

ANEXO 8: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PIÑAS



PROYECTO: “

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

CONSULTOR: ING. PAUL TORRES TORRES

PIÑAS

AGOSTO DE 2019

Tabla de contenidos

I.	PROLOGO.....	3
	Objetivos.....	3
	Importancia	3
II.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	4
III.	PERSONAL.....	6
IV.	LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE PIÑAS....	7
V.	PARTES DEL SISTEMA.....	15
	CAPTACIÓN	15
	RESERVORIOS	16

I. PROLOGO

El presente manual ha sido elaborado con la finalidad de otorgar los lineamientos para llevar a cabo la operación y mantenimiento de los componentes del nuevo sistema de agua potable tales como: captación, conducción, tanque rompe presión, válvulas de aire y desagüe, planta de tratamiento.

La Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas, con la debida restructuración organizacional, será la encargada de los procesos de operación y mantenimiento del nuevo sistema de agua potable.

El principal propósito de este documento, es de dar a conocer el funcionamiento, operación y mantenimiento de los distintos componentes del sistema de agua potable.

Objetivos

Los principales objetivos de la elaboración del Manual de Operación y Mantenimiento de un sistema son los siguientes:

- Determinar las funciones y obligaciones de los encargados del sistema.
- Dar instrucciones, para realizar las tareas de operación y mantenimiento de las diferentes partes que conforman el sistema.
- Indicar qué hacer, para solucionar los problemas más comunes que puedan ocurrir en el sistema.
- Capacitar al operador(es) del sistema.

Importancia

Es de vital importancia un constante mantenimiento y una adecuada operación del sistema de agua potable, puesto que esto contribuirá en primer lugar a obtener un normal servicio, con agua de buena calidad y cantidad, como también se evitará el deterioro de las diferentes unidades del sistema.

El operador debe estar lo suficientemente capacitado para que pueda realizar su trabajo y obtener los resultados esperados.

II. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abastecimiento de agua potable: Sistema o servicio de captación, tratamiento y distribución de agua para consumo humano.

Agua potable: Agua sana, agradable e inocua al ser humano y que cumple con estándares de calidad establecidos por los países.

Ablandamiento: La eliminación del calcio y el magnesio de un agua para reducir su dureza.

Alcalinidad: La alcalinidad significa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es También añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática.

En química del agua la alcalinidad se expresa en PPM o el mg/l de carbonato equivalente del calcio. La alcalinidad total del agua es la suma de las tres clases de alcalinidad; alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido.

Conexión domiciliaria de agua potable: El punto de agua instalado dentro del domicilio o en la parcela privada, independientemente de la fuente o método de extracción.

Contaminación: Presencia de sustancias indeseables en el medio ambiente.

Ciclo: Longitud de tiempo que un filtro puede ser usado antes de que necesite limpieza, usualmente se incluye el tiempo de limpieza.

Cloración: Proceso de purificación del agua en el cual el cloro es añadido al agua para desinfectarla, para el control de organismos presente. También usado en procesos de oxidación de productos impuros en el agua.

Desinfección: Proceso al que se somete el agua para eliminar patógenos.

DBO (Demanda Biológica de Oxígeno): La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

DBO 5: La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.

DQO (Demanda Química de Oxígeno): Cantidad de oxígeno (medido en mg/L) que es consumido en la oxidación de materia orgánica y materia inorgánica oxidable, bajo condiciones de prueba. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al BOD, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

Escorrentía: Parte del agua de precipitación que discurre por la superficie de la tierra hacia corrientes u otras aguas superficiales.

Evaluación cualitativa del agua: Análisis del agua usado para describir la visibilidad o las características estáticas del agua.

Evaluación cuantitativa del agua: Uso de análisis para establecer las propiedades del agua y concentraciones de compuestos y contaminantes en orden de definir la calidad del agua.

Evaporación: El proceso de pasar el agua de forma líquida a gaseosa.

Evapotranspiración: Pérdida de agua del suelo a través de la vaporación, por vaporación directa y por la transpiración de las plantas.

Gradiente hidráulico: En general, la dirección del flujo de agua subterránea debido a cambios en la profundidad del nivel piezométrico.

Impermeable: No penetrable fácilmente por el agua.

Monitorización del agua: Proceso constante de control de un cuerpo de agua por muestreo y análisis.

Patógenos: Microorganismos que pueden enfermar al ser humano.

Pérdidas físicas: Agua perdida por defectos de tuberías y rebosamientos de tanques de almacenamiento o distribución.

Pérdidas comerciales: Agua no Contabilizada – Agua producida no facturada y cuyo costo no fue recuperado.

Población urbana: Poblaciones que viven dentro de los centros urbanos según criterios específicos de los países.

Población rural: Poblaciones que viven fuera de los centros urbanos según criterios de los países

pH: El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

Sistema: Conjunto de elementos, componentes o cosas que interactúan para lograr un objetivo común.

Sedimentos: Suelo, arena, y minerales lavados desde el suelo hacia la tierra generalmente después de la lluvia.

Tratamiento: Conjunto de procesos al que se somete el agua para lograr un objetivo sanitario.

Vapor: La fase gaseosa de una sustancia como el agua.

III. PERSONAL

El personal que interviene y está involucrado en las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas son:

Usuarios: Los usuarios tienen las siguientes responsabilidades:

- Usar el agua estrictamente para uso doméstico.
- Mantener en buen funcionamiento la conexión domiciliaria.
- Pagar las tarifas por el servicio de agua potable.

Operadores: Las principales funciones de los operadores son:

- Operar y mantener en buen funcionamiento el sistema en todas sus unidades y equipos.
- Responsabilizarse por la operación y mantenimiento rutinario.
- Notificar toda eventualidad a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas, recibir instrucciones y dirigir tareas de operación y mantenimiento de emergencia.
- Presentar mensualmente a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas los trabajos de operación y mantenimiento realizados, en sus respectivos formularios.
- Comunicar a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas las necesidades de adquisición de materiales, herramientas y equipo de seguridad para el operador.
- Realizar nuevas conexiones previas el pago y autorización respectiva.
- Notificar a los usuarios morosos, para el pago de sus tarifas.

Comunidad: La comunidad tendrá dos participaciones:

a) Participación directa

- La comunidad participará por medio de mingas para solucionar problemas de mantenimiento que por si solo, el operador no pueda afrontar.
- Participará en tareas de mantenimiento que requiera mucha mano de obra.
- Donar las áreas para la construcción de las diferentes unidades de los sistemas.

b) Participación a través de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas

- Llevar un registro de usuarios.
- Llevar las cuentas de recaudación y gastos.
- Controlar las actividades del operador.
- Comprar materiales, herramientas y equipo para el operador.
- Colaborar en campañas de educación sanitaria, para promocionar los sistemas de saneamiento y fomentar el uso adecuado.

