



Departamento de Posgrados

Maestría en Gestión de Mantenimiento

“Elaboración del Plan de Mantenimiento de Activos Críticos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba, alineando la Gestión de Mantenimiento con el Plan Estratégico de la Empresa ETAPA EP”

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

Magister en Gestión de Mantenimiento

Autor:

Ing. Patricia Armijos

Director:

Ing. Luis Felipe Sexto M. Sc.

CUENCA - ECUADOR

2018

Dedicatoria

A Fabian Gonzalo y Paula Isabel

Agradecimiento

Al Ing. Xavier Sanchez Aguilera, Subgerente de Operaciones de Agua Potable y Saneamiento ETAPA EP, periodo 2011 – 2014, por haberme confiado el Departamento de Mantenimiento en su período de funciones. Experiencia gestora de este trabajo.

Al Ing. Luis Felipe Sexto, por las clases magistrales que motivaron a plantear el presente trabajo, y por la dirección y ayuda en el desarrollo del mismo.

Resumen

La falta de estandarización no logra visualizar el valor agregado del departamento de mantenimiento en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba pues se trabaja con planes de mantenimiento desactualizados. Por lo que con el presente trabajo se elabora el plan de mantenimiento de activos críticos luego de la evaluación del sistema de gestión mantenimiento actual y del análisis de la planificación estratégica vigente de ETAPA EP.

Se plantea una propuesta de estrategias y objetivos de mantenimiento en base a la norma europea EN 16646 “Mantenimiento en la gestión de activos físicos”; y de políticas de mantenimiento en base a la norma europea EN 60300-3-10., Guías de aplicación de la mantenibilidad.

Se identifica los activos críticos en base a la norma noruega Z 0008 “Mantenimiento basado en riesgo y en clasificación de la consecuencia”.

Y por último se plantea una propuesta de indicadores generales y específicos en base a la norma europea EN 15341 “Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento” y de cualificación de personal en base a la norma europea EN 15628 “Cualificación del personal de mantenimiento”.

El plan de mantenimiento se ha programado en la herramienta informática de gestión de mantenimiento SIGEMANT de propiedad de ETAPA EP.

PALABRAS CLAVE: Gestión de activos físicos, Gestión de mantenimiento, Análisis de criticidad, indicadores clave de rendimiento de mantenimiento, cualificación de personal de mantenimiento.

ABSTRACT

The lack of standardization did not allow to visualize the added value of the maintenance department in the Ucubamba wastewater treatment plant, since it works with outdated maintenance plans. The present work elaborated the maintenance plan for critical assets after the evaluation of the current maintenance management system and the analysis of the current strategic planning of ETAPA EP. A proposal of maintenance strategies and objectives was elaborated based on the European standard EN 16646 "Maintenance within physical asset management". The maintenance policies for this proposal were based on maintainability guides and the European standard EN 60300-3-10. Critical assets were identified using the Norwegian standard Z 0008 "Maintenance based on risk and classification of the consequence". Finally, a proposal of general and specific indicators was elaborated based on the European standard EN 15341 "Maintenance key performance indicators". The qualification of personnel was based on the European standard EN 15628 "Qualification of maintenance personnel". The maintenance plan was programmed in SIGEMANT maintenance management computer tool owned by ETAPA EP.

Keywords: Management of physical assets, maintenance management, criticality analysis, maintenance key performance indicators, qualification of maintenance personnel.



A handwritten signature in blue ink, located in the bottom right corner, which appears to read "Paul Arpi".

Translated by

Ing. Paul Arpi

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen	iv
Abstract.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de tablas.....	ix
Introducción.....	1
Capítulo 1.....	3
1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO ORGANIZATIVO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES UCUBAMBA.....	3
1.1. Análisis estratégico de ETAPA EP, periodo 2015 - 2019.	3
1.2. Evaluación del sistema de gestión de mantenimiento de la planta de aguas residuales de Ucubamba.....	14
Capítulo 2.....	20
2. MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE LOS ACTIVOS FÍSICOS.....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Descripción de la gestión de los activos físicos.....	21
2.3. Interacción entre el contexto de la empresa, la gestión de los activos físicos y la gestión del mantenimiento.....	22
2.4. Relaciones entre los procesos de mantenimiento y otros procesos del sistema de gestión de los activos físicos.....	24
2.5. Determinación de los Requisitos para la gestión de activos físicos.....	30
2.6. Propuesta de estrategias y objetivos de mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.....	31
Capítulo 3.....	34
3. POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO.....	34
3.1. Concepto de Mantenibilidad.....	34
3.2. Políticas de mantenimiento.....	34
3.3. Propuesta de políticas de mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.....	35
Capítulo 4.....	37
4. MANTENIMIENTO BASADO EN RIESGO Y CLASIFICACIÓN DE LA CONSECUENCIA.....	37
4.1. Antecedentes.....	37

4.2.	Metodología para el manejo de mantenimiento basado en el riesgo.....	37
4.3.	Clasificación de consecuencia.....	38
4.4.	Propuesta de análisis de criticidad de activos físicos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.....	49
4.5.	Propuesta de plan de mantenimiento de activos críticos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.....	58
4.6.	Propuesta de programa de mantenimiento de activos críticos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.....	73
4.7.	Sugerencias para la implementación.....	73
Capítulo 5	.....	76
5.	MONITORIZACIÓN DEL RENDIMIENTO. INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO.....	76
5.1.	Antecedentes.....	76
5.2.	Sistema de indicadores.....	76
5.3.	Indicadores.....	77
5.4.	Propuesta de indicadores clave de rendimiento de mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.....	77
5.5.	Sugerencias para la implementación de medición de indicadores.....	84
Capítulo 6	.....	85
6.	CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	85
6.1.	Antecedentes.....	85
6.2.	Propuesta del organigrama para el departamento de mantenimiento de la Subgerencia de operación de agua potable y saneamiento.....	85
6.3.	Competencias y habilidades para personal de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.....	86
6.4.	Conocimiento esencial requeridos (perfil) para personal de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.....	93
6.5.	Requisitos esenciales y experiencia para personal de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.....	95
Conclusiones y recomendaciones	.....	97
CONCLUSIONES	.....	97
RECOMENDACIONES	.....	98
Bibliografía	.....	99
Anexo	.....	100
	Programación del plan de mantenimiento de los activos críticos en la herramienta informática SIGEMANT.....	100

Índice de figuras

Figura 1: Mapa estratégico de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental.....	6
Figura 2: Cajón de Llegada - by-pass - compuerta de admisión.....	10
Figura 3: Cribas auto limpiantes	10
Figura 4: Desarenadores	11
Figura 5: Laguna aerada.....	11
Figura 6: Laguna facultativa	12
Figura 7: Laguna de maduración	12
Figura 8: Ubicación de la planta de tratamiento de lodos dentro del complejo de la PTAR...	13
Figura 9: Planta de tratamiento de lodos.....	13
Figura 10: Etapas del proceso de Tratamiento de lodos	14
Figura 11: Interacción entre el contexto de la empresa, los sistemas de gestión de los activos físicos y el sistema de gestión de mantenimiento.	23
Figura 12: Relaciones entre los procesos de mantenimiento y otros procesos del sistema de gestión de los activos físicos.....	26
Figura 13: Proceso de clasificación de consecuencia	39
Figura 14: Esquema de pretratamiento de PTAR Ucubamba	41
Figura 15: Esquema de aereadores de PTAR Ucubamba	41
Figura 16: Esquema planta de lodos PTAR Ucubamba.....	41
Figura 17: Proceso de actualización del programa de mantenimiento	59
Figura 18: Prioridad de las órdenes de trabajo correctivas	74
Figura 19: Factores que influyen en el mantenimiento e indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.....	78

Índice de tablas

Tabla 1: Lineamientos estratégicos Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental.....	4
Tabla 2: Descripción de objetivos estratégicos Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental	5
Tabla 3: Riesgos estratégicos Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental	7
Tabla 4: Diagnóstico de la gestión de mantenimiento en la PTAR Ucubamba.....	16
Tabla 5: Matriz de riesgo para la PTAR Ucubamba.....	38
Tabla 6: Jerarquía técnica en PTAR Ucubamba	40
Tabla 7: Funciones principales y subfunciones de la PTAR Ucubamba	42
Tabla 8: Ejemplo de definiciones de redundancia	43
Tabla 9: Consecuencia de subfunciones PTAR Ucubamba, HSE	44
Tabla 10: Consecuencia de subfunciones PTAR Ucubamba, producción.....	45
Tabla 11: Valoración de costes de mantenimiento en PTAR Ucubamba.....	45
Tabla 12: Evaluación de costes de mantenimiento en PTAR Ucubamba.....	46
Tabla 13: Clasificación del riesgo y consecuencia de los equipos críticos de la PTAR Ucubamba	49
Tabla 14: Evaluación de frecuencia de fallos en PTAR Ucubamba.....	50
Tabla 15: Criticidad en equipos de PTAR Ucubamba.....	57
Tabla 16: Plan de mantenimiento de cuchara anfibia	60
Tabla 17: Plan de mantenimiento de las cribas.....	62
Tabla 18: Plan de mantenimiento de los desarenadores	64
Tabla 19: Plan de mantenimiento de aereadores.....	65
Tabla 20: Plan de mantenimiento dragas, redes recolectoras y flotadores	67
Tabla 21: Plan de mantenimiento de bomba de cavidad progresiva.....	70
Tabla 22: Plan de mantenimiento de transformadores.....	71
Tabla 23: Reporte de datos de mantenimiento.....	75
Tabla 24: Indicadores generales de mantenimiento PTAR Ucubamba	79
Tabla 25: Indicadores específicos de mantenimiento PTAR Ucubamba.....	81
Tabla 26: Organigrama del departamento de mantenimiento de equipos de la SOAS.....	86
Tabla 27: Competencia y habilidades técnico especialista	87
Tabla 28: Competencia y habilidades supervisor	89
Tabla 29: Competencia y habilidades administrador.....	91
Tabla 30: Conocimiento esencial técnico	93
Tabla 31: Conocimientos supervisor	94
Tabla 32: Conocimientos administrador	95
Tabla 33: Experiencia técnico.....	96
Tabla 34: Experiencia supervisor.....	96
Tabla 35: Experiencia administrador	96

Introducción

Hoy en día existe una variedad de normas europeas relacionadas con la gestión de mantenimiento y gestión de activos en general. El presente trabajo se sustenta con las siguientes:

En primer lugar, la norma europea EN 16646, “Mantenimiento en la Gestión de Activos” que presenta la gestión de activos físicos como marco para las actividades de gestión de mantenimiento. Uno de los aportes más importantes es que relaciona el plan estratégico de la organización con el sistema de gestión de mantenimiento dando como resultado las estrategias y objetivos de mantenimiento.

La norma europea IEC 60300-3-10, “Guía de aplicación para la mantenibilidad”. Proporciona criterios para la elaboración de las políticas de mantenimiento, como parte de los elementos y tareas del programa de mantenibilidad.

La norma Noruega Z-008, “Mantenimiento basado en riesgo y clasificación de la consecuencia”, que proporciona los requisitos y directrices para establecer la criticidad de los activos físicos tomando en cuenta la clasificación de la consecuencia de funciones principales y subfunciones y los riesgos relacionados con: personal, ambiente, pérdida de producción y coste económico.

La norma europea EN 15341, “Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento”, describe un sistema para gestionar indicadores tomando en cuenta factores económicos, técnicos y organizativos, con la finalidad de evaluar y mejorar la eficiencia y la eficacia para conseguir la excelencia en el mantenimiento.

Finalmente, la norma europea EN 15628, “Cualificación del personal de mantenimiento”, especifica la cualificación del personal encargado de las tareas de mantenimiento de instalaciones, infraestructuras y sistemas de producción. Constituye una guía para definir el conocimiento, habilidades y competencias requeridas para la cualificación del personal.

Las propuestas desarrolladas son para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba que constada de:

- la fase líquida con una operación diez y siete años que tiene activos de costes elevados de reposición y reparación con un plan que no ha sido revisado desde la puesta en marcha, y
- la fase sólida que se entró en operación hace cuatro años que tiene activos cuyo fallo afecta la operación de la planta, con un plan de mantenimiento recientemente implementado.

Este trabajo transparenta la situación actual de la gestión de mantenimiento en la planta de aguas residuales de Ucubamba y propone una estandarización que visualiza el valor agregado del departamento de mantenimiento. Las propuestas planteadas constituyen un piloto que puede ser extensivo en las plantas de agua potable y aguas residuales del cantón cuenca.

Como resultado de este trabajo de titulación se ha cumplido el objetivo general:
Elaborar el plan de mantenimiento de activos críticos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba, vinculando la gestión de mantenimiento con la planificación estratégica de la empresa ETAPA EP.

Con los objetivos específicos:

1. Analizar la planificación estratégica de empresa ETAPA EP, en el capítulo 1.
2. Evaluar el sistema actual de gestión de mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, en el capítulo 1.
3. Elaborar la propuesta de estrategias y objetivos de mantenimiento, en base al análisis del contexto organizativo de ETAPA EP, en capítulo 2.
4. Elaborar la propuesta de políticas de mantenimiento, en capítulo 3.
5. Realizar un análisis de criticidad de los activos físicos objetos de mantenimiento, en el capítulo 4.
6. Elaborar un plan de mantenimiento para los activos críticos, en el capítulo 4.
7. Programar el plan en la herramienta informática SIGEMANT de propiedad de ETAPA EP, en capítulo 4.
8. Elaborar la propuesta de indicadores generales para la gestión de activos físicos y los indicadores específicos para la gestión de mantenimiento, en el capítulo 5.
9. Elaborar la propuesta de cualificación del personal del departamento de mantenimiento, en el capítulo 6.

Para el cumplimiento de los objetivos se revisó la documentación actualizada de planificación estratégica de ETAPA EP, las normas europeas detalladas anteriormente y la documentación existente en el departamento de mantenimiento. Para poner en contexto la información se recurrió a entrevistas al personal de operación y mantenimiento de la planta.

Capítulo 1

1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO ORGANIZATIVO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES UCUBAMBA

1.1. Análisis estratégico de ETAPA EP, periodo 2015 - 2019.

Para realizar el análisis del contexto organizativo de ETAPA EP, se examinan los cuatro factores: objetivos, estrategias y características de la empresa, mercado, comunidad y tecnología. En los siguientes capítulos se verá la interacción entre el contexto de la empresa, los sistemas de gestión de los activos físicos y el sistema de gestión de mantenimiento. Se ha tomado como documento base el Informe Final Definitivo “Actualización del plan Estratégico de ETAPA EP”. (IAG GROUP, 2016)

1.1.1. Objetivos, estrategias y características de la empresa.

El horizonte de la planificación estrategia está previsto para el periodo 2015-2019, sustentado en el Plan de Gobierno de la actual Administración “Cuenca, equitativa, participativa, sostenible y próspera”, espera definir un sistema de gestión estratégica buscando unir sinergias con iniciativas regionales y nacionales que permitan institucionalizar la gestión de la Corporación Municipal como un referente de servicio de calidad eficaz.

Visión: “Al 2019 ser una empresa sostenible, con talento humano competente y comprometido, que brinda soluciones integrales e innovadoras, con presencia nacional, entregando servicios de calidad.”

Misión: “Somos una empresa que mejora la calidad de vida de los habitantes, ofreciendo servicios integrales e innovadores de telecomunicaciones, agua potable y saneamiento, manteniendo los más altos estándares de calidad, a través de una gestión económica, social y ambientalmente responsable.”

Valores Corporativos:

- Trabajo en equipo: Trabajamos para alcanzar objetivos comunes. Complementamos y potenciamos iniciativas, conocimientos y recursos individuales, para hacerlo mejor.

- Actitud de liderazgo: Buscamos el mejoramiento continuo, para constituirnos en el mejor referente del desarrollo local, regional y nacional. Propiciamos el desarrollo de personas y talentos de la empresa.
- Vocación del servicio para satisfacer al cliente: El cliente guía nuestro accionar. Es una actitud del personal de la Empresa, atender las necesidades y satisfacer sus expectativas.
- Generadores de desarrollo sustentable: Con nuestros servicios propiciamos el desarrollo y mejoramos la calidad de vida de la colectividad, hoy y siempre. Generamos valor de largo plazo de manera sustentable, manteniendo un adecuado balance entre el valor económico, social y ambiental.
- Innovación: La innovación es una fuerza motriz para proveer nuevos y mejores servicios al cliente, generar mejores procesos y sistemas, desarrollar nuestra infraestructura y talentos.

Propuesta de Valor: Se ha colocado la propuesta de valor del servicio de saneamiento debido a que la planta de Aguas Residuales de Ucubamba pertenece a esta unidad de negocio. Los atributos de valor identificados son: adecuada evacuación, aguas residuales tratadas, información transparente y oportuna, tiempos de respuesta, precio, calidad de vida, atención y relación con el cliente.

Lineamientos estratégicos: Se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Lineamientos estratégicos Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICO	DEFINICIÓN
Gestión de Gobierno	Ejercer el derecho de propiedad a través de un direccionamiento claro y único del propósito del negocio de agua potable, alcantarillado, saneamiento y gestión ambiental, estableciendo un modelo de Gobierno Corporativo.
Gestión del cliente	Implementar mecanismos para identificar, captar, atender y fidelizar al cliente para generar valor a la Empresa.
Relacionamiento efectivo	Implementar prácticas de vinculación con aquellos grupos de interés que afectan o pueden afectar la generación de valor de la Empresa.
Innovación y Desarrollo	Aumentar el valor para la Empresa a través de ampliación de mercados, apertura de nuevas líneas de negocio y servicios, que incorporen modernas tecnologías y satisfacción a necesidades del cliente.
Excelencia Operativa	Implementar prácticas internacionalmente reconocidas para la gestión de proyectos, procesos, talento humano, tecnología y cultura organizacional para alcanzar la eficiencia y rentabilidad de la unidad de negocio.

Fuente: IAG Group

Mapa estratégico: Se muestra en la Figura 1.

Objetivos estratégicos: Se presentan en la Tabla 2.

Riesgos Estratégicos: Se presentan en la Tabla 3.

Tabla 2: Descripción de objetivos estratégicos Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental

Perspectiva	Objetivos Estratégicos	Descripción
Financiera	Alcanzar la sostenibilidad financiera.	Lograr ingresos que cubran la gestión de la unidad de negocios y generen rentabilidad que permita la reinversión en proyectos y el equilibrio del triple valor de la Empresa (económico-social ambiental).
Clientes	Maximizar el nivel de satisfacción de los clientes.	Alcanzar altos niveles de satisfacción de los clientes, concientizándolo sobre el valor e importancia de los servicios entregados, para lograr su fidelización con la Empresa.
	Expandir el crecimiento de ETAPA a nuevos mercados.	Expandir los servicios y operación de agua potable, alcantarillado, saneamiento y gestión ambiental hacia nuevos mercados, dentro y fuera del cantón Cuenca, con el fin de minimizar el impacto de la politización de tarifas y traduciendo el accionar en resultados económicos.
Procesos internos	Optimizar una gestión por procesos y proyectos efectiva.	Mejorar e implementar la gestión por procesos en el servicio integral del agua, desde la preservación de las fuentes hídricas hasta el tratamiento y descarga de agua. Garantizar la integración de los procesos clave que impactan directamente sobre la misión y constituyen la cadena del proceso de valor de la unidad de negocios con los procesos de soporte, con el fin de alcanzar una gestión empresarial enfocada en resultados.
	Identificar y valorar los servicios entregados por la unidad de negocio.	Realizar un inventario de los servicios que entrega la unidad de negocios, los beneficiarios de dichos servicios, cuantificar su valor y gestionar su cobro.
	Mejorar la gestión en todo el ciclo del cliente para los servicios de la unidad de negocio.	Introducir en la unidad de negocio el concepto de cliente, y una gestión enfocada en el mismo.
	Incrementar el valor generado por la unidad de negocio a sus grupos de interés.	Establecer acciones específicas con cada grupo de interés identificado y priorizado, con el fin de obtener y entregar valor en una relación ganar ganar, sin ir en detrimento de los intereses de la Empresa.
	Implementar el nuevo modelo de negocio.	Buscar opciones de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) y de buenas prácticas, que puedan ser aplicables a procesos y servicios de la Empresa que generen optimización de recursos.
	Incrementar líneas de negocio y servicios innovadores.	Generar nuevas líneas de negocio y nuevos servicios en cada línea de la unidad que permitan generar réditos para la Empresa.
Aprendizaje y crecimiento	Contar con talento humano competente y motivado.	Lograr un equipo de trabajo capacitado, con las competencias que requiera su perfil de puesto, que cuente con un crecimiento profesional favorable, que conozca y se comprometa con el cumplimiento de los objetivos estratégicos y trabaje en equipo para alcanzarlo.
	Incrementar el uso de soluciones integradas.	Aprovechar e integrar los recursos tecnológicos que existen en las unidades de negocio además de implementar nueva tecnología que permita alcanzar mayor eficiencia en la gestión.
	Aprovechar el conocimiento e información de la Empresa.	Utilizar el know-how e información de primera mano que tiene la unidad de negocio sobre la gestión de agua potable, alcantarillado, saneamiento y ambiental, así como la experiencia y conocimiento en el manejo de sus clientes a lo largo del tiempo.
	Adoptar prácticas y regulaciones de buen Gobierno Corporativo.	Aplicar prácticas que permitan establecer regulaciones para minimizar la injerencia política que no genere valor para la Empresa.

Fuente: IAG Group

MISIÓN: Somos una empresa que mejora la calidad de vida de los habitantes, ofreciendo servicios integrales e innovadores de telecomunicaciones, agua potable y saneamiento, manteniendo los más altos estándares de calidad, a través de una gestión económica, social y ambientalmente responsable.

VISIÓN 2019: Al 2019 ser una empresa sostenible, con talento humano competente y comprometido, que brinda soluciones integrales e innovadoras, con presencia nacional, entregando servicios de calidad.

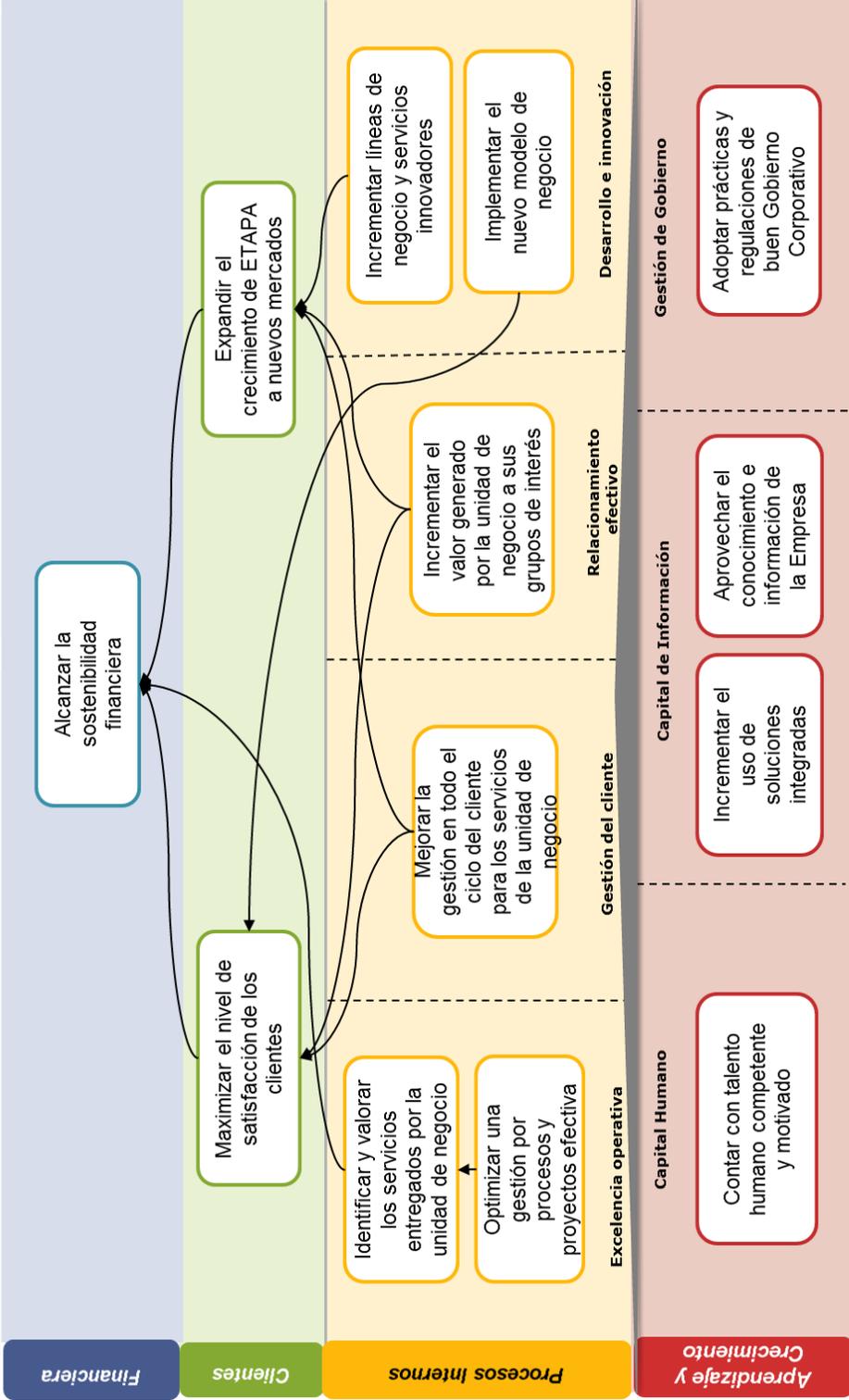


Figura 1: Mapa estratégico de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental
Fuente: IAG Group

Tabla 3: Riesgos estratégicos Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Gestión Ambiental

Perspectiva	Objetivos Estratégicos	Riesgos estratégicos
Procesos internos	Optimizar una gestión por procesos y proyectos efectiva.	No contar con el recurso financiero adecuado para gestionar los proyectos, provocado por la situación financiera actual de la Empresa, limitaría la ejecución y alcance de los mismos.
	Identificar y valorar los servicios entregados por la unidad de negocio.	Tarifas mal fijadas y servicios no cobrados, provocado por una falta de costeo, generaría la insostenibilidad financiera de la unidad de negocios.
	Incrementar el valor generado por la unidad de negocio a sus grupos de interés.	La no implementación del modelo de responsabilidad social, por una débil gobernanza, provocaría no gestionar adecuadamente la relación con los grupos de interés.
	Implementar el nuevo modelo de negocio.	No contar con los recursos financieros necesarios, por la situación económica actual de la Empresa, no permitiría invertir en las nuevas líneas de negocio y servicios.
	Incrementar líneas de negocio y servicios innovadores.	Resistencia del personal al cambio hacia una cultura de innovación, por falta de liderazgo, no permitiría generar los servicios oportunamente
Aprendizaje y crecimiento	Contar con talento humano competente y motivado.	Inadecuada selección, ubicación, promoción y rotación de personal por injerencia política, no permitiría alcanzar la productividad necesaria para lograr la sostenibilidad empresarial.
	Incrementar el uso de soluciones integradas.	Desaprovechar las sinergias existentes a causa de la falta de interacción entre las unidades de negocio y áreas de soporte, provocaría una reducción de la productividad empresarial.
	Aprovechar el conocimiento e información de la Empresa.	Fuga de información y conocimiento, por la falta de cumplimiento de políticas de seguridad de información, provocaría pérdida de valor para la Empresa.
	Adoptar prácticas y regulaciones de buen Gobierno Corporativo.	La resistencia del nivel de Gobierno, por una potencial pérdida de poder, afectaría directamente a la sostenibilidad de la Empresa.

Fuente: IAG Group

1.1.2. Mercado.

Se presentan los datos para la unidad de negocio Saneamiento.

Estudio cuantitativo de Mercado de la unidad de negocio Saneamiento: Con la recolección y análisis de los datos obtenidos, se infieren los siguientes resultados:

- El nivel de satisfacción referente a la integralidad del servicio (continuidad, atención del personal, claridad en la entrega de información y tiempos de respuesta a requerimientos y reclamos) posee rangos aceptables, ya que entre el 94% y 95% de la población está muy satisfecha y satisfecha.
- El 6% de la población entrevistada ha presentado algún reclamo con el servicio; las principales causas se relacionan con el taponamiento de las alcantarillas, la disposición del personal, el tiempo de respuesta para la solución del reclamo y la claridad en la entrega de información. Los niveles de satisfacción frente a la solución de los problemas son bajos, el 69% de la población se encuentra medianamente satisfecha, insatisfecha y nada satisfecha, y únicamente el 31%, está satisfecho con la atención.
- El 69% de los encuestados desconoce que el 50% del valor mensual que cancela por el servicio de saneamiento corresponde a la factura total del servicio de agua potable.

- El 87% de la población encuestada está satisfecha y muy satisfecha con respecto al valor que se cancela por el servicio, el 7% considera que es regular y el 6% está insatisfecho porque lo considera exagerado.

Estudio Cualitativo de Mercado de la unidad de negocio Saneamiento: Estudio realizado con entrevistas a: Miembros del Directorio (5), Cámaras y Gremios (3), Representantes de Universidades (3) y Otras empresas (4). Los segmentos entrevistados expresan lo siguiente:

- ETAPA EP debe utilizar la tecnología y capacidad instalada para generar servicios a costes razonables.
- Los asuntos políticos y los problemas financieros no permiten el libre funcionamiento de la Empresa.

