



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS
OPERATIVOS EN EL CALDERO DE LA EMPRESA
INDUSTRIAL CENTER WASH ”.**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
Bach. León Flores, Abel Antonio

ASESOR:
Ing. Jhon Cruz Yupanqui

TRUJILLO – PERÚ
2016

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.

A mi madre, por darme la vida, por el apoyo constante, por ser ejemplo de sencillez y humildad y nunca dejar de confiar en mí.

A mi padre, por recomendarme constantemente a terminar esta tesis, por ser ejemplo de emprendedor.

A mi hermosa e inteligente hija leonella, porque desde que llegaste a mi vida, eres una gran motivación a seguir adelante y cuando leas esta dedicatoria entiendas que no existe nada que nos pueda detener para cumplir nuestros sueños.

A mis Hermanos por estar ahí siempre a mi lado animándome a seguir adelante.

EPÍGRAFE

“Dame un punto de apoyo y moveré el Mundo”

(Arquímedes)

AGRADECIMIENTO

A la Empresa industrial Center Wash por
Abrirnos la puerta de su fábrica para la
Realización de este trabajo.

Al Ingeniero Jhon Cruz Yupanqui por el apoyo
Constante para la realización de este trabajo.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL CALDERO DE LA EMPRESA INDUSTRIAL CENTER WASH ”.

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de diciembre del año 2015 hasta agosto del año 2016, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. León Flores Abel Antonio

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Jhon Cruz Yupanqui

Jurado 1: Marco Baca López

Jurado 2: Ramiro Mas McGowen

Jurado 3: Rafael Castillo Cabrera

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo en el caldero, para reducir los costos operativos de la empresa Industrial Center Wash SAC. Dedicada al lavado industrial de Denim. La problemática se basa en falta de un Programa de Mantenimiento Preventivo para el caldero ya que la empresa mucho recurre al mantenimiento correctivo.

El objetivo principal de este trabajo es la Propuesta de un Mantenimiento Preventivo y así reducir los costos operativos.

Para lograr el mencionado objetivo se realizó primero un diagnóstico de cómo se está llevando el mantenimiento, esto se realizó fundamentalmente para conocer la situación actual del caldero, con la finalidad de proponer mejoras que ayuden alcanzar el objetivo propuesto.

Por último se realizó una proyección de 5 años de la evaluación económica y financiera, del Programa de Mantenimiento Preventivo y la cual nos indica que los beneficios mensuales serán de S/.2827.78 nuevos soles, además se obtuvo un TIR del 4% que es mayor que COK que es del 3% y un VAN de S/. 9360.16 nuevos soles por lo que este proyecto es viable.

ABSTRACT

This study aimed the proposal of a Preventive Maintenance Program in the cauldron, to reduce operating costs of the company Industrial Wash Center SAC. Dedicated to industrial washing Denim. The problem is based on lack of a program of preventive maintenance for the pot as the company much recourse to corrective maintenance.

The main objective of this work is the proposal of a preventive maintenance and reduce operating costs.

To achieve the above objective diagnosis of how maintenance is being performed is first, it was mainly conducted to know the current situation of the cauldron, in order to propose improvements to help achieve the objective.

Finally a projection of the economic and financial evaluation, Preventive Maintenance Program and which indicates that the monthly benefits will be S / .2827.78 nuevos soles, also an IRR of 4% which is higher obtained was realized that COK is 3% and NPV of s / . 9360.16 nuevos soles so this project is viable.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPITULO 1	
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1 Descripción del problema de investigación.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3. Delimitación de la investigación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5 Justificación.....	6
1.6. Tipo de Investigación.....	6
1.7. Hipótesis.....	6
1.8. Variables.....	6
1.8.1. Sistema de variables.....	6
1.8.2. Operacionalización de Variables.....	7
CAPITULO 2	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	9
2.2 Base Teórica.....	11
2.2.1. Proceso del lavado industrial de jeans.....	11
2.2.2. El Mantenimiento.....	13
2.2.3. Programa de Capacitación.....	17

CAPÍTULO 3	
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	23
3.1 Descripción general de la empresa	24
3.1.1. Reseña Histórica	24
3.1.2. Misión, visión y valores	25
3.1.3. Estructura organizacional	25
3.1.4. Clientes	27
3.1.5. Proveedores	27
3.1.6. Maquinarias y Equipos	27
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis	27
3.3 Identificación del problema e indicadores actuales	29
CAPITULO 4	
SOLUCION PROPUESTA	35
4.1 Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo	36
4.1.1 Diseño del programa de mantenimiento preventivo.	36
4.1.2. Diseño de la organización	37
4.1.3. Organigrama del departamento de mantenimiento	37
4.2. Inventario de las Maquinas	42
4.2.1 Análisis de Criticidad de las Maquinas	42
4.3. Diseño de la documentación a emplear en la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo	43
4.4. Normas Básicas de seguridad en el Caldero	53
4.5. Programa de Capacitación	56
CAPITULO 5	
EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA	60
5.1. Costos de la implementación del programa de mantenimiento preventivo	61
5.2. Costos operativos	64
5.3. Beneficios	65
5.4. Indicadores económicos de la propuesta	67
CAPITULO 6	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70

Conclusiones	71
Recomendaciones.....	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	75
ANEXO A: Fórmulas de indicadores.....	76
ANEXO B: Matriz de criticidad de máquinas	77
ANEXO C: Cálculo de los beneficios de la propuesta	78
ANEXO D: Caldero.....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Organigrama de la Empresa Industrial Center Wash.....	26
Figura N°02: Diagrama del proceso Industrial del lavado de jeans.....	29
Figura N°03: Diagrama de Pareto 2	32
Figura N°04: Organigrama del Área de Mantenimiento propuesta	37
Figura N°05: Ficha de programación de rutinas de mantenimiento preventivo	48
Figura N°06: Ficha de orden de trabajo	49
Figura N°07: Ficha histórica de mantenimiento	51
Figura N°08: Ficha de control de paradas	52
Figura N°09: Ficha de informe de control de costos.....	52

INDICE DE TABLAS

TablaN°01: Operacionalizacion de Variables	7
Tabla N° 02: Personal encuestado	31
Tabla N° 03: Matriz priorización	32
Tabla N° 04: Indicadores.....	33
Tabla N° 05: Costos actuales	34
Tabla N° 06: Perfil de puesto Jefe de Mantenimiento	38
Tabla N° 07: Perfil de puesto de Supervisor de Mantenimiento eléctrico	39
TablaN°08: Perfil de Puesto Supervisor de Mantenimiento Mecánico	40
Tabla N°09: Perfil de Puesto Practicante de Mantenimiento.....	41
Tabla N°10: Inventario de máquinas.....	42
Tabla N° 11: Criticidad de máquinas	43
Tabla N° 12: Resumen del análisis de criticidad de las máquinas	43
Tabla N° 13: Mantenimiento preventivo para el caldero Diario	45
Tabla N°14: Mantenimiento preventivo para el caldero semanal	45
Tabla N°14: Mantenimiento preventivo para el caldero semanal	46
Tabla N°15: Mantenimiento preventivo para el caldero semestral	47
Tabla N°16: Mantenimiento preventivo para el caldero Anual	48
Tabla N° 17: Resumen de inversión para la Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo	62
Tabla N° 18: Resumen de los beneficios proyectados	67
Tabla N° 19: Indicadores económicos de la propuesta	68
Tabla N° 20: Flujo económico de la propuesta.....	69

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación sobre la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos de la Empresa Industrial Center Wash SAC - Lima, describe en los siguientes capítulos, en el programa de mantenimiento preventivo.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se describe un diagnóstico de la realidad actual de la empresa.

En el Capítulo IV, se describe la solución de la propuesta que concierne a la solución del problema planteado.

En el Capítulo V, se describe, la evaluación económica, que va a necesitar dicha propuestas y viabilidad del programa.

En el Capítulo VI, se describe los resultados y discusiones de la propuesta planteada.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además la presente investigación permitirá a los lectores conocer los costos incurridos, el perfil de puestos y una guía de seguridad sobre el programa de mantenimiento preventivo.

CAPITULO 1
GENERALIDADES DE LA
INVESTIGACION

1.1 Descripción del problema de investigación

El sector industrial en el mundo se ha ido diversificando, siendo las principales ramas de la actividad industrial tales como la minería, alimentación, maquinaria industrial, papel, textil.

La importancia del sector textil en el mundo ha impactado en todas las regiones y la región latinoamericana no ha sido la excepción y en el Perú el sector textil es uno de los sectores con mayor PBI siendo un sector estratégico con capacidad de estimular a otros sectores y con posibilidades de generar empleo.

En muchos de los procesos industriales textiles, se requiere de la aportación de calor en diferentes estados (Vapor, fluido térmico), la forma que se antoja imprescindible la presencia de calderas para su producción

Estas calderas suponen uno de los puntos de consumo más elevados de un establecimiento industrial, por lo que se considera de suma importancia tomar medidas para aumentar el ahorro energético y, en consecuencia, mejorar la competitividad de la industria en cuestión, es por eso la importancia de un programa de mantenimiento preventivo de los calderos de las empresas industriales textiles.

La empresa Creative Group, es una empresa industrial textil que confecciona prendas de vestir en tela jeans en el “Emporio comercial de Gamarra” en la ciudad de Lima. Durante los 18 años que lleva en el negocio, han ido creciendo poco a poco y en el anhelo de contar con todo el proceso completo en la confección de jeans.

El 01 de febrero del 2010 funda la Empresa Industrial Center Wash S.A.C dedicada al servicio de lavado, limpieza y teñidos de telas para la confección de prendas de vestir.

La empresa cuenta hasta el momento con 18 colaboradores que trabajan en las distintas áreas y con las siguientes máquinas, 4 Lavadoras Industriales, 3 secadoras Industriales, 3 planchas Industriales y 1 vaporizador. Todas estas máquinas funcionan con dos fuentes de energía, eléctrica y a vapor, la energía a vapor es suministrada por un caldero la cual se mantiene en funcionamiento de 12 horas por día y 6 días a la semana, con el aumento de la demanda, se mantiene trabajando en doble turno.

El Corazón de todo este proceso de producción es el caldero, la cual proporciona el vapor a todas las máquinas, ha venido presentando constantes fallas, ocasionando un promedio de 10 horas de parada total de la producción al mes y desperdiciando vapor ocasionado por las tuberías dañadas por la corrosión y por el sobre calentamiento, originando costos de reparación en promedio de S/.5357.5 x cada parada, pago de horas extras de S/.7637.5, S/. 4108.33 de energía eléctrica, S/.6000 costo de agua y S/. 3613.33 en combustible por cada parada lo cual representa el 35% de los costos operativos y reduciendo la productividad de la lavandería a 117 prendas por hora (58.5% de eficiencia) para una capacidad que está diseñada para una productividad de 200 prendas por hora en promedio.

La empresa tiene 03 personales a cargo en el mantenimiento del caldero un jefe de mantenimiento, un ayudante y un electricista, este personal es técnicos de experiencia y no tiene estudio en tema, además no disponen de fichas técnicas de ninguna máquina existente en la lavandería, ni planos ni manuales necesarios.

Todo esto debido a la no existencia de un programa de mantenimiento preventivo.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué manera la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo, en el caldero, impacta en los costos operativos de la Empresa Industrial Center Wash S.A.C?

1.3. Delimitación de la investigación:

1.3.1. Localización de la Investigación

Lugar

Calle. Santa Amelia 711 - Urb. Azcarrunz

Distrito

San Juan de Lurigancho.

Provincia

Lima.

Departamento

Lima.

1.3.2. Institución donde se desarrollará el proyecto

El trabajo de campo y la recolección de datos de información para la presente investigación se llevará a cabo en los ambientes de la empresa: Industrial Center Wash S.A.C, específicamente en el área donde se encuentra el caldero. Las tareas de gabinete (procesamiento y análisis de la información, etc.) se realizarán en las instalaciones de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte y en nuestros hogares según indicaciones de nuestro asesor.

1.3.3. Duración del proyecto

Ocho meses.

<i>Fecha de inicio</i>	<i>13 de diciembre del 2015</i>
<i>Fecha de término</i>	<i>25 de Agosto de 2016</i>

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Reducir los costos operativos mediante la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo del proceso del lavado de la Empresa Industrial Center Wash S.A.C

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del Caldero de la empresa Industrial Center Wash S.A.C.
- Elaborar la propuesta del programa de mantenimiento preventivo para el Caldero de la empresa Industrial Center Wash S.A.C.
- Determinar los beneficios económicos y financieros de la propuesta implementación del programa de mantenimiento preventivo en el Caldero de la empresa Industrial Center Walsh S.A.C.