**IV. LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DE PIÑAS
ORGANIGRAMA DE PERSONAL PLANTEADO**

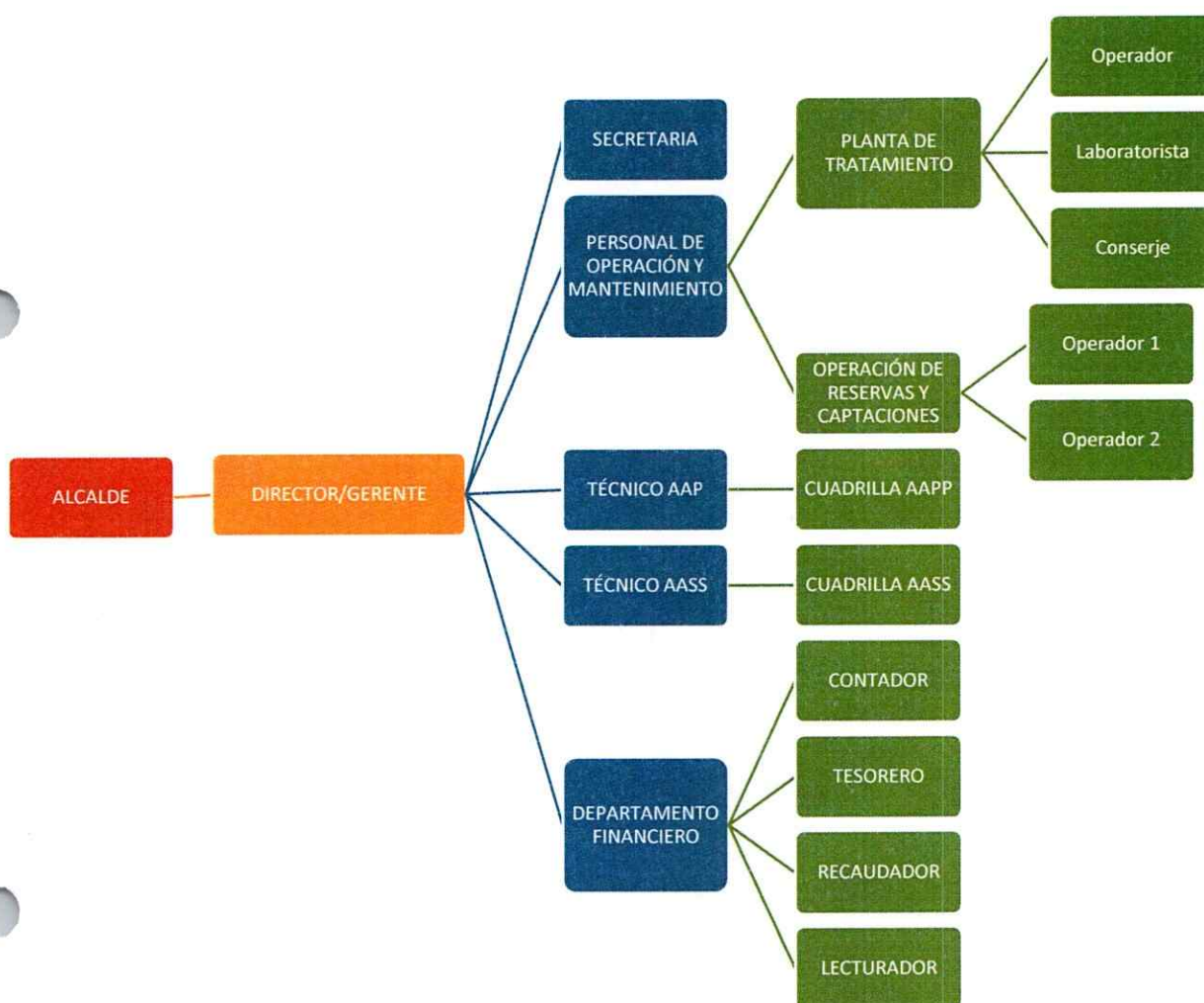


Figura: Organigrama estructural
- Director/Gerente

Como tal, será el representante legal de la empresa, prestadora de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, y le compete organizar, dirigir y controlar las actividades que se desarrollen en la empresa, así como velar por la correcta y eficaz asignación de recursos humanos, técnicos y financieros, como por la existencia de un adecuado sistema de planeación estratégica de la entidad, a fin de prestar un servicio de óptima calidad, ajustado a la ley y las normas técnicas vigentes, y cooperar en el cumplimiento de los planes de desarrollo del municipio en materia de los servicios públicos.

Así mismo, deberá cumplir con algunos lineamientos técnicos y administrativos como son:

- Representar a la empresa ante los usuarios, terceros y toda clase de autoridades del orden administrativo y jurisdiccional.
- Llevar la vocería de la Empresa ante el Alcalde de la Municipalidad, y ante eventos de carácter técnico y jurídico, que se presenten en el desarrollo de sus funciones.
- Diseñar la consecución de fondos, asesorías, transferencias de tecnología que contribuyan al desarrollo de las obras de infraestructura en materia de agua y alcantarillado.
- Establecer y coordinar los procesos de selección, vinculación, inducción, registro y control, capacitación y entrenamiento, bienestar social y salud ocupacional, del personal vinculado a la entidad.
- Programar periódicamente evaluaciones de desempeño con el propósito de definir los requerimientos de capacitación que permitan el diseño y programación de planes anuales y eventos de desarrollo de personal (Capacitación) previa aprobación del Jefe Inmediato.
- Realizar el trámite y solución de quejas y reclamos que los usuarios formulen y se relacionen con el cumplimiento de las actividades propias del objeto social de la empresa.
- Organizar y establecer las actividades y tareas a realizar durante la jornada laboral, considerando las prioridades a fin de atenderlas oportunamente.

- Efectuar procesos de contratación: ordenes de servicio y de suministro, contratos (prestación de servicios, de consultoría, de suministros, de obra, de arrendamientos, etc.), convenios.
- Realizar el trámite y solución sobre las solicitudes de conexión al sistema a fin de celebrar el contrato de servicios públicos con el suscriptor potencial.
- Autorizar las nuevas instalaciones domiciliarias de acueducto y alcantarillado.
- Efectuar control permanente sobre: deudores morosos, listados de cortes, listados de suspensiones, listados de retiro del medidor, listados de reconexiones.
- Planear, organizar, dirigir y controlar las actividades correspondientes a la oportuna y excelente atención a los usuarios de la Empresa.
- Planificar las tareas de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado, organizar los recursos disponibles, dirigir el manejo administrativo, controlar y evaluar las actividades realizadas en función de los objetivos trazados por la entidad con el fin de mejorar las alternativas relacionadas a la prestación de servicios.
- **Conocimientos Generales requeridos.-** Conocimientos de Computación (Microsoft Office, Internet, softwares de diseño, Cad, etc.); conocimiento de Estadística básica; conocimientos de la normativa sanitaria vigente; tener conocimientos de los Sistemas de Administración y Control Gubernamental, Administración General, conocimientos Legales, Presupuestos y otros.

- **Secretaria**

Será quien lleve a cabo todas las actividades concernientes, a control de los archivos, agenda del Gerente de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas, de receptar requerimientos e inquietudes, del personal técnico, administrativo, y de operación con el fin de realizar una lista de los mismos e informar al Gerente.

Será quien elabore el cuadro de control de documentos que ingresen o egresen de la empresa de agua potable y alcantarillado, así como de vigilar que las solicitudes en cuanto a pedidos de acometidas domiciliarias se agilicen.

Comprenderá parte de sus actividades mantener el orden del mobiliario dentro de la empresa, así como de verificar que el personal cuente con los materiales de oficina necesarios para poder realizar sus actividades.

- **Personal Técnico:**

Estará comprendido por dos técnicos, de profesión Ingenieros Civiles, con preferencia en especialidades referentes a áreas de saneamiento, con la finalidad de que puedan desarrollar a cabalidad los servicios prestados por la empresa.

Deberán conocer el manejo de programas computacionales, acorde a las actividades a desarrollarse, así como un arduo conocimiento en los reglamentos, y leyes vigentes en cuanto a la contratación pública.

Cuando lo amerite el Gerente de la empresa la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas, les designara para que formen parte de comisiones de calificación de ofertas sean estas de índole constructiva o de adquisición de materiales.

Su disposición frente a inconvenientes en el sistema de agua como de alcantarillado, será inmediata, con la finalidad de que puedan corregir los desperfectos ocasionados, organizando y ordenando de la mejor manera al personal de operación.

Vigilaran constantemente las labores, realizadas por los operadores de campo tanto en las áreas de tratamiento de potabilización, como de aguas residuales, así como las estaciones de bombeo existentes, y a las diferentes cuadrillas de trabajo que mantenga la empresa, quienes podrán delegar funciones respectivas con el debido respeto y buen manejo del criterio técnico.

- **Personal de Operación**

El personal de operación de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas, estará conformado de la siguiente manera:

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Operador

Laboratorista

Conserje

OPERACIÓN DE RESERVAS

Los cargos de cada uno de los equipos de personal de operación asignados, serán a nivel asistencial, les competará ejecutar en sus diferentes fases el proceso de producción de agua potable, inspeccionar y garantizar el buen funcionamiento de las bocatomas y desarenadores, dosificar y suministrar las sustancias químicas requeridas, controlar los niveles de los tanques de almacenamiento, operar las estaciones de bombeo, de acuerdo con la programación definida por la Empresa y colaborar en las actividades de mantenimiento reparación y adecuación general del sistema de agua y alcantarillado.

Adicionalmente atenderá las actividades relacionadas con la ejecución de trabajos de instalación, mantenimiento, reparación, cortes y reconexiones de acometidas domiciliarias, detección de fugas internas, externas y conexiones fraudulentas.

Entre otras actividades importantes serán las siguientes:

- Revisión general del sistema, mantener en buenas condiciones todos los componentes del acueducto y el alcantarillado, haciendo los recorridos e inspecciones necesarios para la buena prestación de los servicios.
- Examinar y conservar los equipos a su cargo, accionando los controles respectivos, a fin de verificar el buen funcionamiento de los mismos
- Responder y manipular adecuadamente los equipos, herramientas, maquinaria de las plantas y los que le sean suministrados para sus labores.
- Vigilar las fuentes de abastecimiento para evitar los riesgos de contaminación, informando inmediatamente cualquier anomalía al respecto.
- Solicitar al jefe inmediato los productos químicos, herramientas y materiales requeridos en la planta de tratamiento, efectuando el pedido oportunamente, a fin de tenerlos disponibles durante el proceso de tratamiento de agua.
- Manejar, dosificar y aplicar las sustancias químicas requeridas para la potabilización del agua y llevar un registro diario del control del consumo de productos químicos y materiales utilizados en el tratamiento de agua potable.

