



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL – MAGDALENA  
- CAJAMARCA, 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

BERROSPI JAVIER, MARISOL (ORCID: 0000-0002-1675-0610)

DOLORES LINO, WILLIAMS ANDRE (ORCID: 0000-0001-8075-6155)

ASESORA:

Mgtr. Ing. POMA GONZÁLES, CARLA GRISELLE (ORCID:0000-0001-5486-7302)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

HUARAZ – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada primeramente a mis padres que gracias al apoyo incondicional que me brindaron tengo una profesión. A los docentes. A los ingenieros que me dieron la oportunidad de tomar experiencia laboral junto a ellos y así desarrollarme cada vez más en mi profesión. A la ONG Agualimpia por darme la oportunidad y la confianza de desarrollar ingeniería en el sector saneamiento en zonas rurales.

Dolores Lino Williams André

Dedicado a Dios y a mis padres por estar conmigo en cada momento en cada paso que doy. Es por ellos soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Marisol Berrospi Javier

## **Agradecimientos**

Primero dar gracias a Dios por darme la vida y guiarme en el camino. A mis padres por darme los valores y sus valiosos consejos. A mis amigos de la universidad con quienes compartimos experiencias en el desarrollo de nuestra profesión. A los docentes que en toda la etapa de formación académica profesional me han compartido sus conocimientos, consejos y experiencias. Al Ing. Julio Paucar quien me dio la oportunidad de desarrollarme en mi profesión, compartiéndome sus experiencias profesionales y por darme sus valiosos consejos. A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de optar el título profesional de ing. Civil.

Dolores Lino Williams André

Quiero agradecer y expresar mi gratitud a Dios, por el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Marisol Berrospi Javier

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población y muestra.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimiento .....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos .....	29
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN .....	64
VI. CONCLUSIONES .....	68
VII. RECOMENDACIONES .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS .....	80

## Índice de tablas

Tabla N°01. Registro de análisis físico, bacteriológico .....	37
Tabla N°02. Análisis de parámetros de calidad del agua .....	39
Tabla N°03. Indicadores de calidad del servicio .....	40
Tabla N°04. Operación y mantenimiento .....	40
Tabla N°05. Resultados de indicadores de calidad del servicio .....	40
Tabla N°06. Resultados de operación y mantenimiento .....	41
Tabla N°07. Propuesta de mejoramiento en calidad del servicio .....	41
Tabla N°08. Datos de diseño (caudales de diseño) .....	42
Tabla N°09. Dotación de agua (caudales de diseño) .....	42
Tabla N°10. Consumo de instituciones educativas (caudales de diseño) .....	42
Tabla N°11. Consumo de centro de reuniones (caudales de diseño) .....	43
Tabla N°12. Consumo de oficinas y similares (caudales de diseño) .....	43
Tabla N°13. Consumo de iglesias, capillas y similares (caudales de diseño) .....	43
Tabla N°14. Consumo de posta médica y hospitales (caudales de diseño) .....	43
Tabla N°15. Resumen de consumo doméstico .....	44
Tabla N°16. Cálculo del consumo doméstico .....	44
Tabla N°17. Cálculo del caudal promedio .....	44
Tabla N°18. Datos de diseño (cálculo hidráulico de reservorio) .....	48
Tabla N°19. Volumen de reservorio .....	48
Tabla N°20. Resumen general del diseño de la cámara rompe presión .....	52
Tabla N°21. Cálculo de la línea de aducción .....	54
Tabla N°22. Cálculo de caudales por tramo .....	54

Tabla N°23. Cálculo de diámet. y pres. de la red de distribución existente .....	55
Tabla N°24. Cálculo de diámet. y pres. de la red de distribución mejorada .....	55
Tabla N°25. Cuadro para la mejora del sistema de agua potable .....	58
Tabla N°26. Análisis de indicadores de calidad del servicio .....	63
Tabla N°27. Análisis de operación y mantenimiento .....	63

## Índice de figuras

Figura N°01. Esquema del sistema de agua potable de San Cristóbal .....	48
Figura N°02. Modelamiento de la red de distribución existente .....	66
Figura N°03. Modelamiento de la red de distribución mejorada .....	67

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general realizar la propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable (SAP) de San Cristóbal cuyos objetivos específicos fueron: Realizar la evaluación hidráulica y estructural de los componentes del sistema; caracterizar el agua de la fuente; determinar el grado de satisfacción de la JASS; elaborar el diseño hidráulico de cada componente del SAP.

El tipo de investigación fue aplicada, el diseño fue no experimental, transversal. La población y muestra fueron todos los componentes del SAP. Las técnicas empleadas fueron: análisis documental, observación y encuesta. Los instrumentos empleados fueron: ficha técnica de observación, cuestionario y revisión documentaria.

Resultados obtenidos: los componentes del SAP presentaron deficiencias, los resultados de caracterización mostraron que el agua tuvo cantidades elevadas de coliformes, el grado de satisfacción de la JASS se calificó de regular a mal, se diseñaron: captación, reservorio y redes de distribución, se elaboró la propuesta de mejoramiento de cada componente del sistema, se obtuvo que con la evaluación realizada si se puede elaborar una propuesta de mejoramiento.

Las conclusiones fueron: El SAP presenta deficiencias; el agua presenta coliformes elevados; grado de satisfacción regular; diseño de captación, reservorio y distribución; propuesta de mejoramiento de captación, reservorio y redes.

**Palabras clave:** Agua, potable, evaluación, mejoramiento.

## **Abstract**

The general objective of this investigation was to does the improvement proposal of the drinking water system (SAP) of San Cristóbal whose specific objectives were: Hydraulic and structural evaluation of the SAP; characterize the source water; determine the degree of satisfaction of the JASS; hydraulic design of the SAP.

The type of investigation was applied, the design was non-experimental, cross. The population and sample were all components of the SAP. The techniques used were: Documentary analysis, observation and survey. The instruments used were: Technical observation sheet, questionnaire and documentary review.

Results obtained: The SAP components presented deficiencies, the characterization results showed that the water had high amounts of coliforms, the degree of satisfaction of the JASS was rated from fair to poor, they were designed: catchment, reservoir and distribution networks, it was proposed the improvement of each component of the system, it was obtained that with the evaluation carried out if an improvement proposal can be elaborated.

The conclusions were: The SAP has deficiencies; the water has elevated coliforms; regular degree of satisfaction; catchment, reservoir and distribution design; improvement of catchment, reservoir and networks.

**Keywords:** Drinking, water, evaluation, improvement.

## I. INTRODUCCIÓN

Según la INEI en su informe técnico denominado Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico, publicado en junio del 2020, en la zona rural se cuenta con un 76.3 % de toda la población tiene acceso al agua a través de la red pública, esto nos dice que existe un sistema de abastecimiento en dicha población. Además de esta cobertura el 9.2 % consume agua con cierto nivel en la presencia de cloro residual, pero solo el 3.2% de la población consume el agua clorada adecuadamente. La región Cajamarca tiene una cobertura del 8.1 % de la población que viene consumiendo el agua con cloro residual adecuado.

Por otro lado, el Programa Nacional de Saneamiento Rural “PNSR” en coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas, a través de su programa de incentivos a venido ejecutando actividades para que de esta manera pueda mejorar la calidad de la prestación de los servicios por las organizaciones responsables en la zona rural. En el 2019 se tenía programado la Meta 5, el cual tenía como actividades realizar mantenimientos correctivos a sistemas de agua potable que se encuentren en mal estado.

El gobierno regional de Cajamarca elaboró un plan estratégico para la cobertura universal, calidad y sostenibilidad de todo servicio de saneamiento del departamento que se encuentren en el ámbito rural, de donde identificaron algunas causas principales que no permiten contar con un servicio del agua potable de buena calidad, como son: No cuentan con dispositivos de cloración, personal no calificado para la operación, mantenimiento y cloración, deficiente gestión de los prestadores.

En las visitas realizadas a la localidad de San Cristóbal, se pudo constatar esta problemática al observar la calidad que tiene el servicio del agua en los domicilios ya que no se evidencia que se realice la cloración en dicho sistema, debiéndose a alguna de las causas antes mencionadas.

La formulación del problema en la presente investigación fue: ¿La propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal-Magdalena - Cajamarca, 2020, mejorará la calidad del servicio para los habitantes?

La presente investigación se justifica por el aporte de conocimientos respecto a cómo realizar una propuesta de mejoramiento para un sistema de agua potable y ser fuente de futuras investigaciones. Además, se evidencia que la gran mayoría de los sistemas construidos en las localidades de zona rural están en abandono ya que no se realiza el mantenimiento respectivo y por una falta de buena administración del servicio, teniendo consecuencias sobre la salud de los habitantes puesto que no se llega al objetivo final del servicio el cual es consumir agua tratada.

El objetivo general de la investigación presente fue realizar la propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal – Magdalena – Cajamarca, 2020. Y como objetivos específicos se tuvieron los siguientes: Realizar la evaluación hidráulica y estructural de los componentes del sistema de agua potable; caracterizar el agua de la fuente (parámetros físico, químico, bacteriológico); determinar el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio de agua potable actual; elaborar el diseño hidráulico de cada componente con que cuenta el sistema de agua potable.

La hipótesis que se planteó en la investigación presente fue: Con la evaluación del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal – Magdalena – Cajamarca, 2020, se puede realizar una propuesta de mejoramiento.

## II. MARCO TEÓRICO

Pérez (2018), realizó la investigación denominada: *Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Lligua del Cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua y la modelación de un filtro lento de arena para la purificación del agua, a través de un prototipo a escala*. En donde se tuvo el *objetivo general* de realizar el estudio y diseño de la estructura de captación y la tubería que sirve para conducir el agua desde la fuente, con una planta para el tratamiento del agua para la localidad. Así mismo se tuvo los *objetivos específicos* como la de determinar los diseños hidráulicos de dichos componentes, definir el sistema elegido para la localidad y diseñar una planta que realice el tratamiento del agua. *La metodología* utilizada en dicha investigación fue de tipo aplicada y se realizó con un diseño de tipo no experimental correlacional. *La población* al igual que la muestra tomada fue la localidad de parroquia Lligua del Cantón Baños de Agua Santa. *Las técnicas e instrumentos* que se utilizaron fueron como primera técnica la observación y el uso de fichas para la recolección de datos, utilización de normas y libros para los diseños respectivos, además del uso del software Epanet 2.0 ya que con este programa se realizó el modelamiento de la red existente del sistema de agua y su respectivo análisis. *Las conclusiones* de la investigación realizada fueron: La propuesta inicial de realizar un filtro lento de arena como alternativa de potabilización, luego de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua tomada desde la fuente, demuestran su innecesaria construcción, ya que el análisis realizado al agua que se viene captando cumple con todo los requerimientos necesarios respecto a los parámetros que el agua sea apta para que los habitantes puedan consumirlo, a excepción de necesitar únicamente un tratamiento de desinfección para eliminar microorganismos patógenos. La línea de distribución requirió un rediseño en diámetros y por dónde iba a ir tendida para cumplir con las presiones y velocidades adecuadas. El tanque de almacenamiento que se tenía almacenaba un volumen que abastecería de forma regular por un periodo de 12 años. Para el proyecto se

realizó un estudio de impacto ambiental para identificar el número de impactos y el grado de afectación que ocasionaría la ejecución del nuevo sistema.

Jiménez (2016), llevó a cabo la investigación denominada: *Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, estado Carabobo*. La investigación tuvo como *objetivo general* la elaboración de una propuesta de rehabilitación y mejora de las tuberías que sirven para distribuir el agua potable a todos los habitantes de la localidad, además los *objetivos específicos* fueron: Realizar un diagnóstico para observar el estado en el que se encuentra los componentes del sistema de agua potable, describir las características de la red hídrica existente y datos generales, análisis que tiene la demanda del agua con proyección a 30 años y elaboración de una propuesta para la rehabilitación respectiva y así garantizar la demanda de caudal para la población. La *metodología* empleada fue de tipo descriptiva y tuvo un diseño no experimental. *La población y muestra* fue definida como el sector Brisas del Mayei de Vigirima. *Las técnicas e instrumentos* que se emplearon fueron la observación y fichas de evaluación para recolectar los datos, se utilizó además la norma vigente y libros para el diseño de los componentes respectivos. *Las conclusiones* de la investigación fueron: Los resultados obtenidos en el balance hídrico realizado para el municipio Guacara permiten interpretar que los meses comprendidos entre agosto y setiembre son los de mayor aporte de caudal en la zona, razón por la que los valores obtenidos tras aforar las fuentes naturales de abastecimiento del sector Brisas del Mayei en época de lluvia sean valores positivos en cuanto a producción de las mismas. El caudal de abastecimiento que producen ambas fuentes de captación no acumula el caudal requerido por el diseño para el total abastecimiento de la población sin tener las redes sectorizadas. Las pérdidas generadas en la red de abastecimiento son mayores que la carga estática disponible entre los nodos de estudio y el tanque de almacenamiento, por ende, la presión residual disponible en los nodos resulta negativa. La causa de las grandes pérdidas existentes en el acueducto se debe al diámetro dispuesto actualmente, 3", el cual ofrece una sección muy pequeña

para el gasto de diseño de la red a la salida del tanque y en los ramales siguientes. Por esta razón se anulan las presiones dentro de la tubería ocasionando deficiencia en el suministro de agua potable al sector. Por otra parte, se observa que la carga estática disponible entre los nodos más altos del sector, que son los más cercanos al tanque, poseen una carga estática menor a la carga que por norma debería garantizarse en cada vivienda. Por el diseño rural de esta comunidad se había planteado la necesidad de garantizar 20 m.c.a pero en los nodos iniciales la presión no superan los 10 metros. Ésta pudiese ser una de las razones por la que la zona alta de sector tampoco posee un suministro eficiente. El total de almacenamiento actual del tanque no cumple con la capacidad requerida para albergar el volumen de diseño. Las tuberías de aducción cuentan con un diámetro que es el adecuado, sin embargo, la tubería de aducción en el tramo dique – tanque tiene juntas deficientes y soportes no estables. La capacidad actual del sistema de bombeo se encuentra por debajo de la capacidad de bombeo que necesita el sistema de agua. La captación no está diseñada adecuadamente porque la tubería de salida está al fondo y esto permite el ingreso de los sedimentos, de igual manera, no tiene una tubería de limpia. Por otro lado, los aleros de la estructura no impiden por completo el ingreso de agua superficial y el agua fluye por los lados en temporada de lluvias. La evaluación realizada a las aguas captadas en dique y en el pozo del Sector Brisas De Mayei indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados los cuales están entre los límites permisibles establecidos en el Artículo 8 del Decreto N.º 3219 el cual contiene las “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia”, y se podrían clasificar como Tipo 1: “Aguas para el uso poblacional y el uso industrial que necesiten de agua tratada, mientras que ésta se utilice como parte de un producto o subproducto dirigido al consumo poblacional o que se encuentre en contacto con él”, desagregada en “Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que pueden acondicionarse adicionando un desinfectante, esto desde una observación sanitaria” conforme a lo que dice el artículo 5 del decreto antes mencionado.

Gálvez (2019), llevó a cabo la investigación: *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Santa Fe del centro poblado de Progreso, distrito de Kimbiri, provincia de la Convención, departamento de Cusco y su incidencia en la condición sanitaria de la población*. Donde el *objetivo general* fue determinar el estado situacional de la infraestructura del sistema de saneamiento y al mismo tiempo determinar la condición sanitaria de la población y así plantear una mejora. Como *objetivos específicos* se tuvo la evaluación del sistema de saneamiento de la localidad y la elaboración el mejoramiento respectivo de los sistemas de saneamiento para así poder mejorar la condición sanitaria de los habitantes. *La metodología* empleada fue de tipo aplicada, el diseño empleado fue no experimental transeccional descriptivo. *La población* tomada fueron los componentes que tiene el sistema de saneamiento y los habitantes de la población beneficiada de la localidad, *la muestra* fue de 29 pobladores. *Las técnicas e instrumentos* empleados fueron encuestas y observación, para esto se utilizaron una ficha de evaluación, ficha de valoración de condición sanitaria, equipo de cómputo, libros, manuales, entre otros. *Las conclusiones* de la investigación fueron: El sistema de saneamiento básico, que se ejecutó con la implementación de un proyecto, se observó que tiene un estado regular a nivel de los componentes que cuenta la infraestructura, la gestión del servicio, operación y mantenimiento del sistema el cual tiene la necesidad de mejora. La condición sanitaria de la población obtuvo 20 puntos con lo que se sitúa en estado regular, dicha condición requiere de un reforzamiento, implementando un plan de gestión debidamente supervisada, monitoreada y con el soporte del gobierno local de Kimbiri, implementando dichas acciones mejorará la condición sanitaria con lo cual se obtendrá el puntaje máximo de 27, además, cumpliendo con los límites máximos permisibles en los parámetros requeridos para que el agua sea potable. Realizando la mejora de la condición sanitaria de los habitantes garantiza un derecho fundamental de las personas el cual viene a ser el acceso a agua segura y al saneamiento básico.

Beltrán (2017), llevo a cabo la investigación denominada: *Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del asentamiento humano Héroes*

*del Cenepa, distrito de Buenavista Alta, provincia de Casma, Ancash – 2017,* donde tuvo como *objetivo general* evaluar el sistema de agua potable de la localidad y proponer una alternativa de mejoramiento. *Los objetivos específicos* fueron: Realizar el cálculo hidráulico de los componentes como captación, línea de impulsión, reservorio, determinar los parámetros de calidad del agua captada y proponer la alternativa de mejoramiento para los componentes del sistema. *La metodología* empleada fue de tipo aplicada y el diseño empleado fue no experimental, transeccional y descriptivo. *La población y muestra* definidos fueron las estructuras que tiene el sistema de agua y los habitantes de la localidad beneficiaria. *Las técnicas e instrumentos* que se emplearon fueron el análisis documental donde se utilizaron una ficha técnica y un protocolo de laboratorio y la observación con el que se evaluaron los elementos del sistema. *Las conclusiones* en la investigación realizada fueron: Se calculó la cantidad de agua de bombeo en la captación el cual fue de 7.30 litros/segundo, el agua se extrae desde 10 m de profundidad de un pozo y que se impulsa haciendo uso de una electrobomba con potencia igual a 16 hp; según los diseños realizados la cantidad de agua requerida debía ser de 22.837 l/s. En el diseño de la tubería que sirve para impulsar el agua se observó que la velocidad del flujo fue 0.83 m/s, la longitud fue de 3720.00m con tubo de material PVC y de clase 7.5, diámetro de 4pulg, la presión dinámica máxima de calculada fue 83.51 mH<sub>2</sub>O observándose que la velocidad se encuentra dentro de los límites de 0.6 m/s y 5.0 m/s de acuerdo el reglamento nacional de edificaciones en la norma OS. 010. Por otro lado, el reservorio se encuentra en buenas condiciones y operativo, sin embargo, el volumen de 150.09 m<sup>3</sup> no abastece a la población ya que se requiere de 200 m<sup>3</sup>. De acuerdo a los diseños realizados la tubería que sale del reservorio tiene una velocidad de flujo igual a 1.17 m/s y un diámetro de 4 pulgadas, estos se encuentran dentro de los límites establecidos entre 0.6 m/s y 3.0 m/s, según el RNE en la norma OS. 050. La red de distribución no cumple con lo definido por dicho reglamento, porque se tiene un diámetro de 2 pulgadas y las presiones dinámicas mínima y máxima encontrados en todos los nudos (41) es de 1 y 9 m H<sub>2</sub>O respectivamente. Pero al RNE en la norma OS.050, menciona que dichas presiones deben encontrarse en el rango de 10m H<sub>2</sub>O a 50m H<sub>2</sub>O y el diámetro

mínimo de 3/4 pulgada. En general la calidad que presenta el agua captada no es apto para su consumo, debido a que los límites máximos permisibles definidos para la calidad del agua en el DS N° 031-2010-SA en los parámetros de Calcio, Magnesio, pH, Coliformes Totales y Termo tolerantes se encuentran sobre dichos límites. En la evaluación realizada al sistema existente, se encontró las siguientes deficiencias: poca cantidad de agua en el pozo para el bombeo y se tienen pérdidas considerables debido a la distancia entre la fuente y las conexiones prediales, en las tuberías de distribución se encontraron presiones demasiado bajas, deficiente servicio que se entrega a los pobladores y esto afecta principalmente a los niños de la localidad y en general a todos los habitantes.

Calderón (2018), realizó la investigación de título: *Mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad Milagro, distrito del Milagro, provincia Utcubamba, Amazonas – 2018*. El *objetivo general* fue mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable que tiene la población. Los *objetivos específicos* fueron: Hacer un levantamiento topográfico, hacer el análisis de calidad del agua captada, diseñar los componentes de la infraestructura y hacer los costos y presupuestos de las mejoras planteadas. La *metodología* empleada fue de tipo aplicada y el diseño fue el no experimental, descriptivo. La *población y muestra* fue definido por los elementos del sistema de agua potable y la población de la localidad. Las *técnicas e instrumentos* que se emplearon fueron la observación y estudios preliminares, donde se emplearon equipos topográficos, fichas de evaluación y equipo de aforo. Las *conclusiones* fueron: El estudio topográfico se realizó en un área de 387.218 hectáreas, con dicho estudio se hallaron las cotas de terreno que se utilizaron para el cálculo de las presiones en las tuberías de distribución. La captación cuenta con un calidad de agua que no cumple con los límites establecidos en el reglamento debido a que los coliformes totales y coliformes termo tolerantes se encuentran con valores sobre dichos límites, además de que no se observa cloro residual en las viviendas. La población futura que se obtuvo en el cálculo realizado fue de 1454 habitantes y requieren una cantidad de agua igual a 1.68 litros/segundos, el caudal máximo diario fue 2.18 litros/segundo y el caudal máximo horario fue 3.36 litros/segundo. Según

los cálculos realizados las tuberías que distribuyen el agua a las viviendas son de clase A-7.5 de diámetros 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3" y 4" respectivamente. El presupuesto calculado del proyecto fue de S/ 605,372.76.

Es necesario conocer algunas conceptos y teorías como sistema de abastecimiento de agua potable y sus componentes. Así también definir parámetros para el diseño como dotación y consumo, población de diseño y periodo de diseño.

El agua potable es apto para consumo por las personas y cumple con los estándares químico, físico y microbiológico de la norma vigente (Decreto legislativo N°1280, 2017, p.40).

Por otro lado, tenemos que el agua potable es incoloro, inoloro, es de buen sabor y se encuentra desinfectada pues no existen microbios que afectan a la población en torno a su salud (Aqualimpia y FOMIN, 2013, p.07).

El sistema de abastecimiento de agua potable está definido como un conjunto de componentes hidráulicos que se encuentran interconectadas e interactúan con procesos operativos. Además de que dichos componentes cumplan con la normativa vigente (Decreto supremo N°31-2010-SA, 2010, p.13).

La finalidad del sistema de agua potable es llevar agua a las personas en un determinado lugar y que ésta sea de calidad y caudal óptimos por lo que de esta manera se puede cubrir con la necesidad de la población (Jiménez, 2013, p.16).

Los componentes principales de un sistema de abastecimiento son: estructura de captación, tubería de conducción, reservorio, planta de tratamiento, tubería de distribución y puntos de conexión (DS N°31-2010-SA, 2010, p.14).

Las partes de un sistema de agua potable lo constituyen la captación, obras de conducción, obras de regulación y obras de distribución (Vierendel, 2009, p.06).

Los elementos principales de un sistema de abastecimiento son la captación, tuberías o canales de conducción, planta de tratamiento, reservorio de almacenamiento y redes para distribuir a la población (Regal, 2016, p.25).

Para la presente investigación se tuvo un sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento para zona rural.

El sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento es un sistema que lleva el agua de una fuente hacia las viviendas a través de todos los elementos que tiene el sistema. Además, define cinco elementos más comunes: La captación, tubería de conducción, reservorio de almacenamiento, tuberías de distribución e instalaciones domiciliarias (Aguilimpia y FOMIN, 2013, p.09).

Dicho esto, podemos definir cada uno de los distintos componentes que tiene el sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento como la captación, tubería de conducción, reservorio, tuberías de distribución e instalaciones prediales.

La captación es un elemento cuya estructura recoge el agua que se encuentra en la fuente para para que desde este punto se lleve por una tubería de conducción hasta el reservorio de almacenamiento (Agüero, 1997, p.37).

Las obras de captación son las que se ejecutan en las fuentes que provisionan el agua como quebradas o manantiales cuyo objetivo es proporcionar la cantidad suficiente a la población y que ésta sea continua (Regal, 2016, p.25).

Podemos concluir para la presente investigación que la captación es parte de la infraestructura y está construida en la fuente con el objetivo de recolectar el agua y que se debe encontrar en la parte alta de la población ya que se conducirá por la acción de la gravedad.

La línea de conducción no es más que el grupo de elementos como tuberías, válvulas, accesorios y estructuras las cuales facilitan la conducción del agua captada hacia el reservorio (Agüero, 1997, p.53).

La norma OS.010 define a la conducción como toda estructura o elemento que cumple la función de llevar el agua de la fuente de captación hacia el reservorio de almacenamiento o estructura para tratamiento del agua (RNE, 2006, p.36).

Por otro lado, tenemos que la línea de conducción está conformada por todos los elementos que tienen como objetivo conducir el agua de la captación hasta un punto ya sea de tratamiento, regulación o consumo (Jiménez, 2013, p.19).

Podemos definir en conclusión que la línea de conducción está conformada por estructuras y/o elementos que facilitan la conducción del agua captada hacia el reservorio.

El reservorio es importante para la regulación óptima del sistema y el continuo servicio del agua potable si se tiene un menor caudal máximo horario en la fuente (Agüero, 1997, p.77).

Al existir variaciones en el consumo de la población para las diferentes épocas del año, como también en el transcurso del día se requiere un reservorio para poder regular el flujo del agua continuamente (Regal, 2016, p.107).

El reservorio es un componente construido de concreto armado, su función es depositar el agua y luego alimentar la tubería de distribución, ayuda a que los habitantes tengan un servicio continuo, eficiente y es aquí donde se realiza el tratamiento del agua con hipoclorito de calcio (Aqualimpia y FOMIN, 2013, p.12).

Por consiguiente, concluimos que el reservorio es un componente construido de concreto armado y que sirve para regular el caudal de consumo ya que se tiene variedad en el consumo de los habitantes en diferentes horas del día y de esta manera el sistema funcione eficientemente.

Las tuberías de distribución son un grupo de estructuras, tuberías y accesorios que se encuentran por toda la población (Agüero, 1997, p.93).

Red de distribución está compuesto por la red de tuberías y accesorios cuya función es entregar el agua a toda la población (Regal, 2016, p.131).

La red de distribución cuenta con elementos como válvulas reductoras de presión o rompe cargas para contar con presiones óptimas para que no sobrepasen los límites permitidos (Arocha, 1980, p.31).

La red de distribución está constituida de ramificaciones de tuberías que llevan el agua desde la línea de aducción a las cajas de los domicilios (Aqualimpia y FOMIN, 2013, p.14).

La red de distribución está constituido por tres partes: línea de alimentación, tuberías troncales y tuberías de servicio (Vierendel, 2009, p.7).

Con lo definido por las publicaciones anteriores podemos afirmar que las redes de distribución están constituidas por estructuras, tuberías y accesorios los cuales cumplen la función de regular las presiones y caudales en las redes que van desde la línea de aducción hacia las viviendas de toda la población.

