

MANUAL DE OPERACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MILLPO

EMAPA HUANCAVELICA

ACTUALIZACIÓN 2017 DEL MANUAL ELABORADO

GERENCIA TECNICA

UNIDAD DE PRODUCCION Y CONTROL DE CALIDAD

Octubre – 2017

Preparado por Ing. Víctor Díaz

Actualizado por Ing. José Manuel Condezo Díaz

MANUAL DE OPERACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
MILLPO - EMAPA HUANCVELICA

INDICE

<u>Ítem.</u>	<u>Descripción</u>	<u>Pág.</u>
1.	Descripción detallada de instalaciones	1
2.	Objetivo	3
3.	Caracterización de Fuentes	4
4.	Operación de Instalaciones	4
	Toma Callqui	
	Conductores de Aducción	
5.	Operación de planta Milpo de 100 L/s.	5
	Preparación de Sulfato Aluminio	
	Preparación de Cal	
5.1	Unidad de Mezcla	5
5.2	Floculador Hidráulico	6
5.3	Operación de Decantadores	6
5.4	Operación de Filtros	6
5.5	Desinfección	8
6.	Control de Procesos de Coagulación – Floculación	9
	Dosis Optima	
7.	Manejo de Caudales	9
8.	Dirección y Autoridad de Guardia	10
9.	Operación en condiciones especiales y de emergencia	10
10.	Anexos	17

MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MILLPO EMAPA HUANCVELICA

1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS INSTALACIONES

La planta Millpo, fue construida con la finalidad de abastecer de agua potable enteramente por gravedad aparte de atender la demanda creciente de la población, el caudal de diseño de la planta es de 100 l/s. La planta de MILLPO recibe las aguas del Río Callqui y cuando es necesario del Río Ichu mediante una cámara reductora de presión desde la tubería de aducción a la planta de 50 l/s. La captación Ichu cuenta con desarenadores que están previos a las compuertas de captación y las tuberías de aducción son de PVC y hierro dúctil.

El diseño hidráulico de la plantas es por gravedad, la planta tiene como unidades de tratamiento: la mezcla rápida donde se agrega los insumos químicos, un floculador hidráulico de pantallas verticales de 3 etapas con gradientes hidráulicos determinados previamente en laboratorio utilizando las aguas de los Ríos anteriormente indicados, tres decantadores de flujo laminar con lonas de vinilo o vinilonas, y ocho filtros de arena que trabajaban con tasa declinante donde el lavado de estos se realiza en contracorriente utilizando el agua filtrada producida por los otros filtros.

Finalmente, la desinfección se efectúa con cloro, que se aplica a la salida del vertedero del agua filtrada de inicio de la cámara de contacto, el cual tiene un periodo mínimo de 20 minutos en la cámara de contacto, a la salida el agua tratada tiene 1.5 ppm de cloro residual, suficiente para mantener la calidad del agua en la distribución.

Fuente de Agua

Los recursos hídricos superficiales existentes para Huancavelica están ubicados en la Cuenca del Río Callqui pese a tener grandes variaciones de nivel estacional es suficiente, aún en época de estiaje, para cubrir las demandas.

Sistemas e Instalaciones del Servicio de Agua Potable.

Captación Callqui

Consta de un embalse de unos 500 m³, que son retenidos por una represa de agua de 6 m de ancho y 4m de altura, con dos compuertas de limpieza. Está ubicada en la quebrada del mismo nombre afluente del río Ichu, en la cota 3,756 msnm. El caudal de diseño era originalmente de 60 l/s, fue construida en el año 1948 y rehabilitada en el año 2007.

Actualmente el Caudal de diseño es de 100 l/s y el de trabajo aproximadamente de 85 l/s

Línea de Conducción.

Caudal de Diseño 100 l/s

Línea de Conducción Captación Callqui – Planta de Tratamiento

Tiene un diámetro de 12". Existen 03 válvulas de aire y 04 válvulas de purga en todo el recorrido. El estado de conservación de esta línea es regular.

Diseñado para conducir 100 l/s.

Gradiente de 9,6 por mil

Diámetro 12"

Caudal de Trabajo 85 l/s.

Longitud.

Línea de Callqui es de 1,668 m. Desde la captación hasta el Presedimentador, que incluye el tramo desde la caja de reunión hasta el presedimentador.

Planta de Tratamiento Millpo.

La Planta está ubicada en el sector conocido como Millpo: que es uno de los puntos más altos de la ciudad de Huancavelica.

Es de Tipo convencional con filtración mediante filtros rápidos de tasa declinante.

Es una planta de filtración rápida con una capacidad de producción de 100 l/s, el sistema consta de un mezclador hidráulico tipo rampa, un floculador de pantallas de flujo vertical, canales de recolección y distribución, decantadores de placas paralelas, filtros, sala de cloración y cámara de contacto.

Tipo de Tratamiento:

Floculación; Sedimentación, Filtrado y Desinfección.

Caudal de Diseño, de operación actualmente 85 l/s.

PROCESOS EXISTENTES:

Coagulación – Floculación. Aglutinación de Partículas.

Sedimentación. Se cuenta con estructuras de lonas de vinilo o vinilonas.

Filtración. Consta de 8 Baterías de filtros.

Desinfección Consta de un sistema de Cloración de inyección al vacío. Dosificándose 1,2 a 1.5 ppm.

Almacenamiento.

Se cuenta con un reservorio de regulación de concreto armado denominado "Cconchopata o Chuncuamarca" de tipo apoyado de 1,700 m³ de capacidad ubicado en la cota 3730 msnm. La limpieza de esta unidad se realiza dos veces por año. Encontrándose actualmente en funcionamiento y en buenas condiciones, almacena agua tratada.

Laboratorio para control de procesos y control de calidad.

La Empresa cuenta con un laboratorio físico químico y bacteriológico que tiene un mínimo de equipamiento siendo los parámetros de control muy esenciales (coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, pH, conductividad, alcalinidad y el cloro residual). El laboratorio se

utiliza para realizar los parámetros de ambas plantas de tratamiento, que son contiguas y cuenta con equipos para la determinación de los parámetros indicados y un equipo de prueba de jarras, un autoclave, estufas y balanza analítica.

La determinación del pH debe ser realizada por lo menos una vez por turno.

La alcalinidad se debe determinar por lo menos una vez al mes, y se procurará aumentar la frecuencia una vez que se cuente con un instrumento de medición.

Redes de Distribución.

La red de Distribución es por donde se provee de Agua potable a los usuarios y se encuentran divididas en 10 sectores operacionales: San Cristóbal, Puyhuan, Santa Ana, Santa Inés, Cercado, Santa Bárbara, Yananaco, San Gerónimo, Ascensión y Pucarumi.

Organización del personal que labora en la PTAP y Control de Calidad

La Unidad de Producción cuenta con 8 personales operativos entre los cuales se distribuyen los horarios para la operación de las Plantas de tratamiento durante las 24 horas del día, y 7 días a la semana y se debe prever la toma de un personal para las actividades de vigilancia y guardiana.

La jefatura está a cargo de un Ingeniero Químico.

El Área de Control de Calidad se encarga de las actividades de control del Agua Potable producida en las Plantas de Tratamiento Millpo e Ichu, se inicia con el análisis del agua cruda que se capta y que ingresa a las Plantas de Tratamiento para su proceso de Potabilización, además el control de agua tratada, a la Salida de las Plantas, Reservorio R1 (1700 m³), R2 (1000 m³) y en Redes de Distribución. Se asegura que el agua potabilizada sea apta para su consumo a través del análisis de Cloro Residual, turbiedad de las muestras que se toman diariamente en la Salida de las Plantas de Tratamiento, Salida de Reservorios y Redes de Distribución. Se analizan anualmente un aproximado de 1,460 muestras durante el año, el 100 % de las muestras son iguales o mayores a 0,5 mg/l. de cloro residual libre. La responsabilidad del área de Control de Calidad actualmente está a cargo de un Ing. Químico.

2. OBJETIVO

El presente manual pretende proporcionar la información necesaria a fin de que los responsables de la operación de las plantas cuenten con un documento para la operación de las instalaciones, y que debe abarcar todos los aspectos directos y relacionadas de las operaciones unitarias en el tratamiento del agua y que, bajo cualquier circunstancia se mantenga el servicio proporcionado agua con continuidad y calidad físico química y bacteriológica cumpliendo con las normas de salud como está establecido por el ente regulador.

El control operativo se efectúa dentro del sistema ISO – 9001-2000 que estuvo implementado en la EMAPA – HUANCAVELICA, por lo que el presente manual forma parte de los instructivos, estandarizando los procedimientos que se utilizan, insistiendo en que todo lo que se hace se registra, es decir, tener todo bajo control, mejorando las prácticas operativas permanentemente mediante las acciones correctivas y preventivas de control, así como con las auditorías internas y externas que se efectúan en el sistema de calidad de gestión.

Con este sistema se hace énfasis en el aseguramiento de la calidad, se asegura la mejora continua del servicio y la calidad del agua que EMAPA proporciona a sus usuarios en la ciudad de Huancavelica

3. CARACTERIZACION DE FUENTES

El operador de la planta, debe conocer la calidad del agua que trata, tanto en el periodo de avenidas como en el periodo de estiaje, esta información será enriquecida anualmente.

Para lo cual es de suma importancia registrar en los partes de operación que forman parte de la base de datos de las diferentes variables como: la Turbiedad, Color, pH, Alcalinidad, y Conductividad, para lo cual la planta dispone de un laboratorio físico químico, bacteriológico y de esterilización, que es el soporte técnico de las operaciones de la planta.

Por los análisis realizados durante el proyecto y en el periodo de la puesta en marcha, podemos caracterizar la fuente del Rio Callqui como una fuente de aguas claras con baja turbiedad, pH próximo al neutro y alcalinidad no menor a 100 ppm durante el estiaje. Siendo de fácil floculación en el periodo de avenidas, la dosis óptima obtenida en las pruebas de jarras ha sido de 20 ppm de sulfato de aluminio, y las horas del sol durante el estiaje facilitan el crecimiento de algas, pudiendo representar un problema para los filtros que puede ser controlado con pre-cloración y o dosificaciones periódicas de sulfato de cobre, o protegiendo de los rayos solares las instalaciones utilizando techos no transparentes.

De acuerdo a los análisis realizados a la fuente se ha identificado que contienen micro organismos tales como: algas. Para el tratamiento de estas se ha planteado utilizar el tratamiento preventivo más eficaz y común que se utiliza para controlar a los micro organismos en los depósitos, que consiste en añadir sulfato de cobre. Este es un veneno muy efectivo para la flora y fauna microscópica y puede usarse en concentraciones hasta de 12 mg/l, sin que haya el peligro de que ocurran envenenamientos por cobre entre los consumidores de agua. La mayoría de los microorganismos serán destruidos con concentraciones considerablemente menores. La bibliografía recomienda que el sulfato de cobre debe aplicarse a intervalos de 2 a 4 semanas de forma periódica. Debido a la facilidad de aplicación y a su bajo costo, el sulfato de cobre proporciona una manera práctica de controlar el crecimiento de los microorganismos y preferible ante otros insumos. De la misma manera debe aplicarse sulfato de cobre al agua cuando haya presencia de olores y sabores, siendo deseable su uso en concentraciones menores a 4 mg/l. Para el caso de las PTAPs que administra la EPS EMAPA Huancavelica se ha demostrado la eliminación de algas con una concentración de 1 mg/l, sin embargo, ello puede variar de acuerdo a los análisis que se realicen para ese fin

4. OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Toma de Callqui.- La represa de Callqui es también un desarenador, desde donde se captan las aguas para la planta de 100 l/s por medio de una válvula de 12", cuenta con rejas para el desbaste de vegetación y otros y, una tubería de aducción a la planta de 12" de diámetro y longitud de 2.5 km. La represa también tiene una válvula de purga para remover los sedimentos de limo y arena, asimismo, tiene una estructura de rebose para eliminar los excedentes en la época de lluvias. La regulación de los caudales necesarios se opera en la planta con la válvula de 12" ubicada en la cámara de descarga al presedimentador, las rejas de desbaste se limpian todos los días o cuando se advierte la reducción del caudal.