- Controlar el correcto almacenamiento y conservación de los productos químicos para potabilización del agua, velando por la limpieza y demás consideraciones propias del producto.
- Llevar los registros diarios diligenciando los formatos, planillas y realizando informes correspondientes producción de agua, caudal de las fuentes de captación, dosificación de sustancias químicas, pruebas de laboratorio, entre otros.
- Hacer el mantenimiento de las estructuras de captación, cámaras de quiebre, cámaras de repartición de caudales, tanque de almacenamiento, desarenado, conducción, red de distribución, ejecutar purgas de tuberías, desinfección y reparación con la frecuencia que se le indique.
- Reparar los equipos y redes que presenten daños, siempre y cuando esté a su alcance, utilizando las herramientas y materiales requeridos para tal efecto, a fin de asegurar el normal funcionamiento de las mismas.
- Informar oportunamente al jefe inmediato cualquier daño que se presente en las herramientas y equipos que le corresponde operar, o las redes del sistema, para que se tomen las medidas correctivas del caso.
- Efectuar las pruebas y enviarlas para su análisis de laboratorio mediante muestreo y medición, para determinar las cantidades de coagulante necesarias para su tratamiento, a fin de controlar la calidad del agua en sus diferentes fases, desde la cruda hasta la producida.
- Haciendo el seguimiento correspondiente a los niveles de turbiedad, ph, caudal y a las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas determinadas en la planta.
- Realizar el aseo y limpieza de las secciones de la planta de tratamiento, haciendo uso correcto de los implementos y materiales necesarios, para garantizar la presentación de la misma.
- Limpiar permanentemente los dosificadores y reportar cualquier novedad en su funcionamiento.
- Realizar el lavado periódico de los filtros cada vez que haya saturación de materia, es decir, acumulación de sedimentos.

- Realizar el correcto lavado de la planta, colaborar abriendo las compuertas de los sedimentos y efectuar la limpieza y aseo de las estructuras de captación y almacenamiento.
- Verificar la presión del bombeo, tomando lectura directa del manómetro para asegurar que se encuentre dentro de los parámetros establecidos y garantizar el suministro eficiente a la comunidad.
- Colaborar con la instalación, reparación y mantenimiento de redes de alcantarillado de aguas lluvias y aguas negras, con la construcción de pozos, cámaras de desagüe de acueducto y alcantarillado e instalación de tubería en las construcciones de alcantarillado y demás mampostería que se requiera en el cumplimiento de la prestación de servicios de la empresa.

V. PARTES DEL SISTEMA

El nuevo sistema de agua potable para Piñas y barrios aledaños consta de los siguientes elementos:

1. Captación.
2. Línea de Conducción.- Correspondiente a la tubería desde la captación hasta la planta de tratamiento.
3. Planta de Tratamiento.

Dentro del sistema constan además elementos adicionales necesarios, como son, válvulas de aire, válvulas de desagüe, válvulas de control, válvulas de paso.

CAPTACIÓN

Para dotar del recurso hídrico necesario al proyecto.

Es una estructura de concreto que permite la recepción del agua de una quebrada que luego será distribuido a la población.

La calidad del agua de las fuentes superficiales, por lo general, no son las adecuadas para el consumo humano, por lo que se requiere que se les dé un tratamiento y desinfección previo a su consumo.

Los problemas q generalmente se presentan en la captación son los siguientes:

- Disminución del caudal de las quebradas debido a que las aguas se desvían hacia otro lugar ubicado a una cota más baja, Las causas son diversas y a veces modifican la estructura interna en el área de la captación.
- Retención en el vertedero y rejilla de materiales como grava, arena, hojas, etc., que no pudieron ser arrastrados por el agua a su paso y que limitan su eficiencia (área hidráulica efectiva).
- Deterioro de tuberías, válvulas de cierre y accesorios.
- Introducción de material sedimentado en la tubería de salida, por falta de limpieza oportuna de la obra.
- Disminución del caudal debido a prolongadas sequías.
- Filtración por defectos en la construcción.

- Derrumbes que pueden afectar la estructura.
- Presencia de posibles focos de infección en el área de influencia de la captación.

Para evitar este tipo de problemas se deben proceder con las siguientes recomendaciones en la operación:

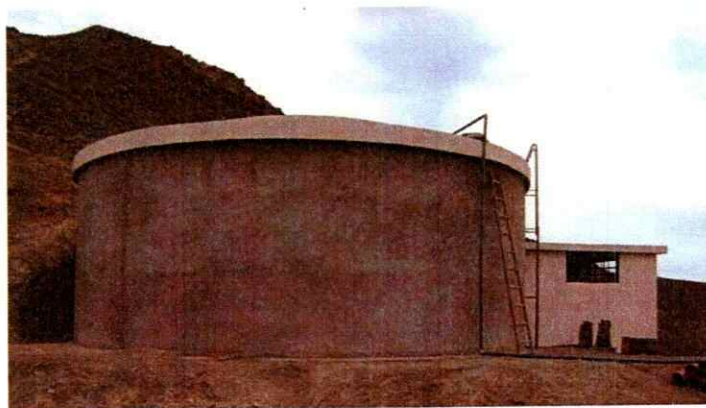
- Inspección periódica a las estructuras de las captaciones, para que en caso de alguna falla, ésta sea reparada de inmediato.
- Se debe dotar de seguridades a las tapas de inspección para impedir la manipulación de personas extrañas.
- Observación del caudal que llega al tanque de almacenamiento. Al notar disminución, efectuar la inspección a fin de detectar y corregir las deficiencias encontradas. Esta actividad se la debe realizar diariamente.

Operación y mantenimiento en las captaciones

ACTIVIDADES A EJECUTARSE	FRECUENCIA		PERSONAL	HERRAMIENTAS
	INVIERNO	VERANO		
Limpieza interior de cajón recolector.	1 vez/2sem	1 vez/mes	1 jornalero	palas-rastrillos-baldes
Desinfección interior de tanque recolector.	1 vez / 3 meses	1 vez / 3 meses	1 jornalero	baldes-escobas-cloro liquido
Apertura-cierre y engrasado de válvulas	1 vez/mes	1 vez/3 meses	1 jornalero	Juego de llaves-grasa
Limpieza de la rejilla de fondo.	1 vez/2sem	1 vez/mes	1 jornalero	palas-rastrillos-baldes
Limpieza de escombros retenidos en el azud (aguas arriba).	1 vez/2sem	1 vez/mes	1 jornalero	palas-rastrillos-baldes
Limpieza de la cuneta de desvío de aguas superficiales (cunetas de coronación).	1 vez/mes	1 vez/3 meses	1 jornalero	palas-rastrillos
Acondicionamiento general del aspecto externo, pintado de las estructuras, partes metálicas con pintura anticorrosiva.	1 vez/mes	1 vez/ anual	2 jornalero	Juego de llaves-grasa, baldes-escobas-cloro liquido, pintura.
Toma de Muestras para ensayos de calidad de agua.	1 vez/6meses	1 vez/6meses	2 Operador	Recipientes de 3 L – 110 ml esterilizado
Inspección de las captaciones.	1 vez/2sem	1 vez/2 meses	1 jornalero	Operación visual

RESERVORIOS

Es un depósito de concreto que sirve para almacenar y controlar el agua que se distribuye a la población, además de garantizar su disponibilidad continua en el mayor tiempo posible.



Partes del reservorio:

Tubería de ventilación.- Permite la circulación del aire, tiene una malla que evita el ingreso de cuerpos extraños al tanque de almacenamiento.

Tapa sanitaria.- Tapa metálica que permite el ingreso al interior del reservorio, para realizar la limpieza, desinfección y cloración.

Tanque de almacenamiento.- Es un depósito de concreto que puede ser de forma circular o cuadrada para almacenar el agua.

Tubo de rebose.- Accesorio que sirve para eliminar el agua excedente.

Tubería de salida.- Es una Tubería de PVC que permite la salida del agua a la red de distribución.

Tubería de rebose y limpia.- Sirve para eliminar el agua excedente y para realizar el mantenimiento del reservorio.

Canastilla.- Permite la salida del agua de la cámara de recolección, evitando el paso de elementos extraños.

Caseta o cámara de válvulas.- Es una caja de concreto simple, provista de una tapa metálica que protege las válvulas de control del reservorio.