En la zona rural del país se cuentan con dos tipos de conexiones de servicio como piletas públicas y conexiones domiciliarias, las primeras colocadas en puntos donde las personas de un área puedan tener facilidad de acceso y el segundo caso culminan en piletas colocadas en el interior de las viviendas (Agüero, 1997, p.114).

Las conexiones domiciliarias parten desde la red principal con un ramal hacia la vivienda, en dicho ramal se ubica una llave con accesorios para el control de flujo (Regal, 2016, p.158).

Las conexiones domiciliarias son un grupo de tuberías y accesorios que se encuentran conectados entre sí y su instalación es a partir de la red de distribución hasta la vivienda. Cuenta con dos tramos, una pública que va desde que sale un ramal de la tubería principal hasta la válvula de paso y el tramo privado en el cual se encuentran las instalaciones interiores dentro de la vivienda (Aqualimpia y FOMIN, 2013, p.15).

De las afirmaciones podemos entender que las conexiones domiciliarias son un conjunto de tuberías y accesorios en cuyas instalaciones se aprecian dos partes principales, una pública conformada por todas las instalaciones desde la tubería principal hasta la caja donde se encuentra la llave de paso y seguidamente la privada que consta desde la tubería que sale de la caja de paso hasta las instalaciones interiores de la vivienda como puede ser una pileta.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Aplicada, debido a que la investigación se realizó con la aplicación de bibliografías como manuales, libros en agua y saneamiento y así adquirir el conocimiento necesario para recolectar los datos de evaluación del sistema de abastecimiento del agua. También se empleó el reglamento nacional de edificaciones (OS.010, OS.030 y OS.050) y la norma técnica de diseño proporcionado por la RM 192-2018-Vivienda el cual sirvió para realizar los análisis de los datos recolectados y realizar los diseños de cada componente que cuenta el sistema de abastecimiento.

Investigación aplicada se le denomina a la investigación que no proporciona nuevas teorías, sino hace uso de dichas teorías para resolver un problema concreto (Tamayo y Tamayo, 2004, p.43).

**Diseño de investigación:** No experimental, porque en la investigación realizada, la variable independiente el cual fue: Sistema de abastecimiento de agua potable, no presentó ningún tipo de cambio durante la ejecución de la investigación.

El diseño de investigación no experimental es la investigación donde no se cuentan con alteraciones a las variables independientes para ver cómo afecta a las variables dependientes (Hernández, Fernández, Baptista, 2006, p.205).

Transversal, porque la recolección de datos de evaluación del sistema de agua potable y el servicio respectivo se realizó en un solo momento.

La investigación transversal es una investigación donde solo se recolectan datos una única vez en un determinado momento (Hernández et al, 2006, p.208).

El esquema implementado en la presente investigación es:



Donde:

**M:** Muestra (Componentes del sistema de agua potable).

**Xi:** Variables (X: Sistema de agua potable).

**Ri:** Resultado (R1: Evaluación hidráulica y estructural de cada componente del sistema de agua potable; R2: Análisis de resultados de laboratorio sobre la calidad de agua; R3: Evaluación de la calidad del servicio de agua potable; R4: Diseño hidráulico de cada componente del sistema de agua potable; R5: Propuesta de mejoramiento de cada componente del sistema de agua potable).

### **3.2. Variables y operacionalización**

*Variable:* Sistema de agua potable.

*Variable:* Es una cualidad que tiende a sufrir cambios los cuales se pueden realizar un procedimiento de observación y medición (Hernández et al, 2006, p.123).

*Definición conceptual:* Es la definición de la variable con otra terminología, así como un diccionario o algún libro en especial sobre dicha variable (Hernández et al, 2006, p.145).

*Definición operacional:* Esta definición se refiere a las acciones o procedimientos que se deben realizar para hacer la medición a una variable (Hernández et al, 2006, p.146).

*Indicador:* Es una herramienta para poder definir las características principales de una variable y así que se pueda verificar el cambio o resultado que pueda tener dicha característica (Revista de información y análisis núm. 19, 2002, p.53).

*Escala de medición:* La escala de medición viene a ser los modos en que se puede medir una variable determinada para que de esta manera se pueda elegir un tipo de análisis (Hernández et al, 2006, p.303).

### **3.3. Población y muestra**

#### **Población**

La población considerada en esta investigación fueron todos los componentes con que cuenta el sistema de agua potable que tiene el caserío de San Cristóbal, dichos componentes tuvieron características tanto hidráulicas y estructurales cuyos datos fueron recopilados.

La población es un grupo de elementos que tienen una serie de características similares (Hernández et al, 2006, p.238).

#### **Muestra**

La muestra que se tomó en la presente investigación fueron todos los componentes que constituyeron el sistema de agua potable de la localidad.

La muestra es una parte de la población tomada para la investigación del cual se toma los datos y que éste deberá ser una cantidad representativa de toda la población (Hernández et al, 2006, p.236).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación se emplearon las siguientes técnicas:

**La observación:** Esta técnica ayudó a realizar una evaluación visual del estado hidráulico y estructural de los componentes como captación, tubería de conducción, reservorio y caseta de válvulas, tubería de aducción, tubería de distribución y conexiones prediales o domiciliarias que cuenta el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad.

La técnica de observación es la técnica de investigación que más se usa, el observar un problema nos lleva a organizar los datos (Tamayo y Tamayo, 2004, p.182)

**La encuesta:** Esta técnica se empleó para recolectar los datos generales de la zona donde se realizó la presente investigación, además ayudó a recolectar información sobre la calidad del servicio de agua potable que abastece a las viviendas, como que dispone la fuente, si el servicio a las viviendas es continuo y la cobertura del sistema de agua potable. La encuesta también se aplicó para la recolección de datos sobre la operación y mantenimiento que realiza la población sobre su sistema.

La técnica de la encuesta es una buena alternativa para recolectar información ya que se usan preguntas que están dirigidas precisamente a los datos que queremos obtener (Gómez, 2012, p.58).

**El análisis documental:** Esta técnica se utilizó en todo el proceso de investigación, ya que se tuvo que realizar la revisión bibliográfica sobre el problema planteado: que los habitantes de zona rural no tienen un servicio de agua tratada de buena calidad. Fueron necesarias bibliografías para la recopilación de datos sobre el sistema de abastecimiento de agua potable, tanto para realizar el análisis de los datos obtenidos fueron necesarias la revisión de normas y reglamentos que ayuden a realizarlo para obtener una propuesta de mejoras a cada componente del sistema de agua potable para que de esta manera mejorar la calidad en el servicio de agua potable.

El análisis documental o de contenido es muy útil para estudiar los procedimientos comunicativos en diferentes entornos y el cual se puede aplicar a cualquier tipo de comunicación (Hernández et al, 2006, p.356)

Para cada técnica empleada en la investigación realizada, se tuvo los siguientes instrumentos:

**Ficha técnica de observación.** Este instrumento se empleó para recoger los datos de la evaluación hidráulica y estructural de cada componente del sistema de agua potable. Se elaboró una ficha para la recopilación de estos datos:

*La ficha de evaluación de infraestructura* ayudó a recopilar información topográfica, hidráulica y estructural de cada componente del sistema de agua potable como datos de coordenadas UTM para la georreferenciación; descripción breve del problema que presenta cada componente de ser el caso; dimensiones de los componentes como largo, ancho, altura, espesor, diámetro; elemento con que cuenta cada estructura como tubo de ventilación, tapa metálica sanitaria, tubo para rebose, canastilla de salida, caja de válvulas, otros accesorios y elementos de protección; en el caso de componentes que tienen tuberías instaladas se observaron si se tienen tramos de tubería afectados por alguna acción natural o dificultades hidráulicas debido al terreno.

**Cuestionario.** Este instrumento se empleó para recolectar datos generales de la zona de investigación, datos de la calidad en el servicio y datos sobre la operación & mantenimiento del sistema de agua potable. También se elaboró tres fichas para la recopilación de datos:

*La ficha de información general* ayudó a recoger información de la zona de investigación como la ubicación política y geográfica de la localidad, las vías que acceden al lugar, características climatológicas (tipo de clima, periodo de lluvias y estiaje) de la zona, características geomorfológicas (Topografía, nivel freático, tipo de suelo y cursos de agua), características demográficas (Número de familias, cantidad de miembros por familia y población total), situación de las calles (Tipo de vía, ancho de calle y estado), servicio público existente (Sistema de agua potable, sistema de disposición de excretas, electricidad, telefonía), Instituciones y otros servicios con que cuenta la localidad. Esta ficha ayudó a definir a la localidad como una población de zona rural.

*La ficha de indicadores* ayudó a recoger información sobre la calidad en el servicio de agua potable con preguntas como: Descripción de la fuente captada (Tipo, mes de aforo y caudal), cloración del agua captada (Tipo de sistema de cloración y estado), sistema de control de nivel estático (Si tiene o no tiene y estado), nivel de cloro residual libre en los caños, conexiones domiciliarias (Predios con conexión y predios sin conexión), número de

horas al día con servicio de agua potable y si hay algún sector sin agua. Todo esto para luego determinar el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio de agua potable actual.

*La ficha de operación y mantenimiento* ayudó a recopilar información sobre esta actividad con preguntas como: Si el prestador recibió capacitación; el prestador cuenta con algún manual; se realiza la limpieza, desinfección y cada que tiempo; se realiza la cloración del agua y cada que tiempo; se cuenta con operador para la actividad; se cuenta con insumos para la actividad; principales equipos y herramientas para la actividad.

Un cuestionario es una serie de preguntas agrupadas sobre una o más variables en medición (Hernández et al, 2006, p.310).

**Revisión documentaria.** Este instrumento se empleó para la revisión de bibliografía como el cuestionario sobre abastecimiento de agua potable proporcionado por la Dirección general de políticas y regulación en construcción y saneamiento – Dirección de saneamiento, revisión de libros de diseño de sistema de agua en zona rural, manuales en operación & mantenimiento de sistemas por gravedad, el reglamento nacional de edificaciones con las normas en agua y saneamiento, la norma técnica de diseño proporcionado por el ministerio de vivienda, antecedentes de investigaciones sobre agua potable, entre otros para obtener conocimientos para recolectar datos del sistema, analizar dichos datos recopilados y planteamiento de una propuesta para el mejoramiento del sistema de agua potable.

La revisión documental es un proceso, quien elabora la investigación tiene una lista de elementos muy útil de donde se obtiene la información que se necesita, esta es verídica y oportuna para elaborar la investigación (Gómez, 2012, p.44).

### 3.5. Procedimiento

#### Recolección de datos:

- Se procedió a la coordinación con los directivos de la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) de la localidad de San Cristóbal y el área técnica municipal del gobierno local de Magdalena. Se fijó el día y la hora para el recorrido de evaluación conjunta.
- Se procedió a la identificación de los componentes del sistema existente, siendo estos: Captación tipo manantial, tubería de conducción por gravedad, reservorio y caseta de válvulas, tuberías de distribución e instalaciones prediales.
- Para la toma de datos del sistema de agua potable se empleó la ficha de evaluación de infraestructura y se procedió a realizar la evaluación hidráulica recopilando los siguientes datos por componente:
  - *Captación:* Para la toma de datos de este componente se empleó la norma OS.010 (*Captación y conducción de agua para consumo humano*) proporcionado en el RNE donde especifica los requisitos mínimos del componente para fuentes subterráneas como manantiales:
    - La estructura debió garantizar la captación de todo el caudal máximo diario y la fuente debió estar protegido de la contaminación.
    - La estructura debió contar con tubo de limpia, tubo de rebose, válvulas, accesorios y tapa sanitaria para inspección.
    - El comienzo de la tubería que conduce el agua debió instalarse su canastilla.
    - La estructura debió tener un drenaje en forma de canales para evacuar el agua superficial en la parte superior.

De acuerdo con lo dispuesto por la norma OS.010 respecto a captación, se procedió a tomar los datos de dimensiones (largo, ancho, alto, diámetro) de cada elemento de la estructura y si tiene o no los elementos necesarios para la protección de la fuente como tapa metálica sanitaria, veredas, cerco, sello de protección, zanja de coronación para evacuación de aguas pluviales y otros accesorios, a fin de verificar que el componente cumpla con la normativa.

- *Línea de conducción:* Para la toma de datos de este componente se empleó la norma OS.010 (*Captación y conducción de agua para consumo humano*) del RNE donde especifica los requisitos mínimos que debió cumplir la tubería de conducción que en este caso es por gravedad:
  - La tubería para conducir el agua debió estar diseñada para llevar mínimamente el consumo máximo diario.
  - Para las tuberías, se debió tener en consideración las características topográficas y del suelo para poder calcular el tipo de tubería y la calidad empleada.
  - La velocidad mínima que se debió considerar para no tener depósitos ni erosiones debió ser menor de 0.60m/s.
  - La velocidad máxima debió ser de 3m/s en tuberías de concreto y 5m/s en tubos de asbesto-cemento, acero y PVC.
  - En caso de tener contrapendientes se debieron colocar dispositivos para evacuar el aire atrapado en las zonas altas y válvulas de purga en los puntos más bajos. Para que la operación & mantenimiento sea fácil, las válvulas debieron contar con elementos como universales, y estar instaladas en cámaras adecuadas.

De acuerdo con lo dispuesto por la norma para este componente se recopiló información como el largo de tubería, material de tubería y diámetro por cada tramo, así como también de

estructuras existentes en toda la conducción desde la fuente hasta la estructura de almacenamiento.

- *Reservorio y caseta de válvulas:* Para la toma de datos de este componente se empleó la norma OS.030 (*Almacenamiento de agua para consumo humano*) del RNE donde especifica los requerimientos mínimos que debe tener un reservorio y caseta de válvulas:
  - El reservorio debió cumplir con el volumen que necesita la localidad.
  - El reservorio debió estar en una zona libre y además contar con un elemento de protección como cerco perimétrico.
  - El reservorio no debió estar ubicado en zonas con riesgo de inundación, deslizamiento u otros que afecte la estructura.
  - Las válvulas, accesorios y otros elementos, debieron ir colocadas en cajas que permitan hacer labores de operación & mantenimiento fácilmente.
  - Los reservorios debieron estar dotados de tubo de ingreso, tubo de salida, tubo de rebose y limpia.
  - En los tubos de limpia, salida y entrada se debieron instalar un dispositivo que interrumpa el flujo y de esta manera realizar la operación & mantenimiento respectivo.
  - Los reservorios debieron contar con tapas sanitarias, escalera de acero inoxidable o móvil.

De acuerdo con lo dispuesto por la norma para este componente se recopiló información como el largo, ancho, alto del interior del reservorio de almacenamiento para determinar el volumen. Se tomó los datos de los elementos de protección como tapas metálicas sanitarias, vereda perimetral de la estructura, cerco protección. Además, se anotaron los accesorios presentes en la estructura como la tubería de ingreso, salida, rebose, válvulas y otros accesorios.

- *Redes de distribución:* Para la toma de datos de este componente se empleó la norma OS.050 (*Redes de distribución de agua para consumo humano*) del RNE donde se menciona el requerimiento necesario de las redes de distribución:
  - Las tuberías en dichas redes debieron estar diseñadas con el fin de llevar el caudal máximo horario.
  - La medida mínima del diámetro considerado debió ser de 25 milímetros en instalaciones de viviendas y en los casos de piletas públicas debió ser de 20 milímetros.
  - La velocidad máxima debió ser de 3m/s y en caso se justifique debió ser de 5m/s.
  - La presión estática en cualquier punto de los ramales no debió exceder de 50.00 m H<sub>2</sub>O.
  - La presión dinámica en condición de caudal máximo horario no debió ser menor de 5 m H<sub>2</sub>O.
  - Se debieron ubicar dispositivos de interrupción de flujo que permitan aislar partes de tuberías con longitudes no mayores a 500m.
  - Cualquier válvula que interrumpa el flujo de agua debió ser instalada en una caja de protección y así se encuentre aislada de la manipulación exterior.
  - En aquellas cotas que se encuentran en los puntos más bajos de los ramales se debió implementar un dispositivo de limpieza.

De acuerdo con lo dispuesto por la norma para este componente se recopiló información de longitud de las tuberías, tipo de material, diámetro y estructuras existentes como válvulas de control y purga en todo el sistema de distribución. Además, se realizó un recorrido de todos los ramales desde el reservorio para la toma de cotas de nivel de terreno haciendo uso de un GPS y poder verificar las presiones respectivas. Se recopiló información

de las válvulas de control como diámetros, dimensiones de la caja de protección, tapa metálica y otros accesorios.

- *Conexiones domiciliarias:* Para la toma de datos de este componente se empleó la norma OS.050 (*Redes de distribución de agua para consumo humano*) del RNE donde menciona el requerimiento necesario por dichas conexiones:
  - Las conexiones domiciliarias debieron contar con un dispositivo para medir el flujo y otro para el control del flujo.
  - Las conexiones domiciliarias debieron contar con caja de protección.
  - La tubería empleada en las instalaciones de domicilio debió ser de 12.5mm.

De acuerdo con lo dispuesto por la norma para este componente se recopiló información como el diámetro de la conexión, si cuenta con elementos de control y si tienen caja de protección.

- En la captación se realizó la medición del caudal con el método volumétrico, dicho método se tomó de referencia del libro de aforo del agua en canales y tuberías de los autores Briones y García, el cual consistió en hacer uso de la fórmula:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q : Caudal medido en m<sup>3</sup>/s.

V : Capacidad de recipiente en litros.

T : Tiempo transcurrido en segundos.

El procedimiento para realizar la medición fue el siguiente:

- Se tomó un recipiente (balde) de volumen de 4 litros.
- Se tomó el tiempo que demoró en llenarse el balde de 4 litros con un cronómetro.

- La medición de tiempo se realizó cinco veces para sacar luego el promedio.
  - Posteriormente se realizó una división del volumen medido y el promedio del tiempo medido, obteniéndose el caudal en litros/segundo.
- 
- Se procedió a la evaluación estructural de cada componente existente del sistema de agua potable de la localidad, observando el estado operativo de cada componente y la anotación de daños existentes, como deterioro o fisuras en la ficha de evaluación de infraestructura
  
  - Luego se empleó la ficha general en donde se anotaron datos generales de la zona de investigación como la ubicación, características morfológicas, demográficas y servicios existentes en la zona de investigación; la ficha de indicadores el cual ayudó a tomar datos de calidad del servicio donde se anotaron la cantidad de agua captada, las horas de servicio de agua para ver la continuidad, cuantas conexiones tiene el sistema para ver la cobertura, se realizó la medición del cloro residual en las redes con un comparador manual; la ficha de operación & mantenimiento recopiló información respecto a esta actividad; toda la información fue recopilada mediante la encuesta a los directivos de la JASS.
  
  - Se procedió a la recolección de cantidad de habitantes de la localidad mediante la revisión del padrón de asociados que cuenta la directiva de la JASS.
  
  - Para el indicador de calidad del agua, se realizó la coordinación con la Dirección de Salud Ambiental (DESA) de Cajamarca para que se nos proporcione los resultados de monitoreo realizado por el puesto de salud de la localidad ya que es el encargado de realizar el muestreo.

- Además, se realizó las coordinaciones con el laboratorio del gobierno regional de Cajamarca para que se efectúe el análisis físico, químico y microbiológico de las aguas que se vienen captando.
- Los datos obtenidos se organizaron mediante encuestas a modo de cuadros obtenidos de las fichas utilizadas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

#### **Procesamiento de los datos:**

- Se realizó el procesamiento de la información en gabinete, haciendo uso del equipo de cómputo y el software Microsoft Excel para digitalizar la información que se recopiló en las fichas de evaluación de infraestructura, ficha general, ficha de indicadores y ficha de operación & mantenimiento.
- Se procedió a la elaboración de planos necesarios del sistema de agua potable, como plano de red general haciendo uso del software Autocad.

#### **Análisis de los datos:**

- Se procedió primeramente a definir los siguientes parámetros de diseño hidráulico proporcionado en la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural RM-192-2018-Vivienda:
  - *Periodo de diseño:* Se determinó teniendo en consideración la vida útil de las estructuras, el cual según la norma se recomienda para las estructuras que tiene un sistema de agua potable un periodo de 20 años.
  - *Población de diseño:* Para estimar este parámetro, se aplicó el método aritmético, donde la población inicial se obtuvo del padrón

de asociados de la JASS de la localidad. La tasa de crecimiento anual se obtuvo del INEI.

- *Dotación:* Se determinó la dotación de agua para el consumo doméstico según opción tecnológica y región en l/hab/d, además de la dotación para consumo no doméstico proporcionado en el RNE de acuerdo con el tipo de servicio.
  - *Variaciones de consumo:* Para este parámetro primero se determinó el caudal promedio anual, y luego se realizó el cálculo del caudal máximo diario considerando 1.3 veces el caudal promedio anual y el caudal máximo horario 2 veces el caudal promedio anual.
- Luego de obtener los caudales de diseño: caudal promedio anual, caudal máximo diario, caudal máximo horario. Procedimos al cálculo hidráulico de cada componente:
- *Captación:* Para el diseño de este componente se tomó en consideración el caudal máximo de la fuente, se calculó el ancho de la pantalla, el diámetro y cantidad de tubos de ingreso a la cámara, se determinó el ancho del sello de la captación, la altura de la cámara de captación, se calcularon las dimensiones de la canastilla de salida y las dimensiones del tubo de limpia y rebose.
  - *Línea de conducción:* El sistema existente tuvo una tubería de longitud 2.0m ya que la captación se encuentra al costado del reservorio existente, por esta razón no cuenta con la presión suficiente y ésta ingresa por la parte posterior del reservorio.
  - *Reservorio:* Para el análisis de este componente se tomó en consideración la ubicación de la estructura, la capacidad que debió almacenar, los elementos de protección que debió tener, los

elementos y accesorios que debió tener la estructura para su operatividad; por otro lado ya que en este componente se debió realizar la desinfección obligatoria del agua, se analizó la implementación de un sistema para cumplir con esta acción, además de un dispositivo de medición de caudal para su registro correspondiente.

- *Línea de aducción:* El análisis de la tubería de aducción existente se realizó teniendo presente el caudal máximo horario, la presión estática máxima en el punto mas bajo, la presión dinámica mínima en el punto mas alto de la red y el diámetro mínimo que recomienda la norma técnica de diseño.
  - *Redes de distribución:* El análisis de las tuberías que conforman la red existente se realizó teniendo en cuenta el caudal máximo horario, el diámetro mínimo recomendado y las presiones de servicio que se deben encontrar entre los valores recomendados por la norma técnica de diseño. Además, se realizó el análisis hidráulico mediante el modelamiento de las redes con el software Watercad.
  - *Válvula de control:* Para las válvulas de control existentes y proyectadas se tuvo en cuenta su ubicación, los elementos de protección que debían tener y accesorios para su operatividad.
  - *Conexión domiciliaria:* Se realizó el análisis de las conexiones domiciliarias existentes teniendo en cuenta que dichas conexiones debían contar con elementos de protección, accesorios para la operatividad y el diámetro mínimo recomendado.
- Luego se realizó la verificación estructural de los componentes con la observación de fisuras en el concreto o algún daño por impacto que

haya sufrido, además de elementos deteriorados como tapas metálicas y accesorios que se encuentren inoperativos.

- Para el análisis de calidad del agua captada se tomó en cuenta lo dispuesto por el reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA y DS N°002-2008-MINAM donde se especifica los límites permisibles para verificar el análisis respectivo y además sea apto para el consumo de los habitantes.
- Los softwares empleados en esta investigación fueron: Microsoft Excel, Microsoft Word, Autocad 2020, Autocad Civil 3D 2020 y Watercad v8i.
- Los resultados de la evaluación del sistema de agua potable se presentaron mediante cuadros donde se colocaron toda la información recopilada de cada elemento del sistema de agua potable, así como del servicio. Los resultados de los diseños hidráulicos de los componentes como captación, reservorio, tubería de aducción y cámaras CRP tipo 7, se presentaron mediante cuadros y textos; los resultados del diseño hidráulico de la red de distribución se presentaron en tablas de cálculo y figuras obtenidas del modelamiento realizado en el software Watercad. Los resultados del grado de satisfacción de la JASS se presentaron en un cuadro y texto. Los resultados de la caracterización del agua de la fuente se presentaron en una tabla comparativa de lo obtenido en campo con el proporcionado por la norma. Los resultados de la propuesta de mejora se presentaron en un cuadro donde se colocaron las mejoras planteadas a cada componente del sistema de agua potable.

### **3.7. Aspectos éticos**

**Beneficencia:** Se tuvo un compromiso responsable en el aspecto social, es decir la presente investigación aportó mejorar la calidad del servicio de agua potable y por consiguiente que la población de la localidad de San

Cristóbal cuenta con una mejor vida, con la implementación de la propuesta donde se describe las acciones a realizar para la mejora de cada componente del sistema de agua existente.

**No maleficencia:** Se hizo un correcto citado de autores y trabajos de investigación para que de esta manera se garantice la autoría intelectual de los mismos, con dicha acción se tuvo el respeto hacia los autores y a la normativa empleada para fundamentar los cálculos y análisis de los datos. Además de que no se modificaron de ningún modo los componentes del sistema de agua potable durante la recolección de datos.

**Autonomía:** La recolección de datos en la presente investigación fue completamente verídico, se tuvo presente en todo momento de que los datos recopilados sean confiables y de la zona de estudio, por eso fueron proporcionados por pobladores de la localidad. Los datos obtenidos del sistema de agua no han sido influenciados de ningún modo para que de esta manera sean autónomos.

**Justicia:** Los integrantes de la presente investigación participaron en el desarrollo de la misma desde la revisión bibliográfica, toma de datos de campo y el análisis de resultados. Además, se tuvo consideración y respeto a los pobladores que proporcionaron la información como el cumplimiento de la fecha de evaluación fijada.

## IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo con cada objetivo específico definido anteriormente:

### A. REALIZAR LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA Y ESTRUCTURAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

#### FICHA DE INFORMACIÓN GENERAL

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

#### I. INVESTIGACIÓN

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

#### II. DATOS GENERALES

UBICACIÓN:

Departamento	Cajamarca	COORDENADAS UTM DE LOCALIDAD (WGS 84)			
Provincia	Cajamarca	ZONA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
Distrito	Magdalena	17M	764007.00 m	9201897.00 m	2982 msnm
Centro Poblado	Cumbico				
Localidad	San Cirstóbal				

VÍAS DE ACCESO:

TRAMO	DISTANCIA (KM)	TIEMPO (Hr)	TIPO DE VÍA	ESTADO DE VÍA
Cajamarca - San Cristóbal	24.00 Km	1 Hora	Carretera afirmada	Regular

CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS:

Tipo de clima

El clima es templado en época de verano y frío el resto del año. Las lluvias que se presentan son con intensidad moderada y fuertes.

Periodo de

Lluvias

Octubre - Marzo

Estiaje

Abril - Agosto

**CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS:**

Topografía	La localidad presenta una topografía accidentada, con pendientes pronunciadas.
Nivel freático	El nivel freático en la zona se encuentra profunda, mayor a 3m.
Tipo de suelo	El tipo de suelo en la mayor parte de la zona es conglomerado con presencia de boloneras.
Cursos de agua	La localidad no cuenta con cursos de agua cercanas, a nivel del distrito se tiene el río Jequetepeque que recorre de este a oeste.

**CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS:**

Nº Familias	31	Personas por familia	3.26	Población	101
-------------	----	----------------------	------	-----------	-----

**SITUACIÓN DE LAS CALLES:**

Tipo vía	Calles de tierra	Ancho de calle	3.00 m	Estado	Regular
----------	------------------	----------------	--------	--------	---------

**SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES**

Sistema de agua potable	SI	NO	ELECTRICIDAD	SI	NO
Sistema de disposición de excretas	SI	NO	TELEFONÍA	SI	NO

Instituciones: Institución educativa nivel inicial y primaria. Puesto de Salud. Municipalidad de Centro Poblado. Local JASS. Iglesia, Local de reuniones.

Otros servicios:

## FICHA DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

### I. INVESTIGACIÓN

**"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"**

### II. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

COMPONENTE SAP	N°	ESTADO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA IDENTIFICADO	COORDENADAS UTM WGS 84		ZONA:
				ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
CAPTACIÓN DE MANANTIAL TIPO C-1	01	R	Presenta filtraciones por las aletas y aguas abajo.	763881.00	9202197.00	2996 msnm
LÍNEA DE CONDUCCIÓN (LC)	Tramo 1	B	Solo se tiene 2.0m entre la captacion y reservorio.	763881.00	9202197.00	2996 msnm
RESERVORIO Y CASETA VÁVULAS	5.70 M3	B	No cuenta con todas las tuberías y accesorios en la caseta.	763878.00	9202194.00	2995 msnm
RED DE DISTRIBUCIÓN (RD)	Tramo 1	R	La tubería se viene obstruyendo con sarro.	763878.00	9202194.00	2995 msnm
	Tramo 2	B		763878.00	9202194.00	2995 msnm
	Tramo 3	R	La tubería se encuentra expuesto por deslizamiento de terreno.	763811.00	9202162.00	2978 msnm
	Tramo 4	B		763978.00	9201987.00	2977 msnm
	Tramo 5	B		763990.00	9201881.00	2966 msnm
VÁLVULA DE CONTROL EN RD	01	R	Tapa oxidada, válvula deteriorada y sin accesorios.	763614.00	9202294.00	2955 msnm
	02	R	Tapa oxidada, válvula deteriorada y sin accesorios.	763811.00	9202162.00	2978 msnm
	03	M	Tapa oxidada, válvula obturada y sin accesorios.	763998.00	9201837.00	2948 msnm
	04	M	Tapa oxidada, válvula obturada y sin accesorios.	763890.00	9201868.00	2959 msnm
	05	R	Tapa oxidada, válvula deteriorada y sin accesorios.	764016.00	9201645.00	2921 msnm
CONEXIONES DOMICILIARIAS	Sector 1	M	Las llaves estan enterradas y no tienen accesorios.			

Estado: Bueno (B), Regular (R), Deteriorado (D), Colapsado (C).

#### AFORO DE LAS FUENTES EXISTENTES:

FUENTE N°01	Captación N°01			Recipiente (Lt) :	4.00	Promedio	Caudal (Lt/s)
TIEMPO (s)	31.9	32.4	32.5	31.8	31.8	32.08	0.125

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Captación de Manantial Nº 01	Sello en zona de recolección	Si	1.20	0.70				
	Aletas en zona recolección	Si	1.00	0.15	0.40			Fuga por un costado de la aleta.
	Solado en zona recolección	No						
	Filtro en zona recolección	No						
	Cámara húmeda	Si	0.67	0.65	0.90	0.15		e = espesor de muros.
	Lloraderos (diámetro)	Si					2.00	Cantidad: 01
	Tapa metálica en cámara	No						Tapa de concreto de 0.90 x 0.90m.
	Ventilación en cámara	No						
	Tubería de salida	Si					2.00	
	Tubería de limpia y rebose	Si					2.00	
	Cono de rebose	No						
	Canastilla de salida	No						Tubería directa.
	Dado móvil y tapón perforado	No						
	Caja de válvula	No						
	Tapa metálica en caja	No						
	Valvula de control	No						
	Uniones universales	No						
	Vereda de protección	No						
	Cerco perimétrico	No						
	Puerta cerco perimétrico	No						
	Zanja de coronación	No						

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Línea de Conducción	Tramo 1	Si	1.5				2.00	La captación está al costado del reservorio.

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Reservorio de 5.70 M3 y Caseta de Válvulas	Tanque de almacenamiento	Si	2.05	2.05	1.36			Medidas interiores, borde libre de 0.25m. El reservorio no presenta fisuras, mas que la del tarrajeo, no se evidencia fugas de ningun tipo.
	Tapa metálica en tanque	Si	0.58	0.58				Pintura deteriorada, con bisagras.
	Ventilación en tanque	Si					2.00	Por techo del reservorio.
	Caseta de válvulas	Si	0.58	0.58	0.40	0.10		e=espesor de muro
	Tapa metálica en caseta	Si	0.58	0.58				
	Ventilación en caseta	No						
	Tubería de ingreso al tanque	Si					2.00	Ingreso posterior del reservorio.
	Control de nivel estático	No						
	Tubería de limpia y rebose	Si					2.00	Funciona similar a una cámara.
	Canastilla de salida	No						
	Válvula de ingreso	No						
	Uniones universales ingreso	No						
	Válvula de salida	Si					1.00	Por caseta de válvulas.

Reservorio de 5.70 M3 y Caseta de Válvulas	Uniones universales salida	No						
	Válvula de limpia	No						
	Uniones universales limpia	No						
	Válvula by pass	No						
	Uniones universales by pass	No						
	Gribo para tomar muestra	No						
	Vereda de protección	No						
	Dado móvil y tapón perforado	No						
	Cerco perimétrico	No						
	Puerta cerco perimétrico	No						

COMPONENTE SAP	Tramo de tubería	Material	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Red de Distribución	Tramo 1	PVC	117				3/4	Se tiene dos tramos, una de 100m de 3/4" y 20m de 3/4" de tubería expuesta por el deslizamiento de terreno. En el tramo 1 se tiene obturaciones por incrustaciones de sarro.
	Tramo 2	PVC	68				3/4	
	Tramo 3	PVC	690				3/4	
	Tramo 4	PVC	1254				3/4	
	Tramo 5	PVC	525				3/4	

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº 01 en RD	Caja de válvula	Si	0.4	0.40	0.45	0.10		Medidas interiores.
	Tapa metálica en caja	Si	0.4	0.40				Deteriorado y sin seguro.
	Válvula y accesorios	Si					3/4	Sin accesorios.
	Vereda de protección	No						

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº 02 en RD	Caja de válvula	Si	0.4	0.40	0.45	0.10		Medidas interiores.
	Tapa metálica en caja	Si	0.4	0.40				Deteriorado y sin seguro.
	Válvula y accesorios	Si					3/4	Sin accesorios.
	Vereda de protección	No						

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº 03 en RD	Caja de válvula	Si	0.4	0.40	0.45	0.10		Medidas interiores.
	Tapa metálica en caja	Si	0.4	0.40				Deteriorado y sin seguro.
	Válvula y accesorios	Si					3/4	Sin accesorios.
	Vereda de protección	No						

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº 04 en RD	Caja de válvula	Si	0.4	0.40	0.45	0.10		Medidas interiores.
	Tapa metálica en caja	Si	0.4	0.40				Deteriorado y sin seguro.
	Válvula y accesorios	Si					3/4	Válvula obturada y sin accesorios.
	Vereda de protección	No						

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº 05 en RD	Caja de válvula	Si	0.4	0.40	0.45	0.10		Medidas interiores.
	Tapa metálica en caja	Si	0.4	0.40				Deteriorado y sin seguro.
	Válvula y accesorios	Si					1/2	Sin accesorios.
	Vereda de protección	No						

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Conexiones Domiciliarias Sector Nº 01	Caja de paso	No						
	Tapa en caja de paso	No						
	Llave de paso y accesorios	Si					1/2	Enterrados y sin accesorios.
	Diámetro de tubería principal	Si					3/4	

## FICHA DE INDICADORES

Encuestador: <b>DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol</b>	Fecha: <b>Enero -2020</b>
Investigación: Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020.	

### A. CALIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

01. Características de la fuente de agua.	Mes de aforo	<b>Enero</b>	Tipo de fuente	<b>Manantial</b>	Caudal total	<b>0.125 l/s</b>
02. Conexiones prediales de agua potable.	Predios con conexión	<b>32</b>	Predios sin conexión	<b>5</b>	Número total de predios	<b>37</b>
03. Número de horas al día con servicio de agua potable.	<b>&lt; 12</b>	12 - 23	24	¿Hay sector(es) sin agua?	<b>No</b>	
04. Nivel de cloro residual libre (ppm) medido en caños.	<b>0.0</b>	0.1 - 0.3	0.4 - 0.6	0.7 - 0.8	> 0.8	Se registra <span style="margin-left: 20px;"><b>Si</b></span> <span style="margin-left: 20px;"><b>No</b></span>

- Cantidad (01), Cobertura (2), Continuidad (3), Calidad (4)

## FICHA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### B. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

01. ¿El prestador de los servicios recibió capacitación teórico y práctico para operación y mantenimiento?.	SI	<b>NO</b>	Con que institución				
02. ¿Se cuenta con manual de procedimientos o guía para la operación y mantenimiento?.	SI	<b>NO</b>	Institución que facilitó				
03. ¿Hacen el mantenimiento periódico del sistema de agua potable?.	<b>Limpieza</b>	Desinfección	Periodo	Mensual	Bimensual	Trimestral	<b>Semestral</b>
05. ¿Realizan la cloración periódica del agua que consumen?.	SI	<b>NO</b>	Periodo	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual
06. ¿Cuentan con operador para actividades de operación y mantenimiento?.	Número de operadores	<b>0</b>	Pago mensual	S/ -	Sistemas operados	SAP	SDE
07. ¿Cuáles son los principales insumos en stock para la operación y mantenimiento?.	-	-	-	-	-	-	-
08. ¿Cuáles son los principales equipos y herramientas con que se cuenta para la operación y mantenimiento?.	<b>Llaves</b>	<b>Baldes y escobas</b>					

### DIRECTIVA DEL PRESTADOR DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	Celular
Aquino Sanchez Edilben	42305455	Presidente	987031413
Minchán De La Cruz Eliceo	26611522	Secretario	
Quispe Minchan Leandro	46275408	Tesorero	
Limay Alva Vicente	41630374	Vocal 1	
Chugnas Bardales Maria Luhana	46650141	Vocal 2	

En la evaluación realizada se observó que la captación se encuentra en estado regular, el reservorio se encuentra operativo pero ineficiente, las tuberías que sirven para distribuir el agua a la población se encuentran en un estado bueno, pero con dos tramos expuestos, las conexiones domiciliarias están inoperativas y en deterioro. Por lo que se concluye que el sistema de agua potable está en estado regular e ineficiente.

Tabla N°01. REGISTRO DE ANÁLISIS FÍSICO, BACTERIOLÓGICO

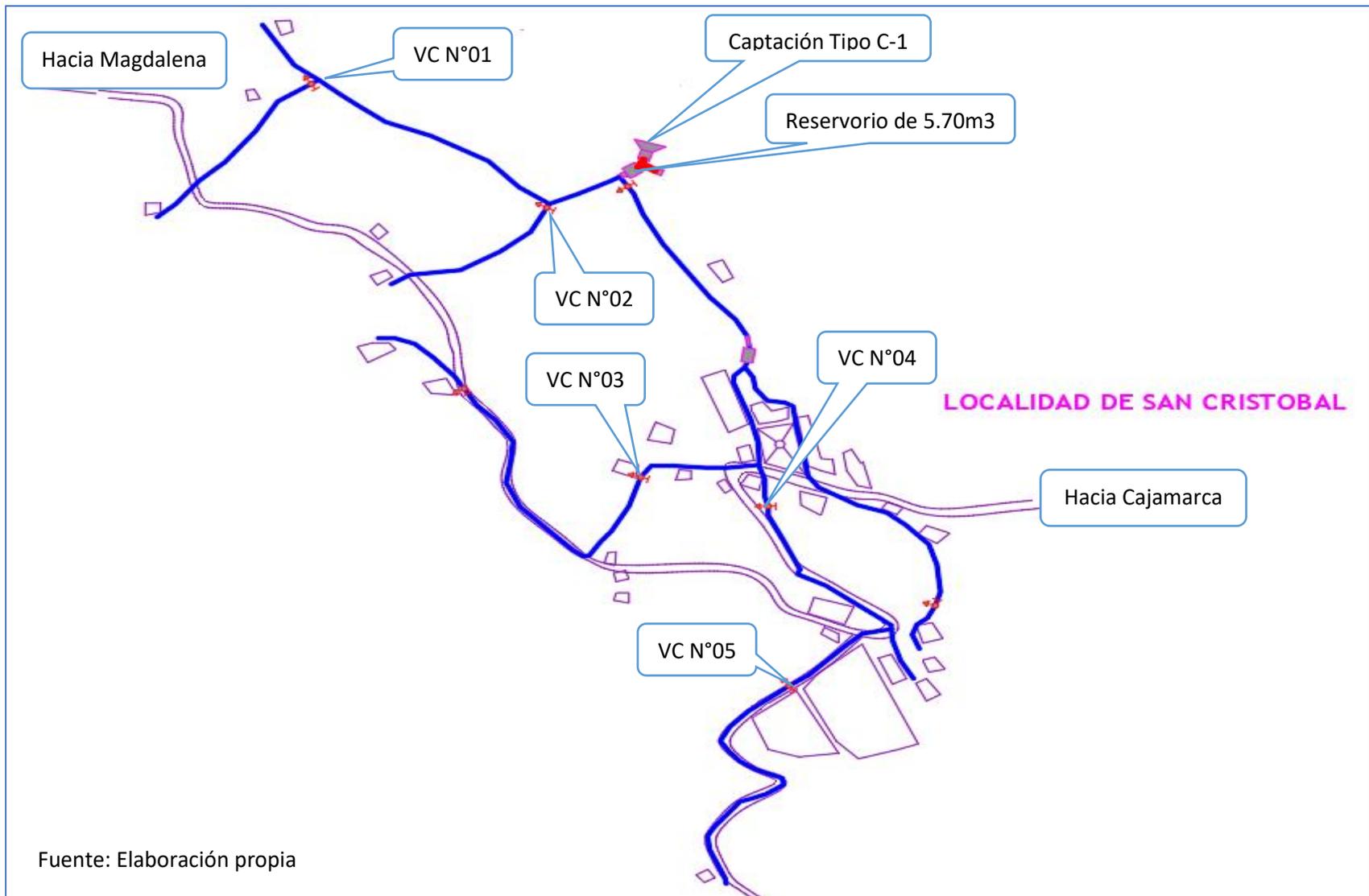
Cod. Lab.	N° Informe		Localidad	Procedencia de la Muestra	Fecha impresión	COD. LAB.	MES	ANÁLISIS FÍSICO						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	
	MIC	FQ						PH	CONDC.	S.T.D	TURB.	CLORO	T°	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
4554	4287	4291	San Cristobal	Red Pública	27/09/2018	4554	SEP	7.68	438.00	216.60	0.41	0.00	21.6	14	8
2460	2410	2045	San Cristobal	Red Pública	30/03/2019	2460	MAR	7.90	498.70	243.50	0.58	0.03	18.9	1	<1
2868	2820	2736	San Cristobal	Red Pública	17/04/2019	2868	ABR	7.91	496.80	244.80	0.52	0.11	19.9	58	<1
4334	4209	4048	San Cristobal	Red Pública	28/05/2019	4334	MAY	6.95	522.60	257.10	3.17	0.17	18.9	>200	<1
6301	6127	5314	San Cristobal	Red Pública	01/08/2019	6301	JUL	8.11	506.20	246.50	1.30	0.14	13.5	43	1.0
6524	6349	5522	San Cristobal	Red Pública	16/08/2019	6524	AGO	7.66	488.20	239.40	1.00	0.19	19.5	9	1.0
8011	7813	6809	San Cristobal	Red Pública	27/09/2019	8011	SET	7.62	533.20	277.70	0.81	0.16	18.5	100	<1
9110	8901	7764	San Cristobal	Red Pública	14/11/2019	9110	NOV	7.89	438.20	215.10	0.10	0.14	20.4	10	1.0
10326	10095	8892	San Cristobal	Red Pública	18/12/2019	10326	DIC	7.43	528.60	158.90	1.13	0.15	18.8	80	20.0
1644	1616	1458	San Cristobal	Red Pública	27/02/2020	1644	FEB	7.28	570.00	278.60	0.70	0.01	21.5	6.0	3.0
1708	1680	1522	San Cristobal	Red Pública	11/03/2020	1708	MAR	7.89	390.10	193.80	0.73	0.11	20.1	>200	40.0



Los datos que se muestran en este registro son los proporcionados por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Cajamarca, el análisis que se ha venido realizando por parte del puesto de salud de San Cristóbal. Se puede observar la variación considerable en cuanto a los coliformes totales encontrados en las muestras.

Gobierno Regional Cajamarca  
 Dirección Regional de Salud  
 Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental  
 Blgo. Jorge R. Sajazar Cabañas  
 Laboratorio de Agua y Alimentos  
 CRP N° 3511

**Fig. N°01 ESQUEMA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE SAN CRISTÓBAL**



**B. CARACTERIZAR EL AGUA DE LA FUENTE (PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO).**

**CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DE LA FUENTE**

RESPONSABLE **DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol**

FECHA **Julio - 2021**

**I. INVESTIGACIÓN**

**"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"**

**II. ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DE LA FUENTE**

Los siguientes parámetros se analizaron de acuerdo al límite máximo permisible (L.M.P) proporcionado en el reglamento de calidad de agua para consumo humano DS N°031-2010-SA y de amarillo según las ECA.

Tabla N°02. ANALISIS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA.

N°	PARÁMETRO	UND	CANT	L.M.P.	Análisis
<b>RESULTADOS QUÍMICOS</b>					
01	Plata	mg/l	<0.0100	0.01	OK
02	Aluminio	mg/l	0.023	0.2	OK
03	Arsénico	mg/l	<0.0050	0.01	OK
04	Boro	mg/l	<0.0260	1.5	OK
05	Bario	mg/l	0.0120	0.7	OK
06	Berilio	mg/l	<0.0030	0.004	OK
07	Cadmio	mg/l	<0.0020	0.003	OK
08	Cromo	mg/l	<0.0030	0.05	OK
09	Cobre	mg/l	<0.0180	2	OK
10	Hierro	mg/l	<0.0230	0.3	OK
11	Manganeso	mg/l	<0.0030	0.1	OK
12	Molibdeno	mg/l	<0.0020	0.07	OK
13	Sodio	mg/l	2.3070	200	OK
14	Niquel	mg/l	<0.0060	0.02	OK
15	Fósforo	mg/l	<0.0240	0.1	OK
16	Plomo	mg/l	<0.0040	0.01	OK
17	Antimonio	mg/l	<0.0050	0.02	OK
18	Selenio	mg/l	<0.0100	0.01	OK
19	Uranio	mg/l	<0.0040	0.015	OK
20	Vanadio	mg/l	<0.0040	0.1	OK
21	Zinc	mg/l	<0.0180	3	OK
22	Mercurio	mg/l	<0.0002	0.001	OK
<b>RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS</b>					
23	Fluoruro	mg/l	0.06	1	OK
24	Cloruro	mg/l	0.531	250	OK
25	Nitrito	mg/l	<0.0500	0.2	OK
26	Nitrato	mg/l	0.792	50	OK
27	Sulfato	mg/l	2.343	250	OK
28	Turbidez	UNT	0.6	5	OK
29	Ph a 25°C	pH	7.09	6.5-8.5	OK
30	Conductividad a 25°C	uS/cm	640	1500	OK
31	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	361.5	1000	OK
32	Dureza Total	mg/l	270.6	500	OK
33	Cianuro Total	mg/l	<0.0020	0.005	OK
<b>RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS</b>					
28	Coliformes Totales	NMP/100ml	920	50	Mayor al LMP
29	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	39	0	Mayor al LMP

**C. DETERMINAR EL GRADO DE SATISFACCIÓN DE LA JASS CON RESPECTO AL SERVICIO DE AGUA POTABLE ACTUAL.**

**GRADO DE SATISFACCIÓN**

RESPONSABLE **DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol**

FECHA **Enero - 2020**

**I. INVESTIGACIÓN**

**"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"**

**II. CUADRO DE INDICADORES**

**INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO.**

N°	INDICADOR	UND.	CALIFICACIÓN					
			Bien	%	Riesgo	%	Mal	%
1	CANTIDAD DE AGUA	l/s.	≥ Qmd	13	-	-	< Qmd	0
2	COBERTURA DEL SERVICIO	%.	≥ 80%	8	20 - 60%	4	< 20%	0
3	CONTINUIDAD DEL SERVICIO	Hr/dia.	24	12	[12 - 23]	4	< 12	0
4	CALIDAD DEL AGUA (*)	ppm.	0.4 - 0.6	17	0.2 - 0.3	8	Otro	0
5	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	und.	15	20	<6 - 14]	8	<6	0

(\*) Cloración.

Σ = 70 (\*\*)

(\*\*) La infraestructura y la operación y mantenimiento representan un 70% de la calidad del servicio. El 30% corresponde a la administración del servicio.

**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

N°	DESCRIPCIÓN	UND.	CALIFICACIÓN					
			Bien	valor	Riesgo	valor	Mal	valor
1	Capacitación en OyM.	-	Si	1	-	-	No	0
2	Manuales para OyM.	-	Si	1	-	-	No	0
3	Mantenimiento del SAP.	mes	≤ 3	3	<3 - 6]	2	> 6	0
4	Tratamiento del agua.	mes	≤ 1	4	<1 - 2]	2	Otro	0
5	Operador para actividades de OyM.	und.	≥ 1	2	-	-	0	0
6	Insumos para OyM.	und.	> 5	2	<3 - 5]	1	≤ 3	0
7	Equipo y Herramientas para OyM.	und.	> 5	2	<3 - 5]	1	≤ 3	0

Σ = 15

Σ = 6

**III. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

**Tabla N°05. RESULTADOS DE INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO.**

N°	INDICADOR	UND.	RESUL.	CONDICIÓN	% ASIGNADO	CALIFICACIÓN
1	CANTIDAD DE AGUA	l/s.	0.125	≥ 0.080	13	Bien
2	COBERTURA DEL SERVICIO	%.	86.49	≥ 80%	8	Bien
3	CONTINUIDAD DEL SERVICIO	Hr/dia.	12	[12 - 23]	4	Riesgo
4	CALIDAD DEL AGUA	ppm.	0.00	0	0	Mal
5	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	und.	2	< 6	0	Mal

Σ = 25

**Tabla N°06. RESULTADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

N°	DESCRIPCION	UND.	RESUL.	CONDICIÓN	% ASIGNADO	CALIFICACIÓN
1	Capacitación en OyM.	-	No	No	0	Mal
2	Manuales para OyM.	-	No	No	0	Mal
3	Mantenimiento del SAP.	mes	6	<3 - 6]	2	Riesgo
4	Tratamiento del agua.	mes	No	Otro	0	Mal
5	Operador para actividades de OyM.	und.	0	0	0	Mal
6	Insumos para OyM.	und.	0	≤ 3	0	Mal
7	Equipo y Herramientas para OyM.	und.	2	≤ 3	0	Mal
					Σ =	2

- En operación y mantenimiento se obtuvo un puntaje de 2 de un total de 15.
- La calificación de la operación y mantenimiento se obtuvo Mal.
- En calidad del servicio de agua potable se obtuvo un porcentaje de 25% de un total de 70%.
- La calificación de la calidad del servicio se obtuvo que se encuentra en Riesgo.

#### IV. PROPUESTA DE MEJORA

**Tabla N°07. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN CALIDAD DEL SERVICIO**

N°	INDICADOR	ACCIONES DE MEJORAMIENTO
1	CANTIDAD DE AGUA	- No requiere mejora.
2	COBERTURA DEL SERVICIO	- Completar las conexiones domiciliarias faltantes.
3	CONTINUIDAD DEL SERVICIO	- Identificar el problema que ocasiona las pocas horas de servicio, ya que según los cálculos se cuenta con suficiente caudal para la población.
4	CALIDAD DEL AGUA	- Instalación de un sistema de cloración.
5	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	- Capacitar en OyM, entregar manuales en OyM, realizar la programación adecuada para efectuar el mantenimiento, capacitación en cloración, nombrar un operador para el servicio, entregar insumos, equipos y herramientas para la OyM.

En la evaluación realizada a las actividades que se hacen en operación & mantenimiento del sistema de agua potable, se observó que no se viene ejecutando dichas actividades ya que no cuentan con insumos y equipos, además de no tener capacitación, ni manuales. El valor obtenido por el OyM fue de 2 de un total de 5 concluyéndose que esta actividad es deficiente.

En el cuadro de indicadores de la calidad del servicio de agua potable, se obtuvo como resultado un puntaje de 25 como el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio actual, notándose así las deficiencias que presenta.

**D. ELABORAR EL DISEÑO HIDRÁULICO DE CADA COMPONENTE CON QUE CUENTA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

**CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO**

RESPONSABLE **DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol**

FECHA **Enero - 2020**

**I. INVESTIGACIÓN**

**"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"**

**II. DATOS DE DISEÑO (Tabla N°08)**

DESCRIPCION	CANT	UND	FUENTE
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	0.29	%	INEI - CPV 2007: Indicadores.
DENSIDAD POLACIONAL	3.26	hab/viv.	Padron de asociados JASS.
NÚMERO DE VIVIENDAS	31	Viv.	Padron de asociados JASS.
PERIODO DE DISEÑO	20	Años.	RM-192-2018- Vivienda

**III. PARÁMETROS DE DISEÑO**

**DOTACION DE AGUA**

REGION	DOTACION (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

**DOTACIÓN SELECCIONADA:**

**50 l/hab.d**

Fuente: RM-192-2018 Vivienda

**IV. CALCULO DEL CONSUMO NO DOMESTICO**

Formula de cálculo de caudal:

$$Q = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación} \times \text{Horas de consumo}}{86400 \times 24}$$

**4.1. CONSUMO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS: (Tabla N°10)**

CANT	DESCRIPCION	N° ALUM.	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/pers.d)	Q. CONSUMO (l/s)
01	I.E. Primaria	66	6	20	0.00382
01	<b>CONSUMO TOTAL (Qie):</b>				<b>0.00382</b>

Nivel	Total	
	H	M
Primaria	31	35

Fuente: ESCALE MINEDU

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: RM-192-2018-Vivienda

**4.2. CONSUMO DE CENTRO DE REUNIONES: (Tabla N°11)**

CANT	DESCRIPCION	N° ASIENTOS	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/asnt.d)	Q. CONSUMO (l/s)
01	Auditorio de reuniones.	100	4	3	0.00058
01	Local JASS.	40	3	3	0.00017
02				<b>CONSUMO TOTAL (Qie):</b>	<b>0.00058</b>

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Fuente: RNE - IS.010.

**4.3. CONSUMO DE OFICINAS Y SIMILARES: (Tabla N°12)**

CANT	DESCRIPCION	Área (m2)	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/m2.d)	Q. CONSUMO (l/s)
01	Municipalidad de Centro Poblado	30	5	6	0.00043
01				<b>CONSUMO TOTAL (Qie):</b>	<b>0.00043</b>

i) La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local.

Fuente: RNE - IS.010.

