



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**"PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA AL
SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA EL
CAMPAMENTO PIERINA DE LA COMPAÑÍA MINERA
BARRICK PERÚ 2022"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
ALBERTO LUIS HUAMANI VILCA**

ASESOR

MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS

LIMA – PERÚ, JUNIO 2022



DEDICATORIA

Este Trabajo de Suficiencia Profesional se lo dedico a mis padres Luis Huamani y Virginia Vilca e hijas Jade y Micaela, quienes son el soporte y la energía que alimenta la obtención de mis objetivos y los logros.





AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis compañeros de trabajo y profesores de la Universidad, ya que, sin el apoyo y la dedicación del tiempo no se habría terminado este proyecto.





INTRODUCCIÓN

En el mundo existen diversos sistemas de potabilización del agua, desde la obtención de manantiales de agua pura para el consumo hasta el proceso complejos como la desalinización del agua de mar, para poder determinar cuál será el proceso adecuado para la potabilización se deberá de caracterizar el líquido elemento y los costos económicos para procesar y así poder tener un agua limpia y apta para el consumo humano, en los pueblos más alejados de nuestra nación usan agua de manantiales y aguas de correntías como son los ríos o napas freáticas que al aflorar lo llaman puquios u ojos de agua.

Para la minería no es diferente la obtención del líquido elemento, puesto que es esencial para poder mantener su proceso de extracción del mineral, así como poder mantener a sus trabajadores que se establecen en el centro minero llamado campamentos.

El obtener el agua apta para el consumo humano es tan complejo o quizá de mayor magnitud que el de procesar mineral, ya que, el agua que se obtiene del subsuelo tiene cargas de metales u otros componentes como pueden ser pesticidas que se suelen usar en la agricultura, dentro de las características se debe de cumplir con requisitos que manda la ley de aguas y las autoridades que tiene como el ANA o ALA, sin impactar el uso histórico de las comunidades aledañas a la explotación minera.

En este trabajo se planificará e implantará una mejora al proceso ya existente desde el inicio de operaciones de la mina Pierina. Para obtener un agua de buena calidad y que cumpla las normativas legales para el consumo humano.





RESUMEN

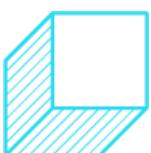
El sistema de potabilización de la mina Pierina consta de tratamiento de limpieza y neutralización por un medio químico como es el hipoclorito de sodio, el proceso consiste en llevar el agua del pozo subterráneo a un tanque de almacenamiento de 100 m³ de capacidad llamado tanque intermedio y desde allí transportarlo a través de una tubería de 1.5 Km de distancia a un tanque llamado tanque de agua fresca y contra incendios, desde este tanque se traspasa por gravedad al tanque de agua de potable con capacidad de 30 m³; en el transcurso de este traspase se adiciona el agente químico hipoclorito de sodio que cumple la función de eliminar todo microorganismo que pueda afectar la salud del consumidor.

Con el siguiente trabajo se va a sugerir una mejora en el proceso de potabilización y automatización, puesto que, la planta lleva más de 23 años operando sin que se hayan realizados cambios o mejoras en sí, desarrollando problemas propia de la obsolescencia de sus equipos y líneas de distribución.

En el desarrollo de la mejora se tuvo que caracterizar el agua de procedencia para poder tomar la decisión del mejor método que requiere el tratamiento en sí. Los filtros multimedia son equipos conformados por tres contenedores con distintos medios filtrantes constituidos por arenas y carbón, siendo este proceso el elegido por ser un proceso que no requiere la intervención de mano de obra cualificada y ser uno de los más económicos en el mercado.

La elaboración de un procedimiento para la operación y el entrenamiento del personal encargado del área operativo y mantenimiento, la compra de repuestos críticos para mantener el sistema operando todo el tiempo y realizar los mantenimientos programados, son abarcados en el desarrollo del proyecto.

Y por último la puesta en marcha del equipo que también es de suma importancia por las fallas que suelen ocurrir al momento de arrancar un proceso nuevo para luego optimizar y operar conforme al requerimiento de las áreas.





ABSTRACT

The Pierina mine purification system consists of cleaning and neutralization treatment by a chemical means such as sodium hypochlorite, the process consists of taking the water from the underground well to a storage tank of 100 m³ capacity called intermediate tank and from there transport it through a pipe 1.5 km away to a tank called a fresh water tank and against fires, from this tank it is transferred by gravity to the drinking water tank with a capacity of 30 m³; During this transfer, the chemical agent sodium hypochlorite is added, which fulfills the function of eliminating any microorganism that may affect the health of the consumer.

With the following work, an improvement in the purification and automation process is going to be suggested, since the plant has been operating for more than 23 years without changes or improvements, developing problems due to the obsolescence of its equipment and distribution lines

In the development of the improvement, the source water had to be characterized to make the decision of the best method that the treatment itself requires. The multimedia filters are equipment made up of three containers with different filtering media made up of sand and carbon, this process being the one chosen because it is a process that does not require the intervention of skilled labor and is one of the most economical in the market.

The elaboration of a procedure for the operation and training of the personnel in charge of the operational and maintenance area, the purchase of critical spare parts to keep the systems operating all the time and to carry out the scheduled maintenance, are covered in the development of the project.

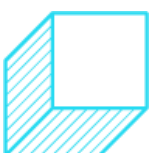
And finally, the start-up of the equipment, which is also of the utmost importance due to the failures that usually occur when starting a new process and then optimizing and operating according to the requirements of the areas.





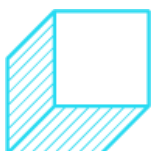
TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE IMÁGENES	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	3
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	4
1.3.1. Misión	4
1.3.2. Visión	4
1.3.3. Valores.....	4
1.3.4. Objetivos.....	6
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	6





1.5.	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	9
1.5.1.	Análisis de la matriz FODA	9
1.5.2.	Las estrategias de la matriz FODA	10
CAPÍTULO II.....		12
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....		12
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
2.1.1.	Atención en el tópico de la empresa	14
2.1.2.	Descripción del proceso.....	15
2.1.3.	Sistema de control del área	17
2.1.4.	Características del agua	17
2.1.5.	Determinar la causa del problema	20
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	25
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
2.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	25
2.4.1.	Objetivo general.....	25
2.4.2.	Objetivos específicos	25
CAPÍTULO III.....		27
DESARROLLO DEL PROYECTO.....		27
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	28
3.1.1.	Antecedente nacional de investigación.....	28
3.1.2.	Antecedente internacional de investigación	28





3.1.3.	Bases Teóricas	29
3.1.4.	Bases Normativas.....	31
3.2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	31
3.2.1.	Principio de funcionamiento	31
3.2.2.	Descripción del sistema	34
3.2.3.	Elaboración de procedimiento de operación.....	37
3.3.	COSTOS DEL PROYECTO.....	37
3.4.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	40
3.5.	CONCLUSIONES	42
3.6.	RECOMENDACIONES.....	43
CAPÍTULO IV	.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	44
CAPÍTULO V	.....	47
GLOSARIO DE TÉRMINOS	.....	47
CAPÍTULO VI	.....	49
ANEXOS	.....	49





ÍNDICE DE IMÁGENES

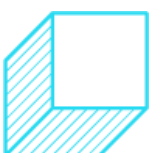
Imagen 1 Ubicación de la Mina Pierina	2
Imagen 2 Logo de la Empresa Barrick Perú	3
Imagen 3 Turbidez en el Suministro de Agua en el Campamento.....	14
Imagen 5 Vista de Sistema Scada.....	16
Imagen 6 Sistema de Cloración del Agua.....	32
Imagen 7 Funcionamiento del Filtro de Cuarzo	33





ÍNDICE DE TABLAS

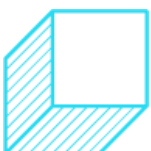
Tabla 1 Análisis de la Matriz FODA	10
Tabla 2 Cruce de la Matriz FODA y Estrategias	11
Tabla 3 Dolencias Presentada en el Tópico de Mina.....	15
Tabla 4 Metales Totales y Disueltos	18
Tabla 5 Ensayos Microbiológicos Pozo N°03	19
Tabla 6 Causa del Mal olor y Sabor del Agua.....	20
Tabla 7 Equipo de Evaluador.....	21
Tabla 8 Determinación de la Causa del Problema por Puntaje	24
Tabla 9 Costo de Inversión del Proyecto de Mejora	37
Tabla 10 Costo de Instalación del Sistema.....	38
Tabla 11 Diferencia de la Inversión en Dólares a Soles	38
Tabla 12 Gasto Mensual Antes del Proyecto.....	39
Tabla 13 Cálculo del Flujo de Caja y Retorno.....	39





ÍNDICE DE GRÁFICOS

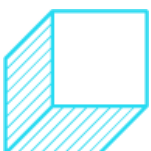
Gráfico 1 Organigrama de la Empresa de Estudio	7
Gráfico 2 Organigrama del Área Afectada a Mejorar	8
Gráfico 3 Diagrama Causa Efecto Mala Calidad del Agua	22
Gráfico 4 Diagrama de Flujo de Filtros Multimedia.....	36
Gráfico 5 Cronograma de Actividades del Proyecto.....	41

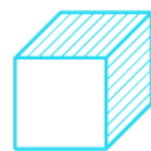




ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 LMP de Parámetros Químicos, Inorgánicos y Orgánicos	50
Anexo 2 Agua Categoría I (Población y Recreacional).....	54
Anexo 3 Procedimiento de Operación de la Planta	55





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA





1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Minera Barrick Perú S. A., es una empresa perteneciente a la corporación Barrick Gold de capitales Canadienses, inicia operaciones en el Perú en el año 1998 con la unidad minera Pierina. En el año 2005 inicia operaciones en la sierra de la Libertad en la provincia de Huamachuco con la unidad minera Lagunas Norte.

A la fecha ha realizado un proceso de adhesión, con este proceso ha cedido a la empresa Boro de capitales de singapurenses la unidad minera Lagunas Norte, quedándose solo con la operación de la Mina Pierina.

Esta unidad se encuentra en proceso de cierre por agotamiento del mineral, las principales plantas de producción se encuentran paradas y en proceso de desmontaje.

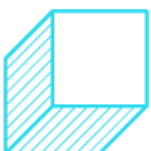
Imagen 1

Ubicación de la Mina Pierina



Fuente: (Google, 2022)¹

¹ La ubicación de la empresa que se muestra en el mapa es referencial de acuerdo con el mapa digital del portal de Google Maps.





1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

La empresa se dedica de forma exclusiva a la explotación de mineral metálico, en este caso es el Oro (Au) y la Plata (/Ag). En este periodo la empresa sólo cuenta con la unidad minera Pierina, la que en este momento se encuentra en un proceso de cierre definitivo, las operaciones sólo se realizan en las siguientes plantas:

- Lixiviación en pilas (Leach pad)
- Planta Merrill Crowe
- Planta de fundición.
- Planta de tratamiento de aguas ácidas (ARD)
- Planta de destrucción de cianuro.

Siendo estos procesos los más importante de la compañía en estos momentos y el proceso de cierre en sí, como son, el estabilizar los taludes en los botaderos de desmonte y en el propio tajo, así, como el desmantelamiento de plantas que ya no forman parte de la operación.

Además, la compañía cuenta con las siguientes certificaciones internacionales:

- Norma ISO 14001: 2015 – Sistema de Gestión Ambiental.
- Código internacional del cianuro

Imagen 2

Logo de la Empresa Barrick Perú



Fuente: (Gold, 2022)





1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Barrick cuenta con operaciones mineras y proyectos en 15 países, a saber, Argentina, Australia, Canadá, Chile, Costa de Marfil, República Democrática del Congo, República Dominicana, Mali, Papúa Nueva Guinea, Perú, Arabia Saudita, Senegal, Estados Unidos y Zambia.

