperfección en sucesión

Los defectos del desarrollo son extraviados en calidad ocasionadas por equipamiento de elaboración, en habitual, las carencias eventuales es simple e inmediatamente arreglados, volviendo el equipamiento a su estado habitual en poco periodo probable, el motivo de las imperfecciones graves; es difícil de encontrar, las soluciones rápidas a veces se arregla la incógnita, que las fallas logren ser rechazados o desconocidos, ejemplo, las fallas que son de acomodar impropios en el equipamiento son adquiridos como fallas graves.

Bajar las fallas graves, bajar los defectos graves, necesita de estudio amplio y actuar remedial mejoramiento, las subordinaciones que cercan y motivan la imperfección obligan ser establecidas y los accesos de verificación calculados, la expulsión general de carencias es, como eternamente, la finalidad primordial.

Disminución de rentabilidad

Los extravíos de rentabilidad, son extravíos cuantitativas que suceden mientras los ciclos eventuales, elaboración del inicio hasta su consolidación, la porción de extravíos por productividad modificaría con el nivel de consistencia de estipulaciones de producto, escala de sostenimiento de los equipos y las cualidades tecnificadas de operarios, en la costumbre, las cantidades son elevados, en consecuencia de los seis elevados extravíos en el periodo de actuación del equipamiento.

El límite del TPM es crecer la eficiencia del equipamiento que cada accesorio del parecido sea ejecutada perfecto y mantener en esta altura, el empleado y la maquina debe actuar de forma definitivo mínimas circunstancias de cero daños y fallas, donde es dificultoso llegar a cero, el confiar que las averías cero se obtienen, es primordial considerable para la culminación del TPM; el engrase a los equipamientos y maquinarias someten a una idea de sostenimiento TPM, el empleado del área de sostenimiento sugiere la aplicar o cambiar de lubricante sin cumplir con la constancia definida, lo cual el deposito carecerá de comunicación para hacer la reposición de engrazantes (*Paredes, 2017*).

Se calcula con tanque en el cual se reserva el zumo, a continuación, se localiza el deposito sedimentado y la caja de revocado en el cual se hace la combinación del zumo y la cal, donde esta con un depósito de preparado de cal a 1.85 metros de circulo y 1.45 metros de elevación. (*Ramírez, 2017*).

Cuba es un país donde la industria azucarera ha desarrollado diversificación de sus productos, siempre apuntaron a mejorar sus tecnologías para hacerlos más eficientes, aplicando programas de mantenimiento TPM, sin embargo no declaro la trayectoria de su progreso de economía y comunitario de áreas con caña.

La estructura tecnológica y la metodología en la industria azucarera sigue siendo la misma, lo único de innovación en todo su proceso ha sido la automatización, su objetivo es realizar eficacia y provechoso en la fabricación de caña.

Para Hildebrant (2017), mencionó las capacidades de la industria azucarera se proceden dela dimensión de las mercaderías que la agroindustria produce de una

cosecha y otra cosecha y de los componentes orgánicos que establecen a la sustancia indemnizada y estructura física y química de las mercaderías.

Los problemas que muchas veces enfrentan algunas industrias azucareras son las diminutas entradas y rentabilidades por Ton de caña producida, otro problema común son los productos fertilizantes de baja calidad, esto lleva a otro problema, la falta de caña de la industria que se ve obligado a depender de agricultores externos para continuar operando, esto eleva los costos del producto; cuando una industria es rentable, tiende a expandirse, y a crear nuevas oportunidades de trabajo eso significa mayores utilidades y mejor rentabilidad, en este caso los trabajadores también se benefician con estos logros.

Las permutas realizadas en el ingenio azucarero del norte, son fundamentales y básicos, dirigidos al desarrollo de compañía, adentro de la reingeniería de transformaciones, se puso el método de Planificar de Recursos Empresariales ERP, donde la finalidad es preservar a las marchas de la empresa constituidos (*Hernández P, 2018*).

Proyecta, estructura, incrementa y verifica las ocupaciones de modificación de la sustancia prima y fabricación en materia acabado para que formalice con los modelos de cualidad y de elaboración, constituyendo legalidades apropiadas para la realización de propósitos y finalidades obligadas (*Chiavenato, 2016*).

El Ingenio Azucarero del Norte, se encuentra en mejora persistente y de las inquietudes, es prometer ámbito para laborar, esto procede la exigencia de permutar sus marchas ya exteriormente de periodo por concordancias a la exigencia presente con el elemento de conseguir que el intelecto del individuo es disputativo y reconocido en un ambiente de trabajo eficiente. (*Franklin, 2017*).

Un sucesión de trámite con almacén planeada, donde una compañía se retorna eficazmente con la participación del individuo, para esto es indispensable que el empleado se entere los métodos, evoluciones y recursos que sujetan en la disposición, donde es interesante persistir escritos completos las evoluciones que conducen en el despacho. (*Carrión, 2016*).

Con tratamientos se averigua permitir la incorporación del asalariado a la compañía, fomentar su crecimiento global a través de instrucciones tecnológicas expertos y

realizar una búsqueda de productividad de trabajo, determinando la conclusión de los debates de empleados de cada posición de labor. (Garzón, 2017).

Confeccionar e inspeccionar la ejecución y retribución de la lista y papeles procedentes, con la finalidad de realizar con las responsabilidades de remuneración, usando los métodos de informática que preparo el área de procedimientos a finalizar con esta finalidad, adaptando el reglamento actual y los tramites constituidos. (Rizzo, 2017).

HIPOTESIS

Con la implementación de la metodología TPM en el mantenimiento del sistema eléctrico, es posible conseguir un mejor productividad de los equipamientos para asegurar el continuo rendimiento de la compañía agroindustrial Pomalca.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

No Experimental

El reciente análisis es no experimental preciso no se realiza una utilización intencionada de variable independiente para mirar su consecuencia en distintas variables, se fundamenta en la percepción de variable en su entorno originario para su siguiente observación, el analista no posee inspección encima de la variable independiente requerido a que los sucesos ya sucedieron.

Descriptiva

El análisis es descriptiva, preciso a que contempla y se detalla la incógnita igual a manera que se muestra en aspecto original sin la utilización o actuación del analista.

Tabla 1. Variables de investigación

| Estudio | T1 |
|---------|----|
| M1 | O1 |
| M2 | O2 |

Fuente: elaboración propia.

En el cual:

- Son muestras M1 y M2
- Son observaciones O1 y O2

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Independiente

Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

3.2.2. Variable Dependiente

Productividad y confiabilidad

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Sistema eléctrico del Ingenio de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A.

3.3.2. Muestra

Ingenio de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A.

Tabla 2. Variables Dependientes e Independientes

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN | INSTRUMENTO |
|---|---|---|-------------------------|--|--------------------|
| Variable independiente Mantenimiento Productivo Total (TPM) | Es el grupo de métodos de sistema y reajustes que respaldan que los equipamientos, montajes y los órdenes logren crecer un proyecto (Rey, 2001) | Es un grupo de labores que implican a renovar el rendimiento de los equipamientos en el ingenio de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A. | Confiability | Porcentaje periodo equilibrado entre defectos, periodo dividido de arreglo | Observación |
| | | | | | Revisión |
| | | | Disponibilidad | Periodo horas de maquinaria sin desempeñar | Documentaria |
| Variable dependiente Productividad | Es la mezcla de eficacia y realidad | Se examinara los parámetros de eficacia y realidad | Eficacia Efectividad | Porcentaje mejoras | Observación |

Fuente: elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3. Técnicas, Uso e Instrumentos de recolección de Datos

| Técnica | Uso | Instrumento |
|------------------------------|--|-------------------------------------|
| Observación | Determinar las cláusulas de labor y parámetros de ejecución del método | Ficha de control de diseño |
| Revisión documentaria | Busca de componentes igualados, ingredientes y normativas | Cedula de verificación documentaria |

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

En el actual análisis, se usara los sucesivos métodos de resumen:

3.4.1.1. Observación

Esta habilidad se logra determinar las cláusulas de labor del sistema eléctrico de la compañía agroindustrial Pomalca S.A.A., de igual manera se calcularan también los diferentes parámetros de procedimiento de las maquinarias de electricidad, asimismo de los parámetros de entrada y salida de maquinaria, método de tránsito, técnica energética, etcétera.

3.4.1.2. Revisión Documentaria

Esta accederá la busca de varios parámetros para croquis del Plan de Mantenimiento, así tanto la busca de los componentes apropiados los diferentes fragmentos de las máquinas, clasificación de varios componentes iguales a la maquinaria como cojinetes, bandas, poleas, etcétera.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

3.4.2.1. Cedula de inspección de croquis

La cedula de inspección de croquis es un instrumento por manera se lograra valorar lo operante y función de las maquinarias, calculando magnitudes, flexibilidad, categoría de torque, categoría de energía, etcétera.

3.4.2.2. Cedula de verificación escrito

La cedula de verificación escrito, acude acceder portar una inspección de los diferentes escritos que serán preguntados para el croquis de las maquinarias energéticas, iguales tantos textos de componentes iguales, comunicación tecnológica de equipamientos actuales en el mercadillo, para estimación y después elegir.

3.4.2.3. Validez

El reciente análisis estará aprobada por expertos en el tema, competentes de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y por el encargado nombrado por la compañía donde desarrollara el estudio, poseyendo en la cual se aprobaran los instrumentos de acumulación de apuntes como la presencia metodológica del actual estudio para decretar los parámetros de actividad.

3.4.2.4. Confiabilidad

La confiabilidad estará entregada por los competentes que validasen los instrumentos, si solicita la transformación de lo concordado a sus demandas se da preferencia sus criterios, el diseño poseerá la estabilidad o confianza de la franqueza de las conclusiones adquiridos.

3.5. Procedimientos

Es el nexo de movimientos planeados y alternados que se dirigen a un final.

- Justipreciar el valor de manufactura.
- Representar los parámetros del proyecto.
- Justipreciar los múltiples accesorios electromecánicos

3.6. Método de análisis de datos

El estudio de datos se va hacer mediante el recuento grafico adaptado a las variables del análisis, tabular las cifras y estimando coeficientes normales.

3.7. Aspectos éticos

Como analista, existe el compromiso de considerar la pertenencia mental, la confiabilidad de las cifras proporcionados por la compañía y la franqueza de las conclusiones en el análisis que muestra, no posee una consecuencia dañino en la comunidad excepto por el distinto una utilidad para ésta.

IV. RESULTADOS

4.1. EJECUTAR UN INVENTARIO GENERAL DE TODOS LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS DEL INGENIO POMALCA.

Las primordiales características de la técnica energética del ingenio de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A.

Las condiciones actuales del ingenio, según cálculos realizados y considerando una molienda promedio de 3,500 Ton caña por día, se obtiene una producción de 1,155 Ton de Bagazo equivalente al 33% de la molienda total, y considerando el ratio actual de tonelada de vapor por tonelada de bagazo equivalente a 1.6, para una generación de vapor promedio por hora de 60 Ton vapor/hr.

En el siguiente cálculo, se determinará la producción de vapor para un día normal de operación.

$$\text{Flujo de vapor} = 60 \text{ Ton/Hr}$$

$$\text{Ratio} = 1.6 \text{ Tn Vapor} / \text{Tn bagazo}$$

En un día la producción de vapor es de:

$$\text{Producción de vapor} = 60 \text{ Ton/hr} \times 24 \text{ hrs}$$

$$\text{Producción de vapor} = 1,440 \text{ Ton vapor} / \text{día}$$

Para generar esta cantidad de vapor se requiere combustionar una cantidad de bagazo, el cual se calcula en función del ratio:

$$\text{Cantidad de bagazo quemado} = 1,440 \text{ Tn vapor/día} / 1.6 \text{ Tn vapor/Tn Bagazo}$$

$$\text{Cantidad de bagazo quemado} = 900 \text{ Ton bagazo}$$

El sobrante de cascara es acumulado en sectores libres adentro de la compañía, acumulándose en grandes cantidades de hasta 10,000 tn bagazo, para posteriores paradas por mantenimiento programado y arranques de molienda, así como también para venta a otras empresas.

Cabe mencionar que, la empresa pretende en un futuro muy cercano repotenciar el ingenio para una molienda de 4,000 TCD, para lo cual se necesita tener el ingenio en óptimas condiciones de operación para conseguir el objetivo, en estas circunstancias la complementación de metodología que se propone ayudará los fines que se propone esta tesis.

4.2. EVALUAR EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL INGENIO EN LAS CONDICIONES ACTUALES.

En esta parte, se muestra el diagrama unifilar del sistema eléctrico de todo el ingenio, indicando la demanda y oferta de electricidad presente y futura.

