



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CASIGANA
DE LA EP-EMAPA-A**

Trabajo de titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Robayo Rivera Elvis Paul

Tutor:

Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro M.Sc.

AMBATO - ECUADOR

2018

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Robayo Rivera Elvis Paul, declaro ser autor de la Propuesta Metodológica, titulado “**ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CASIGANA DE LA EP-EMAPA-A**”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 23 días del mes de Marzo 2018, firmo conforme:

Autor: Robayo Rivera Elvis Paul

Firma:

Número de Cédula: 180486506-9

Dirección: San miguelito de Pillaro

Correo Electrónico: evein17@hotmail.com

Teléfono: 0999716655 - 032878037

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, Febrero del 2018

Robayo Rivera Elvis Paul

C.I. 180486506-9

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de grado: “**ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CASIGANA DE LA EP-EMAPA-A**”, presentado por Robayo Rivera Elvis Paul para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO:

Que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, Febrero de 2018.

Ing. Pedro Segundo Muzo Villacís M.Sc.

C.I: 180123755-1

EL TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, sobre el Tema: **ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CASIGANA DE LA EP-EMAPA-A**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la suspensión del trabajo de titulación.

Ambato, Febrero del 2018

.....

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Cruz Villacis Juan Serafín M.Sc.
VOCAL

.....

Ing. Cumbajin Alférez Myriam Emperatriz M.Sc.
VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi madre que con su apoyo incondicional ha estado conmigo motivándome para lograr culminar mi carrera universitaria a pesar de encontrarse en otro país, de igual manera a mi hermana y abuelo que han sido los pilares para lograr las metas planteadas, su ejemplo de lucha y constancia al realizar las cosas me han enseñado a no rendirme frente a cualquier circunstancia; a mis docentes que me han guiado durante todo este proceso de preparación académica. A Dios que ha sido mi guía en toda mi vida y me ha ayudado a alcanzar mis objetivos.

Robayo Rivera Elvis Paul

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar una meta más en mi vida. A la Universidad Tecnológica Indoamérica, por haberme permitido formar parte de este grupo de futuros profesionales con una educación de calidad. A la empresa EMAPA Ambato por brindarme las facilidades de aportar con la propuesta metodológica en una de sus plantas de tratamiento; y de igual manera a los docentes y personas que me colaboraron para la realización de este proyecto, les quedo eternamente agradecido.

Robayo Rivera Elvis Paul

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA...	i
AUTORIZACIÓN REPOSITORIO DIGITAL	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE ANEXOS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	2
Justificación.....	7
OBJETIVOS	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9

CAPÍTULO II
INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa	10
Área de estudio	12
Modelo operativo	12
Desarrollo del Modelo operativo	14

CAPÍTULO III
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta	51
Resultados esperados	72
Elaborado por: Elvis Robayo	72
Cronograma de actividades	73
Análisis de costos	75

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	76
Recomendaciones	77
LITERATURA CITADA	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1_Área II: Organización De Mantenimiento.....	80
Anexo 2_Área VIII: Mantenimiento Preventivo	80
Anexo 3_Área X: Personal de mantenimiento	81
Anexo 4_Área XII. Equipos.....	81
Anexo 5_Instructivo para el mantenimiento de unidades de producción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Casigana.....	82
Anexo 6_Instructivo de operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Casigana	83
Anexo 7_Croquis de Planta de Tratamiento de Agua Potable Casigana con la ubicación de la válvula.....	84
Anexo 8_Cláusulas de la norma ISO 9001:2000	85
Anexo 9_Encuesta realizada al personal de la Planta de Tratamiento Casigana..	86
Anexo 10_Tipos de Bomba QV 10-12/ 320.....	87
Anexo 11_Características de diseño de la Válvula de compuerta.....	88
Anexo 12_Características de diseño de la Bomba Hidráulica	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Modelo operativo de la Investigación.....	13
Ilustración 2: Evaluación del sistema de mantenimiento por áreas	42
Ilustración 3: Organigrama Estructural Departamento de Mantenimiento - Propuesto	51
Ilustración 4: Organigrama Funcional Departamento de Mantenimiento - Propuesto	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evaluación de la gestión de mantenimiento Planificación	14
Tabla 2 Evaluación de la gestión de mantenimiento Planificación	16
Tabla 3 Evaluación de la gestión de mantenimiento Dirección	18
Tabla 4 Evaluación de la gestión de mantenimiento Control.....	20
Tabla 5 Resultados de la evaluación de la gestión del mantenimiento	22
Tabla 6 Análisis del sistema de mantenimiento	28
Tabla 7 Ficha técnica de la Bomba	44
Tabla 8 Ficha técnica de la Brida Mixta	45
Tabla 9 Ficha técnica de la Válvula de compuerta	46
Tabla 10 Ficha técnica de la junta de Expansión.....	47
Tabla 11 Ficha técnica del Caudalímetro	48
Tabla 12 Ficha técnica del Medidor de Presión.....	49
Tabla 13 Plan de mantenimiento	53
Tabla 14 Control de paras de equipos	60
Tabla 15 Solicitud de trabajo	62
Tabla 16 Orden de Trabajo para Mantenimiento (Parte Frontal)	64
Tabla 17 Orden de Trabajo para Mantenimiento (Parte Posterior).....	65
Tabla 18 Solicitud de Compras para Mantenimiento.....	67
Tabla 19 Resumen de los indicadores de gestión de mantenimiento	71
Tabla 20 Matriz de Evaluación de Gestión de Mantenimiento	72
Tabla 21 Cronograma de actividades	73
Tabla 22 Análisis de Costos	75

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE CASIGANA DE LA EP-EMAPA-A”

AUTOR: ROBAYO RIVERA ELVIS PAUL

TUTOR: ING. PEDRO SEGUNDO MUZO VILLACÍS M.SC

RESUMEN EJECUTIVO

La presente Investigación consiste en la “Elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la planta de tratamiento de agua potable Casigana de la EP-EMAPA-A”. Se pretende solucionar los problemas previstos con el fin de que le permita reducir las pérdidas de producción, controlar los costos de mantenimiento y garantizar la sostenibilidad del producto. Para lograr lo anteriormente descrito, se recopiló información veraz, se realizó una evaluación utilizando la norma venezolana COVENIN 2500-93 “Manual para la evaluación de sistemas de mantenimiento en la industria”, con la finalidad de diagnosticar las deficiencias en el mantenimiento actual. La investigación consta de cuatro capítulos los cuales fueron desarrollados según la importancia que reporta la investigación. Es así que en el primer capítulo se redacta una introducción desde el punto de vista empresarial, así como, su justificación y el planteamiento del objetivo general y objetivos específicos que se pretenden lograr luego de culminar el pertinente trabajo. La situación actual de la empresa, es abordado en el segundo capítulo, también se describe el área de estudio, así como el modelo operativo y el desarrollo del mismo. En el tercer capítulo se desarrolla la propuesta considerando las necesidades de la empresa, así como los problemas que presenta la misma, el resultado esperado de la presente investigación se define cómo se logró mejorar la gestión de mantenimiento basados en los parámetros indicados en la norma ISO 9001:2000 y en el cuarto capítulo se visualiza las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

Palabras claves: COVENIN 2500-93, Equipos, Fallas, Mantenimiento Preventivo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**THEME: “DEVELOPMENT OF THE MAINTENANCE MANAGEMENT
SYSTEM FOR THE CASIGANA DRINKING WATER TREATMENT PLANT
OF THE EP-EMAPA-A”**

AUTHOR: ROBAYO RIVERA ELVIS PAUL
TUTOR: ING. PEDRO SEGUNDO MUZO VILLACÍS M.SC

ABSTRACT

This research consists of the "Development of the Maintenance Management System for the Casigana drinking water treatment plant of the EP-EMAPA-A". The aim is to solve the expected problems, to reduce production losses, control maintenance costs and guarantee product sustainability. In order to accomplish what was mention before, truthful information was collected, and an evaluation was made using the COVENIN 2500-93 Venezuela standard "Evaluation Management System Handbook in the Industry ", with the main purpose of diagnosing the weaknesses in the current maintenance program. The research has four chapters which were developed according to the importance that the research reports. Thus, in the first chapter, an introduction is written from a commercial perspective, its justification, and the approach of the general and specific objectives to be achieved after finishing the research. The current situation of the company is carried out in the second chapter, the study area is also described, as well as the operating model and its development. In the third chapter the proposal is developed considering the company needs, just like the problems that the company is facing. The expected result of the present research is determined on how the maintenance management was improved according to the parameters, which are the ISO 9001:2000 standard. Finally, in the fourth chapter the conclusions and recommendations are presented.

Keywords: COVENIN 2500-93, Equipment, Faults, Preventive Maintenance.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente proyecto se realizó en la Planta de tratamiento Casigana de la EP-EMAPA-A ubicada en la ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua, La falta del Sistema de Gestión de Mantenimiento provoca el deficiente desenvolvimiento de los operadores dentro de la Planta.

Se pretende realizar el Sistema de Gestión de Mantenimiento basados en los parámetros establecidos según la norma COVENIN 2500-93 la cual contempla un método cuantitativo para evaluar los sistemas de mantenimiento y determinar la capacidad de gestión en la planta respecto al mantenimiento, dentro de la normativa se utiliza los siguientes ítems:

Área II la Organización del mantenimiento, descrito en anexo 1; con esto se pretende visualizar si la organización y las funciones del mantenimiento están bien definidas.

Área VIII mantenimiento preventivo, descrito en anexo 2; con el fin de conocer si la organización dispone de todos los recursos a utilizar para el desarrollo del mantenimiento.

Área X personal de mantenimiento, descrito en anexo 3; asegurando así que la empresa cuente con el número indicado de personal de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Área XII recursos, descrito en anexo 4; en este ítem se dará a conocer si la organización posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas acciones del mantenimiento.

Es así que este proyecto procura dar solución a muchos de los problemas generados por la falta del sistema de gestión de mantenimiento, la utilización de la tecnología, equipos y maquinaria dentro de la Planta de Tratamiento tiene como objetivo primordial optimizar los procesos y sobre todo permitir que la Planta se desenvuelva de una manera adecuada, por eso es necesario establecer el Sistema de Gestión de Mantenimiento para mejorar de una manera más óptima el desarrollo, tanto de la maquinaria como del personal con el fin de garantizar que la Planta se encuentre en las mejores condiciones posible.

Antecedentes

Para el desarrollo de la presente investigación se hizo la revisión de una serie de trabajos de diferentes universidades para la obtención de información relacionada con el tema **“Elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la planta de tratamiento de agua potable Casigana de la EP-EMAPA-A”** lo cual servirá para realizar los antecedentes.

Revisado en la biblioteca de la universidad Rafael Urdaneta., se encontró el proyecto realizado por César D, Galindez y Alessandro, Muscelli (2009), estudiantes de la Facultad de Ingeniería en la carrera de Ingeniería Industrial, con el tema: **“Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones de la empresa REDISECA”**

El autor concluyo:

- Culminada la investigación, se muestran las siguientes conclusiones, con el objetivo de sintetizar el análisis realizado de los resultados obtenidos: Con la aplicación de la norma COVENIN 2500-93 se logró puntualizar las mayores deficiencias de la gestión del mantenimiento, estas deficiencias se ubicaron en las áreas de planificación de mantenimiento, mantenimiento correctivo,

preventivo y programado; permitiendo tomar acciones correctivas en dichas áreas.

- El diseño de la estructura organizativa para el departamento de mantenimiento, permitirá una delegación y distribución completa de las responsabilidades para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Además, recomendó:

- Se recomienda la aplicación de la norma COVENIN 2500-93 cada seis meses para diagnosticar posibles fallas dentro de la organización de mantenimiento, permitiendo tomar acciones correctivas.
- Mantener actualizado el inventario, cada vez que haya un cambio en la existencia física del equipo, esto se realiza con el propósito de tener actualizada la cantidad de equipos tanto activos como inactivos, de manera que el inventario permanezca actual y confiable.
- Implantar la utilización y aplicación de los procedimientos de mantenimiento preventivo propuesto por este trabajo, a fin de disminuir las frecuencias de mantenimiento y la indisponibilidad de los equipos.

Se visualizó la aplicación de la norma COVENIN 2500-93 la utilización de la misma y como esta logró puntualizar las deficiencias de la gestión del mantenimiento, de esta manera esta investigación aportara a la correcta utilización de los ítems correspondientes y las funciones que estas deberían realizar dentro de la organización, también se visualiza la correcta delegación y distribución de las responsabilidades para la ejecución de las actividades de mantenimiento lo cual permitirá de una mejor manera efectuar las actividades. También habla sobre la aplicación de la Norma cada cierto periodo de tiempo lo cual es recomendable para diagnosticar las posibles averías, esto permitirá el correcto seguimiento de las actividades dentro de la empresa en vista que realiza un análisis de los procedimientos aplicados para la gestión y se identifica los problemas asociados a averías.