Los depósitos se deberán operar y mantener de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

La tapa de inspección debe ser asegurada con un dispositivo apropiado para evitar que personas extrañas la muevan.

Si se observan fugas en la estructura de reserva se debe proceder a una reparación inmediata, si ocurre esto o cuando se sospeche que hay contaminación de la misma se procede a su desinfección, para lo cual se debe:

- Vaciar totalmente la unidad, abriendo la válvula de desagüe. Limpiar con una escobilla el fondo del tanque.
- Cerrar la válvula de salida y de desagüe, para abrir la de entrada, dejando que se llene, luego de lo cual ésta se cierra.
- Agregar la solución de hipoclorito de calcio de 10 ppm, en la reserva, durante 4 horas por lo menos, transcurrido este tiempo se vacía el tanque a través del desagüe respectivo.
- Su limpieza y desinfección se realizará por lo menos cada 3 meses.

Seguidamente se presenta las labores sistemáticas de operación y mantenimiento para los tanques de reserva.

Operación y mantenimiento en las reservas

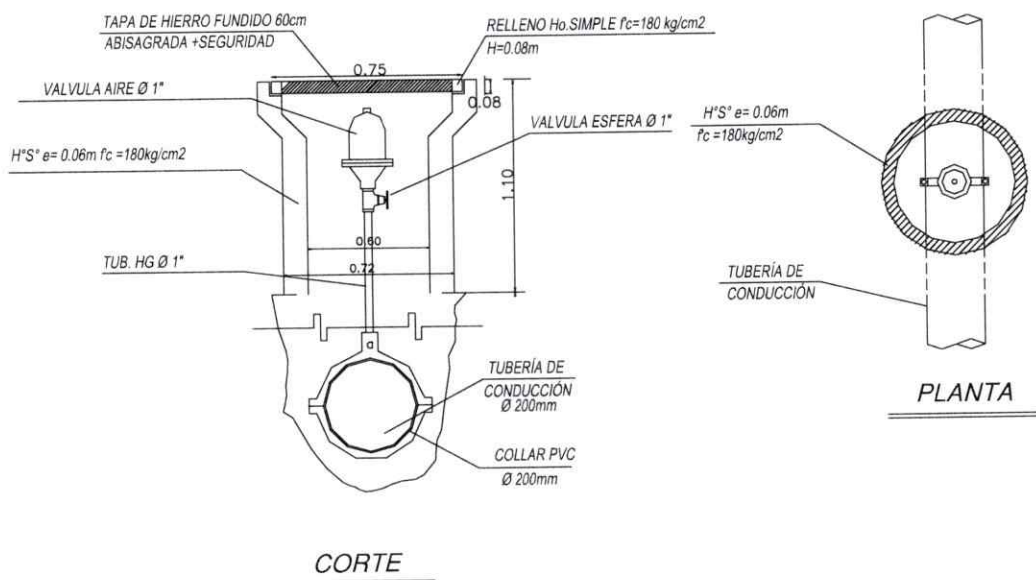
ACTIVIDADES A EJECUTARSE	FRECUENCIA		PERSONAL	HERRAMIENTAS
	INVIERNO	VERANO		
Operación de válvulas según régimen de servicio	1 vez/sem	1 vez/sem	1 Operador	Juego de llaves, grasa
Mantener cerradas y aseguradas las tapas de inspección	Diario	Diario	1 Operador	Operación Manual
Limpieza de sedimentos sin entrar al tanque manipulado la válvula de limpieza	1 vez/mes	1 vez/mes	1 Operador	Operación manual
Limpieza y desbroce del área adyacente al tanque	1 vez/mes	1 vez/mes	1 Operador	Palas-picos-machetes-carretillas
Verificación del funcionamiento reparación de grietas o fugas	1 vez/3meses	1 vez/3meses	1 Operador	Palas-baldes-bailejo-cemento
Limpieza de sedimentos ingresando al tanque y desinfección	1 vez/6meses	1 vez/6meses	1 Operador	Palas-baldes-escobas duras-Cloro líquido
Revisión de condiciones sanitarias alrededor del tanque	1 vez/6meses	1 vez/6meses	1 Operador	Inspección visual
Apertura, cierre y engrasado de válvulas	1 vez/6meses	1 vez/6meses	1 Operador	Juego de llaves, grasa-lubricante

Adecuaciones y pintura general del tanque de reparación del cerramiento	1 vez/año	1 vez/año	1 Operador	Pintura-brochas-espátulas
Toma de Muestras para ensayos de calidad de agua	1 vez/6 meses	1 vez/6 meses	2 Operadores	Recipiente de 3 L y 110 ml plástico/vidrio esterilizado

Válvulas de aire y desagüe

- **Válvula de aire.-** Sirve para sacar el aire atrapado en las tuberías. Son colocados en las partes altas de la línea de conducción.

DETALLE VALVULA DE AIRE TIPO

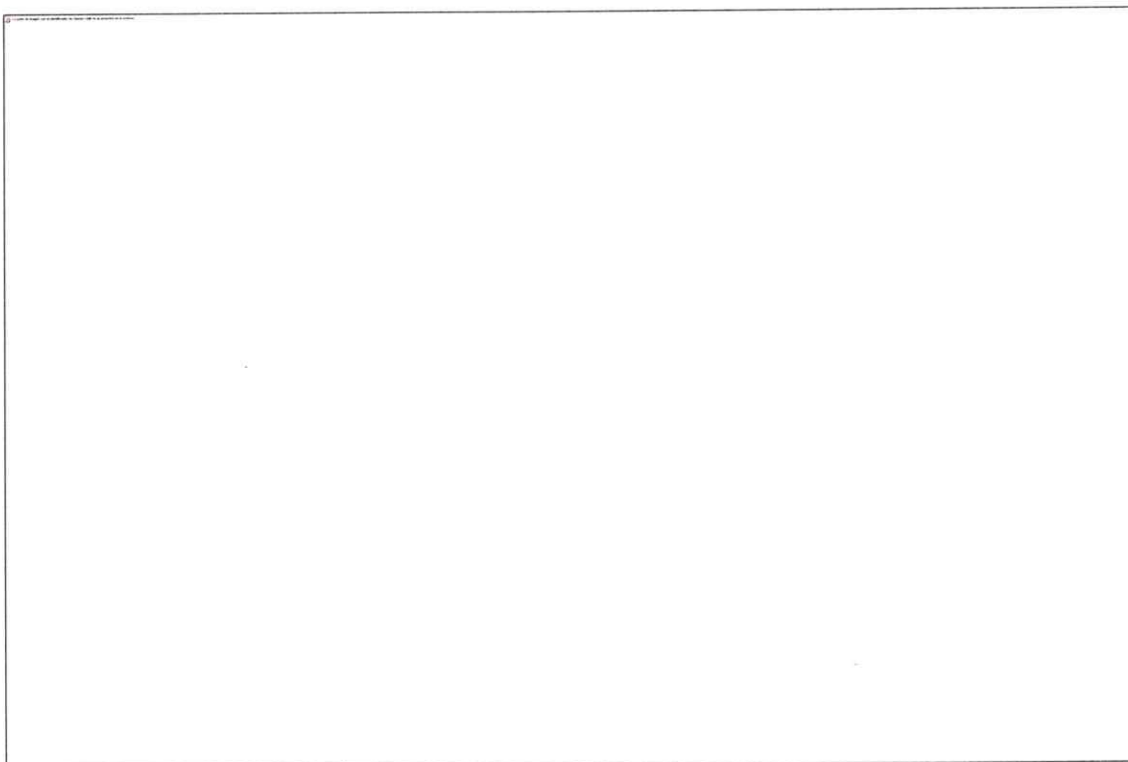


- **Válvula de purga.-** Se coloca en los puntos más bajos del terreno que sigue la línea de conducción. Sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVO GENERAL	2
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2.2	ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN	3
3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	3
4.	DEFINICIONES ESPECÍFICAS	6
4.1	OPERACIÓN DEL SISTEMA	6
4.2	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	6
4.2.1	<i>Tipos de mantenimiento</i>	6
4.2.1.1	Mantenimiento preventivo (MP)	6
4.2.1.2	Mantenimiento correctivo (MC)	7
4.2.1.3	Mantenimiento de emergencia (ME)	7
5.	ÁMBITO DE APLICACIÓN	7
6.	PLANTA DE TRATAMIENTO	7
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	7
6.1.1	<i>Mezcla rápida</i>	8
6.1.2	<i>Floculador</i>	8
6.1.3	<i>Sedimentador laminar</i>	9
6.1.4	<i>Filtración</i>	9
6.1.5	<i>Desinfección</i>	9
6.2	ACTIVIDADES DE OPERACIÓN	9
6.2.1	OPERACIÓN DE PUESTA EN MARCHA	9
6.2.1.1	Inspección preliminar	9
6.2.1.2	Operaciones iniciales	9
6.2.1.3	Llenado de la planta	10
6.2.2	<i>Operación normal</i>	10
6.2.3	<i>Operación especial o eventual</i>	12
6.2.3.1	Parada o suspensión de la operación de la planta	12
6.2.3.2	Limpieza del floculador	13
6.2.3.3	Lavado de canales y tanque de distribución	13
6.2.4	<i>Operación de emergencia</i>	14
6.3	DOSIFICACIÓN	15

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO



1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la “**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**” prevé varias obras de ingeniería, las cuales después de construidas deberán ser objeto de una adecuada administración, operación y mantenimiento para que presten un servicio eficiente y eficaz y de esta manera se garantice la calidad de agua que se proveerá a la ciudad de Piñas, así como la vida útil de las obras para las que fueron concebidas.