Las acciones de la empresa cotizan en la bolsa de valores de Nueva York bajo el símbolo GOLD y la bolsa de valores de Toronto bajo el símbolo ABX.

1.3.1. Misión

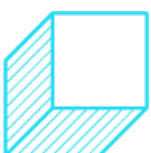
“Un equipo una misión: Ser la empresa de minería de oro más valiosa del mundo al encontrar, desarrollar y poseer los mejores activos, con las mejores personas, para ofrecer retorno sostenible para nuestros dueños y socios” (Gold, 2022)

1.3.2. Visión

Nos esforzamos por ser la empresa minera de oro más valiosa del mundo, dedicada a encontrar, desarrollar y poseer los mejores activos, con la mejor gente, para ofrecerles un rendimiento sostenible a nuestros propietarios y socios. (Gold, 2022)

1.3.3. Valores

- **Ambientes de trabajo libres de peligros.** – Nuestra gente es nuestro mayor activo, y por eso su seguridad es de vital importancia. La seguridad es inherente a cada parte de nuestro negocio y es responsabilidad de todos cumplir con los estándares establecidos. Como empresa, es un requisito integral no solo de garantizar la seguridad de nuestros empleados, sino también de las comunidades en la que operamos. Nuestro objetivo es mitigar los riesgos conocidos y apuntar a un ambiente de trabajo libre de peligros.





- **Alianzas.** – Fomentamos las alianzas genuinas y cumplimos nuestros compromisos con los socios. Ganamos confianza y generamos transparencia en la construcción de relaciones duraderas con nuestra gente, con los países y comunidades en la que operamos.
- **Orientados a resultados.** – Estamos orientados a resultados, mientras tomamos decisiones ágiles y nos enfocamos en una implementación disciplinaria. Mantenemos las cosas simples y ofrecemos soluciones adecuadas para cada caso.
- **Ser honesto, transparente y actuar con integridad.** – Nos comunicamos de forma directa, honesta y transparente. Creamos plataformas para que los empleados se sientan libres de expresar sus opiniones. Siempre actuamos con integridad.
- **Responsabilidad y cumplimiento.** – Actuamos como dueños, nos respetamos uno a otros como compañeros y trabajamos en equipos para alcanzar una misión común (Un equipo, una misión). Tomamos la iniciativa y admitimos nuestros errores y aprendemos de ellos. Impulsamos el cambio y lideramos con el ejemplo y buscamos siempre maneras de hacer mejor las cosas.
- **Construir un legado sostenible.** – Obtenemos nuestra licencia social al convertirnos en un miembro valioso de nuestras comunidades anfitriona generando actividad económica. Gestionando el impacto de nuestras operaciones y nos esforzamos por ser el líder de la industria en prácticas de salud, seguridad y protección al medio ambiente.
- **Gente de clase mundial.** – Atraemos y desarrollamos a personas tenaces, de clase mundial, que se involucren y se integren a los procesos de la empresa. Personas que actúen con integridad y son incansables en la búsqueda de la excelencia (Gold, 2022).





1.3.4. Objetivos

Los objetivos de la organización es mantener dentro de su operación las mejores minas en el mundo la que le pueda dar mayor rentabilidad a menor costo. En el Perú tiene otros retos como son:

- Cierre de mina. - Para la empresa es esencial tener un cierre de mina ejemplar, puesto que, es el primer cierre de gran minería que se da en el Perú. Dentro de este objetivo está dejar un legado para las comunidades que pertenecen a su zona de influencia.
- Encontrar los mejores proyectos. - La organización es consciente que los nuevos proyectos son las que mantienen las operaciones en el lugar que esté operando, para ello pone su mayor esfuerzo en las exploraciones y búsqueda de recursos nuevos.

1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Minera Barrick Perú tiene un organigrama funcional en la que se nombran los puestos con los nombres de las personas que la ejercen.



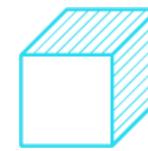
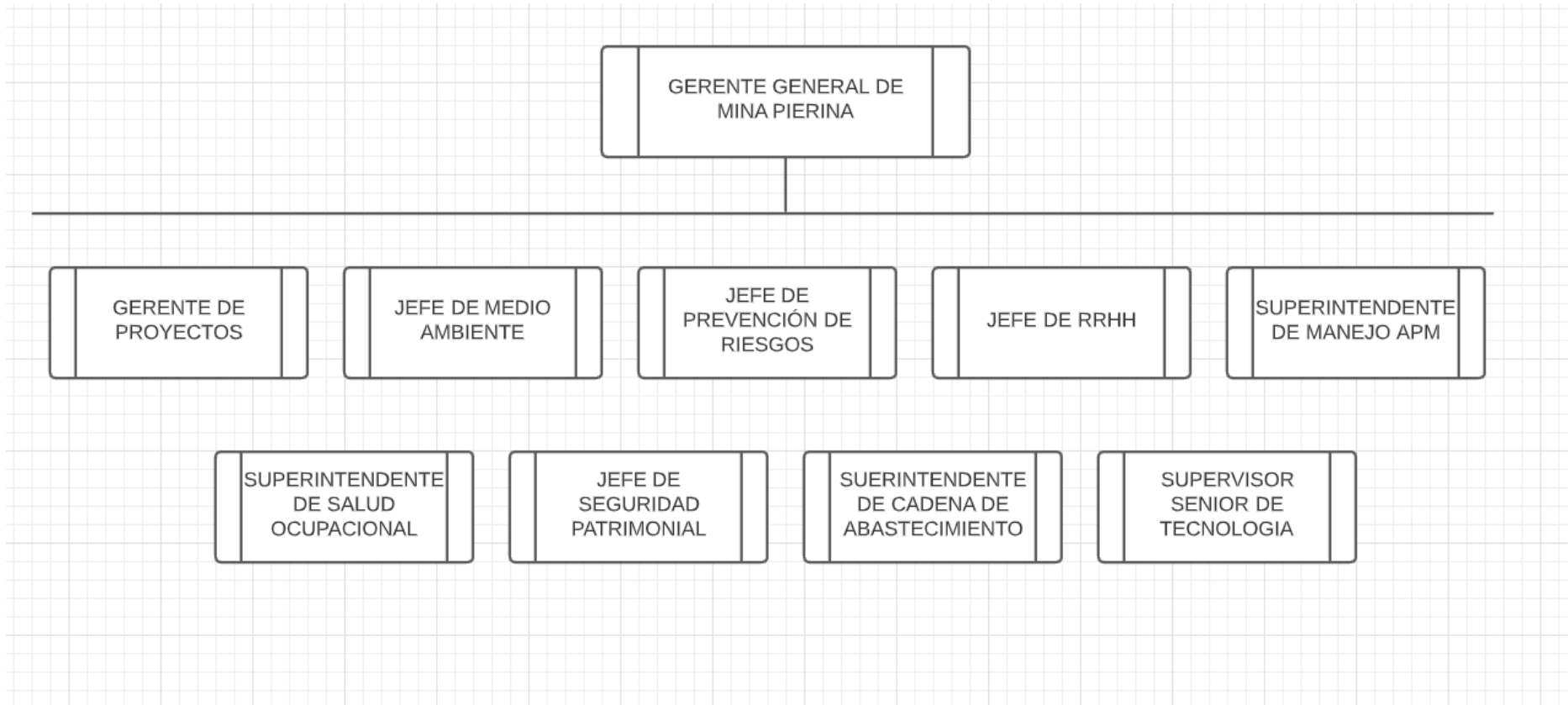


Gráfico 1
Organigrama de la Empresa de Estudio



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)



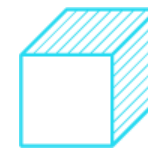
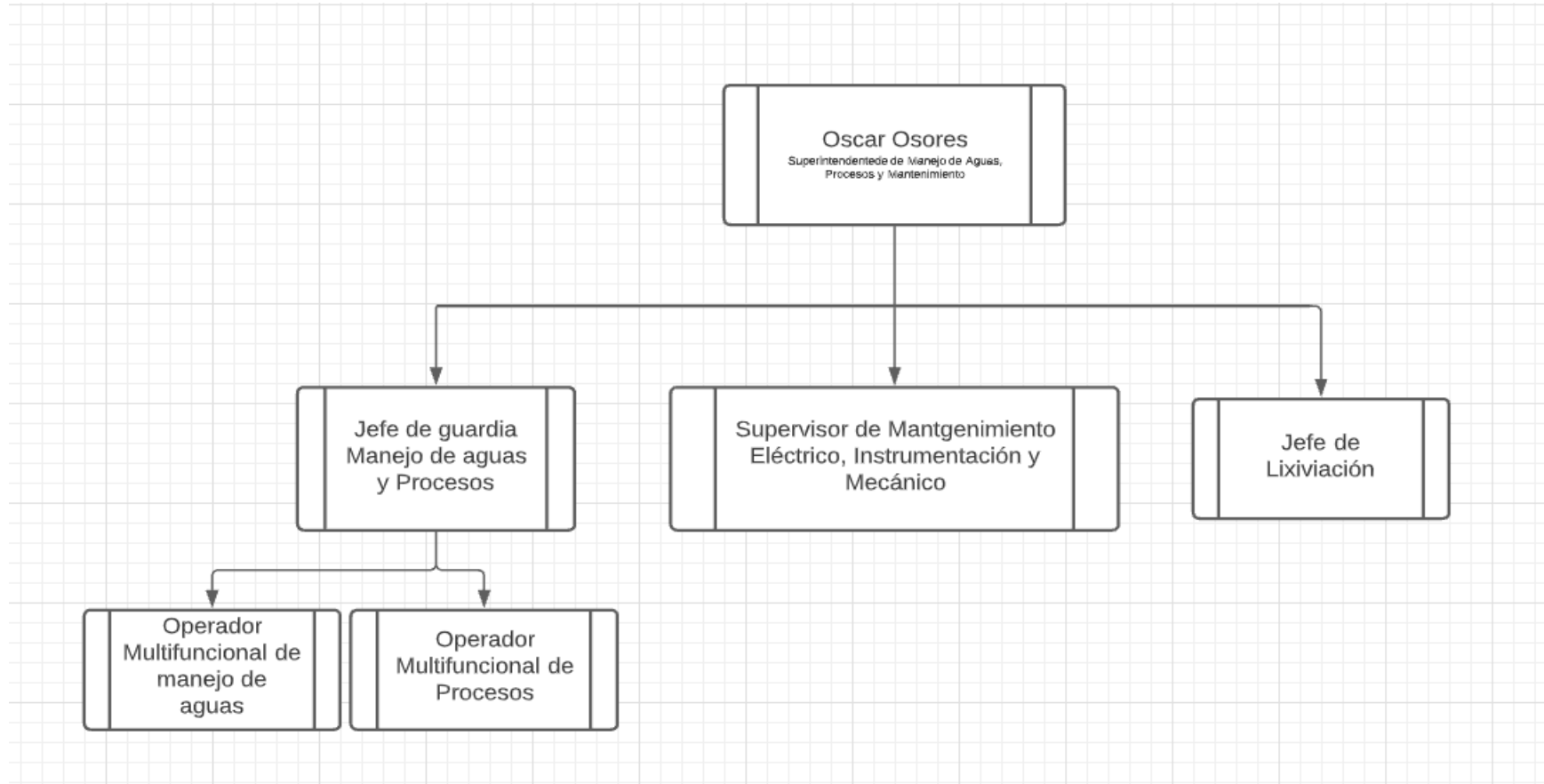


Gráfico 2

Organigrama del Área Afectada a Mejorar



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

La unidad minera Pierina está ubicada en el departamento de Áncash, ciudad de Huaraz, distrito de Jangas, a una altitud de entre 3 800 msnm. A 4 300 msnm.