Revisado en la biblioteca de la Escuela superior politécnica de Chimborazo, se encontró el proyecto realizado por María Elizabeth Sarango Gallegos (2016), estudiante de la Facultad de ciencias en la carrera de ingeniería química, con el tema: **“Optimización de la planta de tratamiento de agua potable Chaquishca de la EP-EMAPA-G”**

El autor concluyo:

- Se optimizó la planta de tratamiento de agua potable Chaquishca de la EP-EMAPA-G. planteando y mejorando el funcionamiento de los procesos de aireación, coagulación y sedimentación que se llevan a cabo en la planta de tratamiento para la potabilización del agua que se distribuye a la comunidad, para ello se establecieron los estándares de calidad emitidos por la norma ecuatoriana para la calidad de agua siendo una de las metas imprescindibles de la empresa que está a cargo del mejoramiento y calidad del agua en la Provincia de Guaranda.
- Se realizaron las caracterizaciones físico-químicas y microbiológica en el agua de entrada y salida de la planta potabilizadora, la misma que permitió tomar acciones sobre ciertos puntos del proceso para mejorarlos y tengan un buen funcionamiento, sobre todo en el caso del sedimentador y en la aireación.
- Se identificó las variables del proceso que se requiere para realizar la Optimización de la Planta de tratamiento de Agua Potable Chaquishca en donde es necesario la implementación de bandejas y placas en los procesos de sedimentación y aireación para garantizar que todo el proceso de potabilización sedé, de la mejor manera posible proporcionando un agua de calidad.

Además, recomendó:

- Aplicar el estudio realizado para mejorar el sistema de tratamiento implementando los procesos de aireación y sedimentación para mejorar la calidad del agua potable a la población de la ciudad de Guaranda.

- Realizar el mantenimiento continuamente de la planta de tratamiento para determinar el correcto funcionamiento de sus procesos, como creando bitácoras con informes diarios de registro sobre la operación de la planta de tratamiento.
- Realizar capacitaciones al operario para que pueda llevar un control de la calidad de agua captada y tratada.

Aquí se pudo identificar como se mejoró y optimizo los procesos de aireación, coagulación y sedimentación los cuales producían falencias a la Planta de Tratamiento lo que da como parámetro para nuestra investigación el seguimiento correcto de los procesos dentro de la planta y como estos son afectado por los factores externos o internos que se produzcan dentro de la misma, al mismo tiempo se visualiza como se identificó las variables del proceso que se requiere para realizar la Optimización de la Planta de tratamiento en donde es necesario la implementación de herramientas y equipos las cuales permitan mejorar los procesos.

También habla sobre como al realizar el mantenimiento en la Planta permite el correcto funcionamiento de los procesos al mismo tiempo que realizar capacitaciones al operario será de gran aporte al desarrollo de los procesos como tal, en base a esto se da a conocer el desarrollo de los procesos y como este se afecta mediante la deficiencia de mantenimiento.

Revisado en la DSpace de la Universidad Tecnológica Indoamérica, se encontró el proyecto realizado por Yanca Cáceres, Fabián Alejandro (2017), estudiante de la Facultad de ingeniería Industrial, con el tema: **“Estudio del mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos de Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato”**

El autor concluyo:

- En la evaluación del mantenimiento preventivo de la Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato se determinó el índice de prioridad de

riesgo para las estaciones de bombeo, siendo estas: la estación de bombeo para el consumo interno de la planta y la estación de bombeo para la comunidad del Nuevo Amanecer, dichos valores son menor a 100 lo cual no se requiere de intervención inmediata; dependerá de la empresa si desearía mejorar tal índice deberá tomar acciones para tal.

- En cuanto a la disponibilidad de los equipos se empleó la herramienta Efectividad Global del Equipo (OEE) que se basó al cálculo de la disponibilidad, rendimiento y calidad de cada equipo de las estaciones de bombeo, como resultado se obtuvo que el OEE del proceso es de un 88%; esto implica que se lo denomine al proceso como bueno y además que la empresa tiene una buena competitividad.
- Se concluye que posiblemente existirá un mejoramiento en el índice de prioridad de riesgos, si se tomara en cuenta las acciones expuestas por el encargado de mantenimiento de las estaciones de bombeo
- Además, recomendó:
- Se recomienda tener un seguimiento y control del mantenimiento preventivo de los equipos de la planta Casigana, y también incluir en el sistema de mantenimiento un registro de fallas de donde se indique el porqué de la falla o paro de los mismos.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo a los equipos de la Planta Casigana cada dos años, para de esta manera precautelar los equipos y no reduzcan su rendimiento operacional y así manteniendo la disponibilidad actual ya que es buena y competitiva.
- Además, como aportación para la empresa se recomienda cumplir con lo establecido en la gestión del mantenimiento preventivo, además de un adecuado manejo de los registros de mantenimiento y creación de registros de paros o fallas, donde se encuentre detallado el porqué de las paros ya que será de gran ayuda para posibles estudios de disponibilidad de los equipos.

Se identificó el índice de prioridad de riesgo del mantenimiento preventivo, lo que da como parámetro para nuestra investigación el análisis para la criticidad en el área del mantenimiento preventivo y así poder realizar de una mejor manera la investigación.

Justificación

A través del tiempo los sistemas de producción de agua potable han tenido el interés en encontrar los métodos necesarios de mantenimiento en el cual mejore la eficiencia de los sistemas de producción del agua.

Es de carácter importante la Elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la planta de tratamiento de agua potable Casigana en vista que este es un centro de producción que abastece a la zona alta de Ambato en el servicio de agua potable en cantidad y calidad por lo cual, se debe mantener la eficiencia del sistema de producción relacionado directamente con la gestión de mantenimiento en cada uno de los procesos.

Se considera factible realizar el proyecto puesto que cuenta con los recursos y la información necesaria proporcionada por parte de la empresa EP-EMAPA-A para la elaboración del mismo, a su vez esto ayudara a la Planta a mejorar los procesos mediante el sistema de gestión de mantenimiento.

El impacto social se relaciona con la calidad del servicio continuo a los usuarios y la contribución con la eficiencia del sistema de producción de agua potable en la planta de tratamiento Casigana aplicando el sistema de gestión de mantenimiento en los diferentes procesos.

Los beneficiarios del presente proyecto serán los usuarios que reciben el servicio de agua potable por parte de la planta de tratamiento en vista que serán abastecidos continuamente de agua en cantidad y calidad, aparte se beneficiara la planta de

tratamiento de la EP-EMAPA-A producto de la eficiente operatividad en mantenimiento en los procesos de producción.

Cabe recalcar que en la planta de tratamiento de agua potable no se han realizado estudios respecto al tema tratado en esta tesis o similares, siendo este un trabajo investigativo con precedentes, pero a su vez de carácter original con el fin de proponer un mejoramiento en el sistema de gestión de mantenimiento.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar el Sistema de Gestión de Mantenimiento para la planta de tratamiento de agua Casigana de la EP-EMAPA-A

Objetivos Específicos

- Evaluar la Gestión de Mantenimiento para la Planta de Tratamiento Casigana empleando los parámetros correspondientes a la Planificación, Organización, Dirección, y Control basados en las responsabilidades de la alta dirección dentro de la Norma ISO 9001:2000
- Diseñar un Plan de Mantenimiento empleando indicadores de gestión para mantener una alta disponibilidad de los equipos.
- Evaluar el sistema de mantenimiento para la planta de tratamiento Casigana con la aplicación de los parámetros establecidos en la norma COVENIN 2500-93 para la correcta toma de decisiones
- Optimizar la estructura de administración y gestión de las actividades de mantenimiento para el progreso de la planta.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Actualmente la Planta de Tratamiento Casigana de la empresa EP-EMAPA-A no cuenta con un Sistema de Gestión de Mantenimiento activo por lo cual es de necesidad dar solución a este problema, basados en la norma COVENIN 2500-93, dicha norma contempla un método cuantitativo para evaluar los sistemas de mantenimiento y determinar la capacidad de gestión en la planta.

La Planta de Tratamiento Casigana cuenta con seis procesos de producción los cuales serán detallados a continuación:

Procesos de Captación: En este procesos se capta el agua del rio Ambato por medio de un sistema de conducción llamado Huachi Pelileo donde es conducido a gravedad desde el rio hasta la planta de tratamiento, se capta el agua cruda en un vertedero donde se mide el caudal, el mantenimiento del tanque de captación se lo realiza una vez al año.

Proceso de coagulación y floculación: En dichos procesos se le añade y se mezcla los químicos (coagulante-polímero) con el fin de aglomerar las partículas o suciedad del agua mediante la formación del floculo, mientras más grande sea este más pesado es y por inercia de la gravedad este se va hasta el fondo ayudando al tratamiento del agua, por lo general la planta cuenta con floculadores a gravedad, el mantenimiento del de los floculadores se los realiza cada seis meses.

Proceso de sedimentación: En este proceso el floculo ya formado en el proceso anterior sedimenta por gravedad obteniendo un color de agua más clara es decir con menos turbiedad actualmente la planta cuenta con cinco sedimentadores, el mantenimiento de los sedimentadores se lo realiza una vez por semana por sedimentador.

Procesos de filtración: La planta de tratamiento cuenta con cinco filtros que utiliza material filtrante (cuarzo, diferente tipo de arena con granulometría), estos filtros realizan la función de retener todas las impurezas que ingresaron de los procesos anteriores obteniendo un agua más clara con menos turbiedad, el mantenimiento los filtros se lo realiza un mínimo de dos veces por día dependiendo la necesidad.

Procesos de desinfección: En dicho proceso se realiza la desinfección del agua es decir el combatir todo tipo de organismos bacterianos como virus, bacterias entre otros, el mantenimiento sistema de desinfección se lo realiza cada seis meses y el cambio del cilindro del cloro – gas se lo realiza cada tres meses dependiendo el consumo.

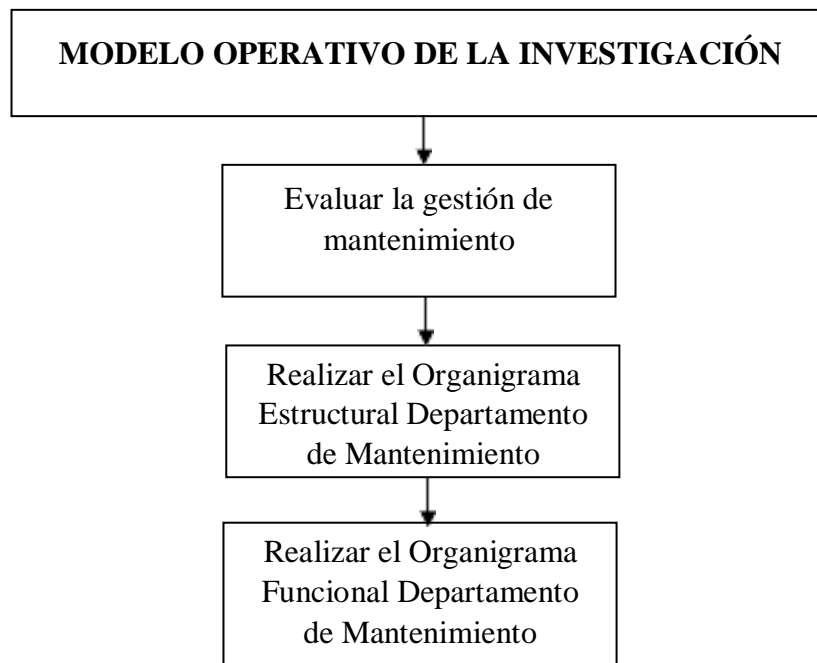
Proceso de distribución: En este proceso se almacena el agua ya tratada en un tanque de almacenamiento de dos mil metros cúbicos dicha agua cumple la norma de calidad INEN 1108 y es distribuida a la zona alta de Ambato, el mantenimiento del tanque de distribución se lo realiza cada seis meses

Área de estudio

Dominio:	Tecnología y sociedad
Línea de investigación:	Empresarial y productiva
Campo:	Ingeniería Industrial
Área:	Gestión del Mantenimiento
Aspecto:	Disponibilidad del Sistema de gestión
Delimitación Espacial:	Planta Potabilizadora
Periodo de análisis:	Septiembre del 2017

Modelo operativo

En la siguiente ilustración se detalla en un orden secuencial los ítems a resolver en el presente proyecto tomando en cuenta los objetivos planteados como base de lineamientos. (Ver ilustración 1)