**4.4. CONSUMO DE IGLESIAS, CAPILLAS Y SIMILARES: (Tabla N°13)**

CANT	DESCRIPCION	N° ASIENTOS	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/asnt.d)	Q. CONSUMO (l/s)
01	Iglesia	50	2	1	0.00005
01				<b>CONSUMO TOTAL (Qie):</b>	<b>0.00005</b>

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Fuente: RNE - IS.010.

**4.5. CONSUMO DE CLÍNICAS, POSTA MÉDICA Y HOSPITALES: (Tabla N°14)**

CANT	DESCRIPCION	N° Consultorios	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/Consul.d)	Q. CONSUMO (l/s)
01	Puesto de Salud	1	6	500	0.00145
01				<b>CONSUMO TOTAL (Qie):</b>	<b>0.00145</b>

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización.	600 L/d por cama.
Consultorios médicos.	500 L/d por consultorio.
Clínicas dentales.	1000 L/d por unidad dental.

Fuente: RNE - IS.010.

#### 4.6 RESUMEN DE CONSUMO NO DOMESTICO (Tabla N°15)

CANT	DESCRIPCION	Q. CONSUMO (l/s)
01	INSTITUCION EDUCATIVA	0.00382
02	CENTRO DE REUNIONES	0.00058
01	OFICINA Y SIMILARES	0.00043
01	IGLESIAS, CAPILLAS Y SIMILARES	0.00005
01	CLINICAS, POSTA MEDICA Y HOSPITALES	0.00145
6	<b>Qnd:</b>	<b>0.00633</b>

#### IV. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DOMÉSTICO (Tabla N°16)

ECUACIÓN	DESCRIPCIÓN	DATO	CANT	UND
$Pa = Dens. \times N^{\circ} viv.$	Número de habitantes por vivienda	Dens:	3.26	Hab/viv.
	Cantidad de viviendas	N° Viv:	31	Viv.
$Cd = \frac{Pa \times Dot.}{86400} l/s$	<b>Población actual</b>	<b>Pa:</b>	<b>101</b>	<b>Hab.</b>
	Dotación	Dot:	50	l/hab.d
	<b>Consumo doméstico</b>	<b>Cd:</b>	<b>0.05845</b>	<b>l/s.</b>

#### V. CALCULO DEL CAUDAL PROMEDIO (Tabla N°17)

Fórmula para el cálculo de población futura:

$$Pf = Pa \times \left(1 + \frac{r \times t}{100}\right)$$

Fuente: RM-192-2018-Vivienda

Fórmula para el cálculo de caudal promedio:

$$Qp = \frac{Dot. \times Pf}{86400}$$

Fuente: RM-192-2018-Vivienda

Pa (hab.)	r (%)	t (años)	Pf (hab.)	Dot. (l/hab.d)	Qp (l/s)
101	0.29	20	<b>107</b>	50	<b>0.06192</b>

#### V. CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DIARIO Y CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Fórmula para calcular el caudal máximo diario:

$$Qmd = 1.3 \times Qp$$

Fuente: RM-192-2018-Vivienda

Fórmula para calcular el caudal máximo horario:

$$Qmh = 2.0 \times Qp$$

Fuente: RM-192-2018-Vivienda

Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
<b>0.06192</b>	<b>0.08050</b>	<b>0.12384</b>

CAUDAL DE DISEÑO	COMPONENTE
Qp	Reservorio
Qmd	Captación
Qmh	Tubería de aducción
	Tuberías de distribución

## CALCULO HIDRÁULICO DE CAPTACION DE MANANTIAL DE LADERA

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

### I. INVESTIGACIÓN

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

### II. DISEÑO HIDRAULICO

Q max fuente =	0.188	l/s
Qmd =	0.125	l/s

#### 2.1. Diseño de longitud desde la fuente hasta el muro de la cámara (L)

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1.56}}$$

Para H =	0.40	m	(asumido)
g =	9.81	m/s <sup>2</sup>	

Donde :

H : Altura de agua

g : Gravedad

Reemplazando datos :

V =	2.24 m/s	> 0.6 m/s
-----	----------	-----------

La recomendación es que la velocidad sea menor a 0.6 m/s, por lo que asumimos :

- Velocidad asumido :

$$V = 0.60 \text{ m/s}$$

- Determinación de la carga requerida (ho) para la velocidad asumida.

$$h_o = 1.56 \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

V =	0.60	m/s
g =	9.81	m/s <sup>2</sup>

Entonces:

- Determinación de Perdida de Carga (Hf) según la ecuación:

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

H =	0.40	metros	(asumido)
h <sub>o</sub> =	0.029	metros	

Entonces:

H <sub>f</sub> =	0.37 m
------------------	--------

- Calculo de L:

$$L = H_f / 0.30$$

Entonces:

L =	1.24 m
-----	--------

## 2.2. Calculo de Ancho de la Pantalla (b)

### - Calculo del Area del tubo de ingreso (A)

$$A = Q_{\max} / (C_d \cdot V)$$

Donde:

Q<sub>max</sub>: Caudal maximo de la fuente

C<sub>d</sub>: Coeficiente de descarga

V: Velocidad de pase

Q <sub>máx</sub> =	0.19	l/s
C <sub>d</sub> =	0.80	
V =	0.60	m/s

Entonces:

<b>A =</b>	0.0004	m <sup>2</sup>
------------	--------	----------------

### - Calculo del Diametro del Orificio (D):

$$D_{CALC} = (4 \cdot A / \pi)^{1/2}$$

Entonces:

$$D_{calc} = 0.9 \text{ ''}$$

$$D_{calc} = 1.0 \text{ ''} \quad \text{Redondeando}$$

Se recomienda usar como diametro máximo 2", si se requiere diámetro mayor entonces aumentar la cantidad de orificios (NA).

### - Determinación de la cantidad de Orificios (NA)

$$NA = D_{CALC}^2 / D_{(ASUMIDO)}^2 + 1$$

Donde:

$$D_{calc} = 2.54 \text{ cm}$$

Para diametros asumidos:

$D_{(1'')} = 2.54 \text{ cm}$	==>	NA = 2.0
$D_{(1\ 1/2'')} = 3.81 \text{ cm}$	==>	NA = 1.4
$D_{(2'')} = 5.08 \text{ cm}$	==>	NA = 1.0

Luego:

$$D_{(2'')} = 5.08 \text{ cm} \quad (\text{Asumido})$$

Entonces:

<b>NA =</b>	<b>1.0</b>	<b>orificio de 2"</b>
-------------	------------	-----------------------

### - Determinación del ancho "b".

$$b = 2(6 \cdot D) + NA \cdot D + 3 \cdot D (NA - 1)$$

Donde:

$$D_{(2'')} = 5.08 \text{ cm}$$

Entonces:

$$b = 66.04 \text{ cm}$$

Asumidos:

$$b = 0.66 \text{ m}$$

## 2.3. Determinación de la altura de la cámara (Ht)

$$H_t = F + G + H + I + J$$

Donde:

F: Elevación requerida que permite sedimentar de la arena	=	10.00 cm	(minimo)
G: Diámetro de canastilla entre dos	=	3.81 cm	
H: Desnivel entre el tubo de ingreso y el nivel de agua en la cámara	=	5.00 cm	(minimo)
I: Borde libre (de 10 cm a 30 cm)	=	30.00 cm	
J: Altura de almacenamiento en cámara	=	40.00 cm	

Carga necesaria (H) definido por:

$$H = 1,56 \cdot Q_{md} / (2 \cdot g \cdot A_c^2)$$

Donde:

Qmd =	0.00013	m <sup>3</sup> /s
Ac =	0.00114	m <sup>2</sup>
g =	9.81	m/s <sup>2</sup>

Entonces:

H =	0.001	m
-----	-------	---

Asumidos:

H =	0.30	m
-----	------	---

 (minimo)

Finalmente :

$$H_t = 78.81 \text{ cm}$$

Entonces se considerara :

Ht =	0.80 m
------	--------

#### 2.4. Cálculo de dimensiones de canastilla.

- **Diámetro de tubo de conducción (Dc)**

Dc =	2	pulg
------	---	------

- **Diámetro de Canastilla:**

Se estima que debería ser 2 veces Dc

Entonces:

Dcanastilla =	4	pulg
---------------	---	------

- **Largo de Canastilla:**

Tiene que ser como máximo 3 . Dc

3.Dc =	15.24	cm
--------	-------	----

Y como mínimo 6 . Dc

6.Dc =	30.48	cm
--------	-------	----

Finalmente:

L Canastilla =	20 cm
----------------	-------

#### 2.5. Tubo de limpia y rebose.

El tubo de rebose debe ir conectado al tubo de limpia, y deberían ser de diámetro igual.

Con esto se realizará la limpieza fácilmente de la cámara simplemente sacando el tubo de rebose.

$$D = 0.71 * Q^{0.38} / h_f^{0.21}$$

Donde:

Q =	0.1875	l/s
hf =	0.015	m/m

Entonces:

D =	0.91	pulgada
-----	------	---------

Asumidos:

D =	1.00	pulgada
-----	------	---------

Se tendrá en cuenta un diámetro mínimo de 2":

2.0 " x 3.0 "

## CALCULO HIDRÁULICO DE RESERVORIO

RESPONSABLE DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA Enero - 2020

### I. INVESTIGACIÓN

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

### II. DATOS DE DISEÑO (Tabla N°18)

DESCRIPCION	CANT	UND	FUENTE
CAUDAL PROMEDIO ANUAL	0.06192	l/s	Cálculo de caudales.
FACTOR DE REGULACIÓN	25	%	RM-192-2018- Vivienda
PERDIDAS EN EL SISTEMA	25	%	RM-192-2018- Vivienda

### III. RESULTADOS

#### 3.1. VOLUMEN DE RESERVORIO (Tabla N°19)

Formula de cálculo de volúmen de regulación: Donde:

Cálculo de volúmen de reserva:

$$V_{reg} = Q_{pr} \times 86.4 \times Fr \qquad Q_{pr} = \frac{Q_p}{1 - \text{Perdidas}} \qquad V_{res} = V_{reg} \times T/24$$

N°	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND
01	Consumo promedio anual.	Qp	0.06192	litros/segundo
02	Consumo promedio de reservorio	Qpr	0.08256	litros/segundo
03	Factor de regulación.	Fr	25	%
04	<b>Volúmen de regulación.</b>	<b>Vr</b>	<b>1.78</b>	<b>m3</b>
06	Periodo para reservar de 2 a 4 horas.	T	4.00	Horas
07	<b>Volúmen de reserva.</b>	<b>Vres</b>	<b>0.30</b>	<b>m3</b>
<b>Volúmen Total de Reservorio.</b>		<b>Vt</b>	<b>2.08</b>	<b>m3</b>

#### 3.2. VERIFICACIÓN DE RESERVORIO EXISTENTE

PARA LA VERIFICACIÓN DEL VOLUMEN DE RESERVORIO SE TENDRA EN CUENTA QUE:

$$Volúmen \text{ Existente} \geq Volúmen \text{ Calculado}$$

$$5.70 \text{ m3} \geq 2.08 \text{ m3} \quad \text{OK}$$

#### 3.3. VERIFICACIÓN DE TIEMPO DE LLENADO

EL TIEMPO DE LLENADO SE DEBERÁ CONSIDERAR EN UN MÁXIMO DE 8HR Y SE TENDRÁ EN CUENTA QUE:

Caudal de la fuente: 0.1250 l/s

Caudal promedio reservorio: 0.0826 l/s

$$Tiempo = \frac{Volúmen \text{ de reservorio}}{3.6/Q_{verificación}}$$

Caudal para verificación: 0.1250 l/s

Volúmen para verificación: 5.70 m3

$$T = 12.67 \text{ Horas}$$

## DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA CRP TIPO 7

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

### I. INVESTIGACIÓN

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

### I. DETERMINACIÓN DE ALTURA DE CÁMARA CRP TIPO 7 (Ht).

El cálculo se realizará con la ecuación:

$$H = (1.56 * Q_{mh}^2) / (2 * g * A^2)$$

$$Ht = A + H + B.L$$

**Datos:**

$g =$	<b>9.81</b>	metros/s <sup>2</sup>
$A =$	<b>10</b>	centímetros
$B.L =$	<b>40</b>	centímetros
$Dc =$	<b>0.75</b>	pulgada
$Q_{mh} =$	<b>0.50</b>	lt/s

*Aceleración de gravedad.*

*Altura mínima de 10 centímetros para sedimentar la arena.*

*Borde libre mínimo.*

*Diámetro del tubo del ramal principal.*

*Consumo máximo horario.*

**Resultados:**

$$A = 0.0003 \text{ m}^2$$

$$H = 25.00 \text{ cm}$$

$$H = \mathbf{40.00} \text{ cm}$$

$$Ht = 90.00$$

$$H_{tdiseño} = \mathbf{0.90} \text{ m}$$

*Area del tubo de salida a la red  $A = \pi * Dc^2 / 4$ .*

*Altura requerida para que el agua fluya por el tubo de salida.*

*Mínima altura de agua asumida.*

*$Ht = A + B.L + H$*

*Total de altura diseñado.*

## II. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DE LA BASE DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7 (a, b).

- . Se tendrá en cuenta las consideraciones siguientes:
- . El periodo de descarga de agua de la cámara.
- . La cantidad de agua que puede almacenar la cámara CRP es determinado por la multiplicación del area de la base por la altura del agua , cuya unidad es en metros cúbicos.

### 2.1. Determinación del periodo de descarga del agua (H).

#### Datos:

$A =$	10.00 cm	Desnivel del piso hasta la canastilla.
$H =$	40.00 cm	Carga de agua para la facilidad de paso de flujo a la red.
$HT =$	50.00 cm	Desnivel desde la losa de fondo hasta el nivel de cono de rebose $HT = A+H$ .
$D_c =$	0.75 pulg	Diámetro de tubería principal de la red.
$A_o =$	0.0003 m <sup>2</sup>	Área del tubo de la salida a la red.
$C_d =$	0.80 adimensional	Coefficiente de descarga : tubo circular $C_d = 0.8$
$g =$	9.81 m/s <sup>2</sup>	Aceleración de la gravedad
$a =$	1.00 m	Lado mayor interior de la cámara (asumido)
$b =$	0.60 m	Lado menor interior de la cámara (asumido)

#### Resultados:

$A_b =$	0.60 m <sup>2</sup>	Área de la losa de fondo interior; $A_b = a^{*b}$
$t =$	751.44 seg	Periodo de descarga de la altura H a la red.
$t =$	12.52 min	$t = ((2*A_b)*(H^{0.5}))/((C_d*A_o*(2g)^{0.5}))$
$V_{máx} =$	0.30 m <sup>3</sup>	$V_{máx} = \text{volumen máximo teniendo en cuenta HT.}$ $V_{máx} = A_b * HT$

dimensionamiento de la CRP7:

**L.A.H 1 x 0.6 x 0.9 m**

### III. MEDIDAS DE CANASTILLA.

Se debe tener en consideración que la canastilla debe ser el doble del diámetro del tubo que sale a la red ( $D_c$ ); además el área total de orificios ( $A_t$ ), debe ser dos veces el área del tubo de la red principal; por otro lado el largo de la canastilla debe estar entre 3 veces el  $D_c$  y 6 veces el  $D_c$ .

**Datos:**

$D_c =$	<input type="text" value="3/4"/>	pulg	Diámetro del tubo de salida a la red.
$AR =$	<input type="text" value="5"/>	milímetros	Medida del ancho de orificio
$LR =$	<input type="text" value="7"/>	milímetros	Medida del largo de orificio

**Resultados:**

$D_{Canastilla} =$	1.5	pulg	Diámetro de la canastilla ; $D_{canastilla} = 2 * D_c$
$L1 =$	5.715	centímetros	$L1 = 3 \text{ veces el } D_c$
$L2 =$	11.43	centímetros	$L2 = 6 \text{ veces el } D_c \quad 3 \text{ veces } D_c < L < 6 \text{ veces } D_c$
<b><math>L \text{ diseño} =</math></b>	<input type="text" value="15"/>	<b>centímetros</b>	Largo calculado de canastilla
$Ar =$	35	mm <sup>2</sup>	Área del orificio ; $Ar = AR * LR$
$Ac =$	0.0003	m <sup>2</sup>	Área del tubo de salida $A = \pi * D^2 / 4$
$At =$	0.001	m <sup>2</sup>	Área total de orificios ; $At = 2 * Ac$
$Ag =$	0.009	m <sup>2</sup>	Área de la sección lateral de canastilla; $Ag = 0.5 * \pi * D_c * L \text{diseño}$
$NR =$	16.29		
<b><math>NR =</math></b>	<input type="text" value="17"/>	<b>Cantidad de orificios de canastilla</b>	

### IV. CÁLCULO DE TUBERÍA DE LIMPIA Y REBOSE.

El cálculo se realizará con la ecuación  $D = (0.71 * Q^{0.38}) / hf^{0.21}$ , las dos tuberías deben ser del mismo diámetro y estar conectados entre si.

**Datos:**

$Q_{mh} =$	<input type="text" value="0.50"/>	lt/s	Consumo máximo horario.
$hf =$	<input type="text" value="0.015"/>	m/m	Pérdida de Carga Unitaria.

**Resultados:**

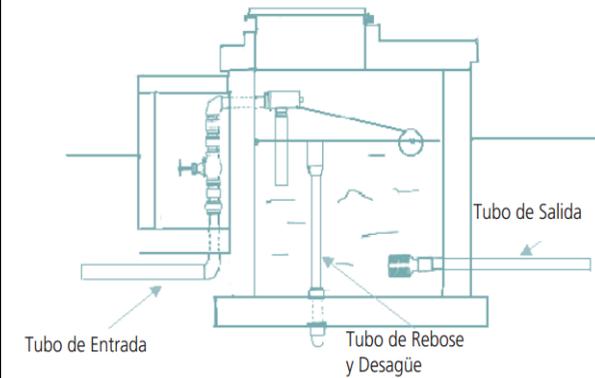
$D =$	1.32	pulgadas	Diámetro del tubo de limpia y rebose en pulgadas.
-------	------	----------	---

**$D =$**   **pulgadas**

**El cono para el rebose tendrá dimensiones de 2 x 3 pulgadas.**

**V. MEDIDAS DE DISEÑO DE LA CÁMARA CRP TIPO 7. (Tabla N°20)**

<i>DESCRIPCION</i>	<i>Valores Calculados</i>	<i>Valores de Diseño</i>	<i>unidad</i>
<b>1. Altura de la cámara CRP tipo 7 (Ht)</b>	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	<i>metros</i>
<b>2. Medidas de la sección interior de la cámara.</b>	<b>1 x 0.6 x 0.9 m</b>		<i>metros</i>
<b>2.1. Tiempo que demora en descargar el agua de la cámara.</b>	<b>12.52</b>		<b>minutos</b>
<i>Altura de agua total HT.</i>	50.00	50.00	<i>centímetros</i>
<i>Desnivel entre la losa de fondo y la canastilla.</i>	10.00	10.00	<i>centímetros</i>
<b>2.2 Diámetro de la canastilla.</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<i>pulgadas</i>
<i>Largo de la canastilla "L".</i>	15.00	15	<i>centímetros</i>
<i>Cantidad de orificios en la canastilla "NR".</i>	17.00	17	<i>unidades</i>
<b>2.3 Diámetro del tubo de limpia y rebose.</b>	<b>2.00</b>	<b>2</b>	<i>pulgadas</i>
<i>Medidas del cono.</i>	<b>2x3</b>		<i>pulgadas</i>



## DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

### I. INVESTIGACIÓN

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

### II. CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE ADUCCIÓN. (Tabla N°21)

Ecuación de Hazen y Williams:

$$Q = 0.0004264 \times C \times D^{2.64} \times hf^{0.54}$$

Ecuación de velocidad:

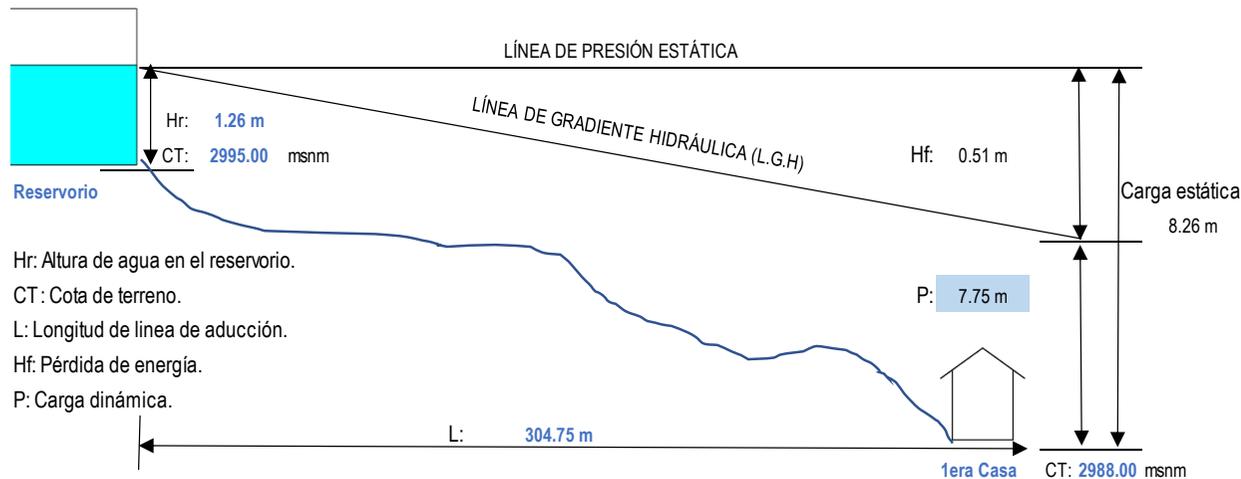
$$V = 1.9735 \times (Q/D^2)$$

Ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2 * g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2 * g + H_f$$

La carga estática no debe exceder al 75% de la presión proporcionada por el fabricante..

Tramo		Cota (msnm)		Long. L (m)	C (pie1/2/sg)	Qmh (Lt/sg)	Desnivel H (m)	hf (H/L) (m/km)	Diám. (pulg)	Veloc. (m/sg)	Diám. Com. (pulg)	Diám. Int. (mm)	hf (m/m)	Hf (m)	V (m/sg)	S (m/km)	Cota Piezom.	P (Abajo) (m)
Arriba	Abajo	Arriba	Abajo															
Reservorio	1era Casa	2996.26	2988.00	304.75	150	0.124	8.26	27.10	0.65	0.57	1.00	29.40	0.0017	0.51	0.24	1.67	2995.75	7.75



Hr: Altura de agua en el reservorio.

CT: Cota de terreno.

L: Longitud de línea de aducción.

Hf: Pérdida de energía.

P: Carga dinámica.

CONSIDERACIONES SEGÚN RM N°192-2018-Vivienda:

Diámetro mínimo:

1.00 " ≤ 1.00 " OK

Velocidades:

0.60 m/s < 0.24 m/s < 3.00 m/s Recalcular

Carga dinámica:

1.0 m ≤ 7.75 m OK

Carga estática:

50 m ≥ 8.26 m OK

## CÁLCULO HIDRÁULICO Y MODELAMIENTO DE LA RED DISTRIBUCIÓN

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

### I. INVESTIGACIÓN

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

### II. CÁLCULO DE CAUDALES POR TRAMOS (Tabla N°22)

**CÁLCULO DEL CAUDAL PROMEDIO UNITARIO:**

Fórmula:

Qmh: Consumo máximo horario en litros/segundo.

Caudal Máx. Horario	Población Futura	Caudal Unitario
0.124	107	0.00116

$$Qu = Qmh/Pf$$

Qu: Consumo unitario en litros/segundo/hab.

Pf: Población futura en hab.