Conductos de Aducción.- La protección y cuidado de estas instalaciones es de vital importancia para la continuidad del servicio del agua potable.

La válvula de captación Callqui en la represa debe estar abierta al 100%, la conducción de agua de la toma de Ichu a la planta de 100 l/s es por una tubería de PVC de 14" de diámetro, que por razones topográficas tiene un sifón invertido, donde se incrementa la carga hidráulica; el cierre y/o apertura de la válvula de llegada debe ser operada lentamente, pues el cierre rápido de la válvula

produce el denominado golpe de ariete o incremento de la carga hidráulica por muchos metros inversamente al tiempo de cierre de la válvula, de tal forma que con un cierre instantáneo colapsarían las tuberías. Operativamente, con las dos tomas de captación se asegura la continuidad del servicio de la planta de 100 l/s.

5. OPERACIÓN NORMAL DE PLANTA MILPO DE 100 l/s:

Esta planta utiliza el pre sedimentador de la planta antigua, teniendo además un by pass para recibir las aguas directamente de las 2 tomas, el sulfato de aluminio granulado viene en bolsas de 25 o 50 kg. Debiéndose preparar en solución a fin de dosificar en forma líquida por gravedad hacia la cámara de mezcla rápida. La preparación de la solución se efectúa en los tanques de mezcla: dos para el sulfato de aluminio y los otros dos para la cal, la concentración de la solución de aluminio es de 2% y la de la cal es de 5%, los 4 tanques tienen una capacidad neta de 4,330 litros c/u. **Se debe evitar dejar bolsas abiertas para efectuar un almacenamiento adecuado de los insumos químicos empleados en el tratamiento del agua, a fin de que no pierdan sus propiedades químicas debido a factores externos. Se debe contar con los certificados de calidad de los insumos utilizados, los cuales deben ser solicitados al responsable de logística de la empresa, que concuerden con los lotes adquiridos, caso contrario no debe aceptarse el insumo. Se debe verificar y registrar la fecha de caducidad de los insumos químicos, para llevar un adecuado control en su uso.**

Preparación del Sulfato de Aluminio. - La preparación de la solución se efectúa en la forma siguiente:

Llenar el agua hasta 20 cm por debajo del rebose, agregar dos bolsas y prender el agitador, este debe funcionar dos horas, tiempo suficiente para diluir todas las partículas del sulfato granulado.

El volumen útil del tanque es de 4.33 m³ por lo que se debe diluir 87 kg. de sulfato de aluminio granulado para reponer la solución del 2%, como no es posible utilizar el 100% de la solución, se debe medir la altura entre la superficie de la solución y el nivel del rebose, se calcula los kg. de sulfato con la siguiente expresión $W \text{ (kg.)} = 0.58 \times h$ donde "h" está expresado en cm.

Debe realizarse pruebas de Aluminio residual cuando se realice la aplicación del insumo.

Preparación de la Cal. - Este producto se utiliza para elevar el pH o para remover el color del agua y también en periodo de aguas claras se utiliza la cal para reducir las dosis de coagulantes por ser este un producto de menor costo; para este efecto se dispone de dos tanques de 4,000 litros c/u para la preparación de lechada de cal con una concentración de 5% es decir para los 4,000 litros de cada tanque son necesarios utilizar 4 bolsas de 50 kg. c/u. como en la preparación del sulfato llenar con agua hasta 20 cm, por debajo del rebose, colocar las 4 bolsas de cal, completar con agua hasta alcanzar el rebose, luego prender el agitador (durante la aplicación de la cal se debe mantener el agitador funcionando porque es una suspensión inestable), luego de 30 minutos de agitación ya es posible ser utilizado. Después de usar, es recomendable lavar los conductos, dejando pasar agua por algunos minutos hasta que se aclare la suspensión de cal.

Preparación de Sulfato de Cobre. - Este insumo se utiliza para eliminar o controlar el crecimiento de algas en el tratamiento de agua, su uso es de manera periódica a intervalos de 2 a 4 semanas y para ello se dispone de tanques de plástico y/o polietileno de 250 litros de capacidad en el cual se debe diluir 2.5 Kg de sulfato de cobre granulado para tener una solución de 1 % que al aplicarse alcance la dosis de 1 mg/l. Para ello deberá tenerse en cuenta el caudal de producción en l/s y multiplicarlo por 0.5 obteniendo la cantidad en ml que debe aplicarse al agua para su tratamiento.

Debe realizarse pruebas de cobre residual cuando se realice la aplicación del insumo, con una frecuencia recomendada mensual.

Preparación de Hipoclorito de Calcio. - La preparación de este insumo se condiciona a la presencia del parámetro arsénico en el agua cruda, con lo cual se quiere obtener la eliminación por oxidación del arsénico a su estado pentavalente, que forma compuestos insolubles con una eficiencia de remoción superior al 90%, por lo que resulta técnicamente aplicable. Incrementando su eficiencia con adición de sales de aluminio, que es reconocido como uno de los métodos más eficientes para la remoción de arsénico. Mediante una dosis de control superior a 1 mg/l de cloro residual a la salida de los floculadores se permite la oxidación de arsénico trivalente a pentavalente. Al favorecer la creación de compuestos insolubles se acrecienta la posibilidad de precipitación y separación por decantación. La adición de Hipoclorito de Calcio provoca la formación de precipitados asociados con arsénico que se decantan o pueden ser retenidos en los filtros. Se cuenta con tanques de polietileno de 1,000 litros de capacidad en los que se disuelve 10 Kg de Hipoclorito de Calcio para obtener una solución al 1%, la dosis varía en función del contenido de cloro residual a la salida de los floculadores. De ahí que resulta necesario el control del Cloro residual mediante el método colorimétrico por adición de DPD, para realizar el ajuste de dosificación en función a la demanda por contenido de carga orgánica en el agua cruda.

Preparación del Poli cloruro de Aluminio. - Este insumo se aplica principalmente para remover el color y como reemplazo del sulfato de aluminio cuando la turbiedad se incrementa, se encuentra en solución acuosa, cuyo porcentaje de alúmina es de 16% aproximadamente, sin embargo, genera menor residual de aluminio y mejora la velocidad de formación de los flóculos y la remoción de color con respecto del sulfato de aluminio; por lo que su uso está condicionado a las características del agua cruda descritas líneas arriba. Para su preparación basado en las pruebas de jarras realizadas se debe aplicar con la dosis óptima resultante para cada turbiedad de tratamiento de forma análoga al sulfato de aluminio. La concentración de preparación recomendada es de 0.5% debiendo ser aforado en función de la dosis óptima y el caudal de producción. Este insumo se prepara en los tanques de sulfato de aluminio y su aplicación se realiza mediante el tubo difusor sobre el punto de mayor turbulencia de la cámara de mezcla rápida.

5.1 UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA

El ingreso de agua al pre sedimentador de Callqui se efectúa mediante una válvula de 12" se encuentra en la cámara de la planta antigua, descargando en la cámara de mezcla, que también recibe las aguas de Ichu mediante una cámara reductora de presión. De la cámara de mezcla sale la tubería de by pass y también la tubería de ingreso al pre sedimentador; la planta de 100 l/s recibe las aguas mediante el by pass o también del canal de salida del pre sedimentador para esta operación hay dos válvulas en línea intercalada por una te, con estas válvulas se regula el caudal con el vertedero de medición que ingresa a la planta, el vertedero de medición también forma parte de las estructuras de la mezcla rápida.

Verificar que la aplicación de la sal de sulfato de aluminio se está haciendo en el punto de máxima turbulencia.

Mezcla Rápida. - Tiene por objeto distribuir en el agua en el menor tiempo posible el sulfato de aluminio, debido a que este se hidroliza en fracciones de segundo perdiendo parte de su efectividad. El punto de aplicación debe estar sobre el punto de cambio de régimen de flujo sub crítico resalto a supercrítico, es decir, al inicio del borbollón producto del resalto hidráulico, donde la mezcla de la solución de sulfato y el agua en tratamiento se mezcla en menos de tres segundos; la cal se agrega

aguas abajo, para este producto no se requiere mezcla rápida la lechada de cal se mezcla en la primera pantalla del floculador hidráulico.

Dato:

Alcalinidad alta pide dosis alta de coagulante.

5.2 FLOCULADOR HIDRAULICO

Esta unidad es la que con mayor acuciosidad debe ser objeto de observación por parte del operador de la planta, es en esta estructura donde se forman los flóculos que serán removidos por el decantador. En el primer tramo se desestabilizan las moléculas del agua al entrar en contacto con el sulfato de aluminio que se está polimerizando, en este tramo el gradiente de velocidades mayor a 40 s^{-1} , al finalizar el primer tramo se observa pequeños microfloculos formando nubes de color lechoso; en el segundo se desarrollan los flóculos, en este tramo son claramente visible los microfloculos que van creciendo, en el tercer tramo los flóculos se consolidan, quedando el agua clarificada con los flóculos en suspensión, en este tramo el gradiente de velocidad es menor a 15 s^{-1} .

En el canal de distribución a los decantadores el ingreso al canal central del mismo, los floculos se mantienen con el mismo tamaño por los gradientes de velocidad bajos, las compuertas de ingreso a los decantadores deben estar totalmente abiertas, el tiempo de floculación con el caudal de diseño de 100 l/s es de 20 minutos. El operador en esta unidad de la planta evalúa la efectividad de la dosificación aplicada, pudiendo bajar la dosificación si el primer tramo muestra un color blanquecino o incrementa la dosificación si no existe formación de floculos. Se debe tener en cuenta que los microfloculos bien formados son estables a diferencia de los floculos grandes que generalmente son frágiles. La purga de los floculadores es una posibilidad para impedir que aguas que no estén bien floculadas ingresen al decantador, la limpieza del floculador se debe efectuar una vez por año, suspendiendo el ingreso de agua a la planta.

5.3 OPERACION DE DECANTADORES

En primer lugar, verificar si están abiertas totalmente las compuertas de ingreso a los tres decantadores, el cierre parcial incrementa el gradiente de velocidad rompiendo los floculos. observar los tres decantadores, evaluar su aspecto general de aguas claras y presencia de floculos, observar si todos los orificios de recolección están funcionando, reconocer que decantador trabaja mejor con volúmenes altos y cuales con volúmenes bajos, si hay re suspensión de floculos, efectuar la purga de los concentradores de lodos. Para iniciar esta operación, cerrar la compuerta de ingreso al decantador y luego abrir la válvula de purga hasta que baje el nivel en el decantador unos 30 cm, a continuación abrir la compuerta de ingreso al decantador lentamente, verificando durante las purgas el color del desagüe, si tiene aguas claras en poco tiempo, las tolvas de los lodos están vacías.

Se debe tener en cuenta que es frecuente la obstrucción de la purga de lodos, se recomienda en periodos de alta turbiedad purgar cada 4 horas, con baja turbiedad una vez por día y con aguas claras una vez por semana, en el periodo de estiaje una vez por mes. El efluente del decantador debe ser objeto de determinación de turbiedad cada 2 horas y en ningún caso esta será mayor a 5 NTU. Esta información se debe registrar en el parte de operación. La limpieza de las lonas de vinilo o vinilonas se debe efectuar por lo menos dos veces por año utilizando escobillas de poco peso.

5.4 OPERACIÓN DE FILTROS

Los filtros de tasa declinate no tienen equipos de control es decir no se conoce con exactitud: el caudal de filtración, la pérdida de carga por colmatación del lecho filtrante, la turbiedad del efluente; pero si conocemos del total del agua filtrada: la turbiedad promedio, la pérdida de carga promedio, la carrera promedio. Conociendo estos parámetros en conjunto, operamos nuestra planta, lavamos un filtro cuando la pérdida de carga promedio esta por rebosar el vertedero de seguridad, lo que registramos es la hora en que lavamos y por tanto lavamos el filtro que tiene la mayor carrera de filtración, donde nuestro indicador es el nivel próximo al rebose.

Modificado así si registramos reiteradamente turbiedades mayores a 1 NTU, tendremos que bajar el nivel del vertedero, o tendremos que levantar la cota del vertedero si la turbiedad esta siempre por muy de bajo de 1NTU; todo esto, si el proceso de floculación y sedimentación es eficiente (aumentará la carrera de los filtros permitiendo reducir el porcentaje de pérdidas por lavado de filtros). Esta modificación debe considerar la caída libre de los tubos de recolección del agua decantada.