Continúa en la Pág. 13

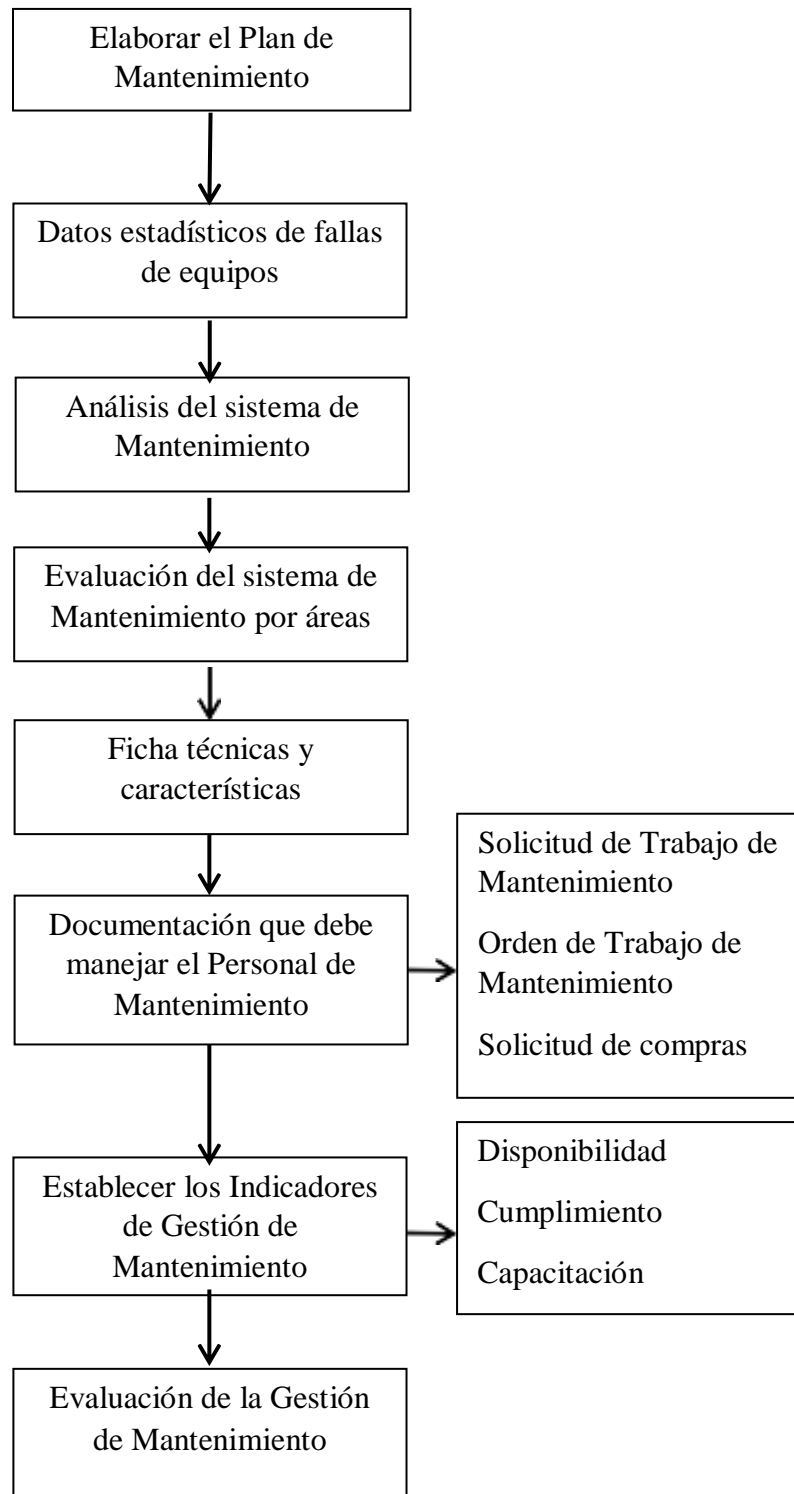


Ilustración 1: Modelo operativo de la Investigación
Elaborado por: Elvis Robayo

Desarrollo del Modelo operativo

Evaluación la gestión de mantenimiento

Tabla 1: Evaluación de la gestión de mantenimiento Planificación

INDICACIONES GENERALES					
Evaluación De La Gestión De Mantenimiento Con el objetivo de comprender la situación de la empresa correspondiente a la Gestión de Mantenimiento en la Planta de tratamiento, se elaboró una matriz en base al concepto (ISO 9001:2000 Planificación, Organización, Dirección, y Control) basados en las responsabilidades de la alta dirección.					
Gestión de Mantenimiento Dentro de la planificación se considera la cláusula 5.4 de la Normativa tomando en cuenta los parámetros establecidos (ver en el anexo 8).					
PLANIFICACIÓN 30	Herramientas	Ponderación Máxima	Descripción De La Situación	Evaluación	Porcentaje
	Objetivos y Metas. - Dentro de la función planificación tienen objetivos y metas de acuerdo a las necesidades de mantenimiento,	15	Como objetivo de la planta es mantener en óptima operatividad los equipos, pero no cuenta	8 de 15	

	para garantizar la disponibilidad de los sistemas, de forma clara y detallada.		con una política de mantenimiento.		
	Políticas para la planificación. La gerencia de mantenimiento tiene una política y objetivos para la ejecución de las acciones de mantenimiento utilizando los recursos disponibles.	8	En la actualidad la planta no dispone de una política de planificación para el departamento de mantenimiento.	2 de 8	
	Planes de mantenimiento. Puede realizarse a corto, mediano y largo plazo, tomando en cuenta los recursos disponibles.	7	En la actualidad la planta no dispone de un plan de mantenimiento sin embargo las actividades son realizadas a cabalidad	3 de 7	
Total				13 de 30	13% de 30%

Elaborado por: Elvis Robayo

Tabla 2 Evaluación de la gestión de mantenimiento Planificación

Gestión de Mantenimiento					
Dentro de la organización se considera la cláusula 5.5 de la Normativa tomando en cuenta los parámetros establecidos (ver en el anexo 8).					
	Herramientas	Ponderación Máxima	Descripción De La Situación	Evaluación	Porcentaje
ORGANIZACIÓN 25%	Funciones y Responsabilidades. - La función mantenimiento posee un organigrama para las diferentes funciones y responsabilidades dentro de la función de mantenimiento	12	Dentro de las funciones del departamento de mantenimiento, no consta un organigrama de responsabilidades, sin embargo, hay cumplimiento en el trabajo encargado.	6 de 12	

	Autoridad y autonomía. - El cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuenta con el apoyo de la gerencia	7	La planta cuenta con el apoyo de autoridades superiores para solucionar los problemas ya que no posee autonomía directa.	7 de 7	
	Sistema de información. - Posee un sistema que le permita manejar toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, información sobre equipos, u otros)	6	La planta tiene información con respecto a los equipos instalados, pero carece de diagramas de flujos que faciliten la programación de mantenimiento	3 de 6	
Total				16 de 25	16% de 25%

Elaborado por: Elvis Robayo

Tabla 3 Evaluación de la gestión de mantenimiento Dirección

Gestión de mantenimiento					
Dentro de la dirección se considera la cláusula 5.6 de la Normativa tomando en cuenta los parámetros establecidos (ver en el anexo 8).					
	Herramientas	Ponderación Máxima	Descripción De La Situación	Evaluación	Porcentaje
DIRECCIÓN 25%	Comunicación y Liderazgo. - Para que un Sistema de Gestión se desarrolle de un modo eficaz es preciso establecer y definir claramente la jerarquía de autoridad y las responsabilidades de cada uno de sus miembros y una comunicación interna eficaz	13	La empresa tiene una jerarquía de autoridad mas no a detalle de las responsabilidades de cada uno	12 de 13	

	<p>Motivación e incentivos. - Cuando el personal de la empresa esta consiente del costo de los recursos de mantenimiento tiene menor probabilidad de desperdiciar estos recursos, son conscientes del impacto de su trabajo en el ambiente, esto hace que el trabajo sea más eficiente.</p>	12	<p>En la actualidad la EP-EMAPA-A esta consiente de no desperdiciar los recursos de mantenimiento sin embargo hay detalles de los cuales se deben solucionar.</p>	8 de 12	
Total				20 de 25	20 % 25%

Elaborado por: Elvis Robayo

Tabla 4 Evaluación de la gestión de mantenimiento Control

Gestión de mantenimiento					
Dentro del control se considera la cláusula 5.6.1 de la Normativa tomando en cuenta los parámetros establecidos (ver en el anexo 8)					
	Herramientas	Ponderación Máxima	Descripción De La Situación	Evaluación	Porcentaje
CONTROL 20 %	Inspección de Mantenimiento. Debe controlarse la planificación y ejecución del mismo, empieza en el momento en que es recibido el programa o requerimiento de mantenimiento, hasta la verificación del correcto funcionamiento del equipo	5	El jefe de mantenimiento es el encargado de controlar, monitorear y verificar todo el proceso de ejecución de reparación de los equipos.	5 de 5	

	<p>Indicadores de Mantenimiento. Los indicadores de la ejecución de los planes de mantenimiento son con el fin de detectar y prevenir desviaciones para establecer las medidas correctivas necesarias</p>	10	La unidad de mantenimiento no tiene un control de desarrollo de actividades como indicadores de disponibilidad	3 de 10	
		5	El jefe de mantenimiento es el encargado de realizar las solicitudes de trabajo y le entregan la orden de trabajo para la ejecución del mismo, no cuentan con la documentación adecuada	2 de 5	
Total				10 de 20	10 % 20%

Elaborado por: Elvis Robayo

Tabla 5 Resultados de la evaluación de la gestión del mantenimiento

Tabla de resumen de la Gestión de Mantenimiento					
	Herramientas	Ponderación	Ejecución	Evaluación	%
PLANEACIÓN	Objetivos y Metas	15	8	8 de 15	
	Políticas para la planificación	8	2	2 de 8	
30%	Planes de mantenimiento	7	3	3 de 7	
	Total			13 de 30	13 de 30
ORGANIZACIÓN	Funciones y Responsabilidades	12	6	6 de 12	
	Autoridad y autonomía	7	5	7 de 7	
25%	Sistema de información	6	3	3 de 6	

Viene de la Pág. 22

Continúa en la Pág. 23

	Total			16 de 25	16 de 25
DIRECCIÓN	Comunicación y Liderazgo	13	7	12 de 13	
	Motivación e incentivos	12	8	8 de 12	
25%	Total			20 de 25	20 de 25
CONTROL	Inspección de Mantenimiento	5	5	5 de 5	
	Indicadores de Mantenimiento	10	3	3 de 10	
20%	Documentos de Control	5	2	2 de 5	
	Total			10 de 20	10 de 20
TOTAL					59% de 100%

Elaborado por: Elvis Robayo

Análisis de la evaluación de la gestión de mantenimiento

El análisis que se realizó con respecto a la Gestión de Mantenimiento en la Planta de Tratamiento Casigana, basado en la Planeación, Organización, Dirección Y Control, con la importancia que tienen estos cuatro aspectos dentro de la Empresa en lo que se refiere a mantenimiento se elaboró una matriz (ver tabla 5) con criterios de ponderación de acuerdo a los rangos de la importancia, fue con ayuda de la información que se encuentran en documentos y encuestas (ver anexo 9) a los operarios de la planta.

Basado en un 100% la ponderación se la realizó empezando con la planificación como mayor punto de relevancia se le asignó el 30%, en lo que se refiere a la organización y dirección se le da un 25% y al control un 20%.

El resultado de la Matriz de evaluación de la planeación de mantenimiento se obtuvo un 13% de 30%, no llena las expectativas requeridas por no tener las políticas para la planificación.

Con respecto a la organización de mantenimiento, en donde se demuestra con un 16% de 25%, que las funciones asignadas como autonomía son dependientes de autoridades superiores, y no cuentan con diagramas de flujo para el mantenimiento que faciliten los procedimientos para la organización de la gestión de mantenimiento para poder cumplir con las reparaciones establecidas en los documentos respectivos.

Dentro de la dirección, se encuentra el puntaje más alto en la Gestión de Mantenimiento al parecer tienen más importancia los aspectos como son los de comunicación y liderazgo, motivación e incentivos, y da como referente que del 25% de cumplimiento se llega al 20%.

Con respecto al control de mantenimiento tiene como línea base el 20%; del cual se cumple el 10%. El mantenimiento de elementos, equipos y piezas críticas son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento de la planta potabilizadora.

Por lo tanto, tomado en consideración los porcentajes asignados en la evaluación de la gestión de mantenimiento, se llegó a determinar que se cumple en un 59%. Por lo tanto, hace falta reestructurar la gestión de mantenimiento en la planta potabilizadora para poder llegar al porcentaje ideal cercano al 100% que sería lo óptimo, que solo se puede lograr cambiando la actitud y con el compromiso de todos los involucrados en dicha planta potabilizadora.

Organigrama Estructural Departamento de Mantenimiento

Un buen funcionamiento de la empresa depende de la organización, todo organigrama tiene que cumplir con los compromisos de la empresa, sencillo de utilizar y debe contener únicamente los elementos precisos.

En la actualidad la Planta de tratamiento Casigana de la EP-EMAPA-A no cuenta con un organigrama estructural del departamento de mantenimiento, en vista a este problema se solucionó de una manera óptima (ver ilustración 3).

Organigrama Funcional Departamento de Mantenimiento

Aquí se define las principales funciones de cada integrante del organigrama en el departamento de mantenimiento; va relacionado a la actividad a desempeñar si son dirección o administración (rangos altos), supervisores o jefes (rangos medios), o son operativos (rango más bajo), que es una guía de gran utilidad a la hora de realizar sus labores.

En la actualidad la Planta de tratamiento Casigana de la EP-EMAPA-A no cuenta con un organigrama funcional del departamento de mantenimiento, pero cabe recalcar que la EP-EMAPA-A desempeña las actividades de una manera ardua y adecuada con respecto a las funciones de cada integrante, en vista a este problema se dio la solución (ver ilustración 4).

