



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y DEL
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“Diseño de un plan de medidas de control para operaciones de
mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff”**

Realizado por:

Cristopher Homero Rueda López

Director del proyecto:

Ing. Pablo Dávila

Como requisito a la Obtención del Título:

Ingeniero en Seguridad y Salud Ocupacional

Quito, marzo de 2022

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Christopher Homero Rueda López, portador del número de cédula No 171965542-3, declaro bajo juramento que la presente investigación es propia de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Mediante la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a esta investigación a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, de acuerdo con lo establecido a la Ley de Propiedad Intelectual, a su reglamento y a la normativa institucional vigente.



Cristopher Homero Rueda López

171965542-3

DECLARATORIA DEL DIRECTOR

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



Ing. Pablo Dávila R.

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“Diseño de un plan de medidas de control para operaciones de mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff”

Realizado por:

CRISTOPHER HOMERO RUEDA LÓPEZ

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. Pablo Dávila

Quien considera que constituye un trabajo original de su-autor



MSc. PABLO DÁVILA

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

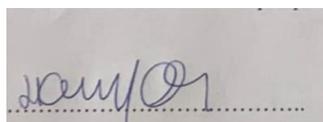
LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

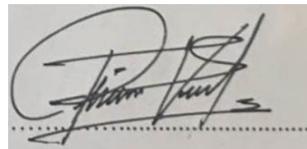
HENRY CARDENAS

RUBEN VÁSCONEZ

Luego de analizar el presente trabajo de investigación,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador



.....
HENRY CARDENAS



.....
RUBEN VASCONEZ

Quito, de 22 de marzo 2022

DEDICATORIA

Mi presente tesis es dedicada Dios, a toda mi familia en especial a mis papitos Homero López y Martha Rodríguez que fueron los que siempre creyeron en mí, como les digo siempre mis ángeles en la Tierra, mis mejores amigos.

Así mismo dedico mi tesis a mis padres, hermanas, tíos, tías, primos, es para ustedes mi querida familia

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a todos mis profesores, en especial a mi tutor que me supo guiar de la mejor manera para poder realizar un buen contexto de mi tesis, un gran profesional para poder impartir sus conocimientos

TABLA DE CONTENIDO

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES	5
AGRADECIMIENTO.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Problema de Investigación.....	15
1.2. Planteamiento del Problema	16
1.3. Diagnóstico del Problema.....	17
1.4. Pronóstico	18
1.5. Control del pronóstico	18
1.5.1. Resultados a obtener.....	18
1.6. Objetivos.....	18
1.6.1. Objetivo General	18
1.6.2. Objetivos específicos.....	18
1.7. Justificación	19
1.8. Marco Teórico	21
1.8.1. Mantenimiento de plantas de tratamiento de agua	21
1.8.2. Riesgos Laborales	21
1.9. Fuentes de Información	22
1.10. Estado actual del conocimiento sobre el tema	23
CAPÍTULO II. MÉTODO.	24

2.1. Tipo de estudio	24
2.2. Modalidad de Investigación.....	24
2.3. Método.....	25
2.4. Población y muestra.....	26
2.5. Selección de Instrumentos de Evaluación	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
3.1. Resultados.....	28
3.1.1. Presentación y análisis de resultados	28
3.2. Análisis	37
3.3. Plan de Intervención	38
3.3.1. Plan de medidas de control para operaciones de mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff EPEMASA PM.....	39
3.4. Matriz de riesgo laboral 3x3	49
3.5. Desarrollo de la Metodología de IPERC (matriz 3x3) Ley 29783 y RM. 050 2013 TR50	
3.6. Para el desarrollo de la variable independiente	50
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	54
4.1. Conclusiones.....	54
4.2. Recomendaciones	55
Referencias Bibliográficas:	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Tiempo del periodo de mantenimiento.....	28
Figura 2.- Protocolo de mantenimiento.....	29
Figura 3.- Tiempo.....	30
Figura 4.- Normas de higiene.....	31
Figura 5.- Factores de Riesgo.....	32
Figura 6.- Uso de EPIS.....	33
Figura 7.- Renovación de EPIS.....	34
Figura 8.- Señalización.....	35
Figura 9.- Espacios de orden y limpieza.....	36
Figura 10.- Plan de Riesgos.....	37
Figura 11.- Revelamiento de los procesos e integración de seguridad.....	39
Figura 12.- Ciclo DEMING para la integración de dos subprocesos en uno.....	40
Figura 13. Replanteo del subproceso de planificación del mantenimiento.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N.- 1 Tiempo del periodo de mantenimiento	28
Tabla N.- 2 Protocolo de mantenimiento	29
Tabla N.- 3 Prácticas de higiene.....	30
Tabla N.- 4 Normas de higiene	31
Tabla N.- 5 Factores de Riesgo	32
Tabla N.- 6 Uso de EPIS	33
Tabla N.- 7 Renovación de EPIS.....	34
Tabla N.- 8 Señalización	35
Tabla N.- 9. Espacios de orden y limpieza.....	36
Tabla N.- 10 Plan de Riesgos	37
Tabla N.- 11.- Subproceso de planificación del mantenimiento	42
Tabla N.- 12.- Tiempos reformados de ejecución para la planificación y ejecución del mantenimiento.....	43
Tabla N.- 13.- Indicadores planteados en para el proceso de mantenimiento industrial.....	45
Tabla N.- 14.- Plan de acción para los colaboradores (exigencias)	46
Tabla N.- 15.- Plan de acción para los colaboradores (riesgos mecánicos)	47
Tabla N.- 16.- Plan de acción para los colaboradores (accidentes laborales)	48
Tabla N.- 17.- Matriz de riesgos.....	50
Tabla N.- 18.- Proceso de mantenimiento y limpieza actual.....	51

Tabla N.- 19.- Relación de los resultados obtenidos52

Tabla N.- 20.- Matriz de riesgos 3x3.....52

RESUMEN

El sistema de tratamiento de aguas residuales es una actividad de suma importancia para el desarrollo de la sociedad debido a los grandes aportes que esta actividad ofrece. Es debido a esto que existen empresas como EP EMASA PM que se dedican a esta ardua labor, la investigación tiene por objeto diseñar un plan de medidas de control en operaciones de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff, mediante el análisis de la matriz 3x3 para controlar los riesgos y mejorar procesos, para lo cual es necesario conocer las generalidades de una planta de tratamiento de aguas residuales, conociendo sus procesos y los parámetros de riesgos a valorar, la identificación de riesgos se realiza durante el mantenimiento de plantas de tratamiento con la finalidad de verificar los trabajos realizados por el personal operativo, para levantar la información se emplea la lista de verificación del cumplimiento de normativa en seguridad y salud en el trabajo, la obtención de datos es por medio de encuestas, entrevistas y referencias bibliográficas el método a utilizar es inductivo ya que nos ayudara con la recolección de datos para para que se pueda identificar los hechos particulares como las características de operación actuales de la planta de tratamiento de aguas residuales, finalmente se ha demostrado la relación que existe los riesgos hacia los colaboradores y cumplimiento del plan mantenimiento, por ende con esta investigación se aspira a que los indicadores de seguridad actuales genere un efecto positivo en el modelo de plan industrial del servicio que ofrece la empresa en cuestión.

Palabras claves: tratamiento de aguas, mantenimiento, riesgos laborales, físicos.

ABSTRACT

The wastewater treatment system is an activity of utmost importance for the development of society due to the great contributions that this activity offers. It is because of this that there are companies such as EP EMASA PM that are dedicated to this arduous work, the purpose of the research is to design a plan of control measures in maintenance operations of Imhoff-type wastewater treatment plants, through the analysis of the 3x3 matrix to control risks and improve processes, for which it is necessary to know the generalities of a wastewater treatment plant, knowing its processes and the risk parameters to be assessed, the identification of risks is carried out during the maintenance of wastewater plants. Treatment in order to verify the work carried out by the operational personnel, to collect the information the checklist of compliance with regulations on safety and health at work is used, the data is obtained through surveys, interviews and bibliographic references The method to be used is inductive since it will help us with the data collection so that we can identify the particular facts such as the current operating characteristics of the wastewater treatment plant, the relationship between the risks towards the collaborators and compliance with the maintenance plan has finally been demonstrated, for which it is expected that the industrial plan model based on in the process itself, it generates a positive effect on the current safety indicators and, therefore, the quality of the service offered by the company in question.

Keywords: water treatment, maintenance, occupational, physical risks

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

Las aguas residuales son el resultado de las actividades domésticas, comerciales e industriales, por ejemplo: sanitarias, desagües de lavamanos, lavaplatos, cuya calidad es afectada negativamente por influencia antrópica; son conducidas desde las acometidas hacia la red de alcantarillado público y convergen en las aguas de tratamiento residuales.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales conocidas como PTAR son estructuras que en su interior garantizan una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que permiten eliminar los contaminantes de las aguas residuales para devolver a los cauces naturales.

La comisión para el Desarrollo Sostenible fue creada en el año de 1992 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, un sin número de publicaciones, e investigaciones de diversos países se realizan para establecer criterios de sostenibilidad. La ONU, en el 2015 aprobó la Agenda 2030 sobre Desarrollo Sostenible, la cual tiene 17 objetivos útiles para aplicar y así cambiar el mundo.

En esta investigación se alinea al objetivo que el producto de la mala actividad humana tiene como resultado las aguas residuales, las mismas que se trasladan al mar y ríos provocando contaminación ya que no tienen ningún tratamiento.

El tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales en el país es obligatorio y regulado por el Ministerio del Ambiente para todos los prestadores de servicios de saneamiento, establece parámetros de cumplimiento con la finalidad de reducir la contaminación del agua que regresa a los cauces naturales.

El mantenimiento de las Plantas de Tratamiento garantiza el funcionamiento, operación y la devolución de agua sin contaminantes a los cauces naturales.

1.2.Planteamiento del Problema

En Pedro Moncayo, la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Básico (EP EMASA PM), para la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento básico, tiene una estructura organizacional como se indica en el Anexo 1.

Está conformada por el área administrativa y área técnica, el área técnica tiene un departamento de Coordinación Técnica donde trabajan un analista de Agua Potable y un analista de Alcantarillado quienes son los responsables de 13 personas del área operativa, que de acuerdo a una planificación intervienen en el mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y el resto de las actividades para mantener operativos los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Tiene a su cargo 19 Plantas de Tratamiento tipo Imhoff a nivel cantonal para el tratamiento de aguas residuales, sus formas son circulares o rectangulares y tienen dos partes: 1) digestor de lodos: ocupa la parte inferior y está destinado a la estabilización anaeróbica de los lodos, 2) sedimentador: su función es remover los sólidos sedimentables y flotantes, se ubica en la parte superior de la estructura. Así mismo, para avalar el funcionamiento, la empresa realiza operaciones periódicas que consiste en:

Diariamente

- Limpieza de las cribas y canaletas de acceso y de salida.
- Limpieza de desarenadores. Remoción de sólidos sedimentados y flotantes.
- Rotura de capa de la chimenea de gases. Se utiliza agua a presión en lo posible del propio sedimentador y se rompe con un desmenuzador. En lo posible ir retirando el exceso.
- Todos los elementos retirados de las canaletas, sedimentadores y digestores sean unitarios o de doble acción deben ser enterrados en pozos.