El trabajo se realizará en el área de “Manejo de Aguas” que a su vez pertenece a la superintendencia de Manejo de Aguas, Procesos y Mantenimiento. El área está integrada por un superintendente, cuatro jefes de guardia, un jefe de mantenimiento, cuatro supervisores de mantenimiento, dos planes de mantenimiento, y personal de campo.

1.5.1. Análisis de la matriz FODA

En la actualidad la empresa se encuentra en la exploración y búsqueda de nuevos yacimientos para poder realizar proyectos mineros que esté acorde a la visión de la compañía. Para ello se ha realizado una matriz FODA.





Tabla 1
Análisis de la Matriz FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
1- Ser la compañía de Oro más importante del mundo 2- Mantener una buena imagen socialmente responsable 3- Realizar trabajos de gran minería acorde a las normas medio ambientales 4- Altos estándares de trabajo en seguridad y salud en el trabajo 5- Buenas relaciones con las autoridades locales y comunales 6- Plan de mejora y desarrollo socio económico en las comunidades	1- Realizar un cierre de mina ejemplar 2- Entrenar en la operación de la planta ARD a personas de la comunidad 3- Formación de nuevos líderes 4- Subida del precio del Oro en el mercado internacional 5- Bajar el costo del cierre de la mina 6- Identificar proyectos para el bienestar de las comunidades
DEBILIDADES	AMENAZAS
1- No existe otro proyecto en desarrollo 2- Alta rotación de personal 3- Altos costos en mantenimiento de vías 4- Retraso en el cumplimiento del plan para el desmantelamiento de las plantas 5- Ahorro de costos mal enfocado 6- Falta de liderazgo a nivel gerencial	1- Volatilidad de los precios del metal 2- Problemas políticos internos 3- Cierre de vías marítimas por guerras 4- Desastres naturales 5- Llegada de compañías con mayor poder adquisitivo al mercado local 6- Fortalecimiento de los sindicatos

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

1.5.2. Las estrategias de la matriz FODA

Para dar un mejor indicativo de diagnóstico para la aplicación del proyecto se describe a continuación la siguiente matriz FODA y sus respectivas estrategias formuladas.

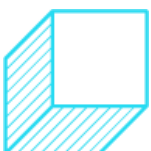


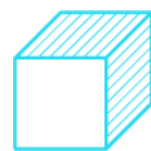


Tabla 2
Cruce de la Matriz FODA y Estrategias

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	F1- Ser la compañía de Oro más importante del mundo F2- Mantener una buena imagen socialmente responsable F3- Realizar trabajos de gran minería acorde a las normas medio ambientales F4- Altos estándares de trabajo en seguridad y salud en el trabajo F5- Buenas relaciones con las autoridades locales y comunales F6- Plan de mejora y desarrollo socio económico en las comunidades	D1- No existe otro proyecto en desarrollo D2- Alta rotación de personal D3- Altos costos en mantenimiento de vías D4- Retraso en el cumplimiento del plan para el desmantelamiento de las plantas D5- Ahorro de costos mal enfocado D6- Falta de liderazgo a nivel gerencial
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA DO
O1- Realizar un cierre de mina ejemplar O2- Entrenar en la operación de la planta ARD a personas de la comunidad O3- Formación de nuevos líderes O4- Subida del precio del Oro en el mercado internacional O5- Bajar el costo del cierre de la mina O6- Identificar proyectos para el bienestar de las comunidades	FO1- Dejar un legado en el cierre de la mina Pierina FO2- Entrenar al personal de las comunidades para la operación de las plantas FO3- Realizar estudios de salud en las áreas de influencia de la compañía FO4- Difundir y capacitar a las comunidades en las normas ISO 14001 FO5- Realizar auditorías internas a las empresas contratistas en SSOMA. FO6- Optimizar el proceso bajando el consumo de reactivos	DO1- Adquirir proyectos que se encuentren dentro de la expectativa de la compañía DO2- Replantear el plan estratégico para el cierre de la mina DO3- Realizar reuniones con los líderes comunales para informar el cierre de la mina DO4- Realizar rotación de gerente DO5- Establecer normativas de prioridades en el ahorro de costos DO6- Establecer relaciones con compañías de mediana minería
AMENAZAS	ESTRATEGIA FA	ESTRATEGIA DA
A1- Volatilidad de los precios del metal A2- Problemas políticos internos A3- Cierre de vías marítimas por guerras A4- Desastres naturales A5- Llegada de compañías con mayor poder adquisitivo al mercado local A6- Fortalecimiento de los sindicatos	FA1- Mantener proyectos rentables que den mayores ganancias FA2- Cumplir y mejorar las normas legales hacia los trabajadores FA3- Involucrar a los gobiernos locales en el apoyo a las comunidades FA4- Dar oportunidad de desarrollo a las empresas comunales FA5- Dar oportunidad de trabajo a las personas que conforman las comunidades FA6- Pedir leyes claras al gobierno nacional	DA1- Invertir en el área de exploraciones DA2- Fortalecer relaciones con los socios estratégicos DA3- Implementar una política de retención para el personal destacado DA4- Realizar un cambio de liderazgo a nivel gerencial DA5- Incentivar el trabajo de investigación en los países donde se encuentran los proyectos DA6- Desarrollar un plan de mantenimiento en temporada seca

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





CAPÍTULO II
REALIDAD PROBLEMÁTICA





2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el campamento de la mina Pierina se tiene como fuente de abastecimiento de agua un pozo con una profundidad de 200 metros, este pozo abastece el líquido elemento para toda las instalaciones de la unidad minera, en dichas instalaciones se cuenta con dos plantas de tratamiento de agua que abastecen a las áreas de mayor tamaño y las más importantes siendo las instalaciones de campamento mina y área de procesamiento del mineral, a lo largo de este tiempo la calidad del agua ha ido mermando por reducción del volumen en el pozo profundo como consecuencia se ha incrementado los sólidos en suspensión y por consiguiente el agua que se entrega al campamento ha sufrido una merma en la calidad.

El campamento es utilizado por 500 personas diariamente, siendo los servicios higiénicos y área de comedor donde es notorio la presencia de sólidos, este problema ha generado la molestia de los usuarios, así como la realización de mantenimiento de líneas de abastecimiento de forma constante, y la compra de agua embotellada para la preparación de alimentos y el consumo humano.

Las plantas se encuentran obsoletas, no se tiene un programa de limpieza de tanques ni personal para que lo pueda realizar, los equipos de instrumentación son escasos, ya que, solo se tienen un sensor de nivel para controlar el llenado y descarga del tanque de distribución.





Imagen 3

Turbidez en el Suministro de Agua en el Campamento



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

2.1.1. Atención en el tópico de la empresa

En la tabla 3 podemos observar el incremento de la dolencia por problemas estomacales en el centro de labores, esto debido a la mala calidad del agua, al analizar la tabla tenemos un 43% de casos con respecto a las otras dolencias, este incremento nos advierte de una posible intoxicación masiva dentro de las instalaciones si es que no se lleva las correcciones en el proceso de potabilización del agua.

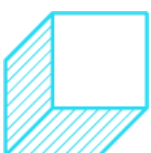




Tabla 3

Dolencias Presentada en el Tópico de Mina

DOLENCIA	CANTIDAD	FRECUENCIA
Dolor de espalda	5	14%
Dolor estomacal	15	43%
Respiratorio	6	17%
Cortes	1	3%
Golpes	5	14%
Dermatitis	2	6%
Lesiones oculares	1	3%
TOTAL	35	100%

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

2.1.2. Descripción del proceso

El tratamiento de agua para la utilización del personal se abastece a través de un pozo profundo ubicado en la quebrada Pacchac, desde este punto se bombea a un tanque intermedio con capacidad de 100m³; donde se encuentran 04 bombas Booster (en serie) que abastecen a las dos principales áreas de la mina (procesos y administración mina), cada área consta de dos tanques, uno con capacidad de 150 m³ llamado tanque de agua fresca y que el 80% de capacidad de estos tanques cumplen la función de agua contra incendio, desde este tanque por gravedad se abastece al tanque de agua potable con capacidad de 30m³.

El tratamiento actual de dicha agua se realiza dosificando hipoclorito de sodio al 25%, a 1.1 mg/m³, este tipo de tratamiento que es de limpieza y neutralización se está realizando desde hace 23 años, no habiendo otros controles.

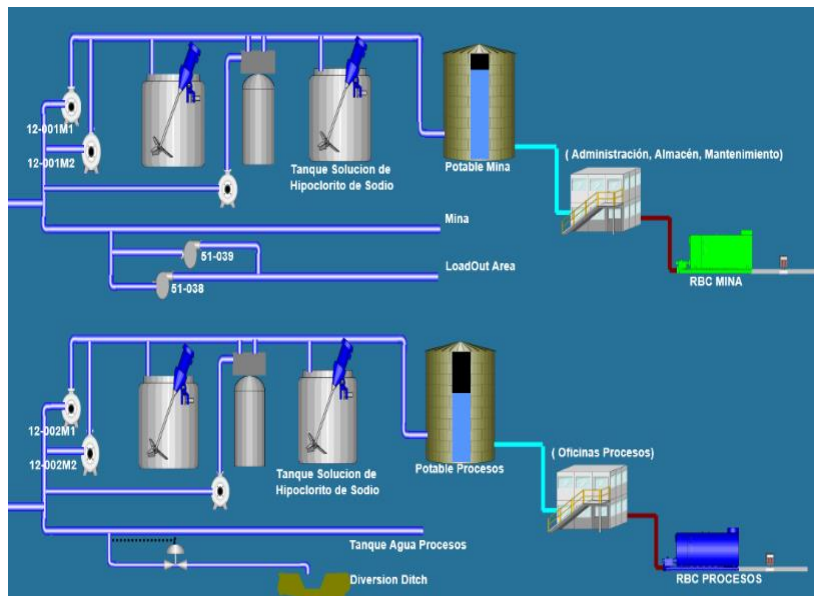




Esta pequeña planta es controlada por un operador en forma manual quien es el encargado de abrir la válvula manual para llenar el tanque de agua potable, preparar y dosificar el hipoclorito de sodio, el llenado del tanque por gravedad tarda alrededor de 30 minutos, si el operador se olvida de cerrar la válvula entonces suele ocurrir derrame de agua al medio ambiente, por el contrario si el operador no realiza el llenado del tanque a tiempo se genera desabastecimiento para el campamento, solo el encendido de la bomba para el llenado del tanque de agua fresca se puede realizar de forma remota, por lo que, el operador del cuarto de control comunica al operador de campo el encendido o apagado de la bomba que de abastecimiento.

Hoy en día el agua que se entrega por parte del área de manejo de aguas al campamento contine solidos en suspensión hasta 10 NTU además de otros componentes analizados en laboratorio.

Imagen 4
Vista de Sistema Scada



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





2.1.3. Sistema de control del área

El sistema de control actual se realiza de forma manual y lo conforman los siguientes equipos:

- Sensor de nivel de tanque de agua potable.
- Sensor de nivel de tanque de agua fresca.
- Bomba pulsa feeder para la adición de hipoclorito de sodio.

