



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE**  
**CONSTRUCCIONES.**

**Evaluación y rediseño del Sistema de agua potable para la  
comunidad de Yaritzagua, Parroquia El Progreso, Cantón  
Nabón**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE**  
**CONSTRUCCIONES.**

**Autores:**

**ABAD VÁSQUEZ JUAN CARLOS**  
**ARÍZAGA BRAVO CARLOS SANTIAGO**

**Director:**

**ING.CARLOS JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER.**

**CUENCA, ECUADOR**

**2022.**

## **DEDICATORIA.**

A Dios y a la Virgen María, por ser esas fuentes de oración y espiritualidad para poder alcanzar las metas trazadas a lo largo de este trayecto. A mis padres, Patricio y Narciza quienes, con su sacrificio, paciencia, amor, han sido testigos de este sueño cristalizado; también por inculcarme el valor tan importante de la responsabilidad, a no darme por vencido y guiarme por los correctos senderos de la vida.

A mi esposa Andrea Estefanía, por ser mi motor, fuente de inspiración, por siempre estar ahí, escucharme en todo momento, dándome fuerzas ante toda circunstancia suscitada, por su apoyo, por creer en mí siempre y motivarme a buscar e indagar más en el mundo del saber. A todas las amistades y demás familiares por aquellas palabras de apoyo y aliento.

**Juan Carlos.**

En primer lugar, a mis padres, Arcadio Rafael (+) pese a que no se encuentre presente en este momento de manera terrenal para acompañarme, siempre anhelo que consiguiera este logro personal, Mirian Narcisa, que siempre confió en que podría lograrlo, los dos juntos son quienes con sus enseñanzas forjaron lo mejor en mí.

A mis hermanos Rafael Enrique y Daniela Fernanda, amigos y cómplices de vida, ejemplos de perseverancia en todo tipo de situaciones, con sus acertados consejos y apoyo nunca me dejaron rendir ni decaer ante cualquier adversidad. Familia y amigos, que a lo largo de estos años me brindaron su oportuno apoyo.

**Carlos Santiago.**

## **AGRADECIMIENTO.**

A nuestra querida Universidad del Azuay, por permitirnos aparte de cumplir una meta, educarnos con los mejores valores y conocimientos impartidos a través de su cuerpo docente.

Una mención especial a nuestro querido director, Ing. Javier Fernández de Córdova, que con su vasto conocimiento nos ha orientado e impulsado en este trabajo para que pueda ser culminado de la mejor manera.

Al Ing. Wilson Salto en calidad de codirector y director del departamento de obras públicas de la actual administración del GAD Nabón, por estar siempre dispuesto a ayudarnos en cualquier duda surgida y darnos apertura tanto a la comunidad y el cantón.

Al Municipio del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón el Nabón por darnos la oportunidad de ayudar a los habitantes de la comunidad de Yaritzagua mediante este proyecto, así como la Junta Administrativa de Agua Potable.

**Juan Carlos y Carlos Santiago.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
ANTECEDENTES .....	14
OBJETIVOS.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
ALCANCE .....	15
JUSTIFICACIÓN .....	15
CAPÍTULO 1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN. ....	16
1.1 Descripción general de la zona de la zona de estudio.....	16
1.1.1 Ubicación geográfica.....	16
1.1.2 Área de cobertura .....	18
1.1.3 Modelo Digital Del Terreno.....	20
1.1.4 Localización y Ubicación De Usuarios .....	27
1.1.5 Análisis de Suelos del Área de Cobertura .....	29
1.1.6 Clima .....	30
1.1.7 Vialidad.....	31
1.1.8 Usos del Suelo.....	31
1.1.9 Geomorfología y Geología .....	32
1.1.10 Trazado Actual de las Líneas de Agua .....	33
1.2 Recopilación de la Información Hidráulica .....	34
1.2.1 Evaluación de fuente de agua.....	35
1.2.2 Calidad del agua de la fuente .....	36
1.2.3 Análisis de la Calidad del Agua: Parámetros Físico Químicos .....	39
1.2.4 Aforo en captación .....	41

1.2.5 Diámetros y material de las redes de conducción actual .....	42
1.2.6 Estructuras existentes .....	42
1.2.7 Levantamiento de encuestas a usuarios. ....	44
1.2.8 Modelo de encuesta .....	44
1.2.9 Procesamiento de información .....	45
1.2.10 Datos de la población.....	45
1.2.11 Sservicios e infraestructura existentes .....	46
1.2.13 Cuadros de resultados .....	47
<b>CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA POTABLE.</b> .....	<b>62</b>
2.1 Evaluación de captación de agua. ....	62
2.2 Evaluación de conducción de agua .....	65
2.3 Evaluación de tratamiento de agua .....	63
2.4 Evaluación de distribución de agua.....	65
<b>CAPÍTULO 3. REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.</b> .....	<b>71</b>
3.1 Parámetros de Diseño .....	71
3.1.1 Población futura o de diseño .....	71
3.1.2 Periodo de diseño .....	72
3.1.3 Dotaciones y nivel de servicio .....	73
3.1.4 Caudales de diseño .....	74
3.2 Diseño de las estructuras de captación de agua cruda.....	77
3.2.1 Volumen de reserva .....	77
3.2.2. Diseño de captación.....	77
3.3. Diseño de la conducción de agua cruda .....	79
3.4. Diseño del sistema de tratamiento de agua.....	86
3.4.1 Torre de aireación.....	87
3.4.2 Diseño del tanque filtro lento descendente .....	88
3.4.2 Diseño del sistema de desinfección.....	90
3.4.3 Dosificación de cloro.....	91
3.5 Diseño de la red de distribución.....	92
<b>CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>98</b>
4.1 Cantidades de obra .....	98
4.2 Análisis de precios unitarios .....	100
4.3 Presupuesto referencial.....	102

4.4 Cronograma valorado de obras .....	105
4.5 Especificadores técnicas y generales.....	110
CONCLUSIONES .....	138
RECOMENDACIONES .....	140
BIBLIOGRAFÍA .....	141

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 DELIMITACIÓN CANTONAL DE LA PROVINCIA DEL AZUAY .....	16
FIGURA 1.2 DELIMITACIÓN PARROQUIAL DEL CANTÓN NABÓN .....	17
FIGURA.1.3 UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD DE YARITZAGUA .....	18
FIGURA 1.4 DELIMITACIÓN PARROQUIAL EL PROGRESO .....	18
FIGURA 1.5 ÁREA DE COBERTURA .....	19
FIGURA 1.6 PANORÁMICA DEL CENTRO URBANO DE YARITZAGUA .....	19
FIGURA 1.7 RESULTADOS DEL PROGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DEL MODELO TOPOGRÁFICO A PARTIR DE UN RASTER .....	26
FIGURA 1.8 FOTOGRAFÍA PARTE DEL ÁREA URBANA VUELO LONGITUDINAL.....	27
FIGURA 1.9 FOTOGRAFÍA PARTE DEL ÁREA URBANA VUELO TRANSVERSAL .....	27
FIGURA 1.10 UBICACIÓN DE VIVIENDAS O USUARIOS DEL SISTEMA DE AGUA.....	28
FIGURA 1.11 VÍAS DE LA COMUNIDAD DE YARITZAGUA .....	31
FIGURA 1.12 MAPA GEO PEDOLÓGICO - HOJA YARITZAGUA .....	33
FIGURA 1.13 CAPTACIÓN VERTIENTE YUMBAR - AGUA SUBTERRÁNEA.....	36
FIGURA 1.14 CAPTACIÓN PALLCAS - AGUA SUPERFICIAL.....	36
FIGURA 1.15 TANQUE DE CAPTACIÓN PALLCAS .....	42
FIGURA 1.16 TANQUE CAPTACIÓN YUMBAR.....	43
FIGURA 1.17 TANQUE FILTRO LENTO .....	43
FIGURA 1.18 TANQUE FILTRO LENTO, CALIDAD DE AGUA.....	44
FIGURA 2.1 CONDUCCIÓN DE PALLCAS.....	66
FIGURA 2.2 CONDUCCIÓN YUMBAR .....	66
FIGURA 2.3 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA CONDUCCIÓN DESDE PALLCAS. ....	1
FIGURA 2.4 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA CONDUCCIÓN DESDE YUMBAR. ....	61
FIGURA 2.5 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA .....	66
FIGURA 2.6 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD YARITZAGUA. ....	63
FIGURA 3.1 CÁLCULO RED DE CONDUCCIÓN PALLCAS.....	69
FIGURA 3.2 GRAFICO DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS YUMBAR .....	83
FIGURA 3.3 LÍNEA DE TRATAMIENTO DEL AGUA .....	87
FIGURA 3.4 RE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	86
FIGURA 4.1 CURVA DE VALOR PROGRAMADO .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 COORDENADAS POLÍGONO DE ESTUDIO.....	20
TABLA 1.2 LISTADO DE USUARIOS PERMANENTES DEL SISTEMA DE AGUA .....	29
TABLA 1.3 MATRIZ DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....	32
TABLA 1.4 UBICACIÓN DE LAS CAPTACIONES .....	36
TABLA 1.5 PARÁMETROS I DE CALIDAD DEL AGUA EN LA FUENTE.....	37
TABLA 1.6 PARÁMETROS II DE CALIDAD DEL AGUA EN LA FUENTE .....	38
TABLA 1.7 PARÁMETROS III DE CALIDAD DEL AGUA EN LA FUENTE .....	38
TABLA 1.8 RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS DEL AGUA .....	41
TABLA 1.9 DATOS DE AFORO DE LAS CAPTACIONES DE AGUA.....	41
TABLA 1.10 POBLACIÓN ACTUAL DE LA COMUNIDAD DE YARITZAGUA .....	45
TABLA 1.11 DATOS GENERALES DE LA POBLACIÓN.....	48
TABLA 1.12 TIPOS DE EDIFICACIÓN .....	48
TABLA 1.13 USOS DE LA EDIFICACIÓN .....	49
TABLA 1.14 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS .....	50
TABLA 1.15 EVACUACIÓN DE AGUA.....	51
TABLA 1.16 TIPO DE VÍA EXISTENTE FRENTE A SU VIVIENDA .....	52
TABLA 1.17 SERVICIO ELÉCTRICO.....	52
TABLA 1.18 TENENCIA DE LA VIVIENDA .....	53
TABLA 1.19 INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	54
TABLA 1.20 INSTRUCCIÓN DEL JEFE DE HOGAR .....	55
TABLA 1.21 ENCUESTA 1: APROBACIÓN DE MEJORA .....	56
TABLA 1.22 ENCUESTA 2: APORTE MENSUAL.....	57
TABLA 1.23 ENCUESTA 3: PROCEDENCIA DEL AGUA .....	57
TABLA 1.24 ENCUESTA 4: MEDIDAS ANTES DEL CONSUMO DE AGUA .....	58
TABLA 1.25 ENCUESTA 5: ENFERMEDADES CAUSADAS POR EL AGUA QUE CONSUMEN	59
TABLA 1.26 ENCUESTA 6: ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS.....	60
TABLA 1.27 ENCUESTA 7: ELIMINACIÓN DE EXCRETAS .....	61
TABLA 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN PALLCAS.....	67
TABLA 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN YUMBAR.....	67
TABLA 2.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA CONDUCCIÓN PALLCAS ..	61
TABLA 2.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA CONDUCCIÓN YUMBAR. ..	63
TABLA 2.5 RESULTADOS DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD YARITZAGUA.....	69
TABLA 3.1 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL POR REGIONES.....	72
TABLA 3.2 CALCULO POBLACIÓN FUTURA .....	72
TABLA 3.3 DATOS PARA DETERMINAR EL PERIODO DE DISEÑO.....	73
TABLA 3.4 NIVEL DE SERVICIO.....	73
TABLA 3.5 DOTACIÓN DE AGUA POR CLIMA Y NIVEL DE SERVICIO.....	74
TABLA 3.6 CAUDALES DE DISEÑO.....	76
TABLA 3.7 CALCULO DE VALORES DE PARÁMETROS DE DISEÑO.....	76
TABLA 3.8 CALCULO DEL VOLUMEN DE RESERVA.....	77
TABLA 3.9 CÁLCULO DE MEDIDAS TANQUE DE CAPTACIÓN.....	79
TABLA 3.10 COEFICIENTE C DE HAZEN – WILLIAMS .....	80
TABLA 3.11 RESULTADOS DEL CÁLCULO HIDRÁULICO .....	81
TABLA 3.12 RESULTADOS CALCULO HIDRÁULICO RED DE CONDUCCIÓN .....	82
TABLA 3.13 CÁLCULOS HIDRÁULICOS CONDUCCIÓN YUMBAR - NODOS .....	83
TABLA 3.14 CÁLCULOS HIDRÁULICOS CONDUCCIÓN YUMBAR - TUBERÍA .....	84
TABLA 3.15 TIPOS DE TRATAMIENTO RECOMENDADOS.....	86

TABLA 3.16 CALCULO DEL TANQUE FILTRO LENTO DESCENDENTE .....	90
TABLA 3.17 CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL .....	91
TABLA 3.18 RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN DE CLORO .....	92
TABLA 3.19 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE VÁLVULAS ROMPE PRESIÓN.....	92
TABLA 3.20 RESULTADOS REDISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN.....	97
TABLA 4.1 CANTIDADES DE OBRA .....	100
TABLA 4.2 MODELO DE ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO.....	101
TABLA 4.3 PRESUPUESTO DE OBRA.....	105
TABLA 4.4 CRONOGRAMA VALORADO.....	110

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 CÁLCULO POBLACIÓN FUTURA.....	71
ECUACIÓN 2 CÁLCULO DE CAUDAL MEDIO DIARIO.....	74
ECUACIÓN 3 CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO DIARIO.....	75
ECUACIÓN 4 CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO HORARIO .....	75
ECUACIÓN 5 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE CAPTACIÓN.....	78
ECUACIÓN 6 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CAJA DE CAPTACIÓN .....	78
ECUACIÓN 7 CÁLCULO DE PÉRDIDAS HAZEN- WILLIAMS.....	80
ECUACIÓN 8 DIMENSIONAMIENTO TANQUE FILTRO LENTO .....	89
ECUACIÓN 9 CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN DE CLORO .....	92

## **Evaluación y rediseño del Sistema de agua potable para la comunidad de Yaritzagua, Parroquia El Progreso, Cantón Nabón**

### **RESUMEN**

El presente proyecto de titulación indica evaluación como rediseño del sistema de agua para la comunidad de Yaritzagua.

Se partió de la topografía por vuelo de dron, con un recopilado en campo de: válvulas, captación, accesorios, tuberías, encuestas socioeconómicas.

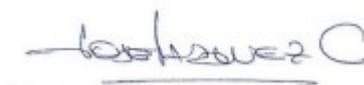
Como resultado por excesivas presiones, se procedió a la modelación hidráulica, a través de EPANET, procurando cumplir un diseño técnico, viable y funcional.

Resultado del rediseño son: planos constructivos, estudio presupuestario, cumpliendo normas y optimizando costos.

**Palabras clave:** Evaluación, rediseño, Yaritzagua, encuestas socioeconómicas, modelación hidráulica, EPANET, planos constructivos, estudio presupuestario.



Carlos Javier Fernández de Córdova Webster  
**Director de Tesis**



José Fernando Vázquez Calero  
**Coordinador de Escuela**



Juan Carlos Abad Vásquez  
**Autor**



Carlos Santiago Arízaga Bravo  
**Autor**

# Evaluation and redesign of the drinking water System for the community of Yaritzagua, El Progreso Parish, Nabón Canton.

## ABSTRACT

This degree project carried out a redesign and evaluation of the water system for the community of Yaritzagua. It started from the topography by drone flight, with a field compilation of: valves, catchment, fittings, pipes, and socioeconomic surveys. As a result of excessive pressures, hydraulic modeling was carried out through EPANET, trying to comply with a technical, viable and functional design. The result of the redesign are: construction plans, budget study, complying with standards and optimizing costs.