Semanalmente

- Limpieza de las ranuras del tanque Imhoff con cadena.
- Limpieza profunda en vertederos.
- Registrar las alturas de lodos para hallar el porcentaje de lodos del tanque Imhoff.
- Determinar el porcentaje de Sólidos sedimentables en conos Imhoff de afluente y efluente.
- Registrar del pH en la entrada y salida de todas las unidades de proceso y entrada y salida de la planta
- Registrar las temperaturas para llevar registros.
- Evacuación y tendido de lodos en el lecho de secado.
- Levantamiento del lodo seco del lecho de secado.
- Acondicionamiento en lecho de secado de los lodos reponiendo las arenas contaminadas.

Los procesos descritos son manuales lo que implica que el contacto es directo del personal operativo con el material de desecho de las PTAR, por lo que el personal asignado al mantenimiento de las plantas de tratamiento está expuesto constantemente a riesgos laborales.

1.3.Diagnóstico del Problema

Los trabajos realizados por el personal operativo durante el mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden desencadenar riesgos laborales a causa de prácticas inadecuadas en la higiene de los procesos; por lo que, el contacto directo con material de desecho expone al personal a riesgos biológicos por causa de una insuficiente educación sanitaria.

Por lo que se determina la necesidad de identificar los riesgos laborales que se presentan durante el proceso de mantenimiento de las PTAR.

1.4.Pronóstico

Teniendo en referencia que, al proceso operativo no es el adecuado ya que el mantenimiento puede producirse un accidente y enfermedades laborales de alto impacto, es indispensable el diseño de un plan de medidas de control para operaciones de mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff.

1.5.Control del pronóstico

Para prevenir efectos se establecen propuestas de medidas de control durante las operaciones de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

1.5.1. Resultados a obtener

Con las medidas de control en las operaciones de mantenimiento de las plantas de tratamiento, permitirán a la Empresa controlar los riesgos a los está expuesto el personal de mantenimiento; y de esta manera brindar mejores condiciones de trabajo.

De igual forma, se pretende concientizar al personal, a través de socializaciones del plan; con la finalidad de promover buenas prácticas laborales, prevenir incidentes y accidentes laborales, mediante el trabajo seguro.

1.6.Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Diseñar un plan de medidas de control en operaciones de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff, mediante el análisis de la matriz 3x3 de riesgos laborales para proponer un plan de gestión que eliminen, minimice y/o controle los riesgos laborales

1.6.2. Objetivos específicos

- Recopilar información en relación a las variables de estudio, mediante una investigación bibliográfica documental, para crear un sustento teórico.
- Identificar, valorar y evaluar los riesgos laborales a los cuales está expuesto el personal operativo, mediante la aplicación de la Matriz de Riesgos Laborales autorizada por el Ministerio de Trabajo (matriz 3x3), para determinar la situación actual de riesgo al que está expuesto el personal de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff.
- Elaborar un plan de medidas de control de operaciones considerando los riesgos a los que está expuesto el personal operativo, mediante La priorización de los riesgos y los criterios de gestión de riesgos laborales mediante la eliminación sustitución, para garantizar las actividades se desarrollen de forma segura y saludable para los trabajadores

1.7. Justificación

Mediante inspecciones visuales desarrollada en campo se ha determinado que el personal de mantenimiento por la inadecuada práctica de higiene, mal uso e insuficiente mantenimiento de EPP, falta de capacitación en riesgos laborales, reducida señalética, insuficiente limpieza y desorden; están expuestos a riesgos laborales, y se identifica también falta de un plan de prevención que permita mitigar la exposición a riesgos.

Durante el mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff el personal está expuesto a riesgos físicos, biológicos y mecánicos con la finalidad de minimizar el impacto se empleará la Matriz de Riesgos Laborales autorizada por el Ministerio de Relaciones Laborales; la información que obtendremos será la valorización de riesgo al que están expuestos los trabajadores, acciones y condiciones en los roles que desempeñan.

Es un requisito a nivel nacional que cuando en una empresa se contemple la creación de un puesto de trabajo el bienestar ocupacional debe enfocarse a la prevención de riesgos laborales (Ministerio del Trabajo, 2015). En otro aspecto el riesgo de presentarse accidentes, incidentes y enfermedades profesionales son inevitables, pero pueden prevenirse; es ante ello que, la EP EMASA PM cuenta con sistemas de control para los trabajos, pero no es suficiente, ya que, como indicamos anteriormente en inspecciones se observaron oportunidades mejora; y se podrá desarrollar

puntualmente una matriz de identificación de riesgos durante el proceso de mantenimiento de plantas de tratamiento, permitiría crearse un aporte que contribuirá a una gestión técnica con información precisa.

La implementación de un sistema de gestión de riesgos permitiría identificar a tiempo las exposiciones del personal de mantenimiento de las plantas de tratamiento tipo Imhoff, lo que contribuye a la prevención de enfermedades y accidentes, por lo tanto, se mejorará la aceptación de medidas para promover prácticas adecuadas durante la ejecución de trabajos; lo que a su vez ofrece un ambiente laboral seguro y de bienestar para los trabajadores que realizan el mantenimiento de las plantas de tratamiento.

Cabe mencionar que, es una necesidad y obligación el tratamiento de aguas residuales previo descargar en los cauces naturales; por lo que, toda organización se encarga del tratamiento de sus aguas previo a la entrega en cauces naturales como los ríos, por tanto, es de obligación moral y legal tratar el agua previo a su descarga, para el tratamiento de las aguas residuales urbanas generalmente se utilizan plantas de tratamientos donde el consumo de energía y/o insumos sea mínimo; esto con el objetivo de prevenir posibles contaminación tanto del recurso agua como del recurso suelo.

Por otro lado, las plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff, se componen de tanques, y tienen una sección superior que se conoce como cámara de sedimentación y la sección inferior, cámara de digestión. Las ventajas son las detalladas a continuación:

- Los sólidos decantan en menor tiempo
- Por la forma de la cámara de digestión hace que los sólidos suban y de esta manera no interrumpen el procesos de sedimentación.

Para la identificación de riesgos se empleará una lista de verificación del cumplimiento de normativa, con la cual se pretende determinar: estado de la gestión de seguridad y salud, además se revisara el nivel de la prevención de Riesgos laborales presentes, entre los cuales tenemos: riesgos mecánicos, físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosocial; también se verificara la presencia de: trabajos de alto riesgo.

1.8.Marco Teórico

1.8.1. Mantenimiento de plantas de tratamiento de agua

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) “tiene por objeto mineralizar los compuestos orgánicos que llevan las aguas residuales y así evitar la contaminación de las aguas del cuerpo receptor, y por lo tanto disminuir el riesgo de afectar a la salud de la población. La PTAR reducirá la carga orgánica y los patógenos previos a su descarga” (Marcelo, 2017).

El mantenimiento de plantas de tratamiento es imprescindible para el funcionamiento adecuado de las mismas, lo que permite mantener la operación permanente; pues si bien es cierto, todos los trabajos que se realizan en PTAR´s implican exposición a contaminación biológicos para los operarios lo cual determina la importancia de un procedimiento con normas de seguridad para el tratamiento de aguas residuales.

1.8.2. Riesgos Laborales

Los riesgos laborales son la exposición a los peligros presentes en una tarea concreta, así como en el entorno o lugar de trabajo, susceptible de originar accidentes o cualquier siniestro que puedan provocar daño o problema de salud tanto físico como psicológico (Rengifo, 2015)

No obstante, la evaluación de riesgos, es uno de los elementos claves y obligatorios en los sistemas de saneamiento, evaluación que se incluye en sus fases de planificación, construcción y operación, pues el proceso debe tener por lo menos:

- La identificación de amenazas para el sistema (infraestructura, funcionalidad y operabilidad)
- Un examen de las características técnicas de los peligros como ubicación y probabilidad de ocurrencia.
- El estudio sobre el grado de exposición y vulnerabilidad, que incluye las dimensiones sociales, ambientales, físicas, salud y económicas.

- La valoración de la eficiencia de las capacidades de recuperación y afrontamiento, como alternativa, en relación a los escenarios de riesgo probable. (Guía para la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas naturales, BID)
- Identificación de riesgos, levantar información de factores internos y externos que enfrentan los trabajadores.
- Determinar de riesgos, en este punto se realizará la valoración del riesgo que puede establecer los parámetros: probabilidad, impacto, interconexión, eficiencia y eficacia, sensibilidad.
- Evaluación de riesgos, comparación de resultados obtenidos con los criterios establecidos.
- Tratamiento de riesgos, dependen del balance para lograr los objetivos frente a costos, esfuerzos y desventajas.

1.9.Fuentes de Información

Las fuentes de información empleadas para el desarrollo de la investigación son las siguientes:

- **Fuentes primarias**

Las Fuentes primarias facilitan la recolección de información desde el punto de inicio. Como se indica:

- Entrevistas
- Encuestas
- Notas de campo y observación

- **Fuentes secundarias**

Contienen datos sintetizados de fuentes primarias, y se emplearán las indicadas a continuación:

Páginas web

- Organización de Naciones Unidas, División de Desarrollo Sostenible
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC
- Repositorios Institucionales
- Libros
- Revistas
- Artículos Técnicos
- Páginas Web

1.10. Estado actual del conocimiento sobre el tema

Según el estudio desarrollado por Aguay (2016), al cual se lo denominó “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, con el sistema de tratamiento “imhoff” de aguas residuales para la parroquia San Luis de Pambil, cantón Guaranda, provincia Bolívar” en el cual se identificó los riesgos biológicos a los que se exponen los trabajadores por estar expuestos a material orgánico en descomposición.

De acuerdo al trabajo de graduación de Nidia Díaz (Uisek, 2016), se indican que los procesos de mantenimiento para las PTAR, deben ser desarrollados de acuerdo a las necesidades del sector en estudio, debido a que deben cumplir con los siguientes objetivos: Identificar y mejorar las actividades que involucran la operación y mantenimiento de la PTAR; dar a conocer al personal los procesos de tratamiento que se desarrollan, las instalaciones y equipos que los constituyen y la mejor manera de operar el sistema de tratamiento; disponer de información ordenada y sistemática referente a la PTAR; normalizar la operación, proceso, mantenimiento y limpieza de la PTAR; proporcionar bienestar y seguridad al personal de la PTAR.

Tilley, y otros (2020), en su estudio “Gestión de agua y saneamiento. Tanque Imhoff” se establece que, es una ayuda tecnológica que sirve para el tratamiento primario de las aguas residuales crudas, las mismas que integra los sólidos presentes en el agua y la digestión del lodo asentado en la misma unidad. Y además este sistema goza de muchas ventajas como el reducido espacio que ocupa, que no se necesita de tratamiento preliminar, resistente ante cargas de choque orgánicas. Por lo cual, el tratamiento con este sistema es apta para PTAR.

CAPÍTULO II. MÉTODO.

2.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio a emplearse es el siguiente:

Explicativos: es el encargado de responder las causas y motivos de las situaciones o eventos sociales o físicos a través del establecimiento causa-efecto.

Descriptivos: es el encargado de mencionar, describir a detalle un proceso o situación.

EL desarrollo de este tipo de investigación es descriptivo ya que se pudo establecer la descripción de los procesos de la planta PTAR y los riesgos a los que se exponen los trabajadores que dan mantenimiento a estas plantas. El estudio también es analítico cuantitativo ya que mediante métodos cuantitativos se valoran los riesgos, se evalúan y luego de un análisis pormenorizado se fundamentará el plan de gestión de riesgos laborales en las actividades de mantenimiento de las plantas PTAR.