Para el trabajo de administración, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento se ha elaborado el presente Manual, que se constituirá en la guía informativa que facilite una adecuada gestión del proyecto, de manera especial para las actividades y estrategias mínimas que se deberán aplicar a todas las estructuras hidráulicas del sistema, para que pueda operar en forma eficiente, así como también se pueda ejecutar un adecuado y oportuno mantenimiento preventivo y correctivo, evitando en lo posible el mantenimiento emergente de sus estructuras a fin de que cumplan al menos con el período de vida útil, lo que permitirá garantizar las inversiones y por ende la sostenibilidad del sistema.

La estrategia de intervención propuesta, está orientada a un manejo gerencial sostenible; donde la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas, será la responsable de la operación, mantenimiento y administración.

2. OBJETIVO GENERAL

Conseguir una eficiente operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento, con visión técnica, económica, social y ambiental, que le permita garantizar el desarrollo sostenible por tiempo mayor al período de vida útil del proyecto.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Disponer de una herramienta práctica para orientar el trabajo de los técnicos, jefes de cuadrilla, trabajadores y personal en general que se encuentren inmersos en las actividades de operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento.
- Lograr una administración eficiente y de bajo costo, que garantice la efectiva operación y mantenimiento del sistema, optimizando el recurso agua y eliminando las pérdidas innecesarias.
- Cumplir con los mantenimientos periódicos tanto preventivo como correctivo y lograr la oportuna intervención para el mantenimiento emergente.

2.2 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

Para el logro de los objetivos, se propone algunas estrategias de intervención, que permitan garantizar el desarrollo sostenido del proyecto y que se puede sistematizar en los siguientes:

- El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Piñas es la institución responsable de la Planta de tratamiento para la ciudad de Piñas y será la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Piñas la instancia operativa que cumplirá las labores de operación, mantenimiento y administración, para lo cual contará con la dependencia que asumirá la responsabilidad de estos trabajos.
- La apropiada Administración, Operación y Mantenimiento permitirá lograr el uso eficiente del recurso hídrico, facilitando el desarrollo económico, social y ambiental sostenible.
- La eficiencia en la prestación del servicio de agua potable en la ciudad de Piñas, permitirá garantizar la recuperación de los costos de administración, operación y mantenimiento y un porcentaje de los costos de inversión acorde a la realidad local, mediante la generación de una cultura de pago por parte de los usuarios; y, de cobro por parte del GAD Municipal.

3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Con el objeto de evitar confusiones durante el proceso de operación y mantenimiento de las obras previstas dentro del Proyecto, es necesario establecer una definición adecuada de ciertas palabras y abreviaturas que permita consensos en todos los involucrados en el tema, así como la correcta interpretación de los términos técnicos empleados normalmente en el manejo del sistema de agua potable para lo cual se han agrupado n definiciones generales y específicas.

Aceptable: Satisfactorio para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Piñas o entidad financiera,

Aforo: Medición de la cantidad de agua por la unidad de tiempo,

Análisis de Agua: Examen de aguas para determinar sus características físicas, químicas y bacteriológicas,

Anclajes: Elementos estructurales especiales de hormigón mamposterías o metálicos, etc., usados para la fijación y apoyo de tuberías, accesorios, etc.,

Armadura: Disposición adecuada de un conjunto de varillas de acero de refuerzo,

Bases: Estructuras que sirven de apoyo y fijación para tuberías, accesorios y en general de obras especiales,

Bocas de Visita: Abertura superior que permite la inspección, arreglo y/o limpieza de obras especiales tales como tanques, pozos de revisión, caja de válvulas, etc.,

Caudal: Cantidad de un fluido que corre en un lapso de tiempo determinado,

Caudalímetro: Es un dispositivo que se utiliza para medir el caudal o la cantidad.

Cimientos: Parte de los muros de fábrica que están bajo el nivel del terreno y que actúan como elementos soportantes de la estructura a la vez,

Conducto: Cualquier ducto natural o artificial sea cerrado o abierto utilizado para conducir líquidos u otros fluidos,

Corrosión: Es la deterioración gradual o destrucción de una sustancia o de un material, por acción química. Generalmente se aplica este término a la oxidación o enmohecimiento del hierro,

Cota: Valor referencial altimétrico de un punto en relación al cual otros puntos pueden ser determinados,

Costo: Es el valor o precio que tiene un producto, rubro de obra, o la obra misma,

Desalojo de Materiales: Retiro de materiales sobrantes o innecesarios del sitio de la obra,

Decantación: Es el proceso mediante el cual se separa mezclas heterogéneas, que pueden estar conformadas por una sustancia líquida y una sólida, o por dos sustancias líquidas. Significa sedimentar, colocarse una de las sustancias en la base de la otra, por efecto de sus distintas densidades, lo que permite separarlas.

Descarga: Es el punto o lugar en el que se descarga el agua remanente a través de una alcantarilla, canal abierto, drenaje natural u otro conducto,

Diseño Final: Conjunto de planos, especificaciones, presupuestos y demás documentos necesarios y suficientes para ejecutar un proyecto,

Dotación: Cantidad de agua en litros a suministrarse por hectárea y por turno,

Encofrado: Armadura adecuada de madera u otro material resistente, utilizado para que el hormigón adquiera la forma requerida una vez que este haya sido vaciado en la misma,

Escurrimiento: Es la parte del agua lluvia que llega a una corriente, luego de recorrer por la superficie del terreno, en un tiempo determinado,

Estructura: Disposición adecuada de los elementos resistentes que forman parte de una obra,

Filtración: Es el proceso unitario de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el pasaje del líquido

Floculación: Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Flujo: Líquido que está en movimiento,

Fricción, Pérdida de Carga (Pa): Es la diferencia entre cotas de los niveles piezométricos o disminución de presión, que ocurrirá en una corriente o un conducto, debido a las turbulencias que origina el contacto entre el agua que se mueve y el conducto que la contiene, así como a la fricción intermolecular,

Gasto: Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo por un determinado punto de observación en un instante dado,

Gradiente: La velocidad de cambio de cualquier característica (longitud, velocidad, energía, etc.), por unidad de longitud, también se le puede asociar a la pendiente,

Golpe de ariete: Fenómeno oscilatorio originado, entre otras causas, por el cierre rápido de válvulas que da lugar a la transformación de la energía cinética del líquido en energía elástica almacenada tanto en el agua como en la tubería y que origina sobre y sub-presiones que pueden originar la ruptura de la tubería.

Herramientas: Instrumentos manuales o mecánicos utilizados para la ejecución de diversos trabajos u objetivos,

Impermeable: Es un término que se aplica a un material a través del cual no puede pasar el agua, o pasa con gran dificultad,

Infiltración: Es el flujo o movimiento del agua a través de los poros del suelo u otro medio poroso,

Litro: Es una unidad del sistema métrico decimal que equivale a 1.000 mililitros y prácticamente igual a 1.000 cm^3 ,

Mantenimiento: Acción permanente que se ejecuta con técnicas dedicadas a la conservación y al buen funcionamiento de una obra o sistema de ingeniería,

Materiales: Conjunto de materias primas, y objetivos que se emplean para la ejecución de un proyecto en general,

Medidor de caudales: Equipo que permite medir el flujo de un líquido a través de una tubería,

Pendiente: Inclinación que tiene una alineación con respecto a la horizontal,

Perfil: Dibujo a escala que representa levantamiento altimétrico en una alineación,

Planos: Representación gráfica de un proyecto, la cual debe permitir una fácil interpretación de la obra a construirse,

Planta: Planos y detalles exteriores de una estructura vista en el plano horizontal,

Resanado o Reparación: componer o enmendar el menoscabo que ha padecido de hormigón simple o armado, o equipo, cuando han sufrido alteraciones en su composición original,