1.5 Justificación.

La presente propuesta, permitirá a la Empresa Industrial Center Wash S.A.C contar con un programa de mantenimiento preventivo para su caldero, dicho programa traerá como consecuencia la reducción de los costos operativos puesto que se espera que al estar las máquinas en óptimas condiciones para el funcionamiento, debido a la aplicación del mantenimiento preventivo, se logre reducir las horas extras de trabajo, reducción de los costos de energía eléctrica.

En el aspecto económico se justifica, debido a que un programa de mantenimiento preventivo permitirá una mejor conservación de los activos de la empresa; así mismo; gracias a este programa se prevé una mejor utilización de los recursos y una reducción de los costos operativos, lo que repercutirá económicamente en forma positiva para la empresa Industrial Center Wash S.A.C.

En el aspecto Académico, se justifica ya que la presente investigación al aplicar herramientas de Ingeniería, servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones.

1.6. Tipo de Investigación

Investigación Aplicada: porque permite trabajar con metodologías y técnicas que se fundamentan en bases teóricas–científicas, las que nos sirven como instrumento para el desarrollo del proyecto.

1.7. Hipótesis

La propuesta de un programa de mantenimiento preventivo en el caldero de la empresa Industrial Center Wash SAC reduce los costos operativos.

1.8. Variables

1.8.1. Sistema de variables

- **Variable independiente.**

Propuesta de un programa de Mantenimiento preventivo.

- **Variable dependiente.**

Costos operativos.

1.8.2. Operacionalización de Variables

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿De qué manera la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo impacta en los costos operativos en el caldero de la empresa Industrial center Wash SAC?	La propuesta de un programa de mantenimiento preventivo reduce los costos operativos en un 18% del caldero de la empresa industrial Center Wash SAC.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Disponibilidad A=(TON/TF)x100%
		Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo	Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo CP=(AR/AP)x100%
		VARIABLE DEPENDIENTE	Costo de horas extras. CTHE=Σ(QHETxCHE)
		Costos operativos	Costo de energía eléctrica. CE=ECxPE Costo de mantenimiento. CM=CMR+CHHM

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 2

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Esta investigación, se ha elaborado en base a una búsqueda bibliográfica y haciendo un análisis de la información encontrada, se denotan algunos antecedentes encontrados.

LOCAL

Título: “Plan de Mantenimiento Preventivo basado en un Modelo de Simulación Discreto, aplicado al área de bloques y adoquines de concreto de una Empresa productora de Cemento”

Autor: Ing. José Francisco Farro Medranda.

Ing. Guillermo Alonso Córdova Medina

Universidad: Universidad Privada César Vallejo.

Año: 2010

En esta tesis elaborada para obtener el título de Ingeniero Industrial. Se determina los equipos y fallas críticas de las unidades de producción del área, a fin de priorizarlo dentro del modelo, desarrolla el modelo de simulación discreto, para ello se usa como base los periodos de enero-marzo, se lleva a cabo una contrastación de los resultados obtenidos por el modelo de simulación con las fallas reales ocurridas en el periodo abril-mayo, se verifica la validez del modelo y se plantea un pronóstico de fallas significativas para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo propuesto; del estudio se concluyó que: relacionando los costos totales de mantenimiento de la empresa, en dos escenarios: sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento, se pudo observar que durante los periodos de abril a mayo del 2009, el costo con plan de mantenimiento es menor en un 45.44%, lo cual incrementa el beneficio económico de la empresa en S/. 25680.20, en los periodos de evaluación.

NACIONAL

Título: “Propuesta de un sistema de mantenimiento preventivo y de logística
Para Firth Industries Perú S. A.”

Autor: Ing. Álvaro Mauricio Blancas Castro.
Ing. Jorge Luis Rodríguez Gutiérrez

Universidad: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada

Año: 2005

En esta tesis elaborada para optar el grado académico de Magister en Gestión de Operaciones en la en el año 2005; se concluye que: la implementación de un sistema para la planificación de los trabajos de mantenimiento, así como para planificación y control de los inventarios del área de Mantenimiento, permitirá mejorar la gestión de inventarios con el consiguiente beneficio del aumento en el cumplimiento de la programación de tareas de mantenimiento. Lo que permitirá evitar reparaciones costosas y pérdidas de tiempo por la falta de disponibilidad de máquinas. Por extensión, el departamento de Producción será beneficiado, debido a la mayor disponibilidad de máquinas y equipos, lo que permitirá una producción más eficiente. La aplicación del mantenimiento preventivo como el único tipo de mantenimiento, se sustenta en que el paso de un estilo netamente correctivo a uno planificado (preventivo) involucra una gran inversión de tiempo, pero sobretodo un cambio de mentalidad, lo que genera un gran despliegue por parte de las jefaturas. Los otros tipos de mantenimiento (predictivo, proactivo, etc.) podrían proponerse para una etapa aún lejana. En conclusión con la implementación del mantenimiento preventivo, Firth estaría dando un gran paso a la elevación de su disponibilidad, confiabilidad de sus equipos y a reducir el costo de sus operaciones, pero por sobre todo a aumentar la satisfacción de sus clientes.

INTERNACIONAL

Título: “Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la empresa “Bioalimentar Cia. Ltda.”

Autor: Ing. Maricela de Lourdes Garcés Guerrero

Universidad: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de Riobamba, Ecuador

Año: 2011

En la tesis titulada, elaborada por para optar el título de Ingeniero de Mantenimiento en la en el año 2011; se concluye que: a) Optimizar el mantenimiento preventivo redujo el costo total de mantenimiento del año 2009 al 2010 en un 7,3%; b) Si se aumenta sin control el mantenimiento preventivo no se disminuirá el costo total de mantenimiento al contrario estos aumentan, es por ello que el mantenimiento preventivo se debe implementar mesuradamente; c) La mejora en los dos ratios de Disponibilidad y eficiencia y la disminución de los costos de mantenimiento aumentan la rentabilidad de la empresa y por tanto tiene influencia directa sobre las utilidades; finalmente d) El mantenimiento ayuda a cumplir el objetivo principal de la empresa, que es generar rentabilidad

2.2 Base Teórica

2.2.1. Proceso del lavado industrial del jeans

Jeans o Denim: Es una tela de algodón con una trama blanca y una urdimbre triturada y engomada. El origen del denim es el país de Francia en la localidad de Nimes y el nombre de jeans viene de Genoma donde comienza la tinturada del denim con un colorante natural en indigo. En 1853 Levi Strauss patenta las primeras prendas del jeans.

Lavado Industrial: Son los procesos realizados sobre las prendas con agua e insumos químicos como la Enzima, permanganato, lejía, etc. para brindarles características como: buen tacto, caída y/o una apariencia de desgaste o envejecimiento acordes a las tendencias de la moda.

Fases del proceso: En todas las industrias del Lavado de jeans, el proceso del Lavado sigue unos lineamientos básicos, compuestos por etapas de recepción, desengomado, raspado, moteado, centrifugado, secado y planchado. Aunque para cada modelos de jeans se agregan dos etapa más que es el de focalizad y el rasgado.

A continuación se detallan las etapas del proceso del lavado:

1) Recepción de los Jean: La recepción de las prendas que se van a lavar, se contabilizan y luego todos los datos se colocan en una ficha de ingreso.

Desengomado: El proceso de Desengome tiene como objetivo la eliminación de los agentes encolantes o gomas aplicados a los hilos de urdimbre durante la fabricación de la tela. Se utiliza el agua y el quinluber a una temperatura de 75°C por un tiempo de 30 minutos.

Raspado: El proceso de Raspado tiene como objetivo hacer que la prenda sea más ligera que tenga mayor suavidad utilizando el agua y la enzima acida.

Moteado: El proceso de moteado tiene como objetivo eliminar el color de la tela (Denim), brindándose diferentes tonos o intensidades del colorante, desde el tono oscuro hasta un tono claro.

Centrifugado: El Proceso de centrifugado consiste en la remoción o la extracción del agua existente en las prendas

Secado: El Proceso de Secado consiste en la remoción completa del agua en las prendas.

Planchado: Es un proceso, que funciona con una plancha neumática la cual funciona con energía eléctrica y vapor, que busca que la prenda esté libre de arrugas.

2.2.2. El Mantenimiento

Definición: el mantenimiento es toda actividad administrativa y técnica que se desarrolla relacionada al buen funcionamiento, conservación y reparación de las máquinas, equipos e instalaciones.

Se puede definir también como una serie de pasos o actividades que deben ser realizadas en el equipo, maquinaria e instalaciones con el fin de mantenerlos en un nivel de servicio adecuado para el cual fueron creados.

Tipos de Mantenimiento: se identifica los siguientes tipos de mantenimiento requerido para las maquinarias en general:

1) Mantenimiento preventivo:

Es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas, programadas y de trabajos previstos o determinados necesarios. Garantiza la disponibilidad de equipos e instalaciones de la unidad, crea confiabilidad en el uso de los equipos e instalaciones, asegura que el proceso opere normalmente dentro del control, preservando las inversiones del capital.

Se basa en programas rutinarios de mantenimiento y sustitución de partes, trata de anticiparse a las ocurrencias de fallas. Su objetivo es la detección anticipada de condiciones de trabajos anormales y de solicitar la ejecución de los servicios necesarios para que los problemas detectados sean corregidos en su fase inicial y así obtener el máximo rendimiento de las máquinas.

a) Pasos para implementar un plan de mantenimiento preventivo

- **Paso 1:** Se debe realizar un inventario de los equipos para conocer el tipo, cantidad y estado de los mismos. Acá se deben elaborar las fichas técnicas de cada equipo, donde se incluyan datos como tipo de equipo, fabricante, ubicación, datos de placa de características, lista de repuestos, planos, etc.

- **Paso 2:** Asignar tipo de mantenimiento y criticidad, se debe clasificar los equipos según su importancia en la planta o según los daños que pueda ocasionar en caso fallar. La criticidad debe ser determinada por personal de operaciones, mantenimiento y gerencia.

- **Paso 3:** Elaborar listas de trabajos, se refiere a trabajos de mantenimiento preventivo a realizar en las máquinas para cumplir los requisitos de mantenimiento, desde básicas hasta complejas y puede ser realizado por operadores o por personal de mantenimiento. Puede tener diferentes frecuencia de realización: diaria, semanal, mensual; con su tiempo estimado de ejecución.

- **Paso 4:** Desarrollar órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, es el documento con el que el personal de mantenimiento ejecuta el trabajo, en estas órdenes se definen los recursos necesarios (personas, repuestos, herramientas, materiales), procedimiento de trabajo, fecha, hora y lugar de ejecución. Además de estiman los costos y los tiempos de ejecución de los trabajos; una vez realizado el servicio se cierra la orden de trabajo con la información real de hora de inicio y fin, repuestos y materiales usados, observaciones, etc.

- **Paso 5:** Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, debe existir un programa anual para cada máquina según frecuencias por tiempo, horas de funcionamiento, unidades producidas, etc. Debe existir retroalimentación para mejorar el plan de mantenimiento en cuanto a tareas o frecuencias. La programación de los trabajos debe considerar la nivelación de carga del trabajo diario para tener la misma dotación de personal y cumplimiento de tareas de mantenimiento preventivo.

- **Paso 6:** Mantener un historial de máquina, es decir que se debe considerar todos los trabajos realizados a la maquinaria. Esta información es muy importante pues permitirá detectar fallas repetitivas y plantear mejoras en el equipo (causa raíz, rediseño, etc.), establecer costos totales de mantenimiento para compararlos con el costo de reemplazo. El análisis del historial de la máquina nos permitirá ajustar el mantenimiento preventivo.

- **Paso 7:** Desarrollo de un sistema de informes de mantenimiento preventivo, se refiere a reportes sobre cuán bien se están realizando las actividades de mantenimiento preventivo donde se indiquen el cumplimiento de las ordenes de trabajo, las horas de parada de máquinas, los costos y los diferentes indicadores de mantenimiento que se pretenda controlar. Estos informes deben estar dirigidos al gerente, al jefe de producción, a los técnicos, etc.