2.1.4. Características del agua

Para determinar la calidad de agua que se extrae del pozo N° 03 (DWM – 85), se tomaron muestras y los resultados se compararon con los valores establecidos por la autoridad de salud; para el caso de metales totales y disueltos se encontraron los siguientes datos:



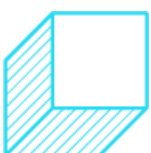


Tabla 4
Metales Totales y Disueltos

Metales disueltos	mg/L	Metales disueltos	mg/L	Metales disueltos	mg/L
Ag	<0.003	Cu	<0.001	Pb	<0.028
Al	<0.028	Fe	9.011	Sb	<0.010
As	<0.037	Hg	<0.002	Se	<0.017
B	0.1490	K	1.2730	Sn	<0.024
Ba	<0.001	Li	0.0210	Sr	0.34100
Be	<0.015	Mg	5.2090	Tl	<0.0008
Ca	134.3960	Mn	6.0812	U	<0.024
Cd	0.0010	Mo	0.0450	V	<0.006
Co	<0.002	Na	<0.013	Zn	<0.020
Cr	<0.006	Ni	<0.002		

Metales Totales	mg/L	Metales Totales	mg/L	Metales Totales	mg/L
Ag	<0.003	Cr	<0.006	Na	<0.013
Al	0.2040	Cu	<0.001	Ni	<0.002
As	0.0370	Fe	11.011	Pb	<0.028
B	0.3030	Hg	<0.002	Sb	<0.010
Ba	<0.001	K	1.4830	Se	<0.017
Be	<0.015	Li	0.0220	Sn	<0.024
Ca	135.9240	Mg	6.5910	Sr	0.3770
Cd	0.0010	Mn	7.016	Tl	<0.0008
Co	<0.002	Mo	0.0460	U	<0.024
V	<0.006	Zn	0.0600		

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





Como se puede apreciar en la tabla 04 de metales disueltos y totales, se tiene una carga de considerable en los metales de fierro, magnesio y manganeso, siendo estos los que podrían estar causando el olor metálico y color turbio que se observa a la salida de la planta de tratamiento de agua potable.

En cuanto a la dureza los resultados arrojaron 134.3960 ppm de Calcio (Ca) que representa un agua blanda.

En los análisis se encontraron los siguientes componentes microbiológicos:

Tabla 5
Ensayos Microbiológicos Pozo N°03

MICROORGANISMOS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml	< 1
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 ml	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100 ml	4,8
Escherichia coli	NMP/100 ml	< 1,8
Micro cistina LR	mg/L	< 0,00015
Virus (Colífagos)	UFP/L	<1

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

Como se aprecia en la tabla 05, los valores microbiológicos a excepción de los coliformes totales se encuentran dentro los LMP según la tabla del DS N°031-2010-SA (véase Anexo 01).

Para poder determinar las causas del mal olor y sabor del agua se determinó el uso de la siguiente tabla comparativa:





Tabla 6
Causa del Mal olor y Sabor del Agua

OLOR Y SABOR	CAUSA
Tierra	Geosmina
Moho	MIB, isopropilmetoxipirazina (IPMP), isobutilmetoxipirazina (IBP)
Aguarrás, aceite	Éter metil terbutílico (MTBE)
Pescado/rancio	2,4-heptadienal, decadienal, octanal
Cloro	Cloro
Medicinas	Cloro fenoles, yodoformo
Aceite, gas, pintura	Hidrocarburos, compuestos orgánicos volátiles (COV)
Metálico	Hierro, Cobre, Zinc, Manganeseo
Hierba	Algas verdes

Fuente: (UV, 2022)

Para determinar el mal olor y sabor del agua se deben de analizar diversos componentes físicos químicos conociendo en primera instancia y de manera práctica como definir el mal olor y sabor.

2.1.5. Determinar la causa del problema

En este contexto se ha decidió conformar un equipo de diferentes áreas para desarrollar una posible solución al problema con el método causa y efecto o diagrama de ISHIKAWA, conformados por las siguientes personas:





Tabla 7
Equipo de Evaluador

NOMBRE	CARGO
Erik Philipps	Ingeniero Junior de Lixiviación
Saul Moreno	Supervisor Eléctrico e Instrumentación
Arnaldo Cahuana	Supervisor Mecánico
Danny León	Jefe de Guardia Manejo de aguas y Procesos
Alberto Huamani	Jefe de Guardia Manejo de Aguas y Procesos

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

Una vez conformado el equipo se elige a un líder y moderador, quien establece las reglas de la reunión y procede a explicar el problema que se tiene en la planta de tratamiento de agua potable para el campamento.

En esta reunión se realiza una lluvia de ideas bajo el método causa efecto quedando el siguiente gráfico:



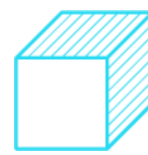
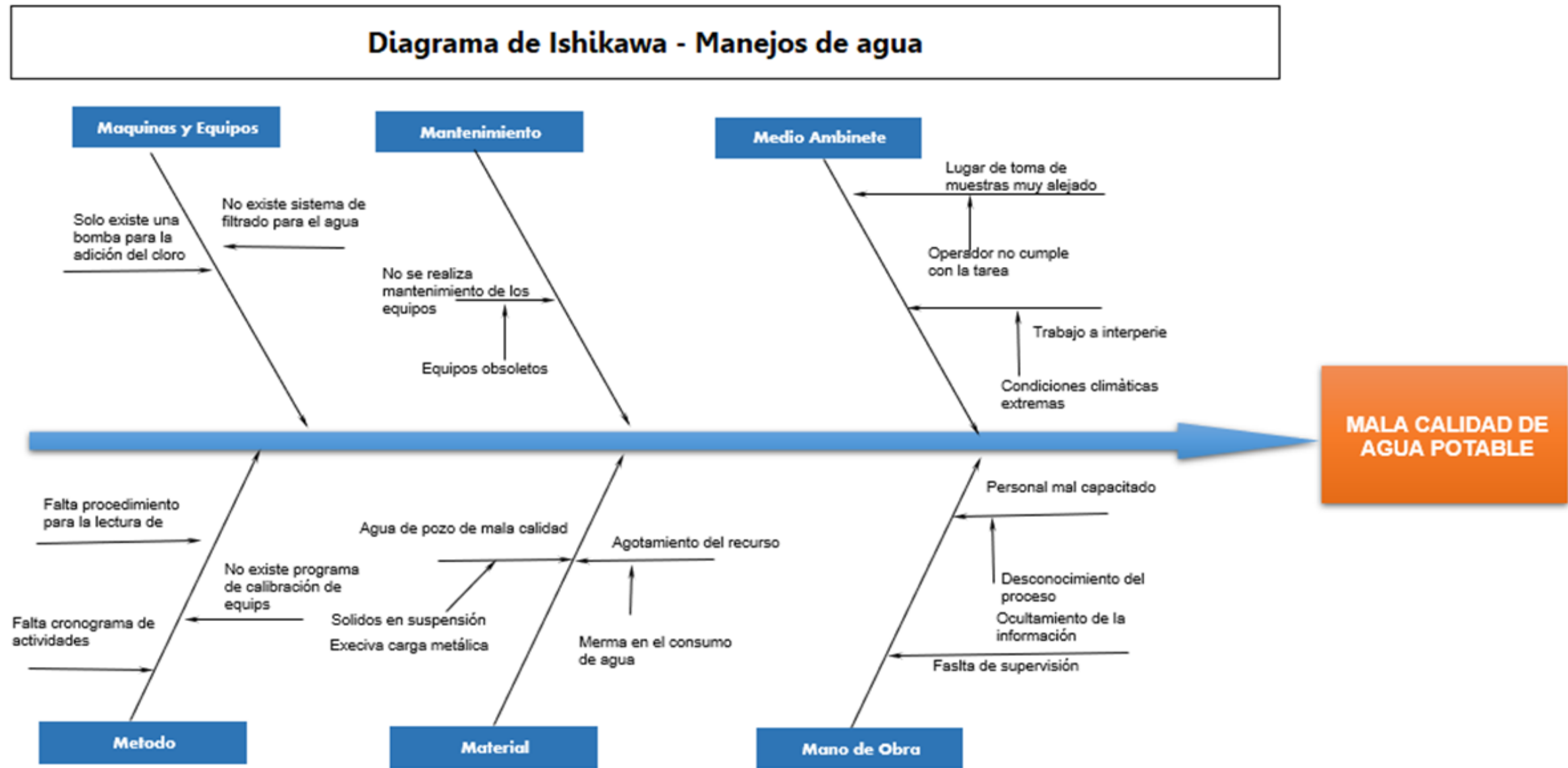


Gráfico 3
Diagrama Causa Efecto Mala Calidad del Agua



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





Una vez realizada la lluvia de ideas el equipo realizó una votación para determinar donde radicaba la causa del problema planteado, para ello se estableció un sistema de escalas de puntos que va del 1 al 5; siendo la categoría de punto de la siguiente forma:

1 = No hay impacto

2 = Bajo Impacto

3 = Impacto medio

4 = Alto nivel de impacto

5 = Muy alto nivel de impacto





Tabla 8
Determinación de la Causa del Problema por Puntaje

LÍDER: ALBERTO HUAMANI		PUNTAJE					RESULTADO
		1	2	3	4	5	
MALA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN CAMPAMENTO							
	No existe un sistema de filtrado en el proceso					X	5
	Existe una sola bomba de adición de hipoclorito	X					1
Máquinas y equipos	No se realiza mantenimiento de los tanques		X				2
	Sensor de nivel en mal estado		X				2
	No existe sensor de turbidez en el área		X				2
	<hr/>						
Medio ambiente	Condiciones de clima extremas			X			3
	Lugar de muestreo en punto alejado			X			3
<hr/>							
Mano de obra	Falta de supervisión		X				1
	Personal mal capacitado			X			2
	Olvido del operador				X		3
<hr/>							
Material	Agotamiento del recurso hídrico	X					1
	Agua de pozo de mala calidad			X			3
<hr/>							
Método	Falta cronograma de actividades		X				2
	No existe un programa de calibración de equipos			X			3
	Falta de procedimiento para la lectura de variables de proceso		X				2

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





El equipo llegó mediante este método determinó que la principal causa del problema presentado se presenta en la espina “Máquinas y equipos” y es la falta de un sistema de filtración en el proceso de potabilización de agua para el campamento de la mina Pierina con un puntaje de 5 que representa un alto impacto en la calidad del agua.

2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Presencia de sólidos en suspensión en las líneas de distribución del agua hacia el campamento de la mina, se ve en los cuadros de caracterización que hay una presencia de metales como el hierro (Fe) y manganeso (Mn) por lo que podemos determinar que la turbidez presentada en el sistema se debe a la precipitación de metales.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con relación a la **Tabla 4** donde se observan los datos, etc., Para el área de manejo de aguas mejorar el proceso de potabilización de agua, mediante un proceso físico químico para que los sólidos en suspensión sean eliminados del proceso, automatizar la operación en el proceso de potabilización y almacenamiento en los tanques ¿es posible realizar esta implementación y mejora?

2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1. Objetivo general

Mejorar el proceso de potabilización del agua para el campamento Pierina implementando un sistema de filtración y automatizando el proceso de llenado y almacenamiento del agua.

2.4.2. Objetivos específicos

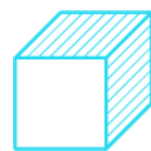
- a) Implementar un sistema de filtrado a través de filtros multimedia en el proceso de potabilización.





- b) Mejorar el sistema de automatización de llenado y almacenamiento del agua para el campamento.
- c) Generar procedimiento de operación de la planta de tratamiento.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO





3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

El proceso para desarrollarse se han realizado las investigaciones de los siguientes antecedentes.

3.1.1. Antecedente nacional de investigación

En su tesis (Chumán Paredes & Romero Velasquez de Chicama, 2022) nos dice acerca de la elección para un sistema de filtración que:

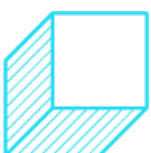
“La importancia de evaluar indicadores de calidad organoléptica del agua cruda, con el fin de diagnosticar la calidad del recurso e identificar cual es el sistema adecuado para el tratamiento de potabilización, que permita mejorar las propiedades del agua usando filtros”

Conocer que organismos orgánicos e inorgánicos conforman el agua que vamos a tratar es de suma importancia para poder determinar el tipo de proceso en la potabilización del agua y llevarlo hacer apta para el consumo humano, para el proyecto se ha tenido que realizar muestreos diarios a los puntos de captación del pozo N°03; con los resultados hemos podido determinar que la implementación de filtros llamados multimedia es el equipo de mayor confiabilidad y de fácil operación que puede ser instalado en las planta de tratamiento de agua para el campamento.