Relleno: Material excavado previamente y vuelto a colocar en su sitio. También dice del material excavado en una parte y llevado a llenar un espacio vacío en otra, colocándolo sobre la superficie original,

Remoción del Material: Retiro del material,

Río: Fuente de agua superficial que escurre por el cauce natural,

Supervisión: Acción de vigilar, inspeccionar, y fiscalizar una obra de construcción,

Tramo: Cada uno de los trechos en que está dividido un canal o tubería,

Transporte: Acción de llevar un objeto, material o personal de una parte a otra,

Tubería: Conducto o pieza hueca de forma cilíndrica, alargada y de diferente diámetro, unidas entre sí, que sirve para transportar líquidos a distancia. Pueden ser de cemento, hormigón, hierro, acero, PRFV, PVC, polietileno, etc.,

Tubería de Drenaje: Tubería de salida de un sistema cualquiera que da salida al afluente,

Uniones: Accesorios que sirven para enlazar o juntar dos tramos de tubería,

Válvula: Equipo que sirve para regular, interrumpir, regular, evacuar el flujo, el aire y reducir la carga hidráulica en las tuberías de presión,

4. DEFINICIONES ESPECÍFICAS

4.1 OPERACIÓN DEL SISTEMA

Se entenderá como Operación al conjunto de acciones adecuadas y coordinadas que se efectúan con determinada oportunidad y frecuencia, para garantizar el eficiente funcionamiento de todas las estructuras del sistema y comprende las acciones básicas:

- Operar el sistema
- Inspeccionar periódicamente
- Llevar un registro de control y lecturas de la operación,
- Informar sobre las necesidades de adquisición de materiales, herramientas y repuestos.

4.2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Es el conjunto de acciones periódicas, oportunas y eficientes que se deberán realizar a la infraestructura del proyecto durante su período de vida y mantenerlos en adecuado estado de funcionamiento y con ello garantizar el suministro de agua para la ciudad de Piñas.

4.2.1 Tipos de mantenimiento

Con el objeto de detallar minuciosamente las actividades que se cumplen en un sistema, se ha identificado tres tipos de mantenimiento:

4.2.1.1 Mantenimiento preventivo (MP)

Consiste en una serie de acciones de conservación que se realiza a la infraestructura y su entorno, con una frecuencia determinada y que tienden a

preservar el sistema en buen estado por un tiempo mayor a la vida del proyecto y evitar que se produzcan daños que pueden ser de difícil y costosa reparación o que se ocasionen interrupciones en el servicio.

4.2.1.2 Mantenimiento correctivo (MC)

Corresponde a actividades obligatorias que se realizan a la infraestructura del proyecto, con el objeto de reparar daños que no se han podido evitar, sea esta, por el deterioro del sistema o por manipuleo inadecuado de los operadores.

4.2.1.3 Mantenimiento de emergencia (ME)

Es aquel que se realiza cuando el sistema o equipos han sufrido daños por causa imprevista como sucesos naturales, accidentales ocasionados por el hombre y requieren solución rápida para poner parcialmente operativo el sistema.

5. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El GAD Municipal de Piñas, tendrá la responsabilidad de la gestión del recurso hídrico legalmente concesionado de las fuentes de agua y para su cumplimiento el proyecto contempla una serie de estructuras especiales, que permitirán conducir, a gravedad, las aguas provenientes de dichas fuentes desde la captación hasta los medidores intradomiciliarios.

La infraestructura de la planta de tratamiento contempla una serie de obras hidráulicas, así como los equipos de control y regulación de caudales

6. PLANTA DE TRATAMIENTO

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

El proyecto dispondrá de una planta de tratamiento con los siguientes procesos:

1. Mezcla Rápida,
2. Flocculación,
3. Sedimentación laminar,
4. Filtración Rápida y
5. Cloración.

A continuación de manera esquemática se presenta gráficamente los procesos que se observarán en la Planta de Tratamiento:

ESQUEMA DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



6.1.1 Mezcla rápida

El diseño de la Planta de Tratamiento prevé la instalación de dos tanques de preparación de la solución de sulfato y dos tanques para la preparación de la solución de cal, el sistema de dosificación será por gravedad. Se aplicará el coagulante al inicio del resalto

6.1.2 Floculador

Para la floculación se ha considerado la construcción de 1 unidad, con capacidad para tratar un caudal de 78.22 lit/s. Esta unidad tendrá una división en tres tramos con la finalidad de garantizar la formación del floc a través de la disminución del gradiente. Se incluyen placas de acero inoxidable de 4mm de espesor para la separación de los canales del floculador.

6.1.3 Sedimentador laminar

El Sedimentador comprende 3 Zonas:

- Zona de entrada
- Zona de sedimentación
- Zona de lodos

6.1.4 Filtración

Se ha seleccionado el sistema de filtración rápida descendente con sistema de retrolavado, se ha considerado para el diseño un número de cuatro filtros que operaran en paralelo con lecho de arena antracita para optimizar la tasa de filtración; el lecho estará soportado sobre viguetas de hormigón prefabricadas en sitio por su facilidad de construcción e instalación.

6.1.5 Desinfección

La desinfección se realizará con gas cloro dado el tamaño de planta y las tasas por servicio establecidas en la ciudad de Piñas. Si bien este sistema requiere de cuidados durante la operación es el de menor costo de producción y los costos de instalación de los equipos no son elevados, sin embargo deberá instalarse sistemas de detección e inundación para control de fugas.

6.2 ACTIVIDADES DE OPERACIÓN

La gestión de operación de la planta de tratamiento para el Proyecto, se la organiza bajo cuatro tipos:

- operación de puesta en marcha;
- operación normal;
- operación especial o eventual;
- operación de emergencia.

6.2.1 Operación de puesta en marcha

Estas operaciones se ejecutan habiendo finalizado la etapa constructiva, cuando la planta va a empezar a funcionar. Se repiten, aunque en forma más abreviada, cada vez que la planta sale de operación por labores de mantenimiento.

Las principales actividades que comprende la puesta en marcha de la planta son:

- inspección preliminar;
- operaciones iniciales;
- llenado de la planta.

6.2.1.1 Inspección preliminar

Tiene por objeto evaluar el estado de las obras. Se debe poner énfasis en los siguientes aspectos:

- presencia visual de daños;
- funcionamiento de válvulas, compuertas y equipos;
- existencia de reactivos, materiales y personal para la operación del sistema.

6.2.1.2 Operaciones iniciales

Antes del llenado de la planta, deben efectuarse las siguientes tareas:

- Limpieza general de las estructuras. La planta debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación.
- Revisión y calibración de todos los equipos de dosificación.
- Preparación de las soluciones de las sustancias químicas, según procedimientos que se describen posteriormente.
- Medición de los parámetros básicos para el control de los procesos: pH, turbiedad, color, alcalinidad y caudal de operación.
- Determinación de parámetros de dosificación: dosis, concentración y pH óptimo.
- Colocar válvulas en posición de llenado: ingresos y salidas abiertas, desagües cerrados.

6.2.1.3 Llenado de la planta

Esta operación se la realizará de la siguiente manera:

- a) Abrir lentamente la válvula de ingreso de agua cruda a la planta.
- b) Llenar los floculadores y una vez que el agua llegue al nivel máximo, establecer la dosificación.
- c) Simultáneamente al proceso de llenado, debe aplicarse una dosis inicial de desinfectante que usualmente varía entre 3 y 7 mg/L, por un lapso de 2 a 4 horas.
- d) Esperar a que se complete el llenado de los decantadores y suspender el flujo por 15 minutos antes de pasar a los filtros.
- e) Llenar los filtros e iniciar la operación eliminando la producción al desagüe hasta que se obtenga la calidad de agua deseada.
- f) Controlar la calidad del agua. Normalmente se requiere suministrar el agua a la población en el menor tiempo posible, después de haber comprobado que la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua es aceptable. En caso de emergencia, se recomienda controlar los siguientes parámetros:
 - Turbiedad menor de 1,0 UNT;
 - Color aparente menor de 15 UC;
 - pH entre 6,5 y 8,5;
 - Cloro residual a la salida de la planta no menor de 1,0 mg/L.

6.2.2 Operación normal

Una vez concluidas las operaciones de puesta en marcha, la planta entra en la etapa denominada *de operación normal*, que se produce cuando el sistema está operando con el caudal para el que fue diseñado y con la calidad de agua requerida. En general, la operación normal incluye cualquier actividad que no provoque la suspensión parcial o temporal de la planta.