2.2. Modalidad de Investigación

La modalidad de investigación es netamente de campo. Para lo cual se realizará un análisis sistemático del problema.

El levantamiento de identificación de riesgos se realiza durante el mantenimiento de plantas de tratamiento con la finalidad de verificar los trabajos realizados por el personal operativo, para

levantar la información se emplea la lista de verificación del cumplimiento de normativa en seguridad y salud en el trabajo.

Adicionalmente la investigación es de tipo documental, por las referencias bibliográficas que son necesarias para establecer los planes de seguridad y salud ocupacional del área del mantenimiento de plantas tipo Imhoff.

Es por lo expuesto, la modalidad de estudio establecida, se pudo establecer una adecuada recolección de información, obtenida de fuentes seguras como Redalyc, Scielo, Dialnet, repositorios institucionales, entre otros. Todo ello con la finalidad de lograr el sustento teórico logrado para este estudio.

2.3. Método

Los métodos a emplearse son los descritos a continuación:

Método inductivo

Utiliza razonamientos para obtener conclusiones generales a partir de hechos particulares (Bernal, 2010).

La utilización del método inductivo nos ayudara con la recolección de datos para para que se pueda identificar los hechos particulares como las características de operación actuales de la plata de tratamiento de aguas residuales.

Método sintético

Integra los componentes dispersos de un hecho para un estudio generalizado.(Bernal, 2010)

Se utilizó para unificar las teorías de identificación de riesgos y establecer un método de control para prevenir los riesgos laborales durante el mantenimiento de plantas de tratamiento.

Método analítico

Desglosa las secciones que conforman un todo del caso en estudio, relación de causa efecto (Bernal, 2010).

Empleado para determinar los riesgos y garantizar la implementación y concientización de las operaciones de mantenimiento de las plantas.

La utilización de los tres métodos es de importancia ya que cada uno de ellos nos permitirá identificar y establecer los procedimientos que se deben llevar para un plan de medidas de control en operaciones de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales

2.4. Población y muestra

Población

El presente trabajo analiza el proceso de mantenimiento de las plantas PTAR, y este es único en la modalidad de trabajo en la EP EMASA PM (Empresa Pública Municipal del Cantón Pedro Moncayo), por tanto, no se tiene muestra ni población.

2.5. Selección de Instrumentos de Evaluación

Se utilizó la herramienta metodológica entrevista informativa, para conseguir la información detalladamente. Fue aplicada al personal de la Empresa EP EMASA PM que realiza el Mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. No obstante, esta entrevista fue realizada con el objetivo de recopilar información verídica y directa de la fuente, la misma que identifica, cualifican los riesgos.

La encuesta se aplicó a los trabajadores que desarrollan las actividades de mantenimiento, para evaluar los riesgos a los que está expuesto el personal, la encuesta se encuentra en los anexos de este estudio (Anexo 3).

Para determinar el nivel de riesgo se aplicó la observación sistemática del proceso y así poder para llenar las matrices de identificación de riesgos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados

3.1.1. Presentación-análisis de resultados

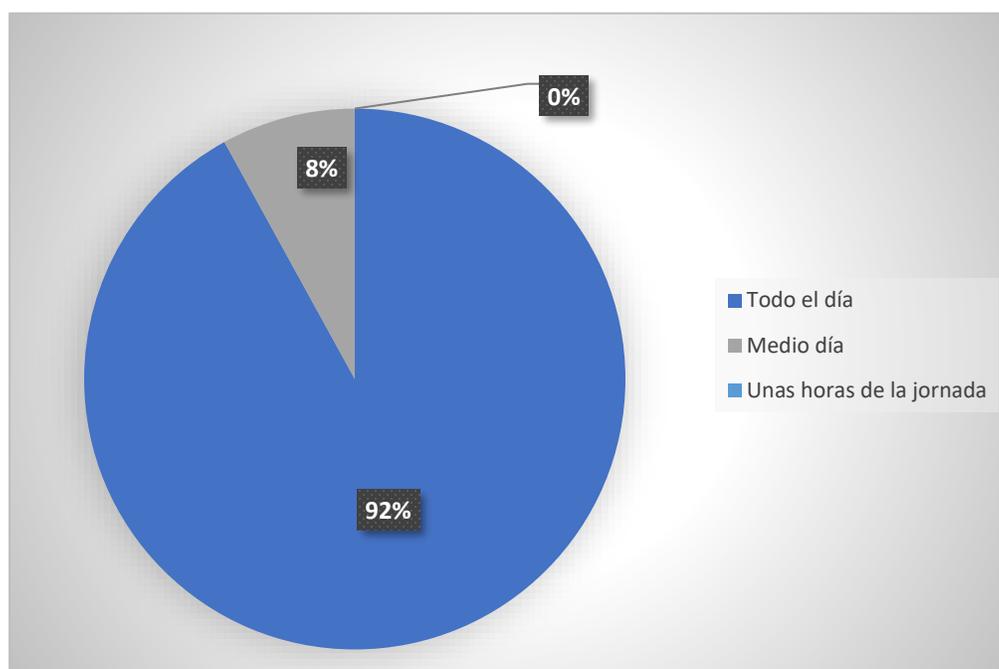
¿Cuál es el tiempo que se demora el periodo de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo Imhoff?

Tabla N.- 1 Tiempo del periodo de mantenimiento

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Todo el día	12	92%
Medio día	1	8%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 1.- Tiempo del periodo de mantenimiento



Nota: Datos obtenidos en la encuesta

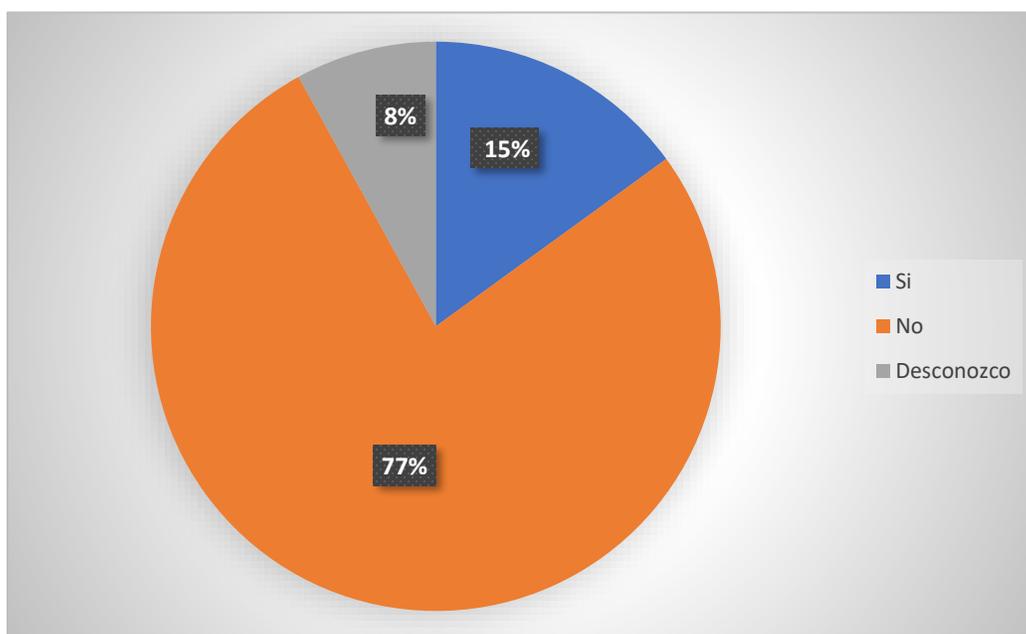
¿Existe un protocolo de mantenimiento para el desarrollo de actividades?

Tabla N.- 2 Protocolo de mantenimiento

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	15%
No	10	77%
Desconozco	1	8%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 2.- Protocolo de mantenimiento



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

En relación a la existencia de protocolo de mantenimiento en la opción más ponderada fue No (77%).

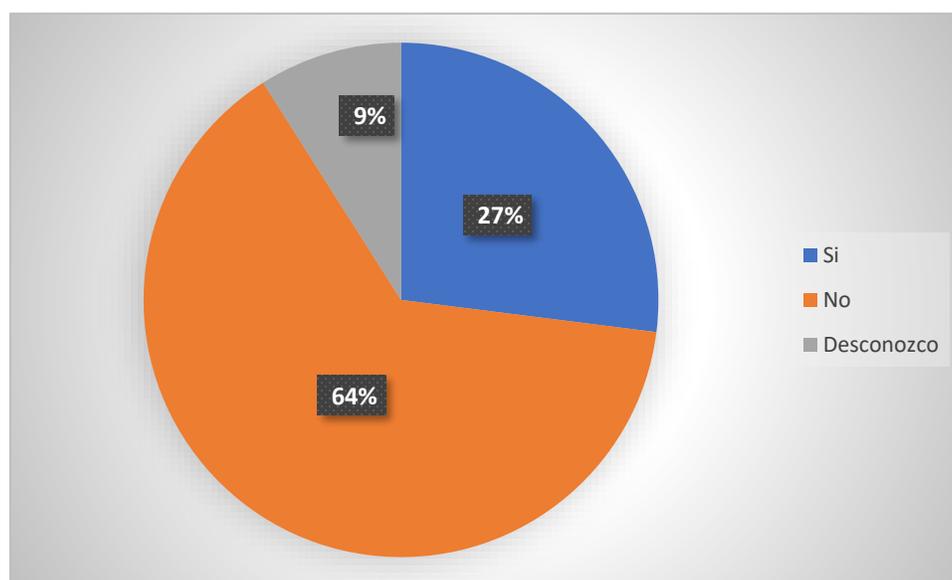
¿Conoce si existen prácticas de higiene propias de la Empresa Pública Municipal del Cantón Pedro Moncayo?

Tabla N.- 3 Prácticas de higiene

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	27%
No	7	64%
Desconozco	1	9%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 3.- Tiempo



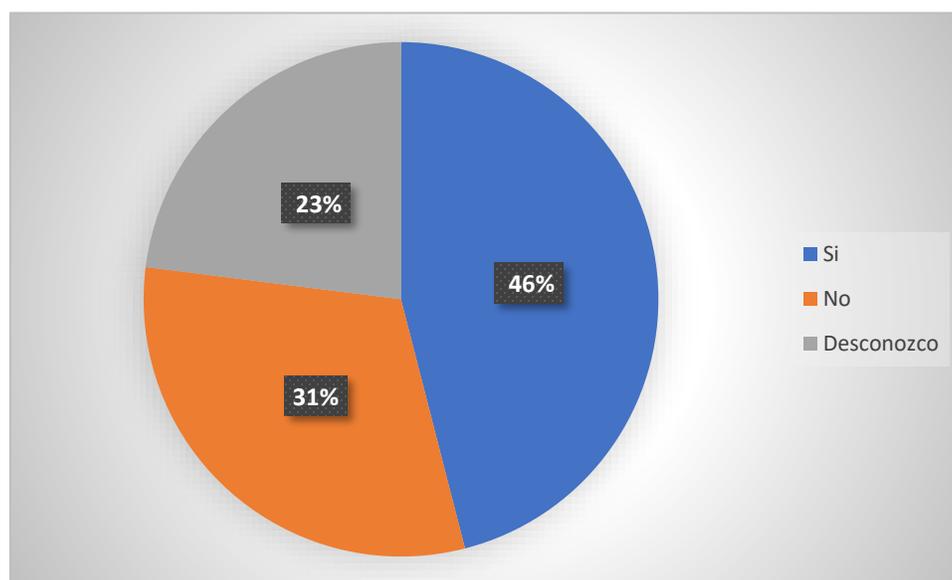
Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Para determinar las prácticas de higiene de la empresa la opción más ponderada fue no (64%).

