

## MEMORIA DESCRIPTIVA DE INFRAESTRUCTURA DE TODOS LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA EPS SEDACAJ S.A

### I.- Sistemas e Instalaciones del Servicio de Agua Potable

#### 1.- CAJAMARCA

##### 1.1.- Captaciones

###### 1.1.1.- Río Porcón

Esta captación se ubica en el caserío de Huambocancha Alta, en la cota de terreno 2751 msnm., fue construida el año 1980. Está compuesta por un dique de concreto ciclópeo de 13 m de ancho, un desarenador de 16.8 m<sup>2</sup> de área, cuenta con muros de encauzamiento y de contención de mampostería y concreto armado para represamiento, un canal de captación, una caja de reunión de agua cruda y una canaleta con medidor Parshall.

Se estima un caudal de captación promedio actual de 60 lps y una capacidad máxima de 100 lps.

###### 1.1.2.- Río Grande

Esta captación se ubica en el caserío de Llushcapampa, en la cota 2869 msnm., fue construida en el año 1980. La infraestructura es de concreto armado y está compuesta de una presa con perfil Creaguer de 5,3 m. de longitud, el caudal captado luego es conducido a un desarenador / presedimentador de sección irregular el cual cuenta con compuerta de ingreso, cámara de sedimentación, canal lateral y de limpieza y canal de salida con medidor Parshall incorporado.

Se ha construido una captación Río Grande ubicada en la cota 2,834 msnm, del tipo convencional, constituida por tres estructuras principales, tales como: presa de derivación, toma, desarenador y obras auxiliares o complementarias. Las estructuras se ubican en la margen izquierda del río.

Esta captación se encuentra en un sitio con acceso relativamente fácil a una distancia de 400 m aguas arriba de la captación existente. La bocatoma esta instalada al lado izquierda del barraje fijo de 2 m de altura en forma lateral permitiendo el material arrastre pasar por el vertedero del barraje sin la boca. La energía del agua de crecida se mitiga por un colchón de disipación abajo del barraje.

###### 1.1.3.- Río San Lucas

Ubicado en el sector de Ronquillo, localizado en la cota 2830 msnm , fue construido en el año 1940. La captación es un dique de concreto ciclópeo y mampostería de piedra, ubicado transversalmente al río. Esta unidad esta conformada por tres pre-sedimentadores ( N° 1, 2 y 3) instalados en serie con áreas de sedimentación de 124 m<sup>2</sup>, 466 m<sup>2</sup> y 407 m<sup>2</sup> respectivamente con cargas superficiales de 2 m/h, 0,5 m/h, y 0,6 m/h respectivamente.

##### 1.2.- Líneas de Conducción de Agua Cruda

###### 1.2.1.- Río Porcón

La línea de conducción de la captación hacia la Planta de Tratamiento "El Milagro" tiene una longitud total de 1,225 m, esta conformada por un primer tramo de 14" de diámetro, de asbesto cemento clase A-10 (745 m), un segundo tramo de 10" de diámetro de asbesto cemento clase A-10 (480 m). Esta línea tiene una capacidad de conducción de 148 lps.

### **1.2.2.- Río Grande**

La línea de conducción de la captación hacia la Planta de Tratamiento "El Milagro" tiene una longitud de 3,081 m. está conformada por tubería de 16" de diámetro, de asbesto cemento clase A-10 (1,567 m); los otros tramos no se encuentra catastrados por problemas sociales en la zona.

Esta línea tiene una capacidad de conducción de 200 lps.

### **1.2.3.- Río San Lucas**

La línea de conducción de la captación hacia la Planta de Tratamiento "Santa Apolonia" tiene una longitud total de 2,120 m, está constituida por un tramo de 12" de asbesto cemento con una longitud de 1264 ml., un segundo tramo de 12" de diámetro de PVC, con una longitud de 856 ml.

Esta línea construida en 1987, conduce un promedio de 65 lps y tiene una capacidad máxima de 100 lps, sin embargo en la actualidad por envejecimiento de la tubería no conduce mayor cantidad de agua, requiriéndose renovar la tubería con mayor diámetro, para esto ya existe un Proyecto de Inversión Pública en proceso.

## **1.3.- Plantas de Tratamiento**

La ciudad de Cajamarca cuenta con dos Plantas de Tratamiento de Agua Potable :El Milagro y Santa Apolonia

### **1.3.1.- Planta de Tratamiento "El Milagro"**

Esta unidad de tratamiento se ubica en el caserío de Huambocancha Baja a unos 5.4 km. de Cajamarca en la cota 2844 msnm., con una capacidad nominal de tratamiento de 140 l/s. construido en el año 1980

Las fuentes de abastecimiento de esta planta de tratamiento son el río Porcón y río Grande. Se utiliza equipo electromecánico para los procesos de mezcla rápida, floculación, lavado de filtros, funcionamiento del tanque hidroneumático y otros.

La Planta de Tratamiento cuenta con los siguientes componentes :

**Cámara de reunión de agua cruda y medición:**

Reúne las aguas que provienen de las captaciones del río Porcón y río Grande, en esta cámara se dosifica el sulfato de aluminio, y se efectúa la medición del caudal de ingreso.

**Cámara de Mezcla Rápida:**

Estructura rectangular con dos canales laterales de distribución (acoplado a los floculadores), actualmente en esta cámara se dosifica la cal hidratada para la corrección del pH. La dosificación de químicos es inadecuada debido al orden invertido de adición (sulfato seguido de cal).