- **Paso 8:** Organización del mantenimiento preventivo, pues resulta siendo el soporte de los pasos anteriores. Es recomendable tener personal dedicado exclusivamente al mantenimiento preventivo, se debería contar con un planificador en el área de mantenimiento

b) Análisis de criticidad de equipos

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, dirigiendo el esfuerzo y los recursos a áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana,

confiabilidad de proceso, confiabilidad de diseño y confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, es difícil disponer de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de la empresa.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio de debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidad da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional. Se inician las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costes de operación y de mantenimiento, porcentaje de fallos y tiempo de reparación, principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera una puntuación para cada elemento evaluado.

La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito, aumentando la rentabilidad.

Mantenimiento predictivo:

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle.

Técnicas utilizadas: Se basa en la utilización de nuevas tecnologías de instrumentación a través de las siguientes técnicas:

a) Pruebas de desgaste: se utiliza el espectrofotómetro de absorción atómica, el cual muestra la presencia de material ajeno al aceite. Por medio de ases de luz identifica los elementos presentes en el aceite, información sumamente útil para determinar el elemento de la máquina que está sufriendo desgaste.

b) Pruebas de vibración: se observan las oscilaciones y amplitudes para determinar si se encuentra dentro de los parámetros permisibles.

c) Temperatura: se utilizan termómetros y pirómetros, este último mide grandes temperaturas.

d) Pruebas de espesor: se utiliza equipo de ultrasonido.

2) Mantenimiento correctivo:

Son todos los trabajos y actividades que se realizan para corregir una falla o interrupción en la operación de un equipo. Se basa en la reparación de ocurrencia de fallas; no existe una programación anticipada de mantenimiento, generando costos altos por la pérdida de producción o a la falta de prestación del servicio, derivado de los tiempos de inactividad del equipo. Cuando el trabajo es crítico donde está en peligro la vida de la persona, o si ocurre una falla en el proceso que ocasione disminución o pérdida inminente de productos y servicios, se denomina trabajo de emergencia.

2.2.3. Programa de Capacitación

La capacitación, es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual el personal adquiere o

desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a aspectos de la organización.

2.2.3.1. Elementos de un programa.

Los elementos de un programa son los que se detallan a continuación.

- Contenido temático del evento.
- Técnicas grupales e institucionales que facilitarán el proceso instrucción - aprendizaje.
- Los recursos didácticos que apoyarán y facilitarán la asimilación de conocimientos a los participantes.
- Recursos financieros y materiales requeridos para efectuar las acciones.
- Duración total en horas de cada uno de los eventos que se programen.
- El instructor y/o institución capacitadora responsable de los eventos previstos.

2.2.3.2. Modalidades para impartir capacitación.

Elaborados el plan y programas de capacitación, el siguiente paso es llevarlos a la práctica; es decir, operar las acciones de capacitación. Para ello se deben prever algunos aspectos antes, durante y después de la realización de los eventos.

1. Seleccionar la modalidad de capacitación más adecuada:

➤ CURSO

Evento de capacitación formal.

Desarrolla la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes.

Puede combinar la teoría y la práctica. Su duración depende del tiempo disponible y contenidos, en promedio 20 horas. Se emplea cuando se desea involucrar al trabajador en actividades más teóricas.

➤ TALLER

Evento de capacitación que desarrolla temas vinculados a la práctica.

Es de corta duración (menor de 12 horas).

➤ SEMINARIO

Tiene como objetivo la investigación o estudio de temas.

Los participantes fungen como investigadores.

Se conforman por grupos de discusión y análisis de temas.

Su duración es corta (2 a 4 horas diarias aproximadamente).

Se utiliza para tener un conocimiento más profundo de determinados temas y/o situaciones.

➤ CONFERENCIA

Su finalidad es proporcionar información, datos, temas, etc.

El ponente debe ser un experto que explique, ilustre, etc.

Su duración es relativa, depende de la prolongación de las sesiones.

Se lleva a cabo principalmente para capacitar a personal de nivel directivo y cuando se dispone de poco tiempo para el desarrollo de un tópico o grupo de ellos.

2. Los requisitos para su conformación son:

Revisar el programa de capacitación a fin de determinar con claridad los objetivos generales, particulares y específicos.

➤ Análisis del contenido

Se revisan los temas y subtemas para establecer el manejo, orientación y metodología de instrucción.

Selección, ordenamiento de actividades y técnicas de instrucción

Asignación de tiempos (del instructor y participantes).

Selección de recursos y materiales didácticos a emplear por evento.

➤ Agentes capacitadores

Otro elemento importante a considerar para la operación de las acciones se refiere al papel de los agentes capacitadores, pues de ellos depende en gran medida los resultados que se obtengan de los eventos, son una parte a considerar en la planeación de los

mismos y en las sesiones de instrucción así como un factor sustancial en la presentación del plan y programas de capacitación. Existen diferentes tipos de agentes capacitadores de acuerdo a sus características y funciones así como por lo establecido en los artículos que determinan su fundamentación jurídica.

- Recursos didácticos
 - Audible
 - Grabación (disco y cintas)
 - Video
 - No proyectable:
 - Proyectable:
 - Audiovisual

2.2.3.3. Criterios para seleccionar los recursos didácticos.

Analice los objetivos para definir el área de dominio (cognoscitivo, afectivo, psicomotriz) que se trabajará.

Considere la madurez, interés y aptitud del grupo para evitar el uso de recursos infantiles, complicados y confusos.

Identifique las ventajas y limitaciones de cada uno de los recursos que se pretende elegir y opte por el que proporcione mayores ventajas.

Al elegir un recurso se debe pensar en mantener un equilibrio, con ello se evitará el abuso de uno solo, que puede provocar aburrimiento.

Considere la actividad particular de instrucción, porque a pesar de que un recurso satisfaga los requerimientos para su utilización, puede no ser adecuado para un tema específico.

Identifique el dominio que tenga del tema y la habilidad como instructor para manejar los recursos.

Observe las instalaciones en donde se llevará a cabo la capacitación: la visibilidad, acústica, iluminación, ventilación, amplitud y recursos con que cuenta la empresa.

2.2.3.4. Realización del evento.

Una vez seleccionados a los agentes capacitadores a través de los cuales se llevará a cabo el desarrollo de los eventos, es necesario considerar las fases correspondientes a la ejecución de los mismos.

La realización de cualquier evento comprende los pasos siguientes:

- Preparación de los participantes:
Se refiere a la organización que debe existir para el desarrollo adecuado de un evento, coordinando las características de los siguientes aspectos:
 - Área ocupacional a la que pertenecen.
 - Nivel que ocupan.
 - Puesto que desempeñan.
 - Edad.
 - Horario de trabajo.

- Preparación del evento:
 - Nombre del curso, taller, conferencia, seminario, etc.
 - Nombre del instructor.
 - Objetivos.
 - Fecha de realización.
 - Horario.

- Preparación Del ambiente:
 - Selección de aulas
 - Condiciones materiales e higiénicas
 - Visibilidad, acústica, ventilación. etc.
 - Servicios complementarios: cafetería, materiales, servicios, etc.

2.2.3.5. Ejecución del programa.

Es la realización propiamente dicha de los eventos de capacitación, en ese momento se deben considerar:

- La intervención y desempeño de los agentes capacitadores.
- Ratificación de los coordinadores.

- Asistencia de los participantes.
- Óptimo funcionamiento de las instalaciones.
- Desarrollo de los cursos, módulos, talleres, etc.
- Cumplimiento permanente de los objetivos.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1. Descripción general de la empresa

Industrial Center Wash SAC, es una empresa dedicada al servicio de lavado, limpieza y teñidos de telas, brindando una buena calidad en los acabados y a un bajo costo.

3.1.1. Reseña Histórica

Industrial Center Wash SAC, nace a partir de la creación de la empresa Creative Group SAC, la misma que fue fundada en los años noventa por el Sr. Mera, una persona muy emprendedora, en sus inicios se dedicó a vender faldas y polos estampados.

Debido a su esfuerzo, dedicación y sobre todo a una gran capacidad empresarial y visión de futuro, es que en el año de 1995 decide incursionar en la confección y venta de Jean, dedicándose por completo a innovar en la producción de Jean, introduciendo nuevos modelos y una dirección personalizada para producir un producto de buena calidad y lo que le permitió convertirse en líder en la industria.

El 01 de febrero del 2010 funda la empresa Industrial center Wash SAC. Lo que le permite tener todo el proceso completo de producción de Jean, permitiendo a su vez generar más puestos de trabajo.

Es una empresa que ha logrado la integración vertical, pudiendo controlar el producto desde la confección de Jean hasta el lavado final. Este logro se dio gracias a la creación de la empresa Industrial Center Wash, esta empresa de lavado que le permite tener mejores acabados en el menor tiempo a un costo muy bajo.

Así mismo se cuenta con una propiedad de 5 pisos en los Olivos dedicada solamente al corte y armado de Jean.

Industrial Center wash no solo atiende a sus propia marca de Jean sino también brinda el servicio de lavado y teñidos a otras marcas.

3.1.2. Misión, visión y valores

➤ **MISIÓN**

Ofrecer un servicio completo, único y de la más alta calidad, relacionado al lavado, limpieza y teñidos de Jean.

➤ **VISIÓN**

Ser los líderes en el mercado nacional e internacional, mejorando la calidad de nuestros procesos, nuestra atención y nuestro servicio en forma continua.

➤ **CULTURA ORGANIZACIONAL**

- Compromiso con la calidad de nuestros servicios, comprometidos con las normas y políticas de la empresa. Nuestra satisfacción está basada en el trabajo en equipo, capacidad de autocrítica, receptividad, tolerancia, responsabilidad compartida y honestidad.

- Nuestros clientes y proveedores son considerados socios estratégicos y por la tanto son parte de Industrial Center Wash SAC

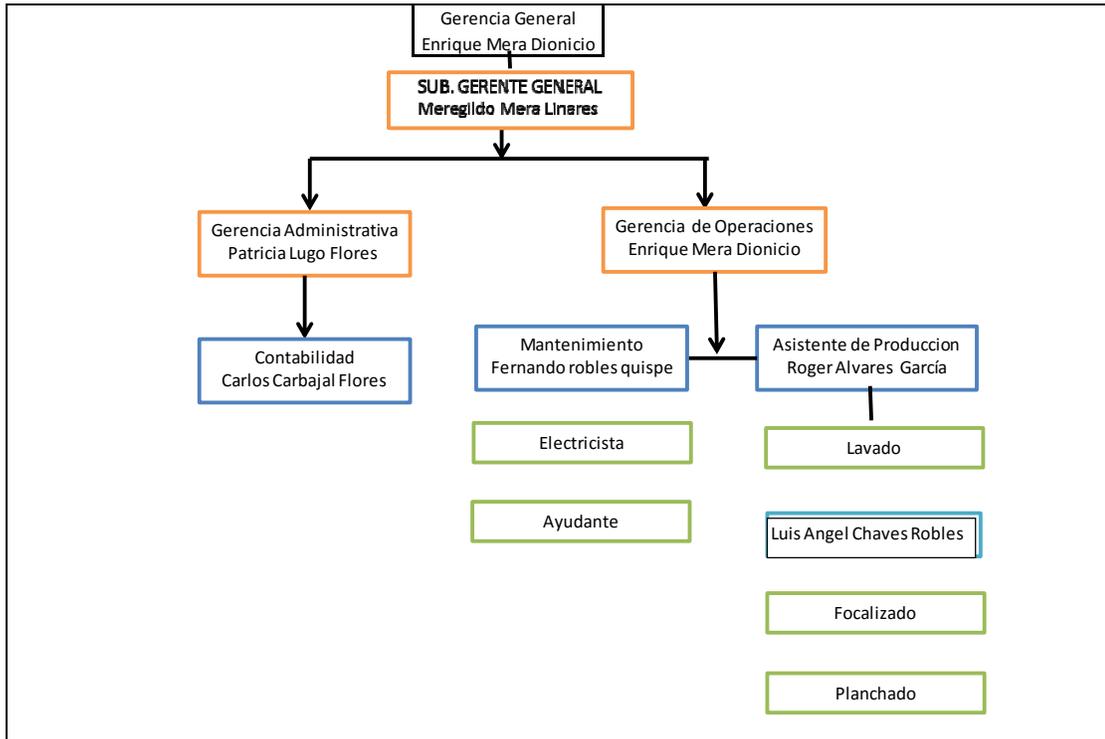
➤ **VALORES**

- Respeto
- Honestidad
- Compromiso en el trabajo
- Trabajo en equipo
- Eficiencia
- Responsabilidad

3.1.3. Estructura organizacional

La empresa presenta una organización vertical, es decir, es notoria la diferencia entre los distintos rangos jerárquicos que existen en sus diferentes áreas.