La puesta en operación de la tasa declinante fijada en lavado de filtros cada 3 horas o 24 horas de carrera de filtración es una primera aproximación, es posible establecer carreras mayores en el estiaje y más cortas en periodo de avenidas.

Procedimiento de lavado de los filtros.-

- El tiempo de lavado lo determina el nivel del agua decantada, en el vertedero de seguridad se procede a lavar la unidad de máxima carrera luego de haber establecido la secuencia de lavados del filtro N° 1 al N° 8.
- Cerrar la válvula de ingreso de agua decantada al filtro.
- Verificar la posición establecida de la compuerta de agua filtrada.
- Abrir al 100% la válvula de desagüe, poner en funcionamiento el cronometro marcando el inicio del lavado.
- Verificar la expansión de la arena y rebose uniforme del canal central de lavado, anotar de existir alguna anomalía como eliminación de arena por el rebose o expansión deficiente de la arena y prolongación del periodo de lavado. Presencia visible de algas, turbulencia localizada. Queda concluido el lavado formal (con expansión del 30%) cuando se observa aguas claras.
- Cerrar la válvula de desagüe, concluida la operación esperar que llene hasta el nivel del agua filtrada y parar el cronometro de control; registrar en el parte del control dando por concluido el tiempo de lavado del filtro.

Durante el lavado distinguir los tiempos de vaciado, lavado propiamente del filtro, (30% de expansión de la arena) y periodo de llenado.

El lavado se inicia cuando el nivel de agua dentro del filtro es menor que el nivel de agua filtrada y también concluye el lavado cuando el nivel de agua dentro del filtro es igual que el nivel de agua filtrada.

Supervisión del estado de los filtros. - observar el nivel de arena de los dos pozos de los filtros y determinar cuál de las dos unidades se lavan con mayor eficiencia, medir el nivel de arena antes del lavado en las dos pozas, para corregir esto llenar de arena y nivelar con el nivel de arena de la otra poza.

Observar el falso fondo del filtro estimar los volúmenes de arena que han pasado la capa soporte de grava; finalmente determinar el nivel del agua dentro de la cuba del filtro antes del lavado y después, determinar el descenso del nivel de agua decantada en relación al nivel del vertedero de rebose. Se debe tener en cuenta que después del lavado la tasa de filtración del filtro es la máxima, la mínima al final de la carrera, el promedio del filtro es el promedio de toda la planta. Con la información de los partes de operación se podrá determinar la carrera de los filtros por ejemplo si se lava 8 filtros /día la carrera de los filtros es de 24 horas. Si se lavan 10 filtros la carrera es de 18 horas, y se lavan 6 filtros la carrera es de 30 horas y solo teniendo la información del N° de filtros lavados podríamos calcular el % de pérdidas por lavado de filtros de 4.4 %, 5.6 % y 3.3% respectivamente, si se tiene en cuenta que durante lavado se pierde 48 m³ de agua y si perdemos 10% de arena cada seis meses en el tercer caso se perdería solo 7.5% de arena, así con esta información podemos programar la reposición de la arena que perdemos durante el lavado del filtro.

El control de la turbiedad de los filtros se debe efectuar cada 3 horas, el mismo que quedara registrado en el parte de control operativo.

5.5 DESINFECCION DEL AGUA FILTRADA

La planta tiene un depósito para el almacenamiento de botellas de cloro una sala de cloradores y un tanque de contacto. El cloro libre es más activo que el cloro combinado, por lo que, con la mezcla rápida se tiene una eficiencia del 90% para tal efecto, el punto de aplicación se encuentra después del vertedero de medición del agua filtrada e inicio de la cámara de contacto donde se encuentra el difusor de la solución clorada; la cámara de contacto esta subdividido en canales para producir un alto porcentaje de flujo pistón con un periodo de retención mínimo de 20 minutos para el caudal de diseño de 100 l/s. El cloro residual a la salida de la cámara de contacto debe tener 1.5 ppm con lo que el punto más alejado de la red mantiene no menos de 0.5 ppm de cloro residual. Asimismo, se ha determinado que la dosis del clorador debe ser de 2.00 mg/l. Es decir, la demanda de cloro es aproximadamente de 0.5 ppm en promedio.

Operación de los cloradores .-

La sala de cloradores opera con dos botellas de 150 libras de cloro líquido, una balanza y dos dosificadores de cloro llamados cloradores, una bomba de agua y un inyector. Los cloradores trabajan alternadamente, para lo que tienen un intercambiador automático para el cambio de la botella de cloro así mismo tiene un detector por fuga de cloro con alarma.

Por el riesgo potencial de las instalaciones por fuga de gas cloro, así como la suspensión de dosificación del desinfectante ponen en riesgo la calidad del agua tratada, el operador debe poner toda su atención controlando los equipos de cloración, los que deben estar permanentemente funcionando.

Previamente se debe determinar con el caudal de tratamiento los volúmenes de lb/24 horas. En las tablas del anexo.

Procedimiento:

- Pesar las dos botellas de cloro que se mantienen sobre la balanza
- Prender la bomba de agua que opera el inyector donde se produce el vacío para recibir el gas cloro
- Abrir la válvula de salida de la botella con la llave correspondiente

- Regular con la válvula bajo el rotámetro las lb/24 horas determinadas
- Verificar el trabajo del difusor del agua clorada observando en la superficie del punto de aplicación pequeñas burbujas o fuga de gas.
- Verificar cada 2 horas como mínimo el "cloro residual" a la salida de la cámara de contacto y registrar en el parte de operación.
- Asimismo, registrar el peso de la balanza al final de cada turno.
- Al cambiar una botella, pesar con la botella aun instalada y pesar seguidamente con la nueva botella llena; esto permitirá conocer cuántos kilogramos de cloro fueron utilizados.

6. CONTROL DE PROCESOS DE COAGULACION – FLOCULACION

Las variaciones de la calidad de agua en el periodo de lluvias determinan las modificaciones que el operador de la planta debe efectuar en las dosis de los coagulantes utilizados, para lo que requiere efectuar prueba de jarra determinando la dosis óptima de los coagulantes, la corrección del pH o utilización de polímeros que pueden reducir los costos operativos significativamente.

El laboratorio de la planta cuenta con un equipo de pruebas de jarras de 6 vaso de 2 litros. Para efectuar estos ensayos se debe preparar los reactivos en concentraciones estables, en el caso del sulfato de aluminio y cal preparar con una concentración de 10% luego antes de utilizar en la prueba de jarra diluir al 1%, de igual forma la cal, para preparar estas muestras se pesa 10 gramos se le agrega agua destilada hasta completar 100ml, se agita por algunos minutos luego se toma 10ml de la solución y se vuelve a diluir con agua destilada completando los 100ml. Obteniendo la concentración de 1% con los que se realiza los ensayos de prueba de jarras. Y se realiza su dosificación mediante la siguiente formula:

$q = Q \times D / C$; donde: q = caudal de solución de insumo

Q = Caudal de producción

D = Dosis óptima de aplicación

C = Concentración de solución (2%)

Ejemplo: $q = 85 \text{ l/s} \times 20 \text{ mg/l} / 20,000 \text{ mg/l} = 0.085 \text{ l/s} = 425.00 \text{ ml en 5 segundos.}$

Este caudal debe ser aforado en el punto de dosificación mediante el retiro manual del tubo difusor y la colección de solución de sulfato de aluminio.

Determinación de la Dosis Óptima. - Se llenan los 6 vasos con el agua de la fuente, determinar la dosis para cada vaso de tal forma que la dosis optima no sea el último vaso, es decir espaciar la dosificación entre vasos con la finalidad de tener una curva completa. Con la experiencia o información histórica se tendrá la curva Turbiedad vs Dosis óptima.

Procedimientos:

- Regular las paletas del floculador a 6 cm. de la base
- Programar el floculador con 100 rpm por un minuto, luego bajar las revoluciones a 40 rpm por minuto.
- Enrasar todos los vasos en 2 litros
- Colocar la dosis para cada vaso en los depósitos de 20 ml usando jeringas de inyección
- Colocar simultáneamente la dosis en cada vaso en los primeros segundos con 100 rpm
- Observar el tiempo de formación de los microfloculos y registrar.

- Calificar el índice de Wilcomb conforme se indica en la hoja de evaluación
- Tomar la muestra a 6 cm. por debajo de la superficie del agua de cada vaso
- Tomar la turbiedad, pH, Alcalinidad y color del agua del río y de cada muestra
- Graficar la curva correspondiente.
- Utilizar el formato de dosis optima del anexo.

La prueba de jarras para determinar la dosis óptima deberá ser ejecutada todos los días en el periodo de lluvias y semanalmente en el periodo de estiaje, cuando existan variaciones importantes de turbiedad, el operador de la planta debe estar familiarizado con el procedimiento, así como con los criterios de evaluación de los resultados. Los ensayos obtenidos en la prueba de jarras no son iguales por tanto se debe comparar y determinar un coeficiente que puede ser útil para perfeccionar nuestros procedimientos. Una vez establecida la curva Turbiedad vs Dosis óptima se debe realizar minimamente una prueba de jarras mensual en época avenidas y cuando las condiciones del agua cruda lo requieran en época de estiaje, para cualquier variación en la dosificación establecida.

7. MANEJO DE CAUDALES

El sistema de distribución de Huancavelica se realiza mediante reservorios de cabecera que atiende a sectores y subsectores de distribución, por lo que las variaciones del consumo horario se regula con los reservorios de agua tratada, la planta podrá trabajar a caudal constante, y si estos son deficitarios la planta elevara la capacidad de producción subsanando el déficit de los reservorios, de ser muy elevado el % de pérdidas, se tendrá que adoptar una distribución restringida durante las noches es decir durante las horas de menor consumo se bajaran las presiones de servicio para mantener solo llenas las tuberías de servicio, normalizando a partir de las 5.00 a.m. a las presiones normales de servicio de 10-50m.c.a.

La unidad de distribución tendrá el control de los sectores regulados durante las horas de consumo pleno y restringir durante las noches, reduciendo el % de pérdidas por distribución. El área de producción delimita su responsabilidad manteniendo llenos los reservorios previos a las horas de máxima demanda utilizando mayores caudales de producción.

Para la operación se debe tener controlado el nivel del reservorio para lo cual se debe instalar equipos electrónicos que midan los niveles de los dos reservorios para operar desde la planta, más si estos equipos no tienen un costo significativo.

La producción de la planta es una información que debe estar en el reporte Gerencial, información que debe tener la alta dirección, de ser posible, en tiempo real y que es responsabilidad del personal responsable de las plantas.

8. DIRECCION Y AUTORIDAD DE AGUA

El personal que trabaja por turnos rotativos a cargo de la operación de las plantas es responsable solidario de las instalaciones, de los productos químicos que utiliza, y principalmente de la calidad de agua que produce, de los volúmenes de producción y llenado de los reservorios de cabecera. Por lo indicado, el cambio de guardia de un turno al siguiente debe ser personalizado, debiendo firmar los partes de guardia de las operaciones con las observaciones y/o descargos respectivos, el operador de la planta de 100 l/s es de mayor jerarquía y es el que tiene el control de la producción y del personal durante su turno, y el gerente de operaciones es el responsable de la producción de las plantas, el laboratorio incluido el personal técnico, mantenimiento y vigilancia. Como representante de la Gerencia General es quien administra y gestiona los programas anuales de operación y mantenimiento de las instalaciones estando a su cargo el manejo presupuestal correspondiente y las autorizaciones de visita a las instalaciones.

9. OPERACIÓN EN CASOS ESPECIALES O DE EMERGENCIAS:

Se puede definir un desastre como un evento natural o realizado por el hombre que se presenta en un tiempo y espacio limitados y que afecta los patrones cotidianos de vida.

Según su origen, los desastres pueden clasificarse en dos grandes tipos:

Naturales, y

Provocados por el hombre.