También se muestran los costos y tarifas, necesidades de generación mínima y máxima,

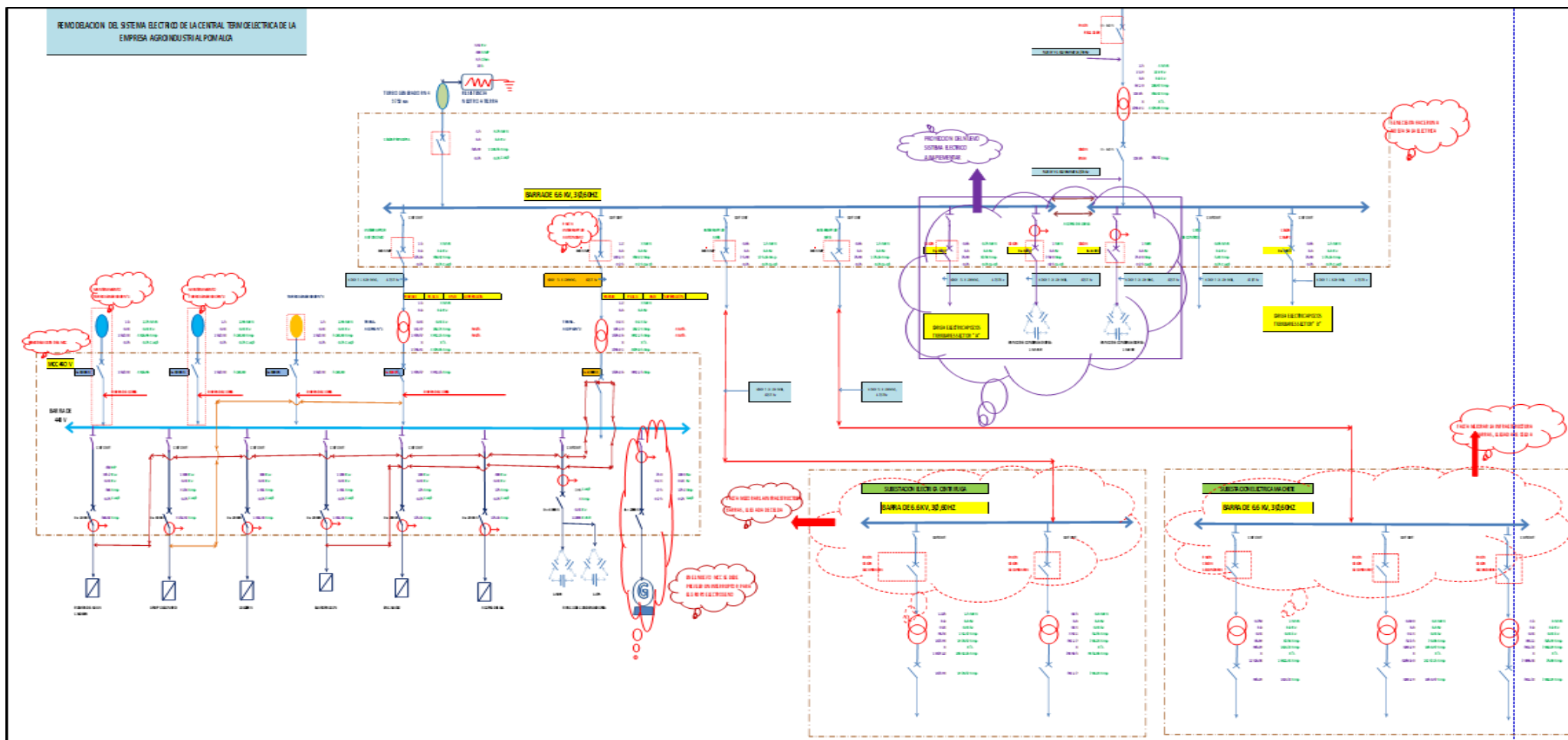


Figura 1. Diagrama unifilar general

Como una forma de mejorar el sistema eléctrico se sugiere el cambio de motores eléctricos modernos y de mayor eficiencia, tales como IEC 4.

Motores Process performance
Motores de Inducción IE4 (Super premium efficiency)



- Diseñado para las aplicaciones más exigentes
- Amplia gama de variantes y accesorios para cumplir especificaciones particulares de cada aplicación.
- Clase de eficiencia IE4
- Continuo desarrollo para alcanzar clases de eficiencia más altas

| | |
|-----------------|---------------|
| Potencia | 75 a 375[KW] |
| Modelo | M3BP |
| Tamaños Carcasa | 280 a 355[mm] |

© ABB Group
June 20, 2013 | Slide 14



Figura 2. Motores Process Performance

Fuente: Catálogos eléctricos de ABB

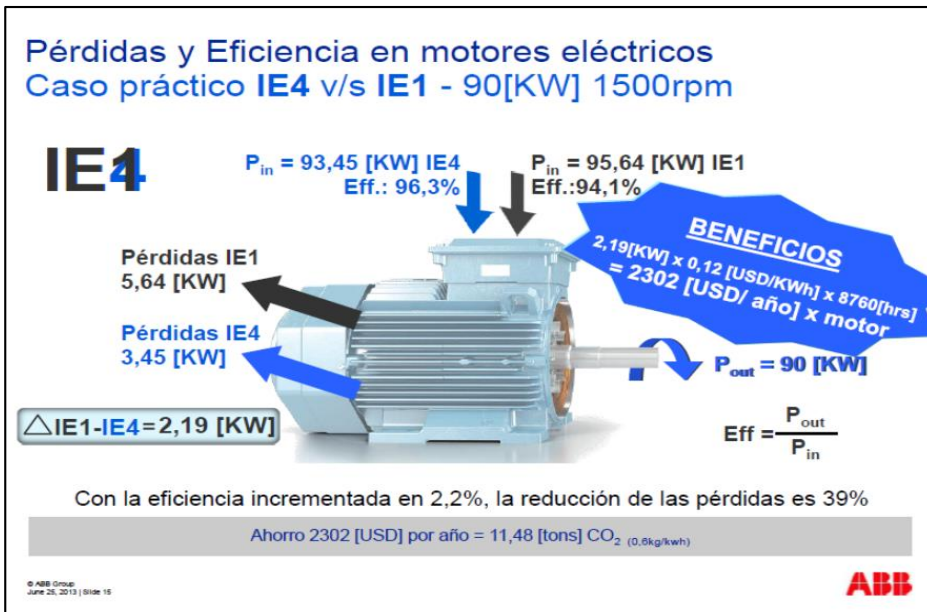


Figura 3. Norma de Motores

Fuente: Catálogos Eléctricos ABB



Figura 4. Pérdidas y Eficiencia en motores eléctricos

Fuente: Catálogos eléctricos ABB

INGENIO

Actualmente el ingenio de la compañía Agroindustrial Pomalca S.A.A. cuenta con una capacidad de molienda de 3,500 TCD y con un tiempo efectivo de molienda de 20 horas, lo que hace un promedio de 175 TC/hr.

El bagazo, residuo de la molienda de caña, es el 33% de la molienda, cuya producción diaria es de 1,155 ton/día, del cual una gran parte de ésta se quema en las calderas como combustible.

El bagazo para que combustione perfectamente en las calderas, debe contener una humedad máxima de 50%, cuando éste contiene una humedad superior a lo indicado, la combustión se hace menos eficiente y como consecuencia, los parámetros del vapor disminuyen, ocasionando paradas de molienda.

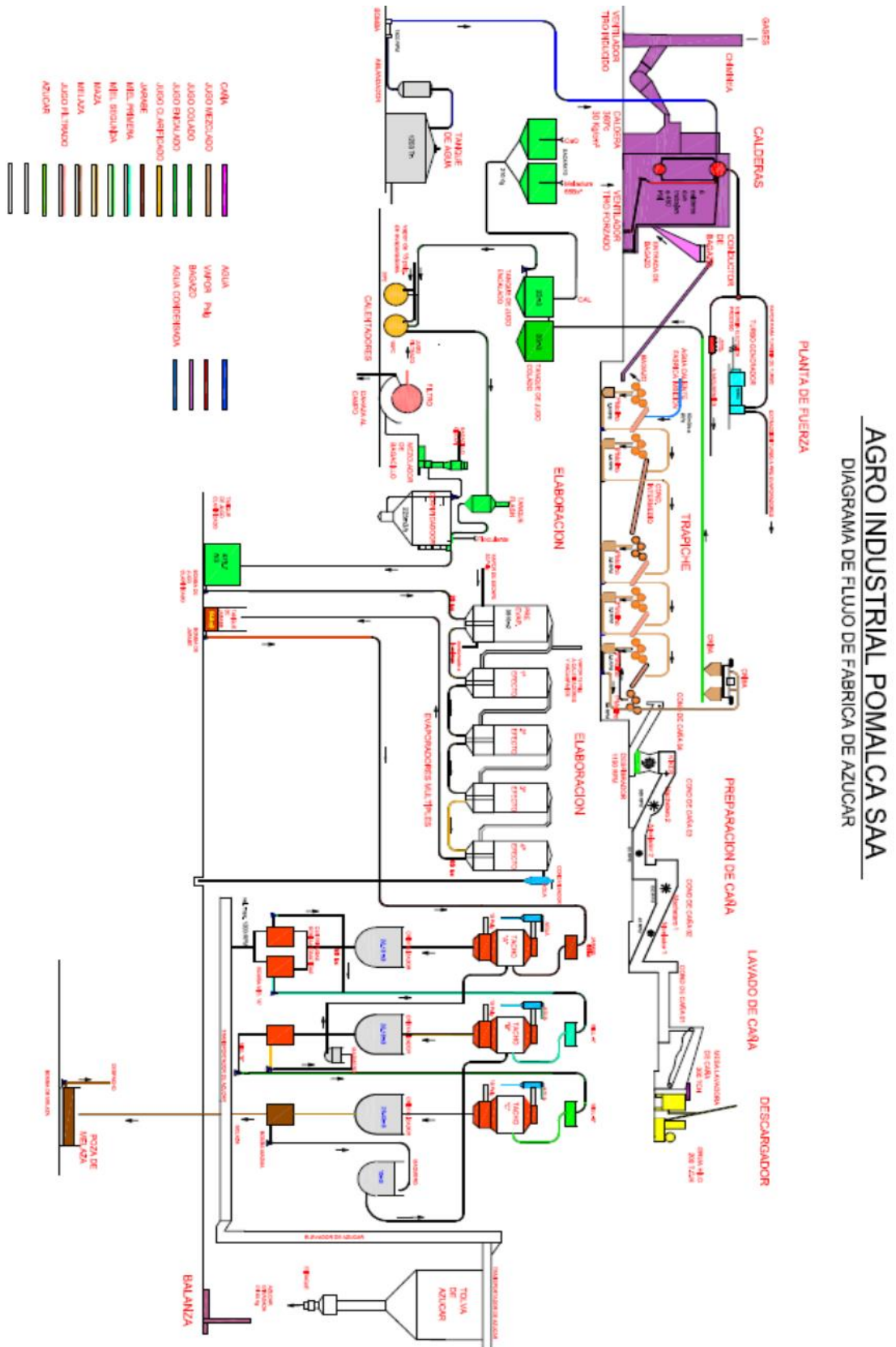
Los tiempos perdidos o paradas de molienda suman en promedio 4 horas diarias, los motivos de las paradas obedecen a fallas muy recurrentes tales como:

- ❖ Baja presión de vapor, se permite como mínimo hasta 25 kg/cm², siendo lo normal 30 kg/cm².
- ❖ Descarrilamiento de conductores de bagazo.
- ❖ Bagazo con una humedad mayor a 50%, esto dificulta la combustión en las calderas.
- ❖ Atoros o descarrilamientos en conductores de caña, lo cual produce recalentamiento de los motores por el esfuerzo al que son sometidos,
- ❖ Ruptura de martillos en la parte de preparación de caña, a consecuencia de mucha materia extraña proveniente de los campos de cultivo.
- ❖ Sobrecalentamiento en las chumaceras del Schereder.
- ❖ Tanques de jugo llenos.
- ❖ Problemas en las bombas de jugo, bombas de agua para fábrica, etc.

Los motivos anteriores son consecuencia de que en todas las partes del proceso existen equipos accionados por motores eléctricos cuya antigüedad han superado los 50 años y además no reciben un mantenimiento adecuado.