Figura N°01: Organigrama de la empresa Industrial Center Wash SAC.



Fuente: Elaboración propi

3.1.4. Clientes

- Rcf Jean
- G- onyx Jeans
- Kal Montana
- AB Jean
- Felinas Jean, entre otros.

3.1.5. Proveedores

- Hexa - Química.
- Colortex.
- Auxitex, entre otras

3.1.6. Maquinarias y Equipos

- 4 Maquinas Lavadoras Industriales.
- 3 Secadoras Industriales.
- 3 planchas Industriales.
- 1 Vaporizador.
- 1 Caldero.
- 3 Esmeril.

3.2. Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

En el presente proyecto estoy enfocado a proponer un programa de mantenimiento preventivo en el caldero de la empresa Industrial Center Wash SAC.

3.2.1. Análisis del Proceso

En todas las industrias del Lavado de Jean, el proceso del Lavado sigue unos lineamientos básicos, compuestos por etapas de recepción, desengomado, raspado, moteado, centrifugado, secado y planchado. Aunque para cada modelos de Jean se agregan dos etapa más que es el de focalizad y el rasgado.

A continuación se detallan las etapas del proceso del lavado:

Recepción de los Jeans: La recepción de las prendas que se van a lavar, se contabilizan y luego todos los datos se colocan en una ficha de ingreso.

Desengomado: El proceso de Desengome tiene como objetivo la eliminación de los agentes encolantes o gomas aplicados a los hilos de urdimbre durante la fabricación de la tela. Se utiliza el agua y el quinluber a una temperatura de 75°C por un tiempo de 30 minutos.

Raspado: El proceso de Raspado tiene como objetivo hacer que la prenda sea más ligera que tenga mayor suavidad utilizando el agua y la enzima acida.

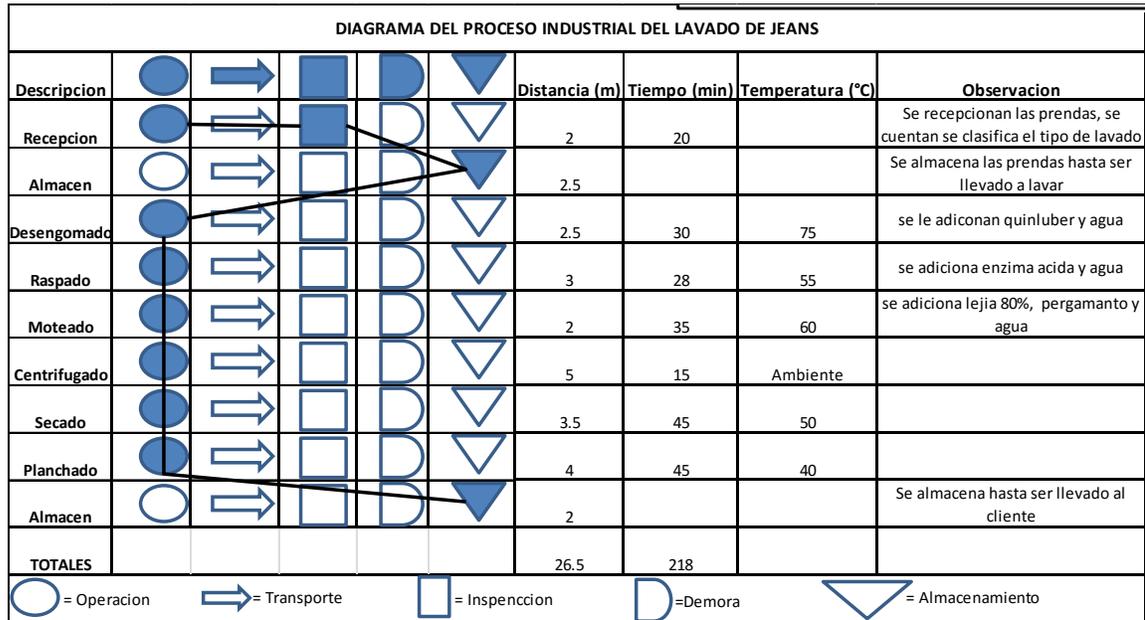
Moteado: El proceso de moteado tiene como objetivo eliminar el color de la tela (Denim), brindándose diferentes tonos o intensidades del colorante, desde el tono oscuro hasta un tono claro.

Centrifugado: El Proceso de centrifugado consiste en la remoción o la extracción del agua existente en las prendas

Secado: El Proceso de Secado consiste en la remoción completa del agua en las prendas.

Planchado: Es un proceso, que funciona con una plancha neumática la cual funciona con energía eléctrica y vapor, que busca que la prenda esté libre de arrugas.

FIGURA N°2 Diagrama del proceso Industrial del lavado de Jean

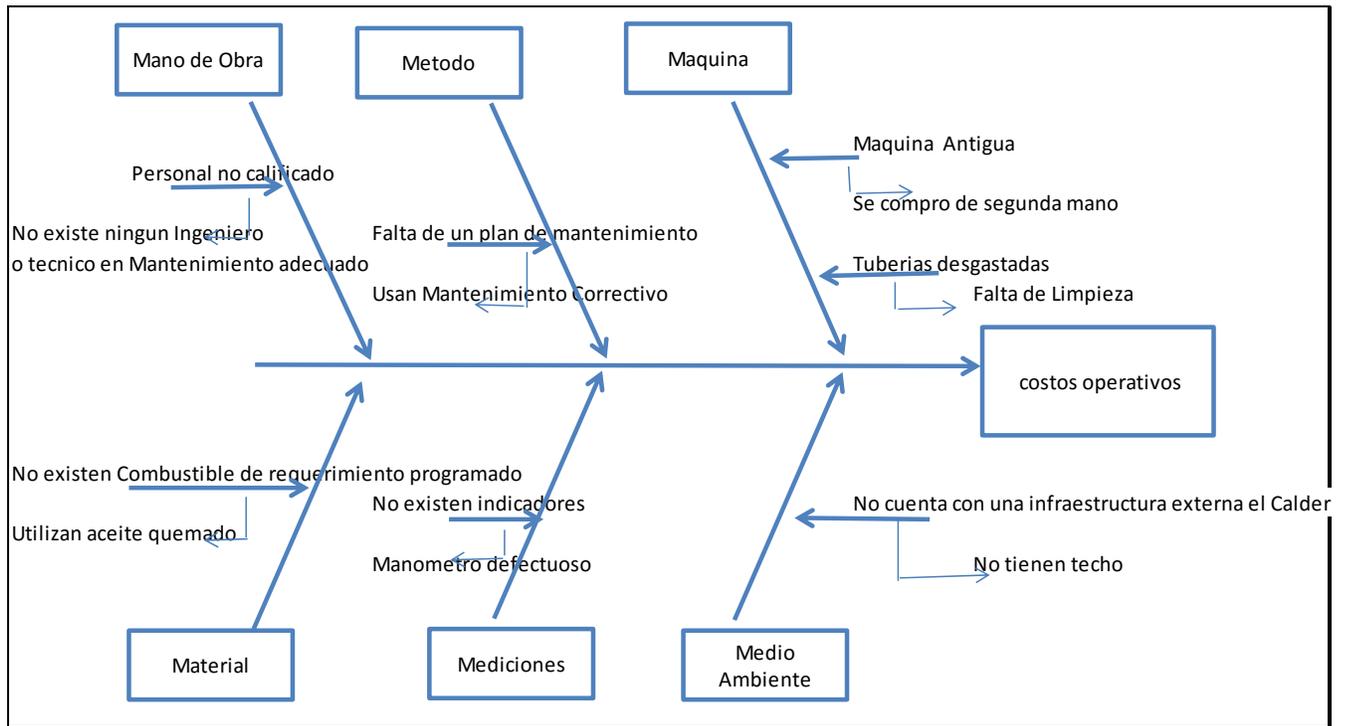


Fuente: Elaboración Propia

3.3. Identificación del problema e indicadores actuales

Para la identificación del problema se realizó un diagrama causa-efecto, también conocido como el diagrama de Ishikawa o de espina de pescado. Este diagrama nos permite encontrar las causas del problema planteado. Además se realizó la valoración de la facilidad o dificultad de la implementación de las posibles soluciones y su impacto que tendrían en la reducción de los costos operativos.

3.3.1. Diagramas Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Pareto

Del diagrama de Ishikawa y después de haber realizado el diagrama de Pareto se elaboró el siguiente cuadro, donde se muestran en forma ordenada de mayor a menor.

Tabla N°03: Matriz Priorización

	TOTAL	%	%ACUMULADO
CR1:Falta de un plan de mantenimiento preventivo	36	13%	13%
CR5:No existe ningún ingeniero o técnico de mantenimiento adecuado.	32	12%	25%
CR2:se compro el caldero ya usado	31	11%	36%
CR6:No existen combustible de requerimiento programado	29	11%	47%
CR4:Usan el mantenimiento correctivo	28	10%	57%
CR7:No existen indicadores	28	10%	67%
CR8:No existen una infraestructura adecuada	27	10%	77%
CR3:Exiten tuberías desgastadas	27	10%	87%
CR9:Maquina Antigua	20	7%	94%
CR10:Exceso de Horas extras	17	6%	100%

FIGURA N° 03 DIAGRAMA DE PARETO

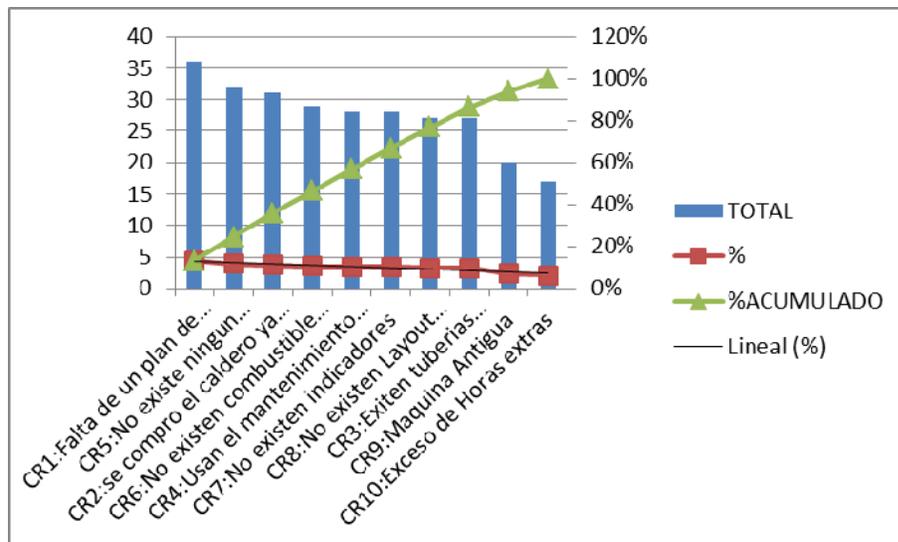


Tabla N°04: INDICADORES

INDICADORES							
CAUSA RAIZ	INDICADOR	VALOR ACTUAL	VALOR META	COSTO ACTUAL	COSTO BENEFICIO	AHORRO PROPUESTO	HERRAMIENTA DE MEJORA
Falta de un programa de mantenimiento preventivo	$CP=(AR/AP) \times 100\%$	0%	85%	S/. 50,766.67	S/. 41,493.06	S/. 9,273.61	Programa de Mantenimiento Preventivo
Personal no calificado	$PC=(\#PREGUNTAS BIEN CONTESTADAS/\#PREGUNTAS EN TOTAL) \times 100\%$	0%	85%	S/. 12,995.00	S/. 10,633.33	S/. 2,361.67	capacitaciones

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se detalla la forma en que han sido valoradas las propuestas para solucionar las causas de los elevados costos operativos encontradas, teniendo en cuenta el diagrama de Pareto:

- **Máquina antigua**, actualmente se tiene una máquina con una antigüedad de 32 años, de la marca Cleaver Brooks. De acuerdo con el dueño de la fábrica, con el transcurrir de los años se han ido incrementando las fallas de estas máquinas a la vez que su rendimiento ha estado reduciéndose paulatinamente.
- **Mantenimiento preventivo insuficiente**, en la empresa en estudio se aprecia que no se realiza mantenimiento preventivo programado debido a la no existencia de un programa de mantenimiento preventivo y las pocas actividades de mantenimiento preventivo que se efectúan (limpieza y lubricación) no son suficientes ni rutinarias y tampoco se lleva ningún tipo de registro de las mismas. Con la propuesta de un programa de mantenimiento se espera mejorar la disponibilidad y aumentar el rendimiento de esta, esto hará que la jornada se reduzca, reduciendo los costos operativos.
- **Exceso de horas extras**, las paradas imprevistas trae como consecuencia el pago de horas extras a los trabajadores. Se considera que la reducción o la

eliminación de las horas extras, se eliminarían los costos operativos que estas ocasionan.