Conclusiones de los estudios de mercado:

- ETAPA EP provee servicios de agua potable y saneamiento forma efectiva; constituyéndose en un referente para la ciudad y el país, gracias al manejo adecuado de los mismos, lo que le ha permitido lograr una imagen y marca a nivel nacional e internacional.
- ETAPA EP debe superar grandes retos hacia la modernidad. Entre los más importantes se encuentran los políticos y económicos, mismos que buscan generar mayor captación de ingresos con los servicios que presta.

1.1.3. Comunidad.

Se ha tomado la información del “Código de ética y conducta de la empresa pública municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento ETAPA EP”. (ETAPA EP, 2015)

Para ETAPA EP es fundamental orientar su gestión hacia el desarrollo sustentable, considerando los requerimientos y necesidades de los grupos de interés o partes interesadas, conformados por:

- Nivel directivo de ETAPA EP: se busca apoyar en la consecución de los grandes lineamientos y objetivos de la Corporación Municipal, relacionados con el ámbito empresarial de ETAPA EP, plasmándolos mediante la provisión sostenible de servicios hacia todos los sectores dentro del área de acción;
- Colaboradores: los servidores/as son el elemento más importante de toda empresa, su desarrollo integral incide en su productividad y calidad de vida;
- Clientes: pilar fundamental de la empresa, sintiéndose corresponsable de promover el uso racional y responsable de los recursos;

- Ambiente: Cumplir con los planes de manejo ambiental, y requisitos legales con el Ministerio de Ambiente;
- Proveedores y/o contratistas: crear una relación de valor a fin de que su colaboración se fortalezca y permita apalancar el desarrollo sostenible de las actividades, programas, proyectos y operaciones en las que la Empresa requiere su intervención; y
- Comunidad: el relacionamiento con la Comunidad es enfocado, pragmático y alineado con la razón de ser de la Empresa que crea valor social. Todas las acciones que realiza, están encaminadas a la satisfacción de las necesidades e intereses de la población a la que sirve.

1.1.4. Tecnología.

La estructura del sistema de producción que se analiza es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ucubamba, fase líquida y fase sólida.

La fase líquida, fue construida durante la I Fase de los Planes Maestros (1994-2000), en la ciudad de Cuenca, la misma que trata el 95% de las aguas residuales de la ciudad y consta de:
Pretratamiento: Esta estructura tiene como objetivo regular la presión y el caudal de entrada a la planta; así como remover sólidos que por su naturaleza constituyen una carga para la Planta de Tratamiento. Aproximadamente se remueven 4,30 m³/día para un caudal medio de 1300 l/s. La estructura de tratamiento preliminar está dividida en: cajón de llegada – by pass – compuerta de admisión, cribas auto limpiantes y desarenadores. Las cribas pueden trabajar de forma manual o automática; es necesario un especial cuidado en el control y limpieza en la rejilla colocada, para garantizar que al desarenador no ingrese material grueso. La arena retirada a través de los tornillos de Arquímedes es colocada en el sitio adjunto y posteriormente es desalojada hacia el relleno sanitario. Véase Figuras 2 a 4.

Lagunas de estabilización: Existen 6 lagunas: 2 aeradas, 2 facultativas y 2 de maduración. Estas se encuentran, por motivos de limpieza y reparación, conectadas en paralelo entre ellas y linealmente con los diferentes tipos de lagunas. En las lagunas aeradas, por medio de los aereadores flotantes se consigue la aeración artificial, lo cual ayuda a asimilar la sustancia orgánica soluble en el agua en un periodo reducido de tiempo. Reduce el nivel de sólidos y carga orgánica hasta un nivel adecuado para que continúe el proceso de tratamiento en las lagunas facultativas. En las lagunas facultativas se tiene tres capas: la primera una zona aerobia superficial, una zona facultativa intermedia y una zona anaerobia en el fondo donde se acumulan lodos. Los objetivos

de estas son: el almacenamiento y asimilación de sólidos biológicos, la regulación de la carga biológica y del oxígeno por medio de algas unicelulares en la superficie y la remoción de nematodos intestinales.



Figura 2: Cajón de Llegada - by-pass - compuerta de admisión
Fuente: Página Web oficial ETAPA EP



Figura 3: Cribas auto limpiantes
Fuente: Página Web oficial ETAPA EP



Figura 4: Desarenadores
Fuente: Página Web oficial ETAPA EP

Las lagunas de maduración están en el tercer lugar del tratamiento y su función es similar a la de las lagunas facultativas con la diferencia que en esta no se acumulan lodos en el lecho de la laguna. Véase Figuras: 5 a 7



Figura 5: Laguna aerada
Fuente: Página Web oficial ETAPA EP



Figura 6: Laguna facultativa

Fuente: Página Web oficial ETAPA EP

La fase sólida está constituida por la planta para la deshidratación de lodos que se encuentra al interior del actual complejo de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, en una parcela de unos 2300 m² de superficie propiedad de ETAPA, localizada junto a la autopista Cuenca – Azogues, construida entre los años 2010-2013 con el proyecto de Mejoramiento Integral del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de ETAPA. El objetivo de esta planta es la eliminación de 220.000 metros cúbicos de lodos que reposan en el fondo de cuatro de las seis lagunas de estabilización, que funcionan desde 1999. Véase Figuras 8 a 10.



Figura 7: Laguna de maduración

Fuente: Página Web oficial ETAPA EP

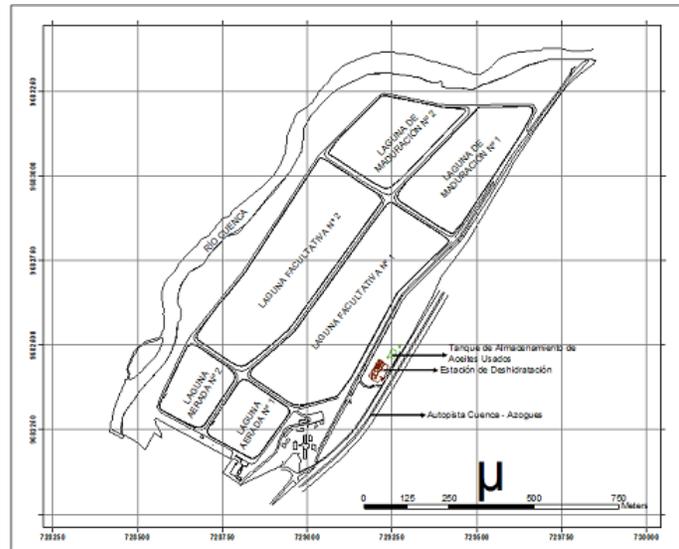


Figura 8: Ubicación de la planta de tratamiento de lodos dentro del complejo de la PTAR
Fuente: Página Web oficial ETAPA EP



Figura 9: Planta de tratamiento de lodos
Fuente: Página Web oficial ETAPA EP

El proceso de tratamiento de lodos de la planta incluye las siguientes etapas para separar el material sólido del agua:

- En la primera etapa se extraen los sedimentos a través de dragas que se ubican en las lagunas de estabilización, cuya función es reducir la carga orgánica de las aguas que ingresan a la planta, pues podría interrumpir el funcionamiento de la planta.
- La segunda etapa consiste en el envío del material a través de un sistema de tuberías situadas en la periferia de las lagunas de estabilización, hasta las estaciones de bombeo

intermedias, donde llega el material todavía conformado por un 97 por ciento de agua y tres por ciento de lodos.

- La tercera etapa consiste en el bombeo de lodos recolectados desde estaciones auxiliar y principal a la Planta de lodos al proceso de tamizado
- En la cuarta etapa, el material se dirige a un proceso de tamizado donde se separa del agua las pequeñas basuras como papeles, envolturas de alimentos, entre otras.
- En la quinta etapa, el fluido es almacenado en dos tanques espesadores a gravedad que retiran el agua casi por completo para que quede solamente lodos. El excedente de agua regresa a las lagunas aeradas para continuar con el proceso de oxigenación.
- En la sexta etapa, los lodos son bombeados a la planta de deshidratación.
- En la séptima etapa, en la planta de deshidratación, se acondiciona al lodo mediante dosificación de polielectrolito, se realiza la deshidratación en filtros banda y se bombea los lodos deshidratados al silo para el almacenamiento previo al transporte al relleno sanitario de Pichancay.

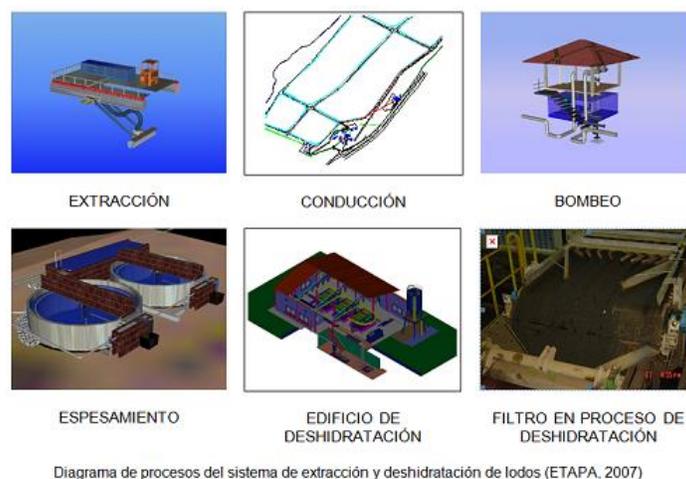


Figura 10: Etapas del proceso de Tratamiento de lodos

Fuente: Página Web oficial ETAPA EP

1.2. Evaluación del sistema de gestión de mantenimiento de la planta de aguas residuales de Ucubamba.

Una vez analizado el contexto organizativo de ETAPA EP y en particular de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, se realiza la evaluación de la gestión de mantenimiento, utilizando la matriz de auditorías de mantenimiento con la siguiente sistemática:

Relación de las áreas y funciones de actuación. - Se han desglosado las siguientes áreas: Organización, personal, relaciones; Preparación y planificación del trabajo; Ingeniería, inspección

y mantenimiento preventivo; Compras y almacenes de materiales; Contratación; Presupuestos de mantenimiento, Control de costes; y Eficiencia.

Calificación. - La calificación de cada función o área, representa la evaluación del grado de implantación, desarrollo, cumplimiento y efectividad de cada área o función. Para la calificación se puntúa de acuerdo con la escala más usual, entre cero (muy mal o inexistente y 10 (perfecto)).

Aplicando la sistemática descrita se han obtenido los resultados presentados en la Tabla 4, donde es fácil identificar los hallazgos mayores que son los que se pretende mitigar con el presente trabajo. Los hallazgos mayores encontrados son:

- Directrices de mantenimiento (1.2.): No se evidencia normativas específicas para mantenimiento, ni políticas de mantenimiento.
- Motivación del personal (1.5.): No se evidencia ningún programa de motivación al personal.
- Diseño y montaje instalaciones existentes (3.1.): Existe poca información del equipamiento de la fase de puesta en marcha.
- Investigación sistemática de averías (3.4.): No hay análisis de causa raíz de las averías.
- Dotación de medios de mantenimiento e inspección (3.7.): Existe dotación de material, pero no la rapidez de abastecimiento.
- Sistemática de la gestión de compras (4.1.): Proceso de aprobación muy lento.
- Codificación. Estandarización de recambios (4.4.): Existe codificación de compra, pero no se evidencia en las bodegas.
- Políticas de contratación de trabajos (5.1.): No existen políticas de contratación, pero se conocen cuáles son los trabajos que deben contratarse.
- Documentos de Gestión Económica (6.3.): Existen documentos, pero son responsabilidad de otra área.
- Informatización de Control de Costes (6.4.): Existen herramientas informáticas de responsabilidad de otra área.
- Seguimiento y Control de Costes (6.5.): Documentos internos de uso único para mantenimiento.
- Existencia y evaluación de índice económicos (6.6.): No existe comparativos económicos.

Tabla 4: Diagnóstico de la gestión de mantenimiento en la PTAR Ucubamba

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN PTAR UCUBAMBA													
AREAS/FUNCIONALES	CALIFICACIÓN AREA/FUNCIÓN											COMENTARIOS	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. EMPRESA, PERSONAL, RELACIONES													
1.1. Adecuación y balance del organigrama									8				Existe un organigrama estructural con respaldo de perfil de cada cargo
1.2. Directrices de mantenimiento	0												No evidencia normativas específicas para mantenimiento, ni políticas de mantenimiento
1.3. Formación y cualificación del personal								7					Existe evaluación de la competencia y evaluación del rendimiento
1.4. Planes de Formación						5							Existe el Plan de Formación pero no se cumple en su totalidad
1.5. Motivación del personal	0												No se evidencia ningún programa de motivación al personal
1.6. Comunicación										9			Se puede evidenciar que existe medios físicos y tecnológicos para la comunicación entre clientes internos y externos
2. PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN EN EL TRABAJO													
2.1. Sistema de órdenes de trabajo (O.T.)									8				Existe órdenes de trabajo con las respectivas firmas y autorización, pero falta el seguimiento en la ejecución de las actividades
2.2. Coordinación de Especialidades							6						Existe coordinación con otras áreas pero no es efectiva
2.3. Establecimiento de programas										9			Se evidencia programas de mantenimiento debidamente estructurados
2.4. Definición de Materiales											10		Existe una planificación anual de consumibles
2.5. Estimación de tiempos											10		Se evidencia cronogramas semanales
2.6. Estimación de fechas finalización								7					Se evidencia en las órdenes de trabajo, pero por agentes externos puede llegarse a no cumplir en los tiempos estimados
2.7. Recepción de trabajos terminados									8				Se puede evidenciar las órdenes de trabajo con firma de conformidad del cliente
2.8. Evaluación de necesidades externas							6						Existe una planificación en base a experiencia pero no existe una política escrita

Tabla 4: Continua

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN PTAR UCUBAMBA												
AREAS/FUNCIONALES	CALIFICACIÓN AREA/FUNCIÓN											COMENTARIOS
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3. INGENIERIA, INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
3.1. Diseño y montaje instalaciones existentes				3								
3.2. Documentación técnica disponible									9			
3.3. Historial de Equipos						5						
3.4. investigación sistemática de averías		1										
3.5. Gamas de mantenimiento preventivo										10		
3.6. Análisis de métodos de trabajo						5						
3.7. Dotación de medios de mantenimiento e inspección		1										
4. COMPRAS Y ALMACENES DE MANTENIMIENTO												
4.1. Sistemática de la gestión de compras		1										
4.2. Recepción de materiales						6						
4.3. Locales. Disposición física de los materiales. Localización								8				
4.4. Codificación. Estandarización de recambios			2									
4.5. Calidad de servicio de los almacenes de mantenimiento						6						

Tabla 4: Continua

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN PTAR UCUBAMBA												
AREAS/FUNCIONALES	CALIFICACIÓN AREA/FUNCIÓN										COMENTARIOS	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
7. EFICIENCIA												
7.1. Duración de los trabajos de mantenimiento						5						
7.2. Cumplimiento de los plazos						5						
7.3. Calidad de los trabajos realizados											10	
7.4. Coste de los trabajos realizados											10	
7.5. Estado de Instalaciones - Averías						5						
7.6. Calidad del Servicio							7					

8 a 10	CONFORME
5 a 7	NO CONFORMIDAD MENOR
0 a 4	NO CONFORMIDAD MAYOR

Capítulo 2

2. MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE LOS ACTIVOS FÍSICOS

Este capítulo se desarrollará en base a la norma europea EN 16646. Mantenimiento en la gestión de activos físicos. (AEN/CTN, 151, 2015)

2.1. Antecedentes.

Actualmente los procesos de mantenimiento como parte de los procesos de gestión de activos físicos se están convirtiendo en parte esencial de las actividades de las organizaciones, por razones como:

- presión para mejorar el valor agregado del mantenimiento,
- ambiente de decisión complicado e incierto,
- envejecimiento de los sistemas de activos físicos,
- comportamiento de separación de los procesos de mantenimiento de los otros procesos del ciclo de vida de los activos físicos, etc.

En el comportamiento del mercado y en el proceso tecnológico, los beneficios que pueden obtenerse con las actividades de gestión de activos físicos, son:

- decisiones más acertadas a largo plazo en el ciclo de vida de los activos físicos,
- orientación de las operaciones de mantenimiento con las estrategias de la empresa,
- planificación del mantenimiento e integración de la inversión,
- posición mejorada de la función de mantenimiento entre las otras funciones de la empresa,
- utilización sostenible del capital,
- mejoras en la evaluación del rendimiento y control,
- mejoras en la reputación de la empresa, etc.

La Norma Europea EN 16646, presenta la gestión de activos físicos como un marco para las actividades de mantenimiento. También introduce la relación entre el plan estratégico de la empresa y el sistema de gestión del mantenimiento y describe las interrelaciones entre los procesos de mantenimiento y todos los otros procesos de gestión de activos físicos. Aborda el papel e importancia del mantenimiento dentro del sistema de gestión de activos físicos durante todo el ciclo de vida de los activos físicos. (Sexto, 2015)

Es totalmente aplicable para el trabajo en la planta de aguas residuales de Ucubamba.

2.2. Descripción de la gestión de los activos físicos.

2.2.1. Conceptos

En la planta de aguas residuales de Ucubamba los *activos físicos individuales* vienen a hacer todos los equipos instalados e infraestructura construida que tiene un valor potencial o actual para ETAPA EP.

La planta de aguas residuales de Ucubamba viene a ser un grupo de activos físicos interconectados trabajando juntos y puede registrarse como un activo en sí, constituyéndose en un *sistema de activos físicos*.

La subgerencia de operaciones de ETAPA EP maneja dos *carteras de activos físicos*, entendiéndose como agrupaciones de varios sistemas de activos físicos que posibilita un enfoque holístico para lograr los objetivos de la empresa. Estas son la cartera de agua potable y la de saneamiento. En esta última está la planta de aguas residuales de Ucubamba a cargo del Departamento de Saneamiento.

El *ciclo de vida de un activo físico* es el período de creación de valor de un activo físico para una empresa, incluyendo los requerimientos de identificación, creación o adquisición, utilización, mantenimiento, modernización y retirada. Este concepto no se maneja actualmente y se pretende introducir en el desarrollo de este trabajo.

La gestión de los activos físicos entendiéndose como la gestión óptima del ciclo de vida de los activos físicos para alcanzar de forma sostenible los objetivos de la empresa, sin focalizarse sobre el propio activo, sino sobre el valor que este puede proporcionar, es un concepto que obligatoriamente se debe abordar ETAPA EP más temprano que tarde para enrumbar la gestión integral de la empresa.

2.2.2. Contexto organizativo

El sistema de gestión de mantenimiento es una parte del sistema de gestión de los activos físicos. Las actividades que la gestión de mantenimiento planificado, decide e implementa dependen directamente del entorno empresarial y tecnológico de la empresa.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se desenvuelve en un entorno empresarial y tecnológico estable. Con activos físicos de la fase sólida, en las primeras etapas del ciclo de vida y con los de la fase líquida envejecidos, cerca de sobrepasar la vida útil prevista.

Por lo que la función de mantenimiento debería:

- aportar en el momento de planificar y decidir las soluciones de los activos físicos de la planta;
- influir en soluciones de diseño durante procesos de inversión en la planta; y
- contribuir al modo de operaciones de producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

2.3. Interacción entre el contexto de la empresa, la gestión de los activos físicos y la gestión del mantenimiento.

En vista de que no están establecidos estrategias ni planes sobre los activos físicos en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, se toma como base el análisis realizado en el capítulo anterior de los cuatro factores: características de la empresa, mercado, comunidad y tecnología; al final de este capítulo para definir los requisitos necesarios que enrumbarán el proceso de mantenimiento con estrategias, objetivos y planes.

Los análisis estratégicos deben ser iterativos por esta razón, ETAPA EP debe considerar el retorno de información desde la gestión de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de los activos físicos. Así también la estrategia de mantenimiento debe ajustarse en función de la evolución de los requisitos. Véase Figura 11.

2.3.1. Gestión de los procesos de mantenimiento

El sistema del proceso de mantenimiento se compone de diferentes subprocesos.

- Estrategias y objetivos del mantenimiento
- Planificación de actividades de mantenimiento
- Gestión y desarrollo de recursos
- Implementación del mantenimiento
- Seguimiento y mejora continua.

El presente trabajo documenta la propuesta de estrategias y objetivos de mantenimiento, propone un plan de mantenimiento de los activos críticos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, deja pendiente la gestión y desarrollo de recursos. En cuanto a la implementación se realiza la programación del plan de mantenimiento en la herramienta informática SIGEMANT, y con relación al seguimiento y mejora continua se propone indicadores clave de desempeño.

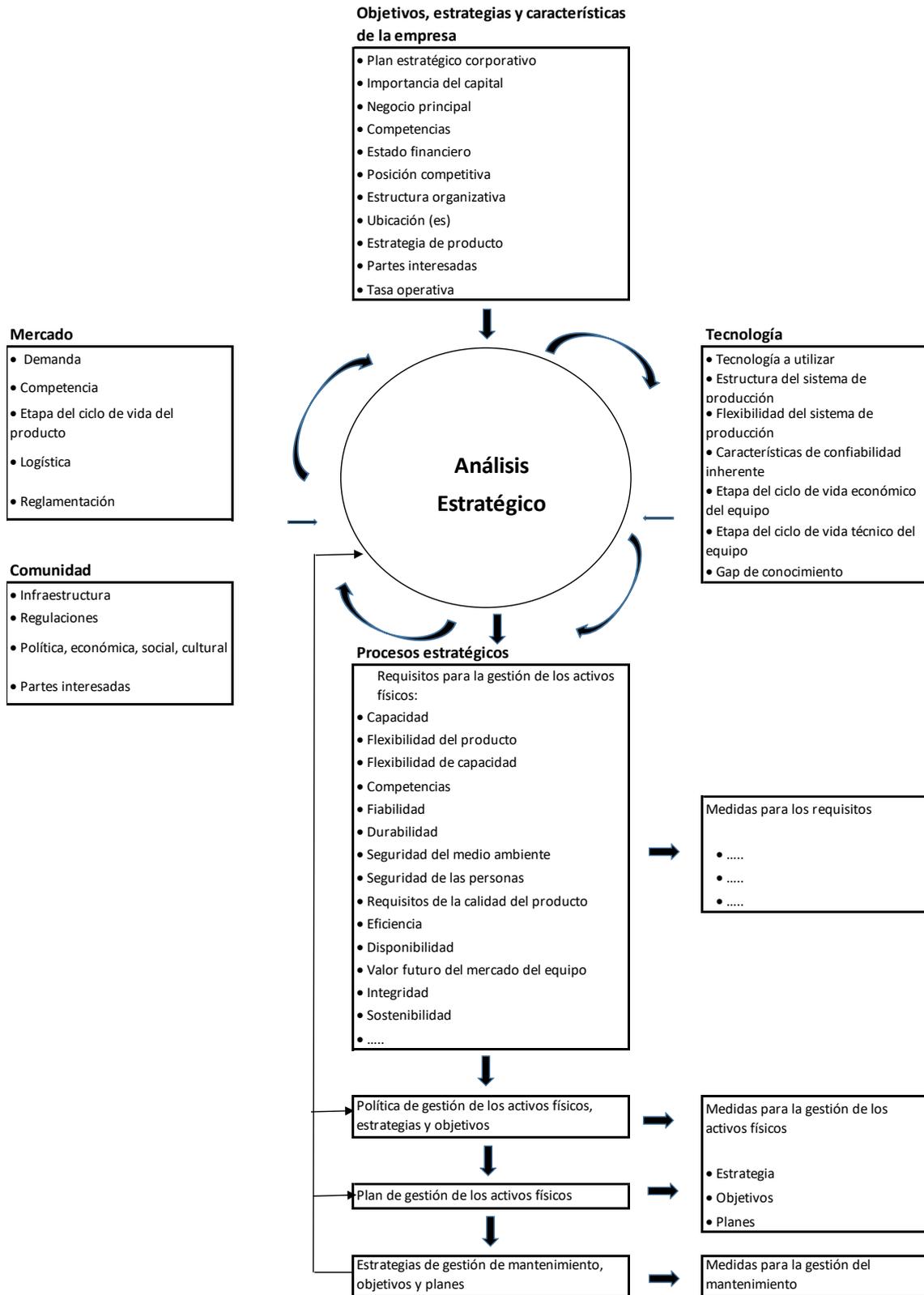


Figura 11: Interacción entre el contexto de la empresa, los sistemas de gestión de los activos físicos y el sistema de gestión de mantenimiento

Fuente: Norma Europea EN 16646

2.3.2. *Responsabilidades en la gestión del mantenimiento*

El departamento de mantenimiento de la planta de aguas residuales de Ucubamba tiene las siguientes responsabilidades:

- evaluar continuamente los objetivos de mantenimiento y los modos de funcionamiento de los equipos y modificarlos cuando sea necesario,
- devolver información a las otras funciones de ETAPA EP acerca de las no conformidades de los activos físicos, por ejemplo, soluciones tecnológicas o estados de funcionamiento de los equipos, y
- devolver información acerca de la utilización eficaz de los activos físicos en todas las etapas del ciclo de vida

2.4. **Relaciones entre los procesos de mantenimiento y otros procesos del sistema de gestión de los activos físicos.**

En la Figura 12. se esquematiza las interrelaciones entre mantenimiento y los otros procesos del sistema de gestión de activos físicos.

Si bien en ETAPA EP no se ha implementado un sistema de gestión de activos físicos, los procesos principales sugeridos por la norma europea EN 16646 están de una u otra forma en los procesos definidos en el sistema de gestión de calidad. Los mismos que están organizados para satisfacer las necesidades de ETAPA EP.

Para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, los procesos son:

- La *adquisición de activos físicos* apropiados, a cargo del proceso de *gestión de aprovisionamiento – planificación de contratación*, con las funciones de planificar la contratación, gestionar compras y prestaciones de servicios y gestionar inventarios;
- La *operación de activos físicos*, a cargo del proceso de *producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba*;
- El *mantenimiento de los activos físicos*, a cargo del proceso de *gestión de mantenimiento* para equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos y de infraestructura civil;
- La *modernización (mejora) de los activos físicos*, no tiene establecido el proceso responsable, pero debería ser *producción de tratamiento de aguas residuales*;
- La *puesta fuera de servicio y/o plan de retiro de los activos físicos*, no tiene establecido el proceso responsable, pero debería ser *producción de tratamiento de aguas residuales en coordinación con gestión de aprovisionamiento – gestión de inventarios*.

Además de los procesos principales, los procesos de apoyo, que son generalmente invisibles para los usuarios, son necesarios. Según el sistema de gestión de calidad implementado en ETAPA EP están identificados y son:

- *Gestión administrativa*, encargado del mantenimiento de edificios, vehículos y maquinaria pesada;
- *Gestión del talento humano*, encargado de dotación de personal, capacitación y evaluación del desempeño;
- *Gestión de seguridad y salud ocupacional*;
- *Gestión de soporte y servicios TI*;
- *Direccionamiento estratégico*;
- *Mejora continua*, encargado de hacer el seguimiento y control del desempeño del sistema de calidad, control documental, planificación de auditorías.

En ETAPA EP, es necesaria la implementación de un sistema de gestión para establecer, implementar y mantener las políticas, estrategias, objetivos y planes de *gestión de los activos físicos* y debe estar a cargo del proceso *Direccionamiento estratégico*.

El *mantenimiento* es uno de los procesos principales, está en estrecha relación con todos los otros procesos. Es importante identificar sus entradas y salidas a monitorear para comprobar el rendimiento del sistema.

A continuación, se adjunta las relaciones de mantenimiento con los otros procesos del sistema:

2.4.1. Relación entre el mantenimiento y el proceso Gestión de aprovisionamiento – Planificación de la contratación.

El proceso *gestión de aprovisionamiento* debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Lista de activos (jerarquía técnica) que componen la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, con el código de referencia y la documentación técnica asociada que incluya características físicas de los equipos, análisis de riesgos en etapa de diseño, condiciones de operación, condiciones ambientales de funcionamiento y confiabilidad y mantenibilidad intrínsecas.
- Costes de los activos físicos para tomar decisiones entre sustituciones o reparaciones y para determinar las piezas de repuesto necesarias.
- Lista de subcontratistas. Para facilitar la contratación.

El departamento de *mantenimiento* debe entregar a gestión de aprovisionamiento:

- Estrategias de mantenimiento del departamento. Especificando los recursos que maneja, los trabajos que se contrata externamente y los métodos de trabajo del departamento.