Elaboración del plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es una estrategia donde se programa la frecuencia de la elaboración de distintas ÁREAS como:

- Basándose en las recomendaciones de los fabricantes, con diversas aportaciones de los técnicos de mantenimiento de la planta.
- Basándose en protocolos de mantenimiento por equipo.
- Basándose en el análisis de fallos potenciales de la instalación y en la determinación de medidas preventivas que los eviten.

Este debe ser elaborado y ejecutado en el departamento de mantenimiento el cual es el conjunto de labores necesarias para prevenir fallos, y cuyo objetivo de este plan es evitar determinadas averías.

El criterio utilizado para establecer la periodicidad al realizar las labores de mantenimiento se basa, en las horas de funcionamiento de los equipos, la revisión y obtención de información de los manuales de cada uno de los equipos y en la experiencia del personal del departamento de mantenimiento.

En la actualidad la Planta de tratamiento Casigana de la EP-EMAPA-A no cuenta con un plan de mantenimiento, pero está en curso el Plan de Mantenimiento Electromecánico el cual integra los elementos, maquinas (electromecánicas) de la Planta de tratamiento Casigana en vista a este problema se solucionó de una manera óptima (ver Tabla 13)

Datos estadísticos de fallas de equipos

El historial de los equipos representa una de las herramientas más importantes con que cuenta el departamento de mantenimiento por permitir tener una recopilación de información de las diferentes fallas que se presentan en los equipos e instalaciones existentes en la Planta.

El historial de mantenimiento es quizá el documento más significativo para la organización de la gestión, por ser el que contiene la información de las acciones realizadas en todas y cada una de las máquinas y equipos que están siendo evaluados para el plan de mantenimiento programado, la misma es de vital importancia y servirá para la evaluación de las acciones tomadas para el bienestar de la Planta.

El historial funciona como una bitácora de vida de todas y cada una de las máquinas que están sometidas al plan de mantenimiento, esta sirve también para realizar los informes estadísticos sobre los tiempos empleados y acciones realizadas.

En la actualidad la Planta de tratamiento Casigana de la EP-EMAPA-A no cuenta con datos estadísticos de fallas de equipos, ni un soporte documentado en el cual se pueda indicar dichas falencias, en vista a este problema se solucionó de una manera óptima (ver Tabla 14).

Evaluación del sistema de mantenimiento

Tabla 6 Análisis del sistema de mantenimiento

Información general			
<p>Para el diseño del Sistema de mantenimiento, se seleccionó el "Manual de Evaluación de Sistemas de Mantenimiento Industrial" de la organización COVENIN 2500:93, que refleja las mejores prácticas en el contexto establecido. El sistema de deméritos del Manual 2500 permite partir del estado futuro y ubicar el estado presente (según los términos). La distribución del cuestionario de COVENIN está catalogada por clase de mantenimiento. Se elaboró un sistema que organiza las respuestas del cuestionario según las cinco fases del trabajo.</p>			
ÁREAS	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación
ÁREA II: ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO			
II.1 Funciones y Responsabilidades.			66
Principio Básico			
<p>La función mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados.</p>	80		

Continúa Pág. 29

Viene de Pág. 28

Deméritos			
II.1.1 La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para La Organización de mantenimiento.		10	
II.1.2 La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro.		14	
II.1.3 La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.		10	
II.1.4 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.		9	
II.1.5 La asignación de funciones y de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisora necesario, para el logro de los objetivos deseados.		9	
II.1.6 La Organización no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.		14	
II.2 Autoridad y Autonomía-			41
Principio Básico			
Las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo de la gerencia y poseen la suficiente autoridad y autonomía para el desarrollo y cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas.	50		

Continúa Pág. 30

Viene de Pág. 29

Deméritos			
II.2.1 La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.		15	
II.2.2 El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.		14	
II.2.3 Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de La Organización de mantenimiento.		9	
II.2.4 Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.		3	
II.3 Sistema de Información			58
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, u otra).	70		
Deméritos			
II.3.1 La Organización de mantenimiento no cuenta con un flujograma para su sistema de información donde estén claramente definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones.		8	
II.3.2 La Organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades en base a los resultados que se desean obtener.		13	

Continúa Pág. 31

Viene de Pág. 30

II.3.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.		9	
II.3.4 La Organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.		9	
II.3.5 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación.		10	
II.3.6 La Organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.		9	
ÁREA VIII: MANTENIMIENTO PREVENTIVO			52
VIII.1 Determinación de Parámetros			
Principio Básico			
La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad. La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas.		80	
Deméritos			

Continúa Pág. 32

Viene de Pág. 31

VIII.1.1 La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento.		18	
VIII.1.2 La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.		10	
VIII.1.3 No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.		10	
VIII.1.4 No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.		6	
VIII.1.5 El personal de La Organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.		8	
VIII.2. Planificación			36
Principio Básico			
La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo.	40		
Deméritos			

Continúa Pág. 33

Viene de Pág. 32

<p>VIII.2.1 No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.</p>		18	
<p>VIII.2.2 La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.</p>		18	
<p>VIII.3 Programación e Implantación</p>			52
<p>Principio Básico</p>			
<p>Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas en forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, no interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva.</p>	70		
<p>Deméritos</p>			
<p>VIII.3.1 Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los períodos de tiempo correspondientes.</p>		16	

Continúa Pág. 34

VIII.3.2 Las órdenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades.		12	
VIII.3.3 Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.		10	
VIII.3.4 No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.		8	
VIII.3.5 Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado.		6	
VIII.4 Control y Evaluación			54
Principio Básico			
En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.	60		
Deméritos			
VIII.4.1 No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.		12	

Viene de Pág. 34

VIII.4.2 No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.		14	
VIII.4.3 La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.		10	
VIII.4.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		18	
ÁREA X: PERSONAL DE MANTENIMIENTO			
X.1 Cuantificación de las necesidades del personal			62
Principio Básico			
La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de las personas que se requieren en La Organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.	70		
Deméritos			
X.1.1 No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal.		28	
X.1.2 La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustado a la realidad de la empresa.		18	
X.1.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.		16	

Continúa Pág. 36

X.2 Selección y Formación			71
Principio Básico			
La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra).	80		
Deméritos			
X.2.1 La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.		9	
X.2.2 No se tienen procedimientos para la selección de personal		10	
X.2.3 No se tienen establecidos períodos de adaptación del personal.		9	
X.2.4 No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas.		10	
X.2.5 Los cargos en La Organización de mantenimiento no se tienen por escrito.		10	
X.2.6 La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal.		9	
X.2.7 La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna.		5	
X.2.8 Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal.		9	

Viene de Pág. 36

X.3 Motivación e Incentivos			39
Principio Básico			
La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal. Existen mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones. La Organización de mantenimiento posee un sistema evaluación periódica del trabajador, para fines de ascenso o aumentos salariales.	50		
Deméritos			
X.3.1 El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción.		18	
X.3.2 No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.		7	
X.3.3 La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad de trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento.		8	
X.3.4 No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema.		6	
ÁREA XII: RECURSOS			

Continúa Pág. 38

XII.1 Equipos			25
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso.	30		
Deméritos			
XII.1.1 No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.		4	
XII.1.2 Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado.		4	
XII.1.3 El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos.		5	
XII.1.4 Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es eficiente.		5	
XII.1.5 No se lleva registro de entrada y salida de equipos		4	
XII.1.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.		3	

XII.2 Herramientas			23
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso.	30		
Deméritos			
XII.2.1 No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente.		8	
XII.2.2 No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.		5	
XII.2.3 Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las áreas de mantenimiento.		4	
XII.2.4 No se llevan registros de entrada y salida de herramientas.		3	
XII.2.5 No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas.		3	
XII.3 Instrumentos			25
Principio Básico			

Viene de Pág. 39

La Organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.	30		
Deméritos			
XII.3.1 No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.		4	
XII.3.2 No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de los mismos.		4	
XII.3.3 El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos.		5	
XII.3.4 Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia, pero no se conoce o no se les el uso adecuado.		4	
XII.3.5 No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.		4	
XII.3.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos.		4	
XII.4 Materiales			23
Principio Básico			

Continúa Pág. 41

Viene de Pág. 40

<p>La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los materiales utilizados en mantenimiento.</p>	<p>30</p>		
<p>Deméritos</p>			
<p>XII.4.1 No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las áreas de mantenimiento.</p>		<p>2</p>	
<p>XII.4.2 El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.</p>		<p>2</p>	
<p>XII.4.3 Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).</p>		<p>3</p>	
<p>XII.4.4 No se ha determinado el costo por falta de material.</p>		<p>2</p>	
<p>XII.4.5 No se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.</p>		<p>2</p>	
<p>XII.4.6 No se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente.</p>		<p>2</p>	
<p>XII.4.7 No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad.</p>		<p>2</p>	
<p>XII.4.8 No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.</p>		<p>3</p>	

Continúa Pág. 42

Viene de Pág. 41

XII.4.9 No se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.		3	
XII.4.10 No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material.		2	
XII.5 Repuestos			22
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de repuestos, de buena calidad y con facilidad para su obtención, y así evitar prolongar el tiempo de espera por repuestos, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Los repuestos se encuentran identificados en el almacén para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada repuesto, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los repuestos utilizados en mantenimiento.	30		
Deméritos			
XII.5.1 No se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las áreas de mantenimiento.		2	
XII.5.2 Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.		2	
XII.5.3 Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).		2	
XII.5.4 No se ha determinado el costo por falta de repuestos.		2	

Continúa Pág. 43

Viene de Pág. 42

XII.5.5 No se ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.		2	
XII.5.6 No se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.		2	
XII.5.7 No se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad.		2	
XII.5.8 No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.		3	
XII.5.9 No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.		3	
XII.5.10 No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.		2	

Elaborado por: Elvis Robayo

Resultados de la Evaluación del sistema de mantenimiento por áreas

A ÁREA	B PRINCIPIO BÁSICO	C PTS	D (D1+D2+...+Dn)										E	F			
													TOTAL	PTS	%		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEME.				
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	80	8	12	8	8	8	13							57	23	29
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	50	13	12	7	2									34	16	32
	3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	70	6	9	7	9	7	9							47	23	33
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO										138	62	31		
VII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS	80	16	9	8	5	7								45	35	44
	2. PLANIFICACIÓN	40	15	16											31	9	23
	3. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	70	14	10	10	8	7								49	21	30
	4. CONTROL Y EVALUACIÓN	60	11	13	8	14									46	14	23
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO										171	79	32		
X PERSONAL DE MANTENIMIENTO	1. CUANTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE PERSONAL	70	20	16	14										50	20	29
	2. SELECCIÓN Y FORMACIÓN	80	7	9	8	10	10	9	5	8					66	14	18
	3. MOTIVACIÓN E INCENTIVOS	50	16	6	8	6									36	14	28
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO										152	48	24		
XII RECURSOS	1. EQUIPOS	30	4	4	5	5	4	3							25	5	17
	2. HERRAMIENTAS	30	6	3	3	2	2								16	14	47
	3. INSTRUMENTOS	30	2	2	2	2	2	2							12	18	60
	4. MATERIALES	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10	20	67
	5. REPUESTOS	30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		30	0	0
	TOTAL OBTENIBLE	150	TOTAL OBTENIDO										93	57	38		
		800													246		
											PUNTUACIÓN PORCENTUAL GLOBAL		31%				

Ilustración 2: Evaluación del sistema de mantenimiento por áreas

Elaborado por: Elvis Robayo

El análisis realizado en la planta con respecto al Sistema de Mantenimiento en la Planta de tratamiento Casigana, basado en las áreas correspondientes a estudiar, se elaboró una matriz con criterios de ponderación los cuales fueron realizados con ayuda de la información que se encuentran en documentos y entrevistas a los operarios de la planta.

Vasado en un 100% la ponderación Global se la realizó empezando con el Área II (Organización del Mantenimiento) considerando la puntuación de los tres principios básicos que esta área contiene dando un porcentaje del 31%.

El resultado del Área VII (Mantenimiento Preventivo) considerando la puntuación de los cuatro principios básicos y los parámetros estudiados en dicha Área los cuales Cuantificación de las necesidades de personal, Selección y formación, Motivación e incentivos, basados en estos principios se tomó cuales fueron de mayor importancia y los deméritos para la obtención del porcentaje que fue del 32%.

Con respecto al Área X (Personal de Mantenimiento) considerando la puntuación de los tres principios básicos que esta área y las funciones realizadas por el mismo personal de mantenimiento y no cuentan con los elementos necesarios para el mantenimiento que faciliten los procedimientos para la organización siendo el porcentaje del Área 24%.

Dentro del Área XII (Recursos), se encuentra con un porcentaje del 38%, dentro de la misma se tomó en cuenta los Deméritos dentro de los 4 principios básicos que contiene la Área el cual influye directamente al porcentaje obtenido.

La puntuación Global obtenida en la Evaluación del Sistema de Mantenimiento de la empresa EP-EMAPA-A bajo los lineamientos de la norma COVENIN (25000-93) fue de 31%, siendo esta una puntuación baja para las expectativas de la gerencia de la empresa. Por lo tanto, hace falta reestructurar el sistema de mantenimiento en la planta de tratamiento Casigana para poder llegar al porcentaje ideal cercano al 100% que sería lo óptimo.