- **Mayormente aplica mantenimiento correctivo**, como ya se mencionó anteriormente en la empresa objeto de estudio no existe un programa de mantenimiento preventivo, lo que origina que se practique casi exclusivamente mantenimiento correctivo, con los elevados costos que estos originan. Con la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo se reduciría la aplicación de mantenimiento correctivo.

Tabla N°05: COSTOS ACTUALES

COSTOS ACTUALES	
COSTO MOD	S/.24,050.00
COSTO DE ENERGIA	S/. 4,108.33
COSTO DE AGUA	S/. 6,000.00
COSTO D COMBUSTIBLE	S/. 3,613.33
COSTO DE MTTO	S/. 5,357.50
COSTO MO MTTO	S/. 7,637.50
	S/.50,766.67

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 4

SOLUCION PROPUESTA

4.1 Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo

En la Empresa Industrial Center Wash S.A.C., no se cuenta con un programa de mantenimiento adecuado para el caldero, además no hay una persona encargada el cual reporte el mantenimiento que se realiza, para así poder tener un registro y hacerle seguimiento del estado del caldero y así evitar los inconvenientes que se puedan presentar.

Para eso se ha realizado un programa de mantenimiento para el caldero.

4.1.1 Diseño del programa de mantenimiento preventivo.

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo se basa en la necesidad de reducir los costos operativos.

La propuesta de un programa de mantenimiento preventivo trae grandes beneficios pero también acarrea grandes responsabilidades, los resultados se lograrán observar a corto y largo plazo. Para alcanzar los objetivos planteados es necesaria la colaboración tanto de la gerencia, como de las áreas involucradas: producción y mantenimiento.

Los aspectos que se consideraron para la elaboración del programa de mantenimientos preventivo propuesto son:

- Diseño de la organización del departamento de mantenimiento y descripción de puestos.
- Análisis de criticidad del caldero.
- Diseño de la documentación a emplear en la propuesta del programa de mantenimiento preventivo.
- Documentación de control y seguimiento del programa de mantenimiento preventivo propuesto.

4.1.2 Diseño de la organización

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo debe de contar con un departamento de mantenimiento la cual debe de involucrar a todos los colaboradores de la empresa. Por ello el organizar de la mejor manera dicho departamento, facilitará el seguimiento del programa.

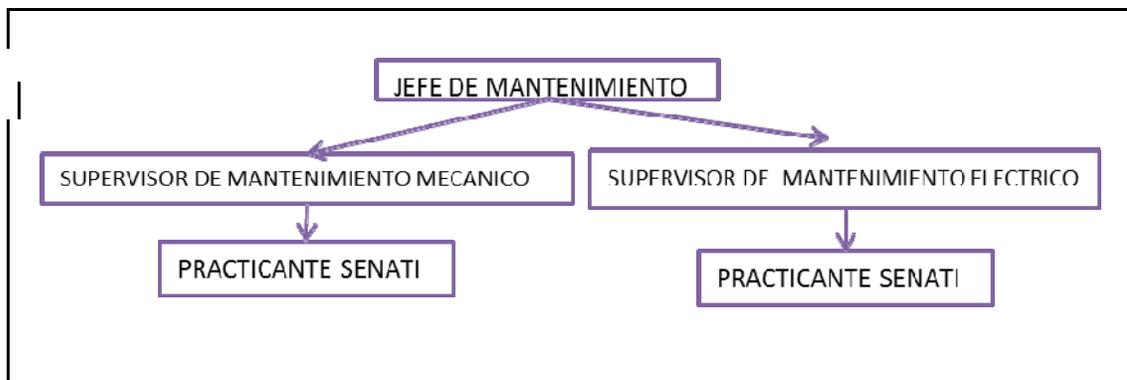
El proceso de organización del departamento de mantenimiento se realiza por tres razones principales que son: hacer responsable a alguien de las tareas de mantenimiento, identificar las tareas que se deben de llevar a cabo y asignar trabajos a los individuos para lograr cumplir las tareas.

4.1.3 Organigrama del departamento de mantenimiento

Para una adecuada organización del departamento de mantenimiento, es necesario definir las responsabilidades que corresponden a cada puesto, la cual es posible describirlas mediante un organigrama y una descripción de puestos de trabajo.

La estructura que se propone para la organización del departamento de mantenimiento se puede observar en el organigrama de la siguiente figura.

Figura N°4: Organigrama del Área de Mantenimiento propuesta



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.1. Perfil de puestos de trabajo.

La descripción de puestos de trabajo, es una herramienta de Recursos Humanos que consiste en una enumeración de las funciones y responsabilidades que conforman cada uno de los puestos de la empresa, definiendo el objetivo que cumplen cada uno de ellos. Asimismo contiene un recuento de los conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y experiencia que deberían tener las personas que lo ocupen. Esto último se define como el perfil requerido del puesto.

Los puestos del departamento de mantenimiento son los siguientes:

- Jefe de mantenimiento.
- Supervisor de mantenimiento Eléctrico
- Supervisor de mantenimiento Mecánico
- Practicante de mantenimiento.

Tabla N°06: Perfil de puesto Jefe de Mantenimiento

PERFIL DE PUESTO	
INDUSTRIAL CENTER WASH	
PUESTO	JEFE DE MANTENIMIENTO
AREA	MANTENIMIENTO
REPORTE A	JEFE DE PRODUCCION
PERSONAL A CARGO	SUPERVISORES Y PRACTICANTES DE MANTENIMIENTO
FUNCIONES	Elaborar el plan estratégico del área de Mantenimiento corto, mediano y largo plazo.
	Responsable del surtimiento de materiales y el control de los mismos.
	Responsable de las herramientas.
	Planifica, coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos
	Ordena y supervisa la reparación de equipos
	Controla el mantenimiento y las reparaciones realizadas
	Elabora notas de pedidos de materiales y repuestos
ESTUDIOS	Ingeniero Mecatrónica , Industrial o Mecánico
	Formación técnica en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
EXPERIENCIA	Experiencia laboral mínima de tres años como jefe de mantenimiento, en procesos industriales.
CONOCIMIENTOS	Conocimiento sobre mantenimiento eléctrico y mecánico industrial.

Fuente: Elaboración propia

TablaN°07: Perfil de puesto de Supervisor de Mantenimiento eléctrico

PERFIL DE PUESTO	
INDUSTRIAL CENTER WASH	
PUESTO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO ELECTRICO
AREA	MANTENIMIENTO
REPORTE A	JEFE DE MANTENIMIENTO
PERSONAL A CARGO	PRACTICANTES DE MANTENIMIENTO ELECTRICO
FUNCIONES	Elaborar el plan estratégico de área de corto y mediano plazo del Mantenimiento eléctrico.
	Supervisión permanente la Zona de trabajo en interior /Superficie
	Elaboración y control del presupuesto anual operativo de mantenimiento eléctrico.
	Diseñar los procesos del área de mantenimiento eléctrico y establecer los indicadores de gestión de los procesos a partir de los indicadores, para su mejoramiento continuo.
	Establecer las estrategias de planeamiento, organización, programación y control de mantenimiento eléctrico y sus planes de acción.
ESTUDIOS	Profesional en Ingeniería Eléctrica o Mecánica - Eléctrica.
	Formación técnica en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
EXPERIENCIA	Experiencia laboral mínima de 3 años desempeñando funciones afines al puesto. Experiencia en procesos industriales.
CONOCIMIENTOS	Conocimiento sobre generadores termoelectrónicos e instrumentación industrial.
	Conocer sobre operación y mantenimiento de sub-estaciones de alta tensión.

Fuente: Elaboración propia

TablaN°08: Perfil de Puesto Supervisor de Mantenimiento Mecánico

PERFIL DE PUESTO	
INDUSTRIAL CENTER WASH	
PUESTO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO MECANICO
AREA	MANTENIMIENTO
REPORTE A	JEFE DE MANTENIMIENTO
PERSONAL A CARGO	PRACTICANTES DE MANTENIMIENTO MECANICO
FUNCIONES	Elaborar el plan estratégico del área de corto y mediano plazo del Mantenimiento Mecánico.
	Supervisión permanente la Zona de trabajo en interior /Superficie
	Elaboración y control del presupuesto anual operativo de mantenimiento mecánico.
	Diseñar los procesos del área de mantenimiento Mecánico y establecer los indicadores de gestión de los procesos a partir de los indicadores, para su mejoramiento continuo.
	Establecer las estrategias de planeamiento, organización, programación y control de mantenimiento eléctrico y sus planes de acción.
ESTUDIOS	Profesional en Ingeniería Mecánica.
EXPERIENCIA	Experiencia laboral mínima de 3 años desempeñando funciones afines al puesto. Experiencia en procesos industriales.
CONOCIMIENTOS	Conocimiento sobre planes del mantenimiento industrial.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°09: Perfil de Puesto Practicante de Mantenimiento

PERFIL DE PUESTO	
INDUSTRIAL CENTER WASH	
PUESTO	PRACTICANTE DE MANTENIMIENTO
AREA	MANTENIMIENTO
REPORTE A	SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO
PERSONAL A CARGO	NINGUNO
FUNCIONES	Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo
	Cumplir con reportes de cumplimiento de mantenimiento preventivo
	Cumplir con el archivo de las evidencias de cumplimiento del mantenimiento.
	Planifica, coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos
	Elaborar planes de mantenimiento de maquinaria
	Entregar toda la información recolectada a diario al supervisor correspondiente
	Elabora notas de pedidos de materiales y repuestos
ESTUDIOS	Estudiante a mitad de carrera del Senati
	Formación técnica en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
EXPERIENCIA	Experiencia de 6 meses realizando funciones similares.
CONOCIMIENTOS	Manejo de Office Avanzado.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Inventario de las Maquinas

Como nuestro objeto de estudio es el caldero entonces solo hemos considerado a esta máquina sola en el inventario.

Tabla N° 10: Inventario de máquinas

INVENTARIO DE MAQUINAS			
Nombre	Marca	Cantidad	Condición
Caldero	Cleaver Brooks	1	Operativo

4.2.1 Análisis de Criticidad de las Maquinas

Para determinar la criticidad de las máquinas se ha empleado la matriz de criticidad mostrado en el Anexo B, en donde se pondera lo siguiente:

- El efecto sobre el servicio que proporciona.
- El valor técnico-económico.
- La forma en que afecta una falla.
- La probabilidad de falla.
- La flexibilidad de la máquina en el proceso.
- La dependencia logística.
- La dependencia de la mano de obra de mantenimiento.
- La facilidad del mantenimiento.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se logró elaborar el siguiente cuadro, donde se muestran las ponderaciones y el nivel de criticidad de cada máquina.

Tabla N° 11: Criticidad de máquinas

ITEM	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											ESCALA DE REFERENCIA	
		1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		TOTAL
1	CALDERO	4	2	1	1	0	1	2	2	1	2	1	17	CRITICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Resumen del análisis de criticidad de las máquinas

ESCALA DE REFERENCIA	CANT.	
Critico	16 a 20	3
Importante	11 a 15	8
Regular	06 a 10	4
Opcional	00 a 05	0

Fuente: Elaboración propia

4.3 Diseño de la documentación a emplear en la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo.

El diseño y la elaboración de documentos para llevar el control de la programación de los trabajos de mantenimiento ayudarán a conocer que es lo que debe de realizarse durante la semana de trabajo.

4.3.1 Manual de procedimientos de mantenimiento

Un manual de mantenimiento preventivo expone los trabajos que se deben de ejecutar, con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de la máquina.

La clasificación de los trabajos de mantenimiento que se presentan en un manual de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- 1. Trabajo de mantenimiento mecánico:** este tipo de trabajos se enfoca a las siguientes acciones: inspeccionar los ajustes de tornillos, medir la tensión en una faja trapezoidal, graduar piezas mecánicas e inspeccionar el buen funcionamiento de la máquina.