Operación en la Planta Millpo:

Es necesario correlacionar la probabilidad de ocurrencia de los desastres con la duración y magnitud de los efectos causados por la interrupción del servicio, comparándola con la situación de emergencia casi cotidiana que vive la mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua en cuanto a la calidad de los servicios o del agua que abastecen a las localidades.

Los efectos que causan los desastres sobre las plantas de tratamiento y la calidad del agua pueden reducirse los siguientes:

a) Modificación de las fuentes:

- Contaminación;
- Aumento de turbiedad;
- Variación en el pH;
- Modificación de caudales.

b) Daño estructural

- Destrucción total o parcial de obras civiles;
- Destrucción total o parcial de tuberías e instalaciones.

c) Transportes y comunicaciones

- Interrupción de las vías de acceso a las plantas y otros componentes del sistema;
- Interrupción de las comunicaciones telefónicas.

d) Energía

- Interrupción total o parcial.

Todos estos efectos pueden causar interrupción total o parcial del tratamiento y abastecimiento de agua.

Medidas de Acción ante desastres:

Antes:

El mayor número de desastres que afectan el tratamiento y abastecimiento de agua ocurren súbitamente. La tecnología actual solo puede pronosticar la ocurrencia de un desastre natural momentos antes o, en el mejor de los casos, tan solo unos días antes de que se presente. En consecuencia, la única manera significativa por la que pueden contrarrestarse los efectos de un desastre natural es implementando medidas de prevención y preparativos para aquellos componentes con un alto riesgo de verse afectados.

El objetivo de las medidas de prevención es reducir o eliminar posibles daños en el área afectada una vez ocurrido el desastre. Para lograr este objetivo, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Identificar las amenazas presentes en la zona.
- Desarrollar un plan de operaciones para emergencias.
- Desarrollar un programa de emergencias que abarque educación e información al personal y público por igual.
- Adoptar medidas preventivas y de mitigación.

Las acciones mencionadas se amplían en el Plan de Emergencia de la EPS.

Modificación de las fuentes:

Uno de los mayores peligros para la salud pública que se asocian generalmente con los desastres naturales es el riesgo de contaminación de los abastecimientos de agua. La contaminación puede producirse en diferentes puntos: en la fuente, durante la transmisión, en la planta de tratamiento, durante el almacenamiento o en cualquier punto de la red de distribución. Los daños causados a las

estructuras de obras de ingeniería civil son la causa fundamental de la contaminación, así como el derrame de sustancias químicas.

Asimismo, los desastres muchas veces deterioran la calidad del agua cruda. El aumento de la turbiedad y las variaciones drásticas en el pH están entre las razones que obligan a las plantas de tratamiento a optimizar o modificar su propio funcionamiento después de ocurrido un desastre.

En casos de emergencia, la contaminación microbiológica deberá ser la primera preocupación de la persona que tiene a su cargo la operación de plantas de tratamiento de agua. Se requiere realizar las siguientes medidas preventivas:

- a) Identificación de los posibles contaminantes y de los métodos de eliminación.
- b) Monitoreo, detección e identificación de fuentes potenciales de contaminación.
- c) Tratamiento oportuno y adecuado.
- d) Identificación de fuentes alternas de abastecimiento de agua, así como las respectivas obras de captación.
- e) Interconexión con otros sistemas de agua.
- f) Incremento de los periodos de retención en tanques de almacenamiento.
- g) Protección de los tanques de almacenamiento con cubiertas adecuadas.
- h) Provisión de desagües de gran capacidad a todas las unidades de la planta y tanques de almacenamiento.
- i) Acciones preventivas contra la contaminación potencial de las cuencas y fuentes de abastecimiento de agua.

Daño estructural en obras de ingeniería:

Todos los tipos de desastres tienen la posibilidad de destruir o dañar gravemente las estructuras de obras de ingeniería de las plantas de tratamiento de agua. Estas comprenden edificios, estructuras hidráulicas, reactores, interconexiones, instalaciones, tuberías, estaciones de bombeo, estructuras de toma, represas, muros de contención, postes para líneas eléctricas, caminos, plataformas, etcétera. Cuando estas estructuras sufren daños, pueden causar accidentes a aquellos que trabajan en ellas o cerca de ellas, o bien interrumpir en forma parcial o total los servicios de agua en calidad y cantidad adecuada.

Estos problemas pueden reducirse o eliminarse si se consideran desde el inicio de su diseño medidas de prevención de desastres en la construcción de nuevas plantas, si se efectúan modificaciones en las instalaciones existentes y si se mejoran las normas de diseño, las que deben reflejar la experiencia ganada.

Las medidas preventivas para las estructuras de obras de ingeniería incluyen las siguientes:

- a) Modificaciones e implementación de obras de mitigación de las instalaciones existentes, a partir de los resultados de los estudios de vulnerabilidad y el impacto de los daños en el caudal, las variaciones de calidad y tiempo de rehabilitación de los daños:
 - * Reforzar las estructuras para que soporten los efectos del desastre.
 - * Disponer de instalaciones o facilidades para conexiones directas; es decir, evitando el paso del agua cruda por la planta, llevándola directamente al lugar de cloración donde el agua pueda ser, cuando menos, clorada en caso de que la planta, su equipo o sus procesos fallaran.
 - * Hacer una interconexión entre los distintos procesos de la planta de tratamiento.
 - * Mejorar el anclaje y apoyo de maquinaria, equipo esencial y tanques de almacenamiento para que resistan los efectos del desastre.
 - * Rediseñar o reubicar las unidades o instalaciones potencialmente inseguras.
 - * Adoptar reglas y procedimientos estándar de operación para contar con el máximo estado de preparación en caso de un desastre natural.
- b) Planificación para el diseño y construcción de la nueva infraestructura:
 - * Hacer estudios técnicos ad hoc (meteorológicos, topográficos, hidrológicos, geológicos y de suelos) en las nuevas ubicaciones para eliminar las áreas vulnerables.

* Preparar, actualizar y usar métodos de diseño específicos para proteger estructuras, equipos y suministros contra el impacto de un desastre. Se deberán adoptar diseños específicos en la medida posible para incrementar la capacidad del sistema en situaciones de emergencia.

* Para el caso de plantas de tratamiento, contar con plantas convencionales de alta tasa, de manera que dependan lo menos posible de electricidad (ya que este es uno de los servicios que primero se interrumpen en situaciones de desastres).

* Depender lo menos posible del suministro eléctrico y, cuando esto sea inevitable, contar con generadores que abastezcan a los componentes críticos.

Actualizar los criterios de diseño y las especificaciones de los materiales utilizados en la construcción, a partir del comportamiento observado.

Fallas en el transporte:

El transporte es crítico en la secuela de un desastre. A menudo, las fallas en el transporte obedecen a los siguientes factores:

- a) la destrucción u obstrucción de los caminos;
- b) la destrucción o falta de vehículos apropiados;
- c) la carencia del combustible necesario.

Los daños en los sistemas de transporte pueden obstaculizar el acceso a la planta de tratamiento y dificultar el ingreso del personal, así como paralizar la operación del servicio de "suministros vitales", en especial, el tratamiento y distribución de agua. Las medidas preventivas que pueden adoptarse para reducir o eliminar los problemas originados por las fallas en el transporte son las siguientes:

* Preparación de una lista delineando la prioridad de los medios de transporte disponibles en la secuela de un desastre.

Paralizaciones del suministro de energía:

Las paralizaciones del suministro de energía son comunes durante la mayoría de los desastres y ello se debe, mayormente, a daños en las líneas de transmisión, estructuras de ingeniería civil y fallas del equipo. Las interrupciones del suministro de energía aumentan los problemas mayormente en los servicios de "suministros vitales" y algunos de estos efectos son:

- a) Interrupción de las operaciones de las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de agua.
- b) Interrupción de las operaciones de dosificación.
- c) Descalibración de equipos.
- d) Interrupción de comunicaciones.

Estos efectos pueden reducirse o eliminarse adoptando las siguientes medidas preventivas:

- Uso de UPS en equipos y sistemas donde el flujo eléctrico no debiera interrumpirse.
- Uso de generadores alternos fijos en las plantas de tratamiento de agua y estaciones de bombeo.
- Adquisición de generadores portátiles.
- Empleo de abastecimiento de agua a gravedad para mantener una distribución limitada.
- Modificar la forma de lavado de filtros de tal manera que se produzca el lavado de un filtro con el flujo de otras unidades.
- Provisión de redes de energía eléctrica alternativas o auxiliares a las instalaciones de operación crítica (estaciones de bombeo, plantas de procesamiento y tratamiento, hospitales).1

Tratamiento y Abastecimiento de Agua después de Desastres:

Los preparativos y las medidas de atención de la emergencia deberán ponerse en práctica tan pronto como se advierta la ocurrencia inminente de un fenómeno natural que pueda afectar los patrones normales de calidad y suministro. Se pueden identificar al menos tres momentos en la preparación y atención de un desastre:

- El periodo de alerta (pocas horas o días antes de que ocurra el desastre).
- El periodo de respuesta al desastre (variable según el tipo de amenaza natural).

El combustible para las redes auxiliares de energía eléctrica deberá almacenarse en cantidades que permitan las operaciones por un lapso de tres a cinco días.

- El periodo de rehabilitación/reconstrucción posterior al desastre (variable; normalmente de una semana a un mes).

El objetivo fundamental de estas acciones será proteger a la población contra los posibles peligros y asegurar la disponibilidad de agua, alimentos, refugio y ropa en el área amenazada. Estas medidas sanitarias ambientales comprenden:

Periodo de alerta:

- 1) Declarar la alerta en la empresa de agua. Esto podrá hacerse cuando las autoridades locales y nacionales lo hagan o bien como una declaratoria interna de la empresa.
- 2) Obtener inventarios del personal disponible y recomendable, de los equipos y suministros necesarios para aplicarlos a los problemas y necesidades que se prevén en el área amenazada.
- 3) Proteger los elementos clave del abastecimiento de agua y especialmente de la planta de tratamiento de agua.
- 4) Examinar y difundir entre la población afectada los criterios para el uso de agua segura.

Periodo de respuesta:

Hacer una evaluación inmediata de los daños y preparar una lista estableciendo la prioridad de las medidas para atender las necesidades y problemas identificados, con el fin de restablecer el servicio a la brevedad posible y asegurar el abastecimiento de agua a la población.

Periodo de rehabilitación y reconstrucción

Tan pronto como el impacto del desastre disminuya hasta el grado en que pueda iniciarse la labor de operación de plantas de tratamiento de agua y abastecimiento de agua de emergencia, los objetivos básicos serán los siguientes:

- Abastecer de agua potable —o por lo menos segura— en una cantidad de por lo menos 30 litros por habitante por día a la población en general y a usuarios especiales: hospitales, clínicas y al personal de equipos de socorro y rescate.

- Proteger las fuentes y componentes del sistema y, especialmente, la planta de tratamiento de agua.

Para cumplir con estos objetivos, es necesario lo siguiente:

- Realizar un reconocimiento para evaluar los daños sufridos en los diferentes componentes del sistema y de la planta.

- Hacer un inventario de los recursos disponibles de personal esencial, logístico, de equipo y de suministros. Este inventario puede usarse para satisfacer las necesidades inmediatas creadas por el desastre natural.

- Obtener información sobre el movimiento de población dentro o cerca del área afectada, tal como lugares de asentamiento de refugiados, áreas evacuadas parcial o totalmente e instalaciones del personal de socorro. Esta información deberá determinar las áreas a las que se habrá de dar consideración prioritaria por su densidad poblacional y por su alto riesgo de enfermedades.

Las medidas generales de emergencia recomendadas para el abastecimiento de agua son las siguientes:

1) Producción y tratamiento de agua en cantidad adecuada

El agua debe distribuirse en cantidades que satisfagan al menos las necesidades fisiológicas básicas de aquellos que se encuentran en el área afectada por el desastre.

En el cuadro 4-1 se muestran algunos rangos de la dotación de agua usados por distintas instituciones de cooperación internacional.