Tramo		N° Viv.	Dens. Pobl. (hab./viv.)	Pobl. Actual (hab.)	Coef. Crecim. (%)	Periodo (años)	Pobl. Futura. (hab.)	Caudal. Unit. (l/s/hab)	Caudal Máximo Horario. (l/s)
Inicio	Final								
R1	P1	0	3.26	0.00	0.29	20	0.00	0.00116	0.0000
P1	P2	0	3.26	0.00	0.29	20	0.00	0.00116	0.0000
P2	P3	2	3.26	6.52	0.29	20	6.89	0.00116	0.0080
P2	P4	0	3.26	0.00	0.29	20	0.00	0.00116	0.0000
P4	P5	1	3.26	3.26	0.29	20	3.45	0.00116	0.0040
P4	P6	2	3.26	6.52	0.29	20	6.89	0.00116	0.0080
P1	P7	0	3.26	0.00	0.29	20	0.00	0.00116	0.0000
P7	P8	1	3.26	3.26	0.29	20	3.45	0.00116	0.0040
P8	P9	5	3.26	16.29	0.29	20	17.24	0.00116	0.0200
P9	P10	3	3.26	9.77	0.29	20	10.34	0.00116	0.0120
P7	P11	3	3.26	9.77	0.29	20	10.34	0.00116	0.0120
P11	P12	3	3.26	9.77	0.29	20	10.34	0.00116	0.0120
P12	P13	3	3.26	9.77	0.29	20	10.34	0.00116	0.0120
P13	P14	2	3.26	6.52	0.29	20	6.89	0.00116	0.0080
P11	P15	1	3.26	3.26	0.29	20	3.45	0.00116	0.0040
P15	P16	1	3.26	3.26	0.29	20	3.45	0.00116	0.0040
P16	P17	2	3.26	6.52	0.29	20	6.89	0.00116	0.0080
P16	P18	1	3.26	3.26	0.29	20	3.45	0.00116	0.0040
P18	P19	1	3.26	3.26	0.29	20	3.45	0.00116	0.0040
		<b>31</b>		<b>101</b>			<b>107</b>		<b>0.124</b>

#### CONSIDERACIONES PARA EL MODELAMIENTO DE LAS REDES:

<p>Diámetro mínimo de tuberías: Dmin = 20 mm (3/4")</p> <p>Velocidades: 0.60 &lt; Vel. &lt; 3.00 (m/s)</p> <p>Presiones: Presión mínima: 5.00 m Presión estática: 60.00 m</p>	<p>Especificaciones para análisis: Ecuación de Hazen y Williams. <math>Q = 0.0004264 \times C \times D^{2.64} \times hf^{0.54}</math></p> <p>Tubería: Tub. PVC C= 150</p> <p>Velocidad: <math>V = 1.9735 \times (Q/D^2)</math></p>	<p>Cálculos:</p> <p><math>C.P (Inicio) = C.P (Final anterior)</math></p> <p><math>C.P (Final) = C.P (Inicio) - Hf</math></p> <p>C.P. : Cota Piezométrica.</p> <p><math>Presión = Cot. Piez. - Cot. Terr.</math></p>
---	--	---

**II. DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES Y DIÁMETROS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE (Tabla N°23)**

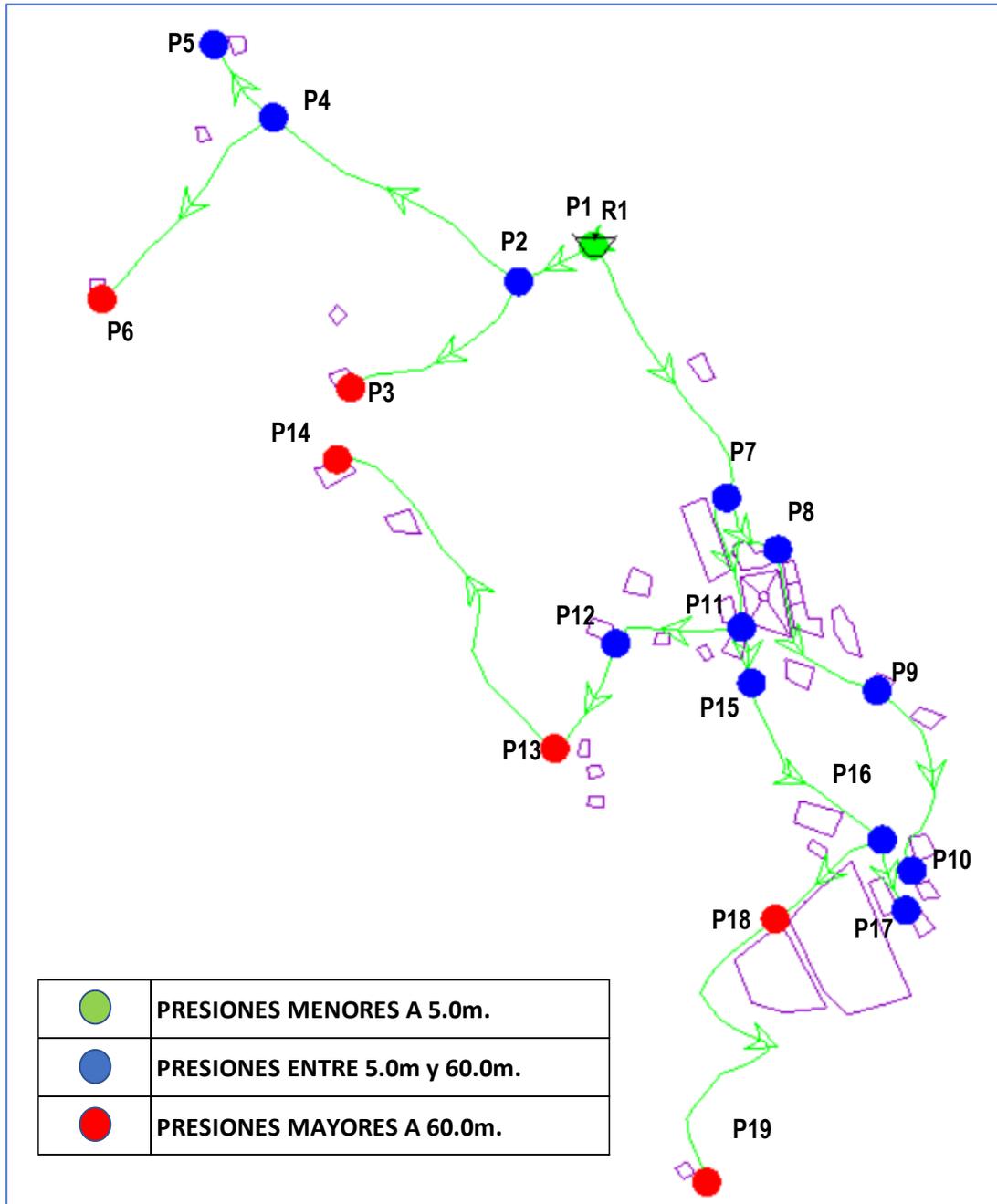
Tramo		Qmh. (l/s)	Caud. Dis. (l/s)	Long. (m)	Diám. (pulg)	Veloc. (m/s)	hf (m/m)	Hf (m)	Cota Piez. (m)		Cota Terr. (m)		Presión (m)	
Inicio	Final								Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
R1	P1	0.0000	0.1240	1.62	0.75	0.43	0.0139	0.023	2996.26	2996.24	2995.00	2995.00	1.26	1.24
P1	P2	0.0000	0.0200	66.88	0.75	0.07	0.0005	0.032	2996.24	2996.21	2995.00	2978.00	1.24	18.21
P2	P3	0.0080	0.0080	169.01	0.75	0.03	0.0001	0.015	2996.21	2996.20	2978.00	2924.00	18.21	72.20
P2	P4	0.0000	0.0120	240.07	0.75	0.04	0.0002	0.044	2996.21	2996.17	2978.00	2955.00	18.21	41.17
P4	P5	0.0040	0.0040	77.17	0.75	0.01	0.0000	0.002	2996.17	2996.17	2955.00	2942.00	41.17	54.17
P4	P6	0.0080	0.0080	204.10	0.75	0.03	0.0001	0.018	2996.17	2996.15	2955.00	2897.00	41.17	99.15
P1	P7	0.0000	0.1040	238.32	0.75	0.36	0.0100	2.392	2996.24	2993.85	2995.00	2986.00	1.24	7.85
P7	P8	0.0040	0.0360	64.81	0.75	0.13	0.0014	0.091	2993.85	2993.76	2986.00	2988.00	7.85	5.76
P8	P9	0.0200	0.0320	155.40	0.75	0.11	0.0011	0.176	2993.76	2993.58	2988.00	2971.00	5.76	22.58
P9	P10	0.0120	0.0120	171.34	0.75	0.04	0.0002	0.032	2993.58	2993.55	2971.00	2968.00	22.58	25.55
P7	P11	0.0120	0.0680	112.23	0.75	0.24	0.0046	0.513	2993.85	2993.34	2986.00	2963.00	7.85	30.34
P11	P12	0.0120	0.0320	107.34	0.75	0.11	0.0011	0.121	2993.34	2993.22	2963.00	2948.00	30.34	45.22
P12	P13	0.0120	0.0200	100.85	0.75	0.07	0.0005	0.048	2993.22	2993.17	2948.00	2931.00	45.22	62.17
P13	P14	0.0080	0.0080	315.99	0.75	0.03	0.0001	0.027	2993.17	2993.14	2931.00	2912.00	62.17	81.14
P11	P15	0.0040	0.0240	46.17	0.75	0.08	0.0007	0.031	2993.34	2993.31	2963.00	2959.00	30.34	34.31
P15	P16	0.0040	0.0200	175.83	0.75	0.07	0.0005	0.083	2993.31	2993.23	2959.00	2945.00	34.31	48.23
P16	P17	0.0080	0.0080	61.10	0.75	0.03	0.0001	0.005	2993.23	2993.22	2945.00	2944.00	48.23	49.22
P16	P18	0.0040	0.0080	108.89	0.75	0.03	0.0001	0.009	2993.23	2993.22	2945.00	2921.00	48.23	72.22
P18	P19	0.0040	0.0040	303.19	0.75	0.01	0.0000	0.007	2993.22	2993.21	2921.00	2866.00	72.22	127.21

**II. DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES Y DIÁMETROS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORADA (Tabla N°24)**

Tramo		Qmh. (l/s)	Caud. Dis. (l/s)	Long. (m)	Diám. (pulg)	Veloc. (m/s)	hf (m/m)	Hf (m)	Cota Piez. (m)		Cota Terr. (m)		Presión (m)	
Inicio	Final								Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
R1	P1	0.0000	0.1240	1.62	1.00	0.24	0.0034	0.006	2996.26	2996.25	2995.00	2995.00	1.26	1.25
P1	CRP7-1	0.0000	0.0200	66.88	0.75	0.07	0.0005	0.032	2996.25	2996.22	2995.00	2978.00	1.25	18.22
CRP7-1	P3	0.0080	0.0080	169.01	0.75	0.03	0.0001	0.015	2978.00	2977.99	2978.00	2924.00	0.00	53.99
CRP7-1	CRP7-2	0.0000	0.0120	240.07	0.75	0.04	0.0002	0.044	2978.00	2977.96	2978.00	2955.00	0.00	22.96
CRP7-2	P5	0.0040	0.0040	77.17	0.75	0.01	0.0000	0.002	2955.00	2955.00	2955.00	2942.00	0.00	13.00
CRP7-2	P6	0.0080	0.0080	204.10	0.75	0.03	0.0001	0.018	2955.00	2954.98	2955.00	2897.00	0.00	57.98
P1	P7	0.0000	0.1040	238.32	1.00	0.21	0.0025	0.586	2996.25	2995.67	2995.00	2986.00	1.25	9.67
P7	P8	0.0040	0.0360	64.81	1.00	0.07	0.0003	0.022	2995.67	2995.65	2986.00	2988.00	9.67	7.65
P8	P9	0.0200	0.0320	155.40	0.75	0.11	0.0011	0.176	2995.65	2995.47	2988.00	2971.00	7.65	24.47
P9	P10	0.0120	0.0120	171.34	0.75	0.04	0.0002	0.032	2995.47	2995.44	2971.00	2968.00	24.47	27.44
P7	P11	0.0120	0.0680	112.23	0.75	0.24	0.0046	0.513	2995.65	2995.14	2986.00	2963.00	9.65	32.14
P11	CRP7-3	0.0120	0.0320	107.34	0.75	0.11	0.0011	0.121	2995.14	2995.02	2963.00	2948.00	32.14	47.02
CRP7-3	P13	0.0120	0.0200	100.85	0.75	0.07	0.0005	0.048	2948.00	2947.95	2948.00	2931.00	0.00	16.95
P13	P14	0.0080	0.0080	315.99	0.75	0.03	0.0001	0.027	2947.95	2947.92	2931.00	2912.00	16.95	35.92
P11	CRP7-4	0.0040	0.0240	46.17	0.75	0.08	0.0007	0.031	2995.14	2995.11	2963.00	2959.00	32.14	36.11
CRP7-4	P16	0.0040	0.0200	175.83	0.75	0.07	0.0005	0.083	2959.00	2958.92	2959.00	2945.00	0.00	13.92
P16	P17	0.0080	0.0080	61.10	0.75	0.03	0.0001	0.005	2958.92	2958.91	2945.00	2944.00	13.92	14.91
P16	CRP7-5	0.0040	0.0080	108.89	0.75	0.03	0.0001	0.009	2958.92	2958.91	2945.00	2921.00	13.92	37.91
CRP7-5	P19	0.0040	0.0040	303.19	0.75	0.01	0.0000	0.007	2921.00	2920.99	2921.00	2866.00	0.00	54.99

P1: Punto de distribución de ramales luego de la válvula de salida del reservorio.

Fig. N°02: MODELAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE.

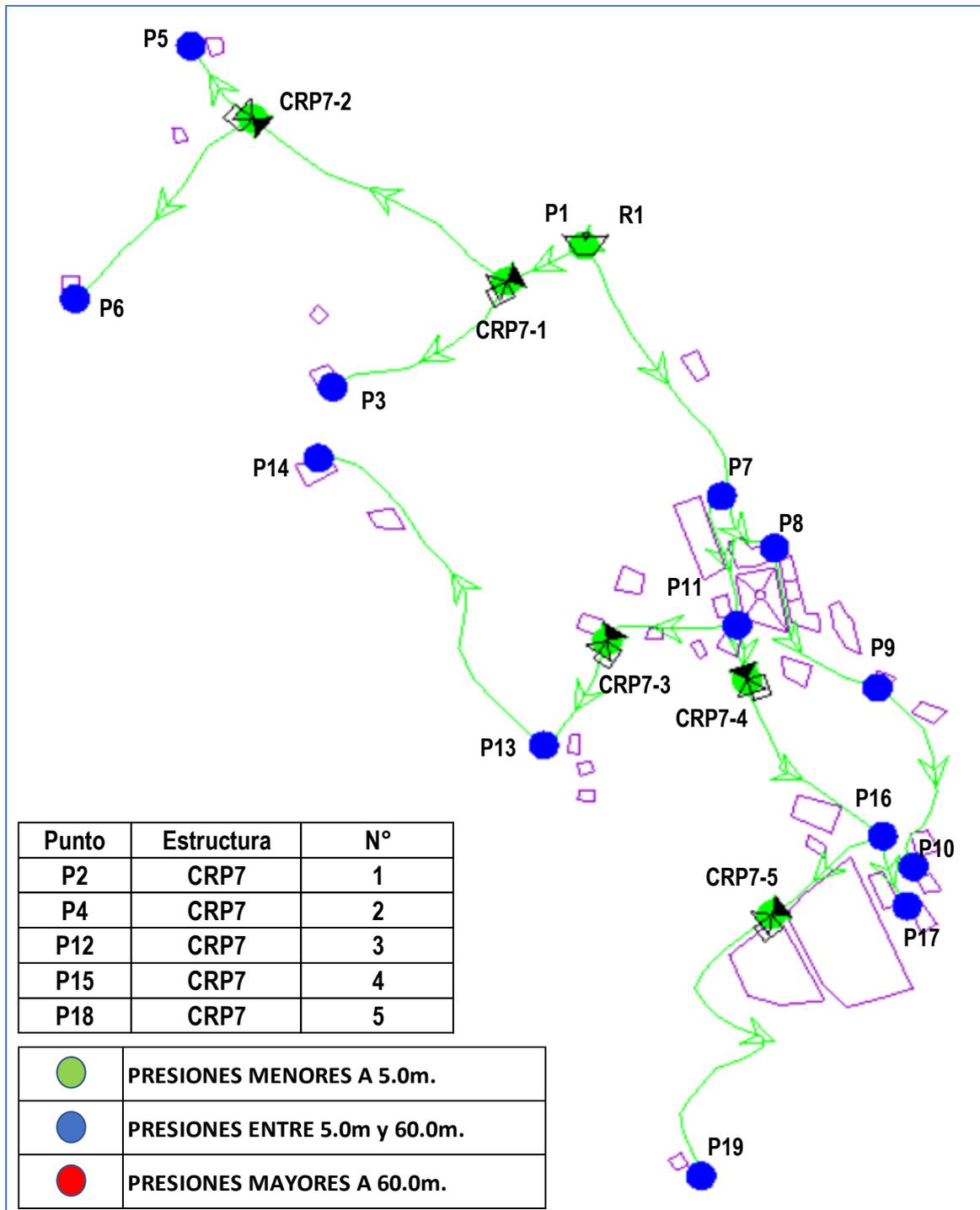


Fuente: Elaboración propia

Las presiones halladas en los nodos más bajos de la red se encuentran sobre el máximo recomendado de 60.0m, por lo que se proyectan cámaras rompe presión tipo CRP 7, para disminuir estas presiones.

Se tienen velocidades por debajo del mínimo de 0.6 m/s, no se puede disminuir los diámetros para aumentar estas velocidades ya que son el mínimo recomendado y cumplen para las presiones mínimas de 5.0m en los nodos más elevados de la red.

Fig. N°03: MODELAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORADA.



Fuente: Elaboración propia

**OBJETIVO GENERAL: REALIZAR LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO POR COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

RESPONSABLE

DOLORES, Williams y BERROSPI, Marisol

FECHA

Enero - 2020

**I. INVESTIGACIÓN**

"Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristobal - Magdalena - Cajamarca, 2020"

**II. CUADRO PARA LA MEJORA DE CADA COMPONENTE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE (Tabla N°25)**

ITEM	COMPONENTE	EVALUACIÓN	DISEÑOS Y ANÁLISIS	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
1.00	CAPTACIÓN TIPO C-1 N°01.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La longitud del sello fue de 1.20m.</li> <li>- Las medidas interiores de la cámara fueron 0.67 x 0.65 x 0.90.</li> <li>- La dimensión de la tubería de salida fue de 2".</li> <li>- Se observó una tubería de entrada de 2".</li> <li>- La dimensión del tubo de rebose y limpia fue de 2".</li> <li>- No tuvo canastilla de salida.</li> <li>- No tuvo cono de rebose.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se bservaron filtraciones por una aleta en zona de recolección.</li> <li>- No tuvo solado en zona de recolección.</li> <li>- No tuvo filtros en zona de recolección.</li> <li>- Se observó una tapa de concreto de 0.90 x 0.90m.</li> <li>- No se observó tubo de ventilación en la cámara húmeda.</li> <li>- No se observó dado móvil en la tubería de limpia.</li> <li>- No se observó caja de válvula.</li> <li>- No se observó cerco perimétrico.</li> <li>- No se observó zanja de coronación.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La longitud de diseño fue de 1.24m.</li> <li>- Las dimensiones de diseño fueron de 0.60 x 0.60 x 0.80m.</li> <li>- La dimensión del tubo de salida fue de 2.0".</li> <li>- Es necesario un tubo de entrada de 2".</li> <li>- La dimensión del tubo de rebose y limpia fue 2".</li> <li>- La canastilla de salida fue de 2" x 4".</li> <li>- La dimensión del cono de rebose fue de 2" x 3".</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se estan captando totalmente las filtraciones.</li> <li>- Se requiere un solado en la zona de recolección para evitar las filtraciones por la parte inferior de la zona de recolección.</li> <li>- Se requiere filtros de grava para mejorar la calidad del agua captada.</li> <li>- La tapa existente no es sanitaria, ya que puede ingresar cualquier tipo de contaminación a la cámara húmeda.</li> <li>- La cámara húmeda requiere de ventilación.</li> <li>- Se requiere un dado móvil de protección en el tubo de limpia y así los organismos que contaminen el agua no puedan ingresar.</li> <li>- No requiere caja de válvula ya que el control de flujo se puede realizar a través de la tubería de rebose.</li> <li>- Se requiere la protección de la estructura.</li> <li>- Se requiere una zanja de coronación para evacuación de aguas pluviales en la parte superior.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- Instalación de una canastilla de 2" x 4".</li> <li>- Instalación de un cono de rebose de 2" x 3".</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demolición de aleta existente y construcción de una nueva captando mejor las filtraciones existentes.</li> <li>- Vaciado de concreto simple como solado en la zona de recolección.</li> <li>- Colocación de filtros de gravas de 1", 1/4" y arena fina.</li> <li>- Instalación de una tapa sanitaria de medidas 0.60 x 0.60m metálico, con perno y candado, incluido pestaña de concreto simple.</li> <li>- Instalación de tubería ventilación de 2" en la pestaña de concreto proyectado.</li> <li>- Instalación de dado de protección de concreto simple de 0.20 x 0.20 x 0.20m.</li> <li>- No requiere mejora.</li> <li>- Instalación de cerco perimetrico con el reservorio.</li> <li>- Excavación de zanja de coronación.</li> </ul>

**II. CUADRO PARA LA MEJORA DE CADA COMPONENTE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE (Tabla N°25)**

ITEM	COMPONENTE	EVALUACIÓN	DISEÑOS Y ANÁLISIS	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
2.00	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El largo del tubo de conducción fue 2.0m.</li> <li>- El diámetro del tubo de conducción fue 2".</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No presentó tubería expuesta o roturas.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La captación se encuentra al costado del reservorio.</li> <li>- Debido a la conducción por gravedad y la falta de presión el diámetro instalado es de 2".</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay observaciones.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No requiere mejora.</li> </ul>
3.00	RESERVORIO DE 5.70m <sup>3</sup> Y CASETA DE VÁLVULAS.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las dimensiones interiores del reservorio fueron de 2.05 x 2.05 x 1.36m. Con un volumen útil de 5.70m<sup>3</sup>.</li> <li>- El borde libre sobre el nivel máximo de aguas fue de 0.25m.</li> <li>- No se observó válvula de ingreso.</li> <li>- Se observó una tubería de rebose en el interior del reservorio.</li> <li>- No se observó con válvula de limpia.</li> <li>- La válvula de salida fue de 1" sin accesorios.</li> <li>- No se observó canastilla de salida.</li> <li>- No se observó válvula bypass.</li> <li>- Se observó tubo de ventilación en el alero de 2" con tapón perforado.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El volumen calculado requerido fue de 2.08 m<sup>3</sup>.</li> <li>- El borde libre para reservorios es un mínimo de 0.30m.</li> <li>- El ingreso es por la parte posterior del reservorio, por lo que el control de flujo se realiza a través de la captación que se encuentra al costado.</li> <li>- La tubería de rebose debería poder evacuar el excedente de caudal una vez llegado al nivel máximo y debe ser de diámetro mínimo de 2".</li> <li>- Se requiere una válvula para control de flujo al vaciar el agua. La medida mínima del diámetro a considerar fue 2".</li> <li>- La válvula de salida se debe encontrar en la caseta de válvulas y debe tener los accesorios necesarios para su mantenimiento.</li> <li>- Se debe contar con una canastilla de salida con el doble del diámetro de la línea de aducción, para evitar el ingreso de alguna maleza o elemento que pudiera obturar la tubería.</li> <li>- Debido a que el ingreso es por la parte posterior, no se puede implementar esta válvula ya que es necesario interconectar el tubo de salida con el tubo de entrada.</li> <li>- La ventilación del reservorio deberá ser con tubería de 2" con tapón perforado.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No requiere mejora, ya que el volumen existente es mayor al volumen requerido.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- Se instalará una válvula tipo compuerta de material de bronce de 1" en el tubo de salida, incluido accesorios.</li> <li>- Instalación de canastilla PVC de 2" a 1".</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> </ul>

**II. CUADRO PARA LA MEJORA DE CADA COMPONENTE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE (Tabla N°25)**

ITEM	COMPONENTE	EVALUACIÓN	DISEÑOS Y ANÁLISIS	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
3.00	RESERVORIO DE 5.70m <sup>3</sup> Y CASETA DE VÁLVULAS.	<p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No se observaron filtraciones por los muros.</li> <li>- No se observaron filtraciones por el piso o cimiento.</li> <li>- Se presentaron rajaduras de tarrajeo exterior.</li> <li>- Se contó con una tapa metálica en el ingreso al reservorio, de 0.58 x 0.58m con bisagras y sin seguro, despintado.</li> <li>- No se observó ventilación en la caseta de válvulas.</li> <li>- No se observó un grifo para medición de cloro residual.</li> <li>- No se observó vereda perimetral.</li> <li>- No se observó dado móvil en la tubería de limpia.</li> <li>- No se observó cerco perimétrico.</li> <li>- No se observó control de nivel estático.</li> </ul>	<p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La estructura se encuentra en buen estado.</li> <li>- La estructura se encuentra en buen estado.</li> <li>- Se requiere resanar las fisuras en el tarrajeo exterior.</li> <li>- La tapa metálica de ingreso al reservorio requiere de cambio.</li> <li>- La caseta de válvulas se requiere reconstruir ya que se requiere un dispositivo de medición de caudal además de válvulas.</li> <li>- Se requiere un grifo en la tubería de salida para la medición de residual.</li> <li>- Se requiere un elemento de protección alrededor de la estructura como una vereda perimetral.</li> <li>- Se requiere un dado móvil de protección en el tubo de limpia para que de esta manera los organismos que contaminen el agua no entren.</li> <li>- Se requiere un cerco de protección perimetral para la estructura.</li> <li>- Se requiere de un dispositivo de control de nivel del agua en el reservorio para que el agua clorada no se desperdicie.</li> </ul>	<p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- Resane de tarrajeo con mortero cemento - arena.</li> <li>- Cambio de tapa sanitaria de medidas 0.60 x 0.60m, metálica.</li> <li>- Demolición de caseta existente, construcción de nueva caseta de válvulas e instalación de válvulas incluido partes necesarias para su operación. Se necesita instalar un medidor de caudal y grifo para medición de cloro residual.</li> <li>- Construcción de vereda perimetral de concreto ciclópeo, de 0.60m de ancho.</li> <li>- Instalación de dado de protección de concreto simple de 0.20 x 0.20 x 0.20m.</li> <li>- Instalación de cerco perimétrico en toda el área de terreno disponible que abarca la captación y el reservorio..</li> <li>- Instalación de válvula flotadora de 2" en la tubería de ingreso.</li> </ul>
4.00	LÍNEA DE ADUCCIÓN.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La línea de aducción fue de 3/4".</li> <li>- La tubería fue de PVC.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La tubería presentó obturaciones por sarro.</li> <li>- No presentó tubería expuesta o roturas.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diámetro calculado fue de 1".</li> <li>- La tubería seleccionada fue de PVC.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere el cambio de tubería.</li> <li>- No hay observaciones.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se instalará tubo PVC C-10 de diámetro 1", en una longitud igual a 305.0m.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de tubería.</li> <li>- No requiere mejora.</li> </ul>

**II. CUADRO PARA LA MEJORA DE CADA COMPONENTE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE (Tabla N°25)**

ITEM	COMPONENTE	EVALUACIÓN	DISEÑOS Y ANÁLISIS	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
5.00	RED DE DISTRIBUCIÓN.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La tubería de distribución en los ramales fueron de 3/4" de diámetro.</li> <li>- La tubería empleada fue de PVC.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se tuvo un tramo de 20.0m que se encuentra con tubería expuesta por el deslizamiento del terreno.</li> <li>- Se tuvo un tramo de 100.0m que se encuentra con tubería expuesta por el deslizamiento del terreno.</li> <li>- Los otros tramos no presentaron tubería expuesta,</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los diámetros elegidos para el cálculo de las presiones fueron de 3/4".</li> <li>- La tubería seleccionada fue de PVC.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere la redirección del tramo afectado.</li> <li>- Se requiere la redirección del tramo afectado.</li> <li>- No hay observaciones.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere instalar un tubo PVC C-10 de 3/4", en una longitud de 20.0m.</li> <li>- Se requiere instalar un tubo PVC C-10 de 3/4", en una longitud de 100.0m.</li> <li>- No necesita mejoramiento.</li> </ul>
6.00	VÁLVULAS DE CONTROL EN RD.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diámetro de 04 válvulas de control fueron de 3/4".</li> <li>- El diámetro de 01 válvula de control fue de 1/2".</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se tuvieron válvulas deterioradas por oxido y obturadas con sarro.</li> <li>- No tuvo accesorios para el mantenimiento.</li> <li>- Las tapas metálicas se encontraron deterioradas.</li> <li>- No se tuvo vereda para protección de estructura.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diámetro mínimo de las válvulas fueron de 3/4".</li> <li>- Se requiere el cambio de diámetro ya que la red en este tramo es de 3/4".</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere el cambio de las válvulas deterioradas.</li> <li>- Se requieren accesorios para la fácil operación y mantenimiento.</li> <li>- Se requiere el cambio de las tapas metálicas de 0.40 x 0.40m.</li> <li>- Se requiere proteger la estructura con una vereda perimetral.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de 04 válvulas de bronce de 3/4", incluido accesorios.</li> <li>- Instalación de 01 válvula de bronce de 3/4", incluido accesorios.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de 05 cajas de válvula de concreto simple de 0.60x0.60m, con tapa sanitaria de dimensiones 0.40 x 0.40m con pines y seguro. Empedrado perimetral para protección de la estructura de ancho 0.40m.</li> </ul>
7.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS.	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diámetro de las conexiones fueron de 1/2".</li> <li>- Se tuvo 32 conexiones realizadas.</li> <li>- Se tuvo 05 conexiones faltantes.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las llaves se encontraron enterradas y sin accesorios.</li> <li>- Las llaves no tuvieron caja de protección.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La dimensión mínima del tubo para conexión debió ser 1/2".</li> <li>- Se debe contar con todas las conexiones realizadas a los empadronados.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere el cambio de las válvulas deterioradas.</li> <li>- Se requieren accesorios para la fácil operación y mantenimiento.</li> </ul>	<p><b>Hidráulica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No necesita mejoramiento.</li> <li>- Instalación de 37 conexiones domiciliarias.</li> </ul> <p><b>Estructural y otros elementos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de caja de protección prefabricada para las conexiones domiciliarias, incluido tapa.</li> </ul>

**II. CUADRO PARA LA MEJORA DE CADA COMPONENTE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE (Tabla N°25)**

ITEM	COMPONENTE	EVALUACIÓN	DISEÑOS Y ANÁLISIS	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
8.00	COMPONENTES ADICIONALES.	<p><b>Sistema de cloración.</b> - No se observó un sistema de cloración.</p> <p><b>Cámaras CRP tipo 7.</b> - No se tuvieron cámaras CRP tipo 7 en las redes.</p> <p><b>Válvulas de purga.</b> - No se tuvieron válvulas de purga en los finales de ramales.</p>	<p><b>Sistema de cloración.</b> - Se requiere un sistema de cloración para poder tener un agua potable de calidad en las redes.</p> <p><b>Cámaras CRP tipo 7.</b> - Realizando el análisis de la red, se vio el requerimiento de 05 cámaras CRP tipo 7 el cual ayudará a controlar las presiones en las zonas mas bajas de la red.</p> <p><b>Válvulas de purga.</b> - Se requieren dichas válvulas para un buen mantenimiento y la respectiva operación de la red.</p>	<p><b>Sistema de cloración.</b> - Construcción de cloración de ladrillo, columnas y vigas de concreto armado, cobertura liviana de asbesto-cemento con correas de madera. - Instalación de sistema de cloración de carga constante con doble recipiente, incluido accesorios de salida al reservorio. Ver plano en anexo.</p> <p><b>Cámaras CRP tipo 7.</b> - Se requiere construir 05 cámaras CRP tipo 7, de concreto armado de 1.0 x 0.60 x 0.90m. Instalación de una válvula de control de bronce de 3/4" incluido accesorios. Instalación de una válvula flotadora tipo platina de 3/4". Ver plano en anexo.</p> <p><b>Válvulas de purga.</b> - Instalación de 03 válvulas de bronce de 3/4", incluido accesorios. - Construcción de 03 cajas de válvula de concreto simple de 0.60x0.60m, con tapa sanitaria de dimensiones 0.40 x 0.40m metálica con pines y seguro. Empedrado perimetral para protección de la estructura de ancho 0.40m. Ver plano en anexo.</p>

## **E. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

**HIPÓTESIS:** ¿CON LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL – MAGDALENA – CAJAMARCA, 2020, SE PUEDE REALIZAR UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO?