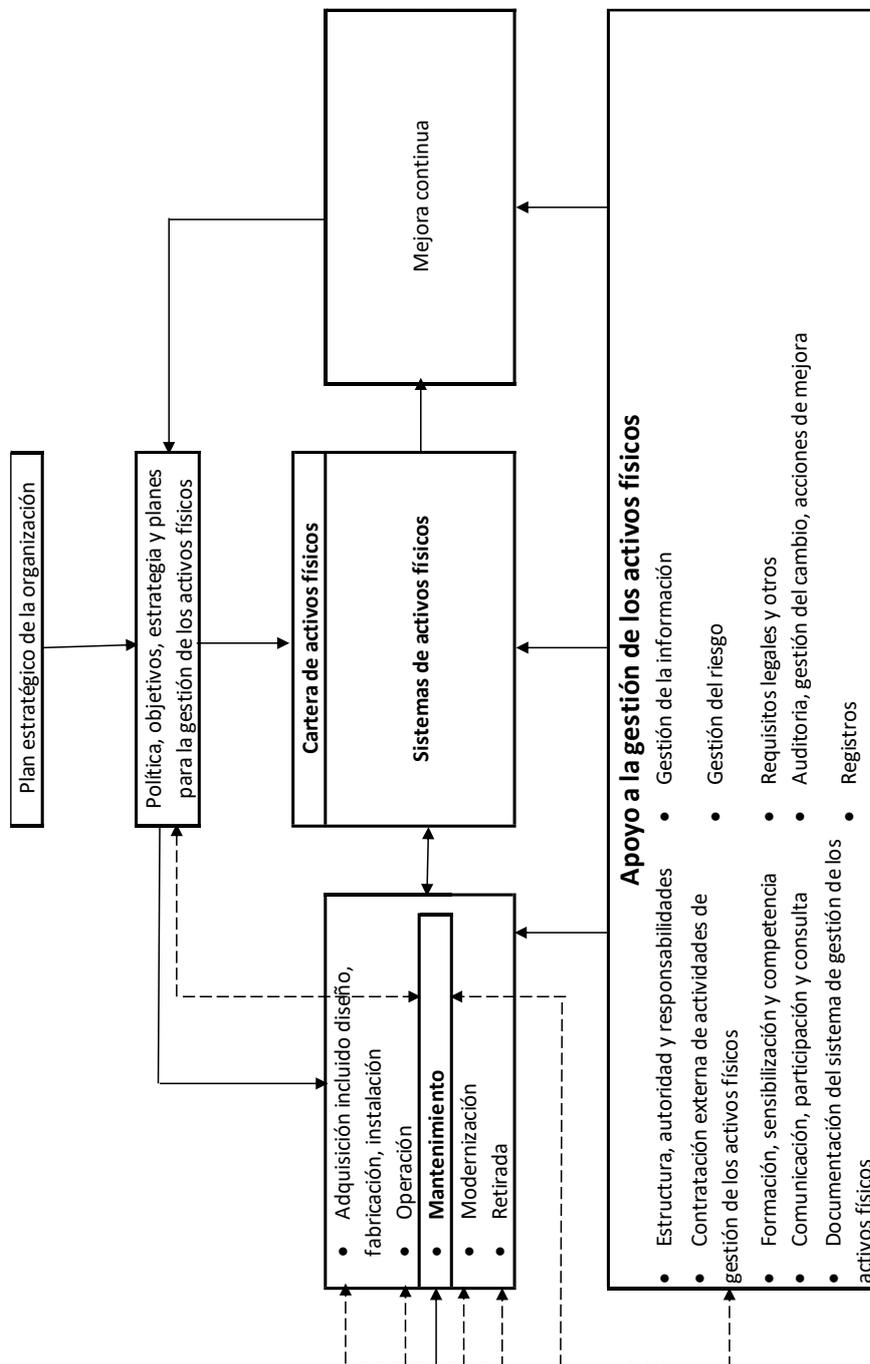


Figura 12: Relaciones entre los procesos de mantenimiento y otros procesos del sistema de gestión de los activos físicos
Fuente: Norma Europea EN 16646

- Disponibilidad de herramientas, infraestructuras y personal cualificado.
- Niveles requeridos de confiabilidad de operación de los activos físicos de la planta.

- Niveles requeridos de mantenibilidad de los activos físicos de la planta: complejidad del mantenimiento esperado, lugares de ejecución, tiempos de restablecimiento esperados, costes de mantenimiento esperado, posibilidad de detectar: degradación, fallos y defectos, posibilidad de disponer medidores de parámetros, capacidad de ajuste y limpieza, accesibilidad a piezas y recambios, facilidad de identificación y localización, facilidad de montaje y desmontaje, capacidad de reparación, intercambiabilidad y remplazo, capacidad de estandarización y modularidad, capacidad de tolerancia a fallos, capacidad de recuperación, capacidad de ensayos, riesgos de obsolescencia.
- Información sobre impacto de las intervenciones de mantenimiento a los activos físicos sobre el coste del ciclo de vida.
- Especificaciones de intervenciones de mantenimiento a contratar para hacer posible la selección adecuada del proveedor del servicio.

2.4.2. Relación entre el mantenimiento y Producción de tratamiento de aguas residuales.

El proceso *producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba* debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Manual de operación de la planta, para calcular los periodos de tiempo de las intervenciones por mantenimiento preventivo y para la programación de las tareas.
- Condiciones ambientales de la planta, para considerar lugar y hora de intervenciones.
- Grado de intervención del operador en la monitorización del mantenimiento como ayuda para la detección de degradación y fallos.
- Modos de operación en estados degradados para evaluar la criticidad de los fallos.
- Cambios en los procesos de operación que impactan sobre la planta por ejemplo cambio de condiciones físicas de las lagunas.

El departamento de *mantenimiento* debe entregar a producción:

- Restricciones de operación en los activos para evitar o acelerar mecanismos de fallo.
- Tiempos de restablecimiento (después de un fallo) que incluyen el tiempo detectar el fallo, proporcionar el apoyo logístico, reparar y poner en marcha de nuevo el activo.
- Programación del mantenimiento preventivo procedente del plan de mantenimiento preventivo.
- Lista de tareas de inspección de correcto funcionamiento de los activos físicos para detectar modos de fallo.

- Procedimientos de seguridad previo a las intervenciones de mantenimiento como cierre con candado, para evitar riesgos al personal de operación y mantenimiento.

2.4.3. Relación entre el mantenimiento y Modernización.

Cuando se va a realizar una modernización, el proceso *producción de tratamiento de aguas residuales* debería enviar a mantenimiento:

- Nuevos requisitos tecnológicos, costes del ciclo de vida, características físicas, modos de operación, vida útil, características de confiabilidad esperadas y requisitos de seguridad de los activos físicos a modernizar.
- Procedimiento de modernización. En la planta de tratamiento de aguas residuales, no se dispone. Es preciso la elaboración.
- Fechas de modernización.
- Documentación de los activos físicos a modernizar.

El departamento de *mantenimiento* debe enviar la siguiente información al proceso producción de tratamiento de aguas residuales para que tome las mejores decisiones al momento de modernizar:

- Información de los costes de mantenimiento para la comparación de los activos nuevos y los envejecidos a modernizar.
- Evolución de la confiabilidad intrínseca de los activos físicos para estimar la fecha de modernización.
- Tiempo de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos envejecidos.
- Lista de componentes obsoletos que puede justificar la modernización.

2.4.4. Relación entre mantenimiento y Plan de Retiro de activos físicos.

Cuando se va a realizar una retirada, el proceso *producción de tratamiento de aguas residuales* en coordinación con *gestión de aprovisionamiento – gestión de inventarios* debería enviar a mantenimiento:

- Fecha de la retirada para que se hagan ajustes en la planificación del mantenimiento programado, para minimizar gastos.
- Procedimiento de retirada. En la planta de tratamiento de aguas residuales, no se dispone. Es preciso la elaboración.
- Lista de componentes que pueden reutilizarse en talleres y bodegas.

El departamento de *mantenimiento* debe enviar la siguiente información al proceso producción de tratamiento de aguas residuales y al proceso de gestión de aprovisionamiento – gestión de inventarios para que tomen las mejores decisiones al momento del retiro:

- Estimado de costes de mantenimiento programado (preventivo y correctivo) previstos para coordinar la fecha de retirada.
- Información de mantenimiento que pudiera tener un impacto sobre la salud y seguridad de las personas y sobre el ambiente durante la etapa de retirada.
- Información relativa al desmantelamiento y la manipulación de componentes a retirarse con el fin de reutilizarlos.

2.4.5. Relación entre el mantenimiento y los procesos de apoyo.

Gestión de talento humano. - Este proceso debe entregar al departamento de mantenimiento

- Personal cualificado de acuerdo con las actividades de mantenimiento requeridas
- Formación de personal para actualizar las competencias

El departamento de mantenimiento debe entregar a gestión de talento humano:

- Perfiles de cualificación del personal de mantenimiento para la contratación.
- Habilidades y conocimientos necesarios para encontrar la una formación adecuada.

Gestión de seguridad y salud ocupacional. - Este proceso debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Procedimientos de emergencia identificados en la planta que puedan afectar desempeño de los activos físicos y del personal.
- Información sobre los análisis de riesgos.

El departamento de mantenimiento debe entregar a gestión de seguridad y salud ocupacional:

- Solicitud equipos de protección para el personal, incluyendo los niveles de seguridad para el personal del departamento de mantenimiento.

Gestión de soporte y servicios TI. - Este proceso debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Sistemas informáticos para recopilar, almacenar, transmitir y tratar datos disponibles continuamente para realizar las actividades de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento debe entregar a gestión de soporte y servicios TI:

- Requisitos para el sistema informático eficiente y actualizado.

Mejora continua. - Este proceso debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Apoyo en la comunicación interna en el departamento y externa a otros departamentos.
- Apoyo en el manejo de la documentación del departamento de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento debe entregar a mejora continua:

- Información a comunicar desde el mantenimiento dentro y fuera del departamento para que pueda controlarse y transmitirse.

Gestión Administrativa. - Este proceso debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Infraestructuras de mantenimiento como salas, almacenes, talleres, accesos y zonas de acopio, que funcionen con electricidad, TI, agua y otros materiales necesarios.

2.4.6. Relación entre el mantenimiento y el Direccionamiento Estratégico.

El proceso *direccionamiento estratégico* debe entregar al departamento de mantenimiento:

- Estructura de gestión de los activos físicos y organización del mantenimiento incluyendo: responsabilidades, niveles de habilidades, procedimientos administrativos, colaboradores en otros departamentos.
- Objetivos, políticas, estrategias y planes de gestión de los activos físicos que son esenciales para determinar las estrategias de mantenimiento.
- Métodos, procedimientos o sistemas de control que han de aplicarse a diferentes estados de ciclos de vida de los activos incluyendo indicadores de desempeño, cálculos económicos, reglas de toma de decisión, etc.

El departamento de *mantenimiento* debe entregar a Direccionamiento Estratégico:

- Características de confiabilidad, mantenibilidad y seguridad de los activos para la toma de decisiones relativas al plan estratégico de la organización.
- Características del coste del ciclo de vida de los activos para la gestión de los activos.
- Impacto de las estrategias de mantenimiento sobre los activos. Como la relación entre las acciones correctivas y preventivas a corto y largo plazo.
- Impacto de las estrategias y actividades de mantenimiento sobre las políticas, estrategias y planes de gestión de los activos. Por ejemplo, el nivel de competencias requerido para las acciones de mantenimiento puede tener un efecto sobre decisiones relativas a la contratación externa.

2.5. Determinación de los Requisitos para la gestión de activos físicos.

Del análisis de los cuatro factores para el análisis del contexto organizativo se tienen los siguientes requisitos, que son la base para la elaboración de las estrategias y políticas de mantenimiento, en vista de que en ETAPA EP no se cuenta con un sistema de gestión de activos físicos:

- Existe una actitud de liderazgo enfocada en convertir a ETAPA EP en el mejor referente de desarrollo local, regional y nacional, pero con poco compromiso en los procesos internos.
- No existe una estructura dentro de ETAPA EP con responsabilidades y autoridad para la gestión de activos físicos.
- Existe poca interacción entre las unidades de negocio y áreas de soporte lo que no permite una comunicación clara y fluida entre todos los procesos.
- Se cuenta con talento humano competente, con alto conocimiento de la Empresa. Sin embargo, existe una inadecuada selección, ubicación, promoción y rotación de personal, por injerencia política.
- Se trabaja en equipo para alcanzar objetivos comunes al interior de cada área, pero no se puede afirmar esta situación entre áreas.
- Se gestiona información confiable desde los mandos medios. Sin embargo, los asuntos políticos interfieren en la toma de decisiones.
- La estructura de producción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba consta de activos físicos con una vida útil de 17 años en la fase líquida y con activos físicos con una vida útil de 4 años en la fase sólida. Estos datos deben ser tomados en cuenta para la gestión de activos físicos que incluye todo el ciclo de vida de los activos físicos.
- Se utiliza la tecnología y capacidad instalada para generar servicios a costes razonables procurando un balance entre el valor económico, social y ambiental.
- La gestión de la empresa está orientada al desarrollo sustentable, considerando los requerimientos y necesidades de los grupos de interés: Nivel directivo de ETAPA EP, Colaboradores, Clientes, Ambiente, Proveedores y/o contratistas, y Comunidad.
- Los servicios entregados por las unidades de negocio no están del todo identificados y valorados.
- La gestión de riesgos en la empresa no es una práctica continua.

2.6. Propuesta de estrategias y objetivos de mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

El establecimiento de estrategias y objetivos de mantenimiento se fundamentan en el análisis estratégico de la empresa:

2.6.1. Estrategias de gestión de mantenimiento.

- El departamento de mantenimiento debe ejercer autoridad en temas relacionados con mantenimiento de activos físicos con la elaboración e implementación de un modelo de gestión de mantenimiento.
- El departamento de mantenimiento debe implementar mecanismos de comunicación para atender eficientemente y eficazmente al cliente interno: producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.
- El departamento de mantenimiento debe implementar prácticas de vinculación con las áreas de apoyo: aprovisionamiento, talento humano, soporte TI, seguridad y salud ocupacional, y gestión administrativa, para mejorar la gestión.
- El departamento de mantenimiento debe implementar normativas de mantenimiento en todo el ciclo de vida de activos físicos, para alcanzar la eficiencia en el servicio entregado.

2.6.2. Objetivos del departamento de mantenimiento.

Cliente:

- Entregar servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de calidad al cliente producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.
- Cumplir con la probabilidad fijada por producción de que los equipos críticos estén en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado. (disponibilidad)
- Cumplir con la probabilidad fijada por producción de que los equipos críticos funcionen sin fallos durante un tiempo dado en unas condiciones operacionales dadas. (confiabilidad)
- Ejecutar las actividades de actividades de mantenimiento con eficiencia.
- Evaluar la gestión de mantenimiento introduciendo el concepto de coste de ciclo de vida de los activos físicos.
- Actualizar la planificación de mantenimiento preventivo en base a evaluaciones de riesgo.

Áreas de apoyo:

- Gestionar las necesidades y requerimientos con los procesos de apoyo: aprovisionamiento, talento humano, soporte TI, seguridad y salud ocupacional, y gestión administrativa.

Aprendizaje y crecimiento:

- Formar un equipo de trabajo capacitado con las competencias que requieran los perfiles de cargo, que conozca y se comprometa con el cumplimiento de los objetivos del departamento de mantenimiento.
- Implementar prácticas de mejora continua aprovechando la experiencia y conocimiento del personal de mantenimiento.
- Implementar prácticas normalizadas de mantenimiento para: mejorar disponibilidad, disminuir costes, optimizar recursos y maximizar la vida útil de los activos físicos.

Capítulo 3

3. POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO

Para este capítulo se usará la norma europea IEC 60300-3-10. Gestión de la confiabilidad. Guía de aplicación. Mantenibilidad. (AEN/CTN 200., 2007)

3.1. Concepto de Mantenibilidad.

La mantenibilidad se refiere a la facilidad con que puede realizarse el trabajo de mantenimiento. Incluye las acciones para que los activos puedan mantenerse fácilmente y con seguridad, minimizando los requisitos de logística de mantenimiento.

En la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se tiene activos de vida razonablemente larga, por lo que el coste de operación y mantenimiento durante dicha vida, puede exceder de manera importante el coste de capital inicial. Por esta razón el valor de optimización del mantenimiento es muy importante. Cualquier esfuerzo y gasto para intervenir los activos para que puedan mantenerse fácilmente y a bajo coste producirá ahorros muy significativos en los costes del ciclo de vida.

Tanto en la fase líquida como en la sólida se ha superado las fases de inicio y desarrollo, actualmente está en la fase de servicio. Por lo tanto, es aplicable la norma europea IEC 60300-3-10. La misma que proporciona pautas sobre cómo deberían considerarse los aspectos de las tareas de mantenimiento para alcanzar el grado óptimo de mantenibilidad.

Actualmente, se realiza el mantenimiento eléctrico con personal interno y el mantenimiento mecánico con un contratista. Por lo que es de suma importancia establecer las políticas de mantenimiento para organizar el trabajo interno y para controlar el contratado.

3.2. Políticas de mantenimiento.

En las políticas de mantenimiento se evidencia la interrelación general entre los niveles, líneas y condiciones de mantenimiento que hay que aplicar para el mantenimiento de un activo. Para la elaboración de las políticas se debe tomar en cuenta:

- un conjunto de prácticas y objetivos de diseño relacionados con la mantenibilidad de los activos físicos,
- una definición del esquema básico del mantenimiento y,
- las políticas básicas de soporte del mantenimiento (logística) y requisitos relativos a medios de mantenimiento, equipos de ensayos y apoyo, aprovisionamiento de repuestos, capacidad y entrenamiento del personal, manuales técnicos y herramientas informáticas de apoyo.

La revisión y actualización de las políticas debe ser periódica según el cambio del entorno empresarial de ETAPA EP.

3.3. Propuesta de políticas de mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

A continuación, la propuesta de Políticas de mantenimiento:

- El esquema básico del mantenimiento comprende:
 - Mantenimiento preventivo por administración directa. In situ. En equipos en funcionamiento
 - Mantenimiento preventivo contratado. In situ y/o en taller especializado. En equipos en funcionamiento y /o en estado apagado.
 - Mantenimiento correctivo por administración directa. In situ. En estado apagado.
 - Mantenimiento correctivo contratado. In situ y/o taller especializado. En estado apagado.
- Para reducir el tiempo de indisponibilidad se debe:
 - Monitorear los equipos con inspecciones de correcto funcionamiento periódicas y con mediciones de parámetros eléctricos. Con el respectivo sistema de verificación.
 - Proponer cambios en las líneas de proceso.
 - Proponer redundancias.
- En prácticas relacionadas con la mantenibilidad:
 - Estandarizar los equipos de control y la instrumentación en las instalaciones. Para tener un solo proveedor. Y la experticia del personal para el manejo de los mismos.
- Con áreas de soporte del mantenimiento:
 - Enviar al departamento de Talento Humano los perfiles para contratación de personal cualificado.
 - Enviar al departamento de Gestión de Aprovisionamiento especificaciones de actividades de mantenimiento incluyendo la lista de contratistas y proveedores calificados para facilitar la contratación y procesos de compra.
 - Enviar al departamento de Talento Humano los requerimientos de habilidades y conocimientos para garantizar una formación adecuada del personal.
 - Tener disponible la documentación de la gestión tanto para el personal interno como para los otros departamentos que soliciten y apoyarse en el proceso de Mejora Continua para la comunicación y el respectivo control.
 - Enviar al departamento de TI los requerimientos del sistema informático para recopilar, almacenar, transmitir y tratar datos para que sea eficiente y actualizado.

- Solicitar al departamento de gestión administrativa, la Infraestructura necesaria esto es: oficina, taller y zonas de acopio que funcionen con los servicios básicos.
- Líneas generales para el mantenimiento preventivo
 - El mantenimiento preventivo incluye tareas como: inspecciones, revisiones de correcto funcionamiento, limpiezas, lavados, retiro de materiales, aprietes, lubricaciones, mediciones de parámetros eléctricos, recambios de consumibles, purgados, entre otras. A frecuencias establecidas en el plan de mantenimiento. Las mismas que serán evaluadas cada año para la respectiva actualización.
- Líneas generales para mantenimiento correctivo
 - El mantenimiento correctivo incluye tareas como: cambio de piezas por desgates, rebobinados de motores, cambios de rodamientos, pintado de equipos, tratamiento térmico de motores, galvanizado de estructuras, desmontaje y montaje, enderezado de piezas, reparaciones de equipos. Las partes defectuosas se reparan caso contrario se devuelve en bodega general para la disposición final.
- El nivel de entrenamiento requerido para el personal de mantenimiento
 - Cada trimestre aleatoriamente, se tomará la planificación diaria de mantenimiento preventivo para la respectiva supervisión y verificación de procedimientos a manera de entrenamiento al personal.
- Limitaciones en características físicas (por ejemplo, máximo peso que puede levantarse),
 - Por una sola persona, sólo se transportará escaleras simples o de tijeras cuyo peso no exceda de los 23 kg. Con la parte delantera hacia abajo y no paralela al piso.
 - Por dos personas, se transportarán escaleras de peso superior a 23 Kg o en condiciones adversas.
 - Los valores máximos de peso para adultos mayores de sexo masculino serán: en levantamiento manual 23 kilogramos y en transporte 50 kilogramos.
 - En escaleras de mano se prohíbe, sobre las mismas, el transporte manual de pesos superiores a 20 kilogramos, los pesos inferiores podrán transportarse siempre y cuando queden ambas manos libres para la sujeción.
- Seguridad del personal de operación y de mantenimiento
 - Los técnicos deberán usar todos sus equipos de protección personal, candados de seguridad y demás implementos que les permita hacer un trabajo seguro, tomando especiales precauciones en caso de trabajos en: caliente, altura, eléctricos y espacios confinados.

Capítulo 4

4. MANTENIMIENTO BASADO EN RIESGO Y CLASIFICACIÓN DE LA CONSECUENCIA

Para elaborar la propuesta del plan de mantenimiento de los activos críticos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se toma como base la norma noruega Norsok Z-008, Edición 3, julio de 2011. (NORMA NORSOK, 2011)

4.1. Antecedentes.

Las normas de NORSOK son desarrolladas por la industria petrolera noruega para asegurar seguridad, valor agregado y eficacia del coste en las operaciones petroleras. El propósito es proporcionar lineamientos y orientaciones para:

- establecer la jerarquía técnica de los equipos;
- clasificar la consecuencia de los equipos;
- usar la clasificación de la consecuencia en el manejo de mantenimiento;
- usar el análisis de riesgo para establecer y actualizar programas de mantenimiento;
- usar el análisis de riesgo en decisiones relacionadas con el mantenimiento;
- evaluar el manejo de repuestos.

En el presente trabajo se aplica para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba:

- En la fase sólida que está en periodo de preparación para la operación, se desarrolla el plan de mantenimiento inicial para la ejecución de mantenimiento;
- En la fase líquida que está en periodo operacional, se realiza la actualización y optimización del plan de mantenimiento existente.

Para la preparación y optimización de los programas de mantenimiento se debe tomar cuenta los riesgos relacionados con: seguridad, salud y ambiente; pérdida de producción y coste directo e indirecto incluyendo reputación.

4.2. Metodología para el manejo de mantenimiento basado en el riesgo.

Para un adecuado manejo de mantenimiento se debe usar la valoración del riesgo como principio para la toma de decisiones. Esto se debe apoyar con los procesos de trabajo bien definidos, buscado siempre el mejoramiento continuo en base a reporte y análisis de indicadores y con el compromiso de la empresa.

4.2.1. Criterios de decisión de riesgo.

En vista de que en ETAPA EP no hay criterios únicos para la toma de decisiones basadas en riesgo en cuanto a salud, seguridad y ambiente (HSE), producción y coste, se plantea

la siguiente matriz de riesgo, que incluye los parámetros de evaluación de frecuencia de fallos, para la clasificación de consecuencia y toma de decisiones en la Planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, en la Tabla 5.

Tabla 5: Matriz de riesgo para la PTAR Ucubamba

Cat. Frec.	Frecuencia de fallo por año	Puntaje	RIESGO		
			M	H	H
F4	> 30	4	M	H	H
F3	5 a 30	3	M	M	H
F2	3 a 4	2	L	M	H
F1	1 a 2	1	L	L	M
			Pérdida de la función lleva a:		
Categoría de consecuencia			C1	C2	C3
Consecuencia de salud, seguridad y ambiente			Sin consecuencias	Riesgo para las personas y ambiente	Graves afectaciones a personas y ambiente
Consecuencia de producción			Ningún efecto en producción	Pérdida parcial de producción	Paro de la planta o perdida de producción
Costes de mantenimiento correctivo			0 al 10%	10% al 20%	20% al 30%

Se recomienda que esta matriz sea aplicada para todos los análisis operativos de la planta, para tener un idioma común al comunicar el riesgo.

4.3. Clasificación de consecuencia.

4.3.1. General.

La clasificación de consecuencia expresa la pérdida de función con relación a HSE, producción y coste/otro. Está en base a la escala del modelo de riesgo. Junto con otra información clave sirve para: seleccionar nuevos equipos; determinar programas de mantenimiento; preparar y optimizar sistemas informáticos de mantenimiento; diseñar evaluaciones; priorizar de órdenes de trabajo; evaluar requerimientos de repuestos; e identificar equipos críticos en HSE, producción y coste;

4.3.2. Proceso de clasificación de consecuencia.

Para la clasificación de la consecuencia de los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se usa el proceso propuesto en la Figura 13.

4.3.2.1. Jerarquía técnica:

La jerarquía técnica, ver Tabla 6, describe la estructura técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, proporciona una visión general y técnica de las unidades que pertenecen al conjunto, y muestran la relación física entre los equipos.

En las Figuras 14, 15 y 16 se presenta los esquemas de los equipos de la jerarquía técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

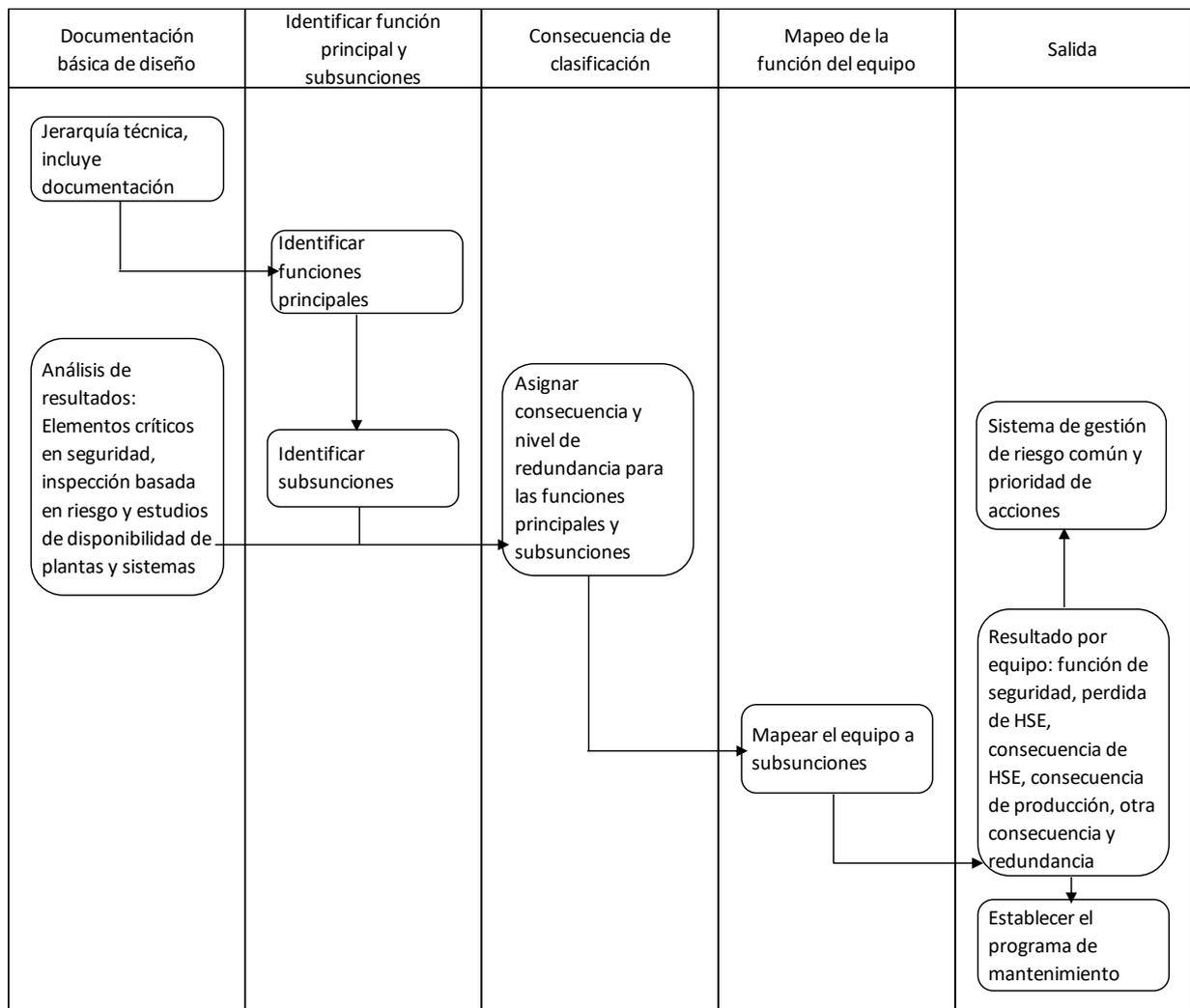


Figura 13: Proceso de clasificación de consecuencia
Fuente: Norma NORSOK Z-008. Edición 3, junio de 2011

Tabla 6: Jerarquía técnica en PTAR Ucubamba

SUBFUNCIONES	EQUIPOS	número de equipos
FASE LIQUIDA		
extracción de sólidos muy gruesos	cuchara bivalva	1
cribado de sólidos mayores a 2mm	cribas	3
retiro de sólidos mayores a 2mm	banda transportadora	1
raspado de arena	raspadores	2
evacuación de arena	tornillos de Arquímedes	2
aeración	aereadores	20(75HP) + 24 (25HP)
FASE SÓLIDA		
dragado	dragas	2
recolección de fluido	redes recolectoras + flotadores	2 redes + 60 flotadores
bombeo de lodos dragados	bombas+ agitadores	8 bombas de lodos + 2 agitadores
líneas de impulsión	líneas de impulsión	3
cribado y retiro de sólidos en lodos	cribas + tornillos	2 cribas + 2tornillos
concentración de sólidos	espesadores	2
bombeo de lodos espesados	bombas + agitadores	3 bombas dosificadoras + 2 agitadores
dosificación de polímero	dosificador	1
agitación de mezcla agua polímero	agitadores de polímero	3
bombeo de reactivo	bombas de polímero	3
deshidratación de lodo	filtros banda	3
transporte de lodo deshidratado	banda transportadora	1
almacenamiento de lodo deshidratado	unidad rompe bóvedas	1
bombeo de lodos deshidratado	bomba de cavidad progresiva	1
medición de peso	balanza, control	1 balanza + 1 control
control de descarga	válvula guillotina	1
limpieza de filtros	bombas de lavado	3
dotación de agua a la red	bombas hidroneumático	2
transporte de equipos	grúa	1
red de aire	compresores	2
transporte de material en vehículos	camión + montacargas	1camion + 1montacargas
dotación de energía eléctrica	transformadores	2 (2MVA) + 2(75KVA) + 6(15KVA)