¿Es indispensable para usted, las normas de higiene para prevenir enfermedades?**Tabla N.- 4 Normas de higiene**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	46%
No	4	31%
Desconozco	3	23%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 4.- Normas de higiene

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Importancia de las normas de higiene opción más ponderada sí (46%).

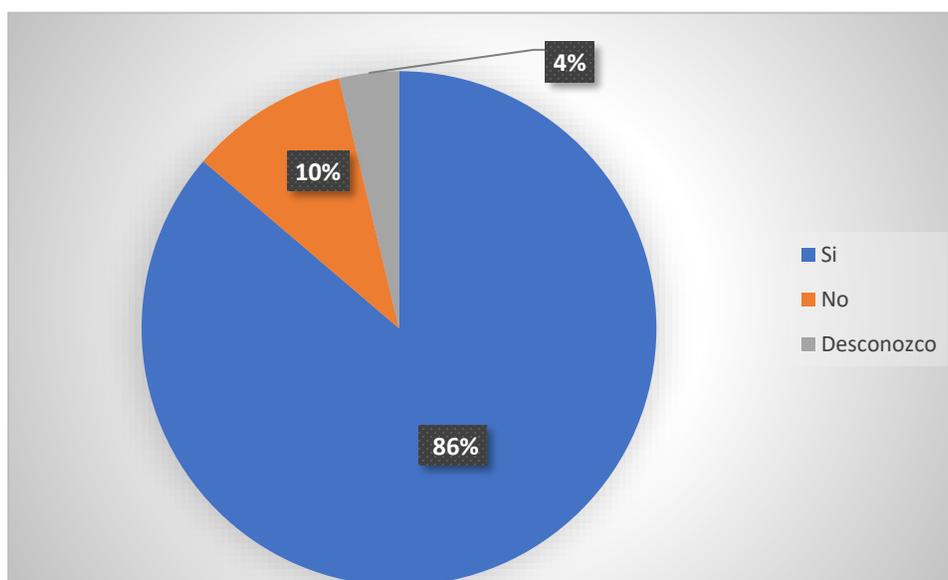
¿Tiene conocimiento de los factores de riesgo a los que se podría ver expuesto durante sus actividades?

Tabla N.- 5 Factores de Riesgo

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	69%
No	1	8%
Desconozco	2	3%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 5.- Factores de Riesgo



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Exposición de los factores de riesgo la opción más ponderada fue sí (69%).

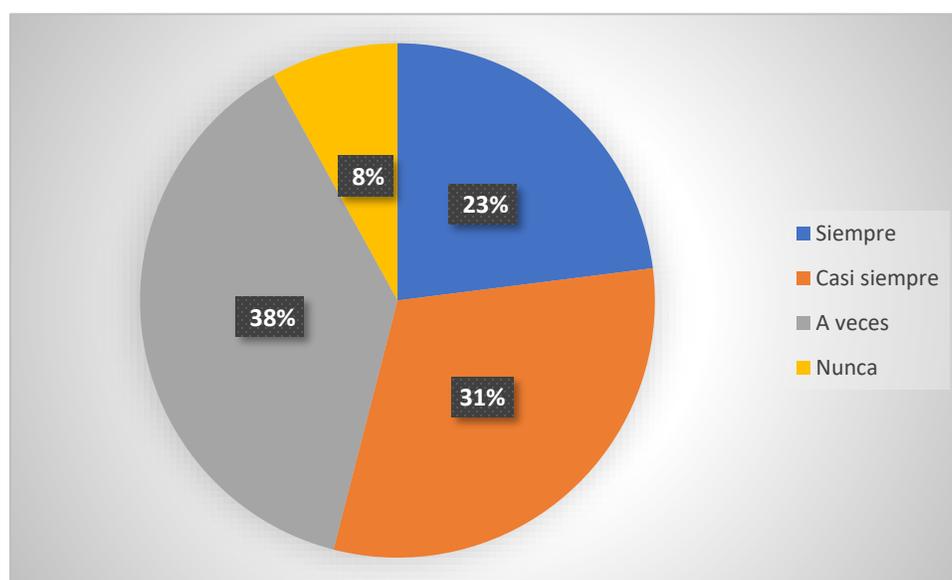
Con que frecuencia. ¿Sus superiores, obligan el uso de EPIS?

Tabla N.- 6 Uso de EPIS

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	3	23%
Casi siempre	4	31%
A veces	5	38%
Nunca	1	8%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 6.- Uso de EPIS



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

En cuanto a la obligación del uso de EPIS la opción más ponderada fue “a veces”(38%).

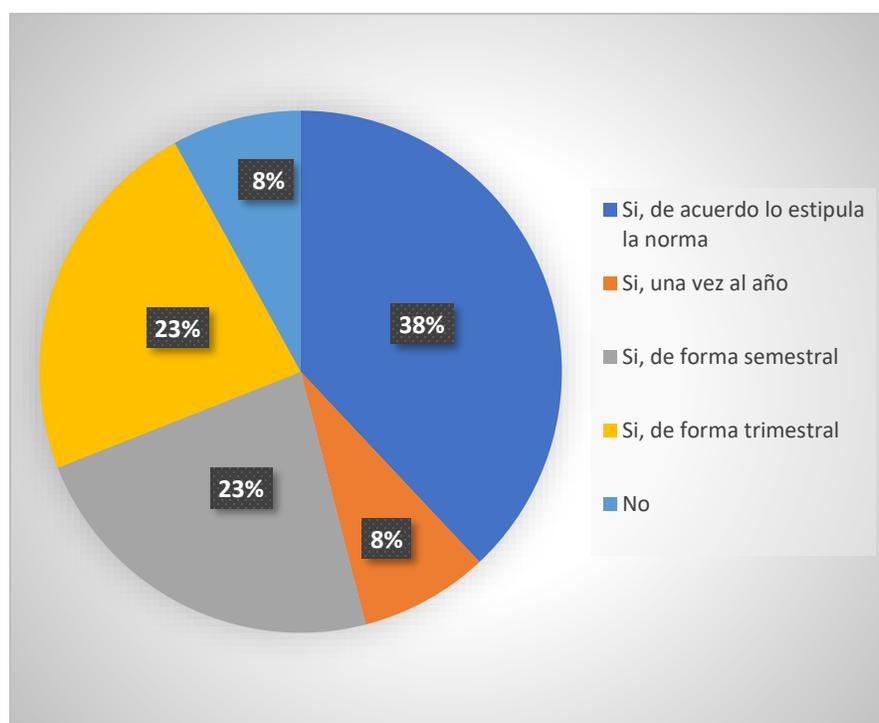
¿Existen cambios o renovación de EPIS?

Tabla N.- 7 Renovación de EPIS

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si, de acuerdo lo estipula la norma	5	38%
Si, una vez al año	1	8%
Si, de forma semestral	3	23%
Si, de forma trimestral	3	23%
No	1	8%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 7.- Renovación de EPIS



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

En cuanto a la renovación de EPIS la opción más ponderada fue “sí” (38%).

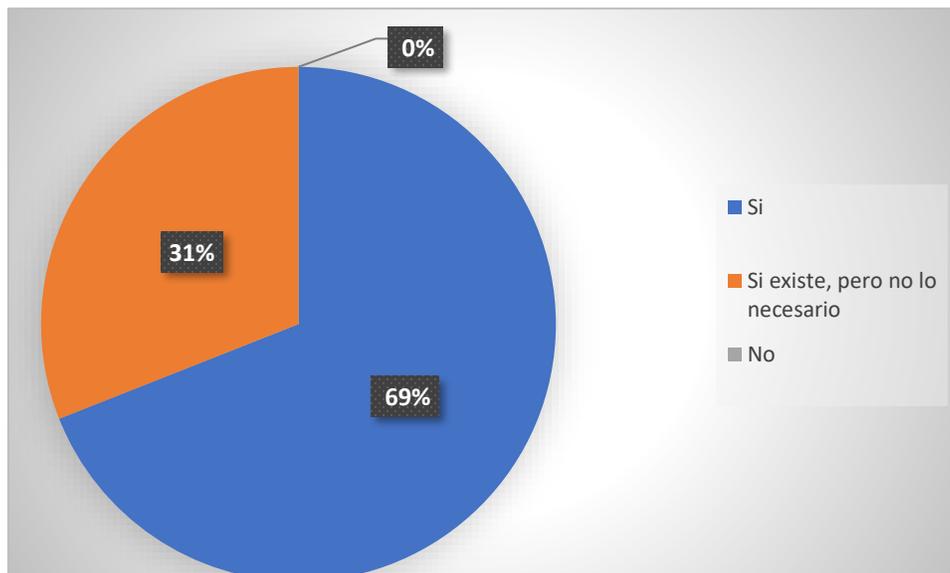
¿Existe falta de señalización en su lugar de trabajo?

Tabla N.- 8 Señalización

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	69%
Si existe, pero no lo necesario	4	31%
No	0	0%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 8.- Señalización



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Para la falta de señalización en el lugar de trabajo fue una opción si como (69%).

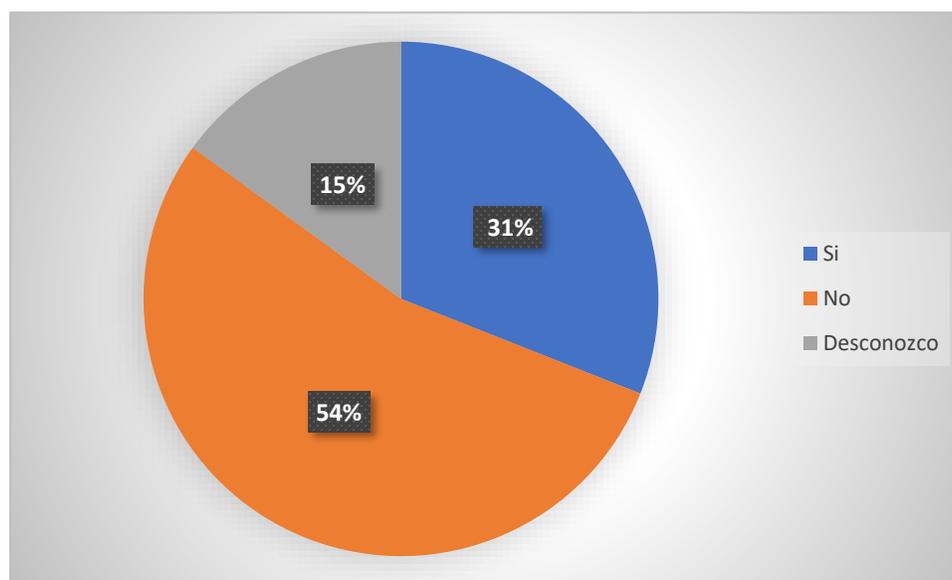
¿Existen espacios de orden y limpieza?

Tabla N.- 9. Espacios de orden y limpieza

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	31%
No	7	54%
Desconozco	2	15%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 9.- Espacios de orden y limpieza



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Sí existe orden y limpieza en los lugares de trabajo la opción más ponderada fue no (54%).