**Keywords:** Evaluation, redesign, Yaritzagua, socioeconomic surveys, hydraulic modeling, EPANET, construction plans, budget study.

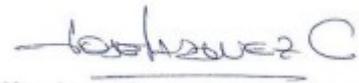


Carlos Javier Fernández de Córdova Webster

**Thesis Director**

Juan Carlos Abad Vásquez

**Author**



José Fernando Vázquez Calero

**Faculty Director**

Carlos Santiago Arízaga Bravo

**Author**



Juan Abad and Carlos Arízaga

**Translated by**

## INTRODUCCIÓN

El agua potable es un recurso invaluable en la salud pública por lo cual amerita que tenga buenas características y cierta cantidad mínima, ya que esta influye directamente en la calidad de vida de los habitantes de una población. La constitución de la República del Ecuador garantiza un libre acceso a este servicio, pero se presenta un desafío al precautelar sus requerimientos, en especial respecto a la purificación del líquido vital.

Todos los derechos de la población rural se condensan en el Art. 66 de la constitución y se denominan como Derechos de libertad en el numeral 2: “El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios”, y en el numeral 6 sobre el derechos a transitar libremente y por el territorio nacional y a fijar residencia, que obviamente deben tener vigencia en los territorios rurales y de manera especial en los territorios ancestrales indígenas (PYDLOS, PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE NABON, 2014).

La comunidad de Yaritzagua ubicada en la parte occidental del Cantón Nabón tiene un sistema de agua potable, cuya construcción data del año 1996 mediante mingas de los beneficiarios, con la dirección técnica del consejo provincial del Azuay, sin embargo, en la actualidad al ser un sistema colapsado en todas sus partes representa diversas problemáticas para la salud para los habitantes y demás actividades ligadas a dicho recurso.

Un sistema antiguo y sin el mantenimiento adecuado da como resultado el colapso de sus componentes como son captación, conducción de agua cruda, tratamiento y distribución de agua, lo cual ocasiona graves problemáticas y altos costos en su mantenimiento, por lo que la mejor opción es renovar dicho sistema parcialmente o en su totalidad, luego del análisis respectivo.

Luego de la visita a la comunidad se confirmó que la problemática que presenta el sistema es debido a su obsoleta infraestructura existente en: captación y planta de tratamiento de agua, lo cual conlleva a tener agua de mala calidad y sin ningún tipo de tratamiento, llegando a los domicilios en la mayoría del tiempo agua turbia, la cual deben consumir los usuarios del sistema.

El sistema de agua vigente sirve a un aproximado de 35 familias, las cuales entre sus miembros cuentan adultos mayores y niños. Consta con dos captaciones de agua superficial, una red de conducción de agua cruda con tubería de PVC de 25 mm, una planta de tratamiento básica con un tanque filtro lento, no tiene un sistema de desinfección y la red de distribución con tubería de PVC de 25 mm a 15 mm, la cual por la sobrepresión que hay a momentos en la red siempre colapsa, además por la cantidad de material que arrastra hay continuos taponamientos en los micro medidores domiciliarios.

Los problemas más frecuentes que se presentan en el sistema son:

- Inestabilidad de presiones por sus conducciones mal dimensionadas y la no existencia de tanques o válvulas rompe presión.
- Materiales de baja calidad y la inadecuada distribución de sus redes, la cual dificulta el suministro, no se adapta al crecimiento y las nuevas necesidades de sus ocupantes y como resultado ya no abastecen a la demanda.
- Nulo tratamiento del agua.

Al ser un sistema comunitario esta regentado por una junta de usuarios los cuales eligen cada cierto periodo de tiempo a su directiva la cual se encarga de administrar los recursos económicos y dar el mantenimiento al sistema, lamentablemente las directivas no han tenido una acertada labor por lo cual el sistema ha colapsado, su mantenimiento fue casi nulo a lo largo del tiempo por lo que ahora no presenta un funcionamiento adecuado y la vida útil de los elementos instalados ha terminado; por ello es necesario realizar una evaluación de la condición actual de funcionamiento, y con estos datos de entrada proponer un diseño integral del sistema que asegure su correcto funcionamiento de un sistema de agua potable con la infraestructura existente y futura a construirse. Por ello se propone la evaluación del

sistema actual y un nuevo diseño de los componentes del mismo, lo cual generará un impacto positivo en la salud y medio ambiente de la población, trayendo consigo mejoras en la calidad de vida y de los servicios.

## **ANTECEDENTES**

En la actualidad el sistema de agua está abastecido desde dos fuentes de agua, la una superficial y con un tipo de agua con altos niveles de sólidos en suspensión que en época invernal ha hecho que el tanque de filtración colapse haciéndolo prácticamente inservible y una fuente de agua subterránea con excelente calidad, pero con un caudal muy bajo para abastecer al sistema.

La comunidad de Yaritzagua cuenta con pocas fuentes de agua que tengan un caudal continuo a lo largo de todo el año, la mayoría de fuentes de agua superficial tienen el caudal suficiente solo en la época invernal, es por esta situación que se ha demandado a la entidad competente el uso de tres fuentes de agua en diferentes lugares para lograr sumar el caudal mínimo que logre abastecer al sistema a lo largo de todo el año. Estas fuentes de agua son dos quebradas superficiales y una vertiente de agua subterránea con lo cual se debe asegurar el caudal suficiente para abastecer la demanda y planificar su tratamiento adecuado, con lo cual dará como resultado que la comunidad tenga un nivel de vida acorde a las exigencias actuales.

El sistema a ser rediseñado tendrá costos que estén al alcance de la población es por ello que se plantea el uso de tecnologías modernas de bajo costo y la reutilización de tuberías en la conducción del agua cruda y en el sistema de distribución, además micro medición del agua a ser consumida.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar y rediseñar el sistema de agua potable para la comunidad de Yaritzagua.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar encuestas a los usuarios del Sistema de agua actual.
- Evaluar el sistema actual de agua potable, todos los componentes del mismo.
- Diseñar las redes de agua potable, captación de agua cruda y sistema de tratamiento del agua cumpliendo con la normativa local.
- Realizar un presupuesto detallado para la implementación de los diseños presentados.

### **ALCANCE**

En el presente trabajo de tesis se pretende obtener un proyecto de sistema de agua potable factible y funcional a lo largo del tiempo, reduciendo en lo posible costos, mediante la reutilización de materiales en las redes de conducción de agua cruda y el sistema de distribución de agua.

### **JUSTIFICACIÓN**

La falta de un buen sistema de tratamiento de agua potable ha provocado que la población de esta comunidad migre a las grandes ciudades y quienes no lo han hecho padezcan enfermedades e infecciones en su sistema digestivo. Esto ocasionó que los habitantes de la comunidad acudan al GAD cantonal por una solución a su problemática.

El presente trabajo se lo realiza bajo el amparo del convenio suscrito entre el GAD MUNICIPAL NABON y la UNIVERSIDAD DEL AZUAY, mediante el cual los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil pueden realizar estudios, diseños en diferentes áreas de la ingeniería y otras ciencias, aportando con ello soluciones verdaderas a la problemática que afecta a las diferentes comunidades del Cantón.

Bajo este contexto una vez realizado el contacto con directivos del departamento de agua potable y saneamiento del GAD MUNICIPAL NABON, se ha convenido en realizar el presente estudio y aportar en la solución a la problemática del agua potable que padecen los habitantes de la zona urbana de la comunidad de Yaritzagua.

## CAPÍTULO 1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

### 1.1 Descripción general de la zona de la zona de estudio.

#### 1.1.1 Ubicación geográfica

El cantón Nabón se encuentra ubicado en la parte sur de la provincia del Azuay, tal como se observa en la figura 1.1, este es el segundo cantón más grande en extensión con un área de 636 km<sup>2</sup>, colindando por el Norte con Girón, al Sur con Oña, al Este con Sígsgig y al Oeste con Santa Isabel. Este Cantón relativamente nuevo de la provincia está formado por las parroquias Cochapata, Nabón Centro, Las Nieves y El Progreso, además cuenta con cuatro comunidades jurídicas indígenas llamadas Shiña, Morasloma, Chunazana y Puca.

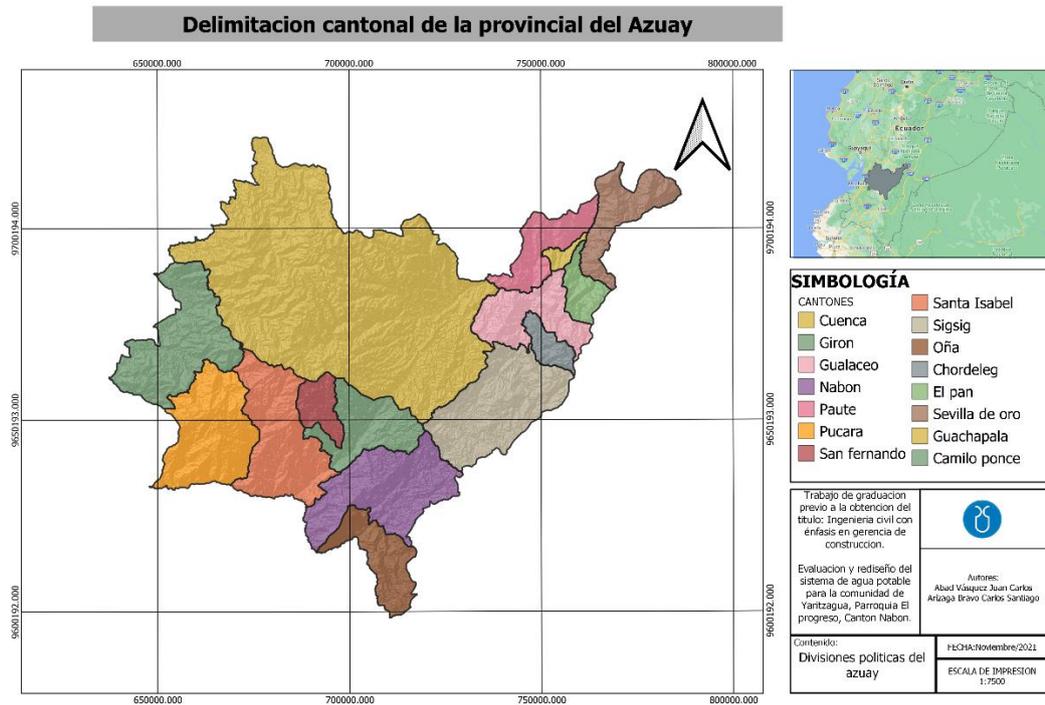


Figura 1.1 Delimitación cantonal de la provincia del Azuay  
Fuente: IGM

La parroquia El Progreso se encuentra situada al Oeste del Cantón Nabón, ocupando una superficie de 142.9 km<sup>2</sup> que representa el 24.95% del área total del Cantón Nabón.

Geográficamente está ubicada entre las siguientes coordenadas: 79° 12' y 2'' de longitud este y 3° 20' 35'' de latitud sur. Con límites por el norte, las parroquias Abdón Calderón y Las Nieves; por el este, la parroquia Las Nieves y la periferia del cantón Oña; por el sur, con la parroquia Urdaneta (Lluzhapa) del cantón Saraguro y por el oeste, con la parroquia Manú del cantón Saraguro provincia de Loja y la periferia del centro cantonal de Santa Isabel (PYDLOS, PDOT, EL PROGRESO, 2015). La parroquia El Progreso cuenta con las siguientes comunidades en su territorio Progreso centro, Yaritzagua, Corraleja, Yacudel, Ucumari, Quillosisa, La Cria, Gañarín, Cochaseca, El Molino, Rambram, Portetillo, Sauceloma, San Isidro, Cusho, Puetate y Napa, así como se observa en la figura 1.2.

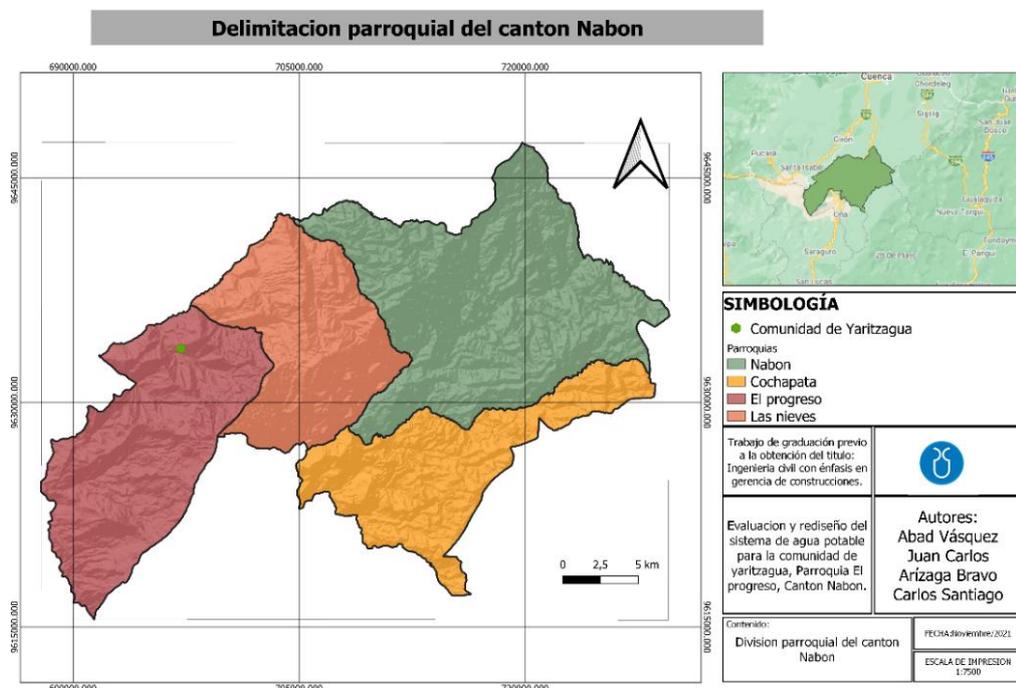


Figura 1.2 Delimitación parroquial del Cantón Nabón  
Fuente: IGM

En la figura 1.3 se observa que la comunidad de Yaritzagua está ubicada al norte de la parroquia El Progreso, así mismo, en la figura 1.4 se verifica que la esta parroquia se encuentra a 15 km de la población La Paz, con un área de 0.46 km<sup>2</sup>; limitando al norte con la Parroquia Las Nieves, al este con la comunidad de El Molino, al oeste con el Cantón Santa Isabel y al sur con la comunidad de Ucumari. Conformada por los barrios El Descanso, San José, Amaroma y la Unión.