**Cámara de Floculación**

Conformada por dos estructuras rectangulares de concreto armado, contiguas a la cámara de mezcla rápida, el sistema de floculación es mecánico de flujo horizontal, el tiempo de retención en los floculadores es de 27 minutos. Se cuenta con dosificadores gravimétricos no operativos por deficiencias técnicas en su diseño.

**Sedimentadores:**

Compuesto por dos tanques rectangulares de concreto armado, contiguos a los floculadores y filtros, con un tasa superficial por cada unidad de 23 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.día para un caudal de 70 lps /tanque y un tiempo de retención de 3 horas.

**Filtros Rápidos:**

Conformado por cuatro tanques rectangulares que cuentan con un falso piso de fondo, en el cual se ubican el lecho filtrante mixto de antracita y arena con soporte de grava. Estos filtros se encuentran acoplados a los ambientes de galería de tubos y sala de operaciones. Cada unidad cuenta con un área de filtración de 14 m<sup>2</sup> y un carga superficial de 4,25 m/h. Los cuatro filtros en la actualidad procesan 140 lps de agua.

Tasa superficial de los filtros:

Normal (4 filtros) 244 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día

Máxima (3filtros) 325 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día

El lavado de filtros en "contracorriente", se efectúa con el empleo de dos bombas centrifugas instaladas en paralelo, una de ellas esta operativa y la otra en reserva.

Cisterna de Agua Filtrada:

Estructura subterránea rectangular donde se almacena el agua filtrada que luego se conduce al reservorio apoyado R-2 de 2,500 m<sup>3</sup> de capacidad, también se efectúa la desinfección del agua mediante la adición de cloro gas a la salida de este tanque cisterna se encuentra instalado un macromedidor en la tubería de AC de 16" de diámetro.

En el marco de las obras de mejoramiento y ampliación de agua potable y saneamiento de la ciudad de Cajamarca que se ejecutaron con financiamiento de la KFW de Alemania; se ha ampliado la planta de tratamiento de Agua El Milagro; de 140 lps a 200 lps, del tipo hidráulico con filtración rápida.

En el año 2008 se construyó la ampliación de la Planta de Tratamiento de agua "El Milagro", para una capacidad máxima de tratamiento de 200 lps. La planta de agua fue ampliada de 140 a 200 lps. y es del tipo hidráulico, similar al existente. Las principales obras ejecutadas son las siguientes:

- Sistema de Medición de Caudales.- Para la medición de agua cruda que ingresa a la planta y para la medición de agua tratada que sale de los filtros.
- Almacén y Dosificación de Cal.- Se construyó un almacén de diario y se instaló equipos de dosificación y mezcla, los equipos previstos son; dos agitadores instalados en los tanques de mezcla de cal existentes, una bomba dosificadora de cal y las tuberías de interconexión y de aplicación de la cal.
- Canal By-Pass y Modificación de Floculador.- La obra comprende la construcción de un canal by-pass para ser usados en caso de que baje la turbiedad del agua cruda que ingresa a la planta.
- Modificación en Caja de Filtros.- Modificación de los espesores de los lechos filtrantes y de la camada soporte, y reubicación de la compuerta de ingreso de agua decantada.
- Modificación en Galería de Filtros.- Se construyó un vertedero constituido por tuberías de acero para cada uno de los filtros, con el objeto de independizar hidráulicamente a cada uno de los filtros, asimismo se contempla la instalación de un sistema de medición de pérdida de carga con alarma audio-visual, para determinar el instante en que hay que lavar los filtros.
- Modificación del Sistema de Lavado.- El sistema de lavado adoptado comprende de un tanque apoyado de 100 m<sup>3</sup> de capacidad, instalación de la línea de impulsión de agua filtrada al tanque de, 100mm de diámetro y el tendido de la tubería para el

lavado de filtros de 250mm que sale del tanque y se empalma con el sistema actual de tuberías de agua de lavado, asimismo se instalará un sistema de bomba dúplex, incluidos los controles.

- Almacén de Dosificación de Sulfato de Aluminio.- Se construyó un almacén de sulfato de aluminio para instalar los sistemas de dosificación y preparación de sulfato, y el almacenamiento de los sacos de sulfato para la operación de la planta.

### **1.3.2.- Planta de Tratamiento Santa Apolonia**

La planta de tratamiento es tipo hidráulico convencional con filtración lenta, ubicada en la cota promedio 2793 msnm, esta instalación se alimenta de la captación del río San Lucas. Consta de dos módulos (unidades de floculación, decantación y filtración) similares, paralelos, los cuales no se encuentran interconectados construidos en el año 1941 y 1945 respectivamente, estos módulos se encuentran en cotas diferentes debido a las dificultades constructivas derivadas de una topografía accidentada. La capacidad máxima de tratamiento es de 100 lps.

Cuenta con los siguientes componentes:

Cámara de Mezcla Rápida

Compuesta por dos cámaras unidas por un canal y medidor de control Parshall, en esta cámara se aplica sulfato de aluminio para promover la coagulación, el equipo mecánico instalado se encuentra inoperativo.

Tanques de Floculación:

Conformada por dos floculadores paralelos, hidráulicos de flujo horizontal con 44 pantallas verticales cada una. El área promedio de cada floculador es de 120 m<sup>2</sup>, con un volumen de 79 m<sup>3</sup> y un tiempo de retención de 27 minutos, para una velocidad horizontal de 0,16 m/s para cada unidad. Ambos floculadores están conectados hidráulicamente a los sedimentadores.

Tanques de sedimentación:

Compuesta por 4 unidades de sedimentación de flujo horizontal, ubicándose 2 unidades en cada módulo de la siguiente forma : sedimentadores 1A y 2 A, en la terraza superior, . sedimentadores 1B y 2B, en la terraza inferior de la planta, las unidades de cada módulo trabajan en forma paralela.