Con los resultados de la evaluación realizada a cada componente del sistema de agua potable, se pudo observar las deficiencias que estas presentan, además de caracterizar el agua de la fuente, elaborar los diseños hidráulicos de cada componente del sistema y de esta manera plantear las mejoras correspondientes a la captación, reservorio, tubería de aducción, tuberías de distribución e instalaciones prediales.

Del cuadro de operación y mantenimiento obtenido podemos plantear las acciones de mejora como brindar capacitación, manuales, insumos, herramientas, etc. a la organización de la JASS.

Por lo tanto, podemos afirmar que realizando la evaluación del sistema de agua potable de la localidad de San Cristóbal – Magdalena – Cajamarca, 2020, podemos realizar una propuesta de mejoramiento de todo el servicio.

## V. DISCUSIÓN

5.1. El primer objetivo de esta investigación fue realizar la evaluación hidráulica y estructural de los componentes del sistema de agua potable, obteniéndose como resultados: La fuente es de tipo subterránea con captación de ladera tipo C-1 de dimensiones 0.67 x 0.65 x 0.90 metros para la cámara de captación, se observó además la falta de accesorios y elementos de protección, el caudal aforado fue de 0.125 l/s, presenta falla en una aleta de recolección por donde se observan filtraciones del agua captada. Se encontró una tubería de material PVC con 2 pulgadas de diámetro y largo de 2.0m que une la cámara húmeda y el reservorio que se encuentran en el mismo lugar. El reservorio existente fue de sección cuadrada en el interior de 2.05 x 2.05 x 1.36m, haciendo un volumen de 5.70 m<sup>3</sup>, se observó también que la estructura no presenta fallas o fugas, solo se observó la falta de accesorios y elementos de protección. La línea de aducción fue de 1 pulgada al salir del reservorio y 3/4 pulgada en todo el tramo hasta la primera vivienda de la zona más alta de la red. Las redes de distribución fueron de 3/4 pulgada con el que se tuvieron presiones mínimas y máximas de 5.76 m H<sub>2</sub>O y 127.21 m H<sub>2</sub>O. Todo ello nos llevó a determinar que todo el sistema de abastecimiento de agua potable es deficiente. Al igual que el autor Beltrán (2017) que en su investigación: *Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del asentamiento humano Héroes del Cenepa, distrito de Buenavista Alta, provincia de Casma, Ancash – 2017*. Determinó que la fuente es de tipo subterránea con pozo excavado con 1.85m de diámetro y 10.0m de profundidad, se observó que la captación ofrece un caudal de 7.30 l/s; se observó la falta de otros elementos como accesorios, tapa sanitaria y que no presentaba fallas o fisuras a nivel estructural. Se contó con un tubo de impulsión de 4". El reservorio existente fue de tipo circular de 7.00m de diámetro y altura de 3.90m, haciendo un volumen de 150.09 m<sup>3</sup>, además, se observó que la estructura no presentaba fisuras, fugas u otras fallas con lo cual se mencionó que se encuentra en óptimas condiciones. La línea de aducción fue de 4 pulgadas de diámetro. Las redes de distribución fueron de 2

pulgadas de diámetro por lo cual la carga mínima fue de 1 m H<sub>2</sub>O y la máxima de 9 m H<sub>2</sub>O. la conclusión a la que se llegó fue que el sistema de agua es deficiente.

5.2. El segundo objetivo de esta investigación fue caracterizar el agua de la fuente (parámetros físico, químico, bacteriológico), del cual se ha obtenido que los parámetros que están fuera de los límites de acuerdo al reglamento de calidad del agua y los estándares de calidad ambiental fueron: Coliformes termo tolerantes con un resultado de 39 UFC/100ml y Coliformes totales con un resultado de 920 UFC/100ml. Con esto se concluyó que las aguas captadas no son aptas para el consumo de los habitantes y que según los ECA requiere de un tratamiento convencional. Así como el autor Calderón (2018) que en su investigación: *Mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad Milagro, distrito del Milagro, provincia Utcubamba, Amazonas – 2018*. Obtuvo como resultado del análisis físico, químico, bacteriológico los siguientes parámetros que se encuentran fuera de los límites de acuerdo al reglamento de calidad de agua: Turbiedad de 11.9 UNT, pH de 9.25, coliformes termo tolerantes y totales >100 UFC/100ml. Debido a esto se concluyó que el agua no es apta para que la población pueda consumirla.

5.3. El tercer objetivo de la presente investigación fue determinar el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio de agua potable actual y se obtuvo los resultados siguientes: El puntaje obtenido por cada indicador fue: cantidad de agua (13 de 13); cobertura del servicio (8 de 8); continuidad del servicio (4 de 12); calidad del agua con cloración (0 de 17); operación y mantenimiento (0 de 20); obteniéndose en calidad del servicio de agua potable un puntaje igual a 25 de un total de 70. con el que se llegó a la conclusión de que el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio de agua potable actual es regular. Así como el autor Gálvez (2019) que en su investigación: *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Santa Fe del centro poblado de Progreso, distrito de Kimbiri, provincia de la Convención, departamento de*

*Cusco y su incidencia en la condición sanitaria de la población*, determinó la condición sanitaria de la población el cual guarda una similitud con la calidad del servicio de agua potable y el bienestar de la población, estableciendo un valor o puntaje igual a 20 de un total de 27, por lo que se concluyó que la condición sanitaria se encuentra regular.

- 5.4. El cuarto objetivo de esta investigación fue elaborar el diseño hidráulico de los componentes del sistema, del cual se obtuvo los resultados siguientes: Un caudal promedio anual de 0.062 litros/segundo, el caudal máximo horario fue de 0.124 litros/segundo, el caudal máximo diario fue de 0.08 litros/segundo. El caudal máximo de diseño para la captación fue de 0.188 l/s. La capacidad del reservorio calculado fue de 2.08 m<sup>3</sup>. El diseño de tuberías de distribución y el modelamiento realizado dieron como resultado tuberías de diámetro mínimo de 20 mm, las presiones máximas y mínimas en los nodos fueron de 7.56 m H<sub>2</sub>O y 56.09 m H<sub>2</sub>O respectivamente, las velocidades en las tuberías se encontraron entre 0.35 metros/segundo y 0.24 metros/segundo. Así como el autor Pérez (2018) que en su investigación: *Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Lligua del Cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua y la modelación de un filtro lento de arena para la purificación del agua a través de un prototipo a escala*, determinó los siguientes parámetros y diseños: Consumo promedio anual de 0.66 litros/segundo, caudal máximo horario de 1.452 litros/segundo, caudal máximo diario de 0.924 litros/segundo. El caudal máximo de diseño para la captación fue de 0.97 l/s. El volumen de almacenamiento del reservorio calculado fue de 28.80 m<sup>3</sup>. El diseño de las tuberías de distribución y el modelamiento realizado dieron como resultado tuberías de 75mm, 63mm, 50mm, 40mm y 25mm; las presiones máximas y mínimas en los nodos fueron de 51.3 m H<sub>2</sub>O y 4.61 m H<sub>2</sub>O respectivamente; las velocidades máximas y mínimas en las tuberías fueron de 2.28 m/s y 0.16 m/s.

5.5. El objetivo general de esta investigación fue realizar una propuesta de mejoramiento de cada componente que tiene el sistema de agua potable, donde se obtuvieron como resultados: Mejoramiento de la captación con la reconstrucción de una aleta de recolección y colocación de filtros, instalación de accesorios y elementos de protección; mejoramiento del reservorio con la reconstrucción de la caseta de válvulas e instalación de válvulas, dispositivo de medición de caudal e instalación de elementos de protección; mejoramiento de la distribución con la construcción de 05 CRP tipo 7 para reducir las presiones, reconstrucción de 05 VC, construcción de 03 VP e implementación de 37 instalaciones domiciliarias. Así como el autor Jiménez (2016) que en su investigación: *Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, estado Carabobo*, realizó las siguientes propuestas: Mejoramiento de la captación realizando la extensión de uno de los aleros, instalación de tubería de purga, elevar la tubería de conducción, colocación de una rejilla en el tubo de entrada; rehabilitación de la línea de aducción con la construcción de apoyos en los puntos inestables de la tubería; construcción de un tanque nuevo de 504.90 m<sup>3</sup> para cumplir con lo requerido por la población y reubicación de la misma y esto garantice las cargas piezométricas en los ramales de distribución y a su vez el mejoramiento de las tuberías con el aumento de los diámetros a 3", 4", 6" e instalando 06 válvulas reguladoras de presión para evitar las sobrepresiones en las redes.

## VI. CONCLUSIONES

6.1. El primer objetivo fue realizar la evaluación hidráulica y estructural del sistema de agua potable el cual dio como resultado el estado actual de cada componente de dicho sistema como sigue: Captación con cámara húmeda de dimensiones interiores de 0.67 x 0.65 x 0.90m, una de las aletas de recolección presenta filtración, falta de accesorios y elementos de protección, el caudal medido en la fuente fue de 0.125 l/s; la tubería de conducción existente es de PVC de 2 pulgadas, 2.0m de longitud y se encuentra en buen estado; reservorio apoyado de sección cuadrado en el interior de 2.05m de largo, 2.05m de ancho y 1.36m de altura máxima de aguas con un volumen útil de 5.70m<sup>3</sup>, no presentó fisuras o fugas de agua de ningún tipo, faltaron elementos de control y medición en la caseta, faltaron accesorios y elementos de protección por lo que se definió que el componente se encuentra en regular estado; no se observó algún dispositivo de cloración; la tubería de aducción fue de PVC de 3/4 pulgada de aproximadamente 350.0m de longitud y presenta un tramo de 20.0m el cual se encuentra expuesto por deslizamiento del terreno, en general el componente se encontró en regular estado; las redes de distribución fueron de PVC de 3/4 pulgada, se tuvo un tramo de 100.0m de longitud que se encontraba expuesto por el deslizamiento del terreno por donde se encontraba la tubería, también se observó que las válvulas de control en las redes fueron 4 und de 3/4 pulgada y 1 und de 1/2 pulgada los cuales se encontraron en mal estado por el deterioro que presentaron, por otro lado se observó que las redes no cuentan con cámaras rompe presión para regular la presión en las puntos más bajos de la red con lo cual se obtuvo que la presión calculada en el nodo más elevado fue de 5.76 m H<sub>2</sub>O y la presión máxima en el punto más bajo fue de 127.21 m H<sub>2</sub>O sin embargo no se evidenció roturas de tubería por lo que se definió que el componente se encuentra en regular estado; se observó que las conexiones domiciliarias no tenían caja de paso y las llaves se encontraban enterradas sin accesorios, se tenían 32 predios con conexión y 5 sin conexión. Con todo lo evaluado se concluye que en general el sistema de agua potable se encuentra en condición regular y además deficiente.

- 6.2. El segundo objetivo fue caracterizar el agua de la fuente (parámetros físico, químico, bacteriológico) del cual se obtuvo las siguientes concentraciones en parámetros principales como el Sodio de 2.307 mg/l, Aluminio de 0.023 mg/l, conductividad de 640 uS/cm, STD de 361.5 mg/l, turbidez de 0.6 UNT, pH con valor igual a 7.09, dureza total de 270.6 mg/l, Coliformes termo tolerantes de 39 NMP/100ml y totales de 920 NMP/100ml; con estos resultados se observó que el agua se encuentra dentro de los límites permisibles de parámetros físico – químicos pero no cumple con los límites permisibles de los parámetros bacteriológicos, con lo que se llegó a la conclusión de que el agua no puede ser consumida por los habitantes sin previo tratamiento.
- 6.3. El tercer objetivo fue determinar el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio de agua potable actual, donde se observaron indicadores como cantidad de agua en el cual se obtuvo un puntaje de 13 ya que la cantidad aforada de 0.125 l/s es mayor a la cantidad requerida de 0.08 l/s; en el indicador de cobertura del servicio se observó que un 86.49% de la población tiene el servicio, con esto se obtuvo un puntaje de 8; respecto al indicador de continuidad del servicio se observó que se cuenta con agua potable por 12 horas sin embargo se evidencia que se tiene caudal y almacenamiento para poder contar con el servicio por las 24 horas, por esta razón dicho indicador obtuvo un puntaje de 4; en el indicador de calidad del agua se verificó el cloro residual en las redes, al encontrarse en un valor de cero se obtuvo un puntaje de cero; en el indicador de operación y mantenimiento se evaluaron acciones, insumos y herramientas con el que cuenta la organización para realizar esta actividad, donde se obtuvo que la organización no ha recibido capacitación, no cuentan con manuales para la actividad de operación y mantenimiento, no realizan el tratamiento del agua, no cuentan con operador para dichas actividades, no cuentan con insumos y herramientas para la operación y mantenimiento, realizan el mantenimiento (limpieza) del sistema en un periodo semestral, debido a todo lo indicado el indicador obtuvo un puntaje de 2. El puntaje total

obtenido por los cinco indicadores mencionados fue de 25 de un máximo de 70 y se concluye que el grado de satisfacción de la JASS es regular.

- 6.4. El cuarto objetivo fue elaborar el diseño hidráulico de cada componente con el que se llegó a la siguiente conclusión: Los caudales obtenidos fueron el caudal promedio anual de 0.062 litros/segundo, el caudal máximo horario fue de 0.124 litros/segundo y el caudal máximo diario fue 0.08 litros/segundo; en la captación el caudal de diseño considerado fue de 0.188 litros/segundo, la longitud del sello fue de 1.24m, las medidas de la cámara en la captación fue de 0.60 x 0.60 x 0.80m, la tubería de salida considerada fue de 2 pulgadas, la canastilla fue de 2 pulgadas por 4 pulgadas, el cono de rebose fue de 2 pulgadas por 3 pulgadas, el tubo de rebose y limpia fue 2 pulgadas; el volumen de almacenamiento requerido en el reservorio fue de 2.08 m<sup>3</sup>; la tubería de aducción fue de PVC de 1 pulgada de 304.75m de longitud; la tubería de distribución fue de PVC de 3/4 pulgada, la carga en el nodo más elevado fue 7.65 m H<sub>2</sub>O y la presión máxima en el punto más bajo fue de 57.98 m H<sub>2</sub>O, el valor mínimo de la velocidad en las tuberías de distribución fue de 0.01 metros/segundo y la máxima de 0.24 metros/segundo; fueron necesarias 5 CRP tipo 7 para regular las presiones altas en la red cuya dimensión general del interior de cada cámara fue de 1.0 x 0.60 x 0.90m, la canastilla fue de 3/4 pulgada por 1.5 pulgadas, el tubo de rebose y el tubo de limpia fueron de 2 pulgadas.
- 6.5. El objetivo general fue realizar la propuesta de mejoramiento de cada componente del sistema del cual se obtuvo las siguientes conclusiones: La captación requiere de mejoramiento con la reconstrucción de una aleta de recolección de 1.20m de longitud, 0.15m de ancho y 0.60m de altura, colocación de filtros de grava de 1 pulgada, 1/4 pulgada y arena fina, instalación de una canastilla de 2 pulgadas por 4 pulgadas, instalación de un cono de rebose de 2 pulgadas por 3 pulgadas, vaciado de concreto simple en el área de recolección, instalación de tubería de ventilación de 2 pulgadas en la pestaña de la tapa, instalación de tapa sanitaria de dimensiones 0.60 metros x 0.60 metros con perno, candado y pestaña de concreto simple, instalación de dado de protección móvil de 0.20 x 0.20 x

0.20m, excavación de zanja de coronación de 3.0m de longitud; el reservorio de almacenamiento requiere de un mejoramiento con la reconstrucción de la caseta de válvulas de 0.60 x 0.60 x 0.70m de dimensiones interiores y muros de 0.15m de espesor, instalación de canastilla de 2 pulgadas por 1 pulgada, instalación de una válvula compuerta de bronce de 1 pulgada en el tubo de salida incluido accesorios, colocación de una válvula compuerta de bronce de 2 pulgadas en la tubería de limpia incluido accesorios, instalación de medidor de caudal de 1 pulgada en el tubo de salida, colocación de una válvula flotadora de 2 pulgadas en la tubería de ingreso, cambio de tapa metálica sanitaria de 0.60 x 0.60m en el ingreso al reservorio, construcción de vereda perimetral de 0.60m de ancho, instalación de dado de protección móvil de 0.20 x 0.20 x 0.20m, instalación de cerco perimétrico en toda el área de terreno disponible; construcción de una caseta de cloración de 1.60 x 1.60m con muro de ladrillo tipo soga de 0.15m, columnetas y viguetas de concreto armado de 0.15 x 0.15m, puerta metálica tipo reja de 1.20 x 1.80m, cobertura liviana de asbesto cemento con correas de madera de 2 pulgadas por 4 pulgadas, colocación de un tanque de cloración de 350 litros con accesorios de salida hacia el reservorio con tubería PVC de 1/2 pulgada; la tubería de aducción requiere de cambio de tubería PVC de 1 pulgada de 305.0m de longitud; la red de distribución requiere de cambio de dos tramos afectados por deslizamiento con tubería PVC de 3/4 pulgada en una longitud total de 120.0m; instalación de 05 válvulas de control con caja de concreto simple de dimensiones 0.60 x 0.60m, tapa sanitaria de dimensiones 0.40 metros x 0.40 metros metálica con pines y seguro, empedrado perimetral de 0.40m, cambio de 05 válvulas compuerta de bronce de 3/4 pulgada incluido accesorios; construcción de 03 válvulas de purga con caja de protección de 0.60 x 0.60m, tapa sanitaria de dimensiones 0.40 metros x 0.40 metros con pines y seguro, empedrado perimetral de 0.40m, instalación de válvula tipo compuerta de 3/4 pulgada de material de bronce incluido accesorios; construcción de 05 cámaras CRP tipo 7 de concreto armado y con dimensiones de 1.0 x 0.60 x 0.90m,

instalación de una válvula compuerta de bronce de 3/4 pulgada incluido accesorios, instalación de una válvula flotadora tipo platina de 3/4 pulgada.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda al futuro investigador que realice la evaluación hidráulica y estructural de un sistema de agua potable hacerlo de manera calmada y paciente, de esta manera verificar correctamente el estado actual de cada componente que cuenta el sistema, realizar un correcto aforo de la fuente y que ésta se haga en lo posible en época de estiaje para verificar el caudal requerido por los habitantes. También hacer la verificación de la información que proporcionan los pobladores respecto a la cantidad de familias inscritas en el padrón de asociados ya que de esto depende todo el análisis y diseño hidráulico respectivo.
- 7.2. Se recomienda a la JASS La Campanilla de la localidad de San Cristóbal realizar la búsqueda de una nueva fuente, puesto que el existente presenta deficiencias en cuanto a la verificación de la calidad del agua que se viene captando en los parámetros microbiológicos. Así mismo se recomienda al puesto de salud de San Cristóbal que efectúe el control de calidad del agua en las redes para verificar el tratamiento de coliformes con la desinfección cuando se realice su implementación.
- 7.3. Se recomienda a la JASS La Campanilla realizar el continuo tratamiento del agua cuando se implemente el sistema de cloración por goteo planteado y así que se pueda obtener entre 0.4 y 0.6ppm de cloro residual adecuado en las viviendas.
- 7.4. Se recomienda a la JASS La Campanilla juntamente con el área técnica municipal realizar la fiscalización y verificación de que los trabajos de mejoramiento de cada componente del sistema se realicen de acuerdo con los diseños obtenidos.
- 7.5. Se recomienda a la JASS La Campanilla juntamente con la municipalidad del gobierno local realizar las gestiones correspondientes para el financiamiento e implementación del mejoramiento del sistema de agua potable planteado. También se recomienda al área técnica municipal del gobierno local realizar el seguimiento y dar soporte técnico a la JASS La Campanilla para que el servicio pueda obtener una mejora continua.

## REFERENCIAS

1. PÉREZ SILVA, Maribel. Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Lligua del Cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua y la modelación de un filtro lento de arena para la purificación del agua, a través de un prototipo a escala. Tesis (Ingeniería Civil). Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2018. 222 pp.
2. JIMÉNEZ, Adriana. Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, estado Carabobo. Tesis (Ingeniería Civil). Carabobo, Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, 2016. 163 pp.
3. GÁLVEZ JERI, Nery. Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Santa Fe del centro poblado de Progreso, distrito de Kimbiri, provincia de la Convención, departamento de Cusco y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Tesis (Ingeniería Civil). Ayacucho, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Facultad de Ingeniería, escuela profesional de ingeniería civil, 2019. 72 pp.
4. BELTRAN CRUZADO, Abimael. Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroe del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash – 2017. Tesis (Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil, 2017. 63 pp.
5. CALDERÓN TUESTA, Juan. Mejoramiento del sistema de agua potable en la Localidad - Milagro distrito del Milagro, provincia Utcubamba, Amazonas - 2018. Tesis (Ingeniería Civil). Chiclayo, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil, 2018. 108 pp.

6. CHANCASANAMPA NIETO, Wilder. Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento de agua en el Anexo Tulturi - distrito de Moya – Huancavelica – 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil, 2019. 115 pp.
7. FLORES APEÑA, Evert. Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico del caserío de Purhuay, distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash, 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Huaraz, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Facultad de Ingeniería, escuela profesional de ingeniería civil, 2019. 163 pp.
8. JANAMPA CORAS, Fredy. Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en doce anexos del centro poblado de Chontaca, distrito de Acocro, provincia de la huamanga, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Tesis (Ingeniería Civil). Ayacucho, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Facultad de Ingeniería, escuela profesional de ingeniería civil, 2019. 165 pp.
9. FIGUEROA ALVA, David y HARO MENACHO, Roger. Propuesta Para El Mejoramiento Del Sistema De Agua Potable Del Caserío De Curhuaz, Distrito De Independencia – Huaraz 2018. Tesis (Ingeniería Civil). Huaraz, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil, 2018. 93 pp.
10. POMA VILCA, Viviana y SOTO QUIÑONES, Jonathan. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de La Hacienda – distrito de Santa Rosa – provincia de Jaén - departamento de Cajamarca. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil, 2016. 118 pp.
11. JARA REMIGIO, Flor. Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable de la localidad Secsecpampa - distrito de Independencia - provincia de Huaraz - Ancash, 2018 Tesis (Ingeniería Civil). Huaraz, Universidad

- César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil, 2018. 137 pp.
12. SOTO GAMARRA, Alex. La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada – Cajamarca, 2014. Tesis (Ingeniería civil). Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca, facultad de ingeniería, escuela académico profesional de ingeniería civil, 2014. 118 pp.
  13. KAUFMANN, Daniel. Mobile drinking wáter purification for developing countries. Tesis (Magister en ingeniería civil). Uganda. Universidad de Ciencias Aplicadas de Trier, departamento de ingeniería civil, 2016. 129 pp.
  14. ERICKSON, John. The Effects of Intermittent Drinking Water Supply in Arraiján, Panamá. Tesis (Doctor de filosofía en ingeniería civil y ambiental) Berkeley. Universidad de California, Berkeley, 2016. 101 pp.
  15. CLEMENS, Christopher. Eine einfache Methode zur Rohwasserfiltrierung für die Trinkwasseversorgung in Entwicklungsländern. Tesis (Bachiller en ingeniería civil) Trier. Universidad de Ciencias Aplicadas de Trier, departamento de ingeniería civil, 2018. 61 pp.
  16. GOKUL, Joshi [et al.]. Performance Assessment of Mangadh Water Supply Project. Tesis (Magister en ingeniería terrestre y agua). Nepal. Universidad Tribhuvan, instituto de ingeniería, 2020. 89 pp.
  17. MOONA, Nashita. Assessing and optimizing biofilter performance in drinking water treatment. Tesis (Doctor en Tecnología). Gothenburg. Universidad de Tecnología de Chalmers, División de arquitectura e ingeniería civil, División de tecnología del medio ambiente del agua, 2020. 66 pp.
  18. DANIEL. Assessing drinking water from point of collection to point of use in rural Nepal. Tesis (Magister en Ciencias). Delft. Instituto UNESCO-IHE, 2015. 84 pp.

19. EDOKPAYI, Joshua [et al]. Challenges to sustainable safe drinking water: A case study of water quality and use across seasons in rural communities in Limpopo province, South Africa. Water 2018.
20. McLEOD, Lianne. Drinking water in rural Saskatchewan: Public perception of water quality and health risks, and direct effects of drinking water quality on chronic disease. Tesis (Doctor en Filosofía). Saskatoon. Universidad de Saskatchewan, 2017. 351 pp.
21. JANSSON, Victoria. Monitoring heavy metals in private drinking water near industrial activity in Kosovo. Tesis (Licenciatura en ciencias ambientales). Halmstad. Universidad de Halmstad, 2018. 29 pp.
22. SPEKSNIJDER, Rogier. Spatial and temporal relation between drinking water temperature and indicators for microbial water quality in the drinking water distribution system of Amsterdam. Tesis (Magister en Ingeniería). Delft. Universidad Tecnológica de Delft, facultad de ingeniería civil, 2020. 129 pp.
23. MURDUCA, James. Assessment of drinking water quality management and a treatment feasibility study for Brick by Brick water storage tanks in Rakai Uganda. Tesis (Maestría de Ciencias en Ingeniería Civil). Uganda. Universidad de Florida del Sur, departamento de ingeniería civil y ambiental, 2018. 146 pp.
24. BAKER, Jessica. Assessment and improvement of hydraulic disinfection efficiency of a live small drinking water system in South Africa. Tesis (Magister en Ciencias). Spring. Universidad del Estado de Colorado, 2018. 81 pp.
25. ARYEE, Michael. Effects of operational strategies on drinking water quality in intermittent water supply systems. Tesis (Magister en ciencias). Delft. Instituto de Educación sobre el Agua UNESCO-IHE, 2018. 134 pp.