Ficha técnicas y características

Tabla 7 Ficha técnica de la Bomba

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
FICHA DE REGISTRO DE EQUIPOS		
UBICACIÓN:	Planta de Tratamiento	
EQUIPO:	QV 12 / 320	
NÚMERO	FQV 2700 / 1	
CÓDIGO:	2401TP01	
DESCRIPCIÓN DE BOMBA		
Marca	IronPump	
Tipo	QV 12 / 320	
Capacidad	200 – 750m ³ /h	
Columna de Agua	22 – 45mCA	
RPM	1780	
Impulsor	5003	
Presión nominal	10/10 bar	
Entrada / Descarga	300/300	
DESCRIPCIÓN DE MOTOR DE BOMBA		
Marca	ABB	
Motor N°	0422 – 070103039	
Tipo	M2BT 315SMB4	
Frecuencia	60Hz	
Voltaje	3 X 440 Volt	
Potencia	140 Kw	
DATOS GENERALES		
Altura: 2508 mm	Ancho: 800 mm	Largo: 800 mm
Origen: Dinamarca	Año: 2015	Peso: 855kg
REALIZADO por: Elvis Robayo	REVISADO por:	FECHA:

Elaborado por: Elvis Robayo.

Tabla 8 Ficha técnica de la Brida Mixta

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
FICHA DE REGISTRO DE EQUIPOS		
UBICACIÓN:	Planta de tratamiento	
EQUIPO:	Brida Mixta	
NÚMERO:	01	
CÓDIGO:	2401FJ01	
DESCRIPCIÓN DE BRIDA		
Marca	AVK	
Tipo	Mixta	
PN	16 bar	
Revestimiento	Epoxi	
Cuerpo	Hierro Fundido Dúctil GG 40	
Interior	Sello interno de caucho Neopreno	
CONEXIÓN		
Entrada / Descarga	DN 400 MM	
Nº de Agujeros	16	
Medida de Tuercas	1 ½ MM # 8	
Medida de Pernos	2 X 22	
Tem. Max.	120 °C	
DATOS GENERALES		
Altura: 597 mm	Ancho: 597 mm	Largo: 165 mm
Origen: Francia	Año: 2015	Peso: 36.8 kg
Realizado por: Elvis Robayo	Revisado por:	Fecha:



Elaborado por: Elvis Robayo.

Tabla 9 Ficha técnica de la Válvula de compuerta

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
FICHA DE REGISTRO DE EQUIPOS		
UBICACIÓN:	Planta de Tratamiento	
EQUIPO:	Válvula Volante	
NÚMERO:	01	
CÓDIGO:	2401SV01	
DESCRIPCIÓN DE VÁLVULA		
Marca	Danfoss Socla	
Tipo	Wafer	
Modelo	AB880N	
Compuerta	Mariposa	
Operación	Manual	
kvs	40 - 5635 m ³ /h	
PN	16 bar	
Cubierta	GG25 tratada con epoxy 200my	
Disco	GGG 40 tratada con epoxy	
CONEXIÓN		
Conexión	Brida	
Entrada / Descarga	DN 400 MM	
Nº de Vías	2	
Tem. Max.	120 °C	
DATOS GENERALES		
Altura: 621 mm	Ancho: 102 mm	Largo: 488 mm
Origen: Francia	Año: 2016	Peso: 57 kg
Realizado por: Elvis Robayo	Revisado por:	Fecha:



Elaborado por: Elvis Robayo.

Tabla 10 Ficha técnica de la junta de Expansión

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
FICHA DE REGISTRO DE EQUIPOS		
UBICACIÓN:	Planta de Tratamiento	
EQUIPO:	Junta de Expansión	
NÚMERO:	01	
CÓDIGO:	2401EJ01	
DESCRIPCIÓN DE JUNTA		
Marca	Willbrandt	
Tipo	55 S	
Modelo	-----	
Movimiento angular	15 (°)	
PN	16 bar	
Junta de Dilatación	Caucho Vulcanizado	
Discos Laterales	Hierro dúctil	
CONEXIÓN		
Entrada / Descarga	DN 300 MM	
Nº de Agujeros	24	
Nº de Pernos	24	
Medida de Pernos	1.7 X 9	
Pernos espárragos	24 X ½ MM # 4	
Tem. Max.	120 °C	
DATOS GENERALES		
Altura: --- mm	Ancho: --- mm	Largo: --- mm
Origen: Francia	Año: 2015	Peso: 38 kg
Realizado por: Elvis Robayo	Revisado por:	Fecha:



Elaborado por: Elvis Robayo.

Tabla 11 Ficha técnica del Caudalímetro

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
FICHA DE REGISTRO DE EQUIPOS		
UBICACIÓN:	Planta de Tratamiento	
EQUIPO:	Caudalímetro	
NÚMERO:	01	
CÓDIGO:	2401FT01	
DESCRIPCIÓN DE CAUDALIMETRO		
Marca	Endress + Hauser	
Tipo	4X	
Modelo	Promag W	
Orden Code	50W7H-HDOA1AA0AABAA	
Ser N°	G609DC19000	
Outputs	4...20mA	
Operación	Electromagnética	
kvs	0 - 110.000 m³/h	
PN	10 bar	
CONEXIÓN		
Conexión	Brida	
Entrada / Descarga	DN 700 MM	
N° de Vias	2	
Tem. Max.	-20°C...+50°C	
DATOS GENERALES		
Altura: --- mm	Ancho: --- mm	Largo: --- mm
Origen: Alemania	Año: 2014	Peso: --- kg
Realizado por: Elvis Robayo	Revisado por:	Fecha:



Elaborado por: Elvis Robayo.

Tabla 12 Ficha técnica del Medidor de Presión

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
FICHA DE REGISTRO DE EQUIPOS		
UBICACIÓN:	Planta de Tratamiento	
EQUIPO:	Medidor de Presión	
NÚMERO:	01	
CÓDIGO:	2401PT01	
DESCRIPCIÓN DE MEDIDOR		
Marca	Endress + Hauser	
Tipo	FMB 50	
Modelo	-----	
Orden Code	PMC41-RE11P1C11M1	
Ser N°	68008801020	
Outputs	4...20 mA	
Operación	Hidrostática	
Grado de Protección	IP 66	
PN	0 - 10 bar	
CONEXIÓN		
Conexión	G 1/2"	
Voltaje	10.5...30 VDC	
N° de Vias	1	
Tem. Ambiente.	5...23°C	
DATOS GENERALES		
Altura: 176 mm	Ancho: 72 mm	Largo: 72 mm
Origen: Alemania	Año: 2014	Peso: 2.6 kg
Realizado por: Elvis Robayo	Revisado por:	Fecha:



Elaborado por: Elvis Robayo.

Documentación que debe manejar el Personal de Mantenimiento

Aquí se indica los documentos que se llevaran a cabo en el transcurso de la gestión del mantenimiento y los procesos de responsabilidad y trabajo, estos son: Ordenes de trabajo, Solicitudes de mantenimiento, Historiales de fallas Programadas no Programadas, Pedido de materiales y repuestos, Programas de mantenimiento, Planes de capacitación para el personal y Lista diaria de chequeos de los equipos.

En la actualidad la Planta de tratamiento Casigana de la EP-EMAPA-A cuenta con algunos documentos que debe manejar el personal de mantenimiento pero dichos documentos son utilizados de manera general y no específicamente en el Departamento de Mantenimiento en la Planta de Tratamiento Casigana, la solicitud de trabajo de mantenimiento, orden de trabajo de mantenimientos solicitud de compra, son los documentos sugeridos por la normativa en la cual en vista a este problema se dio la solución detallado en la propuesta

CAPÍTULO III
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Organigrama Estructural: Departamento de Mantenimiento

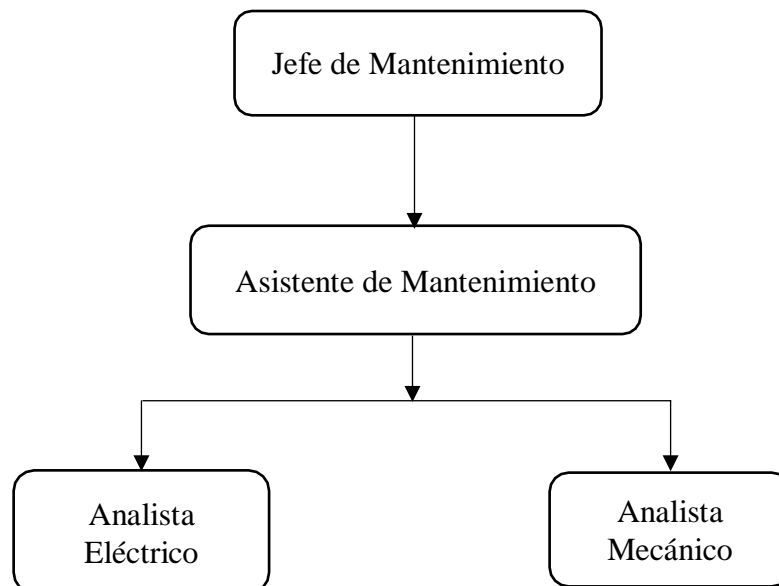


Ilustración 3: Organigrama Estructural Departamento de Mantenimiento - Propuesto
Elaborado por: Elvis Robayo

Organigrama Funcional: Departamento de Mantenimiento

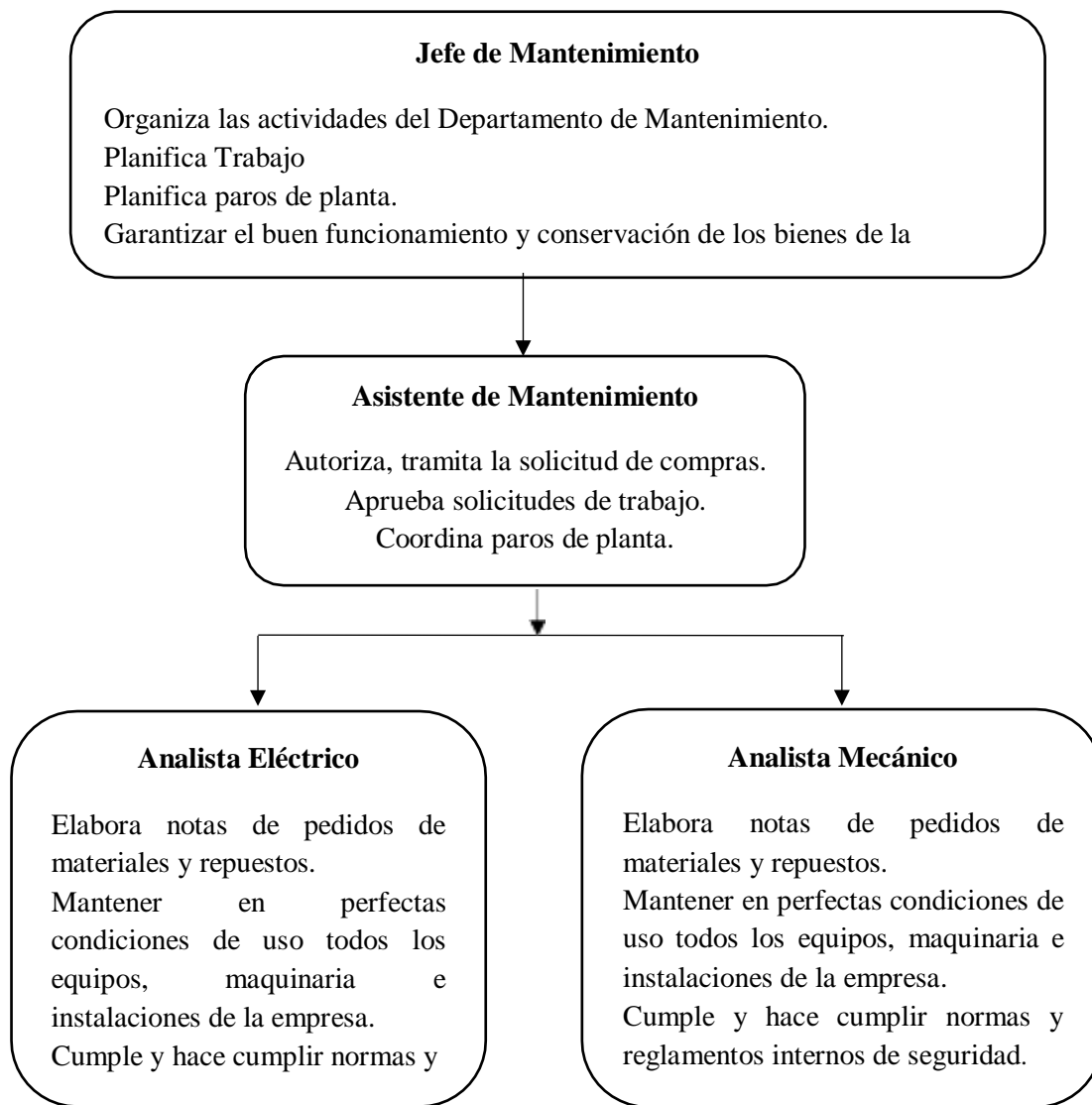



Ilustración 4: Organigrama Funcional Departamento de Mantenimiento - Propuesto
Elaborado por: Elvis Robayo

Elaboración del plan de mantenimiento

En la tabla 13 se describe el Plan de Mantenimiento, las actividades, herramientas y las condiciones de trabajo de los Equipos, tomando en cuenta su ciclo de vida útil y la frecuencia con que se realizara el mantenimiento correspondiente.