3.1.2. Antecedente internacional de investigación

En el libro Tratamiento del agua – tecnología actualizada de (Ritcher & De Acevedo Netto, 1991) nos habla sobre la procedencia de los coliformes:

“Los coliformes son bacterias que están presentes en los intestinos de los animales superiores. Su presencia indica una probable contaminación del agua por aguas residuales domésticas”





Esto explica la procedencia de los coliformes en la caracterización del agua, ya que, en zonas cercanas a la captación del agua existen lugares de pastoreo de las comunidades, que por acción de las lluvias estas bacterias llegan hasta las corrientes subterráneas que es de donde se obtiene el líquido elemento para el consumo en el campamento.

Las diferentes arenas que contienen los filtros y la cloración que se aplica en el proceso logran eliminar todas estas bacterias, existe además una luz ultravioleta a la salida del proceso que termina de eliminar todos los microorganismos que no se haya logrado eliminar en el proceso.

3.1.3. Bases Teóricas

Para realizar el tratamiento de agua se pueden usar una serie de procesos en la cual pueden intervenir agentes químicos y/o físicos, para poder desarrollar el siguiente proyecto se tomaron las siguientes dediciones teóricas:

- Cuarzo. – El cuarzo es un mineral que tiene un innumerable uso en la industria y en la joyería, este mineral es usado en el procesamiento de retención de partículas por sus características físicas, se trata de un mineral poroso donde las partículas se depositan y quedan retenida hasta un lavado.
- Arena Verde. – Este componente lo conforman diversos tipos de arenas que son colocadas a modo de capa en la que cada capa tiene una determinada función a la que se quiere llegar, es decir, si en la caracterización del agua nos sale que tenemos un excedente de Hierro y Manganeso entonces se colocará un medio filtrante que logre oxidar estos componentes y de esa forma hacer que quede retenido por medio de las otras arenas que se encargarían de filtrar estos óxidos.





- Hipoclorito de sodio. – El hipoclorito de sodio es un compuesto químico que se usa para poder desinfectar todo tipo de materias orgánicas, puesto que cumple la función de un biocida.
- Carbón activado. – El carbón es activado a través de un proceso de elevación de temperatura haciendo que el carbón vegetal incremente la porosidad y logrando que sea un excelente medio de absorbanza de productos químicos que suelen pasar en el proceso de filtrado.
- PLC. – También conocidos como Controladores Lógicos Programables son dispositivos electrónicos que se componen una memoria lógica y contactos analógicos y digitales de entrada y salida, en el mercado existen diversos modelos y capacidad de conexión según requiera el proyecto.
- Presostato. – son dispositivos electrónicos que tienen la función de medir la presión en un circuito donde existan un fluido acuoso u otro fluido, este dispositivo funciona a través de elementos que a mayor diferencia de presión generan una carga eléctrica la cual es enviada a un convertidor de señal y luego a un transmisor, esta señal sirve para convertir y determinar el valor analógico de las presiones que pasan por el circuito.
- Válvula Magnum IT. – Estas válvulas son dispositivos electrónicos que contienen válvulas solenoides que trabajan en comunicación con los controladores lógicos programables, cuya función es de abrir en forma automática el ingreso del agua a filtrar y en la secuencia de retro lavado cierran el paso del agua que ingresa y abren la descarga del agua de rechazo o retro lavado.





3.1.4. Bases Normativas

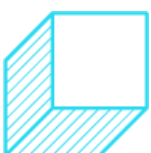
- D.S. N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima –Perú 2010 (véase Anexo 1), decreto que establece los parámetros de los LMP de componentes químicos, orgánicos e inorgánicos que se encuentran en el agua antes de ser potabilizada.
- D.S. N°004-2017-MINAM. ECAS para el agua (véase Anexo 2), ley que toda empresa minera, metalúrgica y afines están obligadas a cumplir al desarrollar su actividad.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería: DS-024-2016-EM y modificatoria DS-023-2017-EM. Reglamento que regula el uso de EPPs y la exposición de los trabajadores a factores físico y/o químicos, psico social que puedan afectar la salud.
- RM-N°972-2020-MINSA: “Lineamientos para la Vigilancia, Prevención y Control de la Salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID - 19” que derogó la R.M. N° 448-2020/MINSA.

3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este punto se desarrollarán los principios de funcionamiento del sistema de filtrado y potabilización del agua.

3.2.1. Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento consiste en una batería de recipientes construida de fibra de vidrio y cada una de ellas conteniendo diferentes medios filtrantes, el cual son usados para filtrar distintos componentes físico – químico del agua de pozo o cruda.





La forma en la que actúa este medio filtrante es atrapando las partículas de mayor tamaño en la parte superior o ingreso del agua y las partículas de menor tamaño quedan retenidas en la parte inferior, en cada etapa es similar el ingreso y la salida, para poder asegurar el filtrado de los minerales que se encuentran en el agua se tiene un filtro de carbono y en la parte final del proceso el agua parará por un sistema de luz ultra violeta asegurado que todo micro organismo que haya pasado por los filtros se queden estériles.

Cada etapa en el sistema tiene una función diferente:

- Preclasificación. - El agua será pre clorado mediante un equipo dosificador cloro manteniendo un residual de 1-2 mg/L de cloro libre con una concentración de 1%, esto funcionará en paralelo con las bombas ya sea en forma automática o manual.

Imagen 5

Sistema de Cloración del Agua



Fuente: (Huamani Vilca, 2022)

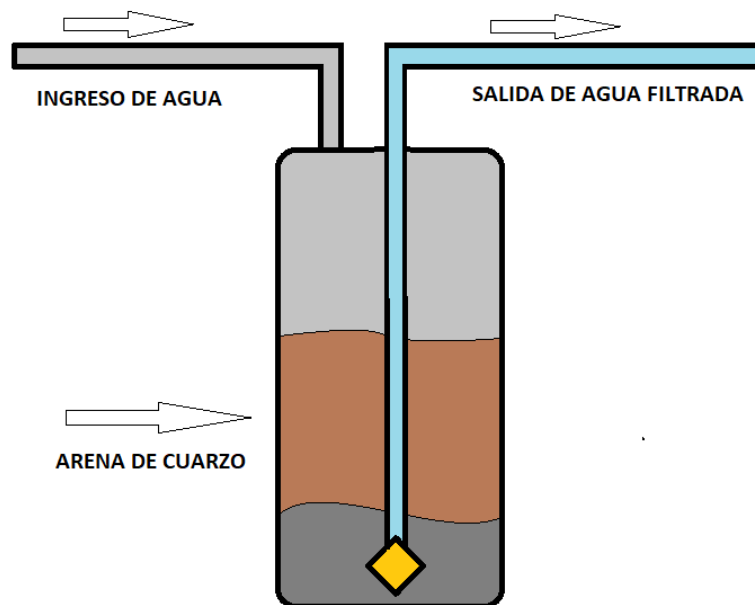




- Filtro de sedimentos. – Auto limpiante que contiene grava de cuarzo de diversos tamaños donde se remueven los sólidos en suspensión mayores a 20μ nominales tanto biológicas como desechos sólidos. La evacuación de los sólidos retenido será lograda automáticamente mediante las válvulas de acción eléctrica gobernados desde el tablero de control con PLC.

Imagen 6

Funcionamiento del Filtro de Cuarzo



Fuente: (Huamani Vilca, 2022)

- Filtración de arena verde. - Filtro para eliminar hierro, manganeso y sulfuro de hidrógeno (H_2S). tiene como medio filtrante arena verde de manganeso para oxidar y filtrar los elementos antes mencionados, el medio filtrante es de regeneración continua con una determinada cantidad de cloro. La evacuación de los sólidos retenido será lograda automáticamente mediante las válvulas de acción eléctrica gobernados desde el tablero de control con PLC.





- Filtración de orgánicos. - Filtro de carbón activado autolimpiante que como medio filtrante tiene carbón activado granulado para eliminar cloro residual, olor, sabor, minerales y orgánicos. La evacuación de los sólidos retenido será lograda automáticamente mediante las válvulas de acción eléctrica gobernados desde el tablero de control con PLC.
- Filtros pulidores. - El agua filtrada por los filtros automáticos será micro filtrado a través de Filtros Pulidores de 5 micras nominales, esto quiere decir que ninguna partícula mayor a ese tamaño podrá pasar por los filtros, garantizando un agua limpia y cristalina para almacenar y posterior distribución a los puntos de consumo.
- Luz ultravioleta. – La luz ultravioleta tiene propiedades de esterilizar todo tipo de microorganismos que sean resistente a la aplicación del hipoclorito, este tipo de neutralización o esterilización es muy usado en diversas industrias incluida en la potabilización del agua.

3.2.2. Descripción del sistema

El Sistema de tratamiento consta de los siguientes componentes:

- Sistema de bombeo
- Dosificador de cloro
- Filtro de cuarzo
- Filtro de multimedia
- Filtro de carbón activado
- Filtros pulidores





Sistema de bombas. - Está compuesto por 02 electrobombas de 3 HP de potencia que tiene un funcionamiento automático alternado, estas bombas captaran el agua de los tanques de agua fresca y contra incendio e impulsar hacia los filtros a través de una tubería de 1" de diámetro.

Dosificador de cloro. – Consta de una bomba pulsa feeder (bomba de pulsos) el cual se encarga de dosificar al sistema una ratio de cloro de baja concentración (5%) el set point es establecido por el operador de acuerdo con el flujo de ingreso hacia los filtros, es decir para este caso se da en pulsos por minuto.

Filtros multimedia. – Las bombas electromecánicas bombean a través de una tubería de 1" hasta la parte superior del filtro, el agua ingresa por las capas de cuarzo que componen este filtro, el agua llega hasta la parte inferior y por medio un tubo asciende de forma libre hasta la parte superior saliendo ya filtrado e ingresando al siguiente filtro.

Lógica de control. – el sistema tiene un tablero de control en el cual se encuentra un PLC que controlará el funcionamiento en automático de la planta, la lógica de control es la siguiente:

el sensor de nivel TIL 01 controlará el nivel alto y bajo del tanque de almacenamiento el cual dará la señal de listo para arrancar a las bombas de alimentación B01 o B02 según el sector, el sensor de nivel TIL 02 enviará la señal de arranque cuando el nivel se encuentre en bajo y parará las bombas cuando se encuentre en nivel alto, la válvula V01 se abrirá cuando las bombas se encuentren encendidas y cerraran cuando estas estén paradas.

El inicio del ciclo de retro lavado se dará cuando el sensor de presión PIT 01 se encuentre sobre los 20 psi. Cada ciclo de retro lavado se dará por espacio de 10 minutos por cada filtro, mientras dure el ciclo la válvula V02 quedará cerrada. Una vez que termine el ciclo los equipos quedaran listos para iniciar el llenado del tanque.