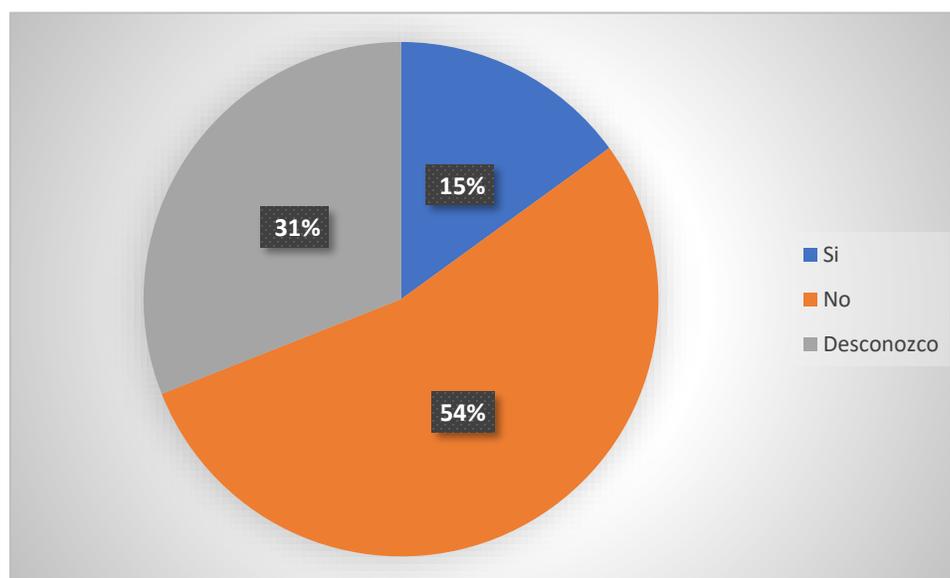
¿Conoce si existe un plan de riesgos laborales específico para el mantenimiento de las plantas de tratamiento?

Tabla N.- 10 Plan de Riesgos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	15%
No	7	54%
Desconozco	4	31%
Total	13	100%

Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Figura 10.- Plan de Riesgos



Nota: Datos obtenidos de la encuesta

Para la existencia de plan de riesgos laborales la opción más ponderada fue “no” (54%).

3.2. Análisis

Para la recopilación de datos de este estudio se utilizó como técnica a la encuesta; la misma que fue aplicada al personal de la Empresa Pública Municipal del Cantón Pedro Moncayo,

determinando una población de 13 trabajadores se determinó como muestra el total de la población por ser finita y manejable.

Tal es el caso que, se aplicó un instrumento de 10 preguntas cerradas de las cuales se logró obtener información de gran importancia y relevancia para el posterior desarrollo del plan de intervención. Es por ello que en relación al tiempo que se demora el período de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff, se pudo determinar que este mantenimiento demora todo el día, es decir el 100% de las horas laborales de sus trabajadores; y por otro lado, también se pudo identificar que no existe un protocolo de mantenimiento para el desarrollo de actividades, lo que es un aspecto de relevancia, puesto que al no existir este protocolo, los trabajadores están expuesto a mayor cantidad de factores de riesgo que pueden afectar incluso al bienestar físico, y lo que posiblemente puede ser la causa de accidentes e incidentes durante el mantenimiento de la planta de tratamiento.

De igual forma el hecho de los trabajadores que tienen una deficiente práctica de higiene y además de la falta de protocolos de aseo por parte de la empresa, o a su vez existe desconocimiento por parte de los trabajadores, lo cuál debería ser tomado en cuenta para el desarrollo de posteriores de estrategias de mejora.

Otro aspecto, que fue evidente dentro de la obtención de datos, fue el hecho de que los superiores no tienen un constante control sobre el uso de equipos de protección personal, esto debido que fueron los jóvenes trabajadores quienes manifestaron que la supervisión no se percata del uso de EPP y además no tienen un control consecutivo. Por otra parte, los trabajadores manifiestan que la señalética no les ayuda, debido a que no está distribuida adecuadamente. Los trabajadores no conocen acerca de los protocolos que ha establecido la empresa en cuanto a medidas de seguridad.

3.3. Plan de Intervención

En base a los resultados obtenidos con anterioridad es imperativo delimitar cuales son las actividades para realizar y, por ende, quien o bajo que normativa. Esto permitirá estructurar los

estándares que cada actividad preventiva, así como proporcionar tiempos idóneos para la resolución de problemas, detalles y características del proceso. A continuación, se muestra una sistematización de todo el proceso de mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff que se realiza en la EP EMASA PM.

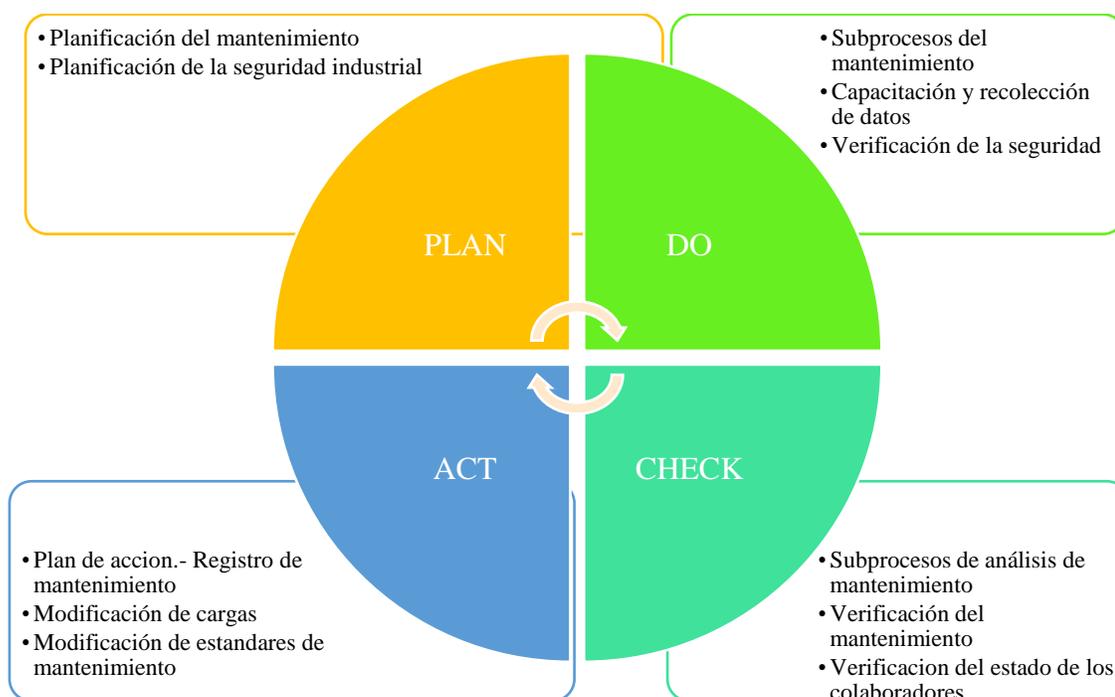
Los problemas en el proceso de mantenimiento industrial se ven reflejados en el área seguridad, puesto que como se evidenció; existen graves particularidades en el desarrollo de los procedimientos: No existe un protocolo, prácticas inadecuadas de higiene, factores de riesgo elevados, existe señalética en mal estado, no existen lugares para facilitar el orden y limpieza, y por último un plan de gestión de riesgos laborales. Todas estas particularidades deben ser abordados de manera que puedan ser subsanadas en su totalidad.

El proceso de manteniendo actual de las plantas de tratamiento contempla actividades de mantenimiento correctivo, gestión operativa y preventiva de manera que cada componente trabaje a su máxima capacidad.

3.3.1. Plan de medidas de control para operaciones de mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff EP EMASA PM

Cada proceso de mantenimiento que involucra a las plantas de tratamiento de aguas residuales consta de 3 subprocesos. Es debido a esto que se idealiza un sistema de retroalimentación que involucre un entendimiento mutuo entre las carencias y responsabilidades de los individuos que realizan tal mantenimiento, esto con miras en superar el actual déficit de seguridad. El modelo del proceso tendrá como principal característica la integración de la seguridad en el modelo actual de mantenimiento, para lo cual se integrará un módulo que precautele la seguridad de los involucrados, tal como se muestra a continuación.

Figura 11.- Revelamiento de los procesos e integración de seguridad



Elaborado por: Autor

Nota: Ciclo DEMING PDCA del proceso conjunto para el tratamiento de aguas residuales

3.3.2. Medidas de control para el plan de mantenimiento de la plata de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff.

En esta investigación, en primer lugar, se establecen los objetivos del modelo de mantenimiento PTAR.

1. Realizar un mantenimiento industrial de manera oportuna, segura y eficaz con el propósito de satisfacer las necesidades de la empresa, preservando la vida e integridad de los colaboradores.
2. Mantener la disponibilidad de los equipos por medio de paradas imprevistas sin comprometer el estado físico de los colaboradores.
3. Mantener la constante capacitación de los colaboradores
4. Evaluar periódicamente el sistema creado para detectar las posibles fallas, así como oportunidades de mejora.

Una vez establecidos los objetivos del mantenimiento industrial con miras en proteger la integridad de los trabajadores involucrados. Se procede a suplir el modelo Deming. En este se menciona que la parte fundamental del proceso radica en establecer una ruta de trabajo, el subproceso asociado al mismo, las características que el plan deberá contener para preservar la integridad. Por ende, es relevante replantear el proceso para incluir un proceso de mejora continua en las actividades y/o objetivos previamente descritos. La inclusión de nuevas entradas se ejecuta a través de un mecanismo de integración al subproceso de planificación, las mismas que se encuentran detalladas de la siguiente manera:

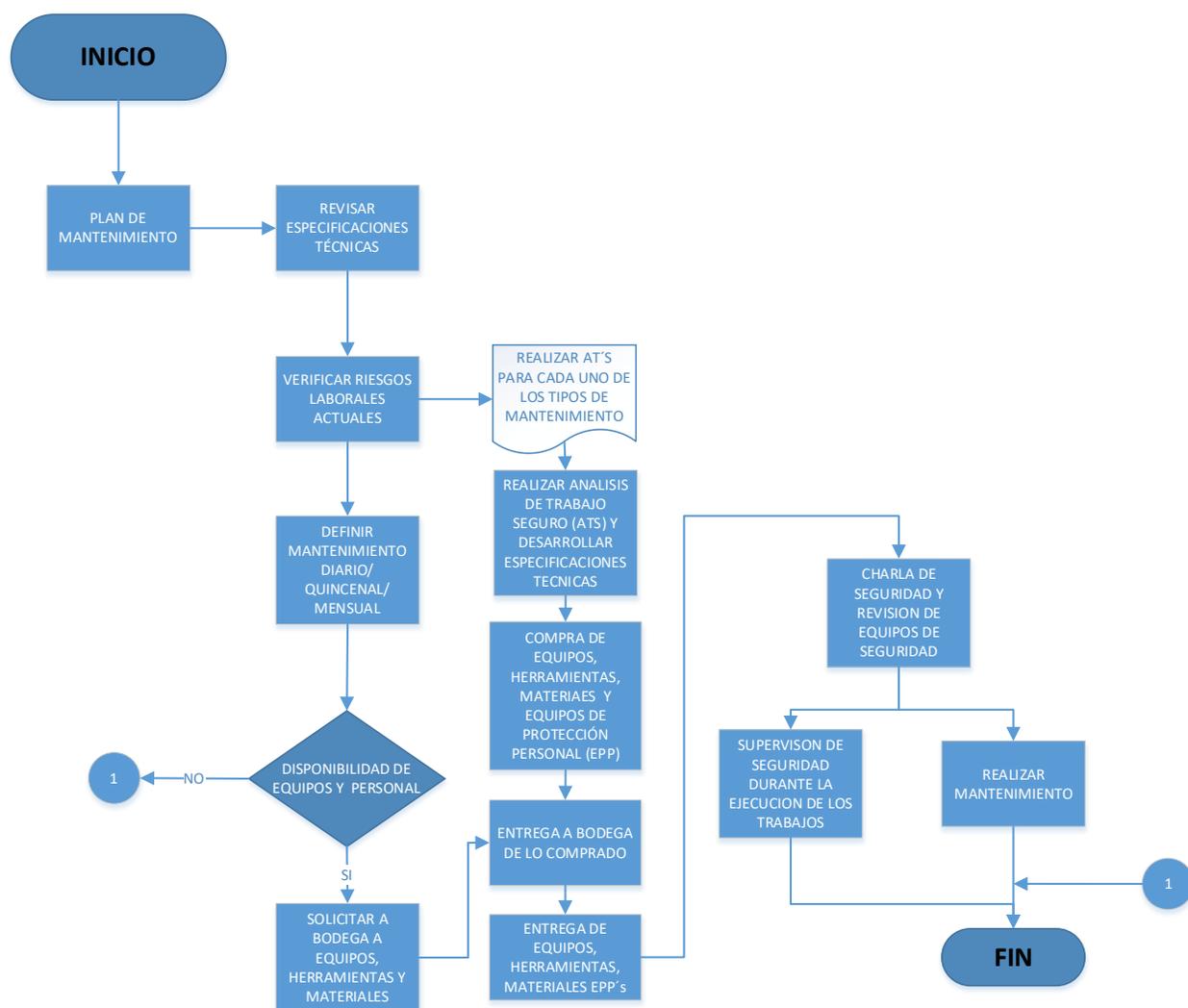
- La fiabilidad será el punto fuerte para el plan de mantenimiento
- Se ingresa la información del proceso general con cada una de las acotaciones del día
- Este proceso recibirá la retroalimentación del plan de acción
- Se adicionará el consumo de elementos varios al sistema actual
- Todo el ciclo tendrá una duración de un año. Al terminar el año se evalúan los procesos, las fallas y éxitos para mejorar cada una de las falencias detectadas

Tabla N.- 11.- Subproceso de planificación del mantenimiento

Proceso	Mantenimiento y seguridad industrial
Subproceso	Planificación del mantenimiento
Responsable	Mantenimiento
Objetivo	Alinear el plan de mantenimiento actual con la seguridad industrial de la empresa
Indicador de gestión	Índice de cumplimiento del plan % del cumplimiento $\frac{\# \text{ de mantenimientos ejecutados}}{\# \text{ de mantenimientos planificados}} * 100$
Meta	80%
Limite Inicial	Recepción de las actividades a realizar
Limite final	Emisión de los resultados
Recursos	Recursos humanos, EPP, maquinaria y herramienta
Tiempo	Ciclo: 1 Año, Actividades; 30 días

Nota: Las actividades descritas con anterioridad se entablan como fundamentales en el alcance de los objetivos.

Figura 13. Replanteo del subproceso de planificación del mantenimiento



Nota: Se enlistan las actividades a ser resueltas antes de proceder con el respectivo mantenimiento y valoración de los colaboradores.

Tabla N.- 12.- Tiempos reformados de ejecución para la planificación y ejecución del mantenimiento

#	Actividad	Tiempo	Ciclo
1	Planificar tareas de mantenimiento	4 días	1 año
2	Revisar fallas anteriores	2 días	Cada 3 días
3	Elaborará las tareas de mantenimiento	6 días	Cada semana
4	Orienta las actividades de acuerdo con las habilidades de los colaboradores	3 días	3 meses
5	Elaborar un seguimiento de los involucrados	1 día	3 meses
6	Reportar el avance del plan para posteriores revisiones	1 día	Cada 3 días
7	Entregar los resultados al área de contabilidad y recursos humanos	1 días	Cada 3 días
8	Revisión e identificación de oportunidades de mejora	1 día	Cada 3 días

Nota: Los tiempos han sido ajustados en base a el enfoque inicial del proceso

3.3.3. Introducción de la metodología DEMING (PHVA)

1. PLAN (Planificar)

En la fase anterior se describió esta fase

2. DO (Hacer)

En este punto se realiza las actividades de los subprocesos del mantenimiento preventivo de las plantas de tratamiento. Los procesos deberán ser documentados en base a las actividades y el ATS definido, ya que si n se cumple con las medidas establecidas se pueden provocar afectaciones a los colaboradores. Al ser una planta de tratamiento de aguas residuales es importante priorizar las medidas de prevención a los riesgos químicos y biológicos.

3. CHECK (revisar)

En este punto de la implementación se evalúan los resultados de toda la gestión, desde la efectividad de todas las tareas de mantenimiento incluyendo la seguridad y salud de los trabajadores. Por ende, es trascendental delimitar bajo que características los colaboradores serán protegidos. Es importante indicar que en esta fase se identificaran todas las oportunidades de mejora al proceso y/o las acciones correctivas planteadas.

4. ACT (actuó para corregir)

Como parte final del proceso DEMING es necesario interpretar un plan de acción que permita aplicar las oportunidades de mejora identificadas en el paso anterior. En este punto es mejora y optimiza la gestión de manera integral. Cabe recalcar que como el objetivo primordial del sistema es garantizar que las PTAR se mantengan operativas y que el personal que participa de las actividades de mantenimiento no sufra ningún accidente o se enferme por motivo de realizar su trabajo.

A continuación, se enlistan los indicadores a ser medidos y/o valorados. Estos indicadores muestran el desarrollo global del procedimiento planteado sin menoscabar el aporte del personal que los realiza.

Tabla N.- 13.- Indicadores planteados en para el proceso de mantenimiento industrial

Indicador	Descripción	Metas
Tiempo medio entre fallos	Fiabilidad: (horas) Tiempo promedio (horas) de buen funcionamiento	1 año
Tiempo medio entre reparaciones	Mantenibilidad: (horas) Tiempo promedio que se requiere para después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento	2 días
Disponibilidad	Disponibilidad: (%) Es la probabilidad, en el tiempo de asegurar un servicio requerido.	99%
Ausentismo Laboral	Ausencia de los colaboradores debido a enfermedades ocupacionales	0%

Nota: Los valores para las metas disponen de un estudio previo por los que es necesario orientarlos hacia el enfoque y estado de las maquinarias y equipos.

Los indicadores mayormente importantes corresponden al ausentismo laboral, así como la fiabilidad de las máquinas. Es debido a eso que es de suma importancia trabajar bajo los indicadores de tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallo.

Un elevado tiempo entre fallo muestra que no se están planificando, esto está relacionado con una disminución de novedades por mantenimiento correctivo. Además, se verá reflejado directamente en un aumento del volumen de producción. No obstante, la idea fundamental es verificar que los colaboradores no se vean afectados por la ejecución de su trabajo.

A continuación, se indican las actividades que son de suma importancia en el análisis y verificación de la salud y seguridad de los colaboradores.

Tabla N.- 14.- Plan de acción para los colaboradores (exigencias)

Factores de riesgo	Acciones por realizar	Porcentaje de exposición	Objetivo	Actividades	Herramientas, metodologías y recursos	Temporalidad de intervención y aplicación	Presupuesto	Responsables	Medios de verificación
Participación / Supervisión (PS) Carga de Trabajo (CT)	Disminuir el riesgo y la exposición de los colaboradores hacia las sustancias remanentes de la planta de tratamiento. Establecer políticas que precautelen la integridad física, moral e intelectual de los recursos humanos de la empresa	50% De exposición El porcentaje mínimo de exposición del colaborador deberá limitarse a una única exposición en un tiempo determinado. La carga de trabajo deberá estar limitada a las capacidades de los involucrados. El plan de acción deberá suprimir las falencias documentadas	Disminuir del 50% al 30%	Difundir entre colaboradores la necesidad de reconocer los peligros y riesgos de los que puedan ser objetivo al momento de la realizar las tareas de mantenimiento.	Talleres Conversatorios Charlas que se realizaran via online, A traves de la utilizacion de plataformas Digitales (Zoom,Teams)	Inmediato	A determinar	Unidad de Talento Humano	Actas de Reunión
			Decrementar el ausentismo laboral y enfermedades ocupacionales de todos los colaboradores responsables del mantenimiento	Asignar una persona responsable para la valoracion de las afecciones existen asi como proporcionar un seguimiento a las evidenciadas en recientes ocasiones.	Asignacion de una persona de talento humano para tal valoración	Periodicas Mensual	A determinar	Unidad de Talento Humano	Actas de verificacion
				Brindar un sistema de ayuda a los involucrados con el propósito de eliminar las afecciones	Revisones médicas constantes	Periodicas Cada 3 meses	A determinar	Médico Diagnsta Externo	Informes Medicos
				Brindar activiades en tiempo y forma para cada uno de los involucrados deacuerdo a sus capacidades y limitaciones	Analisis detallado de las aptitudes de los colaboradores mediante un registro aducado de los colaboradpores	Inmediato	N/A	Unidad de Talento Humano	Actas de verificacion

Tabla N.- 15.- Plan de acción para los colaboradores (riesgos mecánicos)

Factores de riesgo	Acciones por realizar	Porcentaje de exposición	Objetivo	Actividades	Herramientas, metodologías y recursos	Temporalidad de intervención y aplicación	Presupuesto	Responsables	Medios de verificación
Riesgos mecánicos	Disminuir el riesgo mecánico hacia los colaboradores	66% del tiempo Disminuir la exposición ante los riesgos mecánicos Eliminar el riesgo por mal usansa de EPP	Pasar de 66% a 55% del tiempo Disminuir la exposicion a riesgos mecánicos por parte de los colaboradores	Insentivar el uso adecuado de EPP durante todo el proceso.	Charlas Talleres Conversatorios	Semestrales	\$ 200.00	Área de Administración	Actas de Reunión
				Establecer buenas practicas de higiene en los colaboradores	Charlas Talleres Conversatorios Trípticos	Inmediato	A determinar	Área de Talento Humano	Actas de Reunión
				Proporcinar a los colaboradores de las herramientas necesarias para realizar sus labores	Reemplazo de las herramientas e instrumentos mediante un inventario.	Periódicas	\$ 2000.00	Área de Administración	Investario de equipos
				Establecer una política de higiene en toda la empresa	Correos semanales Señaletica en cada espacio	Inmediato	A determinar	Área de Talento Humano	N/A

Tabla N.- 16.- Plan de acción para los colaboradores (accidentes laborales)

Factores de riesgo	Acciones por realizar	Porcentaje	Objetivo	Actividades	Herramientas, metodologías y recursos	Temporalidad de intervención y aplicación	Presupuesto	Responsables	Medios de verificación
Riesgos por accidentes laborales	Disminuir el riesgo de accidentes laborales	40% del tiempo Disminuir la exposición antes los riesgos laborales Eliminar el riesgo por inexistencia de señalética de seguridad	Disminuir del 40% al 20% del tiempo Disminuir la exposición a riesgos laborales mediante un enfoque basado en seguridad industrial	Incrementar la adecuación e infraestructura de señalética .	Señalética	Inmediato	\$ 3000.00	Área de Seguridad Área de Administración	Actas de Reunión
				Instruir en conceptos básicos a los colaboradores	Charlas Talleres Conversatorios	Anual	A determinar	Área de Talento Humano	Actas de Reunión
				Proporcionar a los colaboradores de las herramientas necesarias para subsanar algún problema que pueda ocurrir (botiquín)	Reemplazo de las herramientas e instrumentos mediante un inventario.	Periódicas (cada semana)	\$ 50.00	Área de Talento Humano	Investario de equipos
				Detallar y establecer documentación referente a accidentes laborales	Documentar las actividades que provocaron actos no características en la empresa.	Inmediato	N/A	Área de Talento Humano	Infomes técnicos

3.4. Matriz de riesgo laboral 3x3

En esta matriz la Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles, podremos analizar y evaluar el nivel de resultados previsibles, nivel de posibilidad de ocurrencia del daño, nivel de exposición y posteriormente la valorización del riesgo:

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, en el proceso de mantenimiento exigen que los trabajadores sean dinámicos, multi funcionales, dedicados, por tal razón, es imposible relacionar una persona determinada a un puesto de trabajo específico. Por lo anteriormente mencionado se ha alcanzado un promedio, producto del resultado de las encuestas realizadas a los trabajadores, también se ha relacionado a una matriz de 3x3, prevaleciendo siempre el criterio del trabajador.