Tabla 13 Plan de mantenimiento

				PLANTA POTABILIZADORA "CASIGANA"																																																					
				Departamento de mantenimiento																																																					
EQUIPO				Plan anual de mantenimiento																																																					
				Tipo de Mtto			ACTIVIDAD	RESPONSABLES	MATERIALES	HERRAMIENTAS	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	FRECUENCIA	MESES																																											
				P	C	Pred								ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV			
1	2	3	4											1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
VÁLVULA DE COMPUERTA	X			Limpieza	Operador	Líquidos de limpieza, Brocha	NN	Equipo Trabajando	Limpieza de la Válvula	Mensual	x				x				x				x				x				x				x				x				x				x										
	X			Manipulación	Operador	NN	NN	Equipo parado	Cerrar y Abrir la Válvula Volante	Seis Meses									x																																						
		X		Cambio del Asiento	Analista Mecánico	NN	Cepillo de alambre, Juego de llaves (separadores de bridas)	Equipo parado	Desmontar la válvula y cambiar el asiento	Anualmente	x																																														
			X	Cambio de Válvula	Analista Mecánico	NN	Cepillo de alambre, Juego de llaves (separadores de bridas)	Equipo parado	Desmontar la válvula y colocar otra	Cada que Requiera		x																																													
			X	Cambio del Disco	Analista Mecánico	Lubricantes	Cepillo de alambre, Juego de llaves (separadores de bridas)	Equipo parado	Desmontar la válvula, cambiar el disco, Lubricar el Eje	Cuando no Realice Estanqueidad		x																																													

Continúa en la Pág. 54

Datos estadísticos de fallas de equipos

El historial de fallas consta de las siguientes partes:

- Número de la solicitud de compra, desde **CPE- PPC-0001** hasta indefinidamente
- A qué departamento pertenece
- Fecha en la que se empieza a llenar
- Persona encargada de la revisión
- Descripción de las novedades como, fecha, área a la que pertenezca, equipo, motivo de la para, tiempo total por el mantenimiento realizado en horas, tipo de mantenimiento puede ser preventivo, correctivo, predictivo. revisado por y alguna observación si hubiera.
- Nombre del asistente de mantenimiento. (Ver tabla 14)

Tabla 14 Control de paras de equipos

				PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”						
				DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
CONTROL DE PARAS DE EQUIPOS						Nº: CPE-PPC-0001				
Departamento de Producción						Fecha				
Responsable:						--/--/--				
DESCRIPCIÓN										
FECHA	ÁREA	MAQUINA	MOTIVO DE PARA	T. T. MANTENIMIENTO (HORAS)	TIPO DE MANTENIMIENTO			REVISADO POR	OBSERVACIÓN	
					P	C	Pred.			
Asistente de mantenimiento:					Jefe de Planta:					

Elaborado por: Elvis Robayo

Documentación que debe manejar el Personal de Mantenimiento

Solicitud de Trabajo de Mantenimiento

Villamil Gutiérrez, J. E. (2010): También conocidas como reportes de fallas, constituyen la manera formal de solicitar la revisión o reparación de un equipo que se encuentra fallando o que está próximo a fallar, y en base a la criticidad de lo solicitado permitirá programar la intervención por parte del personal de mantenimiento.

La solicitud es la petición de servicio que está diseñada básicamente para el control y programación de actividades de mantenimiento de la gerencia como también para el manejo técnico y administrativo y son elaboradas por las personas que la requieren.

La solicitud elaborada para satisfacer las necesidades de la empresa; contendrá información que deberá ser detallada o explicada de una manera clara para un buen entendimiento por parte del departamento de mantenimiento. (Ver tabla 15)

La solicitud de Mantenimiento consta de las siguientes partes:

- Número de la solicitud de trabajo, desde **ST-PPC-0001** hasta indefinidamente
- Prioridad con la que tiene que ser ejecutado el trabajo, esta será para la toma de decisiones cuando se comparara con otra máquina.
- Fecha en la que se solicita el trabajo
- El área solicitante del servicio
- El nombre de la máquina y código de la misma para el servicio
- Descripción del trabajo solicitado
- Sugerencias de las acciones a tomar por parte del que vaya a realizar el trabajo

- Nombre de quien solicita el trabajo, el cargo dentro de la empresa y la firma
- Nombre, fecha, hora y firma por parte de quien recibe la solicitud de trabajo
- El número de orden de trabajo asignada a la solicitud

Tabla 15 Solicitud de trabajo

	PLANTA POTABILIZADORA “CASIGANA”		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
SOLICITUD DE TRABAJO			Nº: ST-PPC-0001
PRIORIDAD	Normal:	Importante:	Urgente:
Fecha de Solicitud:		Área Solicitante:	
Equipo:		Código Técnico:	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:			
SUGERENCIAS:			
Solicitado Por:		Revisado Por:	Orden de trabajo Nº:
Cargo:		Fecha:	Fecha:

Elaborado por: Elvis Robayo

Orden de Trabajo de Mantenimiento

Villamil Gutiérrez, J. E. (2010): Es un documento escrito en el cual se tiene un registro de los trabajos llevados a cabo determinados equipos o instalaciones de la planta, una vez recibido este formulario de la solicitud de trabajo, el área de mantenimiento deberá efectuar la orden de trabajo, estas se emitirán tanto para realizar las distintas labores de mantenimiento programado y no programado que se presenten en la planta. (Ver tabla 16)

La solicitud de trabajo consta de las siguientes partes:

- Número de la orden de trabajo, indicando con el formato desde **OT- PPC-0001** hasta indefinidamente
- Tipo de actividad o mantenimiento a realizar, puede ser programado, correctivo u otro tipo de acción
- Prioridad con la que se debe ejecutar el trabajo, esta será para la toma de decisiones en la ejecución de las áreas de mantenimiento
- Tipo de servicio de mantenimiento, puede ser con personal interno o externo, en el caso de ser externo el nombre de la empresa que va a ejecutar el trabajo
- Las fechas de inicio y entrega del trabajo
- Los códigos del personal interno responsable de la ejecución del trabajo o los nombres de los técnicos externos
- Número de área, código de la máquina, tipo de acción a realizar, descripción de la áreas, tiempo estimado y ocupado en la ejecución y el tiempo que la máquina está paralizada
- Observaciones generales, de seguridad y del técnico sobre la orden de trabajo
- Nombre y firma del que emite, aprueba, entrega y recibe la orden y las fechas

Solicitud de Compras

Villamil Gutiérrez, J. E. (2010): Una solicitud de compra es un pedido interno, para que el responsable de compras provea lo que la Planta necesita,

La solicitud de compra es de uso exclusivo del departamento de mantenimiento, servirá para realizar la petición de repuestos y materiales requeridos para la programación de las ÁREAS de mantenimiento, esta deberá ser llenada por el encargado del departamento.

Constituye un respaldo útil para determinar responsabilidades cuando hay fallas en el proceso en este caso, al departamento de mantenimiento le sirve como constancia de los servicios que solicitó.

Se recomienda que en la solicitud se incluya toda la información que se tenga sobre los repuestos y productos que se solicite para gestionarla de la mejor manera y evitar inconvenientes posteriores en las actividades de mantenimiento. (Ver tabla 17)

La solicitud de Compras consta de las siguientes partes:

Número de la solicitud de compra, indicando con el formato desde **SC- PPC-0001** hasta indefinidamente

- El nombre de la máquina, código, marca, tipo, matrícula o serie, modelo, año de fabricación, voltaje y frecuencia propias de cada una de ellas, todos estos datos para el caso de requerimientos de repuestos provistos por el fabricante de las máquinas.
- Para los requerimientos de materiales estos no son necesarios
- Código interno del ítem solicitado
- Para el caso de los repuestos provistos por los fabricantes de las máquinas se requieren los datos del manual de repuestos del cual son necesarios los datos como: página o tabla, grupo, posición o número de la pieza, código del fabricante y descripción de la pieza de repuesto solicitada

Establecer los Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Pauro, R. (2007): Se encargan de medir si las acciones de mantenimiento son efectivas en cuanto al comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, además, permiten medir la calidad de los trabajos y grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento.

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito del proyecto en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre el adelanto del mantenimiento.

Los indicadores de gestión son resultados cuantificables y para el presente proyecto se considera la utilización de los siguientes indicadores:

- Indicador de Disponibilidad.
- Indicador de Cumplimiento de Actividades de Mantenimiento.
- Indicador de Capacitación de Personal en la Operación de Equipos.
-

Indicador de disponibilidad

CESPEDES Pedro, TORO Juan (2001): Este indicador permite conocer si se dispone con la capacitación de un sistema, equipo y dispositivo para realizar una función requerida bajo condiciones específicas en un periodo de tiempo determinado.

La relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, de mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para operar en un tiempo determinado o sea que no esté parada por averías o ajustes,

durante el ciclo de vida del proyecto, de esta etapa son responsables el Jefe y el Asistente del departamento de mantenimiento.

Objetivo: Mide y calcula la eficiencia de los equipos de la Planta, evalúa el número de fallas, procesos, se emplea estas mediciones como referencia para mejoras

Ecuación 1

$$\text{DISP} = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}} * 100\%$$

TPEF = tiempo promedio entre fallos

TPPR = tiempo promedio de reparación

Indicador de Cumplimiento

CESPEDES Pedro, TORO Juan (2001): Los indicadores son instrumentos para evaluar hasta qué punto o en qué medida se están logrando los objetivos estratégicos. Con base en que el cumplimiento tiene que ver con la conclusión de un área, mide los programas de mantenimiento preventivo de un sistema dado, los indicadores de cumplimiento están relacionados con las razones que indican el grado de consecución de áreas y/o trabajos planificados.

Objetivo: Permite ver la situación del proceso en todo momento y administrar los recursos necesarios para prevenir y cumplir realmente con las necesidades de producción de la Planta.

Ecuación 2

$$\text{IC} = \frac{\text{Mtto. Ejecutado}}{\text{Mtto. Programado}} * 100\%$$

Mtto Ejecutado = mantenimiento ejecutado

Mtto Programado= mantenimiento programado

Indicador de Capacitación de Personal en la Operación de los Equipos

CESPEDES Pedro, TORO Juan (2001): El indicador de capacitación incluye el tomar decisiones para la mejora continua de la Planta, mantienen un buen nivel de eficiencia elevando el nivel de eficiencia individual y colectiva, también contribuyen en la preparación acorde objetivos y requerimientos de la Planta.

Objetivo: Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades que asumen en cada uno de sus puestos.

Ecuación 3

$$\text{Capacitación} = \frac{\text{H.H. A. Ejecutado}}{\text{H. H. A. Programado}} * 100\%$$

H.H.A. Ejecutado= horas hombre adiestramiento ejecutado

H.H.A. Programado= horas hombre adiestramiento programado

Tabla 19 Resumen de los indicadores de gestión de mantenimiento

Indicadores de gestión de mantenimiento					
#	Descripción	Formula	Responsable	Intervalo	Documentos
1	Indicador de Disponibilidad	$DISP = \frac{TPEF}{TPEF+TPPR} * 100\%$	Jefe del Mantenimiento y el Analista de Mantenimiento	Semestral	Historial de fallas, Ordenes de trabajo.
2	Indicador de Cumplimiento	$IC = \frac{\text{Mtto. Ejecutado}}{\text{Mtto. Programado}} * 100\%$	Analista de Mantenimiento.	Semestral	Reportes de Mantenimiento, Plan de Mantenimiento.
3	Indicador de Capacitación	$\text{Adiestram} = \frac{\text{H. H. A. Ejecutado}}{\text{H. H. A. Programado}} * 100\%$	Capacitador	Semestral	Nómina de empleados

Elaborado por: Elvis Robayo

Resultados esperados

Evaluación del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Una vez analizada la propuesta del Sistema de Gestión de Mantenimiento realizada en la Planta. Los aspectos que se cumplen luego de desarrollar la propuesta en lo que se refiere a la optimización de la Planificación, Organización y Control del mantenimiento aplicado, el desarrollo del cronograma de mantenimiento, incluyendo los parámetro del sistema de mantenimiento, se obtiene un resultado del 95% corrigiendo falencias que han sido mejoradas para beneficio y progreso de La Planta Potabilizadora "CASIGANA". (Ver tabla 20)