Una vez atendidas las necesidades básicas en forma satisfactoria, la disponibilidad de agua deberá ser considerada para otros usos domésticos como la limpieza, el baño y el lavado. En una situación de emergencia originada por un desastre natural existen necesidades críticas de agua en los albergues e instalaciones del personal de los equipos de socorro y para los usuarios especiales, como hospitales y centros de tratamiento. Es a estos usuarios a quienes deberá darse una especial consideración. Después de que sus necesidades hayan sido satisfechas, el agua se pondrá a disposición de aquellos que viven en

las áreas periféricas de centros urbanos densamente poblados y en áreas rurales concentradas y diseminadas.

Es preferible que el agua sea obtenida de una red de distribución en funcionamiento.

Sin embargo, también deberá verse la posibilidad de buscar agua de fuentes alternativas (plantas de fuerza, fábricas de cerveza u otros establecimientos similares), manantiales, pozos o arcas de agua pluvial que no hayan sufrido daños, o estructuras hidráulicas recientemente construidas tales como pozos hincados. Dondequiera que se encuentren las fuentes de abastecimiento de agua, su calidad deberá evaluarse cuidadosamente para eliminar riesgos de infección y envenenamiento transmitidos por el recurso hídrico.

3) No se deberá permitir que los abastecimientos disponibles de agua se vuelvan una fuente infecciosa. Cuando se sospeche de la contaminación del agua por desechos humanos o químicos, su uso deberá descartarse. Las fuentes de agua que se encuentren en las inmediaciones de salida de desagües, plantas químicas, campos de eliminación de desechos sólidos, minas abandonadas y otros lugares peligrosos deberán tenerse por sospechosas.

4) El agua distribuida entre la población afectada por el desastre debe mantenerse segura hasta ser consumida. Su pureza deberá garantizarse desinfectando el agua en los puntos de distribución, particularmente el agua proveniente de fuentes superficiales y estructuras inundadas (pozos, reservorios y arcas de agua pluvial). No es necesaria la desinfección sistemática de todos los abastecimientos ni de aquellos que no han sido afectados. Las medidas propias de una educación sanitaria adecuada deberán bastar para reducir el riesgo de usar fuentes de agua peligrosas para el consumo humano.

5) Debe considerarse la cantidad de agua desperdiciada debido a daños y rupturas de redes de distribución, tanques de almacenamiento, instalaciones defectuosas y necesidad de combatir incendios en forma muy especial luego de sismos.

6) Para garantizar la pureza del agua potable, se necesitará hacer lo siguiente:

- Aumentar la concentración de cloro residual en la red de distribución de agua. Esto ayudará a reducir los riesgos de contaminación en la red por infiltración de agua contaminada. Igualmente, ello contribuirá a reducir riesgos con el agua que es captada y almacenada en forma no higiénica.
- Para la desinfección de tuberías, se sugiere realizarla con una solución de 50 mg/L de cloro por 24 horas de contacto ó 100 mg/L por una hora de contacto.²

En la tabla que se presenta a continuación se presentan algunos límites recomendados sobre la calidad del agua distribuida a la población durante situaciones de emergencia, por distintas instituciones de cooperación internacional.

- Aumentar la presión de agua para mantener la contaminación fuera del sistema de distribución y para compensar la pérdida de presión debido a brechas en la tubería principal, sobre todo si se sospecha de la posibilidad de contaminación de las redes de agua con redes cloacales o de otro origen.

Asegurarse de que los tanques utilizados para transportar y almacenar agua potable estén libres de contaminación y protegidos contra ella. Los tanques que deberán usarse son aquellos disponibles localmente, de compañías comercializadoras de agua, granjas lecheras, fábricas de cerveza o establecimientos similares, que hayan sido lavados y desinfectados antes de ponerlos en uso. Como regla general, se evitará la adaptación de camiones tanque o de contenedores de gasolina, productos químicos o aguas cloacales como un medio de transportar o almacenar agua potable.

- Por lo general, las plantas móviles de purificación de agua son útiles en situaciones de emergencia creadas por desastres naturales. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no son de carácter esencial, pues solo tienen capacidad para producir cantidades limitadas de agua potable y requieren personal adiestrado para operarlas.
- En el caso de que se disponga localmente de unidades móviles de purificación de agua, deberá dárseles buen uso donde sean necesarias (hospitales, centros de salud, albergues), aunque se les debiera asignar una prioridad baja al momento de pedir ayuda. Estas son unidades costosas y cuyos beneficios son

relativamente bajos. Además, ocupan valioso espacio de embarque que debiera servir para otros artículos prioritarios.

- Desinfectar grandes volúmenes de agua que será acarreada a campamentos o a otros usuarios en el área afectada. La desinfección puede hacerse con un compuesto de cloro (hipoclorito de calcio o sodio) según las dosis y periodos de contacto recomendados.

- Cuando se sabe que el agua consumida por la población afectada no está siendo clorada, se tendrán que dar los pasos que aseguren la desinfección de pequeñas cantidades de agua. Se deberá considerar el factor de ebullición o desinfección (en forma de tabletas, polvos o solución).

Se podrán encontrar métodos de desinfección de emergencia para cantidades pequeñas de agua, según lo sugiere la Organización Mundial de la Salud.

- La experiencia ha demostrado que debe tenerse gran cuidado de no clorar excesivamente el agua potable, manteniendo un cloro libre residual de 0,5-1,0 mg/L.

- Para eliminar concentraciones excesivas de cloro en el agua desinfectada, se recomienda utilizar 0,88 gramos de tiosulfato sódico cada 1.000 mg de cloro.

- El control de la calidad del agua deberá iniciarse o restablecerse inmediatamente.

En la fase de emergencia, el control podrá limitarse a determinar diariamente el cloro libre residual en los abastecimientos públicos de agua. Tan pronto como sea posible, el agua deberá ser sometida a las pruebas normales de:

- calidad bacteriológica, conteo total de NMP;
- concentración de nitratos y amoníaco;
- Escherichia coli.

Las altas concentraciones de nitratos se consideran extremadamente peligrosas y en especial el amoníaco.

La reparación y el restablecimiento del suministro público de agua en su totalidad deberán emprenderse de inmediato, e iniciarse con el aislamiento de elementos afectados, la reparación de tuberías, reservorios, pozos, y especialmente las unidades de tratamiento de agua, dando énfasis a la ejecución de obras de rehabilitación para evitar que los componentes del sistema se dañen nuevamente frente a fenómenos similares.

Valores de control de calidad que se deben mantener durante la emergencia:

Cloro residual Min 0,5-1,0 mg/L Max 0,2 mg/L

Turbiedad < 5 UNT

Bacteriológico Coliformes fecales 0-10 Coli.

Sólidos en disolución (TSD) < 1.000 mg/L

ANEXOS

EMAPA HUANCVELICA

GERENCIA TECNICA

Planta 100 l/s

VERTEDERO DE INGRESO A LA PLANTA DE 100 l/s

ANCHO DE VERTEDERO 0.50m

H(cm)	Q (l/s)	M3/h	M3/24h
5	11.1	40	959
6	14.4	52.8	1244
7	10.1	65	1564
8	20.9	79	1822
9	26.1	94	2255
10	30.3	109	2610
11	34.9	126	3015
12	39.6	143	3421
13	44.6	161	3853
14	49.6	179	4285
15	55	198	4752
16	60.4	217	5219
17	66.1	238	5711
18	71.9	259	6212
19	77.8	290	6722
20	83.8	302	7240
21	90.2	324	7793
22	96.6	348	8346
23	103.2	372	8916
24	109.9	396	9495

EMAPA HUANCVELICA

GERENCIA TECNICA

Planta 100 l/s

VERTEDERO DE AGUA FILTRADA PTAP 100 l/s

ANCHO VERTEDERO 0.78 m.

h(cm)	Q (l/s)	m ³ /h	m ³ /24h
5	17.3	62	1495
6	22.5	81	1944
7	28.3	102	2445
8	34.1	123	2945
9	40.7	147	3516
10	47.3	170	4087
11	54.5	196	4709
12	61.0	22	5340
13	69.6	250	6013
14	77.4	289	6697
15	85.0	309	7413
16	94.2	339	8139
17	103.2	172	8916
18	112.2	404	9694

EMAPA HUANCVELICA

GERENCIA TECNICA

Planta 100 l/s

CLORACION PLANTA DE 100 l/s

VERTEDERO	Lb/24h					VERTEDERO
cm	m3/24h	1PPM	1.5 PPM	2PPM	3PPM	l/s
10	2618	5.8	8.7	11.6	17.4	30.3
11	3015	6.6	9.9	13.2	19.8	34.9
12	3421	7.5	11.2	15.0	22.5	39.6
13	3053	8.5	12.7	17.0	25.5	44.6
14	4285	9.4	14.1	18.8	28.2	49.6
15	4752	10.4	15.6	20.8	31.2	55
16	5219	11.5	17.2	23.0	34.5	60.4
17	5711	12.6	18.9	25.2	37.8	66.1
18	6212	13.7	20.5	27.4	41.1	71.9
19	6722	14.8	22.2	29.6	44.4	77.8
20	7240	15.9	23.8	31.8	47.7	83.8
21	7793	17.1	25.6	34.2	51.3	90.2
22	8346	18.4	27.6	36.8	55.2	96.6
23	8916	19.6	29.4	39.2	58.8	103.2
24	9465	20.9	31.3	41.8	62.7	109.9

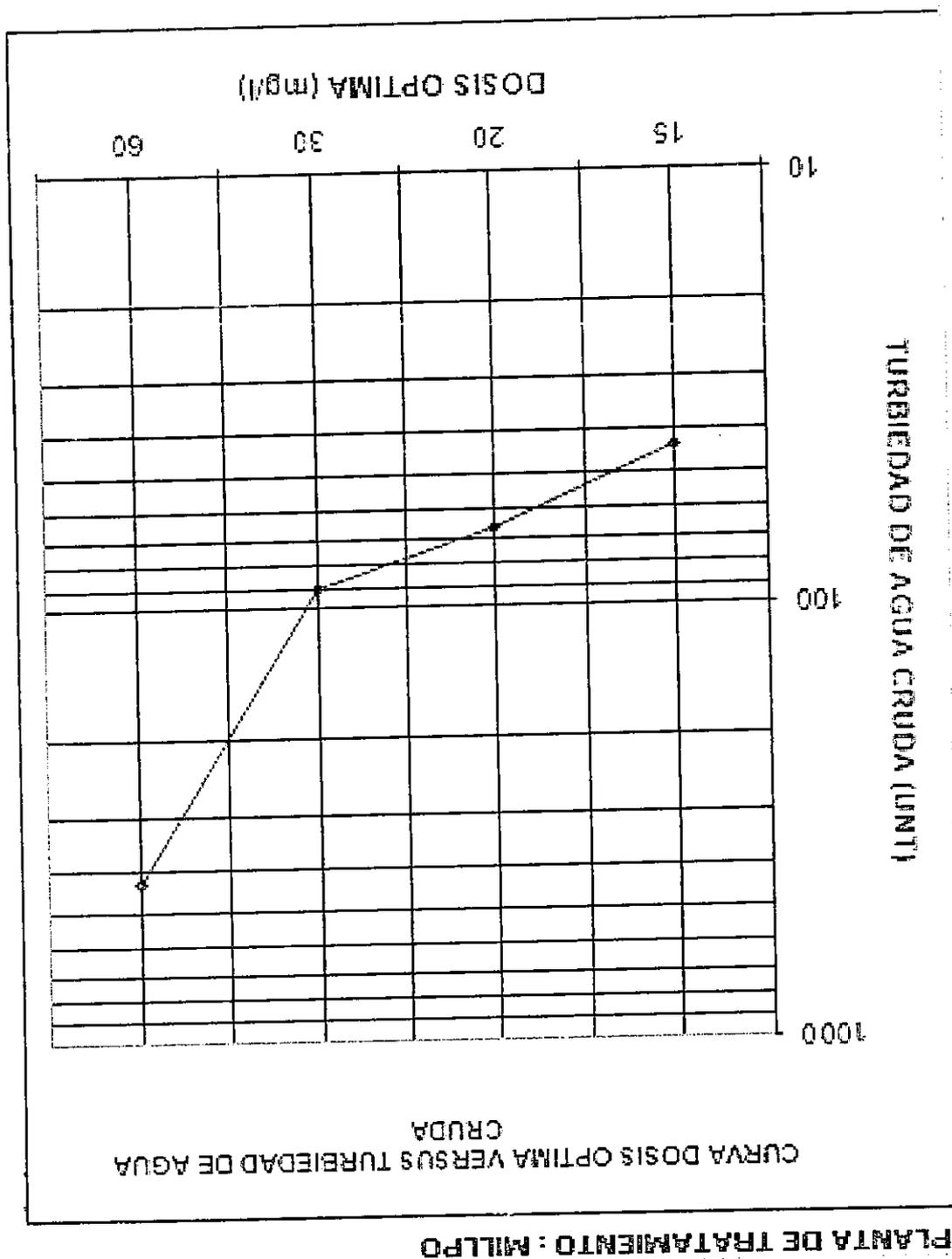
Metodología de lavado mutuo de Filtros:

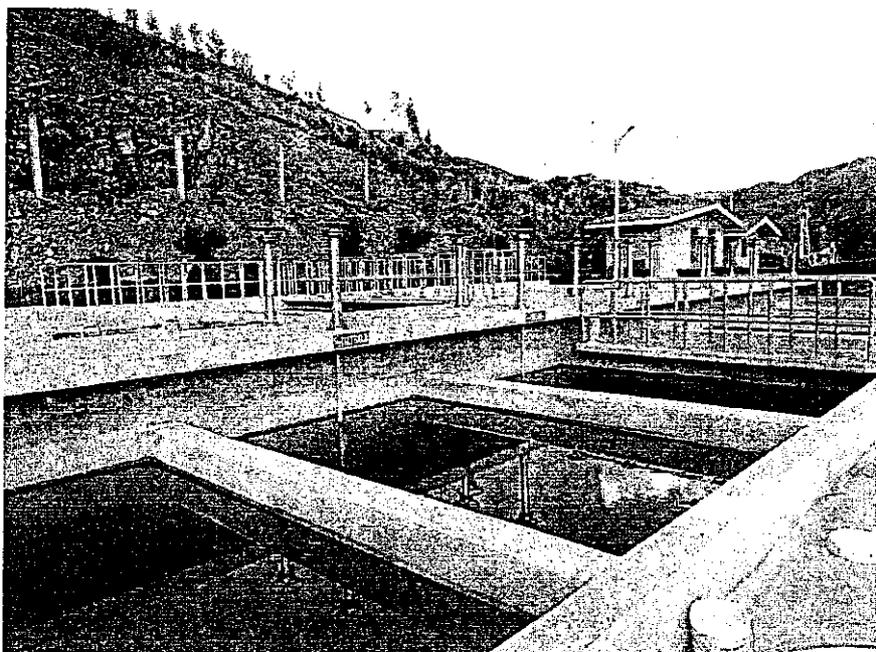
La metodología del lavado está planteada en el diseño de la planta, al tenerse una batería de 8 filtros se ha determinado que la carrera de lavado sea cada 24 horas, por cuanto todos los filtros están intercomunicados a través de un canal de entrada y un canal de salida y el lavado se realiza de forma mutua. En el caso de los filtros de la Planta Millpo se realiza el lavado por retrolavado de las unidades, en el cual se invierte el sentido de flujo, inyectando agua por el falso fondo, expandiendo el medio filtrante y recolectando en la parte superior el agua de lavado, el cual es desechado a través del canal central hacia el desfogue.

Cronograma de Lavado de Filtros: Los filtros se lavan una vez al día de acuerdo al siguiente cronograma, dicha acción se realiza todos los días, sin excepción.

Cronograma de Lavado de Filtros

Filtro	Hora de Lavado
Filtro N° 01	03:00
Filtro N° 02	06:00
Filtro N° 03	09:00
Filtro N° 04	12:00
Filtro N° 05	15:00
Filtro N° 06	18:00
Filtro N° 07	21:00
Filtro N° 08	00:00





**MANUAL DE MANTENIMIENTO DE
PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE MILLPO
EMAPA HUANCVELICA**

ACTUALIZACION 2017 DEL MANUAL ELABORADO

GERENCIA TECNICA

UNIDAD DE PRODUCCION Y CONTROL DE CALIDAD

Octubre – 2017

PREPARADO POR ING. VICTOR DIAZ NUÑEZ.

ACTUALIZADO POR ING. JOSE MANUEL CONDEZO DIAZ

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
MILLPO DE EMAPA HUANCAVELICA

INDICE

<u>Ítem.</u>	<u>Descripción</u>	<u>Pág.</u>
1.	Objeto. - Sistema de Gestión de Mantenimiento	1
2.	Sistema de Gestión de Mantenimiento	1
3.	Módulo de Equipos, Mant. Preventivo, de trabajo, de compras, de inventarios	2
4.	Unidades objeto de mantenimiento (ODM)	3
5.	Codificación de Equipos.	4
6.	Mantenimiento de Instalaciones.	7
7.	Mantenimiento de Equipos	9
8.	Administración de Mantenimiento.	14
9.	Indicadores de Mantenimiento.	14
10.	Sistema de Computacionales de Mantenimiento.	15
11.	Módulos claves de mantenimiento Computacionales.	15
12.	Anexos.	17
	<ul style="list-style-type: none">• Control interno de actividades• Programa anual de mantenimiento de Unidades de tratamiento y equipos	

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MILLPO DE HUANCVELICA

1. **Objetivo.-** Mantener permanentemente las instalaciones y equipos que aseguren la continuidad del abastecimiento de agua potable a la población servidora por EMAPA Huancavelica, reduciendo progresivamente el mantenimiento correctivo por el mantenimiento preventivo, capacitar al personal responsable de la operación de la planta, pasando del mantenimiento autónomo al productivo total, resolviendo los problemas de mantenimiento, capacitando al personal técnico y uso de talleres existentes en la capital de Huancavelica, mediante contratos específicos y hasta contratos de servicio de mantenimiento utilizando el manual de mantenimiento asegurando la operatividad de las plantas bajo cualquier circunstancia. El mantenimiento de las instalaciones y equipos aseguran una vida útil prolongada de los activos de EMAPA Huancavelica.

2. SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO

El sistema considera el acopio de información de inactividad de equipos o fallas durante el programa anual de mantenimiento, como resultado del mantenimiento preventivo y correctivo el cual debe evolucionar en el tiempo reduciendo el porcentaje de mantenimiento correctivo como consecuencia de acciones correctivas de fallas ponderando estas en los programas de mantenimiento de los años siguientes.

Periodos de Mantenimiento. - El mantenimiento de instalación y equipos se realiza con mayor intensidad durante el periodo de estiaje, cuando hay acceso al lecho del río, y se tiene baja turbiedad, lo que permite poner fuera de servicio algunas instalaciones de las plantas como los floculadores hidráulicos, sedimentadores y equipos de dosificación y por periodos cortos los filtros, unidad de pre-sedimentadores y reservorios.

En el periodo de alta turbiedad, meses de diciembre-abril solo ejecutar mantenimiento autónomo y aquellos programados que no comprometen la continuidad del servicio y ocasionalmente mantenimientos correctivos impostergables siendo un periodo caluroso el abastecimiento de agua tiene mayor importancia por mayor demanda.

Mantenimiento programado mediante el empleo de la orden de trabajo. -

Este es un sistema computarizado de gestión de mantenimiento cuando el ODMs (Equipos o instalaciones objeto de mantenimiento) superan las 900 unidades, para el caso de las plantas de Huancavelica se acondicionará inicialmente para un manejo manual con una programación, mensual y anual. Por tener pocas ODMs, incluyendo las instalaciones y equipos. Para esta gestión se requiere implementar los módulos siguientes:

- 1.) Modulo de mano de obra
- 2.) Modulo de equipos y unidades de tratamiento
- 3.) Modulo plan de trabajo
- 4.) Modulo de mantenimiento preventivo
- 5.) Modulo de Orden de trabajo

- 6.) Modulo de orden de compras
- 7.) Modulo de inventario
- 8.) Programas anuales de mantenimiento.

3. Módulo de Equipos

El módulo de mano de obra. - Contiene la información de mano de obra con el que se cuenta, pudiendo también incluir mano de obra especializada externa, así como describir la especialidad de cada operación que ha resultado o reparado equipos y obras satisfactoriamente.

El módulo de equipos. - Permite ubicar los equipos y sus características. En el módulo del plan de trabajo se registra las operaciones que debe ejecutar el técnico, los materiales que debe solicitar, así como las herramientas que utilizará durante la actividad de mantenimiento.

Módulo de mantenimiento preventivo. - Indica el plan de trabajo programado, los equipos de seguridad, herramientas, tiempo de duración del trabajo y la frecuencia del mantenimiento de cada ODM, con esta información se prepara la orden de trabajo.

Módulo de orden de trabajo. - Proporciona las operaciones del trabajo a ejecutar, la mano de obra necesaria, las herramientas y los materiales necesarios para ejecutar el trabajo y el tiempo que demanda cada actividad.

Módulo de orden de compra. - Proporciona el registro de facturas o guías de remisión, costos y especificaciones de los bienes a ser adquiridos. La orden de compra se genera compatibilizando con el módulo de inventario.

Módulo de inventario. - Contiene los registros de ingreso y retiros de materiales de mantenimiento del almacén, así como el stock disponible, permitiendo al usuario advertir y efectuar oportunamente el nuevo pedido.

Programa anual de mantenimiento. - Este contiene todas las actividades de mantenimiento de las ODMs que se realizan durante el año indicando la fecha de inicio y periodo de ejecución, este programa deberá estar visible en el lugar adecuado. A fin de advertir y darle el cumplimiento correspondiente.

Gestión de Mantenimiento

- a) Ubicación
- b) Determinación de unidades y equipos (ODMs)
- c) Codificación
- d) Planificación
- e) Indicadores de gestión de mantenimiento
- f) Auditorias de mantenimiento

Requerimientos

1. Capacitación del personal

2. Taller de mantenimiento propio o externo
3. Presupuesto

4. UNIDADES OBJETO DE MANTENIMIENTO (ODM)

1. Presa bocatoma de Callqui
2. Conducto de Aducción Callqui a Planta Millpo se incluye las instalaciones y equipos
3. Unidad de pre tratamiento
4. Cámara reductora de presión
5. Cámara reductora de presión
 - 2 Válvulas de aislamiento 10"
 - 1 Válvula de by pass 10"
 - 2 Válvulas Contenedoras de presión 10"
 - 1 Válvula compuerta de by pass (12")
6. Unidad de pre tratamiento
 - Válvula compuerta de descarga
 - Válvula de pie de 10" de drenaje
7. Planta Millpo
 - Floculador Hidráulico
 - Decantadores
 - Filtros
 - Reservorio de agua tratada

DESCRIPCION DE EQUIPO DE PLANTA MILLPO

Floculador Hidráulico

- Válvula de compuerta de drenaje de 8"

Decantadores

- 3 Compuertas de ingreso de A.I: de 0.45 x 0.45 m.
- 3 Válvulas tipo mariposa de 18"

Filtros

- 8 Válvulas de compuerta de 6" de agua decantada
- 8 Válvulas de compuerta de 6" de drenaje
- 8 Válvulas de compuerta de 10" de lavado
- 8 Compuertas de agua filtrada de 12 "x 10" de lavado
- 2 Vertederos de agua cruda y filtrada

Cámara de contacto

- 1 Válvula de purga 8"

- 1 Difusor de inyección de cloro

Sala de dosificadores de químicos

- 4 Bombas dosificadores de sulfato de aluminio y cal
- 4 Electro digitadores.