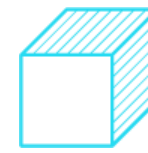
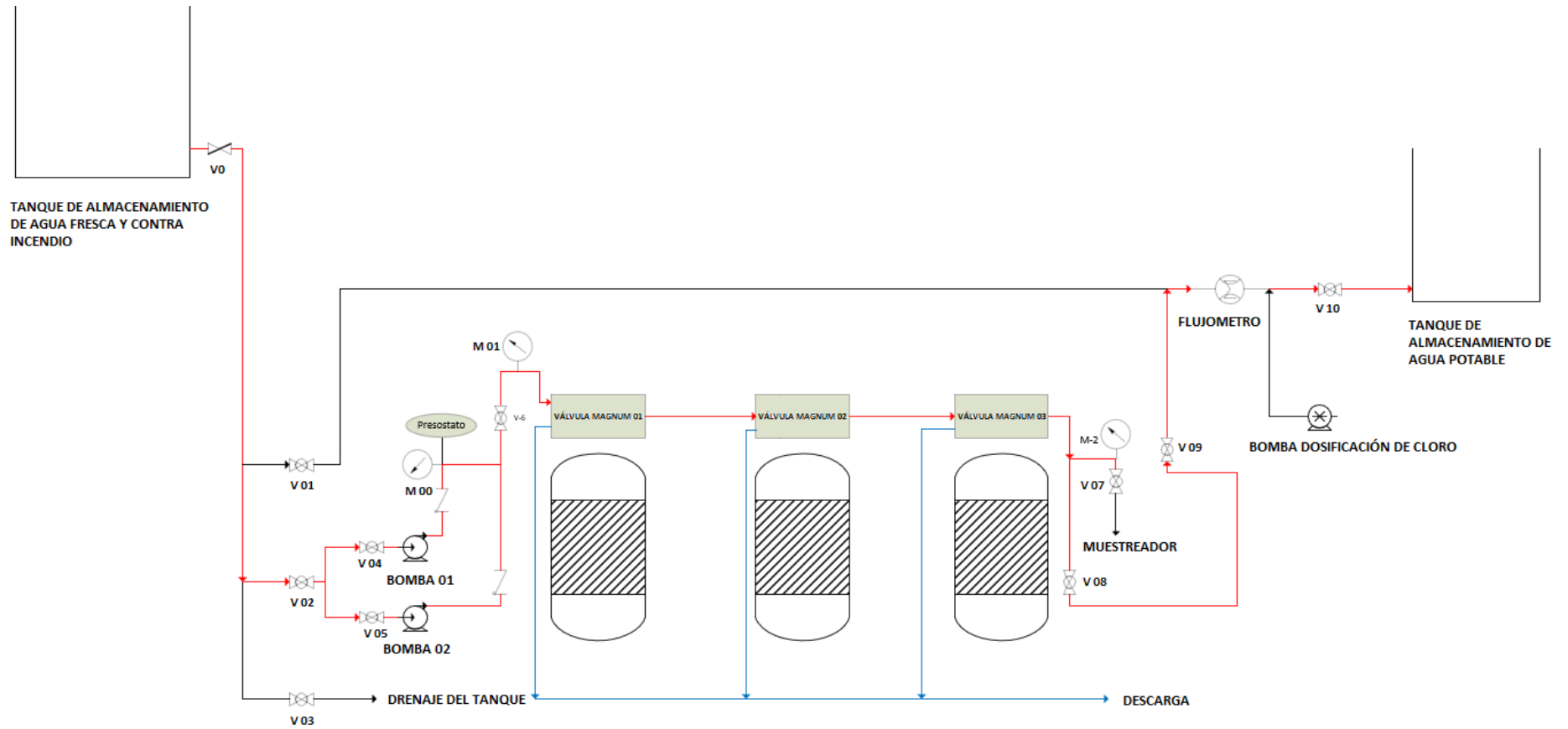


Gráfico 4
Diagrama de Flujo de Filtros Multimedia



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





3.2.3. Elaboración de procedimiento de operación

Una vez instalada el sistema de filtrado y potabilización se generará un procedimiento de operación, con el fin de estandarizar el manejo de la planta y realizar el entrenamiento de personal nuevo (véase Anexo 03).

3.3. COSTOS DEL PROYECTO

Para determinar el costo del proyecto se ha presupuestado en los siguientes materiales y equipos, en nuestro caso se ha decidido comprar los equipos a la empresa Hydromatic Perú S. A. C., una planta de tratamiento de agua potable de 7 m³/h., que los compones los siguientes ítems.

Tabla 9
Costo de Inversión del Proyecto de Mejora

ÍTEM	CANTIDAD	EQUIPOS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	01	Planta de tratamiento	\$.33 000,00	\$.33 000,00
1		Bomba centrífuga Pedrollo 3HP		
2		Bomba dosificadora de cloro Concept plus		
3		Filtro de cuarzo 24" x 72"		
4		Filtro de arena verde 24" x 72"		
5		Filtro de carbón activado 24" x 72"		
6		Equipo de microfiltración 10 micras		
7		Equipo de luz ultravioleta		
8		Tablero de control		
9		Luz ultravioleta		
TOTAL				\$.33 000,00

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

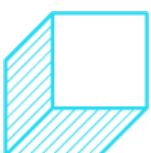




Tabla 10

Costo de Instalación del Sistema

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	01	Instalación de planta de tratamiento	\$ 3 500,00	\$ 3 500,00
1		Instalación de tuberías		
2		Instalación eléctrica		
3		Pruebas de funcionamiento		
4		Puesta en marcha		
TOTAL				\$ 3 500,00

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

Los precios dado por la empresa proveedora de la planta nos dan un costo de inversión en soles de:

Tabla 11

Diferencia de la Inversión en Dólares a Soles

TIPO DE CAMBIO	COSTO \$	COSTO S/.
Costo total al tipo de cambio	\$ 36500.00	S/ 135 415.00 ²

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

En cuanto al monto que la empresa gasta de forma mensual por la falla del proceso antiguo, en el consumo de agua se refiere al derrame que se tiene por olvido del operador y que en el llenado que se realiza de forma manual tenemos los siguientes cuadros:

² Tipo de cambio del día S/.3,71 (nuevos soles).





Tabla 12
Gasto Mensual Antes del Proyecto

ÍTEM	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO MENSUAL	TOTAL
1	Agua de mesa	23,50	caja	200	4700
2	Mantenimiento de tuberías	500,00		2	1000
3	Consumo de energía	0,47	KW/h	40	18,744
4	Consumo de agua	0,2952	m3/h	200	59,04
TOTAL					SI.5777,78

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

Teniendo los costos de inversión y gastos podemos sacar el VAN y TIR:

Tabla 13
Cálculo del Flujo de Caja y Retorno

PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
Costos	-135415,00	69333,408	69333,408	69333,408	69333,408
Inversión	-135415,00				
Flujo de caja	-135415,00	-74596,22	-21246,41	25551,66	66602,60
Tasa de descuento	14%				
TIR	25%				
VAN	25551,66				

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





Como se puede observar en el cuadro 11 se tiene un valor actual neto (VAN) de S/.25 551.66 soles al tercer año de iniciado el proyecto, esto quiere decir que el proyecto es viable a partir del tercer año y que estaría generando ganancias desde ese tercer año.

3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Para la instalación de equipos y mejoras en la automatización de la planta de potabilización de agua se estableció el siguiente cronograma según se indica en el Grafico 5.

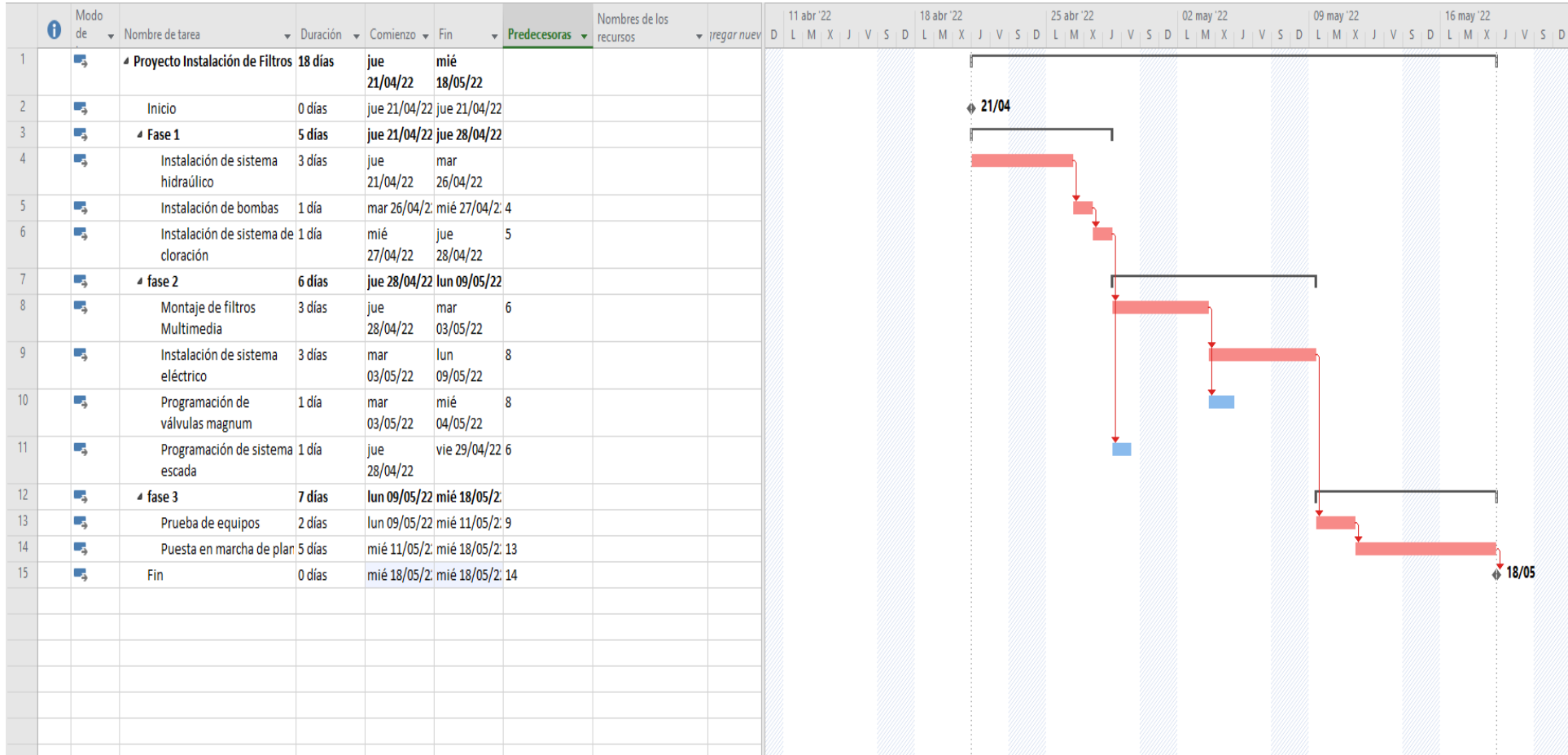
Como se puede apreciar el inicio del proyecto está establecido para el día 21 de abril y el final para 18 de mayo, en el calendario se estableció un horario de trabajo de 10 horas diarias por cinco días a la semana, el cual nos da 50 horas semanales de trabajo, respetando los días feriados como no laborables.





Gráfico 5

Cronograma de Actividades del Proyecto



Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)





3.5. CONCLUSIONES

Al término del proyecto podemos asacar las siguientes conclusiones:

- El sistema de filtrado por filtros multimedia o de lecho profundo son sistemas confiables y que pueden ser aplicados en cualquier zona de nuestro país.
- La caracterización del agua es de suma importancia en la adquisición de un sistema de potabilización del agua para poder determinar el tipo de material filtrante, puesto que, por cada partícula y materia orgánica e inorgánica existen diferentes materiales que pueden filtrar de manera óptima.
- El entrenamiento y desarrollo de procedimientos es necesario al implementar un sistema nuevo para todo el personal que realice trabajos ya se ha de operación o mantenimiento.
- El beneficio es rentable tanto en lo económico como en la satisfacción del personal, y la mejora de la salud del consumidor final.
- Los sistemas de automatización son una excelente forma de controlar y mantener la operación de una forma eficiente, con la automatización se ha logrado que el operador tenga más tiempo en realizar otras labores y desarrollarse profesionalmente, ya que, ha adquirido otros conocimientos nuevos para él.
- El agua subterránea no es 100% pura, ya que, contiene metales y coliformes por presencia de animales de pastoreo y minerales que se encuentran en contacto con el recurso hídrico.
- Es posible implementar estas plantas en las comunidades aledañas como apoyo social por parte de la empresa.