Tabla 20 Matriz de Evaluación de Gestión de Mantenimiento

Sistema de gestión de mantenimiento				
	HERRAMIENTAS	EVALUACIÓN		RESULTADO
		SI	NO	
Planeación 30 %	Organigrama estructural	X		
	Organigrama Funcional	X		
	Plan de mantenimiento	X		
	Total			
Organización 25 %	Datos estadísticos de fallas de equipos	X		
	Análisis del sistema de /mantenimiento	X		
	Sistema de información (evaluación del sistema de mantenimiento)	X		
	Total			
Dirección 25 %	Comunicación y Liderazgo	X		
	Motivación e incentivos	X		
	Total			
Control 20 %	Inspección de Mantenimiento	X		
	Indicadores de Mantenimiento	X		
	Documentos de Control	X		
	Total			
Total				95 %

Elaborado por: Elvis Robayo

Cronograma de actividades

En la tabla 22 se transcribe el cronograma de actividades dando a conocer los tiempos del proceso para llevar a cabo el presente proyecto. (Ver tabla 21)

Tabla 21 Cronograma de actividades

No.	ACTIVIDADES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Búsqueda de información	X	X																							
2	Revisión de la información		X																							
3	Análisis de la información		X																							
4	Elaboración de las paginas preliminares			X	X																					
5	Revisión y aprobación de las paginas preliminares				X	X																				
6	Adaptación al formato entregado					X																				
7	Presentación del capítulo I					X	X																			
8	Revisión y aprobación del capítulo I						X	X																		

No.	ACTIVIDADES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9	Análisis del capítulo I							X																	
10	Elaboración del capítulo II								X	X	X	X													
11	Revisión y aprobación del capítulo II											X	X												
12	Elaboración del capítulo III												X	X	X	X									
13	Revisión y aprobación del capítulo III														X	X									
14	Elab. Conclusiones y recomendaciones (CAP. IV)															X	X								
15	Revisión y aprobación del capítulo IV																X	X							
16	Revisión general																	X	X	X					
17	Revisión y aprobación																				X	X			
18	Impresión Anillados																							X	
19	Revisión anillados																							X	
20	Presentación final																							X	

Elaborado por: Elvis Robayo

Análisis de costos

En la Tabla 23 se detalla el análisis de costo de la investigación con el fin de identificar los recursos necesarios que se requiere para la elaboración del presente proyecto. (Ver tabla 22)

Tabla 22 Análisis de Costos

N°	Actividades	Cantidad	Costos	Precio Total
1	Investigación de Campo	4	20	80
2	Implementación de la gestión de mantenimiento	1	200	200
3	Documentos que debe manejar el personal	1	100	100
4	Plan de Mantenimiento (Implementación)	1	600	600
5	Implementación del sistema de mantenimiento	1	150	150
6	Capacitaciones	2	30	60
7	Material Físico	6	30	180
Total				1370

Elaborado por: Elvis Robayo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En base a los parámetros correspondientes a la Planificación, Organización, Dirección, y Control basados en las responsabilidades de la alta dirección dentro de la Norma ISO 9001:2000 se organizó de una manera más adecuada la Gestión de Mantenimiento en la Planta de tratamiento Casigana teniendo como resultado inicial de la investigación el 59% y como resultado final el 95% dando efectividad a las mejoras propuestas.
- Se diseñó el Plan de Mantenimiento para la Planta de Tratamiento Casigana, empleando indicadores de gestión, llevando así de una mejor manera el monitoreo de los equipos y a su vez controlando la vida útil de las máquinas.
- Considerando la Norma COVENIN 2500-93 se estructuró de una manera más adecuada el Sistema de Mantenimiento en la Planta de tratamiento Casigana teniendo como resultado inicial de la investigación el 31% y como resultado final el 95%, considerando que la propuesta planteada se logró mejorar los indicadores de Gestión y a su vez el Sistema de Mantenimiento.
- Se optimizó la estructura de administración y gestión de las actividades considerando la distribución más adecuada propuesta en el presente trabajo con el fin que el personal de Mantenimiento pueda llevar sus actividades de una manera más ordenada y óptima.

Recomendaciones

- Se recomienda que la documentación solicitada que el personal de mantenimiento lleve consigo sea registrada en una base de datos para optimizar la clasificación de dicha documentación; además capacitar a todo el personal de mantenimiento cuales son las funciones de cada profesional y la factibilidad del sistema de gestión de mantenimiento a implementarse.
- Se recomienda que el plan de mantenimiento sea ejecutado de acuerdo al cronograma de actividades, y considerando las actividades de mayor importancia que se ha programado, así mismo llevar consigo la base de datos actualizada del plan de mantenimiento.
- El mantenimiento preventivo debe ser realizado de acuerdo a los parámetros establecidos en el proceso, además de llevar los registros adecuadamente, finalmente llevar consigo una evaluación periódica del sistema de gestión de mantenimiento propuesto.

LITERATURA CITADA

- BACA, U. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2007.
- CESPEDES Pedro y TORO Juan, “Metodología para medir Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad en Mantenimiento”, Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico), Universidad EAFIT, Medellín Colombia 2001.
- DUFFUAA, Salih; RAOUF, A; DIXON CAMPBELL, John, Sistemas de mantenimiento, planeación y control, Editorial Limusa. 2000, México.
- REY SACRISTAN, Francisco. Manual del mantenimiento integral en la empresa. Fundación Confemetal. 2001, Madrid, ES.
- BENAVIDES, Eduardo. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PRODUCTOS EFE S.A. Febrero del 2009. Disponible en: <http://159.90.80.55/tesis/000147305.pdf>
- HOYER, Rafael. DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INSTALACIONES DE BOMBEO DE AGUA POTABLE. 18 de Julio del 2014. Disponible en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8053.pdf>
- COLLANTES, Jaime. Una Poderosa Herramienta para Incrementar la Rentabilidad de Mantenimiento. 2005. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/foro/cl/2005/jaime.pdf>
- Villamil Gutiérrez, J. E. (2010). Importancia de las herramientas administrativas requeridas para la planeación y gestión de las actividades de mantenimiento hospitalario en las instituciones de salud. Umbral Científico.
- Pauro, R. (2007). Indicadores de mantenimiento: Qué se debe medir.

ANEXOS

Anexo 1

Área II: Organización De Mantenimiento

AREA II: ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO

II.1 Funciones y Responsabilidades

Principio Básico

La función mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados

Deméritos

- II.1.1 La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para la organización de Mantenimiento
- II.1.2 La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro
- II.1.3 La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción
- II.1.4 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad
- II.1.5 La asignación de funciones y de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados
- II.1.6 La empresa no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento

Anexo 2

Área VIII: Mantenimiento Preventivo

AREA VIII: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

VIII.1 Determinación de Parámetros

Principio Básico

La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad.

La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas

Deméritos

- VIII.1.1 La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento
- VIII.1.2 La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento
- VIII.1.3 No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves
- VIII.1.4 No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas
- VIII.1.5 El personal de la organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas

VIII.2 Planificación

Principio Básico

La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo.

Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo

Anexo 3

Área X: Personal de mantenimiento

AREA X: PERSONAL DE MANTENIMIENTO

X.1 Cuantificación de las necesidades del personal
Principio Básico
La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de personas que se requieren en la organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos

Deméritos

X.1.1 No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal

X.1.2 La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustada a la realidad de la empresa

X.1.3 La organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación

X.2 Selección y Formación
Principio Básico
La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra).
Se tienen establecidos programas permanentes de formación y actualización del personal, para mejorar sus capacidades y conocimientos

Anexo 4

Área XII. Equipos

AREA XII: RECURSOS

XII.1 Equipos
Principio Básico
La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas.
Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores.
Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso

Deméritos

XII.1.1 No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad

XII.1.2 Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado

XII.1.3 El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos

XII.1.4 Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es deficiente

XII.1.5 No se lleva registro de entrada y salida de equipos

XII.1.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos

XII.2 Herramientas
Principio Básico
La organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas.
Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso

Anexo 5

Instructivo para el mantenimiento de unidades de producción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Casigana

	INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CASIGANA		FECHA: 29-08-2017
	IT-GOM-SAP-17-N713-05		PÁGINA: 1 de 7
CONTROL DE CAMBIOS Y ACTUALIZACIONES			
No. VERSIÓN	FECHA	DETALLE DE LA ACTUALIZACIÓN	
04	20-03-2017	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de código en el instructivo, registros y documentos asociados por transición de norma, y referencia a otros documentos internos y registros asociados. • Cambio en la redacción del objetivo. • Cambio en la redacción del ítem 3. Descripción de Actividades. 	
SE PROHIBE LA REPRODUCCION Y/O DISTRIBUCION DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACION DE EP-EMAPA-A			
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
 Ing. Jacqueline Ávila J.	 Ing. José Sola	 Ing. Byron Montero	
Equipo de Trabajo del Sub Proceso SAP	Responsable del Sub Proceso SAP	Responsable del Proceso (GOM)	

Anexo 6

Instructivo de operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Casigana

	INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CASIGANA	FECHA: 29-08-2017
	IT-GOM-SAP-18-N851-07	PAGINA: 1 de 9

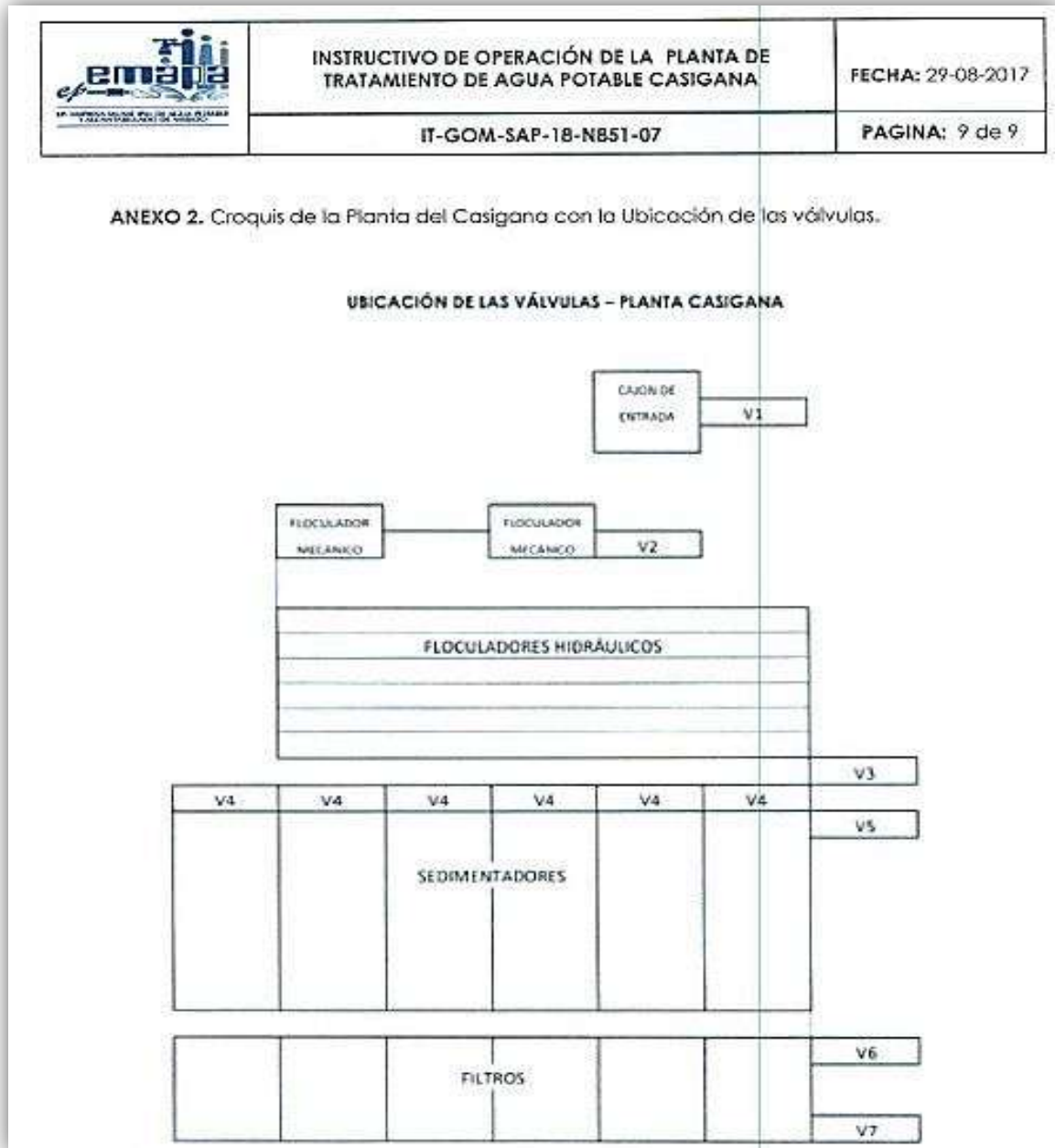
CONTROL DE CAMBIOS Y ACTUALIZACIONES		
No. VERSIÓN	FECHA	DETALLE DE LA ACTUALIZACIÓN
06	20-03-2017	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de código en el Instructivo, registros y documentos asociados por transición de norma, y referencia a otros documentos internos y registros asociados. • Inclusión del ítem Responsabilidad y Autoridad. • Cambio en la redacción del ítem 4, Descripción de Actividades.