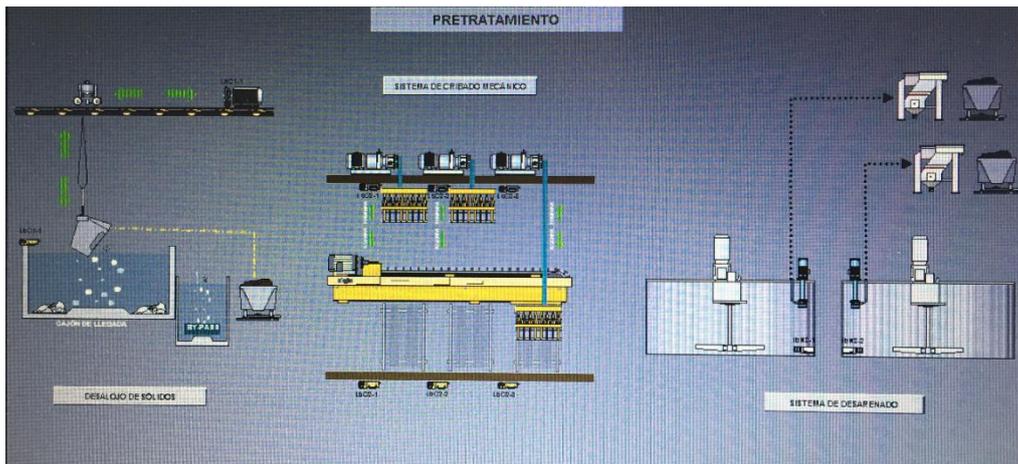


Figura 14: Esquema de pretratamiento cuchara bivalva, cribas, banda, raspadores y tornillos de PTAR Ucubamba
Fuente: SCADA de PTAR

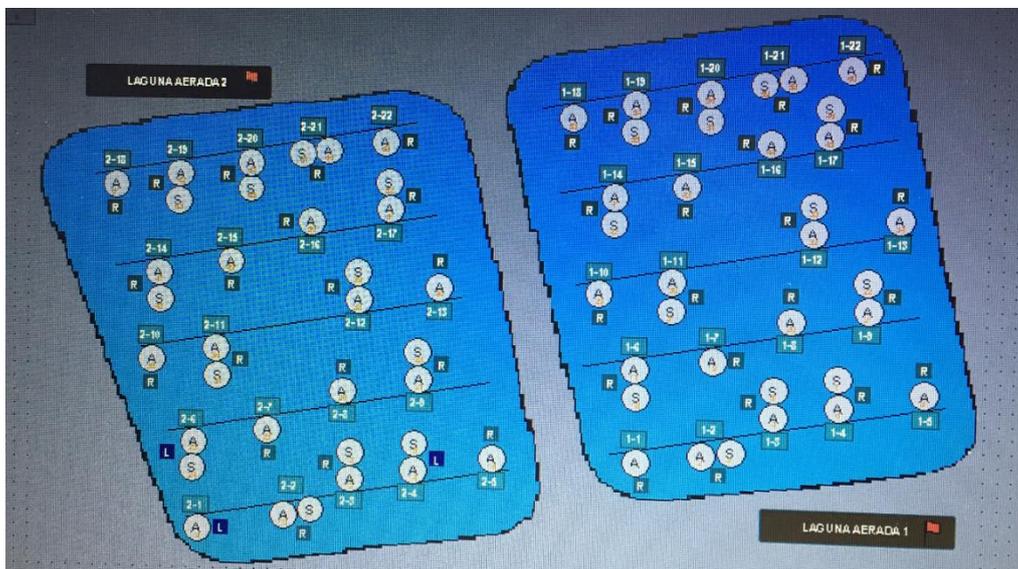


Figura 15: Esquema de aeradores de PTAR Ucubamba
Fuente: SCADA de PTAR

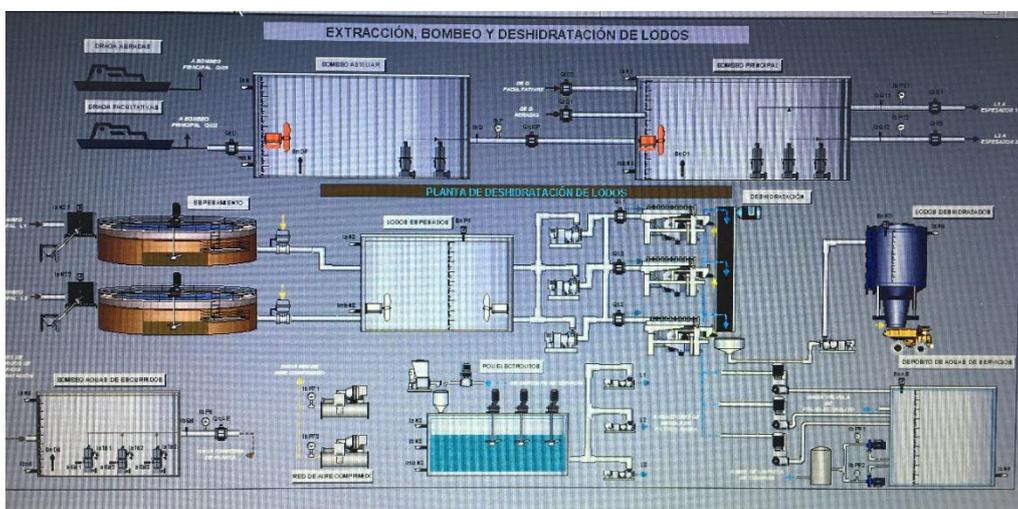


Figura 16: Esquema planta de lodos PTAR Ucubamba
Fuente: SCADA PTAR

4.3.2.2. Funciones principales y subfunciones.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba ha sido dividida en funciones activas principales que cubren todo el sistema. Caracterizan las tareas principales en el proceso. Las funciones principales se dividen en subfunciones a fin de simplificar la evaluación de consecuencia. Para la descripción de las funciones principales y subfunciones de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba, ver Tabla 7.

Tabla 7: Funciones principales y subfunciones de la PTAR Ucubamba

FUNCION PRINCIPAL	SUBFUNCIONES
FASE SÓLIDA	
Dragado	dragado
	recolección de fluido
Bombeo de lodos	bombeo de lodos dragados
	líneas de impulsión
Extracción de sólidos en lodos	cribado y retiro de sólidos en lodos
Espesamiento a gravedad	concentración de sólidos
Bombeo de lodos espesados	bombeo de lodos espesados
Dosificación de químicos	dosificación de polímero
	agitación de mezcla agua polímero
	bombeo de reactivo
Deshidratación de lodo	deshidratación de lodo
	transporte de lodo deshidratado
Bombeo de lodo deshidratado	almacenamiento de lodo deshidratado
	bombeo de lodos deshidratado
	medición de peso
	control de descarga
Procesos auxiliares	limpieza de filtros
	dotación de agua a la red
	transporte de equipos
	red de aire
Transporte	transporte de material en vehículos
Energía eléctrica	dotación de energía eléctrica

Tabla 7: Continua ...

FUNCION PRINCIPAL	SUBFUNCIONES
FASE LIQUIDA	
Extracción de sólidos muy gruesos	extracción de sólidos muy gruesos
Extracción de sólidos mayores a 2mm	cribado de sólidos mayores a 2mm
	retiro de sólidos mayores a 2mm
Desarenado	raspado de arena
	evacuación de arena
Aereación	aereación

4.3.2.3. Redundancias.

Para la definición de redundancias en la planta de tratamiento de aguas residuales se usa la Tabla 8.

Tabla 8: Ejemplo de definiciones de redundancia

RED	Definición de grado de redundancia
A	Ninguna redundancia p. ej. el sistema completo es requerido para evitar cualquier pérdida de función.
B	Una unidad paralela puede sufrir una falla sin influir en la función
C	Dos o más paralelo unidades pueden sufrir una falla al mismo tiempo sin influir en la función

Fuente: Norma NORSOK Z-008. Edición 3, junio de 2011

4.3.2.4. Consecuencia de subfunciones.

Para la asignación de consecuencia de subfunciones se evalúa con respecto a salud, seguridad y ambiente (HSE), producción y coste. Se recomienda que estas evaluaciones sean verificadas por personal experimentado de proceso y que se ajuste de ser necesario.

Para la evaluación de consecuencia de subfunciones en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba en cuanto a *salud, seguridad y ambiente - HSE y producción* se aplica la siguiente clasificación:

- 3: Alto
- 2: Medio
- 1: Bajo

Para la evaluación de consecuencia en cuanto a *salud, seguridad y ambiente*, ver Tabla 9.

Tabla 9: Consecuencia de subfunciones PTAR Ucubamba, HSE

SUBFUNCIONES	EQUIPOS	HSE
FASE LIQUIDA		
extracción de sólidos muy gruesos	cuchara bivalva	2
cribado de sólidos mayores a 2mm	criba	3
retiro de sólidos mayores a 2mm	banda	1
raspado de arena	raspador	3
evacuación de arena	tornillo Arquímedes	2
aeración	aereadores	3
FASE SÓLIDA		
dragado	dragas	3
recolección de fluido	red recolectora + flotadores	2
bombeo de lodos dragados	bombas+ agitadores	1
líneas de impulsión	líneas	1
cribado y retiro de sólidos en lodos	criba + tornillos	1
concentración de sólidos	espesadores	1
bombeo de lodos espesados	bombas + agitadores	1
dosificación de polímero	dosificador	1
agitación de mezcla agua polímero	agitador	1
bombeo de reactivo	bomba	1
deshidratación de lodo	filtro banda	1
transporte de lodo deshidratado	banda	2
almacenamiento de lodo deshidratado	unidad rompe bóvedas	1
bombeo de lodos deshidratado	bomba de cavidad progresiva	2
medición de peso	balanza, control	1
control de descarga	guillotina	1
limpieza de filtros	bombas lava	1
dotación de agua a la red	bombas h	1
transporte de equipos	grúa	1
red de aire	compresores	1
transporte de material en vehículos	camión + montacargas	1
dotación de energía eléctrica	transformadores: 2M, 2 75KVA administración + sólida, 6 15KVA iluminación	2

Para el análisis de consecuencia en relación a *producción* se considera:

- 1: ningún efecto en producción
- 2: pérdida parcial de producción
- 3: paro de planta o pérdida de producción

Tabla 10: Consecuencia de subfunciones PTAR Ucubamba, producción

SUBFUNCIONES	EQUIPOS	Producción
FASE LIQUIDA		
extracción de sólidos muy gruesos	cuchara bivalva	3
cribado de sólidos mayores a 2mm	criba	1
retiro de sólidos mayores a 2mm	banda	1
raspado de arena	raspador	3
evacuación de arena	tornillo Arquímedes	3
aeración	aereadores	1
FASE SÓLIDA		
dragado	dragas	3
recolección de fluido	red recolectora + flotadores	3
bombeo de lodos dragados	bombas+ agitadores	1
líneas de impulsión	líneas	2
cribado y retiro de sólidos en lodos	criba + tornillos	2
concentración de sólidos	espesadores	1
bombeo de lodos espesados	bombas + agitadores	1
dosificación de polímero	dosificador	1
agitación de mezcla agua polímero	agitador	1
bombeo de reactivo	bomba	1
deshidratación de lodo	filtro banda	1
transporte de lodo deshidratado	banda	3
almacenamiento de lodo deshidratado	unidad rompe bóvedas	1
bombeo de lodos deshidratado	bomba de cavidad progresiva	3
medición de peso	balanza, control	1
control de descarga	guillotina	1
limpieza de filtros	bombas lava	1
dotación de agua a la red	bombas h	1
transporte de equipos	grúa	1
red de aire	compresores	1
transporte de material en vehículos	camión + montacargas	1
dotación de energía eléctrica	transformadores: 2M, 2 75KVA administración + sólida, 6 15KVA iluminación	3

Para la evaluación de consecuencia en relación *costes de mantenimiento correctivo*, se aplica la siguiente clasificación, ver Tabla 11:

Tabla 11: Valoración de costes de mantenimiento en PTAR Ucubamba

% del coste	Clasificación
0 - 10	1
10 -- 20	2
20 - 30	3

El análisis se hizo en base a los costes reportados en el año 2015, ver Tabla 12:

Tabla 12: Evaluación de costes de mantenimiento en PTAR Ucubamba

Descripción del mantenimiento	Precio Unitario	# mant.	Coste de mant.	Coste anual/equipo	%	Puntaje
Cuchara anfibia						
Revisión de estado y funcionamiento de cuchara anfibia	110,02	1	110,02	8.441,77	4,25%	1
Construcción de cuchillas de bronce de cuchara anfibia	409,50	1	409,50			
Limpieza y pintura conjunto mecánico en totalidad de superficies (incluye pasamanos, caminería, compuertas laterales, brazo desarenador giratorio, compuertas y estructura metálica de división de caudales - tuberías de interconexión, conjunto metálico de estructura	7922,25	1	7.922,25			
Cribas						
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	35,03	6	210,18	18.312,46	9,22%	1
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	196,82	7	1.377,74			
Cambio de limit switch cribas	89,62	6	537,72			
Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	329,20	4	1.316,80			
Revisión y cambio de carro rastrillo	1549,32	3	4.647,96			
Cambio de rodamientos de motor de 2 hp	153,00	1	153,00			
Rebobinado de motor de 1.5 hp	83,33	1	83,33			
Revisión de estado y cambio de cable de acero elevador de rastrillo	200,01	2	400,02			
Revisión y cambio de paleta expulsora de basura	780,28	4	3.121,12			
Revisión y cambio de rodillos y ruedas de bronce de conjunto criba	736,91	3	2.210,73			
Construcción de castillo y baterías	1004,51	1	1.004,51			
Ajuste y acoplamiento de sistema de accionamiento electromecánico en compuerta general de admisión en cajón de llegada	2209,79	1	2.209,79			
Ajuste y acoplamiento de sistema de control de desbordes	1039,56	1	1.039,56			

Tabla 52: Continua

Descripción del mantenimiento	Precio Unitario	# mant.	Coste de mant.	Coste anual/equipo	%	Puntaje
Desarenadores						
Cambio de cadenas en desarenadores	87,36	2	174,72	6.289,79	3,17%	1
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	4,41	18	79,38			
Limpieza desarenador	57,84	14	809,76			
Revisiones eléctricas	2.612,97	2	5.225,93			
Tornillo de Arquímedes						
Fabricación, instalación puesta en marcha de canales y tornillos	17241,28	1	17.241,28	17.241,28	8,68%	1
Aereadores						
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	1.641,96	9	14.777,64	59.025,24	29,71%	3
Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	1642,01	5	8.210,05			
Cambio de bocín cerámico - 25 hp	965,77	3	2.897,31			
Cambio de bocín cerámico - 75 hp	1.085,13	4	4.340,52			
Cambio de bocín marino - 25 hp	1.631,23	3	4.893,69			
Cambio de bocín marino - 75 hp	1.776,84	4	7.107,36			
Cambio de cable y ajuste del aereador	81,38	1	81,38			
Cambio de cables de conexión del motor eléctrico	286,04	1	286,04			
Cambio de rodamientos de motor eléctrico en aereador de 75 hp	463,88	1	463,88			
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	234,27	17	3.982,59			
Medición de aislamiento de devanados de motores	6,34	2	12,68			
Reparación de eje	260,28	2	520,56			
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	751,24	10	7.512,40			
Revisión integral de aereador	260,28	10	2.602,80			
Revisión y limpieza de eje internamente, hélice, cojinete cerámico, flotadores y difusor	38,43	4	153,72			
Tratamiento térmico de motor eléctrico	125,46	1	125,46			
Reprogramación de arrancadores de aereadores a1-9, a2-4, a1-18, a2-18, a1-16, a2-16 en software de scada de fase líquida	300,00	1	300,00			
Revisión del red de control del scada	207,37	1	207,37			
Revisión integral de sistema de monitoreo y control	549,79	1	549,79			

Tabla 12: Continua

Descripción del mantenimiento	Precio Unitario	# mant.	Coste de mant.	Coste anual/equipo	%	Puntaje
Dragas						
Revisión integral del sistema hidráulico - barreno de draga de lag. F2	758,01	1	758,01	31.017,67	15,61%	2
Revisión y arreglo del sistema hidráulico de draga no. 1 (facultativa 1)	299,77	1	299,77			
Reparación del tablero de control draga 1	29959,89	1	29.959,89			
Red recolectora						
Suministro y cambio de mangueras de 6" y accesorios para draga de laguna facultativa 2	2453,67	1	2.453,67	4.029,13	2,03%	1
Revisión y reparación de manguera de desfogue de draga	299,77	1	299,77			
Reparación de mangueras de draga 2	1275,69	1	1.275,69			
Bombeo						
Reparación del agitador flygt 4620-410	1185,43	1	1.185,43	8.109,58	4,08%	1
Reparación de bombas de estación de bombeo principal	6.924,15	1	6.924,15			
Cribas y tornillos						
Reparación de los cepillos de las cribas	3091,60	1	3.091,60	3.091,60	1,56%	1
Espesadores						
Reparación de agitadores de tanques espesadores	1648,93	1	1.648,93	1.648,93	0,83%	1
Filtros banda						
Revisión integra del panel de control de filtro bandas 1,2,3. Y red de aire	60,36	1	60,36	135,83	0,07%	1
Compra de mangueras varias	75,47	1	75,47			
Bomba de lodos deshidratado						
Desgaste de rotor y daño de estator	26100,00	1	26.100,00	30.876,00	15,54%	2
Remplazo de tornillo sin fin	4776,00	1	4.776,00			
Transformadores						
Revisan de transformadores pruebas eléctricas	2749,40	3	8.248,20	9.208,68	4,63%	1
Pintado de cabina de transformación	960,48	1	960,48			
Retroexcavadora						
Ajuste e implementación de sistema de protección de motores de desarenador	376,02	2	752,04	1.253,19	0,63%	1
Reparación de cañerías de retroexcavadora	501,15	1	501,15			
COSTE TOTAL ANUAL DE MANTENIMIENTO EN PTAR UCUBAMBA				198.681,15		

4.4. Propuesta de análisis de criticidad de activos físicos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.

El resultado de la clasificación de consecuencia es un conjunto de atributos asignados a cada subfunción, para el análisis de los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13: Clasificación del riesgo y consecuencia de los equipos críticos de la PTAR Ucubamba

SUBFUNCIONES	EQUIPOS	HSE	P	C	RED	Clasificación	
FASE SÓLIDA							
dragado	dragas	3	3	2	B	332	3
recolección de fluido	red recolectora + flotadores	2	3	1	B	231	3
bombeo de lodos dragados	bombas+ agitadores	1	1	1	B	111	1
líneas de impulsión	líneas	1	2	1	B	121	2
cribado y retiro de sólidos en lodos	cribas + tornillos	1	2	1	B	121	2
concentración de sólidos	espesadores	1	1	1	B	111	1
bombeo de lodos espesados	bombas + agitadores	1	1	1	B	111	1
dosificación de polímero	dosificador	1	1	1	B	111	1
agitación de mezcla agua polímero	agitador	1	1	1	B	111	1
bombeo de reactivo	bomba	1	1	1	B	111	1
deshidratación de lodo	filtro banda	1	1	1	C	111	1
transporte de lodo deshidratado	banda	2	3	1	A	111	1
almacenamiento de lodo deshidratado	unidad rompe bóvedas	1	1	1	A	111	1
bombeo de lodos deshidratados	bomba de cavidad progresiva	2	3	2	A	232	3
medición de peso	balanza, control	1	1	1	A	111	1
control de descarga	guillotina	1	1	1	A	111	1
limpieza de filtros	bombas lava	1	1	1	B	111	1
dotación de agua a la red	bombas h	1	1	1	B	111	1
transporte de equipos	grúa	1	1	1	A	111	1
red de aire	compresores	1	1	1	B	111	1
transporte de material en vehículos	camión + montacargas	1	1	1	A	111	1
dotación de energía eléctrica	transformadores: 2M, 2 75KVA administración + sólida, 6 15KVA iluminación	2	3	1	B	231	3

Tabla 13: Continua ...

SUBFUNCIONES	EQUIPOS	HSE	P	C	RED	Clasificación	
FASE LIQUIDA							
extracción de sólidos muy gruesos	cuchara anfibia	2	3	1	A	231	3
cribado de sólidos mayores a 2mm	cribas	3	1	1	C	311	3
retiro de sólidos mayores a 2mm	banda	1	1	1	A	111	1
raspado de arena	desarenadores	3	3	1	B	331	3
evacuación de arena	tornillo Arquímedes	2	3	1	B	231	3
aereación	aereadores	3	1	3	C	313	3

CLAVES DE TABLA

Clasificación (HSE: salud, seguridad y ambiente; P: producción; C: costes de mantenimiento correctivo)

3:Alto

2:Medio

1:Bajo

Redundancia

A: no RED

B: 1 RED

C: 2 o más RED

Para realizar el análisis de criticidad es preciso realizar la evaluación de *frecuencia de fallos*, para los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se aplica la siguiente clasificación:

Cat. Frec.	Frecuencia de fallo por año	Clasificación
F4	> 30	4
F3	5 a 30	3
F2	3 a 4	2
F1	1 a 2	1

Se obtiene el análisis de la frecuencia de fallos de la Tabla 14.

Tabla 14: Evaluación de frecuencia de fallos en PTAR Ucubamba

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
cuchara anfibia				
daño 1: cuchara anfibia				
Construcción de cuchillas de bronce de cuchara anfibia	u	1	2	1
Revisión de estado y funcionamiento de cuchara anfibia	global	1		

Tabla 14: Continua ...

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
cribas				
daño 1: criba 1			35	4
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	u	1		
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		
Cambio de limit switch cribas	u	1		
Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de carro rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de rodillos y ruedas de bronce de conjunto criba	u	1		
Revisión de estado y cambio de cable de acero elevador de rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de paleta expulsora de basura	u	1		
Construcción de castillo	u	1		
Cambio de rodamientos de motor de 2 hp	u	1		
Rebobinado de motor de 1.5 hp	u	1		
daño 1: criba 2				
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	u	1		
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		
Cambio de limit switch cribas	u	1		
Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de carro rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de rodillos y ruedas de bronce de conjunto criba	u	1		
Revisión de estado y cambio de cable de acero elevador de rastrillo	u	1		
daño 1: criba 3				
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	u	1		
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		
Cambio de limit switch cribas	u	1		
Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de carro rastrillo	u	1		
Revisión y cambio de rodillos y ruedas de bronce de conjunto criba	u	1		
daño 2: criba 1				
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	u	1		
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		
Cambio de limit switch cribas	u	1		
Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	u	1		
daño 2: criba 2				
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	u	1		
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		
Cambio de limit switch cribas	u	1		
daño 2: criba 3				
Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	u	1		
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		
Cambio de limit switch cribas	u	1		
daño 3: criba 2				
Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	u	1		

Tabla 6: Continua ...

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
desarenadores				
daño 1: desarenador1			30	3
Cambio de cadenas en desarenadores	u	1		
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	u	4		
Limpieza desarenador	u	1		
daño 1 desarenador2				
Cambio de cadenas en desarenadores	u	1		
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	u	5		
Limpieza desarenador	u	1		
daño 2: desarenador1				
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	u	3		
Limpieza desarenador	u	1		
daño 2 desarenador2				
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	u	2		
Limpieza desarenador	u	1		
daño 3: desarenador1				
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	u	2		
Limpieza desarenador	u	1		
daño 3 desarenador2				
Cambio de candados de cadenas en desarenadores	u	2		
Limpieza desarenador	u	1		
daño 4: desarenador1				
Limpieza desarenador	u	1		
daño 4 desarenador2				
Limpieza desarenador	u	1		
daño 5: desarenador1				
Limpieza desarenador	u	1		
daño 5: desarenador2				
Limpieza desarenador	u	1		
Tornillos de Arquímedes				
daño 1: tornillo de arquimides1			2	1
Fabricación, instalación puesta en marcha de canales y tornillos	global	1		
daño 1: tornillo de arquimides2				
Fabricación, instalación puesta en marcha de canales y tornillos	global	1		

Tabla 14: Continua ...

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
aereadores				
daño 1 aereador 1				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 25 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
daño 1 aereador 2				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 25 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
daño 1 aereador 3				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1	77	4
Revisión integral de aereador	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 25 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
daño 1 aereador 4				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
daño 1 aereador 5				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
daño 1 aereador 6				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		

Tabla 14: Continua ...

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
daño 1 aereador 7				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
daño 1 aereador 8				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
daño 1 aereador 9				
Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
daño 1 aereador 10				
Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 75 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 75 hp	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
Revisión y limpieza de eje internamente, hélice, cojinete cerámico, flotadores y difusor	u	1		
Medición de aislamiento de devanados de motores	u	1		
Reparación de eje	u	1		
Cambio de cable y ajuste del aereador	global	1		
Cambio de cables de conexión del motor eléctrico	global	1		
Cambio de rodamientos de motor eléctrico en aereador de 75 hp	u	1		
Tratamiento térmico de motor eléctrico	u	1		
daño 1 aereador 11				
Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 75 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 75 hp	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
Revisión y limpieza de eje internamente, hélice, cojinete cerámico, flotadores y difusor	u	1		
Medición de aislamiento de devanados de motores	u	1		
Reparación de eje	u	1		

Tabla 14: Continua ...

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
daño 1 aereador 12				
Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 75 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 75 hp	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
Revisión y limpieza de eje internamente, hélice, cojinete cerámico, flotadores y difusor	u	1		
daño 1 aereador 13				
Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
Cambio de bocín cerámico - 75 hp	u	1		
Cambio de bocín marino - 75 hp	u	1		
Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	u	1		
Revisión integral de aereador	u	1		
Revisión y limpieza de eje internamente, hélice, cojinete cerámico, flotadores y difusor	u	1		
daño 1 aereador 14				
Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	u	1		
Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	u	1		
dragas				
daño 1 draga 1				
Revisión integral del sistema hidráulico - barreno de draga de lag. F2	global	1		
daño 2 draga 1				
Revisión integral del sistema hidráulico - barreno de draga de lag. F2	global	1	3	2
daño 1 draga 2				
Revisión y arreglo del sistema hidráulico de draga no. 1 (facul. 1)	global	1		
redes recolectoras				
daño 1 red recolectora d1				
Revisión y reparación de manguera de desfogue de draga 1	global	1		
daño 1 red recolectora d2				
Reparación de mangueras de draga 2	u	1	3	2
daño 2 red recolectora d2				
Suministro y cambio de mangueras de 6" y accesorios para draga de laguna facultativa 2	global	1		
bombeo				
daño 1 bombeo				
Reparación de bombas de estación de bombeo principal	u	1	1	1
Reparación del agitador flygt 4620-410	global	1		
cribas y tornillos				
daño 1 cribas y tornillos				
Reparación de los cepillos de las cribas	global	1	1	1

Tabla 14: Continua ...

Descripción del fallo	Unidad	numero de fallos	tasa de fallos	Puntaje
espesadores				
daño 1 espesadores			1	1
Reparación de agitadores de tanques espesadores	u	1		
filtros banda				
daño 1 filtros banda				
Revisión integral del panel de control de filtro bandas 1,2,3. Red de aire	global	1	1	1
Cambio de mangueras varias	global	1		
bombeo lodos deshidratados				
daño 1 bombeo lodos deshidratado			4	2
desgaste de rotor	global	1		
daño 2 bombeo lodos deshidratado				
daño de estator	global	1		
daño 3 bombeo lodos deshidratado				
daño del motor	global	1		
daño 4 bombeo lodos deshidratado				
falla de sensor	global	1		
transformadores				
daño 1 transformadores			1	1
desbalance de fases: Revisión exterior de integridad y estado de transformador trifásico de distribución	u	1		
retroexcavadora				
daño 1 retroexcavadora			1	1
Reparación de cañerías de retroexcavadora	u	1		

Para la cuantificación de la criticidad se aplica la fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{frecuencia de fallos} \times \text{consecuencia},$$

Donde la frecuencia de fallos es tomada de los resultados de la Tabla 14 y la consecuencia de los resultados de la Tabla 13, que evalúa en salud, seguridad y ambiente - HSE, producción - P y costos de mantenimiento correctivo - C. Se tienen los resultados, en la Tabla 15:

Tabla 15 Criticidad en equipos de PTAR Ucubamba

Subfunciones	Equipo	Frecuencia de fallos	Clasificación de la consecuencia	Criticidad
FASE LIQUIDA				
extracción de sólidos muy gruesos	cuchara anfibia	1	3	3
cribado de sólidos mayores a 2mm	criba	4	3	12
retiro de sólidos mayores a 2mm	banda	1	1	1
raspado de arena	desarenador	3	3	9
evacuación de arena	tornillo Arquímedes	1	3	3
aeración	aereadores	4	3	12
FASE SÓLIDA				
dragado	draga	2	3	6
recolección de fluido	red recolectora + flotadores	2	3	6
bombeo de lodos dragados	bombas+ agitadores	1	1	1
líneas de impulsión	líneas	1	2	2
cribado y retiro de sólidos en lodos	criba + tornillos	1	2	2
concentración de sólidos	espesadores	1	1	1
bombeo de lodos espesados	bombas + agitadores	1	1	1
dosificación de polímero	dosificador	1	1	1
agitación de mezcla agua polímero	agitador	1	1	1
bombeo de reactivo	bomba	1	1	1
deshidratación de lodo	filtro banda	1	1	1
transporte de lodo deshidratado	banda	1	1	1
almacenamiento de lodo deshidratado	unidad rompe bóvedas	1	1	1
bombeo de lodos deshidratados	bomba de cavidad progresiva	2	3	6
medición de peso	balanza, control	1	1	1
control de descarga	guillotina	1	1	1
limpieza de filtros	bombas de lavado	1	1	1
dotación de agua a la red	bombas para servicio	1	1	1
transporte de equipos	grúa	1	1	1
red de aire	compresores	1	1	1
transporte de material en vehículos	camión + montacargas	1	1	1
dotación de energía eléctrica	transformadores: 2M, 2 75KVA administración + sólida, 6 15KVA iluminación	1	3	3

Por tanto, los equipos críticos son:

Cuchara anfibia
Cribas
Desarenadores
Tornillos de Arquímedes
Aereadores
Dragas
Redes recolectoras + flotadores
Bomba de cavidad progresiva
Transformadores

4.5. Propuesta de plan de mantenimiento de activos críticos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.

El plan de mantenimiento propuesto tiene como propósito controlar todos los riesgos asociados con la degradación de los equipos críticos. El mismo incluye la calendarización de tareas por equipo basadas en inspección, supervisión de condición y comprobación.