3.6. RECOMENDACIONES

Tenemos las siguientes recomendaciones:

- La implementación y montaje de nuevos sistemas, se tiene que dar juntamente con la empresa vendedora del sistema y quienes van a operar y mantener, para que se tenga una buena transferencia de conocimiento.
- Se deberá de desarrollar un entrenamiento a todo el personal que opere y realice el mantenimiento.
- Para obtener un agua cuyas características sean para el consumo humano se deberá de adquirir un sistema de soporte como lo es el de ósmosis inversa. Siendo este proceso de mayor costo para la operación y el mantenimiento.
- Se deberá de mantener la compra de repuestos críticos para garantizar la operatividad de la planta.





CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- Chumán Paredes, C., & Romero Velasquez de Chicama, S. (2022). *Propuesta de un sistema de tratamiento utilizando filtros para mejorar la calidad del agua en el C.P.M. Mamape - Frreñafe*. Obtenido de www.ucv.edu.pe: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71617/Chum%a3%a1n_PCJL-Romero_VDCSP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gold, B. (2022). *Un equipo una misión*. Obtenido de www.barrick.com: <https://www.barrick.com/Spanish/nosotros/default.aspx>
- Google. (2022). *Mina Pierina*. Obtenido de www.google.com: <https://www.google.com/maps/place/Mina+Pierina/@-9.4601519,-77.6090742,8821m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x91a96d1c3a6c38c9:0xa6d71c94fc5231e2!8m2!3d-9.4593198!4d-77.5877318>
- Huamani Vilca, A. L. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP - Para obtener el título de Ingeniero Industrial. *"Planificación e implementación de mejora al sistema de potabilización de agua para el campamento Pierina de la compañía minera Barrick Perú 2022"*. Lima, Perú: Electrónico&Digital.
- MINAM. (2022). *D.S. N^a 004-2017-minam*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/>: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ritcher, C., & De Acevedo Netto, J. (1991). *TRATAMIENTO DE ÁGUA - Tecnología actualizada*. Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil.
- Salud, M. d. (2022). *reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano*. Obtenido de cdn.www.gob.pe: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf>
- UV, T. (2022). *Tratamiento de contaminantes medioambientales*. Obtenido de www.resources.trojanuv.com: <https://www.resources.trojanuv.com/wp->



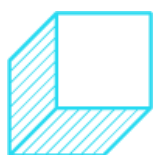


content/uploads/2018/05/Compuestos-que-causan-Olor-y-Sabor-en-el-Agua-Potable-Hoja-informativa-ES.pdf





CAPÍTULO V
GLOSARIO DE TÉRMINOS





COLIFORMES TERMO TOLERANTES. – Son bacterias que se encuentran en los intestinos de los vertebrados, estos coliformes tienen la propiedad de permanecer y reproducirse en ambientes de temperaturas superiores a los 45°C.

COLIFORMES TOTALES. – son grupos de bacterias que proceden de los excrementos humanos y grandes animales vertebrados, estos contaminan el agua superficial.

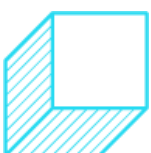
ECESIÓN. – Cuando una compañía decide dividirse en dos, este tipo de proceso es común en empresas que tienen diversas operaciones en lugares diferentes.

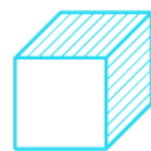
HIPOCLORITO DE SODIO. – Es un compuesto químico que se suele usar como biocida eliminando todo microorganismo orgánico que se encuentre en una solución acuosa.

METALES DISUELTOS. – Los metales disueltos con metales que han formado complejos dentro de la solución y que la forma de retirar el metal del medio es aplicando métodos químicos.

METALES TOTALES. – Los metales totales en una muestra se da con la suma de metales libres y metales disueltos, el resultado nos da la cantidad de metales que se encuentra en la muestra del agua.

PH. – también conocido como potencial de hidrógeno, este indicador establece la diferencia entre ácidos y alcalinos, siendo de 0-6 ácidos, 7- 8 neutros y 9-14 básico.





CAPÍTULO VI

ANEXOS





Anexo 1

LMP de Parámetros Químicos, Inorgánicos y Orgánicos

Parámetros Inorgánicos		Unidad medida	LMP
1	Antimonio	mg Sb L-1	0,020
2	Arsénico (nota 1)	mg As L-1	0,010
3	Bario	mg Ba L-1	0,700
4	Boro	mg B L-1	1,500
5	Cadmio	mg Cd L-1	0,003
6	Cianuro	mg CN- L -1	0,070
7	Cloro (nota 2)	mg L -1	5
8	Clorito	mg L -1	0,7
9	Clorato	mg L -1	0,7
10	Cromo total	mg Cr L-1	0,050
11	Flúor	mg F- L-1	1,000
12	Mercurio	mg Hg L-1	0,001
13	Níquel	mg Ni L-1	0,020
14	Nitratos	mg NO3 L -1	50,00
15	Nitritos	mg NO2 L-1	3,00 exposición corta 0,20 Exposición larga
16	Plomo	mg Pb L-1	0,010
17	Selenio	mg Se L-1	0,010
18	Molibdeno	mg Mo L-1	0,07
19	Uranio	mg U L-1	0,015
Parámetros Orgánicos		Unidad medida	Límite máximo permisible
1	Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2	Hidrocarburo disuelto emulsionado; aceite mineral	o mgL-1	0,01
3	Aceites y grasas	mgL-1	0,5
4	Alacloro	mgL-1	0,020
5	Aldicarb	mgL-1	0,010
6	Aldrín y dieldrín	mgL-1	0,00003





7	Benceno	mgL-1	0,010
8	Clordano (total de isómeros)	mgL-1	0,0002
9	DDT (total de isómeros)	mgL-1	0,001
10	Endrin	mgL-1	0,0006
11	Gamma HCH (lindano)	mgL-1	0,002
12	Hexaclorobenceno	mgL-1	0,001
13	Heptacloro heptacloroepóxido	y mgL-1	0,00003
14	Metoxicloro	mgL-1	0,020
15	Pentaclorofenol	mgL-1	0,009
16	2,4-D	mgL-1	0,030
17	Acrilamida	mgL-1	0,0005
18	Epiclorhidrina	mgL-1	0,0004
19	Cloruro de vinilo	mgL-1	0,0003
20	Benzopireno	mgL-1	0,0007
21	1,2-dicloroetano	mgL-1	0,03
22	Tetracloroetano	mgL-1	0,04
23	Monocloramina	mg L -1	3
24	Tricloroetano	mg L -1	0,07
25	Tetracloruro de carbono	mg L -1	0,004
26	Ftalato de di (2-etilhexilo)	mg L -1	0,008
27	1,2- Diclorobenceno	mg L -1	1
28	1,4- Diclorobenceno	mg L -1	0,3
29	1,1- Dicloroetano	mg L -1	0,03
30	1,2- Dicloroetano	mg L -1	0,05
31	Diclorometano	mg L -1	0,02
32	Ácido edético (EDTA)	mg L -1	0,6
33	Etilbenceno	mg L -1	0,3
34	Hexaclorobutadieno	mg L -1	0,0006
35	Ácido Nitrilotriacético	mg L -1	0,2
36	Estireno	mg L -1	0,02





37	Tolueno	mg L ⁻¹	0,7
38	Xileno	mg L ⁻¹	0,5
39	Atrazina	mg L ⁻¹	0,002
40	Carbofurano	mg L ⁻¹	0,007
41	Clorotoluron	mg L ⁻¹	0,03
42	Cianazina	mg L ⁻¹	0,0006
43	2,4- DB	mg L ⁻¹	0,09
44	1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mg L ⁻¹	0,001
45	1,2- Dibromoetano	mg L ⁻¹	0,0004
46	1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mg L ⁻¹	0,04

	Parámetros Orgánicos	Unidad medida	Límite máximo permisible
47	1,3- Dicloropropeno	mg L ⁻¹	0,02
48	Dicloroprop	mg L ⁻¹	0,1
49	Dimetato	mg L ⁻¹	0,006
50	Fenoprop	mg L ⁻¹	0,009
51	Isoproturon	mg L ⁻¹	0,009
52	MCPA	mg L ⁻¹	0,002
53	Mecoprop	mg L ⁻¹	0,01
54	Metolacloro	mg L ⁻¹	0,01
55	Molinato	mg L ⁻¹	0,006
56	Pendimetalina	mg L ⁻¹	0,02
57	Simazina	mg L ⁻¹	0,002
58	2,4,5- T	mg L ⁻¹	0,009
59	Terbutilazina	mg L ⁻¹	0,007
60	Trifluralina	mg L ⁻¹	0,02
61	Cloropirifos	mg L ⁻¹	0,03
62	Piriproxifeno	mg L ⁻¹	0,3
63	Microcistin-LR	mg L ⁻¹	0,001
64	Bromato	mg L ⁻¹	0,01
65	Bromodiclorometano	mg L ⁻¹	0,06





66	Bromoformo	mg L ⁻¹	0,1
67	Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mg L ⁻¹	0,01
68	Cloroformo	mg L ⁻¹	0,2
69	Cloruro de cianógeno (como CN)	mg L ⁻¹	0,07
70	Dibromoacetónitrilo	mg L ⁻¹	0,07
71	Dibromoclorometano	mg L ⁻¹	0,1
72	Dicloroacetato	mg L ⁻¹	0,05
73	Dicloroacetónitrilo	mg L ⁻¹	0,02
74	Formaldehído	mg L ⁻¹	0,9
75	Monocloroacetato	mg L ⁻¹	0,02
76	Tricloroacetato	mg L ⁻¹	0,2
77	2,4,6- Triclorofenol	mg L ⁻¹	0,2

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los planes de adecuación sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010mgL⁻¹

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de cada uno de los parámetros (cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Fuente: (Salud, 2022)





Anexo 2

Agua Categoría I (Población y Recreacional)

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Fuente: (MINAM, 2022)





Anexo 3

Procedimiento de Operación de la Planta

OBJETIVOS

Estandarizar las etapas a seguir para una correcta operación y cuidado de los equipos de la Planta de Filtración de Potable Mina.

ALCANCE, APLICACIÓN Y RESPONSABILIDADES

ALCANCE Y APLICACIÓN

El presente procedimiento es de alcance y aplicación a los jefes de Guardia de Aguas y Procesos (JG-AP), Operador Multifuncional de Gestión de Aguas (OMF-GA) y personal de apoyo.

RESPONSABILIDADES

- JG-AP: Verificar el cumplimiento del procedimiento y de las normas de calidad y seguridad y medio ambiente establecidos por MBP-PR.
- OMF-GA: Cumplir con el procedimiento trabajando con seguridad, respetando el medio ambiente y con una visión de mejora continua.

DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA

- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería: DS-024-2016-EM y modificatoria DS-023-2017-EM.
- RM-N°972-2020-MINSA: “Lineamientos para la Vigilancia, Prevención y Control de la Salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID - 19” que derogó la R.M. N° 448-2020/MINSA.
- Plan para la vigilancia, prevención y control de Covid-19 en Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM).
- Procedimiento de manejo de residuos sólidos (MAM-PPR-003).