Cada tanque presenta un área de 190 m<sup>2</sup>, con un tasa hidráulica de 11,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. día para un caudal de 25 lps. y un tiempo de retención de 300 minutos, presenta una carga hidráulica sobre el vertedero de 13 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hora Filtros lentos Compuesto por cuatro unidades de filtración lenta (dos por módulo) con fondo fijo y lecho filtrante de grava y arena. Cada unidad con un área de 299 m<sup>2</sup> (largo 26m., ancho 11.5 m.), la tasa de filtración es de:

1 filtro 14,45 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día (50 l/s en un solo filtro)

2 filtro 7,22 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día (25 l/s en cada filtro)

### **1.4.- Reservorios**

El almacenamiento se realiza en cinco reservorios apoyados, que totalizan un volumen total de almacenamiento de 6,050 m<sup>3</sup>.

#### **1.4.1.- Reservorio R-1.**

Reservorio apoyado, semienterrado, cilíndrico, con capacidad de almacenamiento de 1,000 m<sup>3</sup>, construido en el año 1942, recibe el

agua tratada de la planta Santa Apolonia. El funcionamiento del reservorio es de cabecera y se ubica en la cota de nivel máximo de agua de 2791.30 msnm. Esta instalación sirve al Sector N°1 de distribución comprendido entre la Av. Perú (excluyendo esta) y el Jr Huánuco (inclusive) mediante una tubería de Ø16" de diámetro, tipo Hume y a su vez alimenta al reservorio R-3 por medio de una línea de impulsión de AC Ø8" de diámetro y esta a su vez alimenta al reservorio R-5 por medio de una línea de impulsión de HDF Ø 8" de diámetro.

Consta de una cámara de válvulas y de una estación de bombeo en la cual se encuentran instaladas dos bombas de 48 HP y un tablero de control, de esta estación se controla el abastecimiento hacia el R-3.

La zona abastecida por el R-1 corresponde a un 33% de la población abastecida, destinando un 85% del volumen para el sector N°1 de distribución y un 15% del volumen se impulsa hacia el R-3.

#### **1.4.2.- Reservorio R-2**

Reservorio apoyado circular con techo abovedado construido en el año 1980, tiene una capacidad de almacenamiento de 2,500 m<sup>3</sup>, su funcionamiento es de cabecera, ubicado en la cota de nivel máximo de agua de 2783.50 msnm.

Esta estructura está alimentada por una tubería de AC de Ø16" de diámetro que proviene de la Planta de Tratamiento "El Milagro", cuenta con dos líneas de aducción de 10" y 12" de diámetro, cámara de válvulas y válvula de altitud.

El R-2 distribuye a través de dos aducciones que corresponden a dos zonas de presión distintas, la zona de presión "alta" se abastece directamente del R-2 y la zona "baja" recibe el agua de la cámara rompe presión instalada en la aducción respectiva.

#### **1.4.3.- Reservorio R-3**

Reservorio apoyado de forma circular construido en 1980, con funcionamiento de cabecera, ubicado en la cota de nivel máximo de agua de 2849.63 msnm., tiene una capacidad de almacenamiento de 700 m<sup>3</sup>.

Este reservorio es abastecido por bombeo del R-1, cuenta con una caseta de válvulas de control, de ingreso, salida y limpieza del reservorio, la tubería de salida es de 10" reduciendo a 6" para su empalme con la red de distribución así mismo no cuenta con dispositivo para medición de nivel.

El período de bombeo es de 5 o 6 horas, las operaciones que se efectúan son la medición del tirante y del cloro residual (3 veces/día), las labores de mantenimiento (1 vez/3 meses) demanda un período de ejecución de 14 horas generando el desabastecimiento en este sector de distribución.

#### **1.4.4.- Reservorio R-4**

Reservorio apoyado de forma circular de 1,500 m<sup>3</sup>; construido en el año 2,005 con financiamiento de la KFW de Alemania. Tiene un funcionamiento del tipo cabecera, y se encuentra ubicado en la cota de nivel máximo de agua de 2785.90 msnm. en la zona sur de la ciudad, en el barrio Sta. Elena en un sitio llamado Agua tapada. El terreno escogido (aproximadamente 1 800 m<sup>2</sup>) es suficientemente grande para en un futuro edificar un segundo reservorio de misma forma, que debe ser conectado a la cámara de válvulas, donde las conexiones principales ya estarán instalados.

#### **1.4.5.- Reservoirio R-5**

Reservoirio apoyado de forma circular de 350 m<sup>3</sup>; construido en el año 2,008 y se encuentra ubicado en la cota de 2951.02 msnm de nivel máximo de agua con financiamiento de "Agua para Todos" del MVCyS es un reservoirio que se ubica en la zona alta de Cajamarca. Atenderá a la población de Quiritimayo, Nueva Esperanza y barrio Delta.

#### **1.5.- Línea de Conducción de Agua Tratada**

##### **1.5.1.- Conducción PT El Milagro – Reservoirio R2**

La línea de conducción proveniente de la planta de tratamiento El Milagro hacia el reservoirio R-2; abarca una longitud total de 5,234 m, las mismas que se distribuyen de la siguiente forma:

- Tubería de asbesto cemento DN 400 mm (16") en una longitud de 3,866 m.
- Tubería de hierro fundido dúctil (HDF) DN 600 mm (24") en una longitud de 1,368 m.

Como obras de mejoramiento y/o rehabilitación se han instalado válvulas de purga y válvulas de aire en la línea de DN 400 mm.