Sala de dosificación de cloro

1. Balanza de 500 kg.
2. Cloradores
 1. Eyector
 1. Electro de Bomba de 1HP

8. CODIFICACION DE EQUIPOS

Ubicación: General

PM	Planta Millpo
B	Bocatoma
LC	Línea de Conducción
CR	Cámara Reductora
PT	Pre – Tratamiento
R	Reservorio

Ubicación Específica

B	Bocatoma
LC	Conducción
CR	Cámara Reductora
PT	Pre-Tratamiento
FL	Floculadores
S	Sedimentadores
F	Filtros
CC	Cámara de Contacto
D	Dosificadores
CL	Cloradores

TE Tableros Eléctricos

Código de Equipos

B1 Bocatoma Callqui
B1 Compuerta de Captación Callqui
B20 Compuerta Canal de Limpieza
B21 Compuerta Purga desarenador 1re etapa
B22 Compuerta Purga desarenador 2da etapa
B23 Compuerta Purga desarenador 3ra etapa
CO Compuerta Captación
C1 (1-5) Válvula Purga
C2 (1-5) Válvula de Aire
C CH1 Válvula Check 1
CR1 Válvula Compuerta de Regulación
CR2 Válvula Sostenedora de Presión
CR3 Válvula Sostenedora de Presión
CR4 Válvula de regulación
CRbp Válvula de by pass
PT1 Válvula de pie
PT2 Válvula de pie
PT3 Válvula Compuerta de salida
BI Válvula de By Pss

PLANTA MILLPO

PMO Válvula de regulación de caudal de agua cruda
PMFL1 Válvula de Purga
PMS11 Válvula Mariposa de Purga de sedimentador 1
PMS21 Válvula Mariposa de Purga de sedimentador 2

PMS31	Válvula Mariposa de Purga de sedimentador 3
PMF1 (1-8)	Válvula compuerta de agua decantada en 8 filtros
PMF2 (1-8)	Compuerta de acero inoxidable de agua filtrada en 8 filtros
PMF3 (1-8)	Válvula de agua de lavado en 8 filtros
PMF4 (1-8)	Válvula de Purga de falso fondo en 8 Filtros
PMF 32	Válvula de agua de lavado del Filtro N° 2 (ejemplo)
PMCC1	Válvula de Purga cámara de contacto
PMD1	Dosificador N° 1 de Sulfato de Aluminio
PMD2	Dosificador N° 2 de Sulfato de Aluminio
PMD3	Dosificador N° 3 de Cal
PMD4	Dosificador N° 4 de Cal
PMCL1	Clorador N° 1
PMCL2	Bomba de Clorador 1
PMCL3	Inyector de Clorador 1
PMTED	Tablero Eléctrico Dosificadores y Electro Agitador
PMTEB	Tablero Eléctrico Bambas

9. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

Bocatoma de Millpo: La Bocatoma es de barraje fijo con compuerta de limpia, en la margen derecha está la cámara de captación del agua que va a la Planta Millpo.

La bocatoma es de concreto armado, asentado sobre rocas y lecho aluvial, lo cual le da una gran estabilidad. Sin embargo, se debe tener mucho cuidado con la acción erosiva del río con gran pendiente que tiene gran capacidad de arrastre de sedimentos que deteriora el barraje y sección del orificio de las compuertas de limpia, esta acción erosiva luego de algunos años producirá el deterioro y o desgaste, el cual deberá ser reparado con mortero de alta resistencia que será colocado luego de determinar la forma de su reparación.

En relación a la acción erosiva del muro de contención esta deberá repararse anualmente asegurando que no ingrese las aguas tras la defensa. Aspecto que debe considerarse como punto crítico.

El comportamiento de esta importante estructura debe ser evaluada anotando los cambios en el perfil del río aguas abajo de la estructura, este trabajo debe ser ejecutado después del periodo de avenidas.

Cámara Reductora de Presión. - el mantenimiento de los equipos se indica en el plan anual de mantenimiento en relación a las estructuras, generalmente estas se limitan a detalle en los apoyos, tápas, escaleras de ingreso y sumidero, en todos los casos de existir desperfectos restaurar y efectuar la limpieza del sumidero que asegura el drenaje del agua de fugas de los distintos elementos de la cámara.

Unidad de Pretratamiento. - esta unidad con muchos años de funcionamiento, requiere de una inspección durante el periodo limpieza, debiendo anualmente restaurar la superficie intemperada colocando morteros con juntas de dilatación no mayores a 6 metros, resanar después de la limpieza anual los puntos de fuga internamente, el mantenimiento de estos equipos, pintar y o renovar las barandas metálicas, la limpieza de esta unidad debe ser ejecutada previo al periodo de lluvias.

Floculadores .- efectuar anualmente la limpieza de sedimentos, bajando el nivel del agua, abriendo la valvular de purga, asegurando la eliminación de arena y limo mediante sifones, o mangueras desde el canal de agua floculada y del sedimentador, durante el llenado determinar las fugas y taponar con mortero apropiado estas fugas, el mantenimiento de la válvula también deberá ser ejecutada durante la limpieza de esta unidad, asegurarse que el espacio de 1 cm bajo las pantallas se encuentre limpio permitiendo un llenado uniforme de la unidad.

Mantenimiento de Sedimentadores. - esta operación se debe ejecutar durante el estiaje cuando se opera con solo filtración directa. Se debe ejecutar una limpieza total, iniciando por el canal de distribución del agua floculada, los concentradores de lodos y limpieza de vinilonas utilizando detergentes de uso doméstico, limpiezas de tubos de recolección y orificios, resane de empotramiento de tubos de PVC de recolección; las compuertas y válvulas serán objeto de limpieza y evaluación del estado y buen funcionamiento.

Estas unidades por ser compactas su mantenimiento se limita a determinar y verificar los puntos de oxidación los mismos que serán reparados con mortero, asegurando su estabilidad practicando formas definidas de resane o reposición, también se deberán verificar el estado de oxidación de los pernos de expansión que sustentan los bastidores de las vinilonas.

Mantenimiento de filtros.- el mantenimiento de filtros se ejecuta verificando previamente los controles de nivel de los lechos de arena que son determinados operativamente 2 veces por año en mantenimiento anual debe ser objeto de la evaluación del lecho filtrante disposición de grava y estado de las viguetas para lo cual se deberá ingresar el filtro por la compuerta de agua filtrada, limpiar la arena que paso al falso fondo del filtro, determinar el nivel de las concreciones de la arena, evaluar en laboratorio con una muestra de 100 gramos de arena, luego de secarlos pesar y lavar con ácido clorhídrico de baja concentración, secar la muestra y luego volver a pesar la relación de pesos nos indicara el porcentaje de

concreciones teniendo el periodo de funcionamiento podremos conocer el impacto de la concreción por hierro y manganeso en los próximos años.

El mantenimiento de la arena se limita a completar el espesor de 1.00 metro en ambas pozas, de no existir arena nivelar las dos posas complementando el faltante con exceso de la otra poza, esta operación se deberá efectuar una vez al año el mantenimiento de válvulas y compuertas deben coincidir con el mantenimiento de estas estructuras. Se debe considerar una parada técnica de la planta por 24 horas. Una vez por año periodo en el que se debe ejecutar todas las reparaciones.

Mantenimiento de Reservorios.- estas unidades deben ser lavadas dos veces/año de acuerdo a lo dispuesto por SUNASS, el mismo que debe ser efectuado utilizando una bomba de lavado con mangueras y toberas tipo bombero, este equipo permite lavar las paredes con chorros tipo Jet con el agua que se debe quedar con 40 cm de tirante, luego se elimina por la purga, recibiendo agua clorada para el enjuague respectivo, el personal de operaciones debe utilizar botas musleras y material necesario, rastrillos y escobillones de nylon.

Desinfectar las paredes y piso con una concentración clorada de 5 ppm; luego eliminar con agua tratada y llenar la unidad. De existir disposiciones específicas de SUNASS utilizar estas para su limpieza.

El mantenimiento de válvulas deberá estar programado para esta oportunidad.

Para operar estas unidades, se tiene válvulas de ingreso que generalmente deben estar abiertas al 100%, las válvulas de by pass utilizando cuando se limpia el reservorio así mismo se tiene la válvula de purgas para la limpieza y evaluación del agua de lavado estos equipos deben ser evaluados para su mantenimiento respectivo.

Las válvulas son tipo compuerta de 300mm de diámetro, tiene una canastilla que impide el ingreso al sistema de distribución de extraños que pudieran ingresar durante el mantenimiento de los reservorios requiere también de una inspección externa en zonas de afloramiento de agua en las zonas donde se tienen rompe agua y juntas de dilatación, es también importante verificar la cobertura del techo que está en contacto con el gas cloro que se desprende de las aguas que ingresan a esta unidad, también revisarla cimentación y filtración externa que se pueden presentar en tal caso determinar la concentración de cloro residual como indicador de su procedencia. El mantenimiento específico de válvulas está en el plan anual de mantenimiento.

Se debe levantar un acta de los mantenimientos realizados a las unidades hidráulicas que obre como registro, de la misma forma consignar en los registros de Control de Interno de Actividades.

10. MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS:

VALVULAS

Elementos: Cuerpo y Tapa

Vástago

Nuez

Espejo de la Válvula

El Cuerpo y la Tapa. - tiene por objeto asegurar en ella el espejo de la válvula, en el cuerpo se ubica la guía del espejo, con la tapa se asegura la nuez que es generalmente de bronce (elemento de sacrificio, este puede cambiarse) por tener un material menos resistente, manteniendo al vástago en mejores condiciones el cual es de Fierro Dúcil el espejo metálico está revestido de un elastómero o material similar que asegura la estanqueidad de la válvula.

El Vástago. - es el elemento que opera el espejo de la válvula que es de acero con hilos de sección trapezoidal tal que girar la nuez se abre o cierra la válvula, la nuez se conecta mediante un dado con la extensión del vástago que se conecta con la volante que es de fierro Fundido. Tiene adicionalmente un pedestal el cual el cual puede tener un actuador simple o tener un reductor de velocidad en el caso de la planta Millpo de Huancavelica, solo tiene volantes de operación manual.

El tamaño del volante indica la palanca o par que se puede aplicar a una válvula, por ningún motivo se deberá utilizar una palanca mayor u operación con 2 a 3 personas simultáneamente.

El mantenimiento se limita a engrasar periódicamente.

Nuez del Volante. - Al girar el volante el vástago hace subir o bajar el espejo de la válvula es decir el mantenimiento deberá consistir en determinar el nivel de desgaste de la nuez el cual siempre deberá estar con grasa. El mismo que es de bronce, es decir se gasta la nuez y no el eje.

El elastómero del espejo de la válvula debe asentar uniformemente en la base circular, de existir fuga limpiar y lijar las protuberancias que impidan un asentamiento uniforme; en la planta existen válvulas de 6" con y sin extensión en el ingreso de agua decantada y purga de filtros.

Válvulas Mariposa. - estas válvulas tienen los siguientes elementos:

- a) **Cuerpo de la válvula**
- b) **Espejo de la válvula**
- c) **Actuador**
- d) **Extensión o vástago**

- **Cuerpo de la Válvula.** - es un niple con dos bridas donde se sustenta el eje y actuador de la válvula además tiene graseras para su mantenimiento.
- **El espejo de la válvula.** - tiene un elastómero o anillo que tiene por objeto lograr la estanqueidad de la válvula.
- **Actuador.** - es un reductor de velocidad mediante el cual se abre o cierra la válvula (el actuador amplifica el esfuerzo de torque sobre la válvula), por lo expuesto estas válvulas no requieren de mucho esfuerzo, los piñones o elementos helicoidales transmiten esfuerzos laterales sobre las dos tapas un mayor esfuerzo sobre el volante puede romper las tapas laterales.
- **La extensión o vástago.** - permite operar desde la superficie el cual también tiene un volante.

El Mantenimiento. - debe limitarse a la lubricación del actuador para lo cual se requiere grasa que ocupe gran parte de la caja de piñones. Las deformaciones del elastómero indican las presiones que recibe este elemento el cual con el uso sufre deformaciones hasta perder la estanqueidad, en tal caso cambiar el elastómero que debe estar codificado para el tipo y dimensión de la válvula.

Los tapones laterales trabajan como topes que aseguran el desplazamiento del sin fin de recibir un esfuerzo mayor y al no poder girar sobre su eje. El sobre esfuerzo puede romper las tapas laterales.

Compuertas de acero inoxidable

Elementos:

Marco y Guías

Espejo

Eje de Izaje

Actuador.

El Marco. - se fija en el orificio a controlar, este se empotra al muro mediante pernos de empotramiento o marcos metálicos o manguitos anchos o angostos, en el marco se encuentran las guías que tienen ranuras por donde, se desliza el espejo en la parte baja el marco tiene un ángulo o perfil donde se apoya el espejo, en la parte superior del orificio también existe un perfil que completa la superficie de asiento del espejo para hermetizar el cierre las guías deberán tener topes de ajuste.