26. Decreto Supremo N°031-2010-SA, Reglamento de calidad del agua para consumo humano, Lima, Perú, 24 de setiembre de 2010.
27. Resolución Ministerial N°192-2018-VIVIENDA, Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, Lima, Perú, 16 de mayo de 2018.
28. Decreto Supremo N°002-2008-MINAM, Estándares nacionales de calidad para el agua, Lima, Perú, 30 de julio de 2008.
29. Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano, Lima, Perú, 05 de mayo de 2006.
30. Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, Norma OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano, Lima, Perú, 05 de mayo de 2006.
31. Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, Norma OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano, Lima, Perú, 05 de mayo de 2006.
32. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La calidad del agua potable en el Perú. Lima: Tarea Gráfica, 2004. 259 pp.  
ISBN: 9972-2511-0-1.
33. AGÜERO, Roger. Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima: Tarea Asociación Grafica Educativa, 1997. 164 pp.
34. REGAL. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Lima: Editorial Ciencias S.R. Ltda., 2016. 204 pp.
35. Gobierno Regional de Cajamarca. Estrategia para la cobertura universal, calidad y sostenibilidad de los servicios de saneamiento en el departamento de Cajamarca. Cajamarca: Matices's Arte y Publicidad EIRL, 2020. 54 pp.

36. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Lima: Oficina de ventas, 2020. 69 pp.
37. CONZA, Alejandro, PÁUCAR, Julio y AGUALIMPIA. Manual de Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. Lima: Tarea Asociación Grafica Educativa, 2013. 67 pp.
38. Compendium of Sanitation Systems and Technologies by Tilley, Elizabeth [et al.]. 2nd Ed. Dübendorf, Switzerland: Graphic Design & Technical Drawings, 2014. 175 pp.  
ISBN: 978-3-906484-57-0.
39. United Nations. The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. Paris: Unesco, 2021. 187 pp.  
ISBN: 978-92-3-100434-6.
40. Swiss Embassy. Participatory Planning of Sustainable options for the Supply of Potable Water and the Optimization of individual Rural Sanitation. Bogotá: DJ Digital SAS, 2020. 45 pp.  
ISBN: 978-958-52034-5-7.
41. TAMAYO y TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4ta ed. México: Editorial Limusa S.A., 2002. 440 pp.  
ISBN: 968-18-5872-7.
42. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 4ta Ed. México: Mc Graw Hill Editores S.A., 2006. 600 pp.  
ISBN: 970-10-5753-8.

# **ANEXOS**

## ANEXO N°01: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Sistema de agua potable.	Un sistema de agua potable cumple con la finalidad principal de llevar agua a las personas en un determinado lugar (Jiménez, 2013, p.16).	La evaluación de cada componente del sistema de agua potable se realizó mediante la técnica de observación, donde se empleó como instrumento la ficha general y ficha de evaluación de infraestructura. Para recopilar información para la propuesta de la mejora se usó la técnica de análisis documental, siendo el instrumento la revisión documentaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación hidráulica.</li> <li>- Evaluación estructural.</li> <li>- Operación y mantenimiento.</li> </ul>	Nominal
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad del agua.</li> <li>- Cantidad del agua.</li> <li>- Continuidad del servicio.</li> <li>- Cobertura del servicio.</li> </ul>	Ordinal

## ANEXO N°02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal – Magdalena - Cajamarca, 2020.				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>¿La propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal- Magdalena - Cajamarca, 2020, mejorará la calidad del servicio para los habitantes?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Realizar la propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal – Magdalena – Cajamarca, 2020.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Realizar la evaluación hidráulica y estructural de los componentes del sistema de agua potable; caracterizar el agua de la fuente (parámetros físico, químico, bacteriológico); determinar el grado de satisfacción de la JASS con respecto al servicio de agua potable actual; elaborar el diseño de cada componente con que cuenta el sistema de agua potable.</p>	<p>Con la evaluación del sistema de agua potable en la localidad de San Cristóbal – Magdalena – Cajamarca, 2020, se puede realizar una propuesta de mejoramiento.</p>	<p><b>Variable:</b> Sistema de agua potable.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> No experimental, transversal.</p> <p><b>Población y muestra:</b> Todos los componentes que constituyeron el sistema de agua potable de la localidad.</p>

# ANEXO N°03: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## FICHA DE INFORMACIÓN GENERAL

RESPONSABLE

FECHA

### I. INVESTIGACIÓN

### II. DATOS GENERALES

UBICACIÓN:

Departamento		COORDENADAS UTM DE LOCALIDAD (WGS 84)			
Provincia		ZONA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
Distrito					
Centro Poblado					
Localidad					

VÍAS DE ACCESO :

TRAMO	DISTANCIA (KM)	TIEMPO (Hr)	TIPO DE VÍA	ESTADO DE VÍA

CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS:

Tipo de clima

Periodo de

Lluvias

Estioje

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS:

Topografía

Nivel freático

Tipo de suelo

Cursos de agua



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Cursos Departamental Ancash - Huaz

Ing. Julio Cesar Paucar Olortegui  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 102196

## FICHA DE INFORMACIÓN GENERAL

### CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS:

Nº Familias

Personas por familia

Población

### SITUACIÓN DE LAS CALLES:

Tipo vía

Ancho de calle

Estado

### SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES

Sistema de agua potable

SI

NO

ELECTRICIDAD

SI

NO

Sistema de disposición de excretas

SI

NO

TELEFONÍA

SI

NO

Instituciones

Otros servicios



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Cercado, Departamento de Ancash - Huaraz

Ing. Julio Cesar Paucar Olortegui  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 102196

## FICHA DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

RESPONSABLE

FECHA

### I. INVESTIGACIÓN

### II. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

COMPONENTE SAP	N°	ESTADO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA IDENTIFICADO	COORDENADAS UTM WGS 84		ZONA:
				ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
CAPTACIÓN DE MANANTIAL TIPO C-1						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN (LC)						
RESERVORIO Y CASETA VÁVULAS						
RED DE DISTRIBUCIÓN (RD)						
VÁLVULA DE CONTROL EN RD						
CONEXIONES DOMICILIARIAS						

**Estado:** Bueno (B), Regular (R), Deteriorado (D), Colapsado (C).

#### AFORO DE LAS FUENTES EXISTENTES:

FUENTE N°01				Recipiente (Lt) :			Promedio	Caudal (Lt/s)
TIEMPO (s)								



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Censo Departamental Ancash - Huaraz

Ing. Julio César Paucar Olortegui

INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 102156

## FICHA DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Captación de Manantial Nº .....	Sello en zona de recolección							
	Aletas en zona recolección							
	Solado en zona recolección							
	Filtro en zona recolección							
	Cámara húmeda							
	Lloraderos (diámetro)							
	Tapa metálica en cámara							
	Ventilación en cámara							
	Tubería de limpia y rebose							
	Cono de rebose							
	Canastilla de salida							
	Dado móvil y tapón perforado							
	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Valvula de control							
	Uniones universales							
	Vereda de protección							
	Cerco perimétrico							
	Puerta cerco perimétrico							
	Zanja de coronación							

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Línea de Conducción								


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Ancash - Huaraz  
  
 Ing. Julio Cesar Paucar Olortegui  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP Nº 102196

## FICHA DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Reservorio de ..... M3 y Caseta de Válvulas	Tanque de almacenamiento							
	Tapa metálica en tanque							
	Ventilación en tanque							
	Caseta de válvulas							
	Tapa metálica en caseta							
	Ventilación en caseta							
	Tubería de ingreso al tanque							
	Control de nivel estático							
	Tubería de limpia y rebose							
	Canastilla de salida							
	Válvula de ingreso							
	Uniones universales ingreso							
	Válvula de salida							
	Uniones universales salida							
	Válvula de limpia							
	Uniones universales limpia							
	Válvula by pass							
	Uniones universales by pass							
	Grifo para tomar muestra							
	Vereda de protección							
Dado móvil y tapón perforado								
Cerco perimétrico								
Puerta cerco perimétrico								

COMPONENTE SAP	TRAMO DE TUBERIA	Material	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Red de Distribución								

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control N° ..... en RD	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Válvula y accesorios							
	Vereda de protección							


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Ancash - Huaraz  
  
 Ing. Julio Cesar Paucar Olortegui  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 102196

## FICHA DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº ..... en RD	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Válvula y accesorios							
	Vereda de protección							

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº ..... en RD	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Válvula y accesorios							
	Vereda de protección							

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº ..... en RD	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Válvula y accesorios							
	Vereda de protección							

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº ..... en RD	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Válvula y accesorios							
	Vereda de protección							

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Válvula de Control Nº ..... en RD	Caja de válvula							
	Tapa metálica en caja							
	Válvula y accesorios							
	Vereda de protección							

COMPONENTE SAP	ELEMENTO	TIENE (Si/No)	DIMENSIONES					ESTADO ESTRUCTURAL Y/O OBSERVACIONES
			L (m)	A (m)	H (m)	e (m)	Ø (")	
Conexiones Domiciliarias Sector Nº .....	Caja de paso							
	Tapa en caja de paso							
	Llave de paso y accesorios							
	Diámetro de tubería principal							


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Censo Departamental Ancash - Huaraz  
  
 Ing. Julio Cesar Paucar Olortegui  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP Nº 102196

## FICHA DE INDICADORES

Encuestador:	Fecha:
Investigación:	

### A. CALIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

01. Características de la fuente de agua.	Mes de aforo	<input type="text"/>	Tipo de fuente	<input type="text"/>	Caudal total	<input type="text"/>	l/s
02. Conexiones prediales de agua potable.	Predios con conexión	<input type="text"/>	Predios sin conexión	<input type="text"/>	Número total de predios	<input type="text"/>	
03. Número de horas al día con servicio de agua potable.	< 12	12 - 23	24	¿Hay sector(es) sin agua?	<input type="text"/>		
04. Nivel de cloro residual libre (ppm) medido en caños. - Cantidad (01), Cobertura (2), Continuidad (3), Calidad (4)	0.0	0.1 - 0.3	0.4 - 0.6	0.7 - 0.8	> 0.8	Se registra	Si No

## FICHA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### B. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

01. ¿El prestador de los servicios recibió capacitación teórico y práctico para operación y mantenimiento?.	SI	NO	Con que institución	<input type="text"/>			
02. ¿Se cuenta con manual de procedimientos o guía para la operación y mantenimiento?.	SI	NO	Institución que facilitó	<input type="text"/>			
03. ¿Hacen el mantenimiento periódico del sistema de agua potable?.	Limpieza	Desinfección	Periodo	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral
05. ¿Realizan la cloración periódica del agua que consumen?.	SI	NO	Periodo	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual
06. ¿Cuentan con operador para actividades de operación y mantenimiento?.	Número de operadores	<input type="text"/>	Pago mensual	S/	Sistemas operados	SAP	SDE
07. ¿Cuáles son los principales insumos en stock para la operación y mantenimiento?.	<input type="text"/>						
08. ¿Cuáles son los principales equipos y herramientas con que se cuenta para la operación y mantenimiento?.	<input type="text"/>						

### DIRECTIVA DEL PRESTADOR DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	Celular


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 Cercado de Lima - Lima  
  
**Ing. Julio César Paucar Olortegui**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 102196

# ANEXO N°04: RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGUA (FISICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO).



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-084



## INFORME DE ENSAYO N° IE 0721503

### DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **WILLIAMS DOLORES LINO**  
Dirección -  
Persona de contacto **Ronald Chalán Perez** Correo electrónico [rjchalanp@gmail.com](mailto:rjchalanp@gmail.com)

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **01.07.21** Hora de Muestreo **10:00**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -  
Procedimiento de Muestreo -  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **01**  
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**  
Referencia de la Muestra: **Distrito Magdalena- Cajamarca**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-723** Cadena de Custodia **CC - 503 - 21**  
Fecha y Hora de Recepción **01.07.21 13:00** Inicio de Ensayo **01.07.21 13:12**  
Reporte Resultado **12.07.21 12:50**



Firmado digitalmente por NEYRA  
JAICO Edder Miguel FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 12.07.2021 14:30:55 -05:00

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 12 de julio de 2021

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0721503**

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra	Manantial "La Campanilla"		-	-	-	-	-	
Código Laboratorio	0721503-01		-	-	-	-	-	
Matriz	Natural		-	-	-	-	-	
Descripción	Subterránea		-	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	C.P. San Cristóbal		-	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	-	-	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.023	-	-	-	-	
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	-	-	-	-	
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.012	-	-	-	-	
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	-	-	-	-	
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	103.2	-	-	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	<LCM	-	-	-	-	
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.240	-	-	-	-	
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	3.392	-	-	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	
Sodio (Na)	mg/L	0.0550	2.307	-	-	-	-	
Niquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	-	-	-	-	
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	-	-	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	
Azufre (S)	mg/L	0.0910	3.021	-	-	-	-	
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	
Selenio (Se)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	1.626	-	-	-	-	
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.165	-	-	-	-	
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-	-	
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	-	-	-	-	

Cajamarca, 12 de julio de 2021

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0721503**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Manantial "La Campanilla"	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			0721503-01	-	-	-	-	-
Matriz			Natural	-	-	-	-	-
Descripción			Subterránea	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			C.P. San Cristóbal	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0380	0.060	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	0.531	-	-	-	-	-
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0640	0.792	-	-	-	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/L	0.0700	2.343	-	-	-	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/L	0.0320	<LCM	-	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.0900	0.60	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.09	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	640.0	-	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5000	361.5	-	-	-	-	-
Dureza Total	mg/L	1.0400	270.6	-	-	-	-	-
Cianuro Total	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	920	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	39	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1, significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado



Firmado digitalmente por ZULUETA  
SANTA CRUZ Enves FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 12.07.2021 14:27:35 -05:00



Firmado digitalmente por LOPEZ  
LEON Freddy Humberto FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 12.07.2021 14:23:37 -05:00

Cajamarca, 12 de julio de 2021

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0721503**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1. Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrate, Fosfato, N-NO <sub>2</sub> , N-NO <sub>3</sub> , P-PO <sub>4</sub> , N-NO <sub>2</sub> +N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 23rd Ed. 2017: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017: Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12 2012 Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

**Cajamarca, 12 de julio de 2021**

**FIRMA DIGITAL**  
   
Firmado digitalmente por COLINA VENEZAS Juan José FAU 20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 12.07.2021 14:37:27 -05:00

**ANEXO N°05: PADRÓN DE ASOCIADOS DE LA JASS LA CAMPANILLA.**



**PADRON DE ASOCIADOS**  
**ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIO DE SANEAMIENTO "JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) DEL CP. SAN CRISTOBAL- LA CAMPANILLA**

REGION :	CAJAMARCA	
PROVINCIA :	CAJAMARCA	
DISTRITO :	MAGDALENA	
CENTRO PBLADO :	SAN C RISTOBAL	FECHA 03 / 11 / 2019

	NOMBRES Y APELLIDOS TITULAR DE FAMILIA Y CONYUUE	DNI	N° MIEMBROS			FIRMAS
			H	M	TOTAL	
1	Miguel Emilio Potal Aquino	26664149	1	1	2	<i>[Signature]</i>
2	Jorge Jara Minchán	26665407	1	1	2	<i>[Signature]</i>
3	Eliseo Minchán Dela Cruz	26611522	1	1	2	<i>[Signature]</i>
4	Manuel Nicolas Murrugarra Bardales	26664481	2	1	3	<i>[Signature]</i>
5	Maria Juana Chugnas Bardales	46650741		1	1	
6	Jose Rosario Cueva Garcia	26694087	1	1	2	<i>[Signature]</i>
7	German Culqui Ramos	42369354	3	1	4	<i>[Signature]</i>
8	Esperanza Cueva Bustamante	26665901		1	1	
9	Pedro Ramos Palco	41818716	1	3	4	<i>[Signature]</i>
10	Paulo Cesar Murrugarra Dela Cruz	41846026	1	3	4	<i>[Signature]</i>
11	Luis Ambrocio Minchán Gonzales	26664226	2	1	3	<i>[Signature]</i>
12	Manecio Aquino Heras	26697969	1	3	4	<i>[Signature]</i>
13	Vicente Limay Alva	41630374	3	3	6	<i>[Signature]</i>
14	Edilben Aquino Sanchez	42305455	2	2	4	<i>[Signature]</i>
15	Alfredo Culqui Gonzales	26626425	1	1	2	<i>[Signature]</i>
16	Santiago Culqui Bautista	26664356	1	1	2	<i>[Signature]</i>
17	Juana Culqui Gonzales	26712836		1	1	<i>[Signature]</i>
18	Maria Ofelia Tarrillo Herrera	26720710	1	3	4	<i>[Signature]</i>
19	Andrez Vasquez Palco	26666016	2	2	2	





ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO "JUNTA ADMINISTRADORA DESERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS DEL CP. SAN CRISTOBAL-LA CAMPANILLA)

REGION : Cajamarca  
 PROVINCIA : Cajamarca  
 DISTRITO : Magdalena  
 CENTRO POBLADO : San Cristóbal      FECHA 03/11/2019

	Nombres y apellidos Titular de familia y conyugue	DNI	N° Miembros			FIRMAS
			H	M	TOTAL	
20	Santos Ernesto Vasquez Ramos	42440176	4	1	5	<i>Martín Vasquez</i>
21	Lidia Vasquez Ramos	72938228	1	3	4	<i>Lidia Vasquez</i>
22	Lorenzo Quispe Minchán	41949671	1	2	3	<i>Lorenzo Quispe</i>
23	Leandro Quispe Minchan	46275408	1	2	3	<i>Leandro Quispe</i>
24	Jose Valentin Minchan Llico	26609783	1	2	3	<i>Jose Valentin Minchan</i>
25	Elias Ramos De la Cruz	26665097	4	12	16	<i>Elias Ramos</i>
26	Angelina Portal Segobia	26683738	1		2	<i>Angelina Portal</i>
27	Nsunció Alvarez Cueva	44077496	1		1	<i>Nsunció Alvarez</i>
28	Rogelio Saenz Quiroz	26672627	4	3	7	<i>Rogelio Saenz</i>
29	Carolina Flores Salazar	45613372			1	<i>Carolina Flores</i>
30	Laura Elisabeth Vera Cereado	26723793		2	2	<i>Laura Elisabeth Vera</i>
31	Fleuterio Minchán de la Cruz	26686819	1		1	<i>Fleuterio Minchán</i>
32						
33						
<b>TOTAL</b>			<b>41</b>	<b>58</b>	<b>99</b>	



RESUMEN	CANTIDAD
VARIABLE	
N° VIVIENDAS VERIFICADAS	33
N° VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA	33
N° VIVIENDAS CON UBS	33
N° INSTITUCION DE SALUD CON SEVICIO DE AGUA	1
N° INSTITUCION DE SALUD CON UBS	1
N° DE OTRAS INSTITUCIONES CON SERVICIO DE AGUA	3
N° D ORAS INSTITUCIONES CON UBS	3
N° TOTAL DE HABITANTES HOMBRES	41
N° TOTAL DE HABITANTES MUJERES	58
N° TOTAL DE HABITANTES	99



**ANEXO N°06: CANTIDAD DE HABITANTES Y DENSIDAD POBLACIONAL.****PADRON DE ASOCIADOS**

LOCALIDAD : SAN CRISTÓBAL

JASS: LA CAMPANILLA

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	N° MIEMBROS POR FAMILIA
1	ALVARES CUEVA, Asunción	41077496	1
2	AQUINO HERAS, Manecio	26697969	4
3	AQUINO SÁNCHEZ, Edilben	42305455	4
4	CHUGNAS BARDALES, Juana	46650141	1
5	CUEVA BUSTAMANTE, Esperanza	26665901	1
6	CUEVA GARCIA, Rosario	26694087	2
7	CULQUI BAUTISTA, Santiago	26664356	2
8	CULQUI GONZALES, Alfredo	26626425	2
9	CULQUI GONZALES, Juana	26712836	1
10	CULQUI RAMOS, Germán	42369354	4
11	FLORES SALAZAR, Carolina	45613372	1
12	JARA MINCHAN, Jorge	26665467	2
13	LIMAY ALVA, Vicente	41630374	6
14	MINCHAN DE LA CRUZ, Eleuterio	26686819	1
15	MINCHAN DE LA CRUZ, Eliseo	26611522	2
16	MINCHAN GONZALES, Luis	26664226	3
17	MINCHAN LLICO, Valentín	26608783	3
18	MURRUGARRA BARDALES, Manuel	26664481	3
19	MURRUGARRA DE LA CRUZ, Paulo Cesar	41846026	4
20	PORTAL AQUINO, Miguel	26664149	2
21	PORTAL SEGOVIA, Angelina	26683738	2
22	QUISPE MINCHAN, Leandro	46275408	3
23	QUISPE MINCHAN, Lorenzo	41949611	3
24	RAMOS DE LA CRUZ, Elías	26665097	16
25	RAMOS PALCO, Pedro	41818716	4
26	SAENZ QUIROZ, Rogelio	26672621	7
27	TARRILLO HERRERA, María	26720710	4
28	VASQUES PALCO, Andrea	26666016	2
29	VASQUES RAMOS, Ernesto	42440176	5
30	VASQUES RAMOS, Lidia	72938228	4
31	VERA CERCADO, Laura	26723793	2
<b>Total =</b>			<b>101</b>
<b>Densidad Poblacional =</b>			<b>3.26</b>

**ANEXO N°07: PANEL FOTOGRÁFICO.**



**Foto N°01: Vista de la captación existente.**



**Foto N°02: Vista del aforo de la fuente.**



**Foto N°03:** Vista del reservorio existente.



**Foto N°04:** Vista de la caseta de válvulas en el reservorio.



**Foto N°05:** Vista del rebose del reservorio.



**Foto N°06:** Vista del ingreso del agua al reservorio.



**Foto N°07:** Vista de la tubería expuesta en las redes de distribución.



**Foto N°08:** Vista de las válvulas de control ubicadas en las redes de distribución que se encuentran deterioradas.



**Foto N°09:** Vista de los participantes de la evaluación del sistema.



**Foto N°10:** Vista de encuesta y recojo de datos con los directivos y el área técnica municipal.

## ANEXO N°08: CÁLCULO DE CLORACIÓN.

### SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO SAP SAN CRISTÓBAL CON HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%

#### Datos

Número de familias:	31.
Número de miembros por familia (promedio):	3.26
Dotación por persona por día:	50 lt/hab*día.
Periodo de recarga de la solución clorada:	30 días.
Concentración aplicada:	1.5 mg/lt.
Porcentaje de cloro libre en el producto:	70%.
Volumen de tanque de polietileno:	350 litros.

#### Población

$$Población = N^{\circ}familias \times N^{\circ}miembros \text{ por familia}$$

$$Población = 32 \times 3.26 = 101 \text{ habitantes}$$

#### Volumen de agua

$$V = Población \times Dotación \times Periodo \text{ de recarga}$$

$$Volumen \text{ de agua} = 101 \times 50 \times 30 = 151,500 \text{ litros}$$

#### Cantidad de hipoclorito de calcio

$$P = \frac{V \times C}{\% \text{ Cloro} \times 10}$$

Dónde:

- "P" es la cantidad de hipoclorito de calcio en gramos.
- "V" es el volumen de agua en el cual se diluirá el hipoclorito de calcio, en litros.
- "C" es la concentración aplicada en miligramos por litro (mg/lt) o ppm.
- "% Cloro" es el porcentaje de cloro libre en el producto.

$$P = \frac{151,500 \times 1.5}{70 \times 10} = 324.64 \text{ gr} \approx 0.5 \text{ Kg}$$

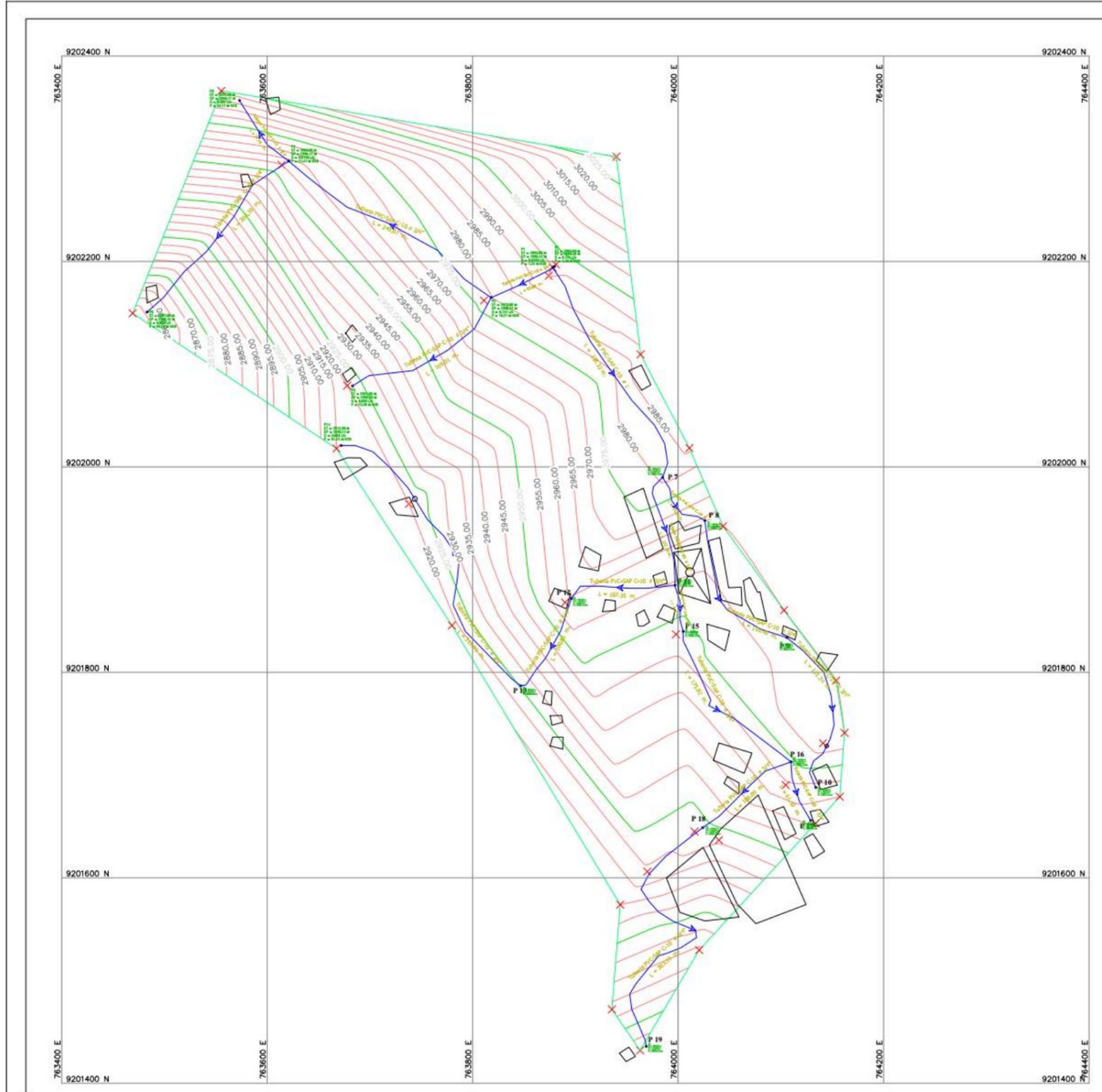
(Se utilizará 0.5 Kg cada 30 días).