Todas las conducciones y aducciones han sido equipadas con macromedidores al inicio y al final de las líneas.

##### **1.5.2.- Derivación del R-2 al Reservoirio R-4**

La línea de conducción proveniente de la derivación del R-2 al Reservoirio R-4 abarca una longitud total de 3,497 m, las mismas que se distribuyen de la siguiente forma:

- Tubería de hierro fundido dúctil (HDF) DN 600 mm (24") en una longitud de 3,157 m.
- Tubería de hierro fundido dúctil (HFD) DN 400 mm (16") en una longitud de 339 m.

Como obras de mejoramiento y/o rehabilitación se han instalado válvulas de purga y válvulas de aire en la línea de DN 400 mm.

##### **1.5.3.- Línea de Impulsión reservoirio R1 - R3**

Esta línea construida en 1980 se inicia en la estación de bombeo anexa del reservoirio R1, descargando al reservoirio R3, se desarrolla entre las cotas de niveles máximos 2791.30 msnm -2849.63 msnm, con una longitud de 410m, diámetro de 8", AC., presenta un adecuado estado de conservación. Teniendo una capacidad Máxima de conducción de 60 lps.

##### **1.5.4.- Línea de Impulsión reservoirio R3 – R5**

Esta línea de impulsión construida recientemente en el 2011 consiste en una estación de rebombeo de agua tratada, con un caudal de impulsión de 20 lps, con tubería de Hierro Dúctil de DN 150 mm en una longitud de 550m, adyacente al reservoirio apoyado R-3 de 700 m<sup>3</sup> ubicada en la cota 2850 msnm. A partir de dicha estación de bombeo se impulsa el agua hacia el reservoirio R-5 de 350 m<sup>3</sup> se desarrolla entre las cotas de niveles máximos de agua 2849.63 msnm -2951.02 msnm, mediante dos electrobombas con un caudal de 20 lps, y una potencia de 75 HP.

#### **1.6.- Líneas de Aducción**

Las características físicas de las líneas de aducción las discriminamos en función a los reservoirios existentes :

### **1.6.1.- Línea de Aducción reservorio R1 - Av. Perú**

Se inicia en el reservorio R1 hasta su intersección con el Jr. Huánuco, cuenta con una longitud de 239 m, diámetro de 12" de F°F°, desarrollándose entre las cotas 2,791.30 - 2,754, el estado de conservación de esta línea es adecuado.

### **1.6.2.- Línea de Aducción reservorio R2 - Jr. Huánuco**

Se inicia en el reservorio R2, hasta su intersección con el Jr. Huánuco, que consiste en tubería de AC Ø 10" de 215 m.

Esta línea se desarrolla entre las cotas 2,783.50 - 2,748, presentando un estado de funcionamiento adecuado, abasteciendo la parte alta de la ciudad

### **1.6.3.- Línea de aducción reservorio R2 - Av. 13 de Julio**

Se inicia en el reservorio R2 hasta su intersección con la Av. 13 de Julio, se desarrolla entre las cotas 2,783.50 - 2,735, con una longitud de 472 m. que se distribuye de la siguiente manera :

- Tubería de Asbesto Cemento (AC) Ø 12" en una longitud de 232 m.
- Tubería de Asbesto Cemento (AC) Ø 16" en una longitud de 240 m.

Esta línea cuenta además con una cámara rompe presión (abasteciendo la parte baja de la ciudad), cuenta además con caseta de guardianía (25 m2.) de material noble. La cámara rompe presión gradúa la presión del R2 hacia la parte baja de la ciudad, cuenta con dos compartimientos : cámara húmeda y cámara de válvulas.

## **1.7.- Red de distribución**

La red de distribución se organiza en función a tres sectores principales de distribución los cuales reciben el suministro de los reservorios R-1, R-2 y R-3. desarrollándose entre las cotas 2,875 msnm al 2,650 msnm aproximadamente.

En el Cuadro 1.7.1 , 1.7.2 y 1.7.3 se presenta la longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad y tipo de material en ml. de todas las tuberías y accesorios de agua potable obtenidas de la base de datos del Catastro Técnico en la ciudad de Cajamarca .

## **2.- CONTUMAZA**

### **2.1.- Captaciones**

#### **2.1.1.- Manantial Montegrande.**

La captación del manantial corresponde a una estructura para un afloramiento del tipo ladera, consta de una caja de captación de concreto armado, con muros laterales en ángulo, consta además de una caja de válvulas. El estado de conservación de la captación es adecuado recibiendo atención frecuente por parte del operador encargado. Los datos de caudales captados se estiman similares al rendimiento indicado de la fuente, consideraremos un caudal promedio captado de 1,0 lps

#### **2.1.2.- Manantial Shamón**

La captación se hace a través de una caja colectora de concreto armado para manantial tipo ladera, consta de una caja de captación 1,5x1,5x1,5 m, con un tirante de agua máximo sobre la canastilla de 0.60 m; consta además de una caja de válvulas. El estado

estructural de la captación es bueno siendo inspeccionada con regularidad por el operador. Se puede considerar un caudal captado promedio de 3,42 lps debido a que normalmente en época con probabilidad de lluvia (75% del año) los caudales serán superiores al promedio.

#### **2.1.3.- Quebrada las Botijas.**

Esta captación está constituida por un sistema de galerías filtrantes, las cuales están instaladas en el lecho de la quebrada, la galería se encuentra en malas condiciones. La línea de conducción que se origina en la galería filtrante con descarga a los reservorios "El Kike", se encuentran en mal estado, en su trayecto presenta roturas por crecimiento de los raíces.