3.4.1. Nivel de Probabilidad (NP)

Se debe tomar en consideración el nivel de carencia detectado y así mismo se debe considerar si las medidas de control son adecuadas según la escala.

3.4.2. Nivel de las consecuencias Previsible (NC)

Se debe considerar las afectaciones del daño según la matriz.

3.4.3. Nivel de exposición (NE)

El nivel de exposición es una característica sobre la frecuencia con la que se da la exposición al riesgo. Regularmente viene dado por el tiempo de permanencia en áreas de trabajo.

Nivel del Riesgo (NR)

Se determina utilizando dos variables, la probabilidad con la consecuencia del daño, según la matriz.

3.4.4. Valoración del Riesgo (VR)

Se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo, utilizando el valor del riesgo obtenido y comparándolo con el valor tolerable, como se detalla a continuación:

Tabla N.- 17.- Matriz de riesgos

Valor VR=C*P	Riesgo	Leve	Moderado	Severo
Bajo		Trivial 4	Tolerable 5-8	Moderado 9-16
Medio		Tolerable 5-8	Moderado 9-16	Importante 17-24
Alto		Moderado 9-16	Importante 17-24	Intolerable 25-36

Se debe determinar que el tipo de método e investigación es de naturaleza aplicada porque depende de cómo se hace la estructura, características del método IPERC.

3.5. Desarrollo de la Metodología de IPERC (matriz 3x3) Ley 29783 y RM. 050 2013 TR

En esta investigación se realizó un diagnóstico situacional de la empresa, aplicando la herramienta del IPERC. Así mismo, en relación a la seguridad y salud en el trabajo, se refleja que los índices de accidentabilidad de la empresa tienen con un registro estadístico referente a la tasa de accidentabilidad de la gestión 2021.

3.6. Para el desarrollo de la variable independiente

La aplicación de la matriz 3x3 comenzó con la conformación del equipo de personas con la capacidad, competencias y la información para el desarrollo de la metodología. También los conceptos y definiciones en relación al desarrollo para la elaboración del IPERC se encuentra detallado en la parte introductoria de la presente investigación.

3.6.1. Las áreas operativas y actividades que desarrolla la Empresa

El proceso de mantenimiento tarda todo el día, durante las horas de alimentación es necesario fomentar prácticas adecuadas de higiene para evitar enfermedades; mal uso y la falta de mantenimiento de los equipos de protección personal, el contacto manual obliga al personal a

utilizar mascarillas, cascos, trajes impermeables y pueden romperse, falta de señalización y espacios de limpieza y orden, así como la falta de un plan de riesgos laborales específico para el mantenimiento de las plantas de tratamiento.

Proceso de mantenimiento y limpieza actual

Tabla N.- 18.- Proceso de mantenimiento y limpieza actual

Actividad	Materiales y equipos que usan	Frecuencia	Riesgo
Limpieza manual del separador de caudales	Pala cuadrada balde, carretilla, escoba	Quincenal	Alto
Limpieza de la rejilla	Pala cuadrada balde, rastrillo	Diaria	Alto
Limpieza manual del canal de criba	Pala cuadrada balde, carretilla	Semanal	Medio
Mantenimiento de la compuerta de ingreso VC-1, lubricación de tornillos sin fin	Grasa alimenticia	Semestral	Medio
Medición de niveles	Cinta métrica, barra, franela blanca	Trimestral	Medio
Remoción de natas y espumas	Cernidera de malla fina, balde, carretilla	Mensual	Alto
Extracción de lodos	Succionadora de lodos o bomba de 2HP, mangueras de presión, pala, carretilla	Anual	Medio
Limpieza cámaras de revisión	Pala, carretilla	Semanal	Medio
Limpieza del vertedero de salida	Malla, varilla, balde	Trimestral	Alto
Limpieza de cajas distribuidoras	Varilla, tubo de PVC, pico	Semestral	Medio
Desbroce	Azadón, pico, pala, carretilla	Mensual	Medio
Remover el lodo antiguo	Pala, sacos	Cuando haya alcanzado la deshidratación	Medio
Escarificar y acomodo superficial de lodos	Rastrillo y pala	Semanal	Medio
Reemplazo de arena perdida	Arena	Cada seis meses	Medio
Desbroce maleza y limpieza general	Azadón, moto guadaña, pala, carretilla, machete	Trimestral	Medio
Medición de parámetros in situ	Equipo multiparamétrico, balde 20l, jarra graduada 2l	Mensual	Alto
Medición de niveles Fosa Séptica	Cinta métrica, flexómetro, franela blanca, barra	Trimestral	Alto
Medición de niveles pozos de Infiltración	Cinta métrica, varilla, pico	Quincenal	Alto
Transporte de lodos primarios	Carretilla, balde, cal hidratada tipo N	Semanal	Medio
Transporte de lodos secundarios	Bomba 2 HP, carretilla, sogas, baldes, cal hidratada	Anual	Alto
Acomodo superficial de lodos en el lecho	Pala cuadrada, rastrillo	Semanal	Medio

Nota: Se enlistan las actividades de mantenimiento con el respectivo nivel de riesgo que tienen durante su ejecución.

El resultado obtenido en la tabla 18 se han relacionado con las puntuaciones indicadas en la tabla 17, los mismos que indican el nivel de exposición de riesgos laborales, donde se analiza y se observa que la inseguridad y la doble presencia son los factores más críticos en los trabajadores del área de mantenimiento.

A continuación, en la tabla 19 se detalla la relación de los resultados obtenidos en el cuestionario con la estimación de los riesgos psicosociales de la matriz de 3x3.

Tabla N.- 19.- Relación de los resultados obtenidos

RELACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CUESTIONARIO CON LA ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS PSICOSOCIALES EN LA MATRIZ 3x3	
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Nota: Riesgos laborales establecidos por color y numeración elaborado por el autor.

Tabla N.- 20.- Matriz de riesgos 3x3

	Peligro identificativo	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					
		B	M	A	LD	D	ED	TV	TOL	MOD	IMP	INT	
M e c á n i c o s	Caida de personas a distinto nivel			2			2						
	Caida de personas al mismo nivel			3			2						
	Caida de objetos por desplome o derrumbamiento		2				2						
	Caida de objetos en manipulación			3			2						
	Caida de objetos desprendidos												
	Pisada sobre objetos												
	Choque contra objetos inmóviles												
	Choque contra objetos móviles			3			2						
	Golpes/ cortes por objetos herramientas			3	1								
	Proyección proyectiles y armas cortopunzantes												
	Atrapamiento por o entre objetos			3			2						
	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos												
	Contactos eléctricos directos												
Contactos eléctricos indirectos													
Atropello o golpes por vehículos			3			2							
F i s i c o s	Exposición a temperaturas ambientales extremas (calor y frío)		2				2						
	Contactos térmicos			3	1								
	Ruido												
	Vibraciones			3			2						
	Estrés Térmico												
	Exposición a radiaciones ionizantes												
	Exposición a radiaciones no ionizantes												
	Iluminación			3			2						
	Explosiones												
	Incendios: Factores de Inicio												
Incendios: Propagación													
Incendios: Medios de Lucha													
Q u i m i c o s	Exposición a gases y vapores			3			3						
	Exposición a aerosoles sólidos			3	1								
	Exposición a aerosoles líquidos												
	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas		2				1						
	Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		2				2						
B i o l o g i c o s	Exposición a virus			3			3						
	Exposición a bacterias			3			3						
	Exposición a parásitos		2				2						
	Exposición a hongos			3			2						
	Exposición a derivados orgánicos		2				2						
	Exposición a insectos		2				2						
	Exposición a vectores		2				2						
E r g o n o m i c o s	Dimensiones del puesto de trabajo												
	Sobre esfuerzo físico / Sobre tensión												
	Sobrecarga		2				2						
	Posturas forzadas		2				2						
	Movimientos repetitivos		2				2						
	Organización del trabajo												
	Distribución del trabajo												
	Operadores de PVD's		2				2						
Manipulación manual de cargas													
P s i c o s o c i a l e s	Carga mental		1				1						
	Inseguridad		1				1						
	Desarraigo familiar		2				2						
	Trabajo nocturno		1				1						
	Turnos rotativos		1				1						
	Contenido del trabajo		1				1						
	Definición del rol		1				1						
	Supervisión y participación		2				1						
	Trabajo monótono		1				1						
	Autonomía		1				1						
Interés por el trabajo		1				1							
Relaciones personales			1			1							

Nota: Matriz 3x3 de identificación y evaluación de riesgos para cada uno de los procesos

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

4.1. Conclusiones

- La gestión por los procesos permite tener una visión sistemática de los aspectos más importantes de una organización. En el presente trabajo es imperativo definir bajo qué características los colaboradores desempeñan sus actividades de mantenimiento. Es por tal motivo que en base a la recopilación de información y una serie de premisas se pudo identificar que actualmente los trabajadores atraviesan por una serie de situaciones problemáticas que aquejan y reducen las aptitudes de los implicados.
- El personal operativo de la institución se encuentra expuesto a un conjunto de riesgos debido a su trabajo (riesgos físicos, mecánicos, químicos y biológicos). Las principales causas son; practicas inadecuadas de higiene, uso no conforme con la normativa de los equipos de protección, insuficiente o casi nula capacitación en temas de prevención de riesgos, también es deficiente la señalética existente y por último la falta de un plan de prevención de riesgos.
- El plan de medidas de control fue efectuado de tal forma que permita la realización de los procesos de mantenimiento de las plantas PTAR en un ritmo constante y acorde con lo que la empresa tiene planificado.
- Por lo expuesto, se ha demostrado la relación que existe los riesgos hacia los colaboradores y cumplimiento del plan mantenimiento, por lo cual se espera que el modelo de plan industrial basado en el proceso mismo genere un efecto positivo en los indicadores de seguridad actuales y por ende, la calidad del servicio que ofrece la empresa en cuestión.
- Luego de la evaluación de riesgos en cuestión de mantenimiento, se han evidenciado factores de riesgo, mismos que se detallan en la matriz de riesgo 3x3. Muchos de ellos se repiten en todos los procesos razón por la cual se darán recomendaciones generales que deberán ser incluidas dentro de los planes de control para su posterior seguimiento. Entre los parámetros con mayor riesgo se encuentran los mecánicos y los químicos, ya que hay gran probabilidad de verse afectado por las caídas al mismo nivel, tropiezo con objetos,

golpes pueden minimizarse al considerar la organización y diseño de los espacios y ubicación de máquinas de trabajo, deben tomar en cuenta las características y exigencias del propio puesto de trabajo, además se evidenció la presencia de gases perjudiciales para la salud a largo plazo.