#### Cantidad de mililitros por minuto

$$\text{Mililitros} = \frac{1000 \times \text{Volumen tanque (lt)}}{\text{Periodo de recarga (min)}}$$

$$\text{Mililitros} = \frac{1,000 \times 350}{30 \times 24 \times 60} = 8.10 \approx 10 \text{ ml/min}$$

## ANEXO N°09: PLANO DE RED GENERAL.



### ESPECIFICACIONES TECNICAS:

TODO EL MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO EN LA OBRA DEBERA CUMPLIR CON LAS NORMAS TECNICAS PERUANAS. SOLO SE ACEPTARAN MATERIALES Y EQUIPOS QUE SE AJUSTEN A LAS NORMAS INTERNACIONALES, CUANDO ESTAS GARANTICEN UNA CALIDAD IGUAL O SUPERIOR A LAS NACIONALES.

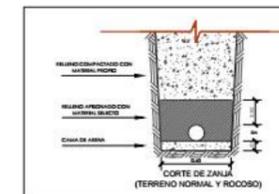
LAS TUBERIAS DE LAS REDES DE DISTRIBUCION, SERAN DEL TIPO SAP DE CLASE 10 Y DEBERAN DE CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS TECNICAS:

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA TUBERIA PARA AGUA FRIA PRESION NTP 399.002 : 2009

Nominal (Pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Clase 3 SDR 41 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 SDR 27.7 108 PSI (7.5 bar)		Clase 10 SDR 21 143 PSI (10 bar)		Clase 15 SDR 14.3 213 PSI (13 bar)		
			Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	
1/2"	21.0	5.00	4.97	-	-	-	1.8	0.836	1.8	0.836	
3/4"	26.5	5.00	4.96	-	-	-	1.8	1.075	1.8	1.075	
1"	33.0	5.00	4.96	-	-	-	1.8	1.356	2.3	1.705	
1 1/4"	42.0	5.00	4.96	-	-	1.8	1.746	2.0	1.931	2.9	2.736
1 1/2"	48.0	5.00	4.96	-	-	1.8	2.007	2.3	2.537	3.3	3.560
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.527	2.2	3.067	2.9	3.995	4.2	5.654
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.091	2.6	4.414	3.5	5.866	5.1	8.351
3"	88.5	5.00	4.93	2.2	4.577	3.2	6.581	4.2	8.536	6.2	12.303
4"	114.0	5.00	4.90	2.8	7.512	4.3	10.872	5.4	14.149	8.0	20.461
6"	168.0	5.00	4.86	4.1	16.218	6.1	23.836	8.0	30.893	11.7	44.138
8"	219.0	5.00	4.82	5.3	27.337	7.9	40.253	10.4	52.364	15.3	75.228
10"	273.0	5.00	4.77	6.7	43.066	9.9	62.870	13.0	81.586	19.0	116.493
12"	323.0	5.00	4.73	7.9	60.086	11.7	75.084	15.4	97.455	22.5	163.211

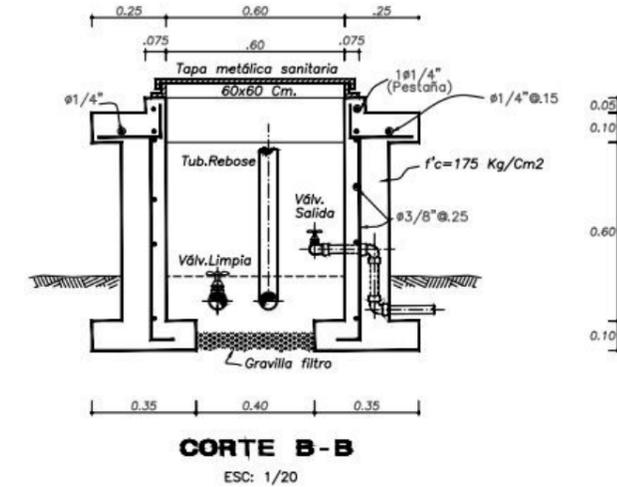
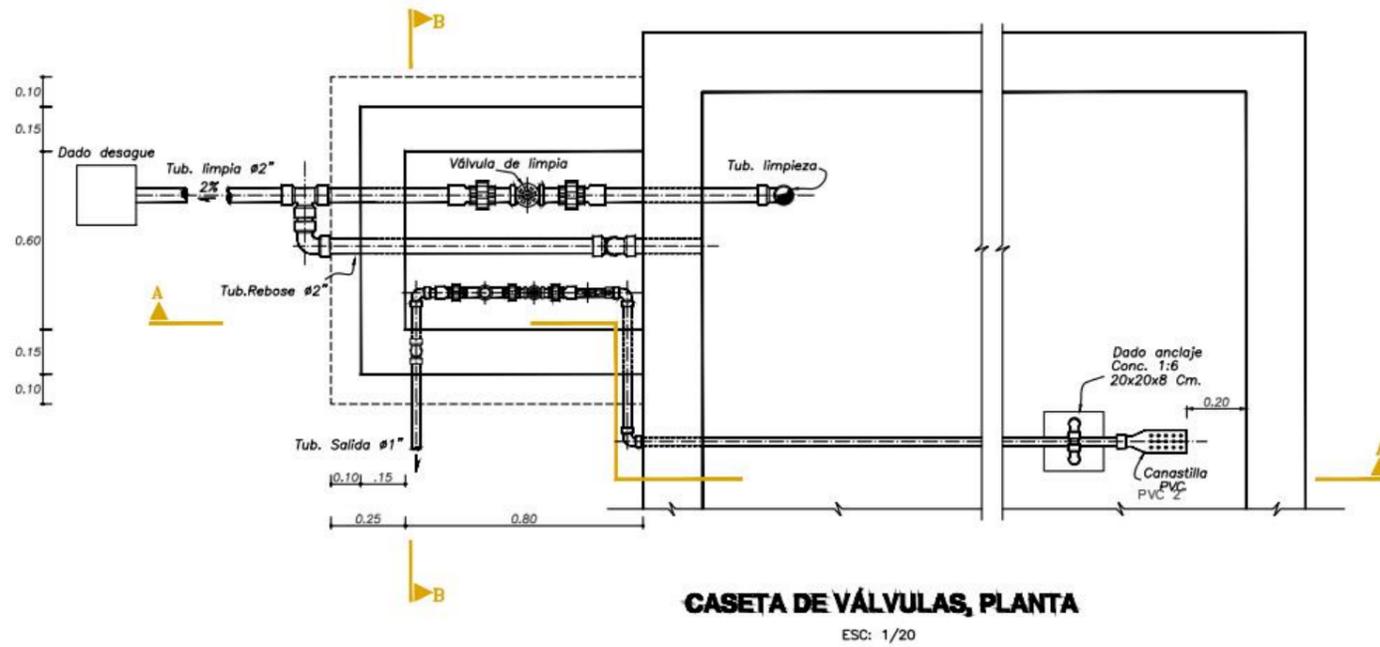
LEYENDA DE TUBERIAS					
ITEM	TRAMO	MATERIAL	DIAMETRO	LONGITUD	CLASE
1	DE R1 A P1	PVC	1	1.62	C10
2	DE P1 A P2	PVC	3/4	66.88	C10
3	DE P2 A P4	PVC	3/4	240.07	C10
4	DE P4 A P5	PVC	3/4	77.17	C10
5	DE P4 A P6	PVC	3/4	204.1	C10
6	DE P2 A P3	PVC	3/4	169.01	C10
7	DE P1 A P7	PVC	1	238.32	C10
8	DE P7 A P8	PVC	1	64.81	C10
9	DE P8 A P9	PVC	3/4	155.4	C10
10	DE P9 A P10	PVC	3/4	171.34	C10
11	DE P7 A P11	PVC	3/4	112.23	C10
12	DE P11 A P12	PVC	3/4	107.34	C10
13	DE P12 A P13	PVC	3/4	100.85	C10
14	DE P13 A P14	PVC	3/4	315.99	C10
15	DE P11 A P15	PVC	3/4	46.17	C10
16	DE P15 A P16	PVC	3/4	175.83	C10
17	DE P16 A P17	PVC	3/4	61.1	C10
18	DE P16 A P18	PVC	3/4	108.89	C10
19	DE P18 A P19	PVC	3/4	303.19	C10

CUADRO DE COORDENADAS				
ITEM	ESTRUCTURA	NORTE	ESTE	COTA
1	VALVULA DE CONTROL	9202297.69	763620.972	2960.85
2	CAPTACION	9202194.83	763879.38	2995.45
3	RESERVORIO	9202194	763878	2994.78
4	VALVULA DE CONTROL	9202164.78	763817.903	2989
5	VALVULA DE PURGA	9201968.88	763743.663	2923.45
6	VALVULA DE CONTROL	9201871.7	763895.893	2959
7	VALVULA DE CONTROL	9201839.8	764004.888	2956.23
8	VALVULA DE PURGA	9201728.25	764144.585	2956
9	CALCULA DE CONTROL	9201648.79	764023.935	2924



 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL - MAGDALENA - CAJAMARCA, 2020*	
	PLANO: RED DE AGUA - MEJORADA	
ESCUELA DE FORMACION: <b>PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	DEPARTAMENTO CAJAMARCA ESPECIALIDAD: SANITARIAS	LAMINA N°: <b>RM-01</b>
V.S.: REVISOR:	PROVINCIA: CAJAMARCA DISTRITO: MAGDALENA	FECHA: JULIO - 2021 ESCALA: INDICADA
FACULTAD DE INGENIERIA	LOCALIDAD: C.P. SAN CRISTOBAL DRAING: M.B.J y W.D.L.	

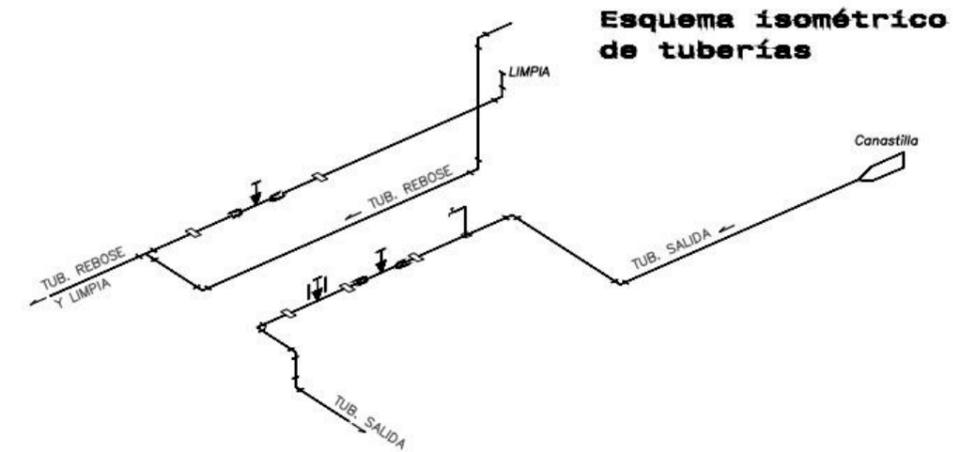
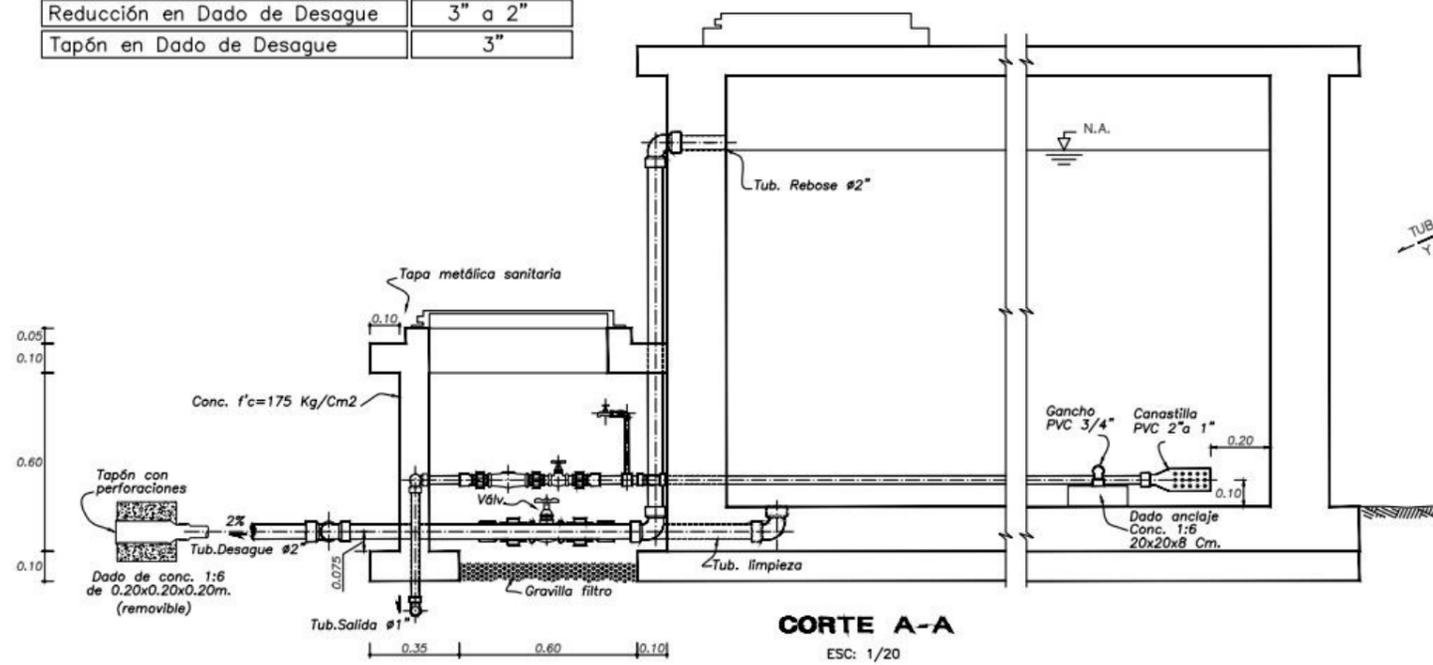
ANEXO N°10: PLANO DE CASETA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO.



**Especificaciones**

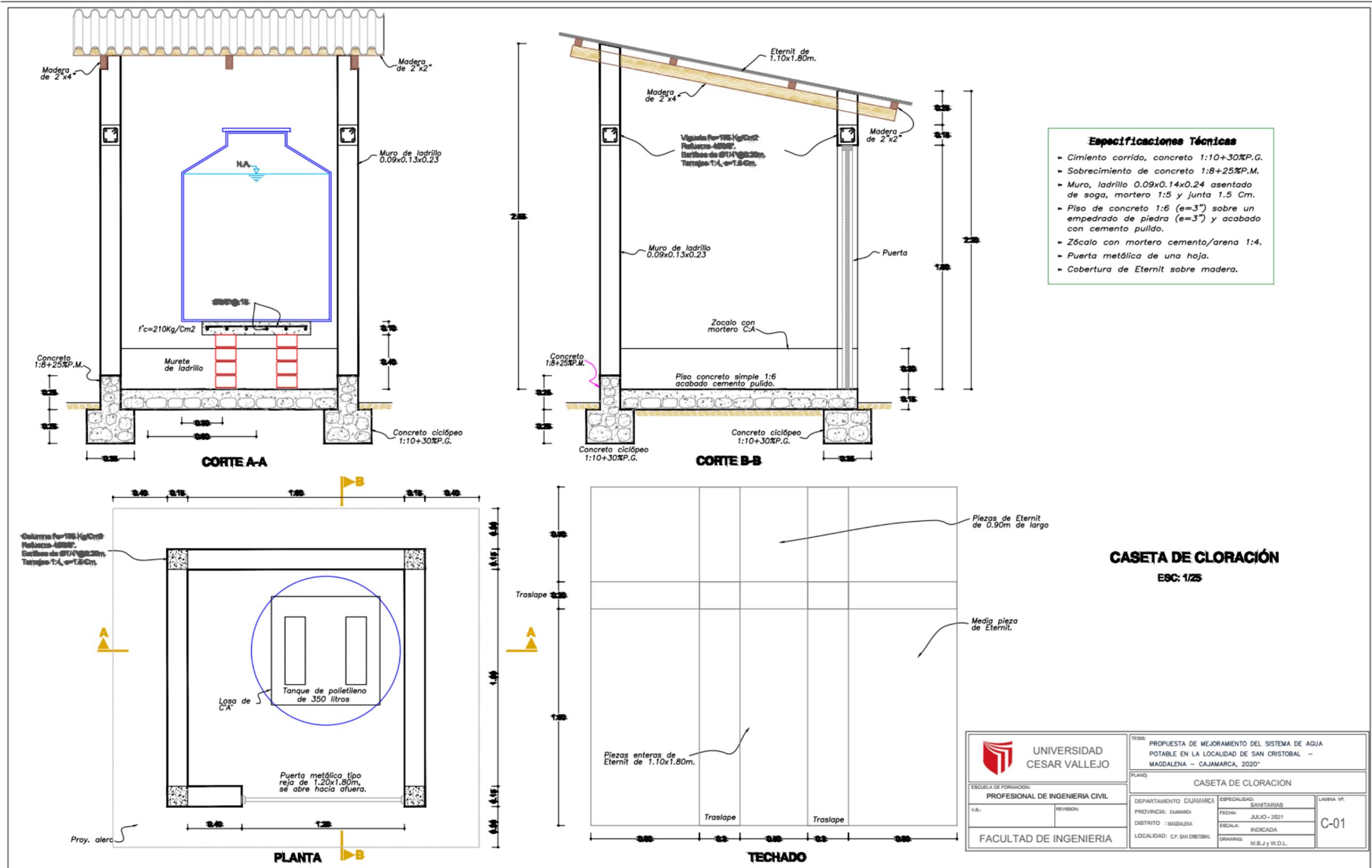
Tarrajeo interno y externo con mortero C/A 1:4, 1.0 Cm.

ACCESORIOS PARA DADO DE DESAGUE	
DESCRIPCION	DIAMETRO
Reducción en Dado de Desague	3" a 2"
Tapón en Dado de Desague	3"



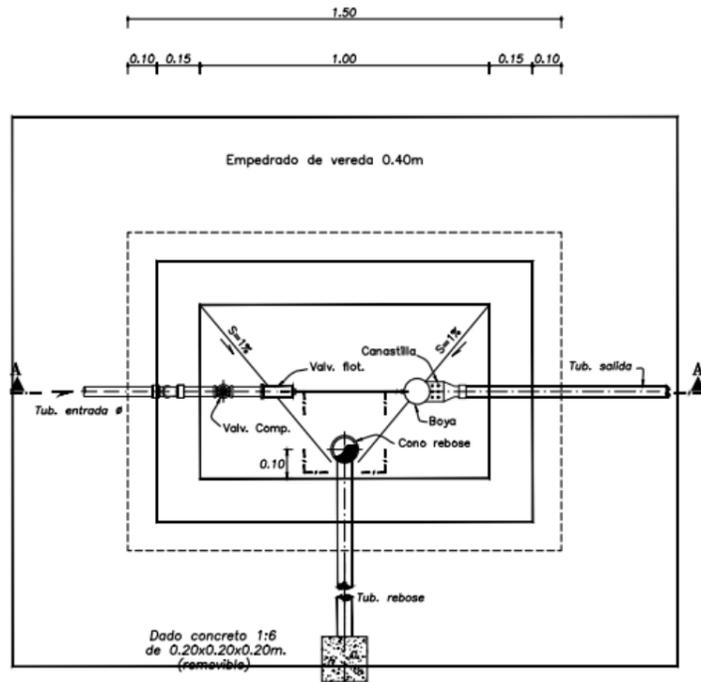
 <p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL - MAGDALENA - CAJAMARCA, 2020*	
	PLANO: CASETA DE VALVULAS Y DISPOSITIVOS DE MEDICION DE CAUDAL	
ESCUELA DE FORMACION: PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	DEPARTAMENTO CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA DISTRITO: MAGDALENA LOCALIDAD: C.P. SAN CRISTOBAL	ESPECIALIDAD: SANITARIAS FECHA: JULIO - 2021 ESCALA: INDICADA DRAWING: M.B.J y W.D.L.
FACULTAD DE INGENIERIA	LAMINA N°: <b>CM-01</b>	

# ANEXO N°11: PLANO DE CASETA DE CLORACIÓN.

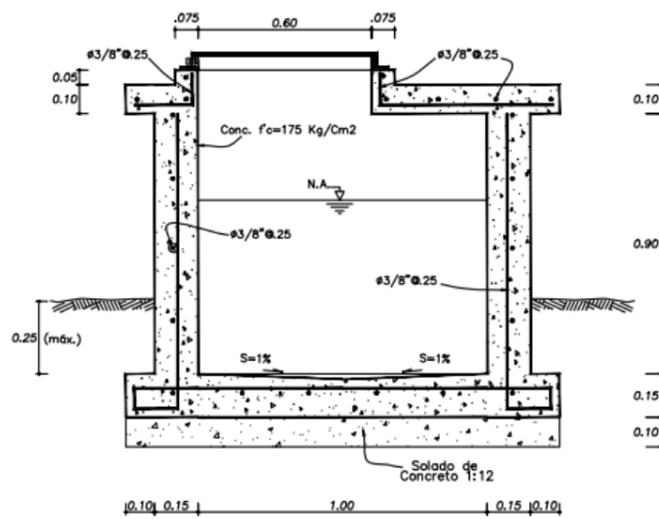


 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL - MAGDALENA - CAJAMARCA, 2020*		
		PLANO: CASETA DE CLORACION		
ESCUELA DE FORMACION: <b>PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>		DEPARTAMENTO CAJAMARCA	ESPECIALIDAD: SANITARIAS	LAMINA N°:
V.B.:	REVISION:	PROVINCIA: CAJAMARCA	FECHA: JULIO - 2021	<b>C-01</b>
FACULTAD DE INGENIERIA		DISTRITO: MAGDALENA	ESCALA: INDICADA	
		LOCALIDAD: C.P. SAN CRISTOBAL	DRAWING: M.B.J y W.D.L.	

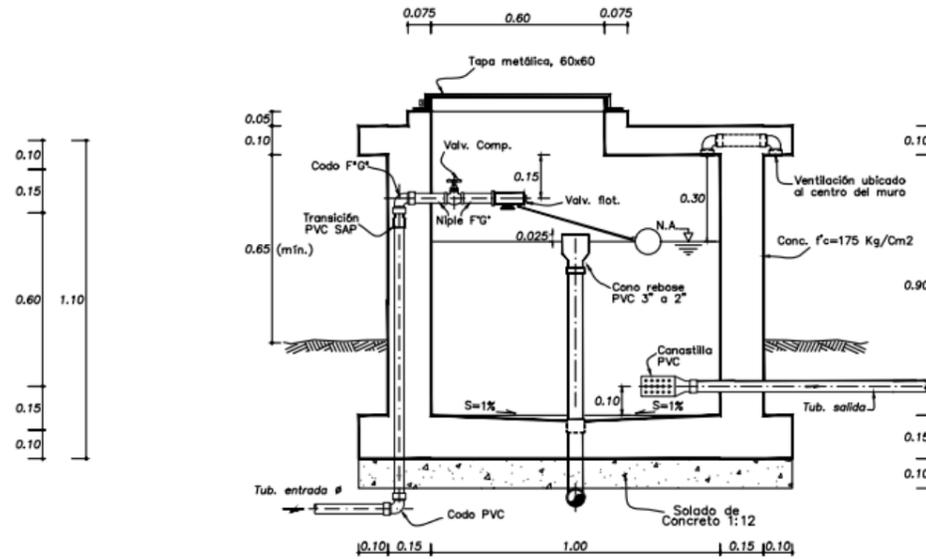
ANEXO N°12: PLANO DE CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7.



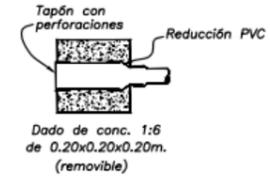
**PLANTA**  
ESC: 1/20



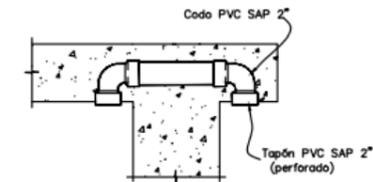
**ELEVACION  
DISTRIBUCION DE ARMADURA**  
ESC: 1/20



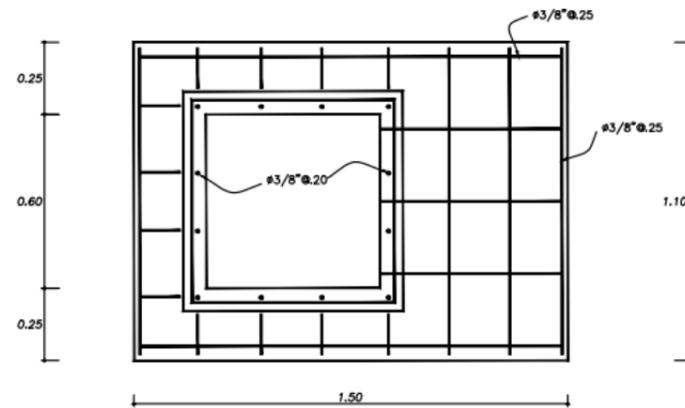
**CORTE A-A**  
ESC: 1/20



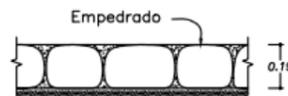
**DETALLE DE DADO**  
ESC: 1/20



**DETALLE - VENTILACION**  
Esc. 1:10



**LOSA SUPERIOR  
DISTRIBUCION DE ARMADURA**  
ESC: 1/20



**EMPEDRADO  
DE VEREDA PERIMETRAL**  
ESC: 1/20

**Especificaciones**

- Tarrajeo interno con mortero 1:2 y Sika (8mm.) y planchado con cemento puro y Sika (2mm.)
- Tarrajeo externo con mortero C/A 1:4 (1.0 Cm)

 <p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	TESIS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL - MAGDALENA - CAJAMARCA, 2020*	
	PLANO: CAMARA DE ROMPE PRESION TIPO 7	
ESCUELA DE FORMACION: PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	DEPARTAMENTO CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA DISTRITO : MAGDALENA LOCALIDAD: C.P. SAN CRISTOBAL	ESPECIALIDAD: SANITARIAS FECHA: JULIO - 2021 ESCALA: INDICADA DRAWING: M.B.J y W.D.L.
V.B.: REVISION:	FACULTAD DE INGENIERIA	LAMINA N°: <b>CR-01</b>







FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

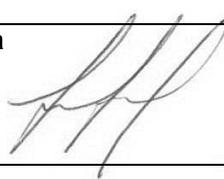
**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, POMA GONZALEZ, CARLA GRISELLE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de la Tesis titulada: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL – MAGDALENA - CAJAMARCA, 2020", del (los) autor (autores) BERROSPI JAVIER, MARISOL y DOLORES LINO, WILLIAMS ANDRE, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 3 de octubre de 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor</b> POMA GONZALEZ, CARLA GRISELLE	
<b>DNI:</b> 41342758	<b>Firma</b> 
<b>ORCID:</b> 0000-0001-5486-7302	