Esta captación no se utiliza actualmente, debido a que requiere un mejoramiento de las galerías filtrantes y renovación de la línea de conducción.

### **2.2.- Líneas de Conducción**

#### **2.2.1.- Línea de Conducción del Manantial Montegrande.**

Está constituida por una tubería de Ø2", de PVC, con una longitud de 2550 m y con cuatro cámaras rompe presión. Existe una caja de paso cercana a la Planta de Tratamiento que cuenta con dos opciones :descargar a la planta de tratamiento o conducir las aguas captadas directamente al reservorio Mishiquiyacu por medio de una tubería de by-pass.

Cerca al reservorio Mishiquiyacu, la línea cuenta con una cámara de reunión la cual deriva el suministro en forma directa hacia 6 viviendas ubicadas fuera de cota de abastecimiento del reservorio mencionado.

El flujo hidráulico es pulsante, debido al inadecuado diseño de las cámaras rompe presión que favorecen el ingreso masivo de aire, agravado por la ausencia de ventosas en la línea; no existiendo planos que faciliten la ubicación de las mismas.

#### **2.2.2.- Línea de Conducción Manantial Shamón**

La línea de conducción del Manantial Shamón está constituida por un primer tramo de ø 4" , de PVC, y 450 m de longitud el cual se intersecta por medio de una te con el tramo utilizable de la línea de conducción del río Cascabamba, siendo el tramo complementario de Ø4" , de asbesto cemento y 1000 m de longitud.

Esta línea de conducción abastece directamente a la Planta de Tratamiento, el desnivel total desde la caja de captación del manantial hasta la cámara de ingreso a la planta es de 52 m, esta línea de conducción ha sido diseñada para conducir 14 lps.

En toda la extensión de la línea de conducción, existen tres válvulas de purga de Ø3" y dos válvulas de aire de Ø .

#### **2.2.3.- Línea de Conducción Quebrada Las Botijas**

Esta línea está constituida por un tramo inicial de 130 m. de tubería F°F° de Ø6"; y un tramo complementario de 1670 m. de concreto tipo Hume de Ø6". Este tramo complementario presenta fisuras, lo que permite la entrada de raíces que disminuyen su capacidad de conducción. Actualmente no funciona esta línea.

### **2.3.- Planta de Tratamiento**

Está situada en la parte Noreste de la ciudad, se ubica en la cota promedio 2,817 msnm. Está constituida por una cámara de ingreso, una sala de reactivos, un floculador hidráulico con pantallas horizontales, un sedimentador y dos filtros lentos y una caseta donde se efectúa la



cloración, esta unidad de tratamiento abastece al reservorio Mishiquiyacu en forma continua durante 24 horas al día. El caudal de diseño de los filtros lentos es de 11 lps, no conociéndose los caudales de diseño de las otras unidades.

Las aguas captadas del manantial Shamón pasan directamente hacia los filtros lentos para lo cual se utiliza un by-pass instalado en la cámara de ingreso, esto debido al bajo contenido de turbiedad de la fuente. Las unidades de floculación y sedimentación sólo son utilizadas cuando se capta del río Cascabamba, es decir cuando los contenidos de turbiedad son elevados.

La planta de tratamiento no cuenta con una vía de acceso apropiada lo que dificulta las tareas operativas, esta situación se torna más difícil en horario nocturno debido a que la zona carece de iluminación.

Las características generales de la unidad de tratamiento se describen a continuación:

#### Cámara de ingreso

La cámara de ingreso es una estructura de concreto armado con un volumen de 1,5 m<sup>3</sup> (el tiempo de retención de la cámara es de 2,5 minutos) no cuenta con tapa sanitaria (permitiendo el ingreso de elementos extraños), ni con sistema de purga para la limpieza de la unidad.

Cuenta con una tubería de rebose de Ø4" y un sistema de by pass, constituido por una tubería de Ø 4", operada por medio de una válvula de Ø 4". Las aguas son conducidas directamente a los filtros lentos cuando el agua captada presenta baja turbiedad o cuando se realiza la limpieza del floculador. Esta misma línea (by pass) puede conducir el agua captada hacia el reservorio Mishiquiyacu Sala de reactivos

La sala de reactivos está conformada por una estructura de material noble de 13 m<sup>2</sup>, esta sala funciona como depósito de herramientas, además de almacenar (inadecuadamente) los reactivos químicos generando condiciones de riesgo ocupacional.

El coagulante que se aplica (cuando funciona la unidad de floculación) es sulfato de aluminio, la preparación de la solución es manual, la aplicación se efectúa inapropiadamente por medio de un orificio que descarga al ingreso del primer tramo del floculador. Al no contar con mezcla rápida no se generan condiciones apropiadas para la dispersión del coagulante.

#### Floculador

Está constituido por un floculador de flujo horizontal de dos tramos divididos internamente por pantallas verticales con distanciamiento variable. La unidad tiene un volumen de 41 m<sup>3</sup> y para el caudal de diseño de los filtros de arena (11 lps) se obtiene un período de retención de 62 minutos, respecto a los gradientes teóricos de velocidad, se tiene para el primer tramo 37 s<sup>-1</sup> y para el segundo tramo 20 s<sup>-1</sup>, los que se consideran adecuados. Sin embargo las pantallas de concreto de espesor variable producen una floculación descontrolada y valores erráticos del gradiente de velocidad.

Las aguas crudas ingresan a la unidad por medio de una tubería de ø 4", la salida del agua floculada se realiza a través de un vertedero de rebose, en cuya caída se genera una excesiva turbulencia que provoca el rompimiento del floculador.