SE PROHIBE LA REPRODUCCION Y/O DISTRIBUCION DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACION DE EP-EMAPA-A

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Ing. Jacqueline Avila J.	 Ing. José Sala	 Ing. Byron Montero
Equipo de Trabajo del Sub Proceso SAP	Responsable del Sub Proceso SAP	Responsable del Proceso (GOM)

Anexo 7

Croquis de Planta de Tratamiento de Agua Potable Casigana con la ubicación de la válvula



Anexo 8

Cláusulas de la norma ISO 9001:2000

CLAUSULAS DE LA NORMAS ISO 9001:2000
5 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN 5.4 Planificación 5.4.2 Planificación del sistema de gestión de la calidad
5 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN 5.5 Organización, autoridad y comunicación 5.5.2 Representante de la dirección
5 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN 5.6 Revisión y Control por la dirección 5.6.1 Generalidades
5 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN 5.6 Revisión por la dirección 5.6.2 Información de entrada para la revisión

Anexo 9

Encuesta realizada al personal de la Planta de Tratamiento Casigana

Nº	Peguntas	Opciones	Respuestas
1	¿Cómo califica usted el tiempo de trabajo de las maquinas?	Bueno	()
		Malo	()
2	¿Se encuentra con facilidad los repuestos de las maquinas en la Planta?	Si	()
		No	()
3	¿Cómo calificaría usted el mantenimiento realizado en la Planta?	Excelente	()
		Buena	()
		Regular	()
4	¿Considera usted que la Planta contiene la documentación necesaria?	Si	()
		No	()
5	¿Cuenta la planta con un plan de mantenimiento que abarque los tipos preventivos y correctivos para las máquinas?	Si	()
		No	()
6	¿Recibe usted algún tipo de capacitación técnica por parte del personal de mantenimiento?	Siempre	()
		Nunca	()
7	¿Le gustaría tener una Documentación técnica que le permita manejarse de mejor manera su trabajo de mantenimiento?	Si	()
		No	()
8	¿Considera usted que con la elaboración y aplicación del plan de mantenimiento incrementara la disponibilidad de los equipos en el sistema de bombeo de la planta?	Si	()
		No	()
9	¿Dispone de algún tipo de procedimiento para cada máquina en la realización del mantenimiento?	Si	()
		No	()
10	¿Se lleva un registro de los servicios y mantenimiento que se le dan a la maquina en la Planta?	Si	()
		No	()

Anexo 10

Tipos de Bomba QV 10-12/ 320

Descripción	Material
Caja de voluta	Hierro Fundido GG25
Taburete de la bomba	Hierro Fundido GG25
Eje	AISI 329
Impulsor de doble entrada	Bronce
Rodamiento de bolas de contacto radial	
Rodamiento de rodillos radial	
Soporte del motor	Hierro Fundido GG25
Tapa de cojinete	Hierro Fundido GG25
Tapa de cojinete	Hierro Fundido GG25
Cartucho de rodamiento	Hierro Fundido GG25
Cartucho de rodamiento	Hierro Fundido GG25
Soporte de rodamiento	Bronce RG10
Junta para la cubierta	Klingerit – 1 mm
Junta de soporte de rodamiento	Klingerit – 1 mm
Anillo de sello de eje	Nitrilo / Acero
Anillo de sello de eje	Nitrilo / Acero
Anillo de sello de eje	Nitrilo / Acero
Anillo de sello de eje	Nitrilo / Acero
Sello mecánico	Carbón / Cerámica
Cubierta de sello	Bronce
Anillo de desgaste de la carcasa	Bronce
Anillo de retención	Bronce
Lanzador	Nitrilo
Protector del eje de la manga	AISI 316
Casquillo distanciador	DT - 11
Casquillo del cojinete	THORDON
Engrasador	Acero
Unión de tobo	Bronce
Medio de acoplamiento	Hierro Fundido GGG40
Medio de acoplamiento	Hierro Fundido GGG40
Acoplamiento flexible	Poliuretano
Tuerca del rodamiento	Acero

Anexo 11

Características de diseño de la Válvula de compuerta

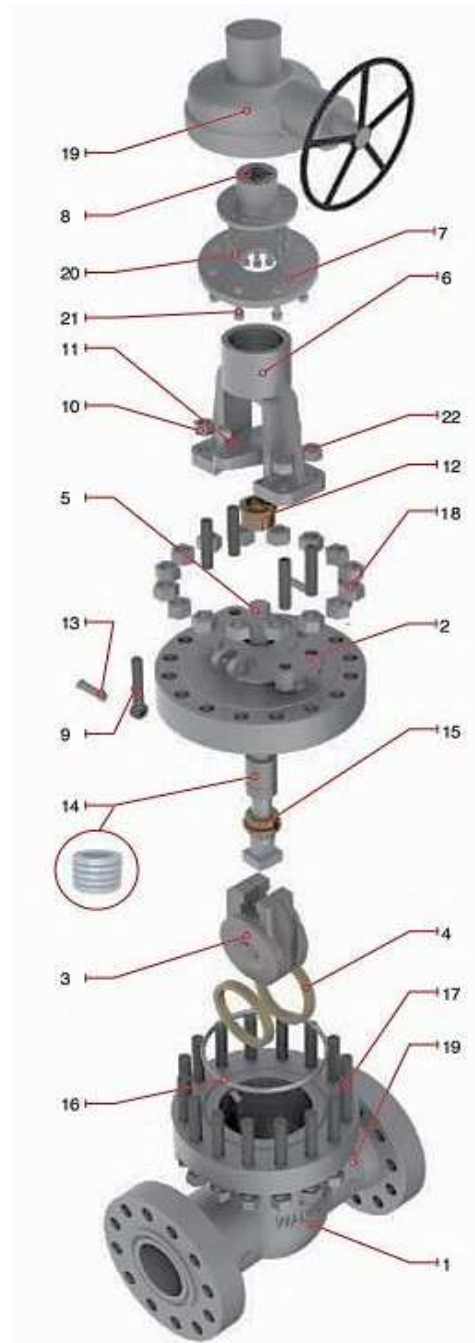
- Diseño de acuerdo con API-600.
- Válvulas tipo OS&Y con volante fijo y vástago ascendente.
- Compuerta flexible.
- De 18" a 24" de diámetro se suministra con Operador de Engranajes.
- Tuerca vástago y baleros a partir de 4" y mayores.
- Dimensiones de brida según ASME B16.5.
- Dimensiones de extremo a extremo según ASME B16.10.
- Dimensiones de cara a cara para extremos WE según ASME B16.25.

Figura No.	Figura No. ID Fábrica	Tipo de Extremos
5262RF	5262F	Bridados Cara Reelzada, Cara Plana
5262RTJ	5262RJ	Bridados Junta Tipo Anillo
5262WE	5262WE	Soldable

Partes y Materiales

No.	DESCRIPCIÓN	WCB Trim UT
1	Cuerpo	ASTMA 216 GR WCB
2	Bonete	ASTMA 216 GR WCB
3	Compuerta	ASTMA 216 GR WCB + 13% Cr.
4	Asiento	ASTMA 515 GR 70 + ST6
5	Vástago	ASTMA 276 Type 410
6	Yugo	ASTMA 216 GR WCB
7	Tuerca Retén	ASTMA 36
8	Tuerca Vástago	ASTM B 148 UNS C95600
9	Tomillo de Ojo	Acero Aleado
10	Tuerca Tomillo de Ojo	ASTMA 307
11	Brida Prensa Empaques	ASTMA 515 GR 70
12	Buje Prensa Empaque	ASTMA 108 GR 1020
13	Perno Tomillo de Ojo	Acero Aleado
14	Empaque de Vástago	Grafito
15	Casquillo	ASTMA 276 Type 410
16	Junta	ASTMA 108 GR 1010
17	Espárrago	ASTMA 193 GR B7
18	Tuerca Espárrago	ASTMA 194 GR 2H
19	Operador de Engranajes	Según requerimientos del cliente
20	Tomillos del Operador	Acero Aleado
21	Tomillo de Yugo	Acero Aleado
*22	Tuerca Tomillo de Yugo	ASTMA 307
*23	Placa de Identificación	Acero Inoxidable

*No mostrado



Anexo 12

Características de diseño de la Bomba Hidráulica



Serie ROMA 5-9 TURBINA INOX Electrobombas centrifugas multicelulares verticales



APLICACIONES / APPLICATIONS / APPLICATIONS

- ES** Electrobombas ideales por su posición vertical y reducido tamaño para instalaciones de grupos de presión y grupos contra incendios.
- EN** Electro-pumps suitable for the installation of pressure and fire protection equipments thanks to its vertical position and small size.
- FR** Electropompes idéales pour des installations de groupes de pression et des groupes contre incendies grâce à leur position verticale et leur taille réduite.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / TECHNICAL CHARACTERISTICS / CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Tipo Type	Caudal (l/h) Flow - Débit	Altura manom. (m) Height - Hauteur	IP	Aislamiento Isolation	r.p.m.	Refrigeración Cooling Refrégerement	Temp. max. (°C)	Aspiración max. Max. suction depth Aspiration max.	Turbina Impeller Turbine
Multicelular Multistage Multicellulaires	500 - 10500	10 - 110	44	F	2850	Ventilación externa External ventilation Ventilation externe	40	6 m.	Cerrada Closed Fermé

MATERIALES / MATERIALS / MATÉRIAUX

Cuerpo bomba - Pump body - Corps de pompe	Fundición - Cast iron - Fonte
Cuerpo aspiración - Suction body - Corps d'aspiration	Fundición - Cast iron - Fonte
Camisa - Housing - Chemise	Acero inoxidable 'AISI 304' - 'AISI 304' Stainless steel - Acier inoxydable 'AISI 304'
Turbinas - Impellers - Turbines	Acero inoxidable 'AISI 304' - 'AISI 304' Stainless steel - Acier inoxydable 'AISI 304'
Difusores - Diffusers - Diffuseurs	Polycarbonato con fibra de vidrio - Polycarbonate with fiber glass - Polycarbonate avec fibre de verre
Eje - Shaft - Arbre	Acero inoxidable 'AISI 316' - Stainless steel 'AISI 316' - Acier inoxydable 'AISI 316'
Cierre mecánico - Mechanical seal - Fermeture mécanique	Cerámica/Grafito - Ceramic/Graphite - Céramique/Graphite
Tapones - Plugs - Bouchons	Latón - Brass - Laiton
Juntas - O-rings - Joints	EPDM

CURVA / CURVE / COURBE

Modelo Model Modèle	Cod.	P2		I (A)			Ø		Altura manométrica / Height / Hauteur (m)																		
		KW	CV	1 - 230V	3 - 230V	3 - 400V	Asp	Imp	10	20	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110				
ROMA 5.4 T	1736	0,75	1	-	3,4	2,0	1"	1"	5700	5000	4200	3000	1500														
ROMA 5.4 M	1717	0,75	1	4,6	-	-	1"	1"	5700	5000	4200	3000	1500														
ROMA 5.5 T	1738	0,98	1,3	-	4,1	2,4	1"	1"	6000	5400	4000	4100	3400	2700	1200												
ROMA 5.5 M	1739	0,98	1,3	6,0	-	-	1"	1"	6000	5400	4800	4100	3400	2700	1200												
ROMA 5.6 T	1734	1,1	1,5	-	4,6	2,8	1"	1"	6200	5600	5200	4400	4000	3600	3200	2600	1400										
ROMA 5.6 M	1735	1,1	1,5	7,0	-	-	1"	1"	6200	5600	5200	4400	4000	3600	3200	2600	1400										
ROMA 9.3 T	7200	0,75	1	-	4,3	2,4	1 1/2"	1 1/2"	18000	7400	5200	2000															
ROMA 9.3 M	7257	0,75	1	6,1	-	-	1 1/2"	1 1/2"	18000	7400	5200	2000															
ROMA 9.4 T	7258	1,1	1,5	-	5,4	2,7	1 1/2"	1 1/2"	18000	8400	6800	5100	4000	2500	500												
ROMA 9.4 M	7259	1,1	1,5	7,5	-	-	1 1/2"	1 1/2"	18000	8400	6800	5100	4000	2500	500												
ROMA 9.5 T	7260	1,5	2	-	7,0	4,0	1 1/2"	1 1/2"	10500	9100	7900	6500	5800	5100	4200	2300	600										
ROMA 9.5 M	7261	1,5	2	9,6	-	-	1 1/2"	1 1/2"	10500	9100	7900	6500	5800	5100	4200	2300	600										
ROMA 9.6 T	7262	2,2	3	-	8,5	4,9	1 1/2"	1 1/2"		10200	9400	8200	7000	7000	6400	5700	5000	4400	3400	2000							
ROMA 9.7 T	7263	2,8	3,8	-	9,5	5,2	1 1/2"	1 1/2"		10300	9500	8400	7300	7400	6900	6500	6000	5500	4700	3900	1500						
ROMA 9.8 T	7264	3	4	-	10,6	6,0	1 1/2"	1 1/2"		10500	9600	8600	7500	7600	7500	7200	6850	6300	5600	5500	4200	3000	1000				