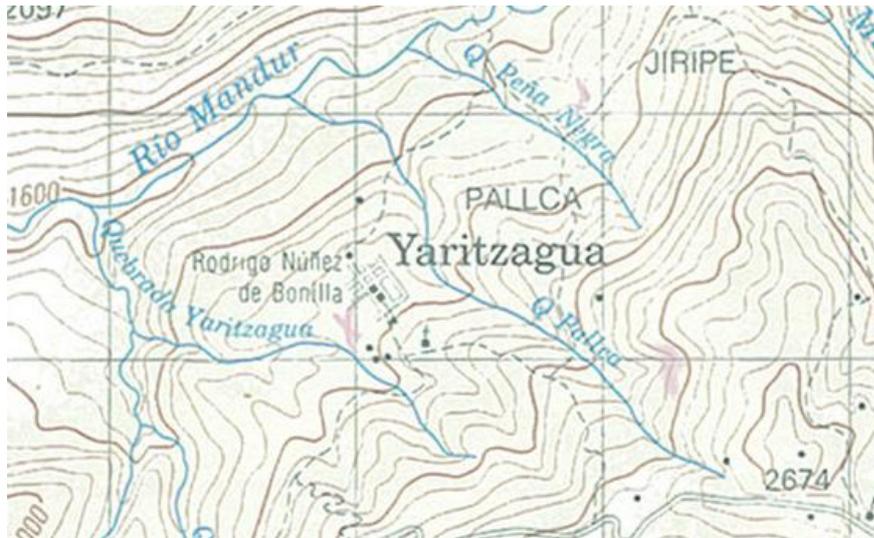


Figura .1.3 Ubicación de la Comunidad de Yaritzagua  
Fuente: CARTAS TOPOGRÁFICAS ESCALA 1:50.000 – Yaritzagua. IGM

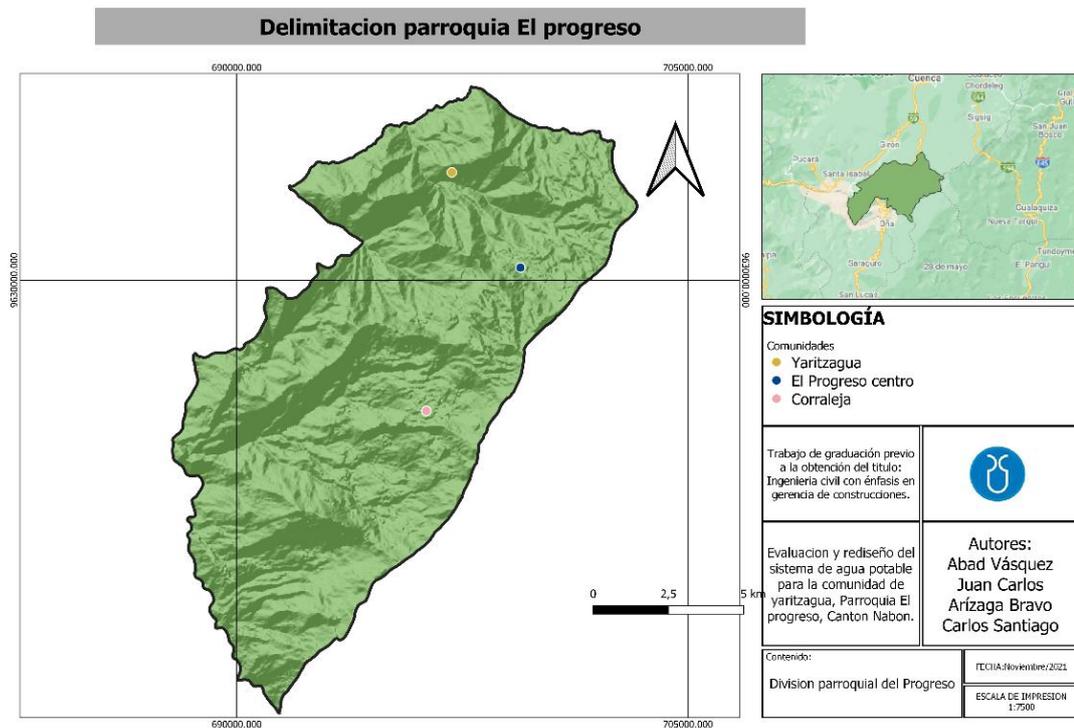


Figura 1.4 Delimitación parroquial El progreso  
Fuente: IGM

### 1.1.2 Área de cobertura

Se comprende por área de cobertura a la parte geográfica que es atendida por la red existente o por la red proyectada de agua potable, la cual está delimitada por coordenadas dentro de un mapa.

El área de cobertura del presente estudio comprende exclusivamente la parte urbana de la comunidad de Yaritzagua, en la que están ubicadas el 95% de las viviendas que son atendidas por la red actual, como se muestra en la figura 1.5, dentro de esta también está la vivienda más alejada del sistema que prácticamente es una vivienda dispersa y se encuentra fuera del área urbana de la comunidad. En la figura 1.6 se puede demostrar un área panorámica en donde se observa el centro urbano Yaritzagua

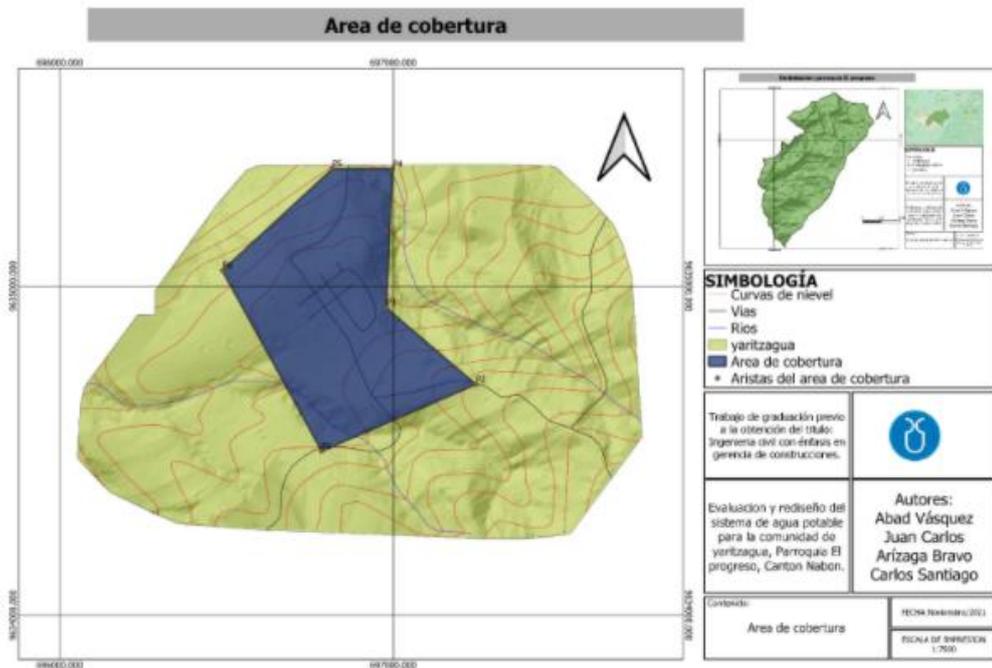


Figura 1.5 Área de cobertura

Fuente: Autores



Figura 1.6 Panorámica del centro urbano de Yaritzagua

Fuente: <https://www.obraspublicas.gob.ec/vialidad-de-la-parroquia-el-progreso-atendida-por-emergencia-vial/>

Para el presente estudio se ha trazado un polígono en el que esta contenidas las viviendas y posibles ampliaciones del sistema de agua, este polígono está delimitado por las siguientes coordenadas que se observen en la tabla 1.1:

Coordenadas WGS 84 UTM 17		
Sur		
Arista	Norte	Este
P1	9634498.468	696785.962
P2	9634701.299	697247.343
P3	9634933.348	696979.28
P4	9635356.677	696998.986
P5	9635356.677	696998.986
P6	9635356.677	696998.986

Tabla 1.1 Coordenadas polígono de estudio

Fuente: Autores

### 1.1.3 Modelo Digital Del Terreno

El compromiso del GAD MUNICIPAL NABON es el de entregar la topografía de la zona de estudio delimitada por el polígono descrito anteriormente. Los técnicos encargados de este proceso realizan un levantamiento topográfico mediante modelo digital del terreno (MDT) el cual describe a detalle la distribución de las características topográficas del área de cobertura a una escala de 1:2000.

Se realizó un levantamiento Aero fotogramétrico en el cual mediante el uso de fotografías aéreas se consigue la topografía (planimetría y taquimetría) de una área en especial. En este caso en específico trata como producto final el conseguir un modelo matricial digital del terreno y el modelo ráster, por sus características se ha utilizado además como mapa base de los diferentes mapas temáticos que describen dicha área y como las características topográficas (altitud y longitud) de la misma interactuara con el diseño del proyecto.

En este apartado se realiza una breve descripción de cómo se realizó el procedimiento de la obtención de la MDT en campo y luego el procesamiento de datos en oficina para

la obtención del plano final para el diseño. Para la realización de este modelo digital primeramente se colocaron 17 puntos de control repartidos estratégicamente dentro del polígono de estudio, estos puntos que consisten en estacas de madera de 50 cm de longitud, tenían un clavo en el centro de la misma, antes de ser clavadas en la tierra se instaló un plástico de color rojo de un metro cuadrado de área y la estaca fue clavada en el centro de este plástico.

Luego se procedió a levantar las coordenadas de ubicación de los mismos mediante un GPS (Global Position System) Diferencial, con este procedimiento georreferenciamos los puntos de control en el espacio terrestre y tener datos ciertos para luego procesarlos.

Una vez completado la colocación y georreferenciación de los puntos de control se programa realizar el vuelo del Dron para tomar las fotografías del área de estudio, estas fueron alrededor de dos mil fotos que pasan a ser procesadas o rasterizadas para obtener la topografía con un detalle o escala de 1:2000.

Los archivos resultantes del procesamiento de datos pueden ser manipulados en cualquier programa de tipo gis o CAD.

El dron realizó un vuelo a 300 metros de altura longitudinalmente y transversalmente en el polígono de estudio.

En la figura 1.7 se presenta el reporte de calidad de los resultados que nos da el programa computacional al realizar el procesamiento de las fotografiadas tomadas por el dron para obtener la topografía (planimetría y altimetría) de la zona de estudio, en varias fases del mismo.

Todo el proceso de obtención de la topografía fue realizado por técnicos del Departamento de topografía del GADM Nabón, los cuales entregaron el producto final para realizar la modelación y los cálculos hidráulicos respectivos.

# Quality Report



Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6

 Important: Click on the different icons for:

-  Help to analyze the results in the Quality Report
-  Additional information about the sections

 Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

## Summary

Project	yaritzagua
Processed	2021-10-03 03:37:49
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	4.53 cm / 1.78 in
Area Covered	1.421 km <sup>2</sup> / 142.0683 ha / 0.55 sq. mi. / 351.2400 acres

## Quality Check

 Images	median of 62339 keypoints per image	
 Dataset	725 out of 785 images calibrated (92%), all images enabled	
 Camera Optimization	0.86% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
 Matching	median of 11867.1 matches per calibrated image	
 Georeferencing	yes, 3 GCPs (3 3D), mean RMS error = 0.018 m	

 Preview



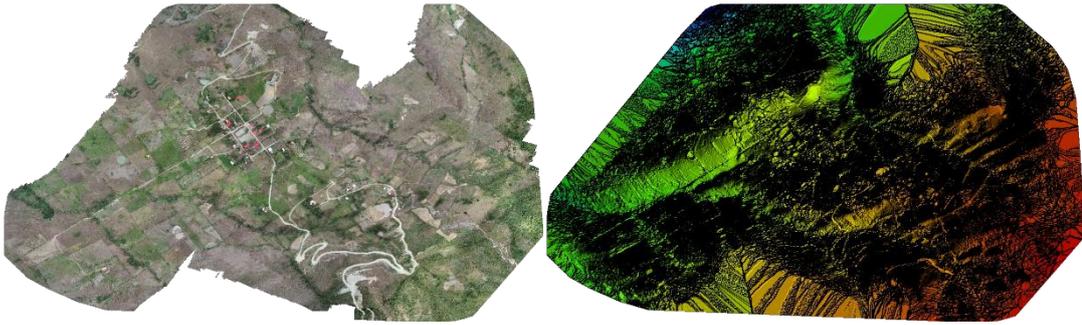


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

## Calibration Details i

Number of Calibrated Images	725 out of 785
Number of Geolocated Images	785 out of 785

### ? Initial Image Positions i

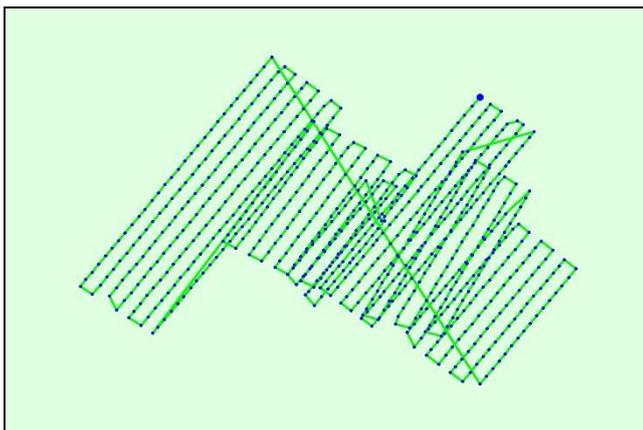
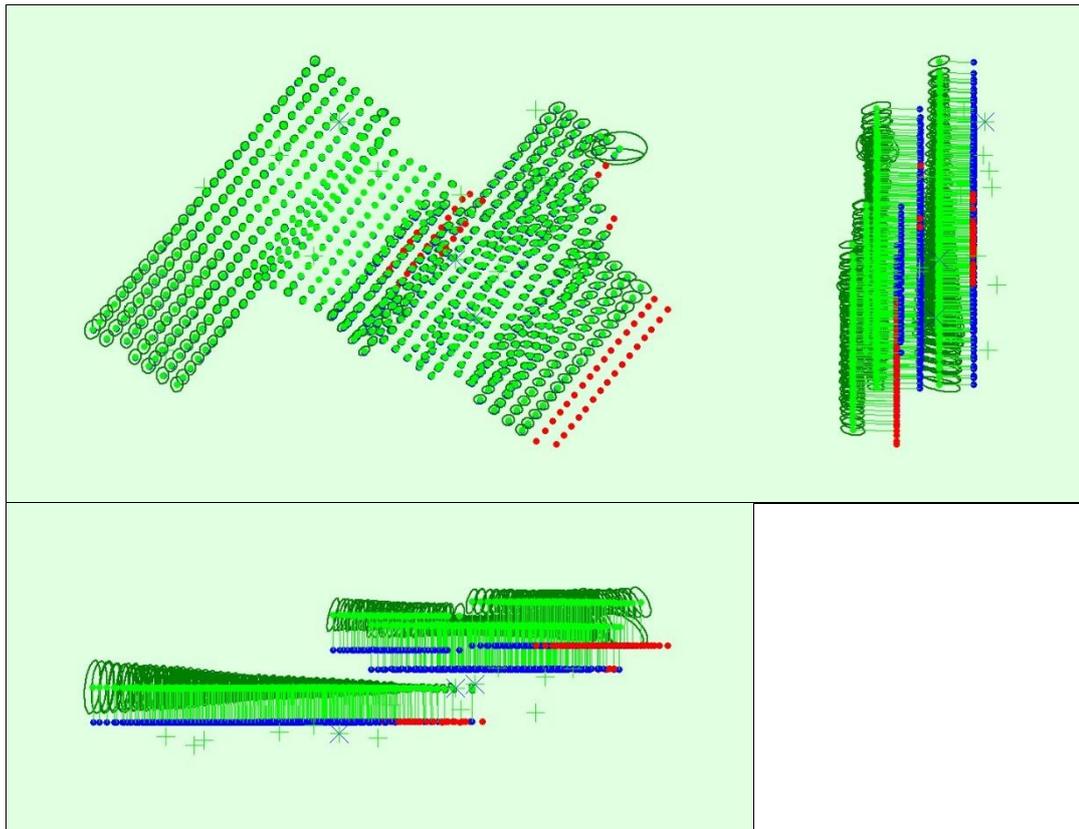


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



Uncertainty ellipses 500x

Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Red dots indicate disabled or uncalibrated images. Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

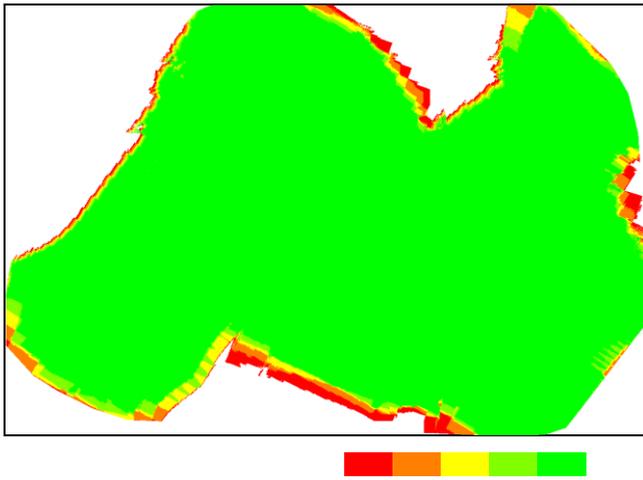
Absolute camera position and orientation uncertainties



	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.029	0.022	0.065	0.010	0.007	0.003
Sigma	0.012	0.008	0.024	0.003	0.003	0.002

Overlap





Number of overlapping images: 1 2 3 4 5+

Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

## Bundle Block Adjustment Details



Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	7982675
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	2647789
Mean Reprojection Error [pixels]	0.114

Internal Camera Parameters FC6310\_8.8\_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions:

12.833 [mm] x 8.556 [mm] 

EXIF ID: FC6310S\_8.8\_5472x3648

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2

Initial Values	3668.759 [pixel] 8.604 [mm]	2736.001 [pixel] 6.417 [mm]	1823.99 9 [pixel] 4.278 [mm]	0.003	-0.008	0.008	-0.000	0.000
Optimized Values	3700.661 [pixel] 8.679 [mm]	2714.898 [pixel] 6.367 [mm]	1816.62 1 [pixel] 4.260 [mm]	-0.012	0.003	0.007	-0.002	-0.002
Uncertainties (Sigma)	1.160 [pixel] 0.003 [mm]	0.043 [pixel] 0.000 [mm]	0.030 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Correlation	F							
	C <sub>0x</sub>	Black						
	C <sub>0y</sub>	Black	Black					
	R1	Black	Black	White				
	R2	Black	Black	Black	White			
	R3	Black	Black	Black	Black	White		
	T1	Black	Black	Black	Black	Black	White	
	T2	Black	Black	Black	Black	Black	Black	White

The correlation between camera internal parameters determined by the bundle adjustment. White indicates a full correlation between the parameters, ie. any change in one can be fully compensated by the other. Black indicates that the parameter is completely independent, and is not affected by other parameters.