El floculador cuenta con un sistema de limpieza, conectado al sistema de limpieza del decantador, controlado por una compuerta metálica actualmente inoperativa y en estado de corrosión.

#### Decantador

Se cuenta con una unidad de decantación convencional de flujo horizontal presenta un área de sedimentación de 177 m<sup>2</sup>, un volumen útil de 178 m<sup>3</sup> y un período de retención de 4,5 horas. La carga hidráulica es 5,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d (para un caudal de 11 lps), estos parámetros operacionales se consideran adecuados para el caudal considerado, sin embargo se requerirá la modificación de la conformación geométrica del tanque para tener un tratamiento realmente efectivo

La unidad de decantación ha sido diseñada sobre una estructura existente, adoptando una forma irregular en "L", no favorable para producir un eficiente comportamiento hidráulico. Esta condición dificulta la determinación de la tasa de decantación y del período de retención, interfiriendo en la velocidad de sedimentación. Así mismo las profundidades de la zona de decantación y la zona de lodos son mucho menores a las recomendadas.

La conducción de agua decantada a las unidades de filtración lenta se realiza a través de un orificio en la parte inferior de la estructura de salida, que conecta a una tubería de PVC de Ø4". El sistema de limpieza y evacuación de lodos está conformado por dos canaletas paralelas de sección rectangular, que se conectan a una tubería de Ø 6" controlada por una válvula compuerta de F°F°.

#### Filtros lentos

El sistema de filtración lenta consta de dos unidades de concreto armado de sección rectangular, diseñados para un caudal de 11 lps, con un área de filtración para cada unidad de 96,7 m<sup>2</sup> y una tasa hidráulica de 4,9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d, estos parámetros operacionales se consideran adecuados para el proceso. Estos filtros tratan las aguas provenientes de la unidad de decantación o directamente del Manantial Shamón a través de la tubería by-pass.

Las unidades de filtración se conforman por un canal común de ingreso, un lecho filtrante de arena gradada (profundidad: 0,93 mt, diámetro efectivo: 0,63, coeficiente de uniformidad:1,87), una capa soporte de grava (profundidad:0,40 mt), un sistema de drenaje y dispositivos de regulación y control de filtro. El dispositivo de medición constituido por un vertedero triangular (90°) carece de calibración hidráulica, lo que no permite el registro de caudales tratados.

### 2.4.- Reservoirios

En la actualidad existen tres reservoirios apoyados que totalizan un volumen de 500 m<sup>3</sup>. De los tres solo funciona un reservoirio denominado Mishiquiyacu, que se encuentra ubicado en el sector Noreste de la ciudad cercano a la Planta de Tratamiento. Es de sección cilíndrica, del tipo apoyado, con funcionamiento de cabecera y su capacidad de almacenamiento útil es de 250 m<sup>3</sup>.

Los otros dos reservoirios se denominan El Kike (N° 1 y N° 2) están ubicados en la zona Sur de la ciudad y actualmente no funcionan por falta de fuente. El reservoirio N° 1 antiguamente recibía el caudal de la galería filtrante Las Botijas y trabajaba comunicado con el reservoirio N° 2. El reservoirio N° 1 tiene una capacidad de 150 m<sup>3</sup> y el N°2 una capacidad de 100 m<sup>3</sup>. El estado de conservación estructural de las unidades es adecuado, en el caso del reservoirio "El Kike" requiere un revestimiento interno.

#### 2.4.1.- Caseta de cloración

La sala de cloración es de material noble, se encuentra ubicada sobre la cámara de válvulas del reservoirio Mishiquiyacu. Para la desinfección se utiliza hipoclorito de calcio al 70% de pureza. La

dilución se efectúa en un envase de plástico y su preparación es manual. Se aplica en la cámara rompe presión a la salida de la planta de tratamiento, sin generar el suficiente tiempo de contacto y con la posibilidad de perder concentración en el transporte hacia el reservorio. Se dosifica para obtener una concentración de 0,6 mg/l de cloro residual en la red.

#### **2.5.- Líneas de aducción**

Esta línea se desarrolla por la Av. Sánchez Carrión, hasta su intersección con el camino a Salcot, esta línea sirve la zona nor-este de la ciudad, abasteciéndose del reservorio Mishiquiyacu. Las características de esta línea son : Ø 4", PVC, y longitud 588 mt. el estado de conservación es adecuado.

#### **2.6.- Red de distribución**

En el Cuadro 2.6.1 , 2.6.2 y 2.6.3 se presenta la longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad y tipo de material en ml. de todas las tuberías y accesorios de agua potable obtenidas de la base de datos del Catastro Técnico en la ciudad de Contumazá .

### **3.0.- SAN MIGUEL**

#### **3.1.- Captación**

La captación esta constituida por una estructura de concreto situada en el Canal Tayka situada en la cota 2,650 msnm. tiene la forma de un desarenador esta diseñada para un caudal de 18 lps. y tiene un área de sedimentación de 17 m<sup>2</sup>.

La estructura consta de dos salidas: la primera se refiere al vertedero de demasías:

cuenta con una compuerta de fondo que esta inoperativa, destinada para drenar el agua de lavado cuando se hace limpieza. La segunda se refiere a la compuerta de salida y descarga el agua desarenada a la línea que se dirige hacia la planta de tratamiento.

#### **3.2.- Línea de Conducción**

La línea que proviene de la captación tiene una longitud de 68 metros, A.C. 150 mm. (6") de diámetro descargando por gravedad a la cámara de reunión del presedimentador.