Se realizó en dos fases que se incluyen tareas de mantenimiento preventivo y correctivo:

- la primera, una actualización del plan de mantenimiento de: cribas, desarenadores, tornillos de Arquímedes y aereadores, en base a la Figura 17; específicamente se realizaron cambios de frecuencia debido a que la tasa de fallos es diferente de la prevista en el plan de puesta en marcha por envejecimiento de los equipos, también porque el entorno operacional de las lagunas de oxigenación ha cambiado con la acumulación de sedimentos. La evaluación se realizó en base a datos históricos y experiencia;
- y la segunda se propone un plan en base a la documentación entregada al finalizar la construcción de la fase sólida.

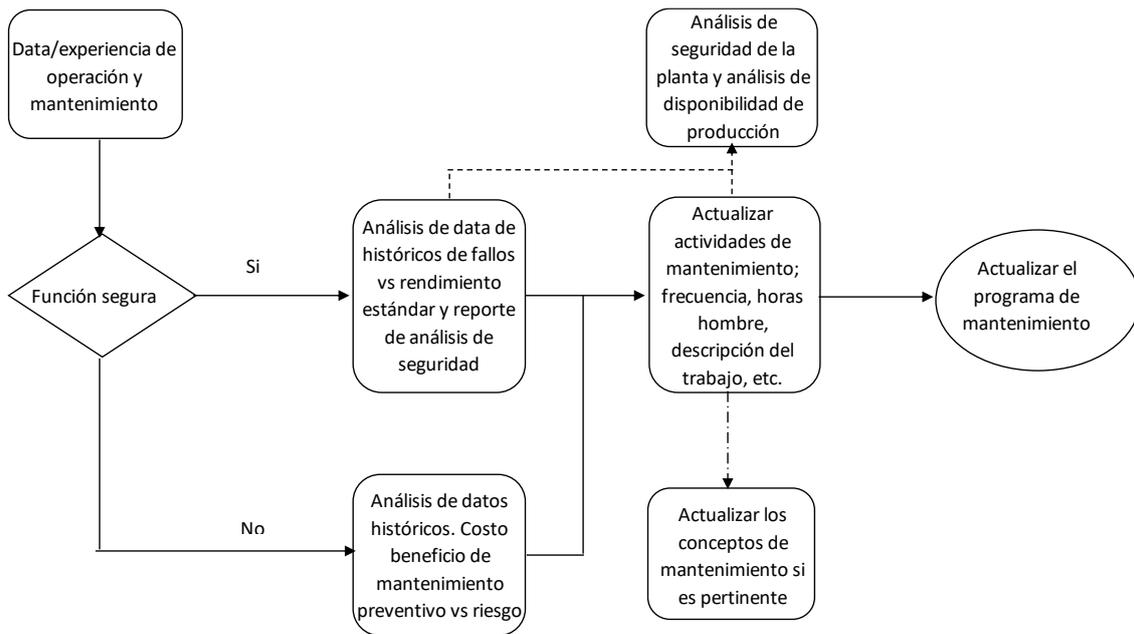


Figura 17: Proceso de actualización del programa de mantenimiento
Fuente: Norma NORSOK Z-008. Edición 3, junio de 2011

A continuación, la propuesta del plan de mantenimiento para los equipos críticos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, Tablas 16 a 22:

Tabla 16: Plan de mantenimiento de cuchara anfibia

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
CUCHARA ANFIBIA (ESTRUAGUA), POLIPASTO (LOADMATE 2000KG) Y ESTRUCTURA PORTANTE DE LA MISMA			
1.1	Mantenimiento mecánico mensual de cuchara anfibia	Revisión de ruidos anormales Engrase de cuchara anfibia	1
1.2	Mantenimiento mecánico bimensual de cuchara anfibia	Revisión de pérdida de aceite	1
1.3	Mantenimiento mecánico semestral de cuchara anfibia	Revisión de polipasto; Revisión de pernos pasadores; Revisión de soportes de pistas; Lubricación de poleas, cadenas, ejes, rodamientos y partes móviles; Revisión de frenos; Inspección del bloque de gancho; Inspección de cadena de carga; Revisión de enhebrado; Revisión de etiquetas de advertencia y seguridad; Inspección del cable; Revisión de grupo hidráulico, nivel de aceite y fugas, sellado de área de bomba hidráulica	1
1.4	Mantenimiento mecánico anual de cuchara anfibia	Inspección de ruedas del carro; Inspección del equipo de levantamiento y acoplamiento; Inspección de la maquinaria de traslación; Inspección del tambor de cadena; Inspección de la guía de la cadena; Inspección de las abrazaderas del cable; Revisión de maquinaria móvil del puente; Revisión de eslabón para enganche metálico hitch	1

Tabla 16: Continua ...

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
CUCHARA ANFIBIA (ESTRUAGUA), POLIPASTO (LOADMATE 2000KG) Y ESTRUCTURA PORTANTE DE LA MISMA			
1.5	Mantenimiento eléctrico bimensual de cuchara anfibia	Revisión de escobillas de alimentación de energía eléctrica	3
		Revisión de pista de recorrido de escobillas	3
		Revisión de dispositivos de control (controles de pulsador)	4
		Revisión de dispositivos limitadores (interruptores de final de carrera)	4
		Inspección del variador de frecuencia	1
		Inspección del protector de sobrecarga	1
		Revisión de alimentación eléctrica del carro	1
		Medición de corriente y voltaje	1
		Revisión de tablero de control y cableado	1
		Revisión de tablero eléctrico de polipasto	1
1.6	Reparación y pintado de estructura de cuchara anfibia;	Reparación y pintado de estructura de cuchara anfibia;	1
1.7	Cambio de ruedas del carro	Cambio de ruedas del carro	1

Tabla 17 Plan de mantenimiento de las cribas

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
CRIBAS			
2.1	Mantenimiento mecánico semanal (moto reductores)	Revisión de fugas de aceites por retenes	4
		Revisión de ruidos anormales, vibraciones o golpeteos	
2.2	Mantenimiento mecánico mensual (sistema de cribado)	Ajuste y calibración de limit switch cribas	1
		Lubricación de ejes paleta expulsora de basura	
		Lubricación de rodillo y rodamientos de banda transportadora	
2.3	Mantenimiento mecánico trimestral (sistema de cribado)	Revisión de nivel aceite de reductor criba	1
		Revisión de nivel de aceite reductor banda	
		Lubricación de cadena y catalina reductor	
2.4	Mantenimiento mecánico semestral (sistema de cribado)	Apriete de tuercas, pernos de anclaje conjunto moto reductor	1
2.5	Mantenimiento mecánico anual (sistema de cribado)	Revisión de estado de limit switch cribas	1
		Cambio aceite reductor criba	
		Cambio aceite reductor banda	
		Revisión de estado y ajuste de catalinas y cadenas	
2.6	Mantenimiento eléctrico bimensual (sistema de cribado)	Medición de parámetros eléctricos en motores de reductores	4
		Apriete contactos eléctricos	4

Tabla 17: Continua ...

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
CRIBAS			
2.7	Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	Cambio de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	3
2.8	Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	Cambio de escobas de paleta expulsora de basura	4
2.9	Revisión y cambio de paleta expulsora de basura	Revisión y cambio de paleta expulsora de basura	3
2.10	Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	Cambio de puntas de limpieza de carro rastrillo	3
2.11	Revisión de estado y cambio de cable de acero elevador de rastrillo	Revisión de estado y cambio de cable de acero elevador de rastrillo	3
2.12	Revisión y cambio de carro rastrillo	Revisión y cambio de carro rastrillo	3
2.13	Cambio de limit switch cribas	Cambio de limit switch cribas	12
2.14	Revisión y cambio de rodillos y ruedas de bronce de conjunto criba	Revisión y cambio de rodillos y ruedas de bronce de conjunto criba	3
2.15	Rebobinado de motor de 1.5 hp	Rebobinado de motor de 1.5 hp	3
2.16	Rebobinado de motor de 2 hp	Rebobinado de motor de 2 hp	1
2.17	Cambio de rodamientos de motor de 1.5 hp	Cambio de rodamientos de motor de 1.5 hp	1
2.18	Cambio de rodamientos de motor de 2 hp	Cambio de rodamientos de motor de 2 hp	1
2.19	Pintado de motores y reductores	Pintado de motores y reductores	4
2.20	Pintado del conjunto criba	Pintado del conjunto criba	1
2.21	Pintado del conjunto de contenedores	Pintado del conjunto de contenedores	4
2.22	Medición de aislamiento de devanados de motores cribas	Medición de aislamiento de devanados de motores cribas	4
2.23	Cambio de cables eléctricos	Cambio de cables eléctricos	1
2.24	Cambio de contactos eléctricos	Cambio de contactos eléctricos	4

Tabla 18: Plan de mantenimiento de los desarenadores

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
DESARENADORES			
3.1	Mantenimiento mecánico semanal desarenadores	Revisión de fugas de aceite en reductores	2
		Revisión de ruidos anormales, vibraciones o golpeteos	
3.2	Mantenimiento mecánico mensual desarenadores	Revisión de nivel de aceite en reductores	2
		Revisión de estado y ajuste de acoplamientos motor-reductor	
3.3	Mantenimiento mecánico trimestral desarenadores	Lubricación de caja rodamiento de brazos giratorios	2
		Revisión de estado de candados de cadena	
		Cambio de aceite en reductores	
		Limpieza de rejillas de ventilador de motor	
3.4	Mantenimiento mecánico semestral desarenadores	Lubricación de aletas deflectoras de flujo	2
		Apriete de tuercas y pernos de anclaje en conjunto moto reductor	
3.5	Mantenimiento mecánico anual desarenadores	Revisión de estado y ajuste de ruedas dentadas	2
3.6	Mantenimiento eléctrico bimensual desarenadores	Medición de corriente en motores eléctricos	6
		Apriete de contactos eléctricos en bornera	6
3.7	Cambio de candados de cadenas en desarenadores	Cambio de candados de cadenas en desarenadores	12
3.8	Cambio de cadenas en desarenadores	Cambio de cadenas en desarenadores	2
3.9	Rebobinado de motor de 2 hp	Rebobinado de motor de 2 hp	1
3.10	Limpieza y pintura conjunto mecánico en totalidad de superficies	Limpieza y pintura conjunto mecánico en totalidad de superficies	1
3.11	Pintado de motores y reductores	Pintado de motores y reductores	6
3.12	Limpieza desarenador	Limpieza desarenador	2
3.13	Medición de aislamiento de devanados de motores desarenadores	Medición de aislamiento de devanados de motores desarenadores	6
3.14	Cambio de contactos eléctricos	Cambio de contactos eléctricos	6
3.15	Cambio de cables eléctricos	Cambio de cables eléctricos	2

Tabla 19: Plan de mantenimiento de aereadores

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
AEREADORES			
4.1	Mantenimiento mecánico semanal aereadores	Revisión de ruidos anormales, vibraciones o golpeteos, de correcto funcionamiento	44
4.2	Mantenimiento mecánico bimensual aereadores	Revisión de estado y limpieza de parrilla anti vibración	44
		Lubricación de rodamientos de motor eléctrico y junta universal	
		Revisión y limpieza de eje, hélice, cojinete cerámico, flotadores y difusor	
		Revisión de estado de flotadores y conjunto de soporte	
		Ajuste de pernos de flotadores y aeradores	
		Revisión de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	
4.3	Mantenimiento eléctrico bimensual aereadores	Medición de corriente en motores eléctricos	44
		Apriete contactos eléctricos en caja de conexión de motores	44
4.4	Cambio de filtro de aire de blower	Cambio de filtro de aire de blower	2
4.5	Cambio de flotadores	Cambio de flotadores	2
4.6	Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	Cambio de parrilla anti vibración - 75 hp	2
4.7	Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	Cambio de parrilla anti vibración - 25 hp	2
4.8	Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	Cambio de sistema de sujeción de parrilla anti vibración	2
4.9	Cambio de bocín marino - 75 hp	Cambio de bocín marino - 75 hp	3
4.10	Cambio de bocín marino - 25 hp	Cambio de bocín marino - 25 hp	3
4.11	Cambio de bocín cerámico - 75 hp	Cambio de bocín cerámico - 75 hp	3

Tabla 19: Continua ...

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
AEREADORES			
4.12	Cambio de bocín cerámico - 25 hp	Cambio de bocín cerámico - 25 hp	3
4.13	Cambio de eje interno - 75 hp	Cambio de eje interno - 75 hp	1
4.14	Cambio de eje interno - 25 hp	Cambio de eje interno - 25 hp	1
4.15	Cambio de hélice - 25 hp	Cambio de hélice - 25 hp	1
4.16	Cambio de blower	Cambio de blower	1
4.17	Cambio de rodamientos de motor eléctrico en aereador de 75 hp	Cambio de rodamientos de motor eléctrico en aereador de 75 hp	2
4.18	Cambio de rodamientos de motor eléctrico en aereador de 25 hp	Cambio de rodamientos de motor eléctrico en aereador de 25 hp	2
4.19	Tratamiento térmico de motor eléctrico	Tratamiento térmico de motor eléctrico	2
4.20	Tratamiento térmico de motor eléctrico de blower	Tratamiento térmico de motor eléctrico de blower	2
4.21	Rebobinado de motor de 75 hp	Rebobinado de motor de 75 hp	2
4.22	Revisión integral de aereador	Revisión integral de aereador	6
4.23	Pintura de equipo de aeración	Pintura de equipo de aeración	45
4.24	Galvanizado de estructura flotadora de soporte	Galvanizado de estructura flotadora de soporte	45
4.25	Medición de aislamiento de devanados de motores aereadores	Medición de aislamiento de devanados de motores aereadores	45

Tabla 20: Plan de mantenimiento dragas, redes recolectoras y flotadores

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
DRAGAS, REDES RECOLECTORAS Y FLOTADORES			
5.1	Mantenimiento mecánico mensual de dragas	Revisión de anillos de bloqueo; Revisión general de elementos de sujeción; Inspección de cable de traslación y sus sujetadores; Inspección de motores y mangueras oleo hidráulicas; Inspección de pernos forma de u de soporte de bomba; Inspección de pernos de tracción (tirfor) incluido cable de tracción y accesorios; Inspección de poleas transversales; Revisión de hojas de corte de barreno; Revisión de bloque de equipo de tracción; Revisión de cable de izaje de bomba y accesorios; Revisión de filtro hidráulico (límpielo); Revisión de ruidos anormales, vibraciones o golpeteos Revisión de pernos de poleas y sistema de guía de poleas ; Revisión de pernos y sujeción de sistema de barreno; Engrase de bisagras de estructura; Engrase de poleas de guía de traslación; Limpieza y lavado de exterior de draga; Revisión del nivel de aceite, temperatura y limpieza de respiraderos de tanque de aceite; Limpieza de acondicionador de aire, filtros y tomas; Limpieza externa e interna del tablero de la draga y tablero de control). Revisión de cabezal, barreno, eje y motores Retirar elementos enganchados en cabezal barreno.	2

Tabla 20: Continua

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
DRAGAS, REDES RECOLECTORAS Y FLOTADORES			
5.2	Mantenimiento mecánico semestral: dragas	Cambio de aceite de la transmisión de sistema de tracción; Inspección de pasadores (pines); Cambio de aceite de la transmisión de wincha de elevación; Inspección de rodamientos de bomba de succión y cambio de aceite;	2
5.3	Mantenimiento mecánico anual de la dragas	Chequeo de abrazaderas, bridas, zunchos, uniones, tomas, empaques y fugas en manguera de descarga tipo semiflexible y flexibles; Chequeo de ejes y poleas de traslación para identificar desgaste y des alineamiento, Revisión de elementos flojos de sistema de traslación; Revisión de poleas guía en draga; Lavar y limpiar la draga (fuera del agua); Revisión de sensores ópticos; Cambio de aceite del reductor de la transmisión del motor hidráulico del sistema de traslación ; Cambio de aceite de transmisión de la wincha de elevación; Cambio de aceite hidráulico de grupo oleo hidráulico; Reemplazo de filtro de aceite de retorno a depósito) Inspección de soportes de elementos.	2
5.4	Mantenimiento mecánico anual de flotadores	Revisión de flotadores	60
5.5	Mantenimiento eléctrico bimestral de dragas	Inspección cable eléctrico, paneles de control (inshore y offshore), densímetros, caudalímetros, cableado eléctrico, sistemas de control y regulación, etc. Revisión de motores eléctricos	2 2
5.6	Reparación de bloque de equipo de tracción;	Reparación de bloque de equipo de tracción;	2
5.7	Cambio de filtro hidráulico	Cambio de filtro hidráulico	2
5.8	Reemplazo de pernos y sujeción de sistema de barreno;	Reemplazo de pernos y sujeción de sistema de barreno;	2
5.9	Revisión de cabezal barreno, eje y motores	Revisión de cabezal barreno, eje y motores	2
5.10	Cambio de motores oleo hidráulicos	Cambio de motores oleo hidráulicos	4

Tabla 20: Continua

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
DRAGAS, REDES RECOLECTORAS Y FLOTADORES			
5.11	Cambio de sistema de mangueras oleo hidráulicas	Cambio de sistema de mangueras oleo hidráulicas	2
5.12	Cambio de cable de tirfor de tracción	Cambio de cable de tirfor de tracción	2
5.13	Cambio de tirfor de tracción	Cambio de tirfor de tracción	2
5.14	Cambio de hojas de corte de barreno	Cambio de hojas de corte de barreno	2
5.15	Cambio de pasadores (pines)	Cambio de pasadores (pines)	2
5.16	Mantenimiento general de bomba de succión de lodos y revisión el movimiento del impeler de la bomba, incluye cambio de aceite	Mantenimiento general de bomba de succión de lodos y revisión el movimiento del impeler de la bomba, incluye cambio de aceite	2
5.17	Cambio de abrazaderas, bridas, zunchos, uniones, tomas, empaques en manguera de descarga tipo semiflexible y flexibles	Cambio de abrazaderas, bridas, zunchos, uniones, tomas, empaques en manguera de descarga tipo semiflexible y flexibles	2
5.18	Cambio de poleas guía en draga	Cambio de poleas guía en draga	2
5.19	Reaplicar antifoulant (pintura resistente a la corrosión) ;	Reaplicar antifoulant (pintura resistente a la corrosión) ;	2
5.20	Cambio de sensor óptico	Cambio de sensor óptico	2
5.21	Reparación de soportes	Reparación de soportes	2
5.22	Cambio de cable de elevación de bomba	Cambio de cable de elevación de bomba	2
5.23	Cambio de buje fijador cónico estriado de barreno de draga	Cambio de buje fijador cónico estriado de barreno de draga	2
5.24	Reemplazo de sellos de motor hidráulico y ejes	Reemplazo de sellos de motor hidráulico y ejes	2
5.25	Reemplazo de poleas transversales	Reemplazo de poleas transversales	2
5.26	Cambio de cable principal de tracción	Cambio de cable principal de tracción	2
5.27	Cambio de tramo de manguera tipo pluma de 6"	Cambio de tramo de manguera tipo pluma de 6"	4
5.28	Reparación de tramo de manguera tipo pluma 6"	Reparación de tramo de manguera tipo pluma 6"	4

Tabla 21: Plan de mantenimiento de bomba de cavidad progresiva

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA(BTI-3524 SEEPEX) PARA LODOS DESHIDRATADOS (1 EQUIPO)			
6.1	Mantenimiento mecánico semestral: bomba cavidad progresiva	Revisión visual de orings	3
6.2	Mantenimiento mecánico anual: bomba cavidad progresiva	Lubricación de la junta del cardán;	1
		Revisión del sello mecánico;	
		Inspección de la junta del cardán;	
		Inspección de la transmisión;	
		Revisión de estado general del equipo.	
		Revisión de motores eléctricos (2 motores)	
6.3	Mantenimiento eléctrico bimensual: bomba cavidad progresiva	Medición de corrientes y voltajes	1
6.4	Cambio de orines	Cambio de orines	4
6.5	Cambio de sello mecánico	Cambio de sello mecánico	1
6.6	Cambio de cardan	Cambio de cardan	1
6.7	Pintura del equipo	Pintura del equipo	1

Tabla 22: Plan de mantenimiento de transformadores

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
TRANSFORMADORES			
7.1	Mantenimiento eléctrico semestral transformadores	Revisión de ruidos anormales en equipos de fuerza	4
		Revisión de puesta a tierra de equipos	4
		Revisión de los niveles de aceite y válvulas de sobrepresión de aire y aceites y de aceite de los transformadores - revisión de empaques	4
		Revisión y limpieza de equipos de porcelana (bujes de alta y baja tensión, aisladores, etc.)	4
		Revisión, reajuste, limpieza y engrasado de contactos	4
		Reajuste pernos y conectores (tapa de transformadores)	4
		Revisión de estado transformadores	4
		Revisión de estado de tableros eléctricos	2
		Revisión y engrasado de mandos motorizados de seccionadores de potencia, apertura y cierre - revisión y calibración del disparo tripolar	2
		Revisión de estado, limpieza y ajuste de cables, barras de sistema de fuerza	4
		Limpieza y apriete de borneras y contactos eléctricos	4
		Limpieza y apriete de conectores y borneras de control	4
		Mantenimiento de los equipos interiores del tablero de tcs y tps (previa coordinación y autorización de producción)	2

Tabla 22: Continua

ITEM	DESCRIPCION DE RUTINAS	TAREAS	NUMERO DE EQUIPOS, ELEMENTOS / PIEZAS
TRANSFORMADORES			
7.2	PRUEBAS ELÉCTRICAS	<p>PRUEBAS ELÉCTRICAS: Esta labor deberá ser coordinada con producción de la PTAR para la energización-des energización de cada transformador previo a los trabajos de mantenimiento.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza del interior de la cabina de transformación en cada una de las unidades. - Limpieza general del equipo (cubículo, tapa superior, bushings AT y BT, conmutador de taps, visores, cables, tanque conservador, relé buchholz, válvulas, etc.)(se utilizará solventes especiales para eliminar agentes contaminantes que se depositan sobre las superficies y perjudican el aislamiento de los materiales). - Extracción de muestra de aceite y pruebas dieléctricas. Incluye análisis físico-químico de aceite de cada uno de los transformadores (1 MVA). - Cromatografía del aceite del transformador (1 MVA). - Desmontaje de tapa de metálica del cubículo para tener acceso al indicador de nivel de aceite del tanque conservador. - Chequeo de los empaques de bushings de AT y BT además de un torqueo de todo el sistema de sujeción como tapa del transformador, bushings y conectores de AT y BT. - Pruebas (medición de la relación de transformación, accionando el conmutador de taps en subida y en bajada con el objeto de que se laven los contactos y se desplacen los sedimentos que al acumularse pueden ocasionar el bloqueo del dispositivo conmutador, medición de la resistencia de aislamiento: AT-Tierra, BT-Tierra y AT-BT con el equipo Megger 5000 V, medición de la resistencia de bobinas en BT y AT en cada posición del conmutador de taps, medición del Factor de Potencia, prueba en AT-BT y AT-Tierra). - Chequeo y pruebas de operación del Conmutador de taps conjuntamente con las pruebas de relación de transformación. - Verificación de voltajes en el secundario del transformador y toma de carga de la unidad. - Pruebas de humedad en el aceite de cada uno de los transformadores y tratamiento del aceite para remoción de humedad (1 MVA). <p>Todos los resultados, análisis, interpretaciones y sugerencias serán reportados en los formularios de la Sección 10 de estos pliegos y en los adicionales y específicos de cada equipo que el contratista considere pertinentes.</p>	4

4.6. Propuesta de programa de mantenimiento de activos críticos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba.

La programación del plan se realizó en la herramienta informática de mantenimiento de ETAPA EP, SIGEMANT. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

- Para las cribas, desarenadores, tornillos de Arquímedes y aereadores, cambios de frecuencia y estandarización de tareas de mantenimiento existentes.
- Para los equipos de la fase sólida se ingresaron los equipos actualizando la jerarquía técnica correspondiente a la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, se crearon las rutas y rutinas para calendarizar las tareas de mantenimiento.

Cabe indicar que la herramienta informática SIGEMANT permite organizar el trabajo de mantenimiento mediante órdenes de trabajo cíclicas para mantenimiento preventivo y órdenes directas para mantenimiento correctivo y de mejora.

Como es una herramienta informática, si no se ingresan los datos de materiales, mano de obra y herramientas no se registra la información en la base de datos, razón por la cual es obligatorio que el personal use de manera responsable y confiable el sistema.

Por otro lado, el SIGEMANT presenta muchos problemas de desarrollo principalmente es muy lento el proceso de manejo de las órdenes de trabajo, a tal punto que se cuelga con mucha frecuencia. Se percibe que para los usuarios no es una herramienta que aporte a su trabajo, más bien se convierte en una carga. Por lo que ETAPA EP tiene que tomar medidas para mejorar el sistema o reemplazarlo por uno comercial que brinde mayores bondades.

En el Anexo, se presenta fotografías de la programación del plan de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

4.7. Sugerencias para la implementación.

Para la implementación y seguimiento del plan de mantenimiento de aguas residuales de Ucubamba se siguiente:

Que los criterios de priorización para las órdenes de trabajo sean:

- El mantenimiento preventivo se ejecuta con las órdenes cíclicas según la planificación establecida. Los atrasos a este plan serán priorizados en base al riesgo es decir con la probabilidad y consecuencia del fallo.
- El mantenimiento correctivo debe priorizarse en base al riesgo de presentarse la falla, en base al flujograma de la Figura 18. Supone: asignar la consecuencia e

impacto de falla; para el impacto de la falla “degradado o incipiente”, asignar un tiempo y prioridad para el trabajo de reparación; el riesgo asociado con la consecuencia y probabilidades definidas en la matriz de riesgos; compensar las acciones operacionales temporalmente con redundancia.

Para asegurar el mejoramiento continuo se deben presentar informes y análisis de ejecución del mantenimiento con datos de fácil adquisición para el cálculo y manejo de indicadores definidos. Los datos mínimos que se deben tabular se presenta en la Tabla 23.

Para la ejecución de los trabajos de mantenimiento se debe incluir: preparación (evaluar complejidad del trabajo), permisos de trabajo, ejecución de trabajo y reporte de la orden de trabajo. Se debe velar porque los mantenimientos preventivos se ejecuten de forma segura y efectiva en coste. Se debe reportar las condiciones del sistema y de los equipos antes de/después de la reparación para el mejoramiento continuo.

En cuanto a la documentación que se debe conservar se incluye identificación de los activos, dibujos y detalles de diseño, datos históricos de mantenimiento, descripciones de tareas de mantenimiento, lista de partes. Debe estar disponible, controlada y actualizada para los técnicos del departamento y los directivos para toma de decisiones.