La operación normal incluye una serie de actividades de tipo rutinario. A continuación se indican las actividades de operación normal:

- **Medición del caudal:** el Operador de la Planta deberá revisar el ingreso del agua y registrar las lecturas del caudalímetro, con cuya información deberá calibrar la válvula.
En caso de que se produzca daños en el caudalímetro se tomará como referencia la regleta existente en el vertedero y con esta información se procederá a calibrar.
- **Medición de parámetros de calidad del agua cruda:** Al menos 3 veces al día el Laboratorista de la Planta de Tratamiento realizará ensayos que permita verificar la calidad del agua establecida a través de: turbiedad, color, pH, alcalinidad y bacteriológico, lo que le permitirá consolidar informes mensuales de las las condiciones en las que se recibe el agua cruda, los cuales serán remitidos a la Unidad Administrativa que lleve a cabo los Procesamientos Estadísticos.
- **Preparación de las soluciones de los productos químicos:** Para la formación del floculador se ha considerado la aplicación de Sulfato de Aluminio, en una proporción entre el 20 y 60 mg/l y concentración óptima del 2%. Así mismo, se deberá tender a subir el pH mediante la aplicación de Cal, tanto previo al inicio del proceso de potabilización como al final del mismo, más aún cuando se ha seleccionado el sistema de Cloro Gas, el cual tiende a bajar el pH.
- **Ajuste de los dosificadores:** Una vez por año se deberá realizar el ajuste de la curva de dosificadores, se deberá hacer la calibración y la colocación de químicos de forma manual.

Es responsabilidad del Operador de la Planta de Tratamiento, chequear el nivel del tanque que contiene el químico, si se encuentra un aproximado del 30 % inmediatamente deberá preparar el siguiente, con el fin de que cuando se encuentre en un estimado del 10 % proceda a hacer el reemplazo.

- **Sedimentador:** el trabajo se lo realizará de forma manual para lo cual con una varilla el Operar de la Planta de Tratamiento medirá la altura del lodo, operará la válvula y realizará la limpieza manual. El Laboratorista de la Planta deberá cada 2 horar hacer las tomas para control de la calidad del agua, particularmente turbiedad.
- **Lavado de los filtros:** el Operador de la Planta de Tratamiento entenderá que existe una importante cantidad de sedimentos en el filtro, por lo que es necesaria su limpieza, para lo cual realizará las siguientes actividades
 - Cierra el ingreso del agua al filtro desde el sedimentador
 - Abre la válvula de desagüe de retrolavado
 - Cierra la válvula de salida del agua filtrada
 - Abre la válvula de ingreso del retrolavado

En condiciones regulares, se realizará el chequeo en laboratorio de las características del agua que sale del filtro.

- **Caseta de Cloración:** Medición de cloro residual o cloro gas, el agua tratada y otros parámetros básicos: El Operador de la Planta de Tratamiento procederá a registrar diariamente el peso del cilindro en uso, para conocer la cantidad disponible, cuando está por acabarse, deberá hacer el cambio, con un nuevo cilindro y el vacío deberá hacer el trámite para su reemplazo.

Cuando exista una fuga de cloro gas el Operador de la Planta de Tratamiento cerrará inmediatamente la puerta (si las condiciones lo permiten) y dará la voz de alarma para evacuación inmediata la zona.

- **Control de calidad:** Al final del filtro los Profesionales del Laboratorio de la Planta de Tratamiento deberán chequear la calidad de agua con los ensayos de laboratorio.
- **Limpieza de las obras complementarias y mantenimiento de zonas verdes:** Como parte del componente de Operación de la Planta de Tratamiento se deberá considerar el trabajo de limpieza de las obras complementarias y las zonas verdes y de estacionamientos.

6.2.3 Operación especial o eventual

Este tipo de operación se produce como consecuencia de actividades de mantenimiento, daños menores, fallas de energía de corta duración y otras causas que impliquen una salida de operación total o parcial de la planta, sin que se presenten daños graves.

A continuación se incluyen algunos ejemplos de este tipo de operación.

6.2.3.1 Parada o suspensión de la operación de la planta

Normalmente una parada de la planta se programa para vaciar las unidades y ejecutar reparaciones que deben hacerse en seco.

Con frecuencia las paradas se programarán durante la noche o en días festivos, para evitar incomodidades a los usuarios. En todo caso, se deberá informar a la ciudadanía con suficiente anticipación, tanto la fecha y tiempo de suspensión para que se provean de agua y disminuyan los reclamos de servicio.

La secuencia de acciones para efectuar la parada es la siguiente:

a) Programación de la actividad

- El ingeniero jefe o supervisor de la planta preparará el programa de actividades que se va a desarrollar durante la parada, indicando el tiempo para cada tarea.
- Se establecerá una lista del personal que intervendrá, los materiales, herramientas y equipos, señalando la hora de inicio de las labores. El personal deberá ser distinto de aquel que continuará con la operación normal de la planta.
- Si hay varios frentes de trabajo, se asignará un supervisor a cada uno.
- El jefe de la planta estará a cargo de todo el personal y será quien dará las órdenes.

b) Lavar filtros y llenar el tanque de distribución.

c) Parada de la planta

- Cerrar la entrada de agua cruda.
- Suspender la filtración.
- Suspender la dosificación.

- Cerrar la compuerta o válvula de salida.
- Parar todos los equipos que tuviera el sistema.
- Drenar la zona de trabajo por gravedad o por bombeo.
- Ejecución de los trabajos.

6.2.3.2 Limpieza del floculador

- El jefe o supervisor de la planta debe programar las actividades que se van a realizar, el tiempo y personal necesario; este último dependerá del área superficial interior de la unidad que comprende paredes y piso. El personal que se emplee en esta actividad debe ser diferente de aquel que ejecuta la operación normal. Definir la hora en la que deberá disminuirse el caudal que entra a la planta o suspenderse el tratamiento. Pasar copia del programa a los operadores de turno.
- Suministrar y revisar el estado de los materiales necesarios para ejecutar esta operación: rastrillos, escobas, cepillos, mangueras y llaves para conectarlas, si el lavado se hace a presión.
- Aislar la unidad cerrando las compuertas de entrada.
- Abrir el drenaje. El operador de turno deberá tener la unidad vacía a la hora en que el personal debe efectuar la tarea.
- Efectuar la limpieza. Normalmente el piso se limpia con chorros de agua a presión, empujando el material con rastrillos hacia el dren o desagüe. Las paredes se limpian con chorros de agua y cepillos metálicos.
- Por tratarse de decantadores de placas, éstas se limpian con chorros de agua a presión y cepillos para remover el lodo y algas adheridas. Deberá instruirse al personal de operación que ejecuta esta tarea para que no se pare sobre las pantallas mientras realiza la limpieza.
- En el caso de pantallas, el sistema de sostén solo ha sido calculado para ese fin. No está calculado para resistir el peso de una persona y va cediendo gradualmente hasta que se desploma.
- Si se presenta crecimiento de algas, puede usarse un equipo de fumigación aplicar a las paredes una solución de sulfato de cobre (disolver un kilogramo de sulfato de cobre en 50 litros de agua). La concentración final no debe ser mayor de 1 mg/L.
- Se debe aprovechar la paralización de la unidad para efectuar el reemplazo de pantallas rotas.
- Llenado de la unidad. Debe seguirse el mismo procedimiento indicado en la puesta en marcha. Colocar el caudal de proyecto.

6.2.3.3 Lavado de canales y tanque de distribución

- Esta operación requiere una operación de parada de la planta. La frecuencia depende del resultado de las inspecciones efectuadas por el ingeniero encargado de la supervisión.

- Para lavar los canales que conducen el agua cruda y coagulada, se recomienda emplear un eyector. Si esto no fuera posible, el material habrá de sacarse con baldes o carretillas, dependiendo del ancho de los canales.
- El tanque de distribución se lavará con chorros de agua a presión. Las botas de caucho que usa el personal deberán desinfectarse con una solución de hipoclorito de calcio o de sodio. El personal utilizado será el máximo posible, de manera que la suspensión del servicio sea muy corta y se afecte lo menos posible a los usuarios.
- El personal estará dotado de abrigo de caucho, botas y casco. Si fuera necesario, dentro del tanque portará también una mascarilla para protegerlo de los vapores de cloro.
- La secuencia de acciones es la siguiente:
 - Suspender tratamiento y filtración.
 - Aislar decantadores y tanque de distribución.
 - Drenar canales y tanques.
 - Efectuar la limpieza.
 - Fumigar piso y paredes con una solución al 1% de hipoclorito de calcio o sodio.
 - Poner en marcha la planta. (ver instrucciones en el ítem relativo a cómo poner la planta en operación)

6.2.4 Operación de emergencia

La operación de emergencia ocurre por fuerza mayor y se presenta en forma imprevista a causa de fallas graves o desastres. A continuación se indican los casos más comunes.