El espejo. - es el elemento que cierra o permite regular el % de agua a controlar, es un elemento con perfiles perimetrales y transversales que impiden el pandeo del espejo, asegurando una superficie regular y uniforme que permite cerrar herméticamente, para lo cual tiene topes de cierre o empaquetaduras de fondo y de asiento.

El espejo es operado mediante una tuerca dentro de una cajuela, con lo cual se sustenta el espejo a si mismo las guías laterales aseguran el ajuste del espejo sobre el asiento del marco, al que contribuye el empuje de agua.

Eje de Izaje. - este tiene una tuerca con seguro de sujeción con el espejo que le permite izar el espejo o también tiene una doble platina donde se fija el eje el mismo que también termina en una platina soldada al eje.

El eje de izaje tiene doble rosca cuadrada para abrir o cerrar en el menor tiempo, es decir con la mitad de vueltas del volante.

Actuador.- este elemento también tiene una tuerca de acero inoxidable con doble rosca que gira con el volante el cual debe estar con grasa, como el eje es del mismo material de la tuerca tiene un mayor trabajo el cual es el elemento que debe ser evaluado para su reemplazo durante el mantenimiento verificar la grasa de la tuerca, los asientos del espejo, asegurando que el eje no pandee podría doblarse esto debido a la longitud del eje de izaje, el engrase se deberá ejecutar de acuerdo a lo programado o cuando se verifica la falta de este.

Bombas Dosificadoras. -

- **Moteros Eléctricos**
- **Bombas Dosificadoras**
- **Filtros**
- **Difusor**

Existen 4 equipos de dosificación 2 para sulfato de aluminio y 2 para dosificación de cal.

Motores eléctricos. - los motores eléctricos activan las bombas dosificadoras. Pueden ser monofásicas o trifásicas, en el segundo caso asegurar la rotación que debe seguir la dirección horaria llamada también rotación a la derecha, con un motor eléctrico se pueden accionar uno dos hasta 4 bombas dosificadoras de capacidades diferentes.

Como todo motor su mantenimiento se limita a observar y escuchar el sonido de rodamientos, ventiladores y también la vibración del motor esto último acelera el deterioro de los rodamientos, la falla de este puede producir daños en el rebobinado del motor pudiendo deteriorar su protección y quedar fuera de servicio.

Es también importante controlar la temperatura que se produce por sobre carga eléctrica debiendo a un mayor esfuerzo o por mayor voltaje de una de las fases y deterioro de rodamientos con indicación de ruidos cada vez mayor o vibraciones debido a una mala instalación la diferencia del voltaje de los conductores no debe ser mayor al 10 %

Bombas dosificadoras de diafragma.- como su nombre lo indica el pistón sujeta el diafragma el cual presiona o succiona el elemento a bombear para lo cual dispone de dos válvulas una de admisión y la otra de impulsión, para un adecuado funcionamiento requiere que estas válvulas trabajen adecuadamente, y para tal objeto el producto a bombear no contenga elementos

extraños para lo que se dispone de filtros, la carrera del pistón determina el % de uso de este pistón el 100 % es la máxima capacidad de la bomba y no debe funcionar con menos del 20 %.

Las eficiencias de las bombas requieren de muchas variables, en primer lugar, de la instalación de sus accesorios que no permitan el ingreso de aire en la línea de impulsión, limpieza de filtros y fundamentalmente de las válvulas de admisión e impulsión, la presión mínima de los equipos es de 5 bares es decir de 51.0 metros columna de agua.

En todos los casos tener en cuenta como documento básico el catálogo de dosificadores, el mismo que dispone de recomendaciones para la instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

Electro Agitadores. -

Componentes:

- Elemento de Sujeción
- Motor Eléctrico (trifásico)
- Linterna de Acero
- Eje de Acero Inoxidable
- Hélice

El Elemento de Sujeción. - tiene por objeto ubicar la posición del agitador el cual esta empernado al muro de concreto armado de la cuba de mezcla de 5.0 y 2.5 m³ respectivamente.

Motor eléctrico. - el sentido de rotación del motor es como indica la flecha es decir rotación a la derecha o sentido horario, el cual se modifica invirtiendo dos de sus tres bornes si el motor es trifásico, el motor monofásico siempre gira en el sentido horario.

La potencia del motor es de 0.6 HP de 220 Voltios el eje del motor acciona el eje de acero inoxidable mediante un acoplamiento flexible mediante un acoplamiento flexible independizando la vibración de la hélice sobre el eje del motor lo que indica la importancia del acoplamiento de jebe.

Linterna. - la linterna tiene por objeto asegurar el alineamiento del eje del motor con el eje de la hélice el cual tiene un rodamiento que debe ser controlado de existir vibraciones se debe al estado del rodamiento o deformación de la hélice. Asegurar que este rodamiento no se encuentre sumergido en la solución de sulfato de aluminio que es altamente corrosivo.

Eje de acero inoxidable. - conectado el motor, mediante acoplamiento flexible con rodamiento en la linterna y la hélice de agitación que puede transmitir movimientos irracionales por defecto indicados anteriormente tener cuidado con el acoplamiento, y estado del rodamiento durante el mantenimiento, el sonido, vibración y elevación de la temperatura en el rodamiento y el acoplamiento son indicadores de fallas del equipo.

Se recomienda no llenar el tanque dejando el nivel de la solución de sulfato de aluminio por debajo del rodamiento y evitar su deterioro.

El Mantenimiento. - Se circunscribe a controlar alteraciones de sonido, vibraciones que pueden romper el eje y/o acoplamiento flexible., los rodamientos se deberán cambiar de acuerdo a las observaciones indicadas debiendo ejecutar los ajustes periódicos, alineamiento y balance dinámico en talleres especializados.

Equipo de Cloración. -

Elementos

Electro bomba

Sistema de Vacío – Eyección

Dosificador (Cloradores)

Electrobomba. - La electrobomba tiene por objeto producir la presión del agua que al ingresar al inyector produce el vacío y por tanto la succión del gas cloro, luego conducir la solución clorado hasta el difusor que el punto de aplicación, la electrobomba es de 1 HP y trabaja con una presión de 45 metros de agua con un caudal de 2.5 l/s.

El mantenimiento de este equipo requiere controlar el ruido del motor; la temperatura que se produce por desgaste de los rodamientos o ventilador, malogrando el motor requiere un mantenimiento cada 2 años donde se cambia los rodamientos, los carbones y barniza el campo y la bobina del motor, asimismo se ajustan las borneras de los conductores que por vibración se aflojan, se revisa el ajuste el ventilador y se pinta la carcasa y se cambian los pernos de empotramiento que generalmente están oxidados.

Sistema de Vacío – Eyector.- Los Cloradores trabajan con presión negativa o al vacío debido a que el gas que sale de la botella de cloro debe pasar por el rotámetro el cual mide el volumen de gas que es arrastrado al cycctar por el vacío que produce este, debido a la alta velocidad del agua, que produce el vacío que succiona el cloro, que se mezcla con el agua formando una solución clorada, que es conducida al difusor donde se produce la cloración del agua, el mantenimiento de esta línea es importante porque un pequeño ingreso de aire reduce la presión negativa o vacío que altera la dosificación de cloro, asimismo se debe controlar el manómetro que indica la presión de la bomba que también está ligado al caudal de la misma y eficiencia del eyector.

Cloradores. - Son equipos de material especial diseñado para operar con gases corrosivos como el cloro utiliza diafragmas y rotámetros de gran sensibilidad que permite regular volúmenes de gas con gran exactitud además cuenta con válvulas de seguridad, estos equipos para su mantenimiento requieren repuestos de “o ring” o anillos, diafragmas y válvulas de seguridad, debiendo tener en almacén un stock de repuestos para su mantenimiento. En la operación y mantenimiento las recomendaciones de seguridad son de primera importancia como, máscaras, llaves y procedimientos estandarizados de cambio de botellas de cloro y su control.

Por lo menos dos veces al año se deberá hacer ensayos sobre simulacros de fuga de cloro, recomendado que, tanto para la operación como durante el mantenimiento, se debe contar con 2 operadores.

En todo caso aplicar las instrucciones del catálogo de cloración.

11. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO:

Las hojas de orden de trabajo es la base de datos para determinar la falla de equipos, periodos de funcionamiento, tiempo de paralización y conformación del Historial de Mantenimiento de equipos, alimenta los distintos módulos de mano de obra, equipos, cumplimiento de plan de trabajo, clasificación del tipo de mantenimiento programado o correctivo, genera movimiento en el módulo de inventario, almacenes y módulo de compras y da cumplimiento a los planes de mantenimiento programado.

Las actividades de mantenimiento de unidades de tratamiento y equipos codificadas en los distintos módulos y analizados nos darán los indicadores de mantenimiento.

12. Indicadores de Mantenimiento

- a. Tiempo de parada de equipos % de fallas
- b. Frecuencia de mantenimiento / equipo
- c. % de mantenimiento programado (MP)
- d. % de mantenimiento correctivo (MC)
- e. % de reprogramación del mantenimiento (RM)
- f. Costo de mano de obra de equipos y repuestos utilizados.

Índice de mantenimiento:

IM – Índice de mantenimiento

CA – Costo de los activos de la empresa

CM – Costo de mantenimiento

$$IM=CM/CA$$

Este indicador se estima <2% y máximo 4% de igual forma se efectuará el IO (Índice de costo de operación de las plantas, en el que se incluye Mano de Obra del personal de operadores, químicos utilizados, costos de energía eléctrica depreciación de equipos, más el % de gastos administrativos, con lo que se determina el costo de agua producida a la salida de la planta para la depreciación de equipos e instalaciones considerar una vida útil de 15 años y las obras o instalaciones civiles 50 años.

13. Sistemas computacionales de mantenimiento (SCM)

Para facilitar la administración del mantenimiento se deberá utilizar sistemas computacionales, que facilitan el control y mejoramiento de la gestión de mantenimiento, si se implementa adecuadamente.

14. Módulos claves de un Sistema de Mantenimiento Computacionales.

Módulos principales de un SCM 1

Identificación de equipos:

Incluye la relación y modificación jerarquizada de plantas, sistemas, equipos, componentes y partes que maneja el sistema.

Administración de la orden de trabajo

Maneja el proceso de creación de nuevas órdenes, estimación de costos, seguimiento del estado y la clasificación según prioridades.

Planificación y Programación:

Desarrolla los tiempos para las tareas, recursos requeridos para hacer el trabajo y programas para todo tipo de trabajos.

Módulos principales de un SCM 2

Mantenimiento preventivo:

Ayuda a establecer el programa de mantenimiento preventivo, describe las tareas y materiales requeridos, asigna costos y ayuda a asignar los programas.

Control de inventario:

Mantiene un control del inventario de bodega con respecto a la cantidad, uso, costos y asignación de los ítems utilizados para mantenimiento.

Historia del Equipo:

Mantiene los históricos de los trabajos (Overhaul, MO, Reparaciones), costos, mano de obra, tiempo fuera de servicio, disponibilidad, utilización, seguimiento de causas de falla.

Módulos principales de un SCM 3

Mano de Obra

Mantiene los archivos del personal, sus habilidades, registros de capacitación, vacaciones, disponibilidad del recurso para permitir la programación y control de la carga de trabajo pendiente.

Costos de presupuestos:

Permite acumular los costos proyectados y los reales por centro de costos y por mano de obra, materiales, servicios y gastos distribuidos de administración.

Sistematizar el mantenimiento siempre será una oportunidad para la mejora continua y la productividad reduciendo los costos de operación y mantenimiento lo cual dependerá de la perseverancia de los directivos de EMAPA Huancavelica que vienen apoyando los sistemas estandarizados como el ISO 9001-2000 del cual forma parte este documento que será mejorado permanentemente.

ANEXOS



**PERSONAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO
CONTROL INTERNO DE ACTIVIDADES**

RFP 22

Personal de Planta: _____

Mes: _____ Año: _____

Día	Hora		Actividad Realizada	Dirección	Responsable		Observación
	Inicio	Termino			Equipo	Materiales	