Cabe precisar que lo anteriormente descrito forma un círculo y hace que los problemas o fallas sean consecuencia de otras fallas.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso productivo



VAPOR

El vapor es el fluido más importante para el proceso que se desarrolla en este ingenio azucarero.

El vapor que se genera en las calderas es vapor sobrecalentado a una temperatura de 340°C y a una presión de 30 kg/cm².

En cuanto a las calderas, actualmente se cuentan con cuatro (04), denominadas con los números 1, 2, 4 y 6; cuyo combustible principal es el bagazo de caña (residuo de la molienda) y generan vapor sobrecalentado a 340°C de temperatura y 30kg/cm² de presión nominal de trabajo. La eficiencia térmica de las calderas es de 53% en promedio.

Las cuatro calderas son de la marca Babcock & Wilcox, de fabricación americana. En la tabla N°, se indican algunas características de las calderas.

Tabla 4. Características de calderas

| N° AÑO PTA. EN SERVICIO | MARCA | TIPO | SUPERFICIE CALORICA (M ²) | PRESION DE DISEÑO (Kg/cm ²) | PRESION DE TRABAJO (Kg/cm ²) | TEMP. DE VAPOR SOBRECALENTADO DISEÑO (°C) | TEMP. DE VAPOR SOBRECALENTADO TRABAJO (°C) | CAPACIDAD (Ton/h) | TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACION (°C) |
|-------------------------|------------------|----------|---------------------------------------|---|--|---|--|-------------------|---|
| 1 (1948) | BABCOCK & WILCOX | STERLING | 951 | 40 | 32 | 382 | 340 | 25.129 | 110 |
| 2 (1948) | BABCOCK & WILCOX | STERLING | 951 | 40 | 32 | 382 | 340 | 25.129 | 110 |
| 4 (1948) | BABCOCK & WILCOX | STERLING | 951 | 40 | 32 | 382 | 340 | 25.129 | 110 |
| 6 (1959) | BABCOCK & WILCOX | STERLING | 11 500 | 40 | 32 | 382 | 340 | 31.757 | 110 |

Fuente: elaboración propia.

El vapor que se genera en las calderas, es utilizado en las turbinas de la planta eléctrica para generar energía, el gas de fuga de los generadores es usado en el proceso de elaboración de azúcar de caña, por ser un vapor con menor presión y temperatura.

Cuando la generación de vapor es deficiente, todo el proceso se hace deficiente, y ocasionan grandes pérdidas a la empresa.

La central eléctrica, cuenta con cuatro turbo generadores de la marca Brown Boveri, todos ellos de contrapresión, denominados como 1, 2, 3 y 4, de los cuales sólo están operativos los turbos 2 y 4, el turbo 3 se encuentra en reparación y el turbo 1 se encuentra fuera de servicio definitivo.

Los turbos 2 y 4, cubren la demanda de energía del ingenio.

Las características de los turbo generadores se indican en la siguiente tabla N°

Tabla 5. Características principales de los Turbogeneradores

| Turbo generador | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Potencia nominal (kw) | 2158 | 2368 | 2368 | 7600 |
| Potencia efectiva (kw) | 500 | 1200 | 1600 | 7000 |
| Potencia operacional (kw) | 500 | 0 | 1200 | 3600 |
| Potencia operacional (kcal/h) | 43000 | | 103200 | 309600 |
| Tensión (V) | 460 | 460 | 460 | 6600 |
| Tipo Turbina | Contrapres. | Contrapres. | Contrapres. | Contrapres. |
| Cons. Especif. Vapor (kg/kw-hr) | 20 | 18 | 18 | 15 |
| Heat/rate (KJ/(kw-hr x kg)) | 5.2246 | 2.1769 | 1.6327 | 0.3732 |
| Heat/rate (Kcal/(kw-hr x kg)) | 1.2479 | 0.5199 | 0.3900 | 0.0891 |
| Vapor (kg/hr) | 10000 | 0 | 21600 | 54000 |
| Heat/rate (kcal/kw-hr) | 12478.74 | 0 | 11230.87 | 9359.06 |
| Eficiencia Turbina (%) | 50 | 60 | 64 | 72 |

Fuente: elaboración propia.

La generación de vapor en las calderas no cubre en su totalidad la demanda de vapor en el ingenio, siendo éste otro de los motivos por el cual la molienda está limitada.

Figura 6. Distribución de vapor en el ingenio Pomalca.

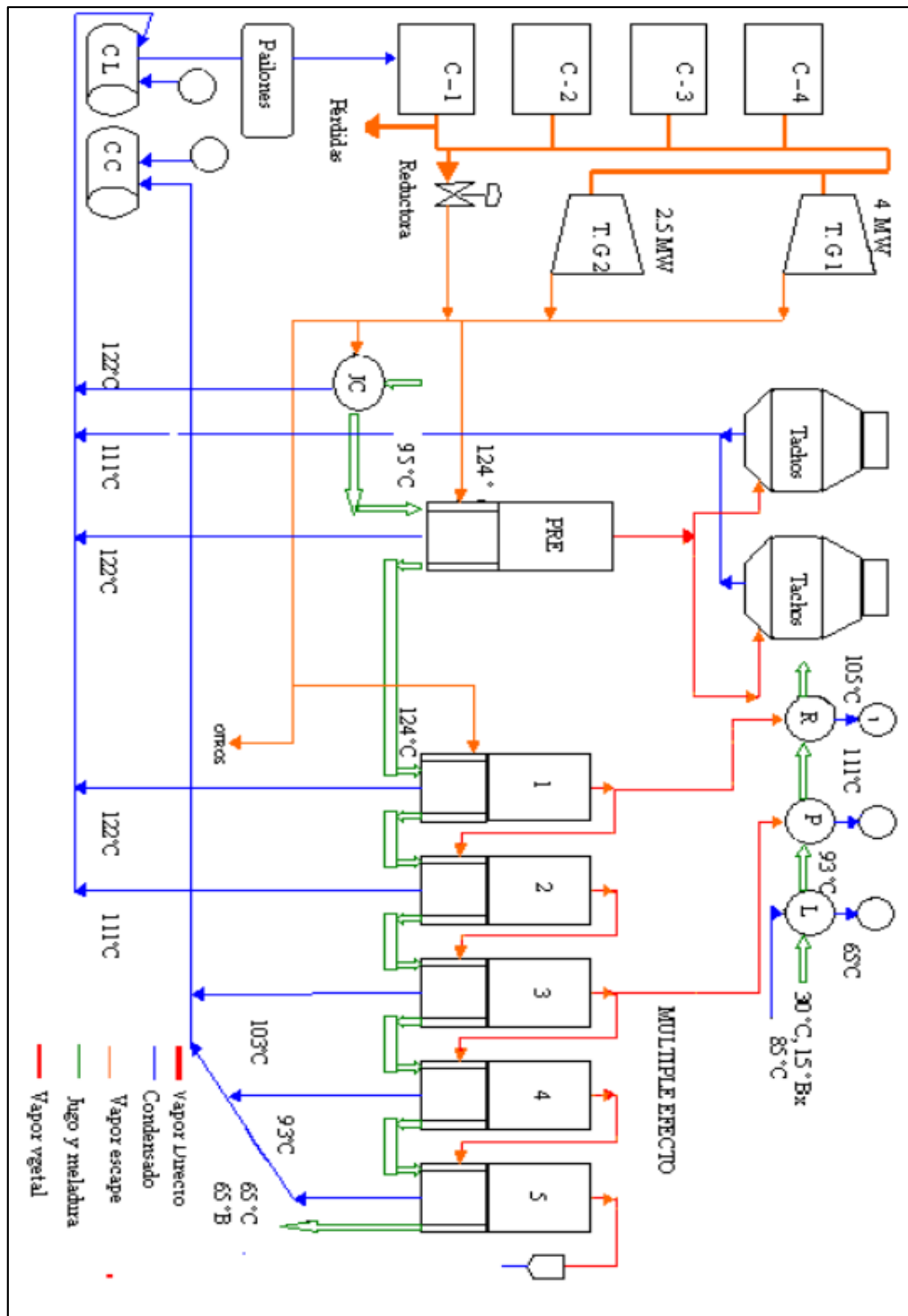
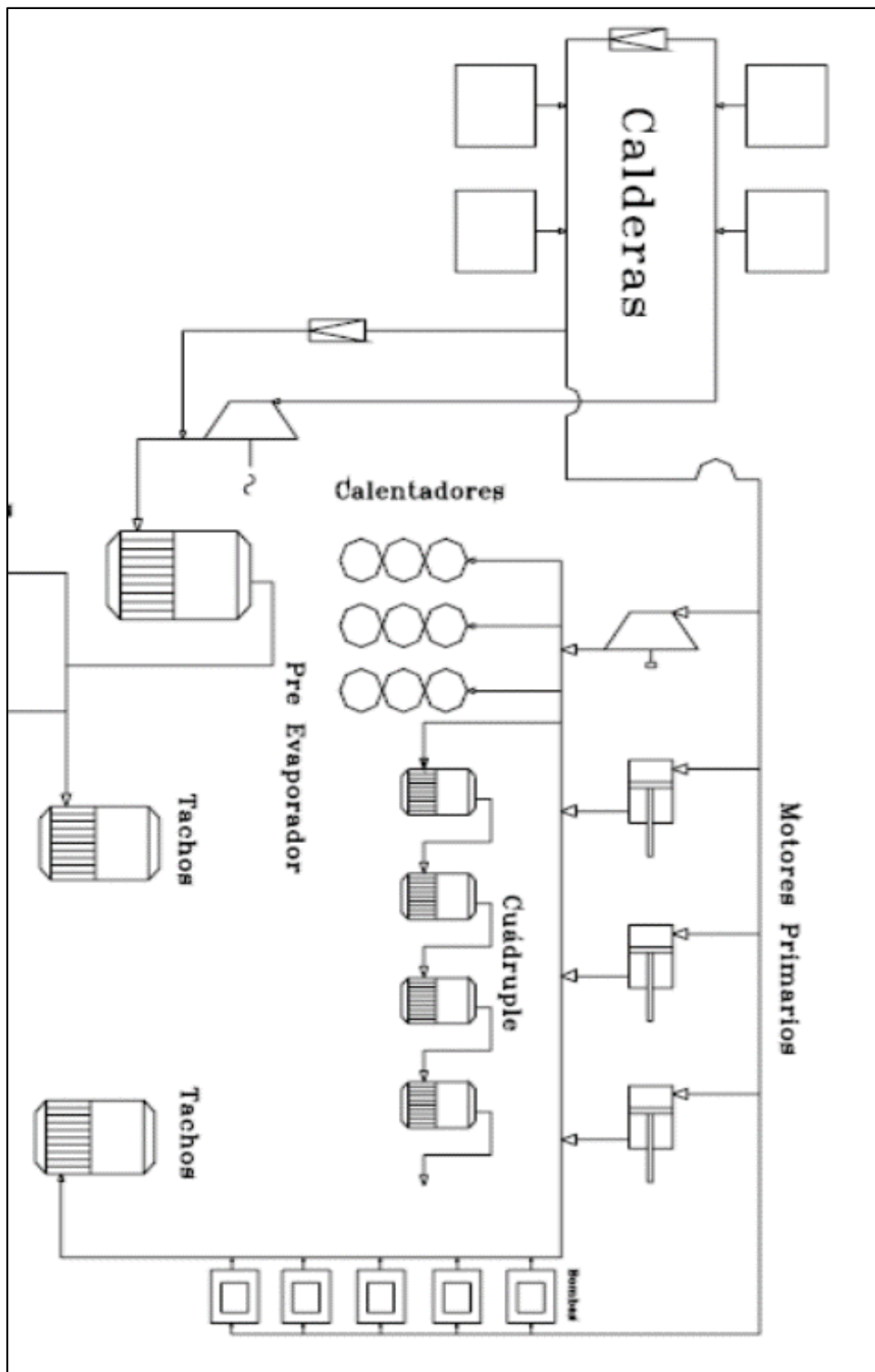


Figura 7. Esquema Térmico principal del Ingenio Pomalca



Todo lo que a las determinadas del dispendio de potencia por sectores de elaboración del ingenio, se ha obtenido la data del año 2048.

En la tabla sucesiva se ve de forma exacta la potencia instalada en fábrica, por áreas.

Tabla 6. Potencia Instalada por Áreas de producción.

| Área | Potencia instalada (kW) |
|----------------------------------|-------------------------|
| Descarga, preparación y molienda | 3,502 |
| Caldero | 1,602 |
| Fabricación | 2,349 |
| Centrífugas y embolsado | 1,200 |

Fuente: elaboración propia.