Figura 1.7 Resultados del programa para la obtención del modelo topográfico a partir de un raster

Fuente: GAD Municipal NABON

A continuación, se presenta algunas de las fotografías tomadas por el dron. En la figura 1.8 se puede observar una fotografía tomada desde la parte del área urbana por medio de un vuelo longitudinal, mientras que en la figura 1.9 se observa una fotografía de la parte del área urbana tomada por un vuelo transversal:



Figura 1.8 Fotografía parte del área urbana vuelo longitudinal  
Fuente GAD MUNICIPAL NABON



Figura 1.9 Fotografía parte del área urbana vuelo transversal  
Fuente GAD MUNICIPAL NABON

La topografía del área de estudio se plasmó en un plano final que se encuentra en los anexos de este trabajo.

#### **1.1.4 Localización y Ubicación De Usuarios**

La determinación de la cantidad de usuarios y su localización se la realizo mediante la realización de encuestas a cada uno de los hogares o viviendas que son parte del sistema de agua, para la realización de este recorrido se contó con la ayuda del

presidente del sistema del agua potable, por cuanto el conocía la ubicación exacta de cada usuario.

En la figura 1.10 se pueden identificar todas las viviendas que son atendidas por el sistema de agua en la actualidad y que suman 35 usuarios.



Figura 1.10 Ubicación de viviendas o usuarios del sistema de agua  
Fuente Autores

En la tabla 1.2 se detalla el listado de los usuarios permanentes del sistema de agua es el siguiente:

<b>Sector</b>	<b>Apellidos</b>	<b>Nombres</b>
El Descanso	Gualpa Mora	Dolores de Jesús
El Descanso	María	Lastenia de Jesús
Cerca al centro	Peñaloza	José Félix
Cerca al centro	Calle	María Herlinda

Cerca al centro	Campoverde Quezada	Segundo Alfonso
Cerca al centro	Calle Domínguez	Ramón Bolívar
El Descanso	Calle Domínguez	Oscar David
El Descanso	Domínguez Machuca	Lucrecia
Centro	Quezada Machuca	Rosa María
Centro	Salazar Morocho	Rosario de Jesús
Centro	Ramón Salazar	Blanca
Centro	Marín	José Nestóreo
Centro	Arce Campoverde	Carlos Joaquín
Centro	Ramón Calle	Amelia de Jesús
Centro	Quezada Machuca	Julia de Jesús

Tabla 1.2 Listado de usuarios permanentes del sistema de agua  
Fuente: Autores

A las familias restantes no se les pudo realizar la encuesta debido a que son usuarios temporales del sistema, familias enteras que migraron por no tener las condiciones adecuadas para vivir y tienen su residencia en otro lugar, pero van a la comunidad de manera constante los fines de semana o en días festivos, estas suman 20 viviendas en total.

### 1.1.5 Análisis de Suelos del Área de Cobertura

Se puede realizar una aproximación en la descripción de los suelos del área de estudio, pues no existen estudios a profundidad sobre este tema y de esta área geográfica en especial, donde los tipos de suelos predominantes son:

Alfisol: Suelos formados en superficies jóvenes. Tienen un horizonte sub superficial con un enriquecimiento secundario de arcillas desarrollado en condiciones de acidez o de alcalinidad sódica. Se los asocia a un horizonte superficial claro, generalmente pobre en materia orgánica y de poco espesor. La mayoría de los Alfisoles se forman bajo vegetación forestal. Presentan una alta saturación con bases en todo el perfil.

Entisol: La mayoría de ellos solamente tiene un horizonte superficial claro, de poco espesor y generalmente pobre en materia orgánica. Son suelos muy jóvenes con escasa o nula diferenciación de horizontes. Pueden incluir horizontes enterrados a más de 50 cm de profundidad. Se han desarrollado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, materiales parentales y edad.

Molisol: Los Molisoles son suelos de color oscuro que se han desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido, aunque también se presentan en regímenes fríos y cálidos con una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas.

Tienen una estructura granular que facilita el movimiento del agua y el aire. Presentan una dominancia del catión calcio en el complejo de intercambio catiónico, que favorece la fluctuación de los coloides. En estos suelos se obtienen rendimientos muy altos sin utilizar gran cantidad de fertilizantes

### **1.1.6 Clima**

El tipo de clima que prevalece en la zona de Yaritzagua es un clima caliente y extremadamente seco debido a su geografía y altitud, presenta extensas áreas con escasa vegetación.

La altitud media a la que se encuentra es 1820 msnm, por lo que pertenece al piso climático templado en la cual las variaciones de calor son más notables por lo que presenta una variación de temperatura entre los 16 °C en invierno y los 23 °C en verano, lo cual se enmarca dentro de un tipo de clima montano bajo en el cual influye la cercanía al clima cálido de Santa Isabel. Presenta como en toda la sierra dos estaciones climáticas bien marcadas verano e invierno.

Este tipo de clima favorece a cultivos como frutales manzana, pera, durazno, yuca, plátano. En invierno se presentan lluvias muy fuertes pero debido a la topografía, toda el agua escurre hacia el pacífico a través del río mandur, mismo que pasa cerca del centro poblado.

### 1.1.7 Vialidad

La comunidad de Yaritzagua está muy relegada en cuanto a vialidad, la única vía de ingreso al centro poblado es de lastre con un ancho promedio de 5.5 metros, tiene pendientes muy fuertes y curvas muy cerradas. En el centro urbano de igual manera sus calles son de lastre con un ancho promedio de 7 metros, no posee veredas ni bordillos, en la figura 1.8 se observan las diversas vías de la comunidad de Yaritzagua. El mantenimiento vial es escaso y se lo realiza una vez cada dos años, es una razón por la que la comunidad vive un atraso muy marcado.



Figura 1.11 Vías de la comunidad de Yaritzagua  
Fuente Autores

### 1.1.8 Usos del Suelo

El cantón Nabón es un cantón netamente rural donde prima la agricultura y la ganadería como actividades económicas principales, teniendo una gran extensión de su territorio o suelo sembrado de pasto como zonas para pastoreo de ganado vacuno para la producción de leche, además en pequeñas cantidades existen parcelas dedicadas al cultivo de legumbres, hortalizas y trigo. El bosque nativo o chaparro en la parte alta de los cerros es también característico de esta zona.

En específico en el caso de Yaritzagua la mayoría de su territorio está sembrado de pasto, siendo una pequeña cantidad dedicada a parcelas con cultivos de verduras y hortalizas para consumo interno de la comunidad y en la parte alta de la cordillera existe una industria agroforestal vigente.

El compromiso de la gente de los territorios rurales con el tema de la conservación de ecosistemas y la biodiversidad es muy alta ya que la misma está apegada a su forma de vida y está garantizada en la constitución de la república.

### 1.1.9 Geomorfología y Geología

La geomorfología para la zona de Yaritzagua la describe como suelos provenientes de vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con parcial cobertura piroclástico, especialmente en la sierra sur. Contiene laderas rectilíneas con pendientes fuertes de hasta el 70% y espacios planos en menor porcentaje.

Geomorfológicamente se la puede describir que el área de estudio se encuentra dentro de una zona de montaña, cuyo relieve corresponde a áreas de cordillera (cordillera andes central), compuesto por relieves montañosos, colinas y vertientes. En la tabla 1.3 se detalla la Matriz de unidades geomorfológicas

Meso relieve	Descripción
Colinas Altas	Elevación natural y aislada del terreno con un desnivel desde la línea de base hasta la cumbre menor a 300 m, cuyas laderas presentan una inclinación promedio superior al 16% y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha, siendo su base proximalmente circular. Pueden reconocerse colinas altas, medias y bajas
Gargantas	Terreno de modelado fluvial que su nombre se debe a su forma característica semicircular o silueta cónica, con su parte superior más estrecha y empinada; posee una suave pendiente entre 1 y 10 grados (<20%), dependiendo de la pendiente por la que se desliza. En el cual la masa de materiales aluviales es espesa, de granulometría gruesa (cantos, gravas y arenas).
Relieves Montañosos	A este grupo se incluyen las montañas cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación fluvio –erosional y glaciárica, respectivamente
Vertientes	Es una superficie topográfica inclinada situada entre los puntos altos (picos, crestas, bordes de mesetas o puntos culminantes del relieve) y los bajos (pie de vertientes o vaguadas). El perfil de una vertiente puede ser regular, irregular, mixta, rectilínea, convexa y cóncava (es decir, con rupturas de pendiente), dependiendo de la litología y la acción de la erosión.

Tabla 1.3 Matriz de unidades geomorfológicas

Fuente: Autores

Geológicamente se identifican litologías pertenecientes a los períodos Cuaternario, terciario y paleozoico, se describe según la hoja geológica como suelos anti soles denominados Typic Haplustands, según la clasificación de (Soil Taxonomy SSS, USDA 2006). En la figura 1.12 se muestra el mapa Geo pedológico - hoja de Yaritzagua

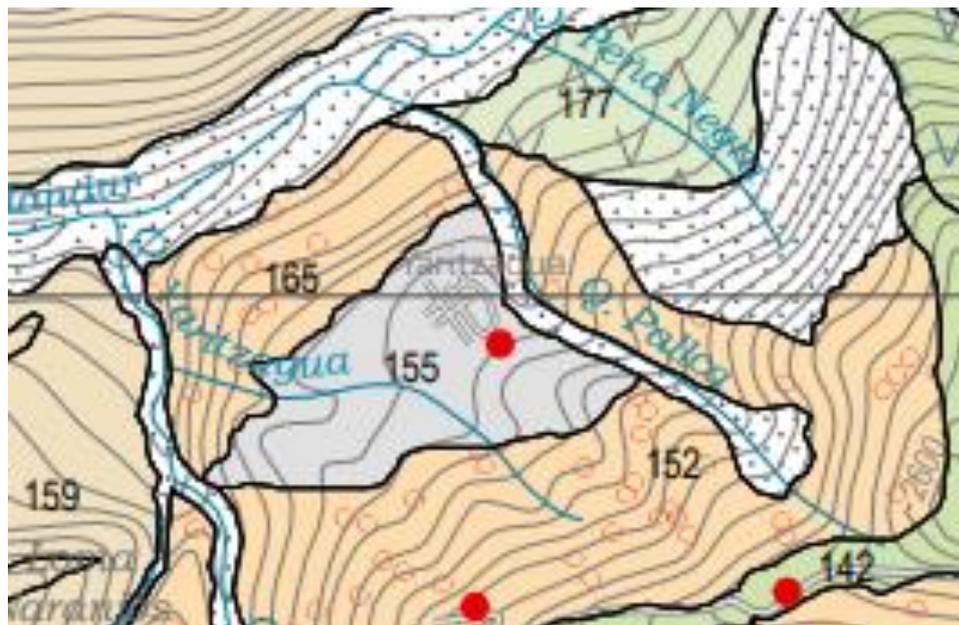


Figura 1.12 Mapa Geo pedológico - hoja Yaritzagua

Fuente

[http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/hojas50k/Geopedologia\\_Mapa\\_NVI\\_B4.pdf](http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/hojas50k/Geopedologia_Mapa_NVI_B4.pdf)

### 1.1.10 Trazado Actual de las Líneas de Agua

Las denominadas líneas de agua están referidas a las conducciones tanto de agua cruda como a la conducción de agua tratada por medio de una tubería identificada con un diámetro nominal, tipo de material, espesor de la pared y presión para la cual fue diseñada, tienen las siguientes características:

- Tubería de conducción de agua cruda vertiente – PTAP con tubería de ½ pulgada de poli tubo para soportar un máximo de 1 Mpa de presión.
- Tubería de conducción de agua cruda captación – PTAP con tubería de ½ pulgada de poli tubo para soportar un máximo de 1 Mpa de presión.
- Tubería de distribución de agua potable con tubería de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) con diámetros de 25 mm a 15 mm y de 1 Mpa para la presión.

Estas tuberías ofrecen buena resistencia a la tracción y al impacto con presiones y temperaturas moderadas, además que no afectan el olor o el sabor del agua transportada.

El trazado no es hecho de manera técnica o basado en un estudio, sigue la pendiente del terreno desde las dos captaciones existentes hasta antes del ingreso a la planta de tratamiento de agua.

La red de conducción de agua cruda parte desde una altitud de 2321 msnm hasta la planta de tratamiento que está a una altitud de 2141 msnm, con un desnivel de 180 metros.

Al ser una parte muy sensible del sistema presenta fallas sistemáticas, siendo la causa principal de esto la sobre presión a la que se expone la tubería en épocas donde aumenta el caudal captado lo cual sumado a la falta de válvulas o tanques rompe presión hace que la tubería falle.

La red de distribución de agua tratada que sale desde la planta a una altitud de 2141 msnm y es de tubería de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) hasta una altitud promedio de 1975 msnm que es donde se ubican la mayoría de las viviendas en el centro urbano de la comunidad, el caso especial es el de la vivienda más alejada del sistema que está a una altitud de 1788 msnm teniendo un desnivel de 166 metros al centro urbano y de 353 metros a la vivienda más alejada, al igual que la red de conducción de agua cruda presenta problemas de sobre presión sea por la falta de estructuras intermedias o la falta de válvulas reguladoras de presión, lo que ocasiona que las tuberías colapsen o los micro medidores se dañen. El estado de esta red es malo, por la cantidad de reparaciones que se la han realizado.