4.2.Recomendaciones

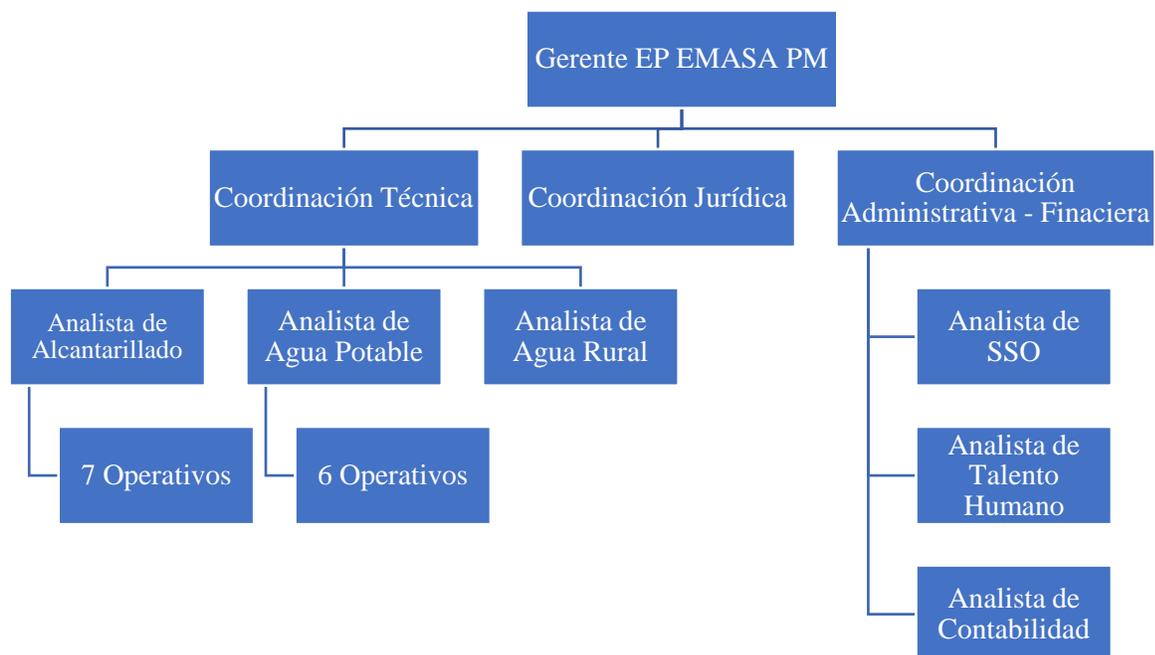
- Para futuras aproximaciones es importante un seguimiento de las metas propuestas en el plan con el objetivo de precautelar la integridad física de los trabajadores de la empresa EP EMASA PM
- Los datos que se obtienen por parte de los involucrados deben estar completamente actualizado; con el objetivo de conocer los aspectos que intervienen en el desarrollo de las actividades de la empresa. Se recomienda capacitar y concienciar al personal responsable de la importancia de manejar adecuadamente las circunstancias originadas.
- La organización dispone de una gran variedad de herramientas; se recomienda que cada acción tomada por parte del área administrativa con relación al personal de mantenimiento esté asociada los indicadores planteados, con el objetivo de mejorar el desempeño de los colaboradores.
- El siguiente paso que se puede dar a este estudio es la implementación de un proceso verificación de mantenimiento en gestión de activos. En caso particular se recomienda la aplicación de la norma UNE EN 16646.
- La construcción de una caseta de limpieza para los trabajadores que se encuentren en campo

Referencias Bibliográficas:

- Aguay, R. A. (2016). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario, Con El Sistema De Tratamiento “Imhoff” De Aguas Residuales Para La Parroquia San Luis De Pambil, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. Ambato: Universidad Técnica De Ambato. Recuperado el 2021, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23305/1/Tesis%201017%20-%20Aguay%20Rosillo%2C%20Alex%20Gabriel.pdf>
- Asepeyo, H. (2020). *Nueva versión del software FPSICO 3.1 INSHT*. Bogota. Obtenido de <https://prevencion.asepeyo.es/nueva-version-del-software-fpsico-3-1-insht/>
- Asociación Española de Normalización. (2001). *Principios Ergonómicos relativos a la Carga de Trabajo Mental*. Madrid : Aenor.
- Bertrán , M. (2016). *Evaluación y gestión de riesgos psicosociales en los docentes universitarios y su impacto en el rendimiento laboral*. Madrid: REILY. Obtenido de <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/visionempresarial/article/view/358>
- Bonilla , L., Plaza, D., & Riaño, C. (2014). Teletrabajo y su Relación con la Seguridad y Salud en el Trabajo. *Ciencia & trabajo*, 38-42. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492014000100007>
- CES. (2020). *Normativa transitoria para el desarrollo de actividades académicas en las Instituciones de Educación Superior, debido al estado de excepción decretado por la emergencia sanitaria ocasionada por la pandemia de COVID-19*. CES.
- CES. (2020). *RPC-SO-037-No.265-20 tZ*. Lima: CES.
- Chávez , C., & Haydeé, C. (2015). *La Formación del Docente Universitario*. Obtenido de http://www.ecorfan.org/proceedings/CDU_II/CDUII_12.pdf

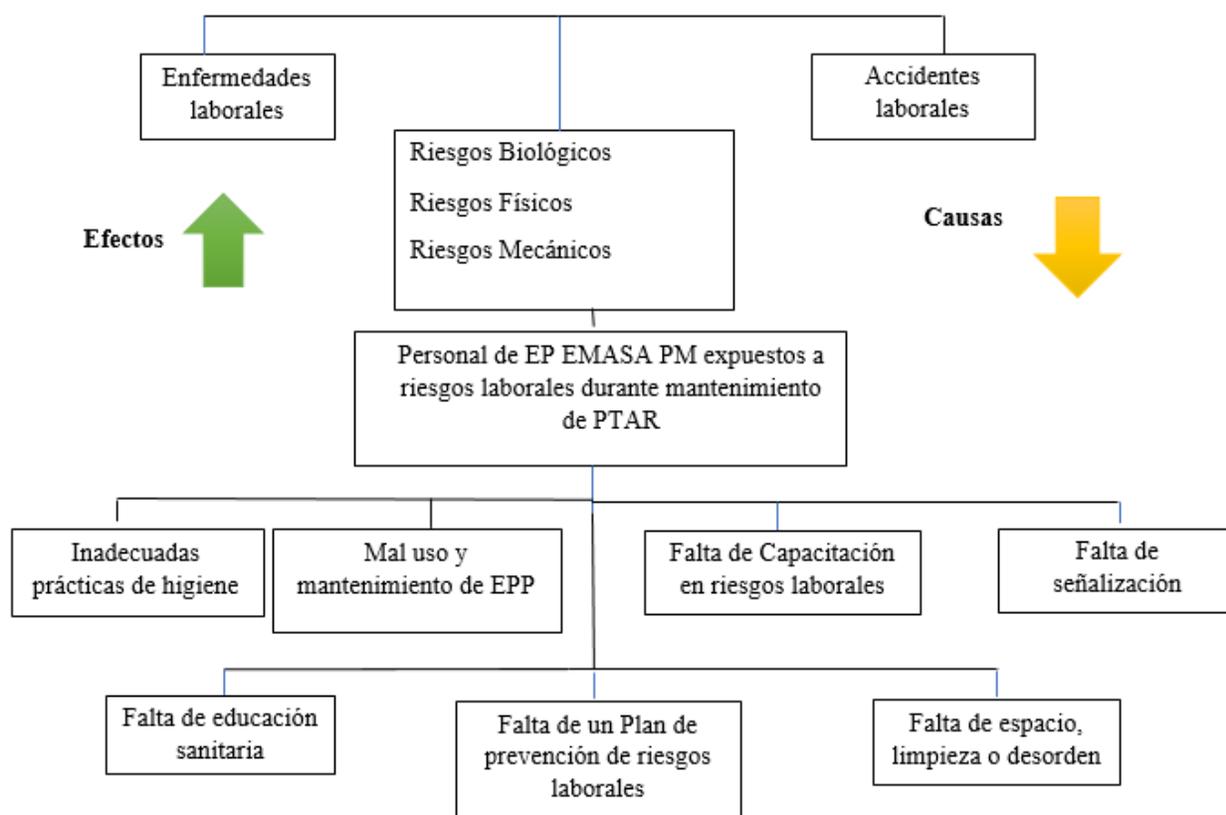
- Comunidad Andina de Naciones. (2020). *RESOLUCION 957*. Buenos Aires . Obtenido de <http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/DocOf/RESO957.pdf>
- Domínguez, C., & Gutierrez, G. (2009). Prevalencia del síndrome del burnout y su correlación con factores psicosociales en docentes de una institución universitaria privada de la ciudad de Barranquilla. *Psicogente*, 142-157.
- Isotools. (2012). *Plataforma Tecnológica para la Gestión de la Excelencia*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/09/10/riesgo-laboral-definicion-y-conceptos-basicos/>
- Marcelo, V. S. (2017). *Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales ubillus*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18963/1/CD-8360.pdf>
- Rengifo, J. (2015). *Riesgo laboral y la norma OHSAS 18001*. Isotools. Recuperado el 2021, de <https://www.isotools.org/2015/09/10/riesgo-laboral-definicion-y-conceptos-basicos/>
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R., & Zurbrügg, C. (2020). *Gestión de agua y saneamiento. Tanque IMhoff*. Sswm. Recuperado el 2021, de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/tanque-imhoff>
- Uisek. (2016). *Manual De Operación, Mantenimiento Y Limpieza Ptar*. Uisek. Recuperado el 2021, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2889/1/Anexo%209%20Tesis%20Nidia%20D%C3%ADaz.pdf>

Anexo 1

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL DE EP EMASA PM

Anexo 2

Árbol de problemas



Anexo 3

ENCUESTA

1. **¿Cuál es el tiempo que se demora el periodo de mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo Imhoff?**
 - Todo el día
 - Medio día
 - Unas horas de la jornada
2. **¿Existe un protocolo de mantenimiento para el desarrollo de actividades?**
 - Si
 - No
 - Desconozco
3. **¿Conoce si existen prácticas de higiene propias de la Empresa Pública Municipal del Cantón Pedro Moncayo?**
 - Si
 - No
 - Desconozco
4. **¿Es indispensable para usted, las normas de higiene para prevenir enfermedades?**
 - Si
 - No
 - Desconozco
5. **¿Tiene conocimiento de los factores de riesgo a los que se podría ver expuesto durante sus actividades?**
 - Si
 - No
 - Desconozco
6. **Con que frecuencia. ¿Sus superiores, obligan el uso de EPIS?**
 - Siempre
 - Casi siempre
 - A veces

- Nunca

7. ¿Existen cambios o renovación de EPIS?

- Si, de acuerdo lo estipula la norma
- Si, una vez al año
- Si, de forma semestral
- Si, de forma trimestral
- No

8. ¿Existe falta de señalización en su lugar de trabajo?

- Si
- Si existe, pero no lo necesario
- No

9. ¿Existen espacios de orden y limpieza?

- Si
- No
- Desconozco

10. ¿Conoce si existe un plan de riesgos laborales específico para el mantenimiento de las plantas de tratamiento?

- Si
- No
- Desconozco