Se muestra el grafico de carga para una jornada habitual de 24 horas de producción normal:

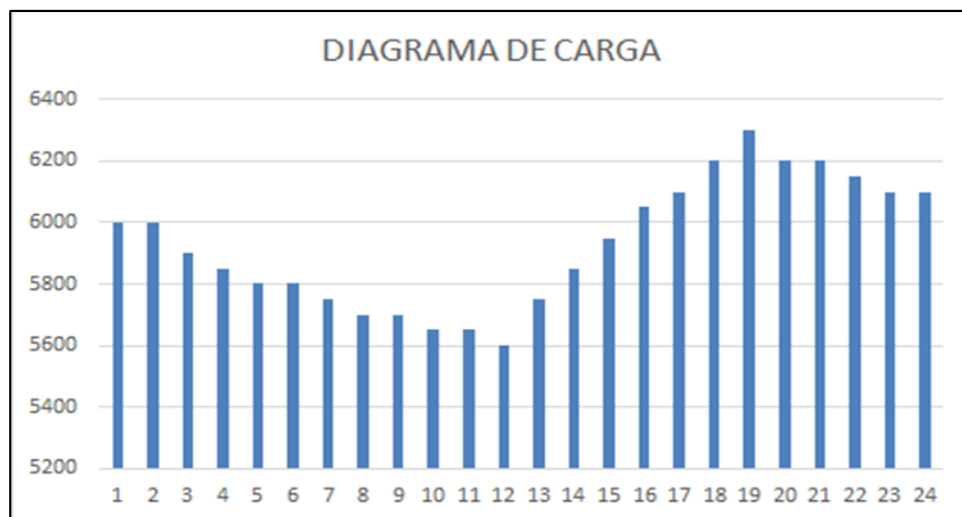


Figura 8. Diagrama de Carga en un día normal de producción

Fuente: Planilla de control de planta eléctrica

Es preciso indicar, que actualmente la empresa agroindustrial Pomalca, mantiene un contrato con ENSA, para suministrar la diferencia de carga necesaria para su proceso, así como también para los pozos de agua para riego.

Según recibos de consumo eléctrico emitidos por ENSA, el costo de energía eléctrica es de S/ 274.6 /Mwh, incorporado cargo seguro por potencia activa, reactiva, repartición y demás cargos.

Tabla 7. Consumos de Energía Eléctrica – Año 2013

| CONSUMOS MENSUALES KW - HR | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|----------------|
| AÑO 2013 | GENERACION PROPIA | | ENERGIA ENSA | |
| | FABRICA | REGADIO | FABRICA | REGADIO |
| ENERO | 1,719,058.98 | 22,930.33 | 506,652.21 | 115,287.80 |
| FEBRERO | 1,580,550.00 | 123,642.00 | 551,614.15 | 117,389.55 |
| MARZO | 1,358,350.00 | 123,642.00 | 461,710.83 | 143,445.59 |
| ABRIL | 1,237,415.00 | | 353,039.92 | 129,240.30 |
| MAYO | 922,140.00 | | 794,437.11 | 98,706.28 |
| JUNIO | 1,237,415.00 | | 932,415.11 | 114,735.24 |
| JULIO | 1,692,805.00 | | 518,341.49 | 106,222.68 |
| AGOSTO | 1,931,682.35 | | 753,201.80 | 156,211.30 |
| SETIEMBRE | 1,369,060.24 | | 854,128.34 | 149,972.09 |
| OCTUBRE | 1,439,639.75 | | 181,555.36 | 136,032.23 |
| NOVIEMBRE | 1,303,916.37 | 16,816.53 | | 177,430.23 |
| DICIEMBRE | 1,920,813.10 | 260,400.00 | 18,757.59 | 151,805.13 |
| PROMEDIO | 1,476,070.48 | 109,486.17 | 538,713.99 | 133,039.87 |

Fuente: Recibos de ENSA

Todo lo que a las especificaciones de la adquisición de energía por sectores de elaboración de la fábrica, se ha obtenido la data del 2018.

Tabla 8. Consumos de energía por área

| AÑO 2018 | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| CONSUMO KWH | | | | | | | | | | | | |
| Agricultura: | 22,930.33 | 123,642.00 | 123,642.00 | | | | | | | | 16,816.53 | 260,400.00 |
| Industria: | 1,719,058.98 | 1,580,550.00 | 1,358,350.00 | 1,237,415.00 | 922,140.00 | 1,237,415.00 | 1,692,805.00 | 1,931,682.35 | 1,369,060.24 | 1,439,639.75 | 1,303,916.37 | 1,920,813.10 |
| Otros Servicios: | | | | 6,314.00 | | 6,314.00 | 39,000.00 | | | | | |
| Ventas: | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | |
| Consumo propio: | 7,524.23 | 10,752.00 | 9,807.60 | 12,821.95 | 19,620.00 | 12,821.95 | 9,151.00 | 8,454.87 | 5,992.30 | | 71,000.00 | 70,000.00 |
| Pérdidas/Transmisión: | 18,447.07 | 44,800.00 | 40,865.00 | 12,821.95 | 19,620.00 | 12,821.95 | 45,814.63 | 20,728.71 | 14,691.27 | 17,995.53 | 36,624.55 | 59,242.45 |
| Pérdidas/Distribución: | 27,669.61 | 32,256.00 | 29,422.80 | 12,821.95 | 19,620.00 | 12,821.95 | 45,814.63 | 31,091.95 | 22,036.11 | 17,995.53 | 36,624.55 | 59,242.45 |
| Total Kwh | 1,795,630.22 | 1,792,000.00 | 1,562,087.40 | 1,282,194.85 | 981,000.00 | 1,282,194.85 | 1,832,585.26 | 1,991,957.88 | 1,411,779.92 | 1,475,630.81 | 1,464,982.00 | 2,369,698.00 |
| DISTRIBUCION kwh (Industria) | | | | | | | | | | | | |
| Trapiche: | 969,733.45 | 546,300.00 | 450,150.00 | 688,615.00 | 435,591.32 | 688,615.00 | 763,545.00 | 668,905.56 | 618,800.00 | 535,000.00 | 286,000.00 | 421,309.00 |
| Centrífugas: | 33,700.47 | | | | | | 170,924.00 | 247,499.65 | 14,600.00 | 15,000.00 | 17,000.00 | 25,043.00 |
| Encaladoras: | 37,300.00 | 40,600.00 | 32,650.00 | 37,525.00 | | 37,525.00 | 28,880.00 | 35,344.00 | 37,700.00 | 38,400.00 | 38,350.00 | 56,494.00 |
| Elaboración: | 301,821.48 | 330,400.00 | | | 30,406.19 | | 269,181.00 | 385,667.94 | 328,000.00 | 267,800.00 | 321,800.00 | 474,047.00 |
| Calderas: | 334,635.65 | 622,000.00 | 490,000.00 | 463,330.00 | 373,657.58 | 463,330.00 | 418,480.00 | 549,471.82 | 535,400.00 | 423,440.00 | 454,200.00 | 669,087.00 |
| Auxiliares: | 79,165.38 | 81,850.00 | 84,150.00 | 85,470.00 | 82,484.91 | 85,470.00 | 70,675.00 | 80,136.87 | 124,100.00 | 60,000.00 | 67,900.00 | 100,024.00 |
| Sub estación Machetes: | | | | | | | | | | 99,999.75 | 118,666.37 | 174,809.00 |
| Total Kwh | 1,756,356.43 | 1,621,150.00 | 1,056,950.00 | 1,274,940.00 | 922,140.00 | 1,274,940.00 | 1,721,685.00 | 1,967,025.84 | 1,658,600.00 | 1,439,639.75 | 1,303,916.37 | 1,920,813.00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Datos de un día normal de molienda

| Datos de Laboratorio | 15/10/2019 |
|----------------------|------------|
| Caña Molida Bruta | 3,332.70 |
| Caña Molida Neta | 3,188.88 |
| Bagazo producido | 1,075.20 |
| Bagazo % Caña | 33.72 |
| Horas efectivas | 19.47 |
| Tiempo perdido total | 4.53 |
| Bagazo % Humedad | 50.69 |
| Bagazo % Pol | 4.02 |

Fuente: Reportes de producción de Laboratorio

Tabla 10. Datos de molienda de Octubre 2019

| | |
|--|-----------|
| Cascara elaborado (Toneladas) | 28,070.60 |
| Cascara % humedad | 50.60 |
| Cascara % Pol | 3.80 |
| PCI (KJ/Kg) | 7,396.74 |
| Cascara quemado (Toneladas) | 27,109.97 |
| Periodos de ejecución | 26.00 |
| | |
| Caña triturada neto (Toneladas) | 83592.17 |
| Dispendio de vapor contrap.(Tv/TCN) | 0.50 |
| Producido vapor AP (Toneladas) | 50155.30 |
| Toneladas de Vapor/Tn cascara | 1.65 |
| Sobrante d cascara (Toneladas) | 961.63 |
| | |
| Eficacia calderas equivalente (%) | 52.12 |
| Corriente másico vapor fabricado (Tn/hr) | 40.83 |
| Ho (PCS) [KJ/Kg] | 9,383.04 |

| | |
|---|------------|
| Hst (30 kg/cm ² ;340°C)[KJ/Kg] | 3,117.00 |
| Hfw (40 Kg/cm ² ;100°C)[KJ/Kg] | 421.00 |
| Salida de potencia (Tn.KJ/Kg.h) | 208,593.44 |
| Abastecimiento (Tn, KJ/Kg) | 392,609.00 |
| | |

Fuente: Reporte mensual de producción

Según los datos obtenidos se pudo identificar las principales máquinas e instalaciones, sobre las cuales se debe elaborar e adicionar el programa de sostenimiento a mejorar la productividad y eficiencia.

4.3. ELABORAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA TPM, PARA LA GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL INGENIO.

Para conseguir aumentar los indicadores de producción que se muestra la siguiente:

Tabla 11. Índices de productividad

| PROYECCIONES | %C SEMBRAD. | 20% | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| DIAS DE MOLIENDA | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 | 280.00 |
| TCD | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| EXTRACCION (%) | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 | 92.50 |
| RETENCION (%) | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 | 86.00 |
| RECOBRADO (%) | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 | 79.60 |
| POL % AZUCAR (%) | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 | 98.50 |
| SAC % CAÑA | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| TON. AZ. COMERCIAL | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 | 117,588.60 |
| TCD SEMBRADORES | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 | 800.00 |
| TON.AZ.SEMBRAD. | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 | 14,110.60 |
| TON.AZ.POMALCA | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 | 130,478.00 |
| COSTO US\$/TON | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 | 550.00 |
| INGRESO BRUTO US\$ | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 | 56,912,897.00 |

Fuente: Datos de reporte de producción de Laboratorio

Teniendo en cuenta los descriptivos de sostenimiento, antes y en seguida de aumentar el programa de sostenimiento fundamentado en la metodología TPM.

Tabla 12. Horas de fallo-Turbogenerador 2

| TURBOGENERADOR N° 2 - Horas de Fallo | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Elem / Mes | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Tableros | 15 | 22 | 21 | 22 | 15 | 17 | 15 | 18 | 13 | 21 | 27 | 31 |
| Rotor Alta | 10 | 14 | 15 | 17 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 18 | 19 | 20 |
| Rotor Media | 5 | 11 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 13 |
| Acoples | 10 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 20 | 17 |
| Generador | 5 | 8 | 10 | 5 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 11 |
| Trafo Salida | 12 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 15 | 17 |
| Protecciones | 10 | 14 | 15 | 21 | 22 | 15 | 17 | 15 | 18 | 13 | 21 | 31 |
| Seccionadores | 23 | 15 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 12 | 13 |

Fuente: Planillas de operación de Planta Eléctrica

Tabla 13. Horas de Fallo - Turbogenerador N° 3

| TURBOGENERADOR N° 3 - Horas de Fallo | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Elem / Mes | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Tableros | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 26 | 27 | 31 |
| Rotor Alta | 10 | 14 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 20 |
| Rotor Media | 5 | 11 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 14 | 13 |
| Acoples | 10 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 20 | 17 |
| Generador | 5 | 8 | 10 | 5 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 11 |
| Trafo Salida | 12 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 15 | 17 |
| Protecciones | 10 | 14 | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 31 |
| Seccionadores | 21 | 17 | 19 | 22 | 24 | 26 | 27 | 31 | 13 | 31 | 13 | 13 |

Fuente: Planillas de operación de Planta Eléctrica

Con los datos anteriormente indicados y con los criterios del Mantenimiento Productivo Total (TPM), nos admite distinguir un ordenamiento en vínculo a su disputa necesario a la colisión en la rebaja a costos, perfecciona de los periodos de contestación, integro de abastecimientos, la razón que adquieren los colaboradores y la cualidad de artículos y prestaciones concluidos.