## **1.2 Recopilación de la Información Hidráulica**

Los parámetros requeridos para realizar un modelamiento hidráulico de la red existente y luego un rediseño de la misma por medios manuales o programas computacionales son:

Diámetro de tuberías existentes:	Conducción agua cruda 15 mm Red de distribución de agua potable 25 mm matriz y 15 mm las acometidas domiciliarias
Material de la tubería colocada:	Conducción agua cruda Poli tubo Red de distribución de agua potable Poli Cloruro de Vinilo
Cotas de estructuras existentes:	Captación Pallcas 2201 msnm Vertiente Yumbar 2321 msnm Planta de tratamiento 2141 msnm Tanque de almacenamiento 2135 msnm
Población actual del sistema:	Población actual 105 habitantes
Dotación per cápita:	Para climas templados según recomendación de la norma entre 130 – 160 litros/habitante x día (SENAGUA, NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE, 2016)
Longitud de las redes:	Red de conducción de agua cruda 1.7 km

Red de distribución de agua potable: 3.8 km.

Algunos de estos parámetros son obtenidos por medio de información proporcionada por los directivos de la junta de agua, otros fueron obtenidos mediante un trabajo de campo de los autores y finalmente en tablas proporcionadas por manuales del SENAGUA.

Con todos estos factores para el diseño de las redes y estructuras del sistema de agua confirmaremos si los diámetros de las tuberías existentes son válidos o hay que realizar un cambio de las mismas.

### 1.2.1 Evaluación de fuente de agua

Se tienen dos captaciones de agua desde donde salen tuberías de poli tubo de ½ pulgada, las cuales se unen a la entrada a la planta de tratamiento:

Los datos de las dos captaciones que se encuentran en funcionamiento se presentan en la tabla 1.4:

Ítem	Captación	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud
1	Vertiente Yumbar	697567	9634096	2321
2	Captación Pallcas	697644	9634635	2201

Tabla 1.4 Ubicación de las Captaciones

Fuente: Autores

Se realizaron análisis para el agua de cada captación Pallcas con los siguientes resultados presentados en la figura 1.13 y 1.14:



Figura 1.13 Captación Vertiente Yumbar - agua subterránea

Fuente Autores



Figura 1.14 Captación Pallcas - agua superficial

Fuente Autores

### 1.2.2 Calidad del agua de la fuente

De acuerdo a la normativa vigente, el control de la calidad de agua en la fuente o en la captación está definida como: “Establecer los límites de concentración de elementos y compuestos en el agua potable, de manera que ésta sea apta para consumo doméstico.

Los valores corresponden a aquellos estipulados en la NTE INEN 1108 sobre "Agua Potable. Requisitos", por ser ella de carácter obligatorio. Los valores para los parámetros no considerados en la NTE INEN mencionada han sido tomados de la Norma de la SSA para Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Residuos Líquidos, para poblaciones con más de 1 000 habitantes” (SENAGUA, NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL, 1992)

Los parámetros que indica la **NORMA CO 10.7 - 602 - REVISIÓN**, “**NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL**”, **Capítulo Cuarto** y que deben ser evaluados para el control de la calidad del agua en la fuente son:

### Parámetros I

Se clasifica como parámetros I, los indicados en la tabla 1.5 de la norma mencionada

<b>PARÁMETRO</b>	<b>LÍMITE DESEABLE</b>	<b>LIM. MÁXIMO ADMISIBLE</b>
Turbiedad (UNT)	5	20
Cloro residual (mg/l)	0,5	0,3 – 1,0
PH	7,0 – 8,5	6,5 – 9,5

Tabla 1.5 Parámetros I de calidad del agua en la fuente

Fuente: (SENAGUA, NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL, 1992)

### Parámetros II

Se clasifica como parámetro II, los indicados en la tabla 1.6 de la norma mencionada

PARÁMETRO	LÍMITE DESEABLE	LIM. MÁXIMO ADMISIBLE
Colif. Totles (NMP/100 cm <sup>3</sup> ) Color (UC Pt-Co) Olor sabor	Ausencia 5 ausencia inobjetable	Ausencia 30 ausencia inobjetable

Tabla 1.6 Parámetros II de calidad del agua en la fuente  
Fuente: (SENAGUA, NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL, 1992)

### Parámetros III

Se clasifica como parámetros III (Químicos), los indicados en la tabla 1.7 de la Norma mencionada

PARÁMETRO	LÍMITE DESEABLE	LIM. MÁXIMO ADMISIBLE
Dureza (mg/ICaCo <sub>3</sub> )	120	300
Sólidos totales disueltos (mg/l)	500	1 000
Hierro (mg/l)500	0,2	0,5
Manganeso (mg/l)	0,05	0,3
Nitratos (mg/INO <sub>3</sub> -)	10	40
Sulfatos (mg/l)	50	400
fluoruros	tabla 4.4	tabla 4.4

Tabla 1.7 Parámetros III de calidad del agua en la fuente  
Fuente: (SENAGUA, NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL, 1992)

Los parámetros mencionados deberán ser evaluados periódicamente tanto en la red de distribución como en las fuentes de captación y no permitir que se pasen los límites a los valores especificados en las tablas.

Para determinar la calidad del agua cruda que es captada en las dos captaciones que posee el sistema de agua se procedió a la toma de muestras, un galón por cada captación en recipientes estériles, para esto se contó con el acompañamiento de la Ingeniera química Verónica Vásquez encargada del laboratorio de aguas del departamento de agua potable del GAD Municipal de Nabón.

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio ubicado en el edificio del GAD Municipal ubicado en Nabón centro para el análisis físico químico cuyo detalle se presenta a continuación.

### 1.2.3 Análisis de la Calidad del Agua: Parámetros Físico Químicos

Las dos fuentes identificadas y denunciadas ante el órgano regulador para la utilización de esta agua en el consumo humano son:

Captación Pallcas: Agua superficial de una quebrada

Vertiente Yumbar: Agua subterránea

Dos tipos de agua la una con altos contaminantes como sólidos en suspensión y materia orgánica provenientes de las zonas de pastizales adyacentes a la captación y la otra un agua de buena calidad que al entrar a la planta de tratamiento se unen, cambiando sus características.

Se realizaron análisis para el agua de la captación de agua superficial y a la salida del tanque hacia la red de distribución, puntos que se determinó como los más desfavorables, con los siguientes resultados presentados en la tabla 1.8:

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD ES	RESULTADO		NORMA NTE - INEN 1108
			CAPTACIÓN AGUA SUPERFICIAL	RED DISTRIB UCIÓN	
Color	HACH8025	UCA - Pto. Co	149.00	177.00	15.00
Turbidez	NEFELÓMETRO	NTU	15.30	19.00	5.00
Conductividad	ELECTROMÉTRICO	us /cm	63.80	65.90	1568.00
Temperatura	ELECTROMÉTRICO	°C	15.40	16.10	.....

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD ES	RESULTADO		NORMA NTE - INEN 1108
			CAPTACIÓN AGUA SUPERFICIAL	RED DISTRIB UCIÓN	
pH	ELECTROMÉTRICO	....	7.23	7.34	6.8-8.5
TDS	ELECTROMÉTRICO	mg/l	36.80	37.60	1000.00
Nitratos	HACH 8039	mg/l NO <sub>3</sub>	16.50	16.60	50.00
Nitritos	HACH 8507	mg/l NO <sub>2</sub>	0.05	0.07	3.00
Fluoruros	HACH 8029	mg/l Fe <sub>3</sub>	0.08	0.08	1.15
Sulfatos	HACH 8051	mg/l SO <sub>4</sub>	4.00	5.00	200.00
Fosforo	HACH 8048	mg/l PO <sub>4</sub> 3	0.10	0.11	0.1
Hierro	HACH 8008	mg/l Fe <sub>3</sub>	0.59	0.64	0.3
Manganeso	HACH 8149	mg/l Mn	0.06	0.11	0.4
Alcalinidad Total	HACH 8203	mg/l CaCO <sub>3</sub>	39.00	38.00	370
Dureza Total	HACH 8226	mg/l CaCO <sub>3</sub>	24.00	26.00	300
Dureza Cálcica	HACH 8222	mg/l CaCO <sub>3</sub>	16.00	16.00	70
Dureza Magnésica	.....	mg/l MgCO <sub>3</sub>	8.00	10.00	30

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD ES	RESULTADO		NORMA NTE - INEN 1108
			CAPTACIÓN AGUA SUPERFICIAL	RED DISTRIB UCIÓN	
Coliformes Totales	HACH 10029	UFC/100 ml	226	258	<1*

Coliformes fecales (Escherichia Coli)	HACH 10029	UFC/100 ml	102	186	<1*
------------------------------------------------	------------	---------------	-----	-----	-----

Tabla 1.8 Resumen de resultados de pruebas del agua

Fuente: Resultados de laboratorio de agua del GADM Nabón

Se realizó análisis de la calidad del agua que salía para el consumo humano en un punto de la red de distribución, la misma que presenta resultados preocupantes:

La presencia de coliformes fecales en el agua que está consumiendo la población en estos momentos amerita una pronta respuesta por parte de los organismos competentes. Los resultados del análisis de la calidad de agua de la vertiente Yumbar presentan un alto contenido de metales como hierro y manganeso, algo típico en aguas subterráneas y que deberán ser corregidos con una adecuada aireación de la misma antes de su tratamiento en la planta.

Los informes emitidos por el laboratorio de agua del GAD Municipal emiten observaciones en cuanto al tipo de tratamiento que deberán ser cumplidas para que el agua sea apta para el consumo humano.

#### 1.2.4 Aforo en captación

Aforar es determinar la cantidad de agua en un momento determinado, la actividad realizada en las captaciones para conocer de manera exacta el caudal que se capta para ser procesado. Para realizar esto se debe tener un envase marcado con un volumen específico en metros cúbicos y un cronómetro, con lo cual se procede a llenar de agua hasta la marca establecida en el envase y registrar el tiempo por varias ocasiones, luego de realizar los cálculos respectivos establecimos que los caudales en cada captación son los que se presentan en la tabla 1.9:

ítem	Captación	Caudal promedio
1	Vertiente Yumbar	1.2 l/s
2	Captación Pallcas	1.28 l/s

Tabla 1.9 Datos de aforo de las Captaciones de agua

Fuente Autores

Hay que reconocer que estos datos de aforo se realizaron en época invernal cuando el caudal de las fuentes aumenta, en época de verano según versión de los miembros de la junta de agua este caudal se reduce a la mitad.

### 1.2.5 Diámetros y material de las redes de conducción actual

Se verificó en campo que las líneas de agua están compuestas por tuberías de Poli cloruro de vinilo (PVC) y Poli tubo en diámetros que van desde los 15 mm (1/2 pulgada) hasta los 25 mm (1.0 pulgada).

Esta red de conducción de agua cruda está en buen estado de conservación habiendo tramos donde la tubería está enterrada a una profundidad de 30 a 50 centímetros y otros tramos en los que está a cielo abierto, es completamente de plástico denominada como Poli tubo con un diámetro de 15 mm. La red de distribución de agua es de tubería de Poli Cloruro de Vinil (PVC) con diámetro de 25 mm y las acometidas domiciliarias de igual manera con tubería de PVC de 15 mm de diámetro.

### 1.2.6 Estructuras existentes

En el sistema de agua de la comunidad existen cuatro estructuras muy definidas pero obsoletas:

Captación de agua superficial de Pallcas: consta de un cajón de hormigón simple de 0.7 x 0.7 metros con un tanque para retener solidos de gran tamaño y conectados por medio de un vertedero. Tiene tapas metálicas ya obsoletas, este tanque se presenta en la figura 1.15.



Figura 1.15 Tanque de captación Pallcas  
Fuente Autores

Captación de agua de la vertiente de Yumbar: consta de un tanque de 0.8 x 0.8 metros sin tapa de hormigón simple, la entrada y la salida es con poli tubo de 15 mm, tal como se observa en la figura 1.16.



Figura 1.16 Tanque Captación Yumbar  
Fuente Autores

Tanque filtro lento: tanque rectangular de hormigón simple, las arenas del filtro lento de flujo vertical jamás fueron dadas mantenimiento por lo que ya no cumple su función, es en este punto donde se juntan las aguas captadas y prácticamente se contaminan más por las condiciones del tanque. Presenta fisuras y sus accesorios de entrada y salida presentan oxidación, tal como se observan en las figuras 1.17 y 1.18.



Figura 1.17 Tanque Filtro Lento  
Fuente Autores



Figura 1.18 Tanque Filtro lento, calidad de agua  
Fuente Autores

### **1.2.7 Levantamiento de encuestas a usuarios.**

Para levantar la información se realizó el acercamiento con el presidente de la junta de agua potable de la comunidad Sr. Rene Quesada y se le consultó sobre el mejor día de la semana para realizar esta actividad, por lo que se la realizó el día domingo en la que están presentes la mayoría de moradores del sector.

La información fue consignada en los formularios previamente establecidos para ser tabulada en gabinete.

### **1.2.8 Modelo de encuesta**

El tipo de encuesta realizada fue proporcionada por el director de tesis y en ella contenía toda la información que se debe tener en cuenta para un estudio de este tipo, las encuestas realizadas se las anexa al final de la tesis.

En total se realizaron 15 encuestas que es la totalidad de usuarios permanentes del sistema de agua, restando 20 viviendas que estaban cerradas al momento de realizar las encuestas y que pertenecen a gente que migró, pero regresan los fines de semana y en fiestas de la comunidad.

### 1.2.9 Procesamiento de información

La información obtenida a través de las encuestas realizadas en campo primero se tabuló utilizando una hoja del programa computacional Excel y luego según el tema se fueron sacando totales para de manera gráfica interpretar los resultados que se presentan más adelante.

### 1.2.10 Datos de la población

No existen datos certeros sobre la población actual o futura en la bibliografía del instituto nacional de estadísticas y censos, por lo que el dato más certero para determinar la misma fueron las encuestas realizadas en los hogares. En la tabla 1.10 se detalla el número de miembros, entre niños y adultos.

<b>Número de miembros</b>	
<b>Adultos</b>	Niños
3	0
3	2
1	0
5	1
2	0
2	4
2	1
3	4
1	0
2	0
3	2
2	0
2	0
2	0
1	0
<b>34</b>	<b>14</b>

Tabla 1.10 Población actual de la comunidad de Yaritzagua

Fuente: Autores

Existiendo un total de 48 habitantes permanentes que representan a 15 viviendas servidas por el sistema. El total de viviendas atendidas es de 35, por lo que a los habitantes de las 20 viviendas se los considera como población flotante, asignamos un máximo de 5 habitantes por vivienda, dato obtenido del presidente de la junta de agua

como un promedio de personas que habitan el fin de semana una vivienda y obtenemos un total de 100 habitantes como población flotante:

Población actual = población permanente + población flotante

Población actual = 48 + 100 = 148 habitantes actuales

### **1.2.11 Sservicios e infraestructura existentes**

De acuerdo a la encuesta realizada la Comunidad de Yaritzagua cuenta con diversos servicios públicos de muy mala calidad como son:

- Agua potable: Sistema de tratamiento colapsado
- Alcantarillado: Existe uno construido hace décadas solo en el centro urbano y es de tubería de hormigón simple de diámetro 200 mm
- Telefonía fija: No cuentan con este servicio
- Telefonía Celular: En la parte urbana solo hay señal de la empresa claro, las otras empresas no tienen cobertura en el área de estudio
- Energía eléctrica: Al momento existe un buen servicio de energía eléctrica en los hogares y en iluminación pública.
- Centro de salud: No existe este servicio en esta comunidad, deben salir a la comunidad de cocha seca para atención en salud.
- Transporte: No existen empresas que sirvan en materia de transporte de personas o productos a esta comunidad, el estado de la vía de ingreso es determinante en este aspecto.
- Educación: Existe una escuela unidocente que atiende a los pocos niños de la zona
- Espacios Comunales: Existe una casa comunal que merece ya un mantenimiento en su infraestructura, además tienen una cancha de uso múltiple en condiciones deplorables con las losas colapsadas Internet: por la configuración geológica y geográfica de la zona en la que se asienta la comunidad se ha procedido a dar este servicio por medio de antenas, al menos para los niños en educación virtual.