- 2. Trabajo de mantenimiento eléctrico:** este tipo de trabajos se enfoca a las siguientes acciones: realizar mediciones de voltaje, realizar mediciones de corriente, realizar mediciones de continuidad eléctrica y comprobar el buen funcionamiento de todo dispositivo eléctrico instalado en la máquina.

- 3. Trabajos de sustitución:** este tipo de trabajos se enfoca únicamente al reemplazo de piezas como lo pueden ser: tornillos, cojinetes, fajas trapezoidales, engranajes, mangas, etc. La frecuencia de reemplazo estará en función de la opinión experta de un mecánico o por el fabricante de la máquina.

- 4. Trabajos de limpieza:** este tipo de trabajos se enfoca únicamente a eliminar partículas adheridas en el cuerpo de la máquina tanto de forma externa como interna, para evitar fallos en el funcionamiento de la máquina.

- 5. Trabajos de lubricación:** este tipo de trabajos se enfoca a evitar el desgaste de piezas mecánicas en continuo contacto mediante la aplicación del aceite o grasa lubricante adecuado para la pieza mecánica.

Un manual de mantenimiento preventivo indica el tipo de trabajo a realizar, el elemento sobre el cual se desarrollará el trabajo, la frecuencia del mismo, la especificación de quien lo tiene que ejecutar y los materiales a utilizar. El programa de trabajo para cada máquina se describe de una manera clara dentro de cada manual.

Tabla N° 13: Mantenimiento preventivo para el caldero Diario

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CALDERO													
TRABAJO A REALIZAR	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO TOTAL	TIPO DE FRECUENCIA DIARIO							PERSONAL A CARGO	Observación	Firma
				L	M	K	J	V	S				
Limpieza del caldero antes de iniciar la jornada de trabajo													
Purga de la caldera.													
Verificar después de cada jornada de trabajo que la Maquina se encuentre apagada.													
Verificación del tablero eléctrico.													
Verificación del Manómetro.													
Limpieza del caldero después de cada jornada de trabajo.													

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°14: Mantenimiento preventivo para el caldero semanal

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CALDERO										
TRABAJO A REALIZAR	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO TOTAL	TIPO DE FRECUENCIA				PERSONAL A CARGO	Observación	Firma
				1	2	3	4			
Niveles de operación en el control del nivel de agua										
Válvula de purga del nivel de agua										
Revisión de la línea de alimentación de combustible										
Limpieza de conductos de combustible (mangueras flexibles).										
Limpieza del tanque principal de agua										
Revisión de la secuencia de operación del sistema de distribución de agua										
Revisión del funcionamiento de bombas y motores para distribución de agua										
Niveles de operación en el control del nivel de agua										

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°14: Mantenimiento preventivo para el caldero semanal

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CALDERO																		
TRABAJO A REALIZAR	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO TOTAL	TIPO DE FRECUENCIA MENSUAL												PERSONAL A CARGO	Observacion	Firma
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Revisión de boquillas del quemador																		
Chequeo del quemador																		
Fugas de agua, vapor y gases de combustión																		
Tubo de nivel de agua																		
Accesorios de tubería																		
Limpieza del ventilador																		
Válvulas en general																		
Revisión de empaques de bomba de alimentación de agua a la caldera																		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°15: Mantenimiento preventivo para el caldero semestral

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CALDERO								
TRABAJO A REALIZAR	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO TOTAL	TIPO DE FRECUENCIA SEMESTRAL		PERSONAL A CARGO	Observacion	Firma
				1	2			
Lubricación de cojinetes de bombas de agua								
Conexiones de la línea de alimentación								
Limpieza del tanque de condensados								
Alineación de motor y bomba del sistema de agua								
Pintura y limpieza								
Limpieza del cuerpo del quemador								
Revisión de terminales en el sistema eléctrico								
Control de presión de vapor								

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16: Mantenimiento preventivo para el caldero Anual

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL CALDERO							
TRABAJO A REALIZAR	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO TOTAL	TIPO DE FRECUENCIA ANUAL	PERSONAL A CARGO	Observación	Firma
Fugas en tubos de la caldera							
Vibración de motor y ventilador del sistema de aire							
Limpieza interior de la chimenea							

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Ficha de programación de rutinas de mantenimiento

Este documento presenta de forma resumida los trabajos a realizar sobre la máquina, recomendando la frecuencia con la que se deben de ejecutar las rutinas. Los datos que se registran en esta ficha son:

- Fecha de realización del trabajo de mantenimiento preventivo.
- Tipo de rutina.
- Fecha de programación de la próxima visita.

Figura N° 05: Ficha de programación de rutinas de mantenimiento preventivo

FICHA DE PROGRAMACION DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EMPRESA: INDUSTRIAL CENTER WASH SAC						
RESPONSABLE:						
MAQUINA:						
RUTINA DE MANTENIMIENTO	D=DIARIO	S=SEMANAL	M=MENSUAL	A=ANUAL		
TRABAJO A REALIZAR				FECHA DE REALIZACION	PROXIMA VISITA	

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Ficha de orden de trabajo

Es un documento se utiliza para solicitar un trabajo de mantenimiento. La información que señala este documento es la realización de un trabajo o rutina de mantenimiento que proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las demandas de material, se entregan las instrucciones de trabajo individual y se hacen las asignaciones de tareas al personal y equipo.

Figura N°06: Ficha de Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO				
N° DE ORDEN:				
SOLICITADO POR:			FECHA DE LA SOLICITUD:	
DEPARTAMENTO:			CODIGO:	
MAQUINA:				
TIPO DE TRABAJO				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO	DAÑO ELECTRONICO	OTROS
PROGRAMACION DE LA TAREA DE MANTENIMIENTO				
ASIGNADO a:				
HORA de INICIO:			HORA DE FINALIZACION:	
DESCRIPCION :				
MATERIALES Y REPUESTOS				
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	OBSERVACION

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Fichas de control

Las fichas de control son los documentos que se utilizarán, con la finalidad de registrar y almacenar todo trabajo de mantenimiento que se realice en el caldero. Las fichas de control a utilizar son:

- Ficha técnica de registro.
- Ficha de orden de trabajo.
- Ficha de control de costos.

4.3.4.1. Ficha histórica de mantenimiento

Este documento se utiliza para archivar toda la información de los trabajos de mantenimiento que se han realizado en el caldero.

4.3.4.2. Ficha de control de paradas

Este documento se utiliza para archivar la información detallada de las distintas paradas que se producen en las máquinas debido a problemas mecánicos.

Figura N°08: Ficha de control de paradas

FICHAS DE CONTROL DE PARADAS					
NOMBRE DE LA MAQUINA:			MODELO:		
MARCA:			CODIGO DE MANTENIMIENTO:		
FECHA	MOTIVO	DURACION	OPERARIO	MANTENIMIENTO	OBSERVACION

Fuente: Elaboración propia

4.3.4.4. Ficha de control de costos

Este documento se utiliza para generar reportes acerca de los costos de mantenimiento que se obtuvieron durante la semana de trabajo.

Figura N° 09: Ficha de informe de control de costos

INFORME DE CONTROL DE COSTOS					
PERIODO DE TRABAJO DEL:.....al.....					
CODIGO DE MANTENIMIENTO	MAQUINA	COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TIEMPO DE PARA	COSTO TOTAL

4.4. Normas Básicas de seguridad en el Caldero

Nos permite describir los procedimientos para la adecuada identificación, operación, inspección, control y conservación de la caldera de vapor utilizados en las diversas tareas u operaciones que se desarrollan en la Empresa Industrial Center Wash.

4.4.1. Calderas Condiciones Generales

Colocar en la caldera las siguientes informaciones si no lo tuviera.

- Nombre del Fabricante
- Número de la Caldera
- Año de construcción
- Presión Máxima de trabajo
- Potencia en Hp
- Superficie de Calentamiento
- combustible que consume por hora y capacidad calorífica
- calor generado BTU/h y cantidad de vapor producido en lbs/h
- Grosos de chapa en la carcasa
- Dimensiones de la caldera
- Número, grosor y diámetro de los tubos
- Disponer de un libro de servicio para la caldera donde se anoten reparaciones, limpieza y accidentes sufridos por la caldera.

4.4.2. Ubicación, Instalación y Control

Instalar la caldera en lugares adecuados y aprobados por la autoridad competente.

Los elementos principales de control en las calderas son:

- Válvula de seguridad ajustada al límite de la presión normal de trabajo.
- Mecanismo de control de nivel de agua definidos al máximo y mínimo nivel.
- Indicadores de nivel de agua blanda
- Mecanismo de paradas por sobre presión.
- Equipo de desagüe.
- Sistema de alarma por falta de agua o exceso de presión.

- Sistema de alimentación de agua blanda.
- Manómetros
- Separar las calderas completamente de locales cercanos donde empleen o manipulen materiales explosivos o altamente inflamables.
- Colocar o aislar el soporte, cuando las calderas estén soportados por armazones de aceros estructurales, de tal manera que el calor que emane de los mismos no pueda debilitar la resistencia del acero.
- Vigilar convenientemente las calderas de vapor durante el tiempo que este de servicio.
- Contar con personal debidamente calificado, con experiencia, conocimientos técnicos que requiere para realizar la operación, servicio y/o conservación de la caldera.

4.4.3. Operación y Conservación

- Comenzar a calentar la caldera, excepto en los casos de emergencia, lentamente sin forzarlo, para asegurar el calentamiento uniforme de todos los elementos y evitar esfuerzos debidos a la expansión.
- Observar que nadie esté dentro ni que haya dentro herramientas o materiales extraños.
- Los accesorios, aditamentos y conexiones estén en condiciones apropiadas de funcionamiento.
- Abrir las válvulas de ventilación, antes de la válvula de entrada o de alimentación de agua blanda para llenar la caldera, a fin de permitir el escape de aire mientras se lle na la caldera.
- inspeccionar frecuentemente las válvulas, grifos, líneas y demás elementos de la caldera y de sus accesorios durante el funcionamiento de la caldera.
- mantener limpio y chequeando los cuadrantes, las cubiertas de vidrio de los manómetros de vapor, los tubos de nivel y los termómetros del caldero.

4.4.4. Reducción de Presión en Los calderos

Realizar lo siguiente para reducir con seguridad la presión de la caldera, en caso de nivel bajo de agua

- La fuente de abastecimiento de combustible se deberá cerrar inmediatamente.
- Cerrar todo abastecimiento de aire de la caldera.
- Cerrar gradualmente, después que la caldera se haya enfriado de modo que se registre poca o ninguna presión, las válvulas de alimentación; poner la caldera fuera de servicio y ser examinado enteramente a fin de determinar la causa de bajo nivel de agua, y si se hubiese ocasionado algún daño, hacer los ajustes y reparaciones que fuesen necesarios.

4.4.5. Ebullición Violenta y arrastre de Agua

Seguir las siguientes indicaciones en caso de ebullición violenta y arrastre de agua en las calderas:

- Cerrar la válvula de alimentación de agua, el fuego debe de ser detenido, y se deberá usar si la hubiese, la salida de desagüe de la superficie.
- Usar el desagüe de la superficie, cuando se encuentren señales de aceite en una caldera, si lo hay y si esto no diera resultado, la caldera se apagará tan pronto como sea factible y el interior deberá hervirse con una solución caustica.

4.4.6. Limpieza y Reparación

- No efectuar reparaciones en las calderas o líneas de vapor, mientras estén bajo presión, ni tampoco hacer ajustes, tales como encastres de rebordes en las líneas de vapor mientras estén a presión.
- Marcar con etiquetas o dispositivos que indiquen la presencia de operarios dentro de las calderas, antes de permitir el ingreso para limpiarlos o repararlos.

- No entrar a la caldera sin que otro operario este estacionado fuera de la abertura de inspección o de otra abertura de entrada cualquiera, afín de que pueda asistirlo cuando sea necesario.
- Ventilar completamente por medios electromecánicos o por otros medios antes de que cualquier persona entre a la montadura o al casco, con el fin de expeler los gases y vapores combustibles tóxicos.
- Asegurar la adecuación y condiciones de las herramientas y lámparas de extensión usadas por los operarios en la limpieza o reparación.
- Nunca usar sopletes de soldar dentro de los cilindros de las calderas.
- Inspeccionar a intervalos frecuentes todas las conexiones de la caldera, cuando se empleen herramientas mecánicas, propulsadas por vapor o aire para limpiar o reparar calderas, en cuyos casos la fuerza motriz se genera fuera de las calderas.