4.3.1. Utilidades con respecto a la organización

- Perfeccionamiento la condición del ámbito de labor.
- Mejora la inspección de las actuaciones.
- Aumento de motivación del colaborador.
- Innovación de una formación de compromiso, obediencia y consideración por los reglamentos.
- Capacitación constante.
- Innovación de un ámbito donde la colaboración, contribución e imaginación sea objetividad.
- Mallas de correspondencia eficientes.

4.3.2. Rentabilidades con respecto a la Seguridad

- Perfecciona las circunstancias del ámbito.
- Instrucción de organización de sucesos dañinos para la salubridad.
- Aumento de volumen de identidad de incognitas latentes y de busca de actos disciplinarios.
- Comprender del porqué evidentes normativas, en vez de tanto ejecutarlo.
- Predisposición y expulsión de ocasiones latentes de catastrofes.
- Excluye fundamental las fuentes de infección y suciedad.

4.3.3. Rentabilidades con respecto a la Productividad

- Descarta extravíos que dañan la producción de las manufactureras.
- Incrementa la garantía y utilizable de los equipamientos.
- Rebaja de los costos de sostenimiento.
- Incrementa de la cualidad de artículo concluido.
- Bajo costo inversionista por recanjes.
- Incrementa la técnica de la compañía.
- Crecimiento de la amplitud de solución a los desplazamientos del mercadillo.
- Concebir aptitudes combativas desde la industria.

Un buen planteamiento de sostenimiento como el TPM, ocupa su sitio, los rendimientos empiezan a circular con destino a toda el ordenamiento, es el instante el integro de la humanidad inicia a ayudar el método, los integrantes se aprecian decididos y se habitúan a distribuir sus imaginaciones seguros en la moderna conducta de facilidad de oír del total del conjunto de labor.

4.3.4. Compromiso de parte de la dirección General

- Divulgación apropiada del propósito y sus soluciones.
- Legítima representación del compromiso de determinar y obediencia alterno en integro de nivel.

4.3.5. Procedimientos primordiales TPM (apoyos)

Los procedimientos primordiales han sido convocados por el JIPM a modo de apoyos, estos apoyos o pilastras sirven de sostenimiento para la edificación de una técnica de elaboración estructurada, se establecen prolongando una metodología severa, fuerte y practico; los apoyos apreciados por el JIPM tanto indispensables para el incremento del TPM en un ordenamiento son:

A. Aumentos dirigidas o Kobetsu Kaisen

Son ocupaciones que progresan con la participación de las distintas sectores involucradas en la marcha lucrativo con la finalidad de agrandar la realidad integral de equipamientos y fábricas, integro a través de una labor estructurado en equipamientos utilitarios e internacionales que usan procedimiento determinado y reúnen su curiosidad en la exclusión de los extravíos reales en las fábricas productivas; se pacta de progresar la marcha de acrecentar constante semejante al verdadero en los tratamientos de inspección completo de índole acomodando recursos y sistemas de sostenimiento, si una entidad detalla con ocupaciones de prosperidad semejantes, sencillamente permitirá integrar adentro de su evolución, Kaizen o mejoramiento, actuales instrumentos avanzadas en el contexto TPM, no obligará rectificar su evolución de mejoramiento a la última.

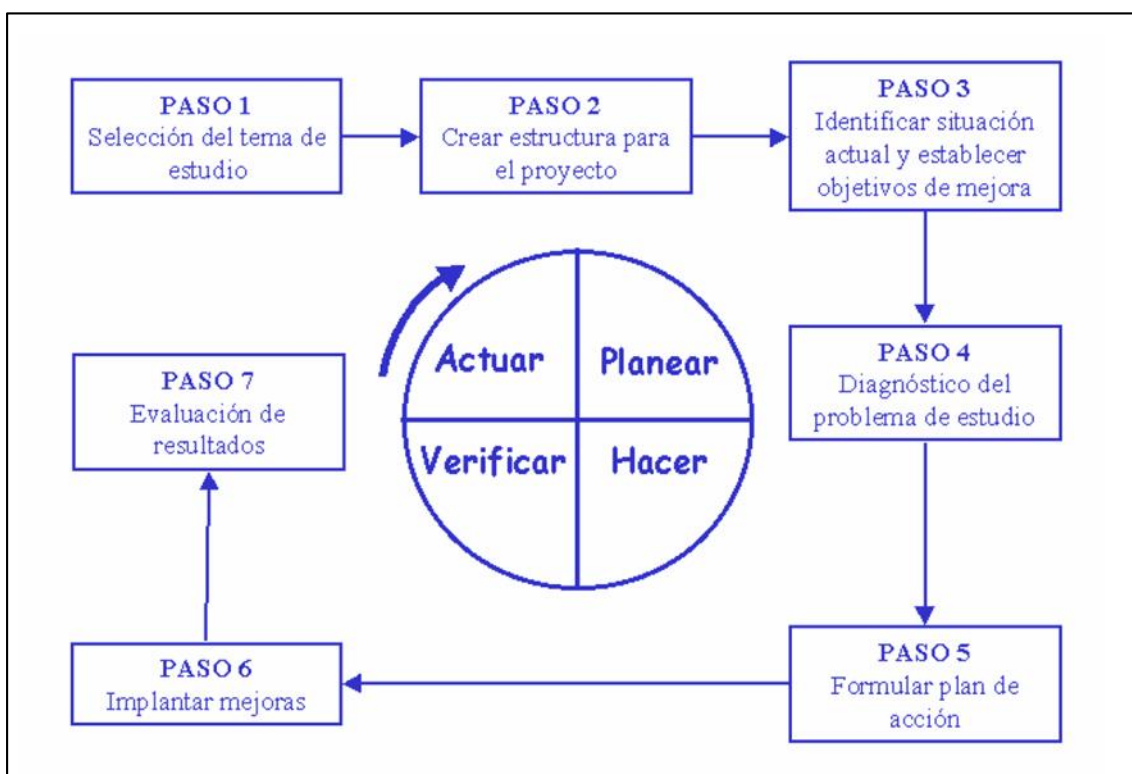


Figura 9. Deming o PHVA su ciclo.

Fuente: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295

Los sistemas TPM apoyan a excluir evidentemente los daños de los equipamientos, el trámite continuo para efectuar actividades de incrementos encauzadas persiste los sendas del prestigioso Ciclo Deming o PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar).

El incremento de las acciones Kabetsu Kaizen se efectúan a través de los rastros exhibidos en la imagen adjunta.

A. Disponibilidad

La disponibilidad evalúa los extravíos provenientes por las pausas no planificadas.

La proporción del periodo en que el equipamiento está elaborando ciertamente.

$$\text{Índice de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo ideal de ciclo} \times \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de funcionamiento real TFR}}$$

B. Índice de Rendimiento

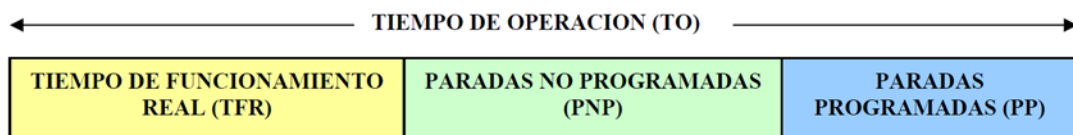
Mide los extravíos por productividad provocadas por el defecto movimiento del equipamiento, y el movimiento a rapidez mínimos a las de croquis sugeridos por el elaborador del equipamiento.

C. Tasa de Calidad

Los extravíos por calidad simbolizan el periodo usado para elaborar artículos que son malogrados o poseen incógnitas de cualidad, este periodo se abandona ya que el artículo se obliga deshacer o encausar, si lo general los artículos son excelentes no se fabrican estos extravíos de periodo de actividad del equipamiento.

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Rechazos}}{\text{Piezas producidas}}$$

Con lo cual, cumpliendo con el objetivo específico, hemos diseñado la filosofía del plan de mantenimiento a aplicar, así como hemos determinado las principales máquinas e instalaciones donde se aplicará este nuevo programa de sostenimiento asentado en la



$$\text{Disponibilidad} = \frac{(TO - PP) - PNP}{(TO - PP)} \times 100$$

metodología TPM.

4.4. ANALIZAR LAS MEJORAS DE LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN INGENIO POMALCA.

El examinar las variaciones en encomendar y el rendimiento del método energético en el ingenio de la compañía Agroindustrial Pomalca, con el empleo del programa de sostenimiento apoyarse en la metodología TPM.

Para examinar, conseguimos de las brújulas de sostenimiento de los generadores a vapor los horarios de durabilidad de los defectos, en habitual y después examinaremos la especificación de las horas de defecto por elementos, aspas primera face, aspas segunda face, barra primordial, llaves de inspección y gesticular, estator.

Tabla 14. Horas de Funcionamiento de Turbogeneradores en Planta Eléctrica- Año 2014

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor 1 | 185 | 115 | 175 | 155 | 135 | 65 | 125 | 105 | 115 | 125 | 115 | 145 | 1560 |
| Rotor 2 | 145 | 155 | 215 | 175 | 185 | 85 | 125 | 95 | 95 | 135 | 105 | 115 | 1630 |
| Eje principal | 175 | 175 | 95 | 135 | 125 | 105 | 95 | 115 | 145 | 155 | 125 | 135 | 1580 |
| Válvulas | 195 | 125 | | 155 | 115 | 135 | 185 | 195 | 185 | 165 | 135 | 145 | 1735 |

Fuente: elaboración propia.

Esto decide los índices de confiabilidad para las turbinas a

vapor: Dónde el Rotor N° 1:

$$Conf_{rot1} = (1 - 1,560/8,760) * 100 = 82.19\%$$

Dónde el Rotor N° 2:

$$Conf_{rot2} = (1 - 1,630/8,760) * 100 = 81.39\%$$

Dónde el eje principal:

$$Conf_{eje} = (1 - 1,580/8,760) * 100 = 81.96\%$$

Para las Válvulas:

$$Conf_{válv} = (1 - 1,735/8,760) * 100 = 80.19\%$$

Tabla 15. Horas de Funcionamiento de Turbogeneradores en Planta Eléctrica-
Año 2015

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor 1 | 107 | 137 | 77 | 127 | 117 | 167 | 137 | 117 | 127 | 117 | 127 | 137 | 1494 |
| Rotor 2 | 147 | 157 | 217 | 177 | 187 | 87 | 117 | 127 | 107 | 117 | 97 | 127 | 1664 |
| Eje principal | 177 | 177 | 97 | 127 | 127 | 107 | 97 | 117 | 147 | 157 | 127 | 137 | 1594 |
| Válvulas | 197 | 127 | 167 | 117 | 117 | 137 | 187 | 197 | 187 | 167 | 137 | 147 | 1884 |

Fuente: elaboración propia

Dónde el Rotor N° 1:

$$Conf_{rot1} = (1 - 1,494/8,760) * 100 = 82.94\%$$

Dónde el Rotor N° 2:

$$Conf_{rot2} = (1 - 1,664/8,760) * 100 = 81.00\%$$

Dónde el eje principal:

$$Conf_{eje} = (1 - 1,594/8,760) * 100 = 81.80\%$$

Para las Válvulas:

$$Conf_{válv} = (1 - 1,884/8,760) * 100 = 78.49\%$$

Tabla 16. Horas de Funcionamiento de Turbogeneradores en Planta Eléctrica-
Año 2016

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor 1 | 130 | 140 | 200 | 160 | 170 | 70 | 100 | 110 | 90 | 100 | 80 | 80 | 1430 |
| Rotor 2 | 130 | 140 | 200 | 160 | 170 | 70 | 110 | 80 | 80 | 120 | 90 | 90 | 1440 |
| Eje principal | 160 | 160 | 80 | 120 | 110 | 90 | 80 | 100 | 130 | 140 | 110 | 120 | 1400 |
| Válvulas | 180 | 110 | 150 | 140 | 100 | 120 | 170 | 180 | 170 | 150 | 120 | 130 | 1720 |

Fuente: elaboración propia.