### 1.2.12 Características socioeconómicas

En el aspecto socioeconómico la realidad de la comunidad es alarmante, la gente solo produce para su sustento diario con parcelas pequeñas para vegetales y criaderos de aves, las fuentes de empleo son nulas lo cual ha llevado a una migración a gran escala dentro de la zona de estudio, en la cual prácticamente solo queda gente de la tercera edad, ancianos, mujeres y niños.

Hombres y mujeres en edad para trabajar han migrado a las grandes ciudades. Las personas que han decidido quedarse se dedican en su mayoría a la cría de ganado para leche, pocas personas tienen ganado ovino y porcino. Lo poco que se ha construido en infraestructura de equipamiento urbano es producto de un presupuesto participativo que asigna pasando un año el GAD Municipal Nabón a la comunidad.

### 1.2.13 Cuadros de resultados

Presentamos cuadros tabulados con la información de las encuestas, tal como se observa en la tabla 1.11, que detalla los datos generales de los usuarios:

**TABLA CON DATOS GENERALES DE USUARIOS**

Cantón	Parroquia	Comunidad	Sector	CI	Apellidos	Nombres	Contacto
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	El Descanso	101877785	Gualpa Mora	Dolores de Jesús	969456334
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	El Descanso	No dispone	María	Lastenia de Jesús	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Cerca al centro	No dispone	Peñaloza	José Félix	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Cerca al centro	103292710	Calle	María Herlinda	981241920
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Cerca al centro	100577220	Campoverde Quezada	Segundo Alfonso	994684404
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Cerca al centro	106757867	Calle Domínguez	Ramón Bolívar	939829613
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	El Descanso	107043614	Calle Domínguez	Oscar David	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	El Descanso	105704605	Domínguez Machuca	Lucrecia	No dispone

Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro	103520912	Quezada Machuca	Rosa María	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro	No dispone	Salazar Morocho	Rosario de Jesús	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro	No dispone	Ramón Salazar	Blanca	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro	No dispone	Marín	José Nestóreo	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro	100562800	Arce Campoverde	Carlos Joaquín	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro		Ramón Calle	Amelia de Jesús	No dispone
Nabón	El Progreso	Yaritzagua	Centro	101761617	Quezada Machuca	Julia de Jesús	No dispone

Tabla 1.11 Datos generales de la Población

Fuente: Autores

En la tabla 1.12 se especifica el tipo de edificación de las casas, clasificándolas en edificación de una planta, dos plantas, multifamiliar y finca

### TIPO DE EDIFICACIÓN

Tipo de edificación			
Una planta	Dos plantas	Multifamiliar	Finca
x			
x			
x			
x			
x			
	x		
x			
x			
x			
	x		
x			
	x		
x			
	x		

Tabla 1.12 Tipos de edificación

Fuente: Autores

Predominan las construcciones bajas de una planta, en el sector central de la comunidad se cuenta con edificaciones de dos plantas.

### USO DE LA EDIFICACIÓN

Uso de la edificación							
Vivienda	Comercial	Recreacional	Restaurante	Hotel	Bodega	Combinado	Otro
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							
x							

Tabla 1.13 Usos de la edificación

Fuente: Autores

En la tabla 1.13 se observa que todas las edificaciones son utilizadas para vivienda familiar, en dos de ellas existen tiendas de productos de primera necesidad.

### INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Infraestructura y servicios				
Abastecimiento de agua	Considera la calidad			
Tiene	No tiene	Bueno	Regular	Malo
x				x
x				x
x				x
x				x

X			X	
X			X	
X				X
X				X
X			X	
X				X
X			X	
X			X	
				X
X			X	
X				X

Tabla 1.14 Infraestructura y Servicios

Fuente: Autores

En la tabla 1.14 se puede ver como los servicios públicos se extienden a todas las viviendas del centro urbano de la comunidad, pero por falta de mantenimiento adecuado y los años de servicio que presentan se encuentran en condiciones deplorables, en algunos casos están ya colapsados.

### EVACUACIÓN DE AGUA

Evacuación de Agua				
Evacuación de aguas servidas	Aguas lluvia			
	Fosa séptica	No tiene	Tiene	No tiene
	X			X
	X			X
	X			X
	X			X
	X			X
	X			X
	X		X	
	X		X	

	X			X
	X		X	
	X			X
	X		X	
	X		X	
	X		X	
	X		X	

Tabla 1.15 Evacuación de Agua

Fuente: Autores

Se puede observar, en la tabla 1.15, que las aguas servidas de baños se conducen a fosas sépticas existentes en los predios de cada vivienda. Las aguas lluvias y las que se producen en los fregaderos de cocina o de los fregaderos de ropa son conducidos por canales a cielo abierto para reutilizarlos en el riego de huertas familiares que existen en cada casa.

### TIPO DE VÍA EXISTENTE FRENTE A SU VIVIENDA

Tipo de vía		
Lastrado	Tierra	Asfalto
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		
X		



**TENENCIA DE LA VIVIENDA**

Tenencia de vivienda	Propia	Arrendatario	Posesionario	Usufructuario
	x			
	x			
	x			
	x			
	x			
		x		
		x		
	x			
	x			
	x			
	x			
	x			
	x			
	x			
	x			
	x			

Tabla 1.18 Tenencia de la vivienda

Fuente: Autores

La tabla 1.18 detalla que la tenencia o propiedad de las viviendas es directa de sus propietarios, los cuales cuentan con escrituras de los mismos.

**INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA**

SOCIO ECONÓMICO					
Tipo de trabajo		Ingresos económicos			
Permanente	Ocasional	Semanal	Quincenal	Familiar	Otros
	x			x	
	x			x	
	x			x	
	x			x	

	x			x	x (bono)
	x	x		x	
	x			x	
	x			x	x (bono)
	x			x	x (bono)
	x			x	x (bono)
	x			x	
	x			x	
	x			x	x (bono)
	x			x	x (bono)

Tabla 1.19 Información Socioeconómica

Fuente: Autores

En la tabla 1.19 se detalla que la situación de económica que atraviesan las familias de Yaritzagua es muy crítica, la falta de oportunidades laborales influye de manera directa en este aspecto. Los hogares de personas de la tercera edad han logrado acceder al bono de desarrollo humano proporcionado por el gobierno, lo cual ha paliado un poco su situación de pobreza.

Los ingresos familiares que perciben los hogares son debidos a la comercialización de los productos de sus huertos o a la ganadería en pequeña escala que tienen ciertas familias.

### INSTRUCCIÓN DEL JEFE DE HOGAR

Instrucción del jefe de hogar			
No tiene	Primario	Secundario	Superior
	x		
x			
x			
x			
	x		
x			

	X		
X			
X			
X			
	X		
	X		
	X		
	X		
	X		

Tabla 1.20 Instrucción del jefe de hogar  
Fuente: Autores

Según la tabla 1.20 se verifica que la falta o nula infraestructura escolar en la comunidad o sus zonas cercanas influyen en la poca asistencia al sistema de educación público, por lo tanto, la mayoría de jefes de hogar (hombres o mujeres) o no tiene educación básica o si la tienen es incompleta.

**ENCUESTA 1: APROBACION DE MEJORA DEL SISTEMA**

Encuesta 1			
¿Está de acuerdo con el proyecto de mejoramiento del servicio de agua?		¿Para mejorar el servicio de agua potable está dispuesto a pagar?	
Si	No	Si	No
X		X	
X		X	
X		X	
X			X
X		X	
X		X	
X		X	
X		X	
X		X	
X		X	

x		x	
x		x	
x		x	
x		x	
x		x	

Tabla 1.21 Encuesta 1: Aprobación de mejora

Fuente: Autores

De acuerdo con la tabla 1.21, todos los entrevistados coinciden que el sistema de agua potable debe ser mejorado ya que esto influye en todos los aspectos de la vida cotidiana.

Están dispuestos a colaborar con mano de obra, materiales o dinero para realizar los trabajos de mejora de su sistema de agua potable.

### ENCUESTA 2 APOORTE ECONÓMICO MENSUAL

¿Aportan mensualmente para el mantenimiento del servicio de agua potable?			
Si	No	De ser afirmativa la respuesta anterior ¿Cuánto paga mensualmente por el servicio de agua?	¿Cuánto pagaría por el buen servicio de agua potable (calidad y servicio continuo)?
		Mensual	Mensual
x		1	1.5
x		1	1.25
x		1	1.5
x		1	1
x		1	1.5
x		1	1.5
x		1	2
x		1	2
x		1	1.5
x		1	1.25



En la tabla 1.23 se observa que en la actualidad todos los usuarios del sistema consumen el agua que llega a cada una de las viviendas mediante una acometida domiciliaria.

**ENCUESTA 4 MEDIDAS PARA CONSUMIR EL AGUA**

¿Ha tomado Ud. alguna de estas medidas para preservar la calidad del agua?			
Hervir el agua	Clorar el agua	Almacenar en tanques cerrados	Otro
x			
			Ninguno, toma directo
			Ninguno, toma directo
x			Ninguno, toma directo
x			
			Ninguno, toma directo
			Ninguno, toma directo
			Ninguno, toma directo
x			
			No
x			
x			
x			
x			
x			

Tabla 1.24 Encuesta 4: Medidas antes del consumo de agua

Fuente: Autores

En la tabla 1.24 indica que los usuarios están conscientes de la mala calidad del agua que en estos momentos llega a sus hogares por lo que han tomado varias formas básicas de tratar el agua y precautelar su salud.

### ENCUESTA 5 ENFERMEDADES

¿Sufren o han sufrido últimamente alguna enfermedad debido a la falta de higiene y saneamiento? (Número de veces)							
Dolor de estómago- Amebiasis	Infecciones parasitarias	Irritación de ojos y nariz	Diarrea	Afecciones a la piel o dientes	Paludismo	Tifoidea	Cólera
	X						
			X				
X		X		X			
X	X	X		X			
X		X	X	X			
X							
	X	X		X			
X		X		X			
			X				
	X	X					
	X						
	X	X		X			
	X						
X	X	X					
X		X					

Tabla 1.25 Encuesta 5: Enfermedades causadas por el agua que consumen  
Fuente: Autores

La tabla 1.25 da a conocer que las enfermedades producidas por el consumo de agua que no cumple con los parámetros mínimos de tratamiento son varias y en su mayoría atacan a los niños, Yaritzagua es un ejemplo claro de esta situación, todas las familias han sufrido algún tipo de infección por esta causa.

### ENCUESTA 6 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

¿Cómo elimina la basura de su hogar?					
Bota al terreno	Bota al río	Quema en casa	La entierra	Camión recolector	Otro
X				X	
		X			
			X		
X					
X					

		X			
		X			
X		X			
X					
		X			
X		X			
		X			
		X			
		X			
X		X			

Tabla 1.26 Encuesta 6: Eliminación de residuos solidos  
Fuente: Autores

La tabla 1.26 menciona que al tener una vía de ingreso a la comunidad en muy mal estado la evacuación de los residuos sólidos producidos por las familias no se da, por lo tanto, las familias disponen de los mismos de la siguiente forma: si son residuos de comida o de los vegetales van al huerto, residuos de papeles o plásticos se los quema.

### ENCUESTA 7 ELIMINACIÓN DE EXCRETAS

¿En su vivienda dispone de sistema de eliminación de excretas (deposiciones humanas)?				
Fosa séptica	Cajón sobre el pozo ciego	Otro sistema	No dispone de ningún sistema	
X				
X				
X				
X				
X				
X				
X				
X				
X				

X				
X				
X				
X				
X				
X				

Tabla 1.27 Encuesta 7: Eliminación de excretas

Fuente: Autores

En la tabla 1.27 se muestra que las aguas residuales que producen los baños de cada vivienda son conducidas a fosas sépticas, muchas de las cuales están colapsadas por falta de mantenimiento

## **CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA POTABLE.**

### **2.1 Evaluación de captación de agua.**

Se entiende por captación, al sistema de estructuras que se colocan en una fuente de agua sea superficial o subterránea para desviar o conducir un cierto caudal que será procesado aguas abajo para servir a cierta población.

La captación del agua es la parte inicial de un sistema de tratamiento y se considera como la parte más importante dentro del mismo ya que en esta se verá reflejada la cantidad de caudal que se genera en la fuente y la cantidad de caudal que puede ser captada sin dañar o cambiar las condiciones de la fuente, además dependiendo del tipo de captación se verán reflejados las características físico químicas del agua.

Las estructuras que componen una captación son:

- Toma lateral o tubería de succión.
- De ser el caso se construye un azud para represar el agua.
- Des ripiador o desarenador.

Para el sistema de agua de la comunidad de Yaritzagua se realiza la captación de agua superficial (quebrada) y la captación de agua subterránea (vertiente) que corresponden a las captaciones de Pallcas y Yumbar respectivamente.

#### **Captación de Pallcas**

La evaluación de esta infraestructura se da para establecer un diagnóstico de las condiciones físicas actuales en las que se encuentra y establecer parámetros de mejora. Es una captación de tipo toma lateral al nivel de la orilla de su cauce, por lo que en época de crecidas siempre falla.

Tipo de fuente: agua superficial de la quebrada del mismo nombre

Tipo de captación: toma lateral mediante tubería colocada en el cauce, sin protección para el ingreso de material sólido a la misma

Estructuras existentes: caja de hormigón simple en la que están embebidas las tuberías de ingreso y salida de agua, y que sirve como desarenador. Está conformado por un tanque de medidas promedio: 1.70 x 1.00, con tapa de hierro en muy mal estado (presenta óxido en general).

Este tanque incluye dos cajas la una para retener sólidos y otra caja como salida para la tubería de conducción.

Coordenadas de ubicación de la estructura: 697644, 9634635 coordenadas UTM

La estructura es implantada a una altitud de 2201msnm

Dispone de los permisos de concesión de agua otorgado por la SENAGUA (secretaría nacional del Agua)

La estructura de captación cuenta con válvulas y accesorios para regular el caudal de salida, no existe una salida lateral o un vertedero dentro de los tanques que permita el aforo del caudal captado.

El área donde se ubican la estructura de captación no tiene ningún tipo de protección exterior o cerramiento por lo que está expuesta para que personas o animales se acerquen a sus instalaciones. Lo destacable es que se encuentra en un sitio donde la accesibilidad es difícil ya que no existe un camino marcado para llegar a la misma.

No existe un diseño hidráulico o estructural de este tanque, se construyó de manera empírica y bajo la tutela de un técnico del GAD provincial del Azuay.

El estado actual de la estructura es malo, se diría que término ya su vida útil, presenta las tapas de metal en los tanques oxidadas y corroídas y las paredes de hormigón de los tanques deterioradas, pero la tecnología actual permite su repotenciación sin mayor inconveniente de ser ese el caso. El Caudal que captan estas estructuras es de 1.28 litros por segundo (l/s)

## **Captación de Yumbar**

La estructura de la captación denominada Yumbar sirve para captar agua de una fuente subterránea conocida como vertiente, la cual aflora en el sitio denominado de la misma manera.

Tipo de fuente: agua subterránea o vertiente, esta es captada a nivel del suelo.

Tipo de captación: esta agua se la capta mediante una manguera incrustada en el sitio donde aflora el agua subterránea y conducida a un tanque de hormigón simple cercano, para desde aquí llevarla mediante tubería a la planta de tratamiento.

Estructuras existentes: en el sitio de captación sólo está construido un tanque de hormigón simple de 0.80 x 0.80 metros sin tapa, por lo que la acumulación de hojas y ramas que caen de los árboles cercanos, la lluvia y el viento contaminan el agua captada.