4.5 Programa de Capacitación

El personal de la empresa Industrial Center Wash recibirán la capacitación de un programa de mantenimiento preventivo y de seguridad industrial cuya capacitación se darán en cinco sesiones.

Para su ejecución se requerirá la participación plena y cociente de todos los involucrados, lo que permitirá asegurar el éxito de la capacitación.

4.5.1. Objetivos

El objetivo de la capacitación es impartir instrucción, modificar conductas en aspectos de conocer los principales conceptos sobre mantenimiento para poder realizar un programa de mantenimiento preventivo y así poder determinar los costos asociados al mantenimiento y poder tomar mejores decisiones que ayuden a la mejora del programa de mantenimiento y al ves sensibilizar al personal en el tema de seguridad, con el fin de prevenir y/o evitar posibles daños personales, durante el desarrollo de sus actividades diarias.

4.5.2. Metodología

La Metodología que se van a utilizar son las siguientes:

4.5.2.1. Exposición Interior

La exposición en el interior se dará al interior de la empresa en una de las áreas administrativas y será dictado por el ponente experto en programas de mantenimiento preventivo con apoyo de un proyector multimedia y esta sesión tendrá cuatro horas como máximo.

4.5.2.2. Exposición Exterior

La exposición en el exterior se dará al interior de la empresa en las distintas áreas de producción con lo cual permitirá la practicidad de las exposiciones y será dictado por el ponente experto en programas de mantenimiento preventivo con apoyo de un proyector multimedia. y esta sesión tendrá una horas como máximo.

4.5.3. Duración de la capacitación

La duración de la capacitación será de cinco semanas donde cada sesión se realizara cada sábado por la tarde y tendrá cuatro horas como máximo de las cuales tres deben de ser interior y una hora exterior. De las cuatro horas dos horas se tomaran del horario de trabajo. Y las otras dos horas serán de las horas de salida.

4.5.4. Desarrollo de cada sesión.

Se realizara el desarrollo de cada sesión con los temas que se van a exponer.

4.5.4.1. Temas considerados

Los temas considerados en la capacitación son divididos en cuatro sesiones:

- Sesión 1: Introducción al mantenimiento industrial. .
- Sesión 2: programación de los trabajos de mantenimientos.
- Sesión 3: Optimización de Decisiones de reemplazo y reparación.
- Sesión 4: Seguridad industrial.

4.5.4.1.1. Sesión 1: Introducción al mantenimiento Industrial

- conceptos básicos.
- Desempeño de la gestión de mantenimiento.
- La función del mantenimiento.
- tipos de intervención de mantenimiento.
- clases de actividades.
- Gestión de largo plazo.
- Gestión de mediano plazo.
- Ejecución de intervenciones.
- Gestión de repuestos.
- Ponderación de las actividades de mantenimiento.
- Estrategias de mantenimiento.
- Costos asociados al mantenimiento.
- Evolución y clasificación.
- Evolución del mantenimiento.
- tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo y predictivo).
- Niveles de mantenimiento (de operación a overhaul).

4.5.4.1.2. Sesión 2: Programación de los Trabajos de mantenimiento

- Planeamiento y programación de mantenimiento.
- Mejores prácticas de programación del mantenimiento.
- Dimensionar el equipo de mantenimiento.
- Medición del trabajo de mantenimiento.
- Coordinación con producción.
- Programación de mantenimiento.

4.5.4.1.3. Sesión 3: Optimización de Decisiones de reemplazo y reparación.

- Tiempo óptimo de reemplazo para equipos cuyo costo operacional se incrementa con el uso.
- Intervalo óptimo de reemplazo preventivo, componentes que fallan.
- Frecuencia óptima de inspección: maximización del beneficio.
- Frecuencia óptima de inspección: minimización del downtime.
- Optimización de las decisiones del mantenimiento.

4.5.4.1.4. Sesión 4: Seguridad Industrial.

- Equipos de protección personal (EPP)
- Riesgo en el Trabajo.
- Accidente en el Trabajo

4.5.5. Evaluaciones.

Las evaluaciones se rendirán al término de cada sesión y constarán de veinte preguntas sobre los temas tratados cada pregunta bien contestada tendrá cinco puntos (5) y preguntas mal contestada menos un punto (-1) y pregunta no contestada cero puntos (0), las cuales serán propuestas por el expositor y recogidas y evaluadas por el gerente general de la empresa.

El colaborador que llegue a tener en promedio el mejor puntaje recibirá un reconocimiento de parte de la empresa y además obtendrá un pequeño bono.

4.5.6. Perfil de cada expositor.

Los expositores de cada sesión serán:

- Un ingeniero Mecánico especialista en programas de mantenimiento preventivo, con experiencia en capacitación de personal.
- Un ingeniero eléctrico especialista en un programa de mantenimiento preventivo, con experiencia en capacitación de personal.

La procedencia de los expositores puede ser preferentemente del Tecsup o Senati.

4.5.7. Costos de la capacitación del programa de mantenimiento preventivo.

COSTO DE CAPACITACION			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
CAPACITADORES	4	S/. 1,500.00	S/. 6,000.00
ALQUILER DE PROYECTOR MULTIMEDIA	4	S/. 200.00	S/. 800.00
COMPRA DE SILLAS	10	S/. 20.00	S/. 200.00
COMPRA DE PIZARRA ACRILICA	1	S/. 250.00	S/. 250.00
COSTO DE BOCADITOS	4	S/. 100.00	S/. 400.00
		COSTO DE CAPACITACION	S/. 7,650.00

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5
EVALUACION ECONOMICA Y
FINANCIERA

5.1. Costos de la implementación del programa de mantenimiento preventivo:

Un programa de mantenimiento preventivo es una herramienta que al implementarse se logrará obtener resultados a corto y largo plazo que son de mucha ayuda para el crecimiento de la empresa...

5.1.1. Costo de recursos humanos

Para el desarrollo y control del programa de mantenimiento preventivo es necesario contratar a una persona para que desempeñe el cargo de ayudante de mantenimiento. Dicho puesto representa una vacante importante a llenar, para lograr el cumplimiento del programa de mantenimiento.

En la actualidad no existe una persona dentro de la planta con el perfil requerido.

5.1.2. Costo de útiles de escritorio y oficina

Este costo tiene un enfoque hacia lo que son las impresiones de toda la documentación necesaria del programa de mantenimiento preventivo y la compra de una computadora para el departamento de mantenimiento, dicho equipo se utilizará para guardar y editar todo tipo de información con respecto al seguimiento y control del programa.

5.1.3. Costo de herramientas

Para la ejecución correcta de los trabajos de mantenimiento preventivo es muy necesario el contar con las herramientas adecuadas para la correcta ejecución de los trabajos, es necesario que antes de implementar el programa de mantenimiento preventivo se realice una inversión de compra de herramientas de trabajo.

5.1.4. Costo total del programa de mantenimiento preventivo

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo incurre en una inversión considerable al inicio, la cual se reduce al transcurrir el tiempo. A continuación se presenta el análisis del

costo total de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

Tabla N° 17: Resumen de inversión para la Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo

INVERSION PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA INDUSTRIAL CENTER WASH			
INVERSION DE ELABORACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
Planificacion y Programacion del programa de mantenimiento preventivo -TECSUP	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
COSTOS DE ESCRITORIO y OFICINAS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
Computadora	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
IMPRESORA	1	S/. 400.00	S/. 400.00
silla	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Escritorio	1	S/. 800.00	S/. 800.00
Papel y utiles de escritorio	1	S/. 500.00	S/. 500.00
			S/. 4,000.00
COSTO DE HERRAMIENTAS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
Multimetro	2	S/. 600.00	S/. 1,200.00
Juego de llaves	2	S/. 95.00	S/. 190.00
Juego de alicates	1	S/. 70.00	S/. 70.00
Taladro	1	S/. 200.00	S/. 200.00
cajas de herramientas	2	S/. 85.00	S/. 170.00
martillos	3	S/. 5.00	S/. 15.00
Maquina de Soldar	1	S/. 800.00	S/. 800.00
Arco de sierra	2	S/. 10.00	S/. 20.00
Juego de desarmadores	1	S/. 50.00	S/. 50.00
			S/. 1,460.00

COSTO DE EPP			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
GUANTES	3	S/. 8.00	S/. 24.00
LENTES	3	S/. 3.00	S/. 9.00
FAJAS LUMBAR	3	S/. 25.00	S/. 75.00
PROTECTORES AUDITIVO	3	S/. 15.00	S/. 45.00
ZAPATOS PUNTA DE ACERO	3	S/. 60.00	S/. 180.00
CASCOS	3	S/. 8.00	S/. 24.00
CHALECOS FOSFORECENTES	3	S/. 35.00	S/. 105.00
MAMELUCOS	3	S/. 75.00	S/. 225.00
COSTOS DE EPP			S/. 687.00

COSTO DE MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
MATERIALES			S/. 10,000.00
MANO DE OBRA			S/. 4,000.00
COSTO DE INFRAESTRUCTURA			S/. 14,000.00

COSTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, DE AGUA Y ALCANTARIILLADO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
MATERIALES			S/. 5,000.00
MANO DE OBRA			S/. 2,000.00
COSTO DE INFRAESTRUCTURA			S/. 7,000.00

COSTO DE CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD			S/. 5,000.00
COSTO DE CERTIFICADO			S/. 5,000.00

COSTO DE CAPACITACION			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
CAPACITADORES	4	S/. 1,500.00	S/. 6,000.00
ALQUILER DE PROYECTOR MULTIMEDIA	4	S/. 200.00	S/. 800.00
COMPRA DE SILLAS	10	S/. 20.00	S/. 200.00
COMPRA DE PIZARRA ACRILICA	1	S/. 250.00	S/. 250.00
COSTO DE BOCADITOS	4	S/. 100.00	S/. 400.00
COSTO DE CAPACITACION			S/. 7,650.00

COSTO DE CONTRATACION DE PERSONAL CALIFICADO			
DESCRIPCION	CANTIDAD	C.UNITARIO	TOTAL
ING. MECANICO	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
TECNICO. ELECTRICO	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
PRACTICANTES DEL SENATI	2	S/. 850.00	S/. 1,700.00
COSTO DE CAPACITACION			S/. 6,200.00

COSTO TOTAL DE LA INVERSION	S/. 41,797.00
------------------------------------	----------------------

Fuente: Elaboración propia

5.2. Costos operativos

Una vez que se hace la inversión inicial para poner en marcha el programa de mantenimiento preventivo se hace necesario mantenerlo en funcionamiento lo que genera costos operativos mensuales, estos costos permitirán alcanzar las metas trazadas y así poder justificar la continuidad y mejora de la propuesta.

5.2.1. Costos de capacitación

Para un adecuado desempeño del personal encargado del mantenimiento es necesario continuar con las capacitaciones, de esta manera se conseguirá un trabajo de buena calidad de los técnicos, lo que redundará en el mejor funcionamiento de las máquinas.

5.2.2. Costos de mantenimiento de maquinaria

Para el adecuado mantenimiento de las maquinas se hace necesario el consumo de lubricantes, como grasa o aceite, además periódicamente se tiene que cambiar elementos de transmisión de movimiento de los motores eléctricos con las máquinas. Otros costos del mantenimiento de la maquinaria son los consumibles, como trapo industrial, wipe, etc. que se utilizaran para el cumplimiento rutinario del programa de mantenimiento preventivo.

5.2.3. Costos de mano de obra de personal de mantenimiento

Consiste en el sueldo de todo el personal del área de mantenimiento.

5.2.4. Costos operativos totales

A continuación se presenta el resumen de los costos operativos necesarios para el buen funcionamiento de la implementación de la propuesta del programa de mantenimiento preventivo.

5.3. Beneficios:

Con la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo en el caldero, experimentará resultados favorables en el rendimiento y a la vez que se podrá notar la reducción de los costos operativos.

5.3.1. Beneficios en mano de obra directa

Esto se hará notorio en la reducción del pago de horas extras a los operarios, pues actualmente para cumplir con el requerimiento de producción se paga un promedio de 4 horas extras diarias a cada operario. Con la propuesta se espera reducir en 2 horas extras al día por cada operario.