Dónde el Rotor N° 1:

$$Conf_{rot1} = (1 - 1,430/8,760) * 100 = 83.68\%$$

Dónde el Rotor N° 2:

$$Conf_{rot2} = (1 - 1,440/8,760) * 100 = 83.56\%$$

Dónde el eje principal:

$$Conf_{eje} = (1 - 1,400/8,760) * 100 = 84.02\%$$

Para las Válvulas:

$$Conf_{válv} = (1 - 1,720/8,760) * 100 = 80.37\%$$

4.4.1. Generadores Eléctricos

Tabla 17. Horas de Funcionamiento de Generadores en Planta Eléctrica-
Año 2014

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor | 140 | 150 | 210 | 170 | 180 | 80 | 110 | 120 | 100 | 110 | 90 | 90 | 1550 |
| Estator | 141 | 150 | 210 | 170 | 180 | 80 | 120 | 90 | 90 | 130 | 100 | 100 | 1561 |
| ECU | | 171 | 91 | 131 | 121 | 101 | 91 | 111 | 141 | 151 | 121 | 131 | 1361 |
| Conexión | 190 | 120 | 160 | 150 | 110 | 130 | 180 | 190 | 180 | 160 | 130 | 140 | 1840 |

Fuente: elaboración propia

Dónde el Rotor:

$$Conf_{rot} = (1 - 1,550/8,760) * 100 = 82.31\%$$

Dónde el Estator:

$$Conf_{est} = (1 - 1,561/8,760) * 100 = 82.18\%$$

Dónde la ECU:

$$Conf_{ECU} = (1 - 1,361/8,760) * 100 = 84.46\%$$

Las conexiones:

$$Conf_{conex} = (1 - 1,840/8,760) * 100 = 79.00\%$$

Tabla 18. Horas de Funcionamiento de Generadores en Planta Eléctrica-
Año 2015

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor | 95 | 125 | 65 | 115 | 105 | 155 | 125 | 105 | 115 | 105 | 115 | 125 | 1350 |
| Estator | 135 | 145 | 205 | 165 | 175 | 75 | 105 | 115 | 95 | 105 | 85 | 115 | 1520 |
| ECU | 165 | 165 | 85 | 125 | 115 | 95 | 85 | 85 | 135 | 145 | 115 | 125 | 1440 |
| Conexión | 185 | 115 | 155 | 145 | 105 | 125 | 175 | 175 | 175 | 155 | 125 | 135 | 1770 |

Fuente: elaboración propia

Dónde el Rotor:

$$Conf_{rot} = (1 - 1,350/8,760) * 100 = 84.59\%$$

Dónde el Estator:

$$Conf_{est} = (1 - 1,520/8,760) * 100 = 82.65\%$$

En dónde la ECU:

$$Conf_{ECU} = (1 - 1,440/8,760) * 100 = 83.56\%$$

En dónde las conexiones:

$$Conf_{conex} = (1 - 1,770/8,760) * 100 = 79.79\%$$

Tabla 19. Horas de Funcionamiento de Generadores en Planta Eléctrica-
Año 2016

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor | 80 | 110 | 50 | 100 | 90 | 140 | 110 | 90 | 100 | 90 | 100 | 110 | 1170 |
| Estator | 120 | 130 | 190 | 150 | 160 | 60 | 90 | 100 | 80 | 90 | 70 | 100 | 1340 |
| ECU | 150 | 150 | 70 | 110 | 100 | 80 | 70 | 90 | 120 | 130 | 100 | 110 | 1280 |
| Conexión | 170 | 100 | 140 | 130 | 90 | 110 | 160 | 170 | 160 | 140 | 110 | 120 | 1600 |

Fuente: elaboración propia

En dónde el Rotor:

$$Conf_{rot} = (1 - 1,170/ 8,760) * 100 = 86.64\%$$

En dónde el Estator:

$$Conf_{est} = (1 - 1,340 / 8,760) * 100 = 84.70\%$$

En dónde la ECU:

$$Conf_{ECU} = (1 - 1,280 / 8,760) * 100 = 85.39\%$$

En dónde las conexiones:

$$Conf_{conex} = (1 - 1,600 / 8,760) * 100 = 81.74\%$$

Por lo tanto, se adaptará el próximo programa de sostenimiento para los generadores a vapor y para las turbinas energéticas.

4.4.2. Programa de las labores

Como todo programa de trabajo incluye un desarrollo de tiempos a cada tarea, se ha desarrollado un plan que permita usar mayor o menor tiempo en un equipo que en otro.

A continuación, se explica lo siguiente:

4.4.2.1. Mantenimiento Operativo Diario

Los operadores de las máquinas / equipos de trabajo, son responsables del mantenimiento diario de sus equipos de trabajo, lo que envuelve observación, limpieza y verificación del equipo, se hace 5 minutos antes y 5 minutos después de terminar su tarea diaria. Las máquinas deben quedar en buenas condiciones de operación para el siguiente turno, si hubiera algún problema mecánico, eléctrico o de instrumentación, se reportará de inmediato al supervisor de turno quien informará al jefe del departamento de mantenimiento.

4.4.2.2. Tareas del Mantenimiento Operativo Diario

Las principales tareas son:

- Revisión del sistema de seguridad (alarmas sonoras o de luz de emergencia).
- Comprobación de los niveles de ruido.

- Comprobación de los niveles de vibración.
- Observación del control de temperatura.
- Comprobación de niveles de aceite.
- Observar los indicadores de presión y temperatura del vapor.
- Observación de las fugas de vapor en tuberías o dentro de los equipos de trabajo.
- Revisar los sistemas de refrigeración.



Figura 10. Revisión y verificación del Master Pact

Fuente: elaboración propia



Figura 11. Revisión general de interruptores térmicos

Fuente: elaboración propia



Figura 12. Revisión general de contactores de inversión
Fuente: elaboración propia



Figura 13. Revisión general de pulsadores y selectores piloto
Fuente: elaboración propia

4.4.2.3. Mantenimiento Operativo Quincenal

Es un mantenimiento que se realiza quincenalmente, su mantenimiento es un mantenimiento programado, y que está en función de un programa de trabajo hora de la máquina, también se toma en cuenta la disponibilidad de ejecutar una parada de molienda corta.

4.4.2.4. Tareas del Mantenimiento Quincenal

Las principales tareas del mantenimiento quincenal, son las siguientes:

- Revisión visual cuidadosa de la turbina.
- Revisar fugas de aceite.
- Revisar fugas de vapor en tuberías del equipo.
- Revisar fugas en sistema de refrigeración.
- Medir niveles de vibración.
- Revisar y analizar nivel de bancada.
- Revisar nivel de aceite.
- Revisar el sistema hidráulico de control del equipo.
- Limpieza total del equipo.

4.4.2.5. Mantenimiento Mensual

El mantenimiento mensual está relacionado con un mantenimiento que nos permita tener los equipos en condiciones óptimas de operación para continuar con las operaciones de producción.



Figura 14. Mantenimiento mensual del sistema de lubricación de la turbina

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.6. Tareas del Mantenimiento Operativo Mensual

Las principales tareas del mantenimiento operativo mensual, son las siguientes:

- Análisis de la muestra de aceite.
- Cambio de aceite.
- Revisar aceite del sistema del reductor y de chumaceras del alternador.
- Análisis de la vibración en turbina a velocidad normal y de trabajo.
- Comprobación del circuito de parada de emergencia.



Figura 15. Mantenimiento del reductor de la turbina

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Revisión general del acoplamiento del turbo - generador

Fuente: elaboración propia



Figura 17. Mantenimiento del generador eléctrico

Fuente: elaboración propia.



Figura 18. Revisión de líneas de refrigeración del turbo

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Mantenimiento al gobernador de la turbina.

Fuente: elaboración propia

4.4.2.7. Revisión Anual

La parada general anual, está relacionada con los cambios de piezas mecánicas, eléctricas, sensores y otros repuestos del equipo, que en trabajo ya han cumplido sus horas de trabajo recomendados por el fabricante.

Al ejecutar el mantenimiento diario, semanal, quincenal y mensual programado, el mantenimiento anual solo nos orientaría a un mantenimiento total del equipo, que también, involucra dejar las máquinas en condiciones que garantice su total operación durante la zafra.

4.4.2.8. Tareas del Mantenimiento Anual

- Desmontaje total del equipo o máquina.
- Desmontaje y revisión de bombas de lubricación.
- Desmontaje y revisión de bombas de refrigeración.
- Desmontaje y revisión de la turbina.
- Desmontaje y revisión total del alternador.
- Alineación total de la turbina.
- Alineación total del generador.
- Inspección endoscópica de los álabes de la turbina.
- Desmontaje y/o cambio de cojinetes.
- Desmontaje y/o reparación de las chumaceras de la turbina.
- Revisión total del piñón de ataque, comprobar los dientes del engranaje.
- Cambio de aceite de lubricación.
- Cambio de filtro de aceite.
- Revisión de las paletas de la bomba de aceite.
- Revisión del cojinete, del eje de la bomba de aceite. Esta pieza es crítica en una situación de arranque de molienda o en operación. Si no fluye aceite por todo el sistema de la turbina, se fundirían las piezas y podría ocasionar la explosión dela turbina.
- Revisar y/o reparar las válvulas de admisión de vapor a la turbina, estas válvulas regulan el flujo de vapor necesario para mantener a la turbina dentro de los parámetros de operación permitido según la necesidad de generación de energía eléctrica.
- Revisar los sistemas de refrigeración del turbo, cambio de tubería si es necesario y un análisis que indique que el turbo está trabajando con una refrigeración eficiente.

- Revisar el sistema de vacío del depósito de aceite, que nos garantice que el vapor dentro del depósito no se condense y el agua se mezcle con el aceite provocando una oxidación interior del turbo y un envejecimiento acelerado de las piezas del turbo.

-Para evitar los problemas de vibración, se debe dar el torque a los tornillos según lo recomendado por el fabricante, así como también alinear con láser el conjunto turbina – generador.

-Verificar que la unión acople del turbo y el generador, sea lo más correcta posible, para que la operación del turbo sea lo más óptimo posible.

-Un análisis con instrumentos modernos ayudará a tener una óptima operación del turbo.

- Revisar los sellos laberínticos del turbo, en algunos casos se dañan durante el desmontaje de piezas del turbo.

-Realizar una termografía en la turbina, esta prueba ayudará a tener datos reales del turbo e indicará cualquier deficiencia durante la operación que en algunos casos ocurre por pérdida de rendimiento por falta de aislamiento térmico, fugas de vapor o baja presión.

-Limpieza general del tablero de control eléctrico. Muchos problemas detectados en un turbo se han debido a suciedad en los contactos de relay, impulsores o contactores del sistema eléctrico, expuestos al medio ambiente.

-Revisar y/o reparar el virador, un mal funcionamiento dificulta el inicio de la operación del turbo.

Un plan de mantenimiento TPM incluye una lista de materiales y equipos de instrumentación para una reparación exitosa.

También, será necesario considerar la mano de obra calificada.



Figura 20. Mantenimiento del grupo Leonard

Fuente: elaboración propia



Figura 21. Reparación del motor de la excitatriz

Fuente: elaboración propia



Figura 22. Reparación general del generador del turbo

Fuente: elaboración propia



Figura 23. Reparación general de pieza del turbo.

Fuente: elaboración propia



Figura 24. Revisión general de líneas de tensión

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Adquisición de Equipos

| EQUIPOS QUE DEBEN SER ADQUIRIDOS PARA IMPLEMENTAR EL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO | | | | |
|--|-------|-----------------|----------------|------------------|
| DESCRIPCION | CANT. | PRECIO UNITARIO | PRECIO PARCIAL | PRECIO TOTAL |
| Cámara Termográfica de precisión | 1 | S/41,250 | S/41,250 | S/41,250 |
| Analizador de Redes y Armónicos | 1 | S/26,000 | S/26,000 | S/26,000 |
| Filtros de Armónicos | 1 | S/35,000 | S/35,000 | S/35,000 |
| | | | | <u>S/102,250</u> |

Fuente: elaboración propia

Después de la utilización del programa de sostenimiento, se tendrá la próxima tabla de encomendarse de los equipamientos.