Coordenadas de ubicación de la estructura: 697567, 9634096 coordenadas UTM

La estructura es implantada a una altitud de 2321 msnm

El presidente de la junta de agua informa que se dispone de los permisos de concesión de agua otorgado por la SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua)

La estructura de captación no cuenta con válvulas y accesorios que regulen el caudal de ingreso y salida de esta estructura. Además, no cuenta con toma lateral o vertederos para el aforo del caudal captado.

En el sitio de la captación no se cuenta con infraestructura de cerramiento que brinde protección contra animal y personas que ingresen o se acerquen a las instalaciones. El lugar es de accesibilidad muy difícil al no contar con un camino para ello.

No existen planos o memorias de cálculo de estas estructuras, en la actualidad está estructura está completamente deteriorada, pero su repotenciación es posible. El caudal que captan esta estructura es de 1.20 litros por segundo (l/s)

Luego de recorrer y obtener los parámetros y características de las dos captaciones existentes en la red, se puede afirmar que las mismas ya no cumplen las condiciones para las que fueron implantadas, al no existir planos de diseño de estas estructuras se deberá verificar si sus medidas son correctas para cumplir su objetivo.

La no existencia de válvulas que permitan la regulación u operación del caudal necesario tanto en época de sequía como en invierno, además de su nulo mantenimiento, provocan que las estructuras no trabajen de manera eficiente por lo que se deberá realizar un nuevo diseño para determinar si las estructuras existentes se las repotencia o se emprende la construcción de estructuras nuevas, es urgente mejorar los caminos de acceso hacia las mismas para realizar actividades de mantenimiento rutinario.

Además, debido a la ubicación de las mismas en medio de abundante flora y fauna sería necesario implementar o reconstruir tapas para los tanques de las estructuras de captación para evitar el ingreso de hojas y animales pequeños a los mismos.

## **2.2 Evaluación de conducción de agua**

El sistema de agua consta de dos líneas de conducción o transporte de agua cruda desde cada captación (Pallcas y Yumbar) hasta el ingreso a la planta de tratamiento, en donde se unen las mismas. Esta conducción de agua se realiza mediante tubería de material poli tubo de diámetro media pulgada, el cual se ubica a nivel superficial en varios tramos y en su mayor longitud se encuentra enterrada a 30 cm de profundidad en el suelo.

El flujo de agua transportado es a presión por gravedad y el caudal total es 2.8 litros por segundo. La conducción de agua cruda desde la captación de Pallcas se puede observar en la Figura 2.1, y la conducción de agua cruda desde la captación Yumbar se observa en la figura 2.2.



Figura 2.19 Conducción de Pallcas  
Fuente: Google Earth y levantamiento de información.

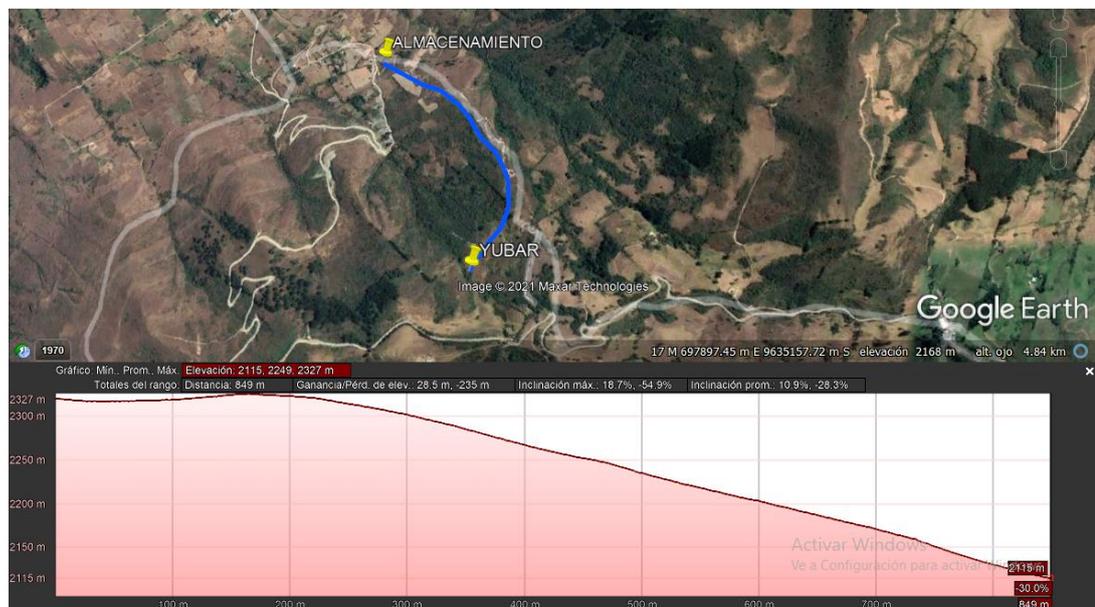


Figura 2.20 Conducción Yubar  
Fuente: Google Earth y levantamiento de información.

Durante el recorrido de campo siguiendo las alineaciones de las dos conducciones de agua cruda se recolectaron varios parámetros que nos serán de gran utilidad para la evaluación hidráulica de este componente del sistema de agua, además que nos servirán para el rediseño hidráulico de las mismas.

La conducción de agua cruda desde la captación denominada Pallcas presenta los siguientes parámetros en la tabla 2.1:

<b>Conducción Pallcas</b>		
<b>Coordenadas inicio</b>	697644	9634635
<b>Altitud inicio</b>	2201 msnm	
<b>Coordenadas fin</b>	697300	9634664
<b>Altitud fin</b>	2114 msnm	
<b>Longitud</b>	371 metros	
<b>Material</b>	Poli tubo 1Mpa	
<b>Diámetro</b>	1/2	
<b>Desnivel</b>	87 m	
<b>Accesorios</b>	inexistentes	
<b>Estado</b>	mala, presiones altas	

Tabla 2.28 Características de la línea de conducción Pallcas

Fuente: Autores

La conducción de agua cruda desde la captación denominada Yumbar presenta los siguientes parámetros especificados en la tabla 2.2:

<b>Conducción Yumbar</b>		
<b>Coordenadas inicio</b>	697567	9634096
<b>Altitud inicio</b>	2321 msnm	
<b>Coordenadas fin</b>	697300	9634664
<b>Altitud fin</b>	2114 msnm	
<b>Longitud</b>	849 metros	
<b>Material</b>	Poli tubo 1Mpa	
<b>Diámetro</b>	1/2	
<b>Desnivel</b>	207 m	
<b>Accesorios</b>	inexistentes	
<b>Estado</b>	mala, presiones altas	

Tabla 2.29 Características de la línea de conducción Yumbar

Fuente: Autores

Del análisis de los datos tabulados para cada una de las conducciones se puede observar que las dos líneas de conducción de agua cruda el desnivel es alto especialmente en la conducción desde Yumbar, por lo tanto, se procede a realizar una

verificación de las condiciones hidráulicas de las líneas de conducción mediante el uso del programa computacional EPANET.

De esta evaluación o cálculo hidráulico se podrá determinar con precisión las condiciones en las que está trabajando actualmente las tuberías de conducción, se podrá además determinar parámetros de presión y velocidad a las que están sometidas las mismas, con la finalidad de determinar si las líneas de conducción existentes son capaces de resistir las altas presiones o si este es uno de los motivos por los que están deterioradas.

En la tabla 2.3 se encuentran los resultados hidráulicos obtenidos de la herramienta EPANET de la conducción de Pallcas y en la figura 2.3 el resultado gráfico del cálculo hidráulico de la misma conducción.

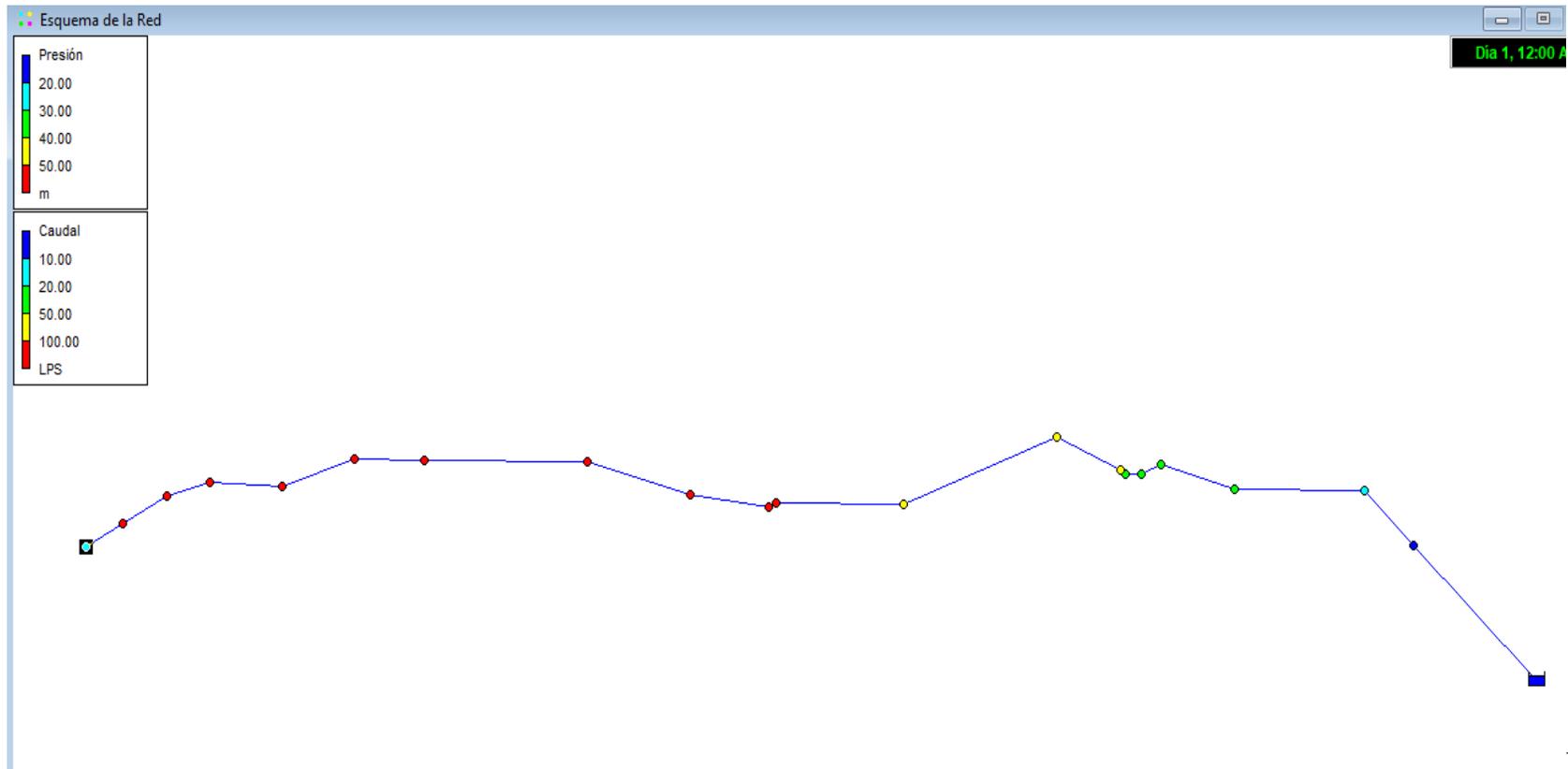


Figura 2.21

Análisis hidráulico de la conducción desde Pallcas.  
Fuente: Autores

**CUADRO DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CONDUCCIÓN DE  
PALLCAS**

<b>ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED</b>	<b>COORDENADAS</b>			
	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>ID NUDO</b>	<b>m</b>	<b>m</b>		
EMBALSE 1	2202.1	0.00	697644.972	9634635.87
NUDO 2	2202.1	14.59	697616.014	9634664.46
NUDO 3	2202.1	22.55	697604.476	9634676.2
NUDO 4	2202.1	32.28	697573.578	9634676.36
NUDO 5	2202.1	38.95	697556.137	9634681.48
NUDO 6	2202.1	39.12	697551.466	9634679.61
NUDO 7	2202.1	39.99	697547.687	9634679.51
NUDO 8	2202.1	40.71	697546.576	9634680.28
NUDO 9	2202.1	48.65	697531.474	9634687.5
NUDO 10	2202.1	48.07	697495.215	9634673.08
NUDO 11	2202.1	53.62	697464.762	9634673.57
NUDO 12	2202.1	53.35	697463.204	9634672.69
NUDO 13	2202.1	58.04	697444.425	9634675.27
NUDO 14	2202.1	65.29	697420.208	9634682.17
NUDO 15	2202.1	72.43	697381.53	9634682.46
NUDO 16	2202.1	75.99	697364.859	9634682.82
NUDO 17	2202.1	78.14	697347.732	9634676.99
NUDO 18	2202.1	82.09	697330.728	9634677.68
NUDO 19	2202.1	84.03	697320.387	9634675.05
NUDO 20	2202.1	85.79	697310.151	9634669.09
NUDO 21	2202.1	87.70	697301.362	9634664.13

Tabla 2.30 Resultados del cálculo hidráulico de la conducción Pallcas

Fuente: Autores

De la misma manera se realizaron los cálculos para evaluar la conducción de la captación de Yumbar, en la tabla 2.4 se encuentran los resultados hidráulicos obtenidos de la herramienta EPANET y en el gráfico 2.4 el resultado gráfico del cálculo hidráulico de la misma conducción.



**CUADRO DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CONDUCCIÓN DE  
YUMBAR**

ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED	COORDENADAS			
	Altura m	Presión m	X	Y
<b>EMBALSE 1</b>	2321.04	0.00	697568.875	9634098.44
<b>NUDO 2</b>	2321.04	1.26	697623.479	9634178.08
<b>NUDO 3</b>	2321.04	-5.71	697656.003	9634216.95
<b>NUDO 4</b>	2321.04	-2.82	697674.548	9634270.11
<b>NUDO 5</b>	2321.04	12.67	697673.105	9634333.36
<b>NUDO 6</b>	2321.04	14.45	697672.448	9634338.67
<b>NUDO 7</b>	2321.04	26.90	697662.165	9634368.66
<b>NUDO 8</b>	2321.04	45.37	697638.902	9634411.61
<b>NUDO 9</b>	2321.04	66.56	697593.63	9634453.72
<b>NUDO 10</b>	2321.04	89.76	697561.383	9634507.74
<b>NUDO 11</b>	2321.04	108.78	697529.549	9634543.85
<b>NUDO 12</b>	2321.04	128.47	697476.271	9634583.87
<b>NUDO 13</b>	2321.04	146.97	697428.726	9634597.55
<b>NUDO 14</b>	2321.04	174.17	697374.647	9634625.07
<b>NUDO 15</b>	2321.04	205.84	697303.358	9634661.81

Tabla 2.31 Resultados del cálculo hidráulico de la conducción Yumbar.

Fuente: Autores

Se puede observar de las tablas de resultados que estas dos líneas de conducción de agua cruda están sometidas a presiones excesivas llegando en algunos casos a sobrepasar los 200 metros, esto es una causa real de los problemas que actualmente aquejan al sistema, en el proceso de rediseño se debe implementar estructuras o accesorios que disminuyan estas presiones.

Estas dos líneas de conducción desembocan en una estructura o tanque de llegada en la planta de tratamiento.

### 2.3 Evaluación de tratamiento de agua

El tratamiento del agua es el proceso físico-químico y biológico, mediante el cual se eliminan sustancias y microorganismos presentes en el agua cruda captada en fuentes superficiales y subterráneas, que implican riesgo para la salud al ser consumidas, el tratamiento del agua transforma el agua cruda en un agua apta para consumo humano.