DEFINICIONES

- **JG-AP** : Jefe de Guardia de Aguas y Procesos.
- **OMF-GA** : Operador Multifuncional de Gestión de Aguas
- **Filtro de Cuarzo:** Filtro auto limpiante que como medio filtrante tiene grava cuarzo de diversa granulometría el cual tiene por finalidad remover del agua los sólidos en suspensión mayores a 20 micras nominales tanto biológicas como desechos sólidos. La evacuación de los sólidos retenidos en el lecho filtrante es lograda automáticamente mediante la válvula automática de control electrónico en el proceso de retro lavado.
- **Filtro de Arena Verde:** Filtro de arena verde auto limpiante que como medio filtrante tiene arena verde de manganeso para oxidar y filtrar hierro, manganeso y sulfuro de hidrogeno (H₂S), el medio filtrante es de regeneración continua con una determinada cantidad de cloro residual. La evacuación de los sólidos retenidos en el lecho filtrante es lograda automáticamente mediante la válvula automática de control electrónico en el proceso de retro lavado.
- **Filtro de Carbón Activado:** Filtro de carbón activado auto limpiante que como medio filtrante tiene carbón activado granulado para eliminar cloro residual, olor, sabor, color y orgánicos. La evacuación de los sólidos retenidos en el lecho filtrante es lograda automáticamente mediante la válvula automática de control electrónico en el proceso de retro lavado.
- **Válvula Magnum IT:** El programador y la válvula Magnum funcionan juntos como un sistema integrado a fin de asegurar la sincronización.
- **Regeneración Manual:** Durante una regeneración, el tiempo total restante de regeneración aparecerá en la pantalla del controlador.





También el ciclo actual aparece en la parte inferior izquierda de la pantalla.

- **Regeneración Manual Inmediata:** Presionando la tecla  durante tres segundos, se inicia una regeneración manual inmediata. Se enciende el icono de regeneración en la pantalla LCD. El controlador pasa al modo regeneración.

PERSONAL

Operador Multifuncional de Manejo de Aguas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Lentes de seguridad, guantes de cuero y de nitrilo, zapatos de seguridad, casco de seguridad, mameluco.
- Específicos para la prevención de Covid-19: Mascarilla KN 95 cumpliendo con la NTP 329.200.2020.

EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES

- Radio Motorola con baterías cargadas.
- Turbidímetro portátil.
- Específicos para la prevención de Covid-19: Alcohol en gel.






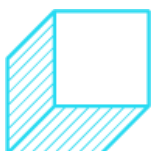
PROCEDIMIENTO

N°	SECUENCIA DE ACTIVIDADES	RIESGO ASOCIADO	CONTROLES
VERIFICACIÓN			
1	<p>OMF-GAC</p> <p>Al inicio y durante la guardia debe verificar en campo y tomar acciones correctivas de:</p> <p>Las tuberías, válvulas y tanques de todo el circuito que involucra el sistema de aguas</p> <p>Verificar el alineamiento de las válvulas manuales de todo el recorrido del flujo en el sistema.</p> <p>Funcionamiento y operatividad de los equipos.</p> <p>Verificar el nivel de los tanques de almacenamiento de agua no tratada y tratada.</p> <p>Disponibilidad de reactivo para el tratamiento de agua (hipoclorito de sodio al 1%).</p> <p>Estado listo de los variadores de las bombas.</p> <p>Instrumentos, bombas de operación, bombas dosificadoras de químicos y sistemas auxiliares deben estar energizados y listo para funcionar.</p>	Golpes por caídas.	<p>Reactivos en área contenida</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p>
ARRANQUE			
2	<p>Previo arranque del sistema, verificar que los niveles de los tanques de almacenamiento de agua no tratada y tratada sean los adecuados como para proveer al sistema de agua tratada. La Planta de Filtración puede operar continuamente o por lote (batch) según el nivel máximo del tanque de almacenamiento de agua tratada.</p> <p>Todo el sistema involucra los siguientes pasos para su arranque:</p>	<p>Contaminación agua/suelo.</p> <p>Golpes por caídas.</p> <p>Golpes, luxaciones.</p>	<p>Reactivos en área contenida / Disposición de residuos según código de colores.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible</p>





	<p>Con la verificación conforme, el OMF-GA debe configurar las válvulas manuales de la siguiente manera (véase anexo 10.1):</p> <p>Válvulas abiertas al 100%: V-2, V-4, V-5, V-6, V-8, V-9, V-10.</p> <p>Las válvulas V-0 y V-10 deben permanecer abiertas al 100%.</p> <p>Las válvulas V-1 y V-3 deben permanecer cerradas al 100%.</p> <p>Se procede a energizar el sistema a través del Tablero de Mando seleccionando Power Sistema en “ON”. Esto permite encender el controlador Logix 742 F. Comprobar que la pantalla del controlador se encuentren listos para operar (véase anexo 10.2).</p> <p>Se procede a energizar a la bomba a través del Tablero de Mando seleccionando Bombas en “MAN” y arrancar con la bomba “B1” (véase anexo 10.2).</p> <p>Iniciar el ciclo de regeneración en secuencia: filtro multimedia, filtro arena verde y filtro de carbón.</p> <p>Esto se logra presionando la tecla  durante tres segundos para cada controlador Logix (uno al término del anterior), se inicia una regeneración manual inmediata (véase anexo 10.3). Se enciende el icono de regeneración en la pantalla LCD. El controlador pasa al modo regeneración.</p> <p>Las presiones alcanzadas en manómetro M-1 durante ciclo de regeneración varían entre 60 y 90 psi.</p> <p>Los tiempos de los ciclos para cada filtro ya se encuentran establecidos por defecto.</p> <p>Estos son:</p> <p>C1: Retro lavado – 14 min</p>	<p>Daño al equipo</p> <p>Rotura de línea de PVC por sobrepresión</p>	<p>utilizar tres puntos de apoyo.</p> <p>Realizar una verificación efectiva.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p> <p>Personal capacitado en alineamiento de válvulas.</p> <p>Revisar MSDS´s</p> <p>No exceder presiones mayores a 100 psi en el sistema</p>
--	--	--	---





	<p>C5: Lavado Rápido – 10 min</p> <p>Durante los ciclos C1 y C5 no existe descarga de agua tratada sino de drenaje (véase anexo 10.4). Verificar que el comportamiento del sistema para identificar problemas a resolver.</p> <p>Nota: El arranque se dará cuando exista alerta de nivel bajo en tanque de almacenamiento de agua tratada, menor al 60%.</p>		
OPERACIÓN			
3	<p>Luego de la finalización del último ciclo de regeneración que por secuencia es el del filtro de Carbón activado, el sistema se establece en Servicio, es decir, pasa a operación.</p> <p>Durante la operación se establece una caída de presión a través del sistema de 30 psi aproximadamente.</p> <p>Se resalta que las válvulas Magnum requieren de una presión mayor a 50 psi de ingreso para que internamente se activen sus válvulas.</p> <p>Asimismo, durante la operación no se obtiene drenaje sino agua tratada (véase anexo 10.4). Verificar que el comportamiento del sistema para identificar problemas a resolver.</p>	<p>Contaminación agua/suelo.</p> <p>Golpes por caídas.</p> <p>Golpes, luxaciones.</p> <p>Daño al equipo</p> <p>Rotura de línea de PVC por sobrepresión</p>	<p>Reactivos en área contenida / Disposición de residuos según código de colores.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p> <p>Realizar una verificación efectiva.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p> <p>Personal capacitado en</p>
4	<p>El OMF-GA verificará que la adición de reactivo esté establecida en su parámetro definido y que se adicione en el punto de dosificación.</p>	<p>Golpes por caídas.</p>	<p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p>
5	<p>EL OMF-GA deberá mantener los tanques de almacenamiento de agua tratada y no trata por encima de 60% antes de fin de guardia.</p>	<p>Potencial derrame de reactivos</p>	<p>Personal capacitado en</p>





			alineamiento de válvulas.
CONTROLES			
6	<p>OMF-GA procederá a controlar pH y turbidez del agua de ingreso proveniente del tanque de almacenamiento de agua no tratada y el de descarga hacia tanque de almacenamiento de agua tratada.</p> <p>Verificar que la turbidez haya descendido a valores menores de 1 NTU. Caso contrario, iniciar retro lavado en secuencia para el sistema de filtración.</p>	<p>Golpes por caídas.</p> <p>Golpes, luxaciones.</p>	<p>Inspección del nivel mayor al 60% en los tanques.</p> <p>Reactivos en área contenida / Disposición de residuos según código de colores.</p>
7	<p>OMF-GA verificará posibles fugas en las líneas del sistema y dosificación de reactivo (véase anexo 10.1).</p>	<p>Daño al equipo</p> <p>Rotura de línea de PVC por sobrepresión</p>	<p>Observar el área, asimismo actuar con precaución y seguridad.</p>
8	<p>OMF-GA verificará que no se exceda el 95% del volumen operativo de los tanques de almacenamiento de agua tratada y no tratada.</p>		
AJUSTES			
11	<p>Si la presión del manómetro M-1 (presión de ingreso al sistema) es menor a 30 psi en la etapa de operación, estrangular la válvula manual V-8 para ayudar al sistema a presurizarse y así permitir a las válvulas Magnum que sus válvulas internas se accionen.</p> <p>Si el sistema presenta un comportamiento distinto al mencionado anteriormente y se requiere mantener los niveles de los tanques de</p>	<p>Contaminación agua/suelo.</p> <p>Golpes por caídas.</p> <p>Golpes, luxaciones.</p>	<p>Reactivos en área contenida / Disposición de residuos según código de colores.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible</p>





	<p>almacenamiento, configurar by pass de la siguiente manera (véase anexo 10.1):</p> <p>Válvulas abiertas al 100%: V 01, V 02, V 04, V 05, V 06, V 08.</p> <p>Válvulas cerradas al 100%: V 03, V 07, V 09</p> <p>Válvulas abiertas al 100% permanentemente: V 00 y V 10.</p> <p>Esto hará que no exista filtración, por tanto, los tanques de almacenamiento de agua tratada y no tratada tendrán valores similares en turbidez.</p>	<p>Daño al equipo</p> <p>Rotura de línea de PVC por sobrepresión</p> <p>Golpes por caídas.</p> <p>Potencial derrame de reactivos</p>	<p>utilizar tres puntos de apoyo.</p> <p>Realizar una verificación efectiva.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p> <p>Personal capacitado en alineamiento de válvulas.</p> <p>Revisar MSDS's</p>
<p>PARADA DE PLANTA MANUAL</p>			
<p>12</p>	<p>OMF-GA debe de comunicar al JG-AP que cortará servicio de Planta de Filtración de Potable Mina según nivel alto de tanque de almacenamiento de agua tratada (alrededor de 95%).</p> <p>OMF-GA procederá en el Tablero de Mando a seleccionar la posición "0" para ubicación C5 y C6 (véase anexo 10.2).</p> <p>OMF-GA debe configurará de la siguiente manera las válvulas (véase anexo 10.1):</p> <p>Válvulas abiertas al 100%: V-2, V-4, V-5, V-6, V-8</p> <p>Válvulas cerradas al 100%: V-1, V-3, V-7, V-9</p>	<p>Contaminación agua/suelo.</p> <p>Golpes por caídas.</p> <p>Golpes, luxaciones.</p> <p>Daño al equipo</p>	<p>Reactivos en área contenida / Disposición de residuos según código de colores.</p> <p>Observar el área de transitabilidad, y si es posible utilizar tres puntos de apoyo.</p>





	<p>Válvulas abiertas al 100% permanentemente: V-0 y V10.</p> <p>Esta configuración permite que el sistema de filtración y de bombeo quede completamente lleno de agua.</p> <p>Dejar energizado el sistema, verificar que pantalla de controlador Logix esté encendida.</p>	<p>Rotura de línea de PVC</p>	<p>Realizar una verificación efectiva.</p>
--	--	-------------------------------	--

RESTRICCIONES

- Uso obligatorio de mascarillas en todo momento.
- Distanciamiento mínimo de 1.5m para la ejecución de las tareas si es que estas involucran a más de 02 personas.
- Todo personal MBM debe cumplir lo establecido en el RM-N°972-2020-MINSA: “Lineamientos para la Vigilancia, Prevención y Control de la Salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID - 19”.
- Cumplir lo establecido en el Plan para la vigilancia, prevención y control de COVID-19 en Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM)

Fuente propia: (Huamani Vilca, 2022)