5.3.2. Beneficios en costo de energía eléctrica

La presente propuesta pretende reducir la facturación en energía eléctrica. Esto se logrará con el aumento de la eficiencia de las máquinas debido al mantenimiento preventivo y a la disminución de horas de trabajo de las máquinas, pues también se espera reducir en 2 horas al día la jornada de trabajo. El tiempo que dejen de trabajar también se debe reflejar en ahorro.

5.3.3. Beneficios en los costos de mantenimiento

Con una adecuada planificación del mantenimiento se estará evitando en un gran porcentaje las paradas y las reparaciones imprevistas, lo que eleva los costos del mantenimiento. Además con el control que se hace al seguir el programa de mantenimiento se evitará el desperdicio de material y el re trabajo, con el consiguiente ahorro que conlleva.

5.3.4. Beneficios en los costos de mano de obra de mantenimiento

Al estar programadas todas las actividades del mantenimiento se conseguirá que el personal de mantenimiento optimice su tiempo de trabajo, reduciendo la cantidad de horas extras trabajadas. Y aún con la contratación de un ayudante de mecánica se espera conseguir una reducción en los costos de mano de obra del personal de mantenimiento.

5.3.5. Total de beneficios proyectados

A continuación se presenta el resumen de los beneficios que se espera conseguir con la propuesta del programa de mantenimiento preventivo.

Tabla N° 18: Resumen de los beneficios proyectados

Beneficios en Mano de Obra	
Costo MOD actual al mes	S/. 24,050.00
Costo MOD proyectado al mes	S/. 19,425.00
Ahorro proyectado en MOD al mes	S/. 4,625.00
Beneficios en costo de Energía Eléctrica	
Costo actual al mes	S/. 4,108.33
Costo proyectado al mes	S/. 3,423.61
Ahorro proyectado al mes	S/. 684.72
Beneficios en costo de Agua	
Costo actual al mes	S/. 6,000.00
Costo proyectado al mes	S/. 5,000.00
Ahorro proyectado al mes	S/. 1,000.00
Beneficios en costo de Combustible	
Costo actual al mes	S/. 3,613.33
Costo proyectado al mes	S/. 3,011.11
Ahorro proyectado al mes	S/. 602.22
Beneficios en los costos de mantenimiento	
Costo actual al mes	5357.50
Costo proyectado al mes	4464.58
Ahorro proyectado al mes	S/. 892.92
Beneficios en los costos de Mano de Obra de mantenimiento	
Costos MO mantenimiento actual mensual	7637.50
Costos MO mantenimiento proyectado mensual	6168.75
Ahorro MO mantenimiento mensual	S/. 1,468.75
BENEFICIOS TOTALES	S/. 9,273.61

Fuente: Elaboración propia

5.4. Indicadores económicos de la propuesta

Para la evaluación económica de la presente propuesta se ha fijado un horizonte de evaluación de 5 años, para el costo de oportunidad de capital

(COK) se ha considerado 20% anual. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se elaboró la tabla N°19, donde se muestra los indicadores obtenidos.

Tabla N° 19: Indicadores económicos de la propuesta

COK		20%
VAN DE INGRESOS		S/. 392,576.61
VAN DE EGRESOS	S/.	227,358.09

VAN	S/.	81,624.52
TIR		75%
B/C	S/.	1.73

Fuente: Elaboración propia

Análisis económico de la propuesta

Considerando los indicadores económicos obtenidos, que se muestran en la tabla N°19, se puede considerar que la presente propuesta es económicamente viable pues el VAN que se espera conseguir es mayor que 1 (VAN=81624.52), el TIR es mayor que el costo de oportunidad de capital (TIR=75% > COK=20%) y el beneficio/costo es S/.1, 73 (>1.05), esto quiere decir que por cada nuevo sol invertido se obtendrá S/0.73.

Análisis: ¿Es conveniente invertir en el proyecto? ¿Por qué?

SI, PORQUE VAN>0
SI, PORQUE TIR>COK
SI, PORQUE B/C>1.05

FLUJO ECONÓMICO DE LA PRESENTE PROPUESTA.

Tabla N° 20: Flujo Económico de la Propuesta

AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS TOTALES		S/. 111,283.33	S/. 122,411.67	S/. 134,652.83	S/. 148,118.12	S/. 162,929.93
INGRESOS X VENTAS		S/. 2,932,725.40	S/. 3,225,997.94	S/. 3,548,597.73	S/. 3,903,457.51	S/. 4,293,803.26
INGRESOS DE LA PROPUESTA		S/. 111,283.33	S/. 122,411.67	S/. 134,652.83	S/. 148,118.12	S/. 162,929.93
INGRESOS X HORAS EXTRAS		S/. 55,500.00	S/. 61,050.00	S/. 67,155.00	S/. 73,870.50	S/. 81,257.55
INGRESOS X ENERGIA ELECTRICA		S/. 8,216.67	S/. 9,038.33	S/. 9,942.17	S/. 10,936.38	S/. 12,030.02
INGRESOS X AGUA		S/. 12,000.00	S/. 13,200.00	S/. 14,520.00	S/. 15,972.00	S/. 17,569.20
INGRESOS X COMBUSTIBLE		S/. 7,226.67	S/. 7,949.33	S/. 8,744.27	S/. 9,618.69	S/. 10,580.56
INGRESOS X MO MITTO		S/. 17,625.00	S/. 19,387.50	S/. 21,326.25	S/. 23,458.88	S/. 25,804.76
INGRESOS X MANTENIMIENTO		S/. 10,715.00	S/. 11,786.50	S/. 12,965.15	S/. 14,261.67	S/. 15,687.83
EGRESOS TOTALES		S/. 90,000.00				
CAPACITACIONES		S/. 7,650.00				
PERSONAL DE MANTENIMIENTO		S/. 74,400.00				
CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD		S/. 5,000.00				
DEPRECIACION DE ACTIVOS		S/. 2,950.00				
INVERSION	S/. -41,797.00					
UTILIDAD NETA	S/. -41,797.00	S/. 21,283.33	S/. 32,411.67	S/. 44,652.83	S/. 58,118.12	S/. 72,929.93

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS		S/. 111,283.33	S/. 122,411.67	S/. 134,652.83	S/. 148,118.12	S/. 162,929.93
COSTOS FIJOS		S/. 74,400.00				
COSTOS VARIABLES		S/. 15,600.00				
UTILIDAD		S/. 21,283.33	S/. 32,411.67	S/. 44,652.83	S/. 58,118.12	S/. 72,929.93
IMPUESTOS		S/. 6,385.00	S/. 9,723.50	S/. 13,395.85	S/. 17,435.44	S/. 21,878.98
INVERSION	S/. -41,797.00					
UTILIDAD NETA		S/. 14,898.33	S/. 22,688.17	S/. 31,256.98	S/. 40,682.68	S/. 51,050.95

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conclusiones:

- ❖ Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento de la empresa Industrial Center Wash, encontrándose que no posee un programa de mantenimiento preventivo formal y tampoco registran en formatos adecuados las actividades de mantenimiento que realizan. Se determinó que mayormente realizan mantenimiento correctivo.
- ❖ Se ha elaborado la propuesta del programa de mantenimiento preventivo, en él se propone el organigrama para el área de mantenimiento, también se ha diseñado los formatos correspondientes para las distintas actividades de mantenimiento, así como para su control y seguimiento.
- ❖ Se ha logrado determinar que la presente propuesta es económicamente viable, esto gracias a los indicadores económicos con los que se trabajó. Se obtuvo que para un horizonte de 5 años, con un costo de oportunidad de capital de 20%, el VAN sería de S/.81624,52 el TIR sería 75% y el Beneficio/Costo será 1.73. La reducción de los costos operativos que se lograría si se implementaría la presente propuesta sería de S/.10633.33 al mes.

Recomendaciones

- ❖ Para que el programa de mantenimiento preventivo logre los objetivos trazados es necesario contar con el apoyo de la Gerencia General, también se debería promover la capacitación constante del personal de mantenimiento enfocado a los sistemas mecánicos, eléctricos, neumático, instrumentación y lubricación a fin de efectuar los trabajos de mantenimiento de la forma más adecuada, aumentando de esa manera la disponibilidad y la vida útil de la maquinaria.

- ❖ Se debe establecer una fluida y cordial comunicación entre las áreas de producción y mantenimiento, de esta manera se conseguirá coordinar oportunamente el tiempo en que se realizará el mantenimiento programado evitando interferencias con la producción.

- ❖ Se debe hacer un constante seguimiento al programa de mantenimiento preventivo para poder modificarlo y de ser posible perfeccionarlo. Es decir, se debe retroalimentar el programa de mantenimiento preventivo con los resultados obtenidos.

Bibliografía

Textos:

- ❖ Carlos Boero. Mantenimiento Industrial. 2da edición. Córdoba, 2009.
- ❖ Enrique Dounce Villanueva. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. 3era edición. México, 2009.
- ❖ Duffuaa Raouf Dixon. Sistema de Mantenimiento: planeación y Control. 1era edición. México, 2010.
- ❖ Alberto Mora Gutiérrez. Mantenimiento planeación, ejecución y Control. 1era edición. México, 2009.

- ❖ FARRO MEDRANDA J, CORDOVA MEDINA G. "Plan de mantenimiento preventivo basado en un modelo de simulación discreto, aplicado al área de bloques y adoquines de concreto en una empresa productora de cemento. Tesis de Licenciatura, Trujillo: Universidad César Vallejo, 2010.
- ❖ BLANCAS CASTRO Á, RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ J. "Propuesta de un sistema de mantenimiento preventivo y de logística para Firth Industries Perú S.A.". Recuperado de: http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2005/blancas_ca/html/index-frames.html

ANEXOS

ANEXO A: Fórmulas de indicadores

Descripción	Símbolo	Fórmula
Tiempo Total Disponible	TD	
Tiempo Planificado para no Funcionar	TPNF	
Paradas Planificadas (por Descansos)	TPP	
Tiempo de Funcionamiento	TF	$TF=TD-TPNF-TPP$
Preparaciones y Ajustes	TPA	
Tiempo de Operación	TO	$TO= TF- TPA$
Parada no Planificada	TPNP	
Tiempo de Operación Neto	TON	$TON=TO - TPNP$
Disponibilidad	A	$A=(TON / TF)x 100\%$
Cantidad de actividades programadas	AP	
Cantidad de actividades realizadas	AR	
Porcentaje de cumplimiento de programa	CP	$CP= (AR/AP)x 100\%$
Cantidad de horas extras trabajadas	QHET	
Costo de hora extra	CHE	
Costo total de horas extras	CTHE	$CTHE=\sum(QHETxCHE)$
Energía consumida en Kilowatt hora	EC	
Precio de la energía (S/./KWh)	PE	
Costo de energía	CE	$CE = EC x PE$
Costo de materiales y repuestos utilizados	CMR	
Costos de HH de mantenimiento utilizadas	CHHM	
Costo de mantenimiento	CM	$CM = CMR + CHHM$

ANEXO B: Matriz de criticidad de máquinas

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el servicio que proporciona:			
		Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor Tecnico-Economico:			
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Más de U\$20 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de U\$ 1000
3	La Falla Afecta:			
	a) Al Equipo en si	SI	1	Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b) Al Servicio	SI	1	Origina problemas a otros Equipos?
		NO	0	
	c) Al operador	Riesgo	1	Posibilidad de accidentes al operador
		Sin Riesgo	0	
	d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u
		No	0	otros equipos cercanos
4	Probabilidad de falla (Confiabilidad)			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar
		Baja	0	Correctamente cuando se le necesite?
5	Flexibilidad del equipo en el sistema:			
		Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	Dependencia logística			
		Extranjero	2	Repuesto se tienen que importar
		Local/Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	repuestos se consiguen localmente
7	Dependencia de Mano de Obra			
		Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8	Facilidad de reparación (Mantenibilidad)			
		Baja	1	Mantenimiento difícil
		Alta	0	Mantenimiento Fácil

ESCALA DE REFERENCIA		CANT.
Critico	16 a 20	3
Importante	11 a 15	8
Regular	06 a 10	4
Opcional	00 a 05	0

ANEXO C: Cálculo de los beneficios de la propuesta

	Actual	Proyectado	Variación	%
Producción diaria (x prenda)	1400	2000	600	42.86%
Productividad (prendas x hora)	117	200	83	71.43%
Horas de trabajo necesarias	12.00	10.00	-2.00	-16.67%
Horas extras necesarias	4.00	2.00	-2.00	-50.00%

ANEXO D: Caldero