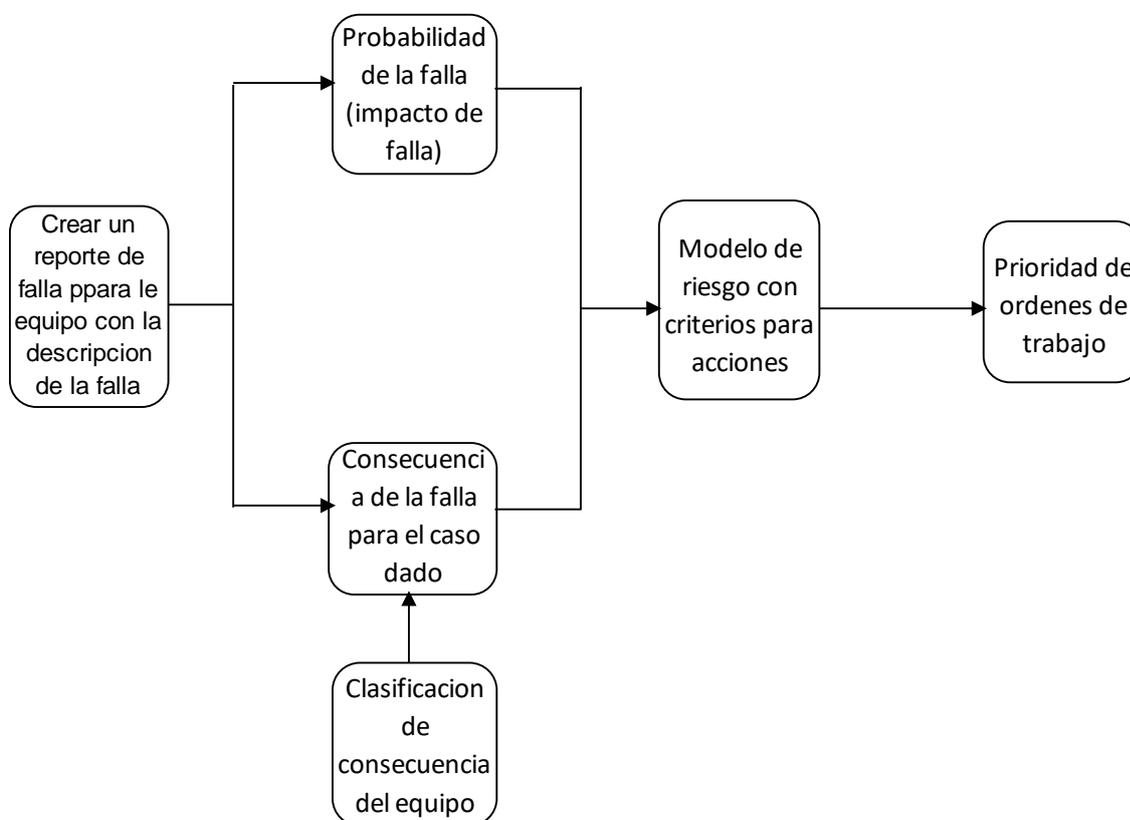


Figura 18: Prioridad de las órdenes de trabajo correctivas
Fuente: Norma NORSOK Z-008. Edición 3, junio de 2011

Tabla 23: Reporte de datos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo
Modo de falla Causa de falla Mecanismos de falla Tiempo de equipo fuera de servicio Repuestos usados Horas hombre por actividad Tiempo de inicio y fin de reparación	Condición del equipo antes del trabajo de mantenimiento Horas hombre por actividad Repuestos usados Tiempo de inicio y fin del trabajo

Fuente: Norma NORSOK Z-008. Edición 3, junio de 2011

Se debe asegurar que los procesos de trabajo de mantenimiento sean verificados, para lo cual se debe capacitar al personal, proveedores y contratistas.

Se debe evaluar el nivel de riesgo en la ejecución de los trabajos de operación y mantenimiento en función de HSE, producción y costes.

Capítulo 5

5. MONITORIZACIÓN DEL RENDIMIENTO. INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

Para este capítulo se usará la norma europea EN 15341. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento. (AEN/CTN 151., 2008)

5.1. Antecedentes.

La norma europea EN 15341, proporciona los indicadores clave de rendimiento del mantenimiento para apoyar a la gestión en el logro de la excelencia en el mantenimiento y en el empleo de los activos físicos de una manera competitiva. La mayoría de estos indicadores se aplican a edificios, espacios y servicios industriales y de apoyo (construcciones, infraestructura, transporte, distribución, redes, etc.).

El rendimiento del mantenimiento es el resultado de la utilización activa de recursos para conservar un activo físico, o para restaurarlo hasta un estado en el que pueda seguir realizando la función que del mismo se requiere. Esto se puede expresar como un resultado alcanzado o esperado. (Sexto, Luis Felipe, 2016)

5.2. Sistema de indicadores.

El sistema de indicadores propuesto en la norma europea EN 15341 está estructurado en tres grupos: indicadores económicos, técnicos y organizacionales.

Con este sistema al departamento de mantenimiento se le puede: medir el estado; evaluar el rendimiento; comparar el rendimiento; identificar fortalezas y debilidades; controlar el avance y los cambios en el tiempo; establecer objetivos; planificar estrategias y acciones; divulgar resultados con objeto de informar y motivar a las personas; y preparar y hacer seguimiento de un presupuesto o una auditoría específica.

En el rendimiento del mantenimiento influyen factores externos e internos como se ilustra en la Figura 19. Los factores externos son condiciones variables que quedan fuera del control de la gestión de la empresa. Los factores internos están referidos a las instalaciones que están fuera del control de la gestión de mantenimiento, pero dentro del control de la gestión de la empresa. Es importante considerar estos factores de influencia como requisitos previos, a fin de evitar malas interpretaciones en las evaluaciones y las comparaciones debidas a la no consideración de condiciones homogéneas.

5.3. Indicadores.

Los indicadores se pueden evaluar como: una relación entre factores (numerador y denominador), actividades de medición, recursos o sucesos, de acuerdo una la fórmula dada. El periodo de tiempo a considerar para la medición depende de la política de la empresa y del enfoque de la gestión y se deben referir a la misma actividad o al mismo activo físico y para el mismo periodo de tiempo (año, trimestre, mes, etc.).

Se utilizan para medir todo aspecto cuantitativo o característica obligatoria y para efectuar comparaciones homogéneas. Son elementos para toma de decisiones. Un indicador es pertinente cuando su valor o su evaluación, está en correlación con la evaluación del parámetro de rendimiento a medir y debe tener relación con el objetivo definido de mantenimiento.

Cuando un factor se defina usando las palabras “interno” o “externo”, el indicador correspondiente también se debería utilizar solamente para influencias “internas” o “externas”.

5.4. Propuesta de indicadores clave de rendimiento de mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

Para la propuesta de indicadores clave de rendimiento de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, se partió de los objetivos de mantenimiento propuestos en el Capítulo 2, luego se eligió entre la lista de indicadores de la norma europea EN 15341 los que cumplen los requerimientos de los objetivos. Y se plantean indicadores generales y específicos.

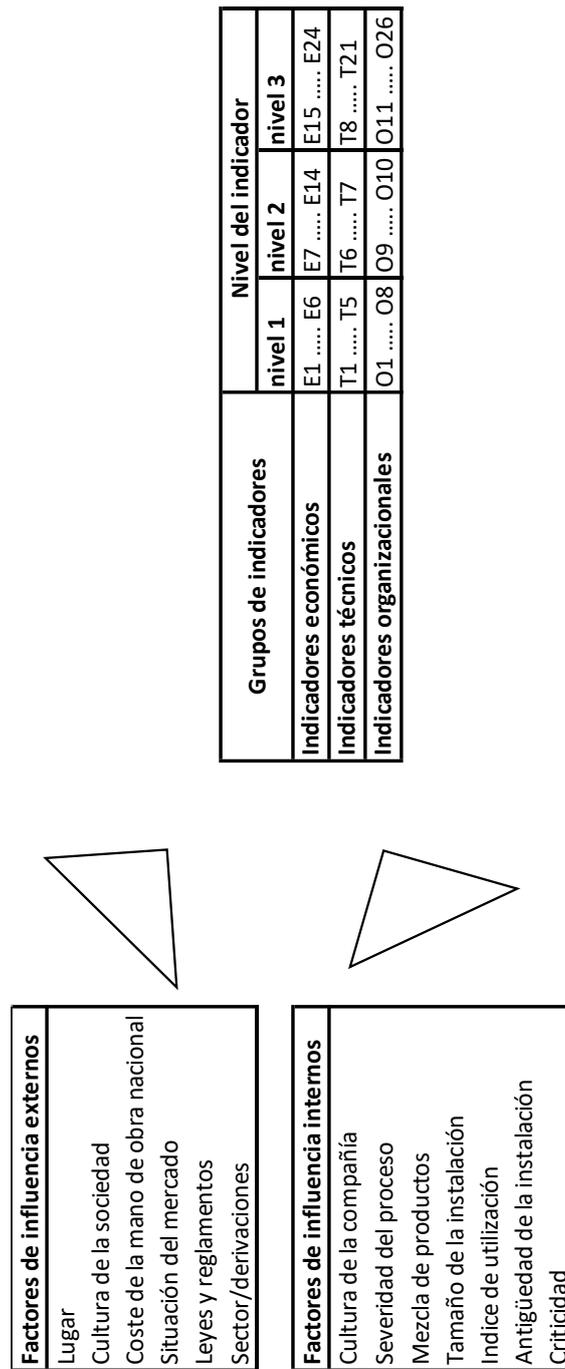


Figura 19: Factores que influyen en el mantenimiento e indicadores clave de rendimiento del mantenimiento
 Fuente: Norma Europea EN 15341

5.4.1. *Indicadores clave de rendimiento generales.*

Para la selección de los indicadores clave de rendimiento generales, para la gestión de activos físicos, se ha escogido criticidad externa: satisfacción al cliente, y criticidad interna: evaluación de costes de mantenimiento, ver Tabla 24.

Tabla 24: Indicadores generales de mantenimiento PTAR Ucubamba

Objetivo	Perspectiva	Indicador		Observación	Frecuencia
Entregar servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de calidad al cliente producción.	criticidad externa	<i>Satisfacción al cliente por el servicio prestado</i>	<i>Encuesta</i>	Con escala numérica de calificación: 1-muy malo, 2 - malo, 3 - ni bueno ni malo, 4-bueno, 5 - muy bueno.	mensual
Actualizar la planificación de mantenimiento preventivo en base a evaluaciones de riesgo.	criticidad externa	<i>Número de actualizaciones de planes de mantenimiento debido a evaluación de riesgos.</i>	<i>valor</i>	Al menos uno por año	anual

Tabla 24: Continua ...

Objetivo	Perspectiva	Indicador		Observación	Frecuencia
Evaluar la gestión de mantenimiento introduciendo el concepto de coste de ciclo de vida de los activos físicos.	criticidad interna	E1%	<i>Coste total del mantenimiento</i>	<p>Coste total del mantenimiento. Incluye los costes relativos a: Remuneraciones, salarios y horas suplementarias del personal de gestión, supervisión, de apoyo y de mantenimiento directo; Costes salariales adicionales de las personas antes citadas (impuestos, seguros, contribuciones legislativas); Repuestos y materiales consumibles cargados al mantenimiento (incluido los costes de flete); Herramientas y equipos (no amortizados o alquilados); Contratistas, medios alquilados; Servicios de consultoría; Costes administrativos de mantenimiento; Formación y entrenamiento del personal; Costes de actividades de mantenimiento realizadas por personal de producción; Costes de transportes, hoteles, etc.; Documentación; Software informático de gestión de mantenimiento y sistemas de planificación; Energía y servicios generales; Depreciación de las inversiones realizadas en equipos de mantenimiento, talleres y almacenes de piezas de repuesto.</p> <p>Se excluyen: Costes relativos a cambios de productos o al tiempo de transición (por ejemplo, cambio de útiles); Depreciación de piezas de repuesto estratégicas y Costes de periodos de tiempo de indisponibilidad.</p>	anual
			<i>Valor de sustitución de los activos físicos (Valor de sustitución de la instalación)</i>	<p>El valor de sustitución de los activos físicos se define como la cantidad de capital estimada que se requeriría para construir el activo.</p> <p>El valor de sustitución de los activos físicos es una estimación de los costes actuales para realizar una sustitución de la misma naturaleza que la existente.</p> <p>Nota 1: En la industria el valor de sustitución de los activos físicos es normalmente el valor de sustitución de la instalación.</p> <p>Nota 2: El coste de sustitución de los activos físicos puede ser equivalente al valor asegurado.</p>	
		E14	<i>Coste total del mantenimiento</i>	Véase E1	anual
			<i>Energía utilizada</i>	Energía eléctrica + gas + fuel oil + cualquier tipo de energía	

5.4.2. Indicadores clave de rendimiento específicos.

Para los indicadores clave de rendimiento específicos, para la gestión de mantenimiento de activos físicos, se ha utilizado la propuesta de la norma europea EN 15341, ver Tabla 25.

Tabla 25: Indicadores específicos de mantenimiento PTAR Ucubamba

Objetivo	Perspectiva	Indicador		Observación	Frecuencia
Cumplir con la probabilidad fijada por producción de que los equipos críticos estén en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado. (disponibilidad)	disponibilidad	T1%	<i>Tiempo total de funcionamiento</i>	Intervalo de tiempo durante el cual un activo físico está realizando su función requerida.	mensual
			<i>Tiempo total de funcionamiento + Tiempo de indisponibilidad por mantenimiento</i>	Intervalo de tiempo durante el cual un activo físico está en estado de indisponibilidad por razones de mantenimiento.	
Gestionar las actividades de mantenimiento con los procesos de apoyo: aprovisionamiento, talento humano, soporte TI, seguridad y salud ocupacional, y gestión administrativa	apoyo logístico	<i>Gestión con áreas de apoyo</i>	<i>Numero de requerimientos atendidos por procesos de apoyo</i>	Número de requerimientos atendidos favorablemente por los procesos de apoyo	trimestral
			<i>Numero de requerimientos solicitados por el departamento de mantenimiento</i>	Número de requerimientos documentados que se han enviado a los procesos de apoyo	

Tabla 25: Continua ...

Objetivo	Perspectiva	Indicador		Observación	Frecuencia
Implementar prácticas de mejora continua aprovechando la experiencia y conocimiento del personal de mantenimiento	organización del trabajo	08%	<i>Horas - hombre empleadas en mejora continua</i>	Las horas - hombre empleadas en procesos de mejora, destinadas a mejorar el nivel real de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, calidad, seguridad, ambiente y costes.	semestral
			Nota: Como ejemplo se citan las horas empleadas en el análisis de criticidad sistemática, en la identificación de mejoras, en la participación en proyectos y en la preparación de los mismos, como instructor para la formación interna y externa o, finalmente para auditorias o planes de seguridad, calidad o ambientales.		
			<i>Horas - hombre totales de personal de mantenimiento</i>	Número de horas trabajadas por el personal de mantenimiento.	
Implementar prácticas normalizadas de mantenimiento para: mejorar disponibilidad, disminuir costes, optimizar recursos y maximizar la vida útil de los activos físicos.	organización del trabajo	E21 (valor unitario / persona)	<i>Coste de formación del personal de mantenimiento</i>	Coste de formación del personal interno (directo + indirecto) de mantenimiento	anual
			directo: personal que trabaja a pie de obra o en los talleres realizando actividades de mantenimiento		
			indirecto: gestores, personal de dirección y oficinistas, supervisores, personal de ingeniería de mantenimiento, personal de planificación y de programación, personal de los almacenes de herramientas y almaceneros.		
<i>Efectivo del personal de mantenimiento</i>	Efectivo de personal interno de mantenimiento.				

Tabla 25: Continua ...

Objetivo	Perspectiva	Indicador		Observación	Frecuencia
Cumplir con la probabilidad fijada por producción de que los equipos críticos funcionen sin fallos durante un tiempo t en unas condiciones operacionales dadas. (confiabilidad)	confiabilidad del equipo	T6%	<i>Tiempo total de funcionamiento</i>	Véase T1	mensual
			<i>Tiempo total de funcionamiento + Tiempo de indisponibilidad por fallos</i>	Tiempo total de indisponibilidad perdido a causa de fallos.	
Ejecutar las actividades de actividades de mantenimiento con eficiencia	eficiencia de actividades	O22%	<i>Número de órdenes de trabajo realizadas según programación</i>	Número de órdenes de trabajo que se han completado técnicamente en un tiempo inferior a un tiempo dado después de la estimación de su conclusión.	mensual
			<i>Número de total de órdenes de trabajo programadas</i>	Número de órdenes de trabajo programadas. Nota: En la programación de actividades se establece un calendario de intervenciones de mantenimiento o el Número de unidades de utilización, con la indicación de cuando se debería realizar el mantenimiento.	
Formar un equipo de trabajo capacitado con las competencias que requieran los perfiles de cargo, que conozca y se comprometa con el cumplimiento de los objetivos del departamento de mantenimiento.	salud, seguridad y ambiente	O23%	<i>Número de horas - hombre para formación del personal interno de mantenimiento</i>	Número de horas empleadas en formación del personal interno del departamento de mantenimiento.	anual
			<i>horas - hombre totales de mantenimiento interno</i>	Número de horas - hombre trabajadas por personal interno de mantenimiento.	

5.5. Sugerencias para la implementación de medición de indicadores.

Para que la evaluación sea posible y las comparaciones sean fáciles de realizar, es necesario definir de forma precisa: los datos a recopilar; el método de medición y las herramientas requeridas (documentos, contadores, sensores, analizadores, sistema informático de gestión de mantenimiento, etc.).

Con independencia de la recopilación de datos, se debe determinar la frecuencia del cálculo, que debe adaptarse a: la disponibilidad y tiempo de recopilación de los datos; las variaciones en el tiempo del rendimiento a medir y cómo reacciona el sistema a las acciones tomadas.

Se deben presentar los indicadores en forma gráfica, que sea conforme con la utilización que se requiere y con la importancia de las series de datos.

Antes de utilizar los cálculos de una manera rutinaria, cada indicador debe calcularse utilizando una muestra representativa, durante un periodo de tiempo prudente que permita la validación de: los métodos de recopilación y procesamiento de datos; los métodos de cálculo y forma de presentación gráfica; y los análisis de utilización del mismo.

Se deben desarrollar cuadros de mando que permitan realizar análisis y toma de acciones requeridas.

Capítulo 6

6. CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Para este capítulo se usará la norma europea EN 15628. Cualificación del personal de mantenimiento. (AEN/CTN 151., 2015)

6.1. Antecedentes.

Debido a la creciente extensión y al aumento de complejidad del mantenimiento en la industria, se ha asistido a la evolución de perfiles ocupacionales para el personal de mantenimiento. La Norma Europea EN 15628 especifica requisitos tales como competencias, habilidades, conocimientos especiales y requisitos, y experiencia para la cualificación del personal de mantenimiento. Estos requisitos se recomiendan para obtener una cualificación específica y contar con profesionales altamente capacitados en las diferentes funciones y/o puestos en el sector del mantenimiento. Específica la cualificación del personal con respecto a las tareas a realizar en el contexto del mantenimiento de instalaciones, infraestructuras y sistemas de producción. El mantenimiento de instalaciones y edificios se incluye en términos de aspectos técnicos de servicios.

Cubre los siguientes profesionales en la organización de mantenimiento: Técnico de mantenimiento especialista; Supervisor de mantenimiento; y Administrador de mantenimiento (responsable de la función o del servicio de mantenimiento)

No especifica, ni los criterios de verificación, ni la formación especializada del personal, que depende del sector de actividad específica. La especialización y la profesión dependen de la formación realizada en el sector específico.

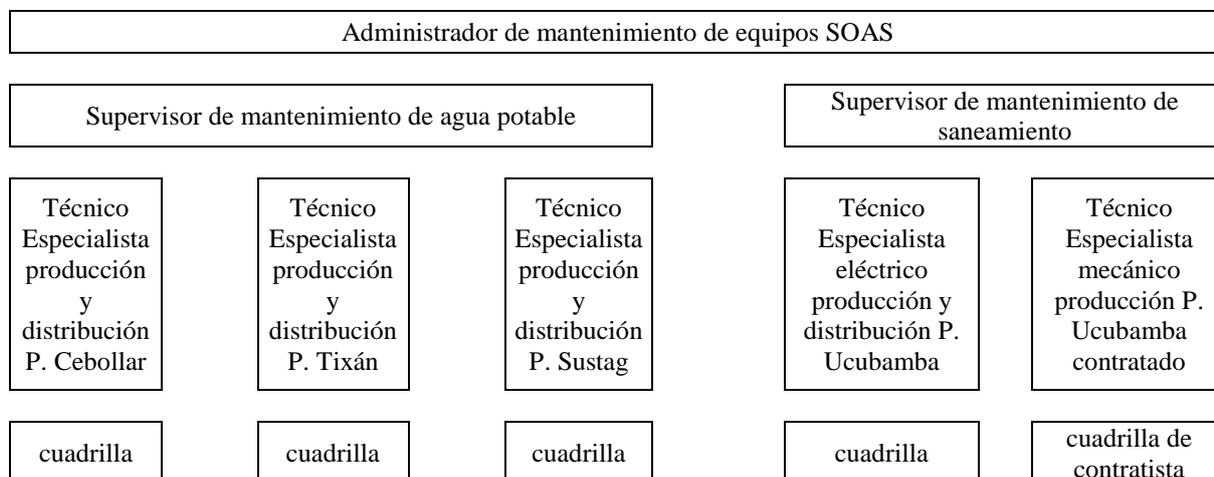
6.2. Propuesta del organigrama para el departamento de mantenimiento de la Subgerencia de operación de agua potable y saneamiento.

El departamento de mantenimiento de la Subgerencia de operaciones de agua potable y saneamiento, SOAS, apoya tanto al departamento de agua potable en las plantas y estaciones de bombeo urbanas y rurales, y en centros de distribución, y al departamento de saneamiento en las plantas y estaciones de bombeo de aguas residuales.

Para una adecuada organización del departamento se sugiere el organigrama de la Tabla 26. Específicamente para la planta de aguas residuales de Ucubamba se propone tener un técnico especialista eléctrico a tiempo completo, un técnico especialista mecánico contratado a tiempo completo; un supervisor al 75% del tiempo, debido a que tiene que atender a las estaciones de bombeo de aguas residuales y un administrador a un 50% de tiempo porque

maneja el departamento de mantenimiento que atiende a producción y distribución de las plantas de agua potable y aguas residuales.

Tabla 26: Organigrama del departamento de mantenimiento de equipos de la SOAS



6.3. Competencias y habilidades para personal de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

Las competencias propuestas para los profesionales del departamento de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba se basan en los objetivos de mantenimiento. Además, los profesionales del departamento deben asegurar el cumplimiento de la legislación, reglamentos, directivas, instrucciones de funcionamiento y buenas prácticas comúnmente aceptadas.

6.3.1. Propuesta de Competencias y habilidades del técnico de mantenimiento especialista en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

El técnico de mantenimiento especialista se encarga de la ejecución independiente de las tareas de mantenimiento, incluyendo:

Tabla 27: Competencia y habilidades técnico especialista

	Competencias	Habilidades mínimas
A.1	Realizar y asegurar la ejecución de los planes de mantenimiento de acuerdo a las estrategias del departamento	<ul style="list-style-type: none"> a) Realizar las tareas programadas de acuerdo a los planes de mantenimiento b) Realizar tareas de inspección para resaltar e impedir la degradación de un activo físico c) Utilizar máquinas, equipos y herramientas necesarias para la ejecución de las tareas de mantenimiento d) Cumplir con los procedimientos, estándares y métodos de trabajo requeridos e) Aplicar técnicas de diagnóstico (análisis de fallo y técnicas de localización de problemas)
A.2	Intervenir rápidamente en caso de fallo o mal funcionamiento, asegurando la efectividad de la restauración	<ul style="list-style-type: none"> a) Interpretar los primeros signos de fallo, utilizando métodos de diagnóstico b) Detectar rápidamente las causas del fallo y determinar acciones correctivas apropiadas c) Trabajar de acuerdo a principios de calidad y seguridad d) Realizar las tareas de restauración de acuerdo a metodologías y normas de trabajo establecidas
A.3	Asegurar la ejecución de acuerdo a normas y procedimientos relativos a la seguridad, salud y ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> a) Utilizar equipo de protección personal requerido b) Cumplir con los objetivos y directrices de los sistemas de gestión de calidad, seguridad y salud y ambiente c) Respetar la legislación, procedimientos y reglas de ETAPA EP en seguridad, salud y ambiente d) Utilizar máquinas, equipos e instrumentos requeridos por la legislación y las reglamentaciones vigentes

Tabla 27: Continua ...

	Competencias	Habilidades mínimas
A.4	Asegurar la disponibilidad de materiales, herramientas, máquinas y equipos necesarios para la ejecución de las tareas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Definir las necesidades de materiales relativos a los planes de mantenimiento b) Asegurar la disponibilidad de materiales, máquinas y equipos requeridos para el trabajo asignado c) Realizar la preparación y reglaje de las máquinas, instrumentación y equipos necesarios para el trabajo d) Utilizar de manera eficiente y eficaz los recursos disponibles
A.5	Asegurar la disponibilidad de mano de obra necesaria para la ejecución de las tareas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Organizar el trabajo del personal, asignando tareas y asegurando el uso de equipos de protección personal b) Reportar la finalización de las tareas realizadas c) Asegurar la disciplina del personal d) Verificar que el personal sea apto para cumplir los requisitos mínimos para las tareas asignadas
A.6	Asegurar la calidad de las tareas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Realizar de forma correcta, eficiente y eficaz las tareas de mantenimiento asignadas b) Controlar la correcta ejecución del trabajo y la productividad del personal c) Verificar el funcionamiento correcto de los activos físicos mantenidos, cuando se completa la tarea d) Perseguir la mejora continua en el mantenimiento
A.7	Asegurar la utilización de los sistemas de tecnología de la información y la comunicación (TIC)	<ul style="list-style-type: none"> a) Asegurar la utilización del sistema de gestión de mantenimiento SIGEMANT b) Asegurar la utilización de las herramientas tecnológicas relativas a su trabajo c) Finalizar de forma impresa o electrónica, la realización técnica y económica del trabajo, de acuerdo a los procedimientos

6.3.2. Propuesta de Competencias y habilidades del supervisor de mantenimiento en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

El supervisor de mantenimiento coordina las tareas de mantenimiento de acuerdo al presupuesto anual, los planes de mantenimiento asociados y las tareas de mantenimiento no planificadas, incluyendo:

Tabla 28: Competencia y habilidades supervisor

	Competencias	Habilidades mínimas
B.1	Asegurar la implementación de las estrategias y políticas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Contribuir al desarrollo del presupuesto de mantenimiento de acuerdo a los objetivos del departamento b) Definir criterios, métodos y frecuencia de tareas de mantenimiento c) Proporcionar la información necesaria al administrador de mantenimiento para la definición de propuestas de inversión relativas a activos físicos de acuerdo a su estatus d) Controlar el coste, progreso y calidad de los servicios e) Proporcionar los indicadores clave de rendimiento del proceso de mantenimiento f) Desarrollar y proponer los conceptos de internalización / externalización para cumplir la estrategia de mantenimiento
B.2	Planificar las tareas de mantenimiento dentro de sus áreas de responsabilidad, definiendo y organizando los recursos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> a) Negociar el programa de trabajos de mantenimiento requerido con el supervisor de producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba b) Planificar y controlar las tareas de mantenimiento anuales y permanentes bajo su área de responsabilidad, definir los recursos necesarios y el reporte de tareas c) Coordinar los trabajos de mantenimiento realizados por el personal de mantenimiento o contratistas con el supervisor de producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba d) Proporcionar la información necesaria al personal a cargo para realizar los trabajos asignados e) Optimizar el uso de recursos humanos y técnicos f) Liderar su área de responsabilidad
B.3	Organizar, dirigir y desarrollar los recursos de mantenimiento: personal, materiales y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> a) Educar y formar a los profesionales especializados de mantenimiento, desarrollando y aumentando sus habilidades y capacidades para trabajar en grupo b) Definir tipos y cantidades de equipos y máquinas para las tareas de mantenimiento c) Dar soporte a talento humano en la contratación, evaluación y formación del personal

Tabla 28: Continua ...

	Competencias	Habilidades mínimas
B.4	Asegurar el cumplimiento con los reglamentos y procedimientos relativos a la seguridad, salud, ambiente y calidad	<ul style="list-style-type: none"> a) Cumplir con los objetivos y directivas del sistema de gestión en términos de calidad, seguridad, salud y ambiente b) Organizar al personal con el cumplimiento de la legislación, normas técnicas y procedimientos técnicos sobre seguridad, salud, ambiente y calidad c) Identificar los riesgos presentes en las tareas de mantenimiento d) Asegurar la gestión correcta de la documentación
B.5	Asegurar técnica y económicamente la eficiencia y eficacia de las tareas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Controlar y mejorar las habilidades técnicas y profesionales del personal del departamento b) Verificar y ensayar correctamente la funcionalidad de los activos haciendo una entrega formal al supervisor de producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, al final del trabajo, antes de su uso c) Monitorizar la aparición de anomalías
B.6	Participar en los aspectos técnicos de procesos de contratos de servicios y adquisiciones y dirigir las ejecuciones de los contratistas	<ul style="list-style-type: none"> a) Definir la solicitud de materiales técnicos y asegurar las operaciones logísticas b) Proporcionar la información necesaria para que el contratista realice el trabajo asignado, supervisar y asegurar la ejecución correcta, eficaz y eficiente del trabajo, asegurar la conclusión técnica y económica del trabajo (lista de trabajos) junto con el contratista c) Colaborar para definir los criterios y procedimientos para la contratación de servicios y adquisiciones d) Negociar las necesidades de stock de materiales para las tareas de mantenimiento con el administrador de mantenimiento e) Controlar y actualizar el sistema de informático de mantenimiento, SIGEMAT, para la correcta gestión de materiales y servicios
B.7	Informar a todos los participantes involucrados tales como personal, contratistas, clientes y proveedores.	<ul style="list-style-type: none"> a) Mantener comunicación con el personal: trabajadores, encargados, técnicos e ingenieros b) Presentar posibles soluciones al cliente producción de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba c) Tomar de decisiones acertadas d) Moderar situaciones conflictivas

6.3.3. Propuesta de Competencias y habilidades del administrador de mantenimiento en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

El administrador de mantenimiento es responsable de asegurar la disponibilidad/rendimiento de las instalaciones (medidas para los indicadores clave de rendimiento), incluyendo:

Tabla 29: Competencia y habilidades administrador

	Competencias	Habilidades mínimas
C.1	Definir y desarrollar políticas de mantenimiento de acuerdo a las estrategias de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> a) Definir estrategias, políticas, líneas directrices y objetivos de mantenimiento, controlando su implementación; b) Desarrollar el presupuesto de mantenimiento de acuerdo a las estrategias, objetivos y procedimientos empresariales, de acuerdo al estado actual de los activos físicos y a su ciclo de vida; c) Mantener estrecha relación con organizaciones, institutos y asociaciones técnicas en el área de mantenimiento
C.2	Definir los procesos y las herramientas para realizar las tareas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Evaluar la eficacia y eficiencia de las tareas de mantenimiento mediante indicadores clave de rendimiento b) Asegurar el uso correcto y oportuno del sistema informático de mantenimiento, SIGEMANT, promoviendo modernización; el desarrollo de sistemas y herramientas necesarias para cumplir con los requisitos empresariales c) Definir criterios para desarrollo e implementación de sistemas de diagnóstico d) Estandarizar procesos de mantenimiento internos e) Definir un sistema estructurado para la documentación, asignando responsabilidades y asegurar que se mantenga actualizada
C.3	Definir el modelo organizativo de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Definir el modelo de organizativo mantenimiento más apropiado para cumplir los objetivos estratégicos de la empresa b) Asegurar la implementación de políticas de desarrollo de talento humano, incluyendo necesidades de contratación y formación de personal; c) Asegurar la comunicación entre los diferentes niveles organizativos;

Tabla 29: Continua ...