Se puede deducir que el sistema de tratamiento de agua cruda implementado en Yaritzagua era un sistema básico que constaba solo de la etapa denominada filtración, la cual se realizaba mediante un tanque filtro lento descendente, este tanque tenía una sola capa filtrante compuesta por arena NO graduada lavada y en el fondo del mismo existe un tubo de PVC D= 2", como recolector del agua filtrada, tipo espina de pescado recubierto por grava gruesa, de aquí sale el agua a la red de distribución.

Al estar el tanque de filtración lenta descendente colapsado se destaca que actualmente el sistema de agua NO cuenta con un sistema de tratamiento para el agua que consume la población, las estructuras que alguna vez se construyeron con este propósito están en muy mal estado, sin embargo, en esta sección se evaluará lo que fue el tanque filtro lento, mismo que ya no realiza la función para la que fue implementado, actualmente es usado como tanque de almacenamiento.

### **Evaluación del tanque Filtro lento**

De acuerdo al diseño original el tanque de filtración tipo filtro lento descendente permitía retener los sólidos que eran transportados en las líneas de conducción, además permitían retener en pequeño porcentaje los minerales que contiene el agua subterránea.

Al parecer, en la actualidad sirve como tanque de rompe presión del sistema, en el cual se sedimenta el material arrastrado por el agua captada ya que se evidencia una capa gruesa de lodo al fondo del mismo, sus paredes presentan moho, estos dos factores son contaminantes del agua que se distribuye a la población.

Este tanque está construido con paredes de hormigón simple sus medidas son 1.00x1.00x0.90 metros lo cual da un volumen de 0.90 m<sup>3</sup>, la tapa metálica que poseía ha desaparecido.

Está ubicado en las siguientes coordenadas UTM 697300, 9634664, a una altitud: 2115msnm, a nivel del suelo.

No tiene válvulas de control a la entrada del mismo, tampoco cuenta con un sistema de rebose para control de crecidas, a la salida del tanque existe una válvula de compuerta para el control del paso de agua a la red de distribución.

El predio donde está ubicado esta estructura no cuenta con cerramiento perimetral para la protección contra personas y animales lo cual permite una fácil contaminación del agua en esta estructura. No existen diseños o planos de esta estructura, de acuerdo a los moradores la misma fue construida por instrucciones verbales de personal del GAD Provincial.

Para acceder al sitio de la estructura es muy fácil ya que existe un camino para ello y está cerca de la vía principal de ingreso a la comunidad.

Además, cuenta con una caja de válvulas a la salida del tanque de hormigón simple de 0.30 x 0.3 x 0.5 metros, sin tapa.

De acuerdo a los comentarios de los moradores de la zona, existía un filtro adicional que fue destruido en una creciente de caudal en épocas de invierno, ya que este estaba ubicado muy cerca del margen de la quebrada de Pallcas. El tanque actual no tiene ese problema al estar emplazado lejos de cauces naturales de agua.

En base a lo expuesto se puede decir que la estructura denominada tanque filtro lento debe ser demolida, no existe la posibilidad de reusarlo o habilitar esta estructura debido a su avanzado estado de deterioro, la ubicación de la planta sin embargo es adecuada y servirá para implementar las nuevas estructuras de tratamiento y almacenamiento.

#### **2.4 Evaluación de distribución de agua**

Un sistema de distribución de agua o red de distribución es la infraestructura de tuberías de diferentes diámetros que transportan el agua ya potabilizada desde la planta de tratamiento hasta los usuarios que la consumen. Este sistema de distribución funciona a gravedad, es decir la diferencia de altura de la planta con respecto a la ubicación de las viviendas da la presión necesaria para abastecer a todos.

En la comunidad de Yaritzagua al ser rural, los usuarios están dispersos en una gran área, por lo que es necesario que el sistema esté adecuadamente diseñado para satisfacer la demanda.

El sistema de distribución de agua nace en el tanque denominado filtro lento ya descrito anteriormente y consta de dos ramales principales, el primero sirve al centro de la comunidad de Yaritzagua y a una parte del sector denominado El Descanso y el segundo a otra parte del sector El Descanso como se observa en la figura 2.5.



Figura 2.23 Red de Distribución de agua  
Fuente: Autores.

### **Características de la red de distribución**

La tubería de la red de distribución de agua es de poli cloruro de vinilo (PVC) en un diámetro de una pulgada y para soportar una presión de 1 Mpa. Las longitudes de las matrices principales son variables.

El sistema de distribución contiene accesorios tales como codos, tees y válvulas de paso, colocadas de manera empírica en los ramales.

La diferencia de altura entre la salida de la red y la parte más baja de la misma es de aproximadamente 165 metros, las válvulas rompe presión que alguna vez existieron

fueron retiradas por los miembros de la junta de agua debido a la falta de capacitación para su manipulación, y poder operarlas y mantenerlas de forma adecuada, por lo que el exceso de presión genera la ruptura de tuberías principalmente en el primero de los ramales, que sirve a la zona más baja de la comunidad, lo cual es un evento común en la comunidad de Yaritzagua.

A continuación, se presentan los cálculos hidráulicos de la red actual con el uso del programa computacional EPANET, los mismos se resumen en la tabla 2.5 y en la figura 2.6, se observan los resultados del análisis computacional de la red descrita.

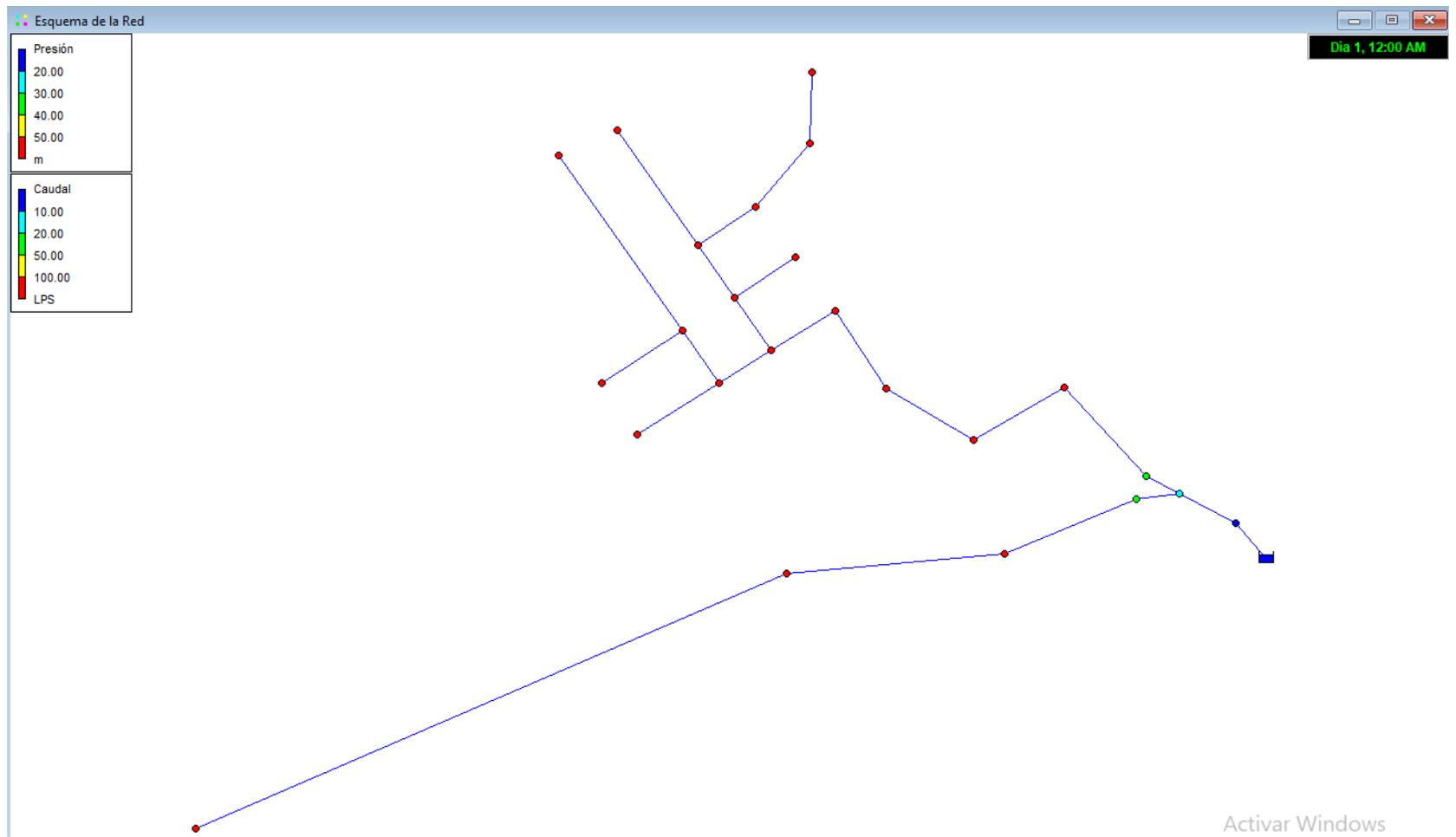


Figura 2.24 Análisis hidráulico de la red de distribución de la comunidad Yaritzagua.

Fuente: Autores.

**CUADRO DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RED DE  
DISTRIBUCIÓN  
ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED**

ID NUDO	Cota	Presión	X	Y
	m	m		
EMBALSE 0	2114.054	0	697300.00	9634664.00
NUDO 1	2105.276	8.78	697274.99	9634694.20
NUDO 2	2086.648	27.4	697225.54	9634720.49
NUDO 3	2075.498	38.55	697196.96	9634735.71
NUDO 4	2034.423	79.62	697126.32	9634813.03
NUDO 5	2033.847	80.2	697048.38	9634767.11
NUDO 6	2005.611	108.43	696972.62	9634811.98
NUDO 7	1990.096	123.95	696928.61	9634880.27
NUDO 8	1985.815	128.23	696873.54	9634845.26
NUDO 9	1980.974	133.07	696828.23	9634816.45
NUDO 10	1974.857	139.18	696796.23	9634862.61
NUDO 11	1957.163	156.88	696689.97	9635015.87
NUDO 12	1978.265	135.78	696841.89	9634891.36
NUDO 13	1974.413	139.63	696810.23	9634937.46
NUDO 14	1961.237	152.8	696740.47	9635037.39
NUDO 15	1974.239	139.8	696859.69	9634970.36
NUDO 16	1960.202	153.84	696906.88	9635025.80
NUDO 17	1948.722	165.32	696908.54	9635088.69
NUDO 18	1967.43	146.61	696757.70	9634771.60
NUDO 19	1964.128	149.91	696726.60	9634817.19
NUDO 20	1978.127	135.91	696894.59	9634926.73
NUDO 21	2080.848	33.2	697188.76	9634715.84
NUDO 22	2053.531	60.52	697075.18	9634667.71
NUDO 23	2000.4	113.65	696886.22	9634650.55
NUDO 24	1944.476	169.58	696376.55	9634427.53

Tabla 2.32 Resultados del cálculo hidráulico de la red de distribución de la comunidad Yaritzagua.

Fuente: Autores

Del análisis de los datos que arroja el programa se establece claramente que las presiones en la red exceden la capacidad de la tubería de PVC y de los parámetros mínimos que se debe cumplir en el diseño que es tener una presión máxima de 40 metros para no dañar los accesorios internos de las viviendas, en la tabla 2.5 se han marcado de color rojo todos los valores superiores al máximo determinado.

Para evitar daños continuos en la red de distribución esta debe ser reemplazada totalmente, las tuberías existentes se rompieron en innumerables lugares y fueron arregladas en tantas ocasiones que actualmente son inservibles, por otro lado, al implementar la nueva red se debe considerar estructuras o accesorios que controlen las altas presiones.

## CAPÍTULO 3. REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

### 3.1 Parámetros de Diseño

Los parámetros de diseño o variables son valores que inciden directamente en el resultado o funcionamiento o son necesarios para realizar el cálculo de una estructura. En el caso del diseño de un sistema de tratamiento de agua potable, los parámetros de diseño necesarios son los siguientes:

#### 3.1.1 Población futura o de diseño

Concebida como el número de habitantes usuarios del sistema que se espera tener al final del periodo de diseño.

Se calcula en función de la población actual (cantidad de habitantes o usuarios actuales del sistema) la misma que fue calculada mediante las encuestas realizadas a la población.

Para su cálculo se empleará el método geométrico, el mismo que consiste en determinar una tasa de crecimiento que servirá como base para encontrar la cantidad de habitantes luego de un determinado periodo de tiempo y cuya expresión matemática es la siguiente:

$$P_f = P_a \times (1 + r)^n$$

#### **Ecuación 1 Cálculo población futura**

Donde:

P<sub>f</sub>: Población futura (habitantes)

P<sub>a</sub>: Población actual (habitantes)

r: Tasa de crecimiento, expresada como fracción decimal (tabla 1) (adimensional)

n: Periodo de diseño (años)

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del Ecuador la tasa de crecimiento para las distintas regiones del país se muestra en la tabla 3.1:

Región Geográfica	r (%)
Sierra	1
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Tabla 3.33 Tasa de crecimiento poblacional por regiones  
Fuente: INEC

Datos de entrada para el cálculo de la población futura

Pa: 105 habitantes,

r: 1.0%

n: 20 años

De acuerdo con la tabla 3.2 se presenta el cálculo poblacional de diseño futura

Cálculo de la Población de diseño o futura				
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Fórmula o fuente
Población actual	$P_a$	105	habitantes	Anexo 1
Tasa de crecimiento	$r$	1	%	Tabla 1
Periodo de diseño	$n$	20	años	Norma CO 10.7 602
Población futura	$P_f$	706	habitantes	Ecuación 1

Tabla 3.34 Cálculo población futura  
Fuente: Autores

### 3.1.2 Periodo de diseño

El periodo de diseño es un lapso de tiempo en el cual la obra civil cumple la función para la cual fue construida sin necesidad de modificaciones, este concepto se asocia además al de vida útil que es el lapso de tiempo en el cual la obra debe ser reemplazada o repotenciada por una nueva. (SENAGUA, NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE, 2016)

Para obras civiles de sistemas de agua potable en zonas rurales de acuerdo a la Norma CO 10.7 602 el periodo de diseño es de 20 años. Este tiempo puede ser modificado si el sistema así lo requiere y su utilización sea debidamente justificada, según se muestra en la tabla 3.3.

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Fórmula o fuente
Periodo de diseño	n	20	años	Norma NEC. 10.7 602

Tabla 3.35 Datos para determinar el periodo de diseño

Fuente: Autores

### 3.1.3 Dotaciones y nivel de servicio

La dotación de agua hace referencia a la cantidad del líquido consumido por unidad de habitante y unidad de tiempo, la dotación media actual es la cantidad de agua potable consumida diariamente en promedio por habitante al inicio del periodo de diseño; mientras que la dotación media futura es la consumida diariamente en promedio por habitante, al final del periodo de diseño.

La dotación para agua potable varía de acuerdo al nivel de servicio que se pretenda dar a la comunidad, este se determina dependiendo del nivel de vida y actividades predominantes, de acuerdo a la Norma los niveles de servicio son los mostrados en la tabla 3.4:

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada: AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquidos		

Tabla 3.36 Nivel de servicio

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

Por otro lado, la misma guía brinda una diferenciación para climas cálidos y fríos, de acuerdo al indicado en la tabla 3.5.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/hab*día)	CLIMA CALIDO (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Tabla 3.37 Dotación de agua por clima y nivel de servicio

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

El nivel de servicio que se pretende brindar es IIB, es decir los habitantes de la comunidad tendrán más de un grifo por casa, en lo referente a agua potable. El clima de la comunidad es cálido, por lo que su dotación diaria será de 100 lt/hab.

### 3.1.4 Caudales de diseño

El caudal se define como la cantidad de fluido por unidad de tiempo, para el presente diseño es necesario determinar el caudal medio anual, el