#### **3.3.- Planta de Tratamiento.**

Situada en la parte alta hacia el Nor-Oeste de la ciudad, en la cota promedio 2,600 m.s.n.m. Esta constituida por un presedimentador, tanques de solución de sulfato y cal, unidad de preparación de reactivos y mezcla rápida, un floculador tipo pantalla de flujo horizontal, dos sedimentadores, seis filtros rápidos a presión y una caseta de cloración. La capacidad nominal de la instalación es de 14 lps., se ha efectuado aforos puntuales en el canal de ingreso a la planta de tratamiento obteniéndose un caudal promedio de operación actual de 5.19 lps. Las características generales de la unidad de tratamiento se describen a continuación:

Presedimentador:

La unidad fue entra en operación desde Set. de 1996. Esta constituida por una estructura de concreto, cuenta con un área de sedimentación de 45 m<sup>2</sup> y una carga hidráulica promedio de 26 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día. La unidad se diseñó para remover partículas discretas, debido a que una buena parte del año la turbiedad del agua cruda es poco significativa la eficiencia de la unidad es relativa, solo en las épocas en la cual se presentan elevadas turbiedades (época de lluvias), el uso de la unidad es efectiva.

El presedimentador consta de una zona de entrada, consistente en una cámara de reunión de 1.0x1.0x0.70 mts, una estructura de salida que recolecta las aguas por rebose y una tolva de disposición de lodos que se

controla a través de una válvula de 6". La conexión al presedimentador se hace a través de una tubería de 6" de diámetro, con su respectiva válvula de compuerta para el control respectivo, cuenta con la opción de by pass en el caso requiera de limpieza.

Tanques de preparación de reactivos: Existen dos tanques de preparación de reactivos, con un volumen de 500 litros para preparar la solución de cal y con un volumen de 950 litros para la solución de sulfato de aluminio respectivamente, estas unidades son de concreto armado en buen estado de conservación. La preparación de las soluciones se efectúan de forma manual, pues no se cuenta con un sistema de agitación mecánica, utilizándose agua cruda para la preparación de las soluciones lo que origina un deterioro en la calidad de las mismas (fundamentalmente en épocas de alta turbiedad).

Normalmente la dosificación de reactivos con la que se trabaja en la planta de tratamiento es: cal(10 kg./tanque/día) y sulfato de aluminio granulado tipo B (20-30 kg /tanque/día).

La dosificación de las soluciones se efectúa de forma artesanal sin factibilidad de aplicación controlada, utilizando para este fin tuberías de pvc perforadas, se considera que la dosificación promedio es de 35-55 mg/l de sulfato de aluminio y 18 mg/l de cal.

Floculador: Esta constituido por un floculador de flujo horizontal de un tramo dividido internamente por cinco pantallas verticales con distanciamiento variable.

La unidad tiene un volumen de 42 m<sup>3</sup> y relacionado con el caudal (13,4 lps) se obtiene un tiempo de retención de 52 minutos, respecto al gradiente de velocidad no se cuentan con datos específicos al respecto. Se comprueba la disminución del ancho del canal originando la variación de la velocidad y del gradiente de velocidad.

El agua floculada descarga hacia un canal de interconexión ingresando a las unidades de decantación por medio de compuertas instaladas en el canal. El ingreso al decantador es inapropiado y se realiza por medio del vertedero de rebose con caída de agua que produce la rotura del floculo.

Estructuralmente los muros perimetrales presentan grietas (a excepción del muro contiguo al canal de entrada al decantador), así mismo las pantallas de concreto se encuentran agrietadas.

Sedimentadores: Se cuenta con dos unidades de sedimentación en paralelo del tipo convencional de flujo horizontal, con una capacidad nominal de 14 lps cada unidad. Cada módulo presenta un área de sedimentación de 43,5 m<sup>2</sup>, con un volumen de 102 m<sup>3</sup> y un período de retención de 4,2 horas; la carga hidráulica de cada unidad es de 13,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d (considerando un caudal de operación para cada sedimentador de 6,7 lps).

Cada unidad de sedimentación consta de un canal de ingreso de 1 metro de ancho, controlado por tres compuertas que se encuentran deterioradas no contando con pantalla deflectora en el ingreso que ayude a distribuir uniformemente el flujo de agua en las unidades afectando la eficiencia remocional y perturbando la zona de decantación de lodos, presenta el fondo inclinado hacia una zona concentradora de lodos que cuenta con un, sumidero que se usa para la limpieza de la unidad (controlada a través de una compuerta con volante), comprende una estructura de salida que recolecta las aguas por rebose, mediante un vertedero longitudinal de 4,35 metros de longitud. El agua decantada se conduce por gravedad a las baterías de filtros rápidos aprovechando la topografía del terreno.

Filtros Rápidos a Presión: Se encuentran instalados seis filtros rápidos marca Dégremont, el diámetro interno de los tanques es de 1.40 mts., la

tasa de filtración de diseño es de 168 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d, operándose actualmente con una tasa de 65 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d, el lecho filtrante es arena desconociéndose su granulometría.

El agua decantada ingresa a la batería de filtros a través de una tubería de fierro fundido de 4 " de diámetro aprovechando la carga hidráulica existente entre las unidades de sedimentación y los filtros. El ingreso del agua decantada a cada filtro se controla por una válvula 4 " de diámetro, la recolección del agua proveniente de la batería de filtros se realiza por medio de un "manifold" de 6 " de diámetro controlada por una válvula de 6 " de diámetro, el agua filtrada ingresa a una cámara rompe presión metálica de 2.5 mt de altura y 16" de diámetro descargando finalmente en el reservorio. La limpieza de los filtros se realiza por retrolavado, la tasa de lavado evaluada es de 0,27 m/min valor inferior al recomendado para este tipo de unidades, el indicador de atascamiento de los filtros no se encuentra operativo no pudiendo medir la pérdida de carga para programar el proceso de lavado. La evidencia de bolas de barro indica un proceso de acondicionamiento previo deficiente, así como el grado de deterioro del lecho filtrante.