Tabla 21. Horas de Funcionamiento Turbogeneradores

Planta Eléctrica - Año 2017

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor 1 | 120 | 85 | 115 | 105 | 95 | 60 | 90 | 80 | 85 | 90 | 85 | 100 | 1110 |
| Rotor 2 | 100 | 105 | 135 | 115 | 120 | 70 | 90 | 75 | 75 | 95 | 80 | 85 | 1145 |
| Eje principal | 115 | 115 | 75 | 95 | 90 | 80 | 75 | 85 | 100 | 105 | 90 | 95 | 1120 |
| Válvulas | 125 | 90 | 110 | 105 | 85 | 95 | 120 | 125 | 120 | 110 | 95 | 100 | 1280 |

Fuente: elaboración propia

Esto dispone los siguientes índices de confiabilidad para las turbinas a vapor:

En que el Rotor N° 1:

$$Conf_{rot1} = (1 - 1,110/8,760) * 100 = 87.33\%$$

En que el Rotor N° 2:

$$Conf_{rot2} = (1 - 1,145/8,760) * 100 = 86.93\%$$

En que el Eje Principal:

$$Conf_{eje} = (1 - 1,120/8,760) * 100 = 87.21\%$$

Para las Válvulas:

$$Conf_{válv} = (1 - 1,280/8,760) * 100 = 85.39\%$$

Tabla 22. Horas de Funcionamiento Turbogeneradores

Planta Eléctrica – Año 2018

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor 1 | 70 | 85 | 55 | 80 | 75 | 100 | 85 | 75 | 80 | 75 | 80 | 85 | 945 |
| Rotor 2 | 90 | 95 | 125 | 105 | 110 | 60 | 75 | 80 | 70 | 75 | 65 | 80 | 1030 |
| Eje principal | 105 | 105 | 65 | 85 | 80 | 70 | 65 | 75 | 90 | 95 | 80 | 85 | 1000 |
| Válvulas | 115 | 80 | 100 | 95 | 75 | 85 | 110 | 115 | 110 | 100 | 85 | 90 | 1160 |

Fuente: elaboración propia

En que el Rotor N° 1:

$$Conf_{rot1} = (1 - 945/8,760) * 100 = 89.21\%$$

En que el Rotor N° 2:

$$Conf_{rot2} = (1 - 1,030/8,760) * 100 = 88.24$$

En que el Eje Principal:

$$Conf_{eje} = (1 - 1,000/8,760) * 100 = 88.58\%$$

Para las Válvulas:

$$Conf_{válv} = (1 - 1,160/8,760) * 100 = 86.76\%$$

Tabla 23. Horas de Funcionamiento Turbogeneradores

Planta Eléctrica – Año 2019

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor 1 | 50 | 55 | 85 | 65 | 70 | 20 | 35 | 40 | 30 | 35 | 25 | 40 | 550 |
| Rotor 2 | 50 | 55 | 85 | 65 | 70 | 20 | 40 | 25 | 25 | 45 | 30 | 35 | 545 |
| Eje principal | 65 | 65 | 25 | 45 | 40 | 30 | 25 | 35 | 50 | 55 | 40 | 45 | 520 |
| Válvulas | 75 | 40 | 60 | 55 | 35 | 45 | 70 | 60 | 70 | 60 | 45 | 50 | 665 |

Fuente: elaboración propia

Dónde el Rotor N° 1:

$$Conf_{rot1} = (1 - 550/8,760) * 100 = 93.72\%$$

Dónde el Rotor N° 2:

$$Conf_{rot2} = (1 - 545/8,760) * 100 = 93.78\%$$

Dónde el Eje Principal:

$$Conf_{eje} = (1 - 520/8,760) * 100 = 94.06\%$$

Para las Válvulas:

$$Conf_{válv} = (1 - 665/8,760) * 100 = 92.41\%$$

Para los Generadores Eléctricos:

Tabla 24. Horas de Funcionamiento Generadores

Planta Eléctrica – Año 2017

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor | 90 | 95 | 125 | 105 | 110 | 60 | 75 | 80 | 70 | 75 | 65 | 80 | 1030 |
| Estator | 90 | 95 | 125 | 105 | 110 | 60 | 80 | 65 | 65 | 85 | 70 | 75 | 1025 |
| ECU | 105 | 105 | 65 | 85 | 80 | 70 | 65 | 75 | 90 | 95 | 80 | 85 | 1000 |
| Conexión | 115 | 80 | 100 | 95 | 75 | 85 | 110 | 115 | 110 | 110 | 85 | 90 | 1170 |

Fuente: elaboración propia

Dónde el Rotor:

$$Conf_{rot} = (1 - 1,030/8,760) * 100 = 88.24\%$$

Dónde el Estator:

$$Conf_{est} = (1 - 1,025/8,760) * 100 = 88.30\%$$

Dónde la ECU:

$$Conf_{ECU} = (1 - 1,000/8,760) * 100 = 88.58\%$$

En que las conexiones:

$$Conf_{conex} = (1 - 1,170/8,760) * 100 = 86.64\%$$

Tabla 25. Horas de Funcionamiento Generadores

Planta Eléctrica – Año 2018

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor | 60 | 75 | 45 | 70 | 65 | 90 | 75 | 65 | 70 | 65 | 70 | 75 | 825 |
| Estator | 80 | 85 | 115 | 95 | 100 | 50 | 65 | 70 | 60 | 65 | 55 | 70 | 910 |
| ECU | 95 | 95 | 55 | 75 | 70 | 60 | 55 | 65 | 80 | 85 | 70 | 75 | 880 |
| Conexión | 105 | 70 | 90 | 85 | 65 | 75 | 100 | 105 | 100 | 90 | 75 | 80 | 1040 |

Fuente: elaboración propia

Dónde el Rotor:

$$Conf_{rot} = (1 - 825/8,760) * 100 = 90.58\%$$

Dónde el Estator:

$$Conf_{est} = (1 - 910/8,760) * 100 = 89.61\%$$

Dónde la ECU:

$$Conf_{ECU} = (1 - 880/8,760) * 100 = 89.95\%$$

Dónde las conexiones:

$$Conf_{conex} = (1 - 1,040/8,760) * 100 = 88.13\%$$

Tabla 26. Horas de Funcionamiento Generadores

Planta Eléctrica – Año 2019

| Parte / Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total Hrs |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Rotor | 40 | 55 | 25 | 50 | 45 | 70 | 55 | 45 | 50 | 45 | 50 | 55 | 585 |
| Estator | 60 | 65 | 95 | 75 | 80 | 30 | 45 | 50 | 40 | 45 | 35 | 50 | 670 |
| ECU | 75 | 75 | 35 | 55 | 50 | 40 | 35 | 45 | 60 | 65 | 50 | 55 | 640 |
| Conexión | 85 | 50 | 70 | 65 | 45 | 55 | 80 | 85 | 80 | 70 | 55 | 60 | 800 |

Fuente: elaboración propia

En que el Rotor:

$$Conf_{rot} = (1 - 585/8,760) * 100 = 93.32\%$$

En que el Estator:

$$Conf_{est} = (1 - 670/8,760) * 100 = 92.35\%$$

En que la ECU:

$$Cane_{ca} = (1 - 640/8,760) * 100 = 92.69\%$$

En que las conexiones:

$$Conf_{conex} = (1 - 800/8,760) * 100 = 90.87\%$$

Con los índices obtenidos, se determina el aumento en la confiabilidad dentro de los siguientes rangos:

$$\text{Variación de confiabilidad: } 93.72\% - 82.19\% = 11.53\%$$

$$(11.53/100) * 8,760 = 1,010.03 \text{ horas}$$

Esta variación significa que habrá un aumento de las horas de operación de 1,010.03 horas.

Fundamentando, una entrada neto (disminuyendo todo prototipo de desembolsos) de S/ 125.60 por hora, de una fuerza en la categoría de 7,000 kW, se tiene:

$$1,010.03 \text{ horas} \times \text{S/ } 125.60 = \text{S/ } 126,859.77$$

Esto significa un entrada al año de S/ 126,859.77

Por distinto lado, el incremento del precio de sostenimiento de los turbo alternadores de electricidad es un negocio original de S/ 103,450 y un incremento del valor de sostenimiento al año de S/ 9,540.00

En síntesis:

$$\text{Elevada entrada por progreso de confianza} = \text{S/ } 43,900.00$$

$$\text{Financiación original en actual proyecto de sostenimiento} = \text{S/ } 103,450.00$$

Crecimiento del valor de sostenimiento = S/ 9,540.00

De los resultados obtenidos, se cumple con los requisitos del tercer objetivo de determinar los beneficios en productividad, confiabilidad y disponibilidad de las principales máquinas de la empresa y su cuantificación económica y financiera para su posterior evaluación.

Por lo tanto, se demuestra que aplicar la metodología TPM, traerá grandes beneficios en bien de la empresa y sus trabajadores.

4.5. EFECTUAR LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS CON INDICADORES TIR Y VAN CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA TPM.

Se utilizará la metodología de entradas y valores separados, total a valores particulares como a valores oscura o comunitarios determinado a la Metodología de Montaner, para hacer la fabricación de disposiciones inversionistas proforma, donde se pondrá la investigación VANE valor actual neto a costos personales económicos y la cordura TIRE Tasa Interna de Retorno Económico, para definir la facilidad o no posible del diseño de elaboración del aparato.

Se realizará la evaluación según las sucesivas corduras:

Duración de actividad de la maquinaria: es de cinco periodos, motivando el desfasado tecnológicamente.

Tasa de deducción

Se considera con una armazón de invertir, 100% crédito de banco, que a lo pactado al mercadillo de propuesta y petición de plata (curvilíneo IS – LM) y los peligros modelo de comercio y prototipo de consumidor, se localiza en 10% anual, también se considerará precios de sostenimiento igual al 3% al año de la validez eficaz.

No se considerará precio excedente para las maquinarias a término de la existencia provechosa y se estima los realizados como determinísticos, es declarar, no se

realizará una investigación de emotividad, todo esto nos dispone la sucesiva secreción de caja:

Tabla 27. Flujo de Caja

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| INGRESOS | | 126,860 | 126,860 | 126,860 | 126,860 | 126,860 |
| EGRESOS | 105,500 | 9,730 | 9,730 | 9,730 | 9,730 | 9,730 |
| NETO | 105,500 | 117,130 | 117,130 | 117,130 | 117,130 | 117,130 |

Fuente: elaboración propia

Según resultados, el flujo de caja a 5 años con precio equilibrado de haberes, semejante al 10% sin precio excedente de restauración, disponer, es manifestar, varianza cero, no se efectúa investigación de emotividad:

Poseyendo en balance los sucesivos criterios:

$$\text{Relación beneficio – Costo} = \sum B / \sum C$$

En el cual:

B: Beneficios del diseño

C: Costos del diseño

$$\text{VAN} = \sum I_i - E_i / (1 + i)^N$$

En el cual:

VAN: valor actual neto

I_i : Ingresos contabilizados al año

E_i : Salidas contabilizados al año

i : Costo del crédito en porcentaje

$$\text{TIR} = \text{VAN} = 0 = \sum I_i - E_i / (1 + \text{TIR})^N$$

Después de aplicar estos conceptos, se obtienen los sucesivos cuadros inversionistas con los que se realizará la evaluación de la posibilidad económica inversionista de la maquinaria:

| | | | |
|------------|-------------------|-------------|------------|
| VAN | 934,192.92 | TASA | 10% |
| TIR | 20.58% | | |

Después de la evaluación realizada, se cumple con el objetivo parcial número cuatro, de utilización de los criterios VAN y TIR, para verificar la viabilidad de la implementación del nuevo plan de mantenimiento.

V.DISCUSIÓN

- Básicamente, se comprueba de acuerdo a Batista C, Grave C, 2018 y Canales C, 2017, que aplicando un plan de mantenimiento se mejorará la confiabilidad de las principales máquinas de generación de energía eléctrica. Del análisis realizado, se deduce que la fábrica sacarosa es la más considerable a Lambayeque y la zona Norte, por la elaboración de sacarosa de caña para el mercadillo interior y para la transacción, permaneciendo la simpatía a la diferenciación lucrativo con los actuales artículos definidos de Etanol y Energía.
- Este actual bosquejo de hacer generar energía eléctrica dentro del croquis de la concepción compartida y las mallas ingeniosas, al patrocinio de la RM N° 292 – 2018 – MEM / DM, donde dice dos sucesos:
 - La fecundación repartida de intermedia amplitud, adentro de la categoría de 200 KW a 10 MW, se enlaza a la línea de repartición en media tensión.
 - La micro procreación repartida del categoría de 0 KW a 200 KW, igualmente declarada a modo el montaje de denominado de un consumidor de la prestación estatal de energía, con procedencia legitimo en el DL N° 1221 y que pertenece a la fuerza de abastecimiento acordada.
- El campo de procreación de potencia eléctricamente presente de Pomalca, consiste fundamentalmente de cuatro generadores a vapor, que mueven a las turbinas energéticas, tres en mandato de los 2 MW y cuarto es de los 7 MW, disfrutan de encomendarse del precepto del 90%, donde con un combativo planteamiento de sostenimiento predictivo, que implica la compra de equipamientos de sostenimiento predictivo y la circunstancia preparación en la utilización de los parecidos, consigue modernizar la encomendacion a nivel de mandato del 95%, consiguiendo grandes entradas al año del mandato de los S/ 43,900.00 anuales, con exclusiva una financiación básica del mandato de S/ 103,450.00 por vez primera, consiguiéndose importes presentes netos del mandato de S/ 934,192.92 y tasa internas de retorno del mandato del 20.58% donde garantiza la facilidad ahorrativa del diseño.