6.2.4.1 Falla de energía de larga duración

Al ser el funcionamiento de la planta por gravedad, es posible mantenerla en operación sin energía eléctrica, sin embargo el operador debe estar instruido, para corregir cualquier deficiencia que se presente.

6.2.4.2 Fallas en estructuras y equipos esenciales

El operador debe dar aviso al supervisor apenas se produzca la falla.

Si se produce una falla en la tubería de llegada, por ejemplo, se suspende el servicio desde la bocatoma y la planta debe salir de operación obligatoriamente. Si la falla se ubica en el tramo que alimenta el embalse o el presedimentador, se aislará este tramo y la planta continuará operando con el embalse, mientras la capacidad de este lo permita.

Si el daño se presenta en una estructura, se aislará para proceder a drenarla y repararla. Una vez solucionados los daños, la planta se pondrá en marcha de acuerdo con el procedimiento indicado.

6.2.4.3 Terremotos

En lugares de alto riesgo sísmico, las estructuras de la planta deben ser antisísmicas. De acuerdo con la intensidad de un sismo, puede producirse falla de energía o daño

en tuberías. Pasado el movimiento sísmico, se evaluarán los daños y se programarán las reparaciones.

6.2.4.4 Incendios

Se presentan con frecuencia en los motores y arrancadores. Es necesario tener disponibles extinguidores de CO₂ debidamente cargados y personal capacitado para usarlos.

6.2.4.5 Inundaciones

Se presentan con frecuencia por rotura de tuberías, rebose de un tanque o desborde de ríos. Se debe aislar la tubería o disminuir el caudal de tratamiento. En el caso de inundaciones mayores (desborde de ríos), el ingeniero encargado deberá evaluar los daños mediante una inspección sanitaria y tomar las medidas del caso.

6.2.4.6 Cambios bruscos de calidad del agua cruda

El cambio que más afecta la operación de la planta es el aumento de turbiedad. En este caso, se mide la turbiedad y se revisa el caudal, se ajusta la dosis con la información de la curva de dosificación y el funcionamiento de la planta en general. Luego se efectúa la prueba de jarras y se afina el ajuste del dosificador.

Si el cambio es tan brusco que la calidad del agua supera los límites de tratabilidad (caso típico producido por derrumbes), se suspende la operación de la planta hasta que la fuente vuelva a la normalidad.

El operador debe tomar en cuenta que las plantas tienen límites de tratabilidad y que por causas naturales o antropogénicas el agua cruda puede superar la capacidad de tratamiento de la planta y, por lo tanto, producir agua de mala calidad. En estos casos puede ser necesario detener el funcionamiento de la planta hasta volver a condiciones normales.

6.2.4.7 Escapes de cloro o de químicos peligrosos

Cuando se presenta este tipo de emergencia, el operador debe emplear la máscara protectora, que debe estar guardada en un armario fuera de la sala de dosificación o de la caseta de cloración. Con el auxilio del amoníaco se ubica la fuga. Si esta se produce en un clorador, se cambia al otro; si se ubica en una batería de cilindros, se cambia y se aísla el sitio cerrando las válvulas correspondientes.

Si el daño implica parar la planta, se procede de acuerdo con lo indicado en el ítem relativo a fallas de energía. En el caso de fugas grandes se debe llamar de inmediato al jefe o supervisor de la planta y contactar especialistas en el manejo de sustancias peligrosas.

6.3 DOSIFICACIÓN

- Manejo de sustancias químicas

El manejo de sustancias químicas también involucra las actividades de: recepción, transferencia y almacenamiento.

Para la recepción de las sustancias químicas en todas sus presentaciones (sólido, líquido o gas), se deben conocer la cantidad y las especificaciones técnicas del producto solicitado.

La recepción se efectuará atendiendo a los criterios que se exponen a continuación:

- **Criterio físico**

- Determinar el peso de cada envase o tomar una muestra representativa
- Verificar que la cantidad total coincida con la cantidad solicitada.
- Chequear el estado de los envases y descartar los que estén en mal estado.
- Observar el rótulo de los envases para comprobar el producto que se recibe.
- Verificar la presentación del producto (sólido, líquido o gas) y chequear con lo solicitado

- **Criterio químico**

La composición química de la sustancia se determina en el laboratorio, con una muestra representativa del lote.

- **Especificaciones técnicas**

El sulfato de aluminio a utilizarse y la cal deberán cumplir con las especificaciones de la American Water Works Association (AWWA).

- **Criterios de operación**

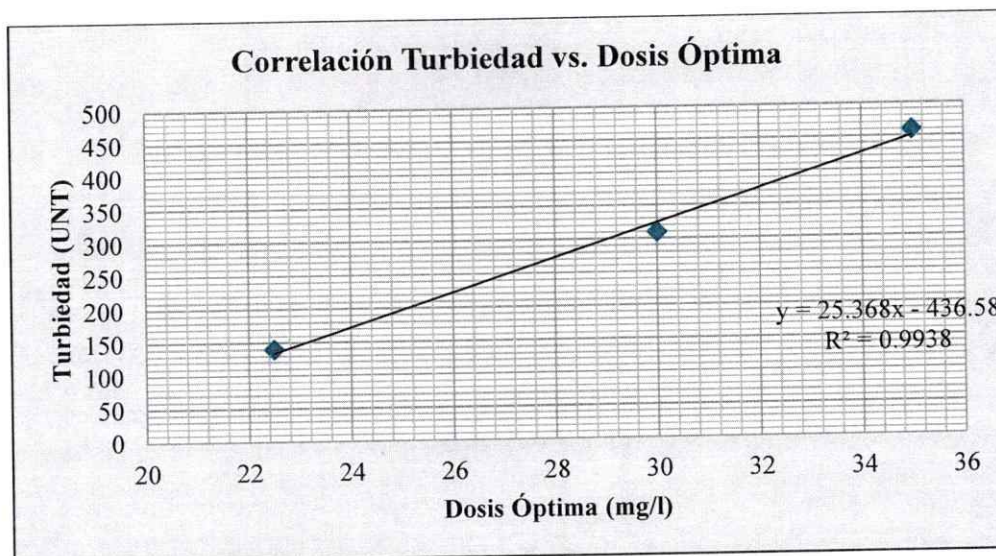
- El sulfato de aluminio y la cal, generalmente vienen en presentación granular en envase de bolsas de papel, plástico o fibras. las cuales deberán almacenarse sobre tarimas de madera (nunca en contacto con el piso o pared).
- No depositar sustancias químicas nuevas sobre las existentes
- La altura máxima de apilamiento no debe ser mayor de 2 metros para acarreo manual y de 3 metros para acarreo mecánica mediante cargadores frontales.
- Dejar pasillos de 1,50 metros, para tránsito entre la pila y la pared y de 1,0 metro entre las pilas de bolsas.
- Mantener la bodega seca y bien ventilada
- No almacenar en la misma bodega sustancias que puedan reaccionar
- Las pilas deben hacerse ordenadamente, de tal manera que se facilite al bodeguero el recuento de las mismas.
- Dependiendo de la sustancia química que se maneje, deben preverse todas las medidas de seguridad necesaria. Para la transferencia de las sustancias químicas, se usarán carritos para transporte manual.
- El personal que transporta y manipula las sustancias químicas deberán mantener medidas de seguridad, según se indica a continuación:

SUSTANCIA QUÍMICA	PRECAUCIONES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN					
	GUANTES DE HULE	MÁSCARILLA CONTRA EL POLVO	PROTECTOR DE OJOS	PROTECTOR DE LA PIEL	DETECTOR DE FUGAS	RESPIRADOR DE OXÍGENO
Sulfato de aluminio	X	X		X		
Cal viva	X	X	X	X		
Gas cloro	X	X	X	X	X	X

Parámetros de dosificación

- **Dosis óptima de coagulante (mg/L)**

Es la que produce la mejor desestabilización de las partículas coloidales, permite la formación de un flóculo pesado y compacto que pueda ser fácilmente retenido en los decantadores y que no se rompa al pasar por los filtros. La dosis de sulfato de aluminio en la clarificación de las aguas varía entre 10 y 150 mg/, para el presente caso se ha establecidala curva de dosificación estándar .



- **Concentración óptima**

Es la concentración de la solución del coagulante que optimiza el proceso de coagulación. Habiéndose establecido

- **pH óptimo**

La concentración de iones de hidrógeno de la mezcla de agua y de iones de aluminio o férricos es de fundamental importancia en la formación del flóculo. A continuación se dan los rangos de pH con los cuales se optimiza la coagulación para remover:

- Color: 4,0 a 6,0
- Turbiedad: 6,5 a 7,0