#### **3.4.- Reservorio.**

El almacenamiento de agua se realiza en un reservorio de cabecera, apoyado de sección rectangular ubicado en el área de la planta de tratamiento, con un volumen de 250 m<sup>3</sup>. La cota de fondo del reservorio es de 2604 m.s.n.m., con un tirante máximo de 3.10 metros.

La estructura de la unidad tiene problemas de rajaduras a pesar de haber sido reparado en el año 2000, presentando evidencia de filtraciones en las paredes del reservorio, en lo que respecta a las válvulas de maniobra estas presentan problemas de estanqueidad.

##### **3.4.1.- Caseta de cloración**

La caseta de cloración ubicada cercana a la batería de filtros esta dividida en dos salas, en la primera sala se encuentra el tablero de control y el clorador Dégremont inoperativos, utilizándose el espacio restante como depósito de químicos.

Actualmente se utiliza para la dosificación de hipoclorito de calcio en solución un envase de plástico precario ubicado en el techo del reservorio, sin protección contra agentes atmosféricos. El consumo de hipoclorito de sodio es de 4 kg/día en promedio, resultando una dosificación de 2.6 mg/l de cloro.

#### **3.5.- Líneas de aducción**

La línea de la planta de tratamiento al reservorio tiene una longitud de 57 mt. De 150 mm.(6") de diámetro y de fierro fundido, el estado de conservación y funcionamiento operativo es adecuado

La línea del reservorio a la red tiene una longitud de 116 mt de 200 mm (8") y de asbesto cemento, siendo su estado de conservación y operación adecuado.

#### **3.6.- Red de distribución**

En el Cuadro 3.6.1, 3.6.2 y 3.6.3 se presenta la longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad y tipo de material en ml. de todas las tuberías y accesorios de agua potable obtenidas de la base de datos del Catastro Técnico en la ciudad de San Miguel.

## **II.- Sistemas e Instalaciones del Servicio de Alcantarillado**

### **1.- CAJAMARCA**

#### **1.1.- Redes de alcantarillado**

El sistema de recolección es del tipo separativo por gravedad. El proceso de conformación de la red se inició en una primera etapa el año 1940 y continuo durante los años 1977 a 2010. El sistema de recolección esta conformado por cinco cuencas de drenaje que se orientan en sentido Nor-Este, siendo recolectadas por seis colectores principales.

En el Cuadro 1.1.1 y 1.1.2 y 1.7.3 se presenta la longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad y tipo de material en ml. de todas las tuberías y accesorios de Alcantarillado obtenidas de la base de datos del Catastro Técnico en la ciudad de Cajamarca.

#### **1.2.- Planta de tratamiento**

En el año 2009 se construyó la obra denominada : “Plan de Mitigación para el Tratamiento de Aguas Residuales Ciudad de Cajamarca” cuyo objetivo fue mitigar los malos olores y además tratar 42 lps =3,619.2 m3/día aprox., utilizando 03 lagunas facultativas de 2.2 Hás cada una, cuyo financiamiento y ejecución de la obra fue asumida por Minera Yanacocha, la obra consistió principalmente en lo siguiente:

Construcción de obras de pre-tratamiento de 100% aguas residuales consistente en la construcción de 01 Desarenador, 01 Cámara de Rejas, 01 Aforador Parshall de concreto armado.

Para el diseño se empleo datos de caracterización de las aguas residuales de DBO =357.6 mg/l y  $30.8 \times 10^9$  de coliformes fecales,

### **2.0.- CONTUMAZA**

#### **2.1.- Redes de alcantarillado**

En el Cuadro 2.1.1 , 2.1.2 y 2.6.3 se presenta la longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad y tipo de material en ml. de todas las tuberías y accesorios de Alcantarillado obtenidas de la base de datos del Catastro Técnico en la ciudad de Contumazá.

#### **2.2.- Planta de tratamiento**

No existe aún Planta de Tratamiento de aguas residuales en Contumazá, sin embargo se encuentra en proceso un Proyecto de Inversión Pública para solucionar este problema, siendo los desagües descargados directamente al cuerpo receptor.

### **3.0.- SAN MIGUEL**

#### **3.1.- Redes de Alcantarillado**

En el Cuadro 3.1.1 , 3.1.2 y 3.6.3 se presenta la longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad y tipo de material en ml. de todas las tuberías y accesorios de Alcantarillado obtenidas de la base de datos del Catastro Técnico en la ciudad de San Miguel.

#### **3.2.- Planta de tratamiento**

No funciona la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Miguel, aún cuando fue construida en el año 2010 no fue liquidada la obra debido a diversos problemas de carácter técnico y legal.

### **III.- Comentario**

Es necesario mencionar que actualmente el Gobierno Regional de Cajamarca, mediante la Unidad Ejecutora de Programas Regionales – PROREGION, viene financiando y ejecutando la obra por contrata que consiste en Mejorar y Ampliar los sistemas de agua potable y Alcantarillado en las ciudades de San Miguel y Contumazá mediante la obra denominada “Ejecución de la obra del Programa de Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales de las principales ciudades de de Cajamarca grupo A” que ejecuta la empresa contratista “Consortio Saneamiento de Cajamarca” ,obra adjudicada en el año 2010.

CARGO