	Competencias	Habilidades mínimas
C.4	Asegurar los niveles de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, capacidad logística de mantenimiento, seguridad y calidad necesarios para toda la vida útil de los activos físicos	<ul style="list-style-type: none"> a) Evaluar la disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, capacidad logística de mantenimiento, y el coste del ciclo de vida de los activos físicos b) Asegurar la ejecución correcta de los planes de mantenimiento c) Asegurar el cumplimiento de la legislación, normas técnicas y procedimientos de la empresa sobre seguridad, salud, ambiente y calidad d) Asegurar que las tareas de mantenimiento cumplan o mejoren las condiciones de seguridad de los activos físicos e) Asegurar el análisis de fallos en activos críticos, para identificar la causa raíz y proponer acciones
C.5	Asegurar la dirección apropiada y la mejora continua del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Liderar el grupo de trabajo b) Asegurar los procesos de diseño, rediseño y mejora continua de procesos y logística de mantenimiento c) Promover el uso de habilidades profesionales y recursos técnicos disponibles d) Coordinar al personal y contratistas, promoviendo una integración sinérgica e) Presentar informes
C.6	Asegurar y controlar la conformidad del presupuesto de mantenimiento, respecto de las tareas programadas y las condiciones correctas de los activos físicos	<ul style="list-style-type: none"> a) Verificar la coherencia de las políticas, métodos y trabajos con el fin de asegurar la conservación de activos físicos de acuerdo a su vida útil b) Verificar y controlar la ejecución técnica y económica del presupuesto través de la utilización de indicadores clave de rendimiento (KPI) identificando toda acción correctiva en caso de no conformidad
C.7	Definir criterios para la selección de contratistas y requisitos de materiales de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> a) Gestionar contratos de servicios de mantenimiento cumpliendo prácticas empresariales y verificar la efectividad y eficacia de los contratistas b) Definir las especificaciones técnicas para el suministro de servicios de mantenimiento c) Proporcionar líneas directrices para la definición de equipos y repuestos necesarios para mantenimiento d) Seleccionar proveedores evaluando la capacidad técnica de acuerdo a especificaciones y necesidades

6.4. Conocimiento esencial requeridos (perfil) para personal de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

Las habilidades y competencias detalladas anteriormente se traducen en el conocimiento esencial mínimo requeridos para los profesionales del departamento de mantenimiento.

6.4.1. Propuesta de conocimiento esencial requeridos para un técnico de mantenimiento especialista en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

Tabla 30: Conocimiento esencial técnico

Conocimiento esencial Técnico de mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> a) Técnicas y métodos de diagnóstico de fallo; b) Descripción y funciones de los puestos de trabajo: habilidades y competencias; c) Legislación y normas técnicas para gestión integrada de seguridad, salud, ambiente y calidad; d) Mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos; e) Métodos y herramientas de mantenimiento incluyendo las mejores prácticas industriales; f) Sistema de gestión de calidad: requisitos del cliente, indicadores clave de rendimiento; g) Sistemas de gestión de seguridad y salud y ambiente; h) Sistemas y herramientas informáticas de gestión de mantenimiento; i) Técnicas y métodos de negociación, comunicación, presentación, formación y coaching; j) Técnicas y métodos de evaluación del riesgo; k) Técnicas y métodos de manejo de herramientas, materiales, repuestos y almacenes; l) Técnicas y métodos propios de la profesión; m) Técnicas y métodos de preparación y programación de tareas;

6.4.2. Propuesta conocimiento esencial requeridos para un supervisor de mantenimiento en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

Tabla 31: Conocimientos supervisor

Conocimiento esencial Supervisor de mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> a) Técnicas y métodos de diagnóstico de fallo; b) Condiciones contractuales generales y especificaciones técnicas; c) Fundamentos de gestión de procesos y proyectos; d) Metodologías y herramientas para la mejora continua; e) Métodos de planificación y control; f) Métodos de resolución de problemas; g) Métodos y modelos de cálculo de costes; h) Políticas de la empresa; i) Principios de administración empresarial, planificación estratégica; j) Metodologías y herramientas para dirigir equipos de trabajo: liderazgo; k) Descripción y funciones de los puestos de trabajo: habilidades y competencias; l) Legislación y normas técnicas para gestión integrada de seguridad, salud, ambiente y calidad; m) Mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos; n) Métodos y herramientas de mantenimiento incluyendo las mejores prácticas industriales; o) Sistema de gestión de calidad: requisitos del cliente, indicadores clave de rendimiento; p) Sistemas de gestión de seguridad y salud y ambiente; q) Sistemas y herramientas informáticas de gestión de mantenimiento; r) Técnicas y métodos de negociación, comunicación, presentación, formación y coaching; s) Técnicas y métodos para la evaluación del riesgo; t) Técnicas y métodos de manejo de herramientas, materiales, repuestos y almacenes; u) Técnicas y métodos para el manejo de la documentación;

6.4.3. Propuesta de conocimiento esencial requeridos para un administrador de mantenimiento en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

Tabla 32: Conocimientos administrador

Conocimiento esencial Administrador de mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> a) Condiciones contractuales generales y especificaciones técnicas; b) Fundamentos de gestión de procesos y proyectos; c) Metodologías y herramientas para la mejora continua; d) Métodos de planificación y control; e) Métodos de resolución de problemas; f) Métodos y modelos de cálculo de costes; g) Políticas de la empresa; h) Principios de administración empresarial, planificación estratégica; i) Metodologías y herramientas para dirigir equipos de trabajo: liderazgo; j) Descripción y funciones de los puestos de trabajo: habilidades y competencias; k) Legislación y normas técnicas para gestión integrada de seguridad, salud, ambiente y calidad; l) Mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos; m) Métodos y herramientas de mantenimiento incluyendo las mejores prácticas industriales; n) Sistema de gestión de calidad: requisitos del cliente, indicadores clave de rendimiento; o) Sistemas de gestión de seguridad y salud y ambiente; p) Sistemas y herramientas informáticas de gestión de mantenimiento; q) Técnicas y métodos de negociación, comunicación, presentación, formación y coaching; r) Técnicas y métodos de evaluación del riesgo; s) Técnicas y métodos de manejo de herramientas, materiales, repuestos y almacenes; t) Técnicas y métodos para el manejo de la documentación; u) Idioma ingles incluyendo ingles técnico; v) Técnicas y métodos para gestión de indicadores; w) Legislación y normas técnicas para activos físicos de la empresa y especialistas externos;

6.5. Requisitos esenciales y experiencia para personal de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.

6.5.1. Propuesta de requisitos esenciales y experiencia para Técnico de mantenimiento especialista.

El técnico de mantenimiento especialista debe tener completada con éxito una formación profesional técnica de varios años. Además, se recomiendan dos años de experiencia profesional reciente en el campo de mantenimiento.

Tabla 33: Experiencia técnico

Técnico de mantenimiento especialista
dos años de experiencia en mantenimiento
título de tercer nivel: Tecnólogo

6.5.2. *Propuesta de requisitos esenciales y experiencia para Supervisor de mantenimiento.*

El supervisor de mantenimiento debe tener completada con éxito una formación técnica que le permita obtener el título de encargado o de ingeniero. Además, se requieren tres años de experiencia profesional reciente en el campo del mantenimiento.

Tabla 34: Experiencia supervisor

Supervisor de mantenimiento
Al menos tres años de experiencia en mantenimiento
título de tercer nivel: Ingeniero

6.5.3. *Propuesta de requisitos esenciales y experiencia para Administrador de mantenimiento.*

El administrador mantenimiento debe tener completada con éxito una formación de ingeniería. Además, se requieren cinco años de experiencia profesional reciente en el campo técnico.

Tabla 35: Experiencia administrador

Administrador de mantenimiento
cinco años de experiencia en mantenimiento (operación + gestión + ingeniería de mantenimiento)
Título de cuarto nivel: Magíster en gestión de mantenimiento

Conclusiones y recomendaciones

CONCLUSIONES

- Al aplicar la norma europea 16646, Mantenimiento en la gestión de activos físicos más el análisis a la planificación estratégica vigente de ETAPA EP, se han planteado las directrices de la gestión de mantenimiento con la propuesta de estrategias, y objetivos.
- En base a la norma europea IEC 60300-3-10, Gestión de la confiabilidad, Guía de Aplicación de Mantenibilidad se plantea una propuesta de políticas de gestión de mantenimiento que pretende mejorar la preparación y planificación del trabajo del departamento.
- Al hacer el análisis de mantenimiento basado en riesgo y clasificación de la consecuencia, norma noruega Z 008, se logró identificar los equipos críticos. Con estos se realizó una propuesta de plan de mantenimiento y se programó en la herramienta informática de mantenimiento SIGEMAT de ETAPA EP.
- En base a la norma europea 15341, indicadores clave de rendimiento de mantenimiento, se planteó los indicadores clave de desempeño para evaluar la gestión de mantenimiento introduciendo los conceptos de coste de ciclo de vida de los activos físicos, confiabilidad y disponibilidad, que no se manejaban en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba.
- Para mejorar el nivel de motivación del personal y la investigación sistemática de averías, en base a la norma europea 15628, se presenta la cualificación mínima del personal con competencias, habilidades, conocimientos y experiencia que debe tener. Se proponen también los indicadores de formación y de implementación de prácticas normalizadas de mantenimiento para garantizar el respectivo seguimiento.
- Para mejorar el análisis de métodos de trabajo se plantea el indicador de horas de mejora continua, donde se mida el aprovechamiento de la experiencia y conocimiento del personal de mantenimiento
- Para mejorar el sistema de compras y relación con las bodegas se plantea el indicador gestión con áreas de apoyo, en este caso con el departamento de gestión de aprovisionamiento.
- Para medir el nivel de satisfacción del cliente producción de tratamiento de aguas residuales se plantea elaborar una encuesta mensual y medir el indicador de eficiencia

en la ejecución de actividades de mantenimiento, parámetros que deben ayudar a mejorar el servicio.

- La elaboración del plan de mantenimiento para los equipos críticos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba esta soportada con calendarización de actividades de mantenimiento, organigrama del personal con la respectiva cualificación y con indicadores clave de desempeño todos estos propuestos en base a los objetivos, estrategias y políticas de mantenimiento que cumplen los requisitos que resultaron del análisis de la planificación estratégica de ETAPA EP, es aquí donde se logra tener un plan de mantenimiento alineado con la planificación estratégica objetivo general de este trabajo de titulación.

RECOMENDACIONES

- Empezar a trabajar con datos lo antes posible para estimar las metas de los indicadores, con la frecuencia planteada, para partir de una línea base que sirva para actualizaciones futuras.
- Para la preparación de las políticas de contratación y elaboración de presupuestos se debería medir un tiempo prudencial los indicadores que involucran el coste del ciclo de vida de los activos físicos para lograr tomar decisiones acertadas.
- Realizar actualizaciones al plan de mantenimiento en base a análisis de riesgos, documentado en el sistema informático SIGEMAT de ETAPA EP y socializar al personal involucrado.
- La empresa ETAPA EP debe desarrollar un sistema de gestión que establezca políticas y objetivos de gestión de activos físicos, que incluya la estructura de la empresa, reglas, responsabilidades, procesos de negocio, plantas, operaciones.
- Las estrategias de mantenimiento deben ajustarse en base a procesos iterativos de análisis de la gestión estratégica de la empresa y evaluar continuamente los objetivos y modos de funcionamiento y modificarlos cuando sea necesario.

Bibliografía

- AEN/CTN 151. (2008). Norma Española UNE-EN 15341. Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento. Madrid: AENOR: M43927.
- AEN/CTN 151. (2015). Norma Española UNE-EN 15628. Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento. Madrid: AENOR: M 11211:2015.
- AEN/CTN 200. (2007). Norma Española UNE-IEC 60300-3-10. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-10: Guía de aplicación. Mantenibilidad. Madrid: AENOR: M 13873:2007.
- AEN/CTN, 151. (2015). Norma Española UNE-EN 166146. Mantenimiento. Mantenimiento en la gestión de activos físicos. Madrid: AENOR: M21496:2015.
- AEN/CTN, 151. (2015). Norma Española UNE-EN 166146. Mantenimiento. Mantenimiento en la gestión de activos físicos. Madrid: AENOR: M21496.
- ETAPA EP. (2015). *Código de ética y conducta de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Cuenca.
- IAG GROUP. (2016). *Informe final definitivo. Actualización del Plan Estratégico de Etapa Ep*. Cuenca.
- NORMA NORSOK. (2011). Norma Noruega. Mantenimiento basado en riesgo y en la clasificación de la consecuencia.
- Sexto, L. F. (03/05/2016 de Noviembre de 2015). *Radical Management - Risk, Maintenance & Asset Management*. ¿ISO 55000: Alternativa o Paradigma?: Obtenido de <http://se-gestiona.radical-management.com>
- Sexto, Luis Felipe. (03/05/2016 de Septiembre de 2016). *Radical Management - Risk, Maintenance & Asset Management*. Mantenimiento y gestión de activos físicos según la norma europea EN 16646: Obtenido de <http://www.radical-management.com>

Anexo

PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS ACTIVOS CRÍTICOS EN LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA SIGEMANT.

Mantenimiento mecánico mensual de “cuchara anfibia”:

Subruta

SubRuta 1694
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Mantenimiento Mecanico Mensual
 Programada
 Secuencial 6
 Descripción CUCHARA ANFIBIA
 Frecuencia 28,0000 días
 Fecha Última Programación 09/02/17
 Fecha Próxima Programación 16/11/17
 Estado

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6359	↑ 2-ENGRASE DE CUCHARA ANFIBIA	0,0000	0
6366	↑ 7-REVISION DE RUIDOS POCO COMUNES	0,0000	1

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
36012	↑ M CU 00001-CUCHARA ANFIBIA	0

Cancelar

Mantenimiento mecánico bimensual de “cuchara anfibia”:

Subruta

SubRuta 1696
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Mantenimiento Mecanico Bimensual
 Programada
 Secuencial 23
 Descripción CUCHARA ANFIBIA
 Frecuencia 56,0000 días
 Fecha Última Programación 27/10/17
 Fecha Próxima Programación 22/12/17
 Estado

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6365	↑ 6-REVISION DE PERDIDA DE ACEITE	0,0000	0

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
36012	↑ M CU 00001-CUCHARA ANFIBIA	14

Cancelar

Mantenimiento mecánico semestral de “cuchara anfibia”:

Subruta	
SubRuta	1697
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Semestral
Secuencial	13
Descripción	CUCHARA ANFIBIA
Frecuencia	182,0000días
Fecha Última Programación	13/07/17
Fecha Próxima Programación	11/01/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6358	1-LUBRICACION DE POLEAS, CADENAS, EJES, RODAMIENTOS Y PARTES MOVILES	0,0000	0
6360	1-REVISION DE POLIPASTO	0,0000	1
6361	2-REVISION DE PERNOS PASADORES (CUCHARA)	0,0000	2
6362	3-REVISION DE SOPORTES DE PISTAS	0,0000	3
6363	4-REVISION DE FRENOS	0,0000	4
6364	5-REVISION DE ENHEBRADO	0,0000	5
6367	8-REVISION DE ETIQUETAS DE ADVERTENCIA Y SEGURIDAD	0,0000	6
6373	14-REVISION DE GRUPO HIDRAULICO, NIVEL DE ACEITE, Y FUGAS DE CUCHARA ANFIBIA, SELLADO DE AREA DE BOMBA HIDRAULICA	0,0000	7
6374	15-INSPECCION DEL BLOQUE DE GANCHO	0,0000	8
6375	16-INSPECCION DE CADENA DE CARGA	0,0000	9
6376	17-INSPECCION DEL CABLE	0,0000	10

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
36012	M CU 00001-CUCHARA ANFIBIA	0

Mantenimiento mecánico anual de “cuchara anfibia”:

Subruta	
SubRuta	1698
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Anual
Secuencial	9
Descripción	CUCHARA ANFIBIA
Frecuencia	364,0000días
Fecha Última Programación	05/01/17
Fecha Próxima Programación	04/01/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6368	9-REVISION MAQUINARIA MOVIL DEL PUENTE	0,0000	0
6371	12-REVISION DE ESLABON PARA ENGANCHE METALICO HITCH	0,0000	1
6377	18-INSPECCION DE RUEDAS DEL CARRO	0,0000	2
6378	19-INSPECCION DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO Y ACOPLAMIENTO	0,0000	3
6379	20-INSPECCION DE LA MAQUINARIA DE TRASLACION	0,0000	4
6380	21-INSPECCION DEL TAMBOR DE CABLE	0,0000	5
6381	22-INSPECCION DE LA GUIA DEL CABLE	0,0000	6
6382	23-INSPECCION DE LAS ABRAZADERAS DEL CABLE	0,0000	7

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
36012	M CU 00001-CUCHARA ANFIBIA	0

Mantenimiento eléctrico bimensual de “cuchara anfibia”

Subruta

SubRuta	1659
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina	
Programada	Mantenimiento Electrico bimensual
Secuencial	8
Descripción	CUCHARA ANFIBIA
Frecuencia	56,0000 días
Fecha Última	04/10/17
Programación	
Fecha Próxima	29/11/17
Programación	
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
94	↑ -Revisión de estado	0,0000	2
95	↑ -Revisión de pista de recorrido	0,0000	3
97	↑ -Pruebas de funcionamiento (coincidencia movimiento con indicadores)	0,0000	1
101	↑ -Revisión de correcto funcionamiento	0,0000	8
103	↑ -Revisión de conexiones eléctricas	0,0000	4
4768	↑ 102-Limpieza y Apriete de Contactos Eléctricos de Fuerza	0,0000	5
4769	↑ 103-Limpieza y Apriete de Conectores y Borneras de Control	0,0000	6
5153	↑ 4-Pruebas de funcionamiento	0,0000	0
5359	↑ 48-Revisión de correcto funcionamiento de tablero eléctrico	0,0000	7
6388	↑ 5-REVISION DE ALIMENTACION ELECTRICA DEL CARRO	56,0000	5911
6393	↑ 1-MEDICION DE CORRIENTES	56,0000	5916

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
35940	↑ E TA 00001-TABLERO DE POLIPASTO	0
36123	↑ E MEC 00001-MOTOR ELECTRICO CUCHARA ANFIBIA	21890
36126	↑ E TA 00001-TABLERO DE CONTROL	1
36654	↑ E EA00001-ESCOBILLA DE ALIMENTACION 1	2
36655	↑ E EA00002-ESCOBILLA DE ALIMENTACION 2	3
36656	↑ E EA00003-ESCOBILLA DE ALIMENTACION 3	4
36657	↑ E CR00001-CONTROL ELECTRONICO	5
36658	↑ E CM 00001-FIN CARRERA 1	6
36659	↑ E CM 00002-FIN CARRERA 2	7
36660	↑ E CM 00003-FIN CARRERA 3	8
36661	↑ E CM 00004-FIN CARRERA 4	9
36662	↑ E VF00001-VARIADOR DE FRECUENCIA	10
36663	↑ E PR 00001-PROTECCION SOBRE CARGA	11

Mantenimiento mecánico semanal de “cribas”:

Subruta

SubRuta 136
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Programada Mantenimiento Mecanico semanal
 Secuencial 1
 Descripción Pretratamiento Inspeccion Cribas
 Frecuencia 7,0000 días
 Fecha Última 31/10/17
 Programación
 Fecha Próxima 07/11/17
 Programación
 Estado

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
2895	10-Inspección sensorial de vibraciones anormales	7,0000	4994
3666	19-Inspección sensorial de ruidos	7,0000	4997
3668	21-Inspeccion sensorial de vibraciones	7,0000	4998
4655	15-Revisión de Fugas de Aceites por Retenes	7,0000	4996
4656	1-Revisión de Ruidos Anormales, Vibraciones o Golpeteos	7,0000	765

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
22	MRD0001 -Reductor de criba N° 1	3188
29	MRD0001 -Reductor de la Banda Transportadora de descarga de cribas	3191
136	MRD0001 -Reductor de criba N° 2	3189
145	MRD0001 -Reductor de criba N° 3	3190

Cancelar

Mantenimiento mecánico mensual de “cribas”:

Subruta

SubRuta 1536
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Programada Mantenimiento Mecanico Mensual
 Secuencial 1
 Descripción Pretratamiento cribas y motores
 Frecuencia 28,0000 días
 Fecha Última 24/10/17
 Programación
 Fecha Próxima 21/11/17
 Programación
 Estado

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4657	2-Ajuste y Calibración de Limit Swicht Cribas	28,0000	5020
4658	1-Lubricación de Ejes Paleta Expulsora de Basura	28,0000	5019
4660	3-Lubricación de Rodillo y Rodamientos de Banda Transportadora	28,0000	5022
4672	10-Revisión de Estado y Cambio de Vínchas de Banda Transportadora	28,0000	5734
250000440	3-Aplicación periódica de grasa	28,0000	5018

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
25	MCR0001 -Criba #1	20411
27	MTT0001 -Banda Transportadora de descarga de cribas	20418
132	MCR0001 -Criba #2	20416
141	MCR0001 -Criba #3	20417

Mantenimiento mecánico trimestral de “cribas”:

Subruta	
SubRuta	1537
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Trimestral
Secuencial	1
Descripción	Pretratamiento Cribas y reductores
Frecuencia	91,0000 días
Fecha Última Programación	12/09/17
Fecha Próxima Programación	12/12/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4663	↑ 10-Revisión de nivel de aceite de reductor	91,0000	5024
4664	↑ 6-Lubricación de Cadena y Catalina Reductor	91,0000	5026
4678	↑ 5-Revisión de Estado de cauchos de terminales guías de carro rastrillo	91,0000	5023

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
22	↑ MRD0001 -Reductor de criba N° 1	20419
23	↑ MST0001 -Transmisión por cadena de criba N° 1	20420
29	↑ MRD0001 -Reductor de la Banda Transportadora de descarga de cribas	20426
136	↑ MRD0001 -Reductor de criba N° 2	20424
137	↑ MST0001 -Transmisión por cadena de criba N° 2	20421
145	↑ MRD0001 -Reductor de criba N° 3	20425
146	↑ MST0001 -Transmisión por cadena de criba N° 3	20422

Mantenimiento mecánico semestral de “cribas”:

Subruta	
SubRuta	1538
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Semestral
Secuencial	1
Descripción	Pretratamiento Compuertas y motorreductores
Frecuencia	182,0000 días
Fecha Última Programación	12/09/17
Fecha Próxima Programación	13/03/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4666	↑ 2-Limpieza y Lubricación de Compuertas	182,0000	5028
4667	↑ 11-Apriete de Tuercas, Pernos de Anclaje del Conjunto Motoreductor	182,0000	5604

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
13	↑ MCO0001 -Compuerta de salida hacia la PTAR del Cajón de carga	20430
14	↑ MCO0002 -Compuerta de desfogue hacia el río Machángara del Cajón de carga	20431
15	↑ MCO0003 -Compuerta de salida hacia la PTAR - Intersección ríos Tomebamba - Machángara del Cajón de carga	20432
17	↑ MCO0001 -Compuerta de ingreso a PTAR del Cajón de Llegada	20433
19	↑ MCO0001 -Compuerta de ingreso a la Criba N° 1	20434
20	↑ MCO0002 -Compuerta de salida de criba N° 1	20437
22	↑ MRD0001 -Reductor de criba N° 1	21766
29	↑ MRD0001 -Reductor de la Banda Transportadora de descarga de cribas	21769
133	↑ MCO0001 -Compuerta de ingreso a la Criba N° 2	20435
134	↑ MCO0002 -Compuerta de salida de criba N° 2	20438
136	↑ MRD0001 -Reductor de criba N° 2	21767
142	↑ MCO0001 -Compuerta de ingreso a la Criba N° 3	20436
143	↑ MCO0002 -Compuerta de salida de criba N° 3	20439
145	↑ MRD0001 -Reductor de criba N° 3	21768

Mantenimiento mecánico anual de “cribas”:

Subruta	
SubRuta	1541
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Anual
Secuencial	1
Descripción	Pretratamiento Lubricacion reductores
Frecuencia	364,0000 días
Fecha Última Programación	14/03/17
Fecha Próxima Programación	13/03/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
1487	1-Cambio de aceite de la caja de cambios	364,0000	5033
4673	4-Revisión de Estado y Cambio de Limit Switch Cribas	364,0000	5602
4676	12-Revisión de estado y Ajuste de Catalinas y Cadenas	364,0000	5605

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
22	MRD0001 -Reductor de criba N° 1	20458
23	MST0001 -Transmisión por cadena de criba N° 1	21770
25	MCR0001 -Criba #1	21763
29	MRD0001 -Reductor de la Banda Transportadora de descarga de cribas	20461
132	MCR0001 -Criba #2	21764
136	MRD0001 -Reductor de criba N° 2	20459
137	MST0001 -Transmisión por cadena de criba N° 2	21771
141	MCR0001 -Criba #3	21765
145	MRD0001 -Reductor de criba N° 3	20460
146	MST0001 -Transmisión por cadena de criba N° 3	21772

Mantenimiento eléctrico anual de “cribas, desarenadores y tornillos de Arquímedes”:

Subruta	
SubRuta	1620
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Electrico bimensual
Secuencial	1
Descripción	Cribas y desarenadores
Frecuencia	56,0000 días
Fecha Última Programación	27/10/17
Fecha Próxima Programación	22/12/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
1471	8-Apriete de Contactos Eléctricos	56,0000	5505
4662	12-Revisión Amperaje de Motores Reductores	56,0000	5503
4687	13-Apriete de Contactos Eléctricos en Bornera	56,0000	5622
4757	36-Revisión de Ruidos Anormales en Equipos Eléctricos Interiores	56,0000	5607
4758	37-Revisión de estado de visualizadores y señalizadores	56,0000	5608
4759	38-Revisión de estado y cambio de señalizadores	56,0000	5609
4760	39-Revisión del estado de equipos de refasamiento	56,0000	5610
4761	40-Revisión de Puesta a Tierra de Equipos	56,0000	5611
4762	41-Revisión de Estado y Ajuste de Protecciones de Sobretensión Fuerza y Control	56,0000	5612
4763	42-Revisión de Estado y Ajuste de Protecciones de Sobrecorriente	56,0000	5613
4764	43-Revisión de Estado y Ajuste en Terminales de Cables de Fuerza	56,0000	5614
4765	44-Revisión de Estado y Ajuste en Terminales de Cables de Control	56,0000	5615
4766	45-Revisión de Estado Ajuste de Elementos y Equipos de Control	56,0000	5616
4767	46-Revisión de Estado de Elementos y Equipos de Fuerza	56,0000	5617
4768	102-Limpieza y Apriete de Contactos Eléctricos de Fuerza	56,0000	5618
4769	103-Limpieza y Apriete de Conectores y Borneras de Control	56,0000	5619
250000418	98-Limpieza y mantenimiento general del tablero	56,0000	5620

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
21	EME0001 -Motor Eléctrico de criba N° 1	21667
28	EME0001 -Motor Eléctrico de la Banda Transportadora de descarga de cribas	21670
37	EME0001 -Motor Eléctrico del Desarenador N° 1	21664
46	EME0001 -Motor Eléctrico del Tornillo sin fin N° 1	0
135	EME0001 -Motor Eléctrico de criba N° 2	21668
144	EME0001 -Motor Eléctrico de criba N° 3	21669
151	EME0001 -Motor Eléctrico del Desarenador N° 2	21665
166	EME0001 -Motor Eléctrico del Tornillo sin fin N° 2	1
5717	ETA0001 -Tablero de mando de CRIBAS	21602

Mantenimiento mecánico semanal de “desarenadores y tornillos de Arquímedes”:

Subruta

SubRuta 1543
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Programada Mantenimiento Mecanico semanal
 Secuencial 2
 Descripción Desarenadores Inspecciones equipos mecanicos
 Frecuencia 7,0000 días
 Fecha Última Programación 02/11/17
 Fecha Próxima Programación 09/11/17
 Estado

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4655	15-Revisión de Fugas de Aceites por Retenes	7,0000	5038
4681	20-Revisión Integridad Componentes Vibraciones y Golpeteos en Conjuntos Mecánicos	7,0000	5037
6067	17-REVISION DE INTEGRIDAD COMPONENTES - VIBRACIONES Y GOLPETEOS EN CONJUNTOS MECANICOS	7,0000	5238

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
38	MRD0001 -Reductor del Desarenador N° 1	20470
152	MRD0001 -Reductor del Desarenador N° 2	20471

Mantenimiento mecánico mensual de “desarenadores y tornillos de Arquímedes”:

Subruta

SubRuta 1544
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Programada Mantenimiento Mecanico Mensual
 Secuencial 2
 Descripción Desarenadores Inspeccion
 Frecuencia 28,0000 días
 Fecha Última Programación 26/10/17
 Fecha Próxima Programación 23/11/17
 Estado

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4663	10-Revisión de nivel de aceite de reductor	28,0000	5039
4683	16-Revisión de Estado y Ajuste de Acoplamientos Motor - Reductor	28,0000	5040

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
38	MRD0001 -Reductor del Desarenador N° 1	20475
152	MRD0001 -Reductor del Desarenador N° 2	20474

Mantenimiento mecánico trimestral de “desarenadores y tornillos de Arquímedes”:

Subruta			
SubRuta	1546		
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO		
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Trimestral		
Secuencial	2		
Descripción	Desarenadores trabajos preventivos		
Frecuencia	91,0000 días		
Fecha Última Programación	14/09/17		
Fecha Próxima Programación	14/12/17		
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>		

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
1487	↑ 1-Cambio de aceite de la caja de cambios	91,0000	5044
4664	↑ 6-Lubricación de Cadena y Catalina Reductor	91,0000	5045
4686	↑ 12-Limpieza de Rejillas de Ventilador de motor	91,0000	5042
6029	↑ 1-Lubricación	91,0000	5043
6068	↑ 1-REVISION DE ESTADO DE CANDADOS DE CADENA	91,0000	5239
6079	↑ 2-CAMBIO DE ACEITE EN REDUCTORES	91,0000	5621

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
37	↑ EME0001 -Motor Eléctrico del Desarenador N° 1	20492
40	↑ MBZ0001 -Brazo raspador del Desarenador N° 1	20490
151	↑ EME0001 -Motor Eléctrico del Desarenador N° 2	20493
154	↑ MBZ0001 -Brazo raspador del Desarenador N° 2	20491

Mantenimiento mecánico anual de “desarenadores y tornillos de Arquímedes”:

Subruta			
SubRuta	1549		
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO		
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Anual		
Secuencial	2		
Descripción	Desarenadores ruedas dentadas		
Frecuencia	364,0000 días		
Fecha Última Programación	16/03/17		
Fecha Próxima Programación	15/03/18		
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>		

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4693	↑ 7-Revisión de Estado y Ajuste de Ruedas Dentadas	364,0000	5050

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
39	↑ MST0001 -Transmisión por cadena del Desarenador N° 1	20525
153	↑ MST0001 -Transmisión por cadena del Desarenador N° 2	20526

Mantenimiento mecánico semestral de “desarenadores y tornillos de Arquímedes”:

Subruta	
SubRuta	1548
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Semestral
Secuencial	3
Descripción	Lubricación en Desarenadores y compuertas
Frecuencia	182,0000 días
Fecha Última Programación	14/09/17
Fecha Próxima Programación	15/03/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4666	↑ 2-Limpieza y Lubricación de Compuertas	182,0000	5047
4667	↑ 11-Apriete de Tuercas, Pernos de Anclaje del Conjunto Motoreductor	182,0000	5049
4688	↑ 1-Lubricación de Aleta Deflectora de Flujo	182,0000	5048

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
38	↑ MRD0001 -Reductor del Desarenador N° 1	20521
41	↑ MCO0001 -Compuerta de ingreso del Desarenador N° 1	20514
42	↑ MCO0002 -Compuerta de desfogue del Desarenador N° 1	20515
43	↑ MDL0001 -Deflector N° 1	20500
60	↑ MDL0002 -Deflector N° 2	20508
61	↑ MDL0003 -Deflector N° 3	20509
62	↑ MDL0004 -Deflector N° 4	20510
63	↑ MDL0005 -Deflector N° 5	20511
64	↑ MDL0006 -Deflector N° 6	20512
65	↑ MDL0007 -Deflector N° 7	20513
70	↑ MCO0001 -Compuerta de Ingreso a Línea de Tratamiento N° 1	20518
71	↑ MCO0002 -Compuerta de Ingreso a Línea de Tratamiento N° 2	20519
72	↑ MCO0003 -Compuerta de Enlace de Líneas de Tratamiento N° 1 y 2	20520
152	↑ MRD0001 -Reductor del Desarenador N° 2	20522
155	↑ MCO0001 -Compuerta de ingreso del Desarenador N° 2	20516
156	↑ MCO0002 -Compuerta de desfogue del Desarenador N° 2	20517
158	↑ MDL0001 -Deflector N° 8	20501
159	↑ MDL0002 -Deflector N° 9	20502
160	↑ MDL0003 -Deflector N° 10	20503
161	↑ MDL0004 -Deflector N° 11	20504
162	↑ MDL0005 -Deflector N° 12	20505
163	↑ MDL0006 -Deflector N° 13	20506
164	↑ MDL0007 -Deflector N° 14	20507
35717	↑ MRD0001 -Reductor	21321
35729	↑ MRD0001 -Reductor	21322
35736	↑ MRD0001 -REDUCTOR #1	21319
35737	↑ MRD0002 -REDUCTOR #2	21320
35738	↑ MCO0001 -COMPUERTA #1	21323
35739	↑ MCO0002 -COMPUERTA #2	21324
35740	↑ MCO0003 -COMPUERTA #3	21325
35741	↑ MCO0004 -COMPUERTA #4	21326
35742	↑ MCO0005 -COMPUERTA #5	21327
35743	↑ MCO0006 -COMPUERTA #6	21328

Mantenimiento mecánico semanal de “areadores”:

Subruta

SubRuta	1555
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico semanal
Secuencial	3
Descripción	Revisión de aereadores y blower aereada 1
Frecuencia	7,0000 días
Fecha Última Programación	30/10/17
Fecha Próxima Programación	06/11/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4699	1-Revisión de Normalidad en Cooriente de Aire y Agua - Revisión de Ruidos Anormales o Vibración Excesiva	7,0000	5060
6030	1-Revisión de normalidad en corriente de aire y agua	7,0000	5061

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
102	MAR0001 -Aereador N° 1.1	20545
170	MAR0001 -Aereador N° 1.5	20558
177	MAR0001 -Aereador N° 1.7	20559
184	MAR0001 -Aereador N° 1.8	20560
191	MAR0001 -Aereador N° 1.10	20561
198	MAR0001 -Aereador N° 1.13	20562
205	MAR0001 -Aereador N°1.15	20563
212	MAR0001 -Aereador N° 1.16	20564
219	MAR0001 -Aereador N° 1.18	20565
226	MAR0001 -Aereador N° 1.22	20566
35366	MBL0001 -BLOWER N. 1.2	20546
35367	MBL0001 -BLOWER N. 1.3	20547
35368	MBL0001 -BLOWER N. 1.6	20548
35369	MBL0001 -BLOWER N. 1.9	20549
35370	MBL0001 -BLOWER N. 1.11	20550
35371	MBL0001 -BLOWER N. 1.12	20551
35372	MBL0001 -BLOWER N. 1.14	20552
35373	MBL0001 -BLOWER N. 1.17	20553
35374	MBL0001 -BLOWER N. 1.19	20554
35375	MBL0001 -BLOWER N. 1.20	20555
35376	MBL0001 -BLOWER N. 1.21	20556
35377	MBL0001 -BLOWER N. 1.4	20557

Mantenimiento mecánico bimensual de “areadores”:

Subruta

SubRuta	1558
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Bimensual
Secuencial	2
Descripción	Aereadores A1.4, A1.3 y A1.2
Frecuencia	56,0000 días
Fecha Última Programación	13/09/17
Fecha Próxima Programación	08/11/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
1387	3-Comprobar y ajustar conexiones en borneras	56,0000	5562
4700	1-Revisión de Estado de Flotadoresm y Conjunto de Soporte	56,0000	5280
4704	8-Revisión y Limpieza de Eje Internamente, Hélice, Cojinete Cerámico, Flotadores y Difusor	56,0000	5277
5234	3-Revisión de estado y limpieza de parrilla antivibración	56,0000	5064
5235	11-Revisión de cables eléctricos en catenaria de cable acero	56,0000	5561
6031	2-Revisión de estado y limpieza de parrilla antivibración	56,0000	5065
6032	1-AJUSTE DE PERNOS DE FLOTADORES Y AERADORES	56,0000	5633
6033	11-REVISIÓN DE SISTEMA DE SUJECIÓN DE PARRILLA ANTIVIBRACION	56,0000	5278
6069	3-REVISIÓN DE SISTEMA DE SUJECIÓN DE PARRILLA ANTIVIBRACION	56,0000	5281
6082	1-LUBRICACION DE RODAMIENTOS DE MOTOR ELECTRICO Y JUNTA UNIVERSAL	56,0000	5628
6083	4-REVISIÓN Y LIMPIEZA DE EJE INTERNAMENTE, HELICE, COJINETE CERAMICO, FLOTADORES Y DIFUSOR	56,0000	5630
6085	5-REVISION DE ESTADO DE FLOTADORES Y CONJUNTO DE SOPORTE	56,0000	5631
6086	6-REVISIÓN DE SISTEMA DE SUJECIÓN DE PARRILLA ANTIVIBRACION	56,0000	5731
250000376	1-Reajuste de las juntas	56,0000	5279
250000440	3- Aplicación periódica de grasa	56,0000	5070

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
35366	MBL0001 -BLOWER N. 1.2	21445
35367	MBL0001 -BLOWER N. 1.3	21442
35377	MBL0001 -BLOWER N. 1.4	21439

Mantenimiento eléctrico bimensual de “areadores”:

Subruta

SubRuta	1621
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Electrico bimensual
Secuencial	2
Descripción	Tablero y motores de Aereadores 1
Frecuencia	56,0000 días
Fecha Última Programación	03/11/17
Fecha Próxima Programación	29/12/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
4662	↑ 12-Revisión Amperaje de Motores Reductores	56,0000	5493
4687	↑ 13-Apriete de Contactos Eléctricos en Bornera	56,0000	5723
4757	↑ 36-Revisión de Ruidos Anormales en Equipos Eléctricos Interiores	56,0000	5423
4758	↑ 37-Revisión de estado de visualizadores y señalizadores	56,0000	5424
4759	↑ 38-Revisión de estado y cambio de señalizadores	56,0000	5425
4760	↑ 39-Revisión del estado de equipos de refasamiento	56,0000	5426
4761	↑ 40-Revisión de Puesta a Tierra de Equipos	56,0000	5427
4762	↑ 41-Revisión de Estado y Ajuste de Protecciones de Sobretensión Fuerza y Control	56,0000	5428
4763	↑ 42-Revisión de Estado y Ajuste de Protecciones de Sobrecorriente	56,0000	5429
4764	↑ 43-Revisión de Estado y Ajuste en Terminales de Cables de Fuerza	56,0000	5430
4765	↑ 44-Revisión de Estado y Ajuste en Terminales de Cables de Control	56,0000	5431
4766	↑ 45-Revisión de Estado Ajuste de Elementos y Equipos de Control	56,0000	5432
4767	↑ 46-Revisión de Estado de Elementos y Equipos de Fuerza	56,0000	5433
4768	↑ 102-Limpieza y Apriete de Contactos Eléctricos de Fuerza	56,0000	5434
4769	↑ 103-Limpieza y Apriete de Conectores y Borneras de Control	56,0000	5435
250000418	↑ 98-Limpieza y mantenimiento general del tablero	56,0000	5436

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
10	↑ EME0001 -Motor Eléctrico del aereador N° 1.1 de laguna aerada N° 1	21613
171	↑ EME0001 -Motor Eléctrico del aereador N° 1.5 de laguna aerada N° 1	21622
234	↑ EME0001 -Motor Eléctrico del aereador N° 11 de laguna aerada N° 2	21617
249	↑ EME0001 -Motor Eléctrico del aereador N° 12 de laguna aerada N° 2	21621
35390	↑ EME0001 -Motor Eléctrico N. 1.2	21614
35391	↑ EME0001 -Motor Eléctrico N. 1.3	21615
35401	↑ EME0001 -Motor Eléctrico N. 1.4	21616
35402	↑ EME0001 -Motor Eléctrico	21618
35403	↑ EME0001 -Motor Eléctrico	21619
35404	↑ EME0001 -Motor Eléctrico	21620
35764	↑ ETA0001 -TABLERO 1	21608

Mantenimiento mecánico mensual de “dragas”:

Subruta			
SubRuta	1681		
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO		
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Mensual		
Secuencial	4		
Descripción	Draga 1		
Frecuencia	28,0000 días		
Fecha Última Programación	17/10/17		
Fecha Próxima Programación	14/11/17		
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>		

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
14	↑ -REVISIÓN DEL NIVEL DE ACEITE, TEMPERATURA Y LIMPIEZA DE RESPIRADEROS DE TANQUE DE ACEITE;	0,0000	17
15	↑ -LIMPIEZA DE ACONDICIONADOR DE AIRE, FILTROS Y TOMAS	0,0000	18
16	↑ -LIMPIEZA EXTERNA E INTERNA DEL TABLERO DE LA DRAGA Y TABLERO DE CONTROL)	0,0000	19
17	↑ -REVISIÓN DE CABEZAL BARRENO, EJE Y MOTORES	0,0000	20
18	↑ -RETIRAR ELEMENTOS ENGANCHADOS EN CABEZAL BARRENO.	0,0000	21
6113	↑ 1-ENGRASE DE BISAGRAS DE ESTRUCTURA	0,0000	0
6114	↑ 2-ENGRASE DE POLEAS DE GUIA DE TRASLACION	0,0000	1
6116	↑ 2-REVISION DE CABLE DE IZAJE DE BOMBA	0,0000	2
6117	↑ 3-INSPECCION DE POLEAS TRANSVERSALES	0,0000	3
6118	↑ 4-CHEQUEO DE ANILLOS DE BLOCAJE	0,0000	4
6119	↑ 5-REVISION DE LA EXISTENCIA DE VIBRACIONES EN EQUIPO	0,0000	5
6120	↑ 6-CHEQUEO GENERAL DE ELEMENTOS DE SUJECION	0,0000	6
6121	↑ 7-INSPECCION DE MOTORES Y MANGUERAS OLOEHIDRAULICAS	0,0000	7
6122	↑ 8-INSPECCION DE PERNOS FORMA DE U DE SOPORTE DE BOMBA	0,0000	8
6124	↑ 10-REVISION DE PERNOS Y SUJECION DE SISTEMA DE BARRENO	0,0000	9
6125	↑ 11-REVISION DE HOJAS DE CORTE DE BARRENO	0,0000	10
6128	↑ 14-INSPECCION DE CABLE DE TRASLACIÓN Y SUS SUJETADORES	0,0000	11
6129	↑ 15-REVISION DE PERNOS DE POLEAS Y SISTEMA DE GUIA DE POLEAS	0,0000	12
6130	↑ 16-REVISION DE BLOQUE DE EQUIPO DE TRACCION	0,0000	13
6132	↑ 18-INSPECCION DE PERROS DE TRACCION (TIRFOR) INCLUIDO CABLE DE TRACCION Y ACCESORIOS	0,0000	14
6135	↑ 21-REVISION DE FILTRO HIDRAULICO (LIMPIELO O REMPLACELO COMO SEA NECESARIO)	0,0000	15
6160	↑ 4-LIMPIEZA Y LAVADO DE EXTERIOR DE DRAGA DE SER NECESARIO	0,0000	16

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
35984	↑ MDR0001 -DRAGA #1	0

Mantenimiento mecánico semestral de “dragas”:

Subruta			
SubRuta	1685		
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO		
Rutina Programada	Mantenimiento Mecanico Semestral		
Secuencial	10		
Descripción	Draga 1		
Frecuencia	182,0000 días		
Fecha Última Programación	11/07/17		
Fecha Próxima Programación	09/01/18		
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>		

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6136	↑ 22-INSPECCION DE RODAMIENTOS DE BOMBA DE SUCCION Y VERIFICACION DE ESTADO DE ACEITE DE LA BOMBA	0,0000	0
6139	↑ 25-INSPECCION TODOS LOS PASADORES (PINES)	0,0000	1
6154	↑ 4-REEMPLAZO DE ACEITE DEL REDUCTOR DE LA TRANSMISION DEL MOTOR HIDRAULICO DEL SISTEMA DE TRASLACION	0,0000	2
6155	↑ 5-REEMPLAZO DE ACEITE HIDRAULICO DE LA TRANSMISION DE WINCHA DE ELEVACION	0,0000	3

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
35984	↑ MDR0001 -DRAGA #1	0

Mantenimiento mecánico anual de “dragas”:

Subruta	
SubRuta	1688
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina	Mantenimiento Mecanico Anual
Programada	
Secuencial	4
Descripción	Draga 1
Frecuencia	364,0000 días
Fecha Última Programación	10/01/17
Fecha Próxima Programación	09/01/18
Estado	<input type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6140	26-CHEQUEO DE ABRAZADERAS, ZUNCHOS, UNIONES, TOMAS Y EMPAQUES Y FUGAS DE MANGUERA DE DESCARGA	0,0000	0
6144	30-CHEQUEO DE EJES Y POLEAS DE TRASLACION PARA VERIFICAR DESGASTE Y ALINEAMIENTOS APROPIADOS.	0,0000	1
6145	31-CHEQUEO DE ELEMENTOS FLOJOS DE SISTEMA DE TRASLACION	0,0000	2
6146	32-CHEQUEO DE POLEAS GUIA EN DRAGA	0,0000	3
6147	33-REVISION DE SENSORES OPTICOS	0,0000	4
6148	34-INSPECCION DE SOPORTES DE ELEMENTOS	0,0000	5
6150	3-CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO DE GRUPO OLEOHIDRALICO	0,0000	6
6154	4-REEMPLAZO DE ACEITE DEL REDUCTOR DE LA TRANSMISION DEL MOTOR HIDRAULICO DEL SISTEMA DE TRASLACION	0,0000	7
6156	6-REEMPLACE EL FILTRO DE ACEITE DE RETORNO A DEPOSITO	0,0000	8
6159	3-LAVAR Y LIMPIAR TODA LA DRAGA (FUERA DEL AGUA)	0,0000	9

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
35984	MDR0001 -DRAGA #1	0

Mantenimiento mecánico anual de “redes recolectoras”:

Subruta	
SubRuta	1690
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina	Mantenimiento Mecanico Anual
Programada	
Secuencial	6
Descripción	Flotadores Draga 1
Frecuencia	364,0000 días
Fecha Última Programación	31/01/17
Fecha Próxima Programación	30/01/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales			
	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
21	-Revisión de estado: apriete y/o reposición de pernos, reubicación de flotadores que estén fuera de posición, retiro de basuras acumuladas	0,0000	0

Instalación Equipos		
	Instalación Equipo	Secuencial
36571	M FT00001-FLOTADOR 1.1	0
36572	M FT00002-FLOTADOR 1.2	1
36573	M FT00003-FLOTADOR 1.3	2
36574	M FT00004-FLOTADOR 1.4	3
36575	M FT00005-FLOTADOR 1.5	4
36576	M FT00006-FLOTADOR 1.6	5
36577	M FT00007-FLOTADOR 1.7	6
36578	M FT00008-FLOTADOR 1.8	7
36579	M FT00009-FLOTADOR 1.9	8
36580	M FT00010-FLOTADOR 1.10	9

Mantenimiento eléctrico bimensual de “dragas”:

Subruta

SubRuta	1661
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina	Mantenimiento Electrico bimensual
Programada	
Secuencial	9
Descripción	DRAGA 1
Frecuencia	56,0000 días
Fecha Última Programación	25/10/17
Fecha Próxima Programación	20/12/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
105	↑ -Inspeccion de correcto funcionamiento	0,0000	4
5359	↑ 48-Revisión de correcto funcionamiento de tablero eléctrico	0,0000	1
5718	↑ 3-Inspección de correcto funcionamiento	0,0000	3
6394	↑ 1-INSPECCION CABLE ELECTRICO	56,0000	5917
6395	↑ 1-MEDICION DE MOTOR ELECTRICO	56,0000	5923
6424	↑ 2-INSPECCION DE TABLERO DE CONTROL (INSHORE Y OFFSHORE), DENSIMETROS, CAUDALIMETROS, CABLEADO ELECTRICO, SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACION, ETC.	56,0000	5918
6425	↑ 3-INSPECCION DE DENSIMETRO	56,0000	5919
6426	↑ 4-INSPECCION DE CAUDALIMETRO	56,0000	5920
6427	↑ 5-INSPECCION DE CABLEADO ELECTRICO	56,0000	5921
6428	↑ 6-INSPECCION DEL SISTEMA DE CONTROL Y REGULACION	56,0000	5922
250000346	↑ 10-Medición de corrientes y voltajes con carga	0,0000	0
250000415	↑ 32-Revisar conexiones	0,0000	2

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
36013	↑ E TA 00001-TABLERO DE CONTROL LOCAL DRAGA 1	21892
36014	↑ E TA 00001-TABLERO DE CONTROL LOCAL DRAGA 2	4
36664	↑ E TA 00002-TABLERO DE CONTROL REMOTO DRAGA 1	0
36665	↑ I DM00001-DENSIMETRO DRAGA 1	1
36666	↑ I MC 00000-CAUDALIMETRO DRAGA 1	2
36667	↑ E TA 00002-TABLERO DE CONTROL REMOTO DRAGA 2	5
36668	↑ I DM00001-DENSIMETRO DRAGA 2	6
36669	↑ I MC 00001-CAUDALIMETRO DRAGA 2	7
36670	↑ E ME 00001-MOTOR BOMBA DRAGA 1	3
36671	↑ E ME 00001-MOTOR BOMBA DRAGA 2	8

Mantenimiento mecánico semestral de “bomba (cavidad progresiva) de lodos deshidratados”:

Subruta

SubRuta 1727
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Programada Mantenimiento Mecanico Semestral
 Secuencial 20
 Descripción BOMBA CAVIDAD PROGRESIVA
 Frecuencia 182,0000 días
 Fecha Última Programación 04/07/17
 Fecha Próxima Programación 02/01/18
 Estado

Tareas Generales

Tarea General	Frecuencia	Secuencial
6282 3-REVISION VISUAL DE ORINGS	0,0000	0

Instalación Equipos

Instalación Equipo	Secuencial
35995 MBD0001 -BOMBA LODOS DESHIDRATADOS #1	0

Mantenimiento mecánico anual de “bomba (cavidad progresiva) de lodos deshidratados”:

Subruta

SubRuta 1728
 Ruta RUTA DE PRETRATAMIENTO
 Rutina Programada Mantenimiento Mecanico Anual
 Secuencial 18
 Descripción BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA
 Frecuencia 364,0000 días
 Fecha Última Programación //
 Fecha Próxima Programación 10/04/18
 Estado

Tareas Generales

Tarea General	Frecuencia	Secuencial
32 -REVISIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS	0,0000	5
6279 1-LUBRICAR LA JUNTA DEL CARDAN	0,0000	0
6280 1-INSPECCIONAR LA JUNTA DEL CARDAN	0,0000	1
6281 2-INSPECCION DE LA TRANSMISION	0,0000	2
6283 4-REVISION DE ESTADO GENERAL DEL EQUIPO	0,0000	3
6284 1-CAMBIAR EL SELLO MECANICO	0,0000	4

Instalación Equipos

Instalación Equipo	Secuencial
35995 MBD0001 -BOMBA LODOS DESHIDRATADOS #1	0

Mantenimiento mecánico bimensual de “bomba (cavidad progresiva) de lodos deshidratados”:

Subruta

SubRuta	1665
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Electrico bimensual
Secuencial	14
Descripción	LODOS DESHIDRATADOS
Frecuencia	56,0000 días
Fecha Última Programación	22/09/17
Fecha Próxima Programación	17/11/17
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
60	↑ -LIMPIEZA EXTERNA DE LA BALANZA	0,0000	10
5136	↑ 10-Inspeccion de correcto funcionamiento	0,0000	0
5720	↑ 2-Inspección de correcto funcionamiento	0,0000	8
5723	↑ 3-Inspección de conexiones eléctricas	0,0000	9
6060	↑ 2-LIMPIEZA INTERIOR DE TUBERÍA DE PROTECCION	0,0000	5
6061	↑ 3-LIMPIEZA DE Sonda SUMERGIBLE	0,0000	6
6417	↑ 3-REVISION DE CONEXIONES ELECTRICAS Y CABLEADO	0,0000	7
6418	↑ 1-REVISION DE ESTADO DE CABLES	0,0000	2
6419	↑ 2-INSPECCION DE CORRECTO FUNCIONAMIENTO	0,0000	3
6420	↑ 1-LIMPIEZA DE SWITCH FLOTADORES	0,0000	4
250000346	↑ 10-Medición de corrientes y voltajes con carga	56,0000	5958

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
35976	↑ IBA0001 -BASCULA	1
36095	↑ E ME 00001-MOTOR ELÉCTRICO BOMBA LODOS DESHIDRATADOS	0
36682	↑ I MN 00001-SENSOR DE NIVEL	2
36683	↑ I INI 00001-INTERRUPTOR DE NIVEL	3

Mantenimiento eléctrico semestral de “transformadores”:

Subruta

SubRuta	1581
Ruta	RUTA DE PRETRATAMIENTO
Rutina Programada	Mantenimiento Electrico Semestral
Secuencial	4
Descripción	Cabina de Transformacion 2MVA
Frecuencia	182,0000 días
Fecha Última Programación	14/10/17
Fecha Próxima Programación	14/04/18
Estado	<input checked="" type="checkbox"/>

Tareas Generales

	Tarea General	Frecuencia	Secuencial
1743	3-Ajuste del sistema mecánico	182,0000	5146
3069	1-Pintado de Paredes	182,0000	5138
3986	2-Limpieza general del cuarto	182,0000	5139
4369	3-Inspección del estado de la Pueta a Tierra	182,0000	5143
4593	28-Revisión de Tableros Auxiliares	182,0000	5147
4712	13-Medición de Tensión de Red	182,0000	5136
4713	34-Revisión de Protectores de Sobretensión Señal	182,0000	5133
4714	35-Revisión de Protectores de Sobretensión Fuerza	182,0000	5134
4741	3-Revisión de Ruidos Anormales en Equipos de Fuerza	182,0000	5153
4742	7-Revisión de Ruidos Anormales en Equipos de Fuerza	182,0000	5144
4743	2-Revisión de Estado, Limpieza y Ajuste de Cables, Barras de Sistema de Fuerza	182,0000	5141
4746	4-Revisión de Estado, Ajuste y Cambio de Cables, Elementos y Equipos de Control	182,0000	5154
4747	5-Revisión de Estado de Transformadores	182,0000	5155
4749	5-Pintado de Puertas Metálicas	182,0000	5140
4750	14-Revisión y Limpieza de Equipos de Porcelana, Bujes de A.T. y B.T. Aisladores , etc.	182,0000	5159
4751	15-Reajuste de pernos y conectores (Tapas de Transformadores)	182,0000	5160
4752	16-Revisión, Reajuste, Limpieza y Engrasado de Contactos	182,0000	5161
4753	101-Mantenimiento de los Equipos Interiores del Tablero de TCs y TPs	182,0000	5150
4755	6-Revisión de los Niveles de Aceite y Válvulas de Sobrepresión de Aire y Aceites y de Aceite de los Transformadores - Revisión de Empaques	182,0000	5156
4756	8-Revisión y Engrasado de Mandos Motorizados de Seccionadores de Potencia, Apertura y Cierre - Revisión y Calibración del Disparo Tripolar	182,0000	5145
4761	40-Revisión de Puesta a Tierra de Equipos	182,0000	5135
4766	45-Revisión de Estado Ajuste de Elementos y Equipos de Control	182,0000	5148
4769	103-Limpieza y Apriete de Conectores y Borneras de Control	182,0000	5151
5356	7-Revisión de puesta a tierra	182,0000	5157
5358	8-Revisión Estad, limpieza y ajuste de cables, barras de sistema de fuerza	182,0000	5158
5359	48-Revisión de correcto funcionamiento de tablero eléctrico	182,0000	5149
5361	3-Revisión y limpieza de equipos de porcelana (Bujes de alta y baja tensión, aisladores, etc.)	182,0000	5142
250000185	61-Limpieza y ajuste de borneras	182,0000	5137
250000415	32-Revisar conexiones	182,0000	5132
250000418	98-Limpieza y mantenimiento general del tablero	182,0000	5152

Instalación Equipos

	Instalación Equipo	Secuencial
74	ESC0001 -Seccionador Tripolar de Transformador de 1000 KVA N° 1.	21179
75	ETR0001 -Transformador de Potencia de 1000 KVA. N° 1	21178
76	ETA0001 -TD1 - Tablero de Distribución de Transformador de 1000 KVA N° 1	21180
77	ESC0002 -Seccionador Tripolar de Transformador de 1000 KVA N° 2.	21181
78	ETR0002 -Transformador de Potencia de 1000 KVA. N° 2	21182
79	ETA0002 -TD2 - Tablero de Distribución de Transformador de 1000 KVA N° 2	21183
82	ESC0003 -Seccionador Unipolar para Red Aérea de Iluminación de la PTAR	21186
83	ETA0005 -Tablero/Celda de Medición de Energía Activa de la PTAR	21187
84	ETA0006 -Tablero/Celda de Medición de Energía Activa (Grandes Consumidores)	21188
113	EMT0001 -Sistema de Puesta a Tierra	21192
114	EMI0001 -Barras de Alta Tensión	21193
116	ETA0007 -Tablero de Seccionador Tripolar de Trafo 1	21194
117	ETA0008 -Tablero de Seccionador Tripolar de Trafo 2	21195
5718	ETA0009 -Tablero Eléctrico de Banco de Condensadores de Compensación cos fi de Aereadores del 1 al 10	21773
5719	ETA0010 -Tablero Eléctrico de Banco de Condensadores de Compensación cos fi de Aereadores del 11 al 20	21774