- Asimismo, se tiene que adicionar los beneficios de ámbito por finalidad de la reducción de la dispersión de gases de finalidad conservado, con la casualidad de lograr recaudar vales de carbono y la probabilidad de producir gran labor para los habitantes de la localidad.

VI. CONCLUSIONES

- La fábrica azucarera es de amplia datación en Lambayeque, más de 150 años, preciso que los pequeñas temperaturas concurrentes del valle Chancay Lambayeque, así cada vez cuantioso propuesta de líquido requerido a los traslados y el uso del regadío técnico, ha accedido que esta manufactura obtenga el mejor porvenir, encima del total motivando la facultad de expender potencia eléctrica al método entrelazado nacional, produciendo grandes y especiales entradas.
- La encomendacion de la fábrica energética de Pomalca, se reforzara y aumentara del 91.10% al 95.09%, por la colocación de un actual proyecto de sostenimiento predictivo, abajo la orientación de confianza, que dará buenas entradas por negocio de energía eléctrica a la técnica interconectado y que requieran de un buen proyecto de sostenimiento, ocasionando regresos grandes a las mitades de la fábrica azucarera, con las rentabilidades para los dueños de estas fábricas.
- El crecimiento de la confiabilidad logra estimular la financiación en incrementar de la amplitud de procreación de electricidad, adentro del régimen de fomento a la engendramiento repartida y uso de las potencias reemplazables no habituales, donde queda demostrado que un proyecto de sostenimiento abajo la metodología TPM, mejorará la confiabilidad y rentabilidad del sistema eléctrico (concepción de potencia energética) en el ingenio de la fábrica agroindustrial Pomalca.

VII. RECOMENDACIONES

- La procreación de energía eléctrica deber favorecer y el suceso de Pomalca, es retomar el diseño de ampliar la capacidad de generación de energía eléctrica, con la adquisición de una caldera del mandato de las 100 Ton/hr de vapor y una potencia instalada y garantizada en generación de energía eléctrica del orden de 24 MW, con un factor de planta mayor a 90%.
- Una caldera de alta presión con una generación de 100 Ton/hr, no sólo asegurará la generación de energía eléctrica en los turbogeneradores, sino también cubrirá la demanda de energía térmica en forma de vapor para el área de elaboración.
- Para especial explicación se debe preparar en el momento que prosigan los concursos de electricidad y potencia requeridas por Osinergmin y esta forma dar prometer bondadosos costos y así engrandecer estos diseños.
- Se respeta el anterior diseño de procreación concentrada de potencia eléctrica de tres o más compañías agroindustriales del territorio, en una actual central termoeléctrica usando calderas de alta presión.

REFERENCIAS

- ADAMS, D.** (2016). *“El mantenimiento preventivo planificado en las fábricas de azúcar “*. Publicado en Proceeding Meeting West Indies Sugar Technologists.
- AGUILAR, N.**, 2017. *Diversificación productiva de la industria azucarera ¿Reto tecnológico, económico o social? , México*
- ARROYO, G.**, 2016. *Tendencias en el desarrollo agroindustrial. Alternativas para el desarrollo agroindustrial*, Publicado por UACH-CIESTAAM, 1era edición México
- BATISTA, C. y GRAVE, C.**, (2018). *Sistema integral de gestión de mantenimiento para la industria de fabricación de azúcar de caña*. Publicado por Ciencias Holguín, Revista trimestral, Año VIII, Octubre-diciembre, 2018.
- BATULE, E.**, 2017. *La clarificación del jugo de caña y la meladura*. Publicado en Serie azucarera 15. 281 p.
- BORDA, J.**, 2017, *“El mantenimiento moderno (proactivo)*. Publicado en Mantenimiento (España) 70: 37-38.”
- CABRERA, R.**, 2018. *“Análisis del mapeo de cadena de valor”* visualizado el 10/10/2019 en: <http://www.gestiopolis.com/vsm-value-stream-mapping-analisis-cadena-valor/>
- CANALES, C.** (2017). *Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la Metodología RCM para el Departamento de Patio de Caña*. Cartago., Colombia
- CARRIÓN, L.**, 2016, *El Balanced score Card y la función de recursos humanos: de administrador de personal a Socio Estratégico*, Lima Perú
- CASTILLO, F.**, 2018. *La manufactura esbelta* Publicado por Cuautitlán Izcalli, Visualizado el 10/10/2019 en: <http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/>
- CEBALLOS, R.**, 2017. *“Manual de organización, planificación y control del mantenimiento en ingenios azucareros.”* Publicado en colección GEPLACEA serie del mantenimiento industrial. (México): 5-61.
- CHANG, E.** (2018). *Propuesta de un Modelo de Gestión de Mantenimiento Preventivo para una Pequeña Empresa del Rubro Minería para Reducción de Costos del Servicio de Alquiler*. Lima
- CHASE, R.**, 2018. *Administración de operaciones*; Publicado en duodécima edición. México: Mc Graw-Hill. ISBN: 978-970-10-7027-7.

- CHÁVEZ, J.**, 2018. *Cadena de valor, estrategias genéricas y competitividad*.
Publicado por. Instituto Tecnológico y Oaxaca, México
- CHEN, J.**, 2018. *Manual del azúcar de caña*. Publicado en México: Limusa, 1201 p.
- CHIAVENATO, I.**, 2016, *Administración de Recursos Humanos*. McGraw Hill
- CÓRDOBA, F.** (2015). *Implementación de Rutas de Trabajo y Tableros de Control para la Planeación de Mantenimiento* de la Sección de Soldadura del Ingenio Providencia S.A. Pereira. Colombia
- CUATRECASAS, L.** (2016). *TPM - Total Productive Maintenance*. Publicado en Barcelona, España: Ediciones Gestión
- DE LA TORRE, M.** 2018, *Bioteología y el aprovechamiento de los derivados de la caña de azúcar*, Publicado por GEPLACEA-PNUD, México
- DOUNCE, E.** (2017). *La productividad en el mantenimiento industrial*. Publicado en 2a. reimpresión. México: CECSA, 295 p
- ESPINOSA, K. y RAUDA, A.** 2017. *Estudio de factibilidad técnico financiero para el diseño de un sistema de manufactura esbelta* en un ingenio azucarero Publicado por la Universidad Matías Delgado San Salvador, El Salvador
- FRANKLIN, E.** 2017, *Organización de Empresas, Análisis, Diseño y Estructura*, McGraw Hill
- GARCÍA, L.** 2017. *La agroindustria azucarera de México frente a la apertura comercial*, Publicado por la Universidad Autónoma Chapingo México
- GARRIDO, S.**, (2016). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Publicado en Fernández: Díaz Santos SA.
- GARZÓN, H.** 2017, *Indicadores de Gestión por procesos: Herramienta básica para el mejoramiento*, INLAC, Universidad Latinoamericana de la Calidad, Colombia
- HERNÁNDEZ, P.** 2018, *Diseño, desarrollo y documentación del proceso de Gestión de talento humano* en el ingenio azucarero del norte Publicado por Universidad Politécnica del Ejercito Ecuador
- HILDEBRAND, C.** 2017, *Independent Assessment of the Sugar Industry* Publicado por Minister for Agriculture, Fisheries and Forestry Camberra Australia
- HUGOT, E.** 2016, *Handbook of cane sugar engineering*. Publicado, 3a Ed. New York: Elsevier. 911 p.

- KESTWAL, C.** 2017. *Implementation of Total Maintenance (TPM) in Machine*. Visualizado el 11/10/2019 en <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web>
- LAZO, Y.** 2018, *Diseño de plan de mantenimiento preventivo para la planta de la Central azucarera Chucarapi Pampa Blanca S.A.*, Universidad San Agustín, Arequipa
- LLONTOP, L.** 2018. *Propuesta de Implementación del Mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca*, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo
- MADARIAGA, F.** 2018. *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Publicado Madrid: Bubok Publishing S.L., ISBN: 978-84-686-2814-1
- MARTÍNEZ, I.** (2019). *Modelo para aplicar al mantenimiento Productivo Total a los sectores de bienes y Servicios, visualizado el 11/10/2019 en I. S. (2009)*. <http://www.academia.edu/accounts.Google.Com/o/oauth2/postmessageRelay?parent=http%3A%2F%2F>
- MORALES, J.** (2017). *Propuesta para la Planeación y Programación del Mantenimiento a través de Indicadores en el Ingenio La Unión S.A. Guatemala*.
- NAVARRETE, E.** (2016). *Mantenimiento Industrial*, Publicado por Ed. Imprenta “Andrés Voisin”
- NORIEGA, J.** (2018). *Diseño del Plan de Mantenimiento en conductores de bagazo de caña en un ingenio azucarero*, Publicado por Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Guatemala
- PAREDES, F.** (2017). *Propuesta de Mejora en la Gestión de Mantenimiento de los Equipos del Área de Producción para Incrementar la Rentabilidad de la Empresa de Confecciones Danpar E.I.R.L.* Trujillo, Perú
- RAMÍREZ, J.** (2017). *Metodología para Optimizar Estrategias de Mantenimiento en el Área de Molienda de Incauca S.A.* Cali. Colombia
- REIN, P.** (2017). *Ingeniería de la caña de azúcar*. Publicado en Berlín: Bartens KG, 720 p.

- RIZZO, P.** (2017). *Ministerio de Agricultura y Ganadería* Publicado por Servicio de Información Agropecuaria
- ROEBELING, D.** (2017). *Exploring environmental-economic benefits from agricultural diversification in the sugar industry: an integrated land use and value chain approach*: Publicado por Proceedings of 26th Conference of the International Association of Agricultural Economists (IAAE), Gold Coast, Australia
- SÁNCHEZ, F.** (2017). *Desarrollo de la producción de caña y azúcar en la República Mexicana*, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco Edo. de México.

ANEXOS

Anexo 01. Turbina No.2 Especificaciones Técnicas General

| Turbina N°2 | |
|--|--------------|
| Especificaciones Tecnicas General | |
| Turbina a Vapor | |
| Fabricante | Brown Boveri |
| Año de Fabricacion | 1957 |
| Tipo de Turbina | DGSS e 18 |
| Potencia | 1,880 KW |
| Potencia Maxima | 2,370 KW |
| Temperatura de Vapor Vivo en la Admision | 330 °C |
| Presion de Vapo en la Admision | 30kg/cm2abs |
| Vapor de Escape | 2kg/Cm2 |
| Velocidad | 8700 Rpm |
| Reductor | |
| ZAHNRADETRIEBE | |
| GEARING | |
| Modelo | BB29636 |
| T y P | NS 54 |
| Velocidad Inicial (N/M) | 8700 |
| Velocidad Final (N/M) | 1800 |
| Año de Fabricacion | 1957 |
| | |

Anexo 02. Características del Generador y Excitatriz

| Generador | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--|--|--|--|--|
| Fabricante | Brown Boveri | | | | | |
| Año de Fabricacion | 1957 | | | | | |
| Tipo | WR-54g | | | | | |
| Modelo | B63038 | | | | | |
| Potencia (kVA) | 2,960 | | | | | |
| Potencia (KW) | 2,370 | | | | | |
| Factor de Potencia | 0.8 | | | | | |
| Voltaje (V) | 460 | | | | | |
| Amperaje | 3720 | | | | | |
| Velocidad Inicial (N/m) | 2250 | | | | | |
| Velocidad Final (N/m) | 1800 | | | | | |
| Frecuencia (Hz) | 60 | | | | | |
| Fases | 3 | | | | | |
| Voltaje excitacion | 50 | | | | | |
| Amperaje de excitacion | 266 | | | | | |
| | | | | | | |
| Excitatriz | | | | | | |
| Fabricante | Brown Boveri | | | | | |
| Modelo | GF124a | | | | | |
| Voltaje | 50 | | | | | |
| Ve | 50 | | | | | |
| Amperaje | 270/310 | | | | | |
| Velocidad Inicial (N/M) | 2250 | | | | | |
| Velocidad Final (N/M) | 1800 | | | | | |
| Potencia minima (KW) | 13.5 | | | | | |
| Potencia maxima (KW) | 15.5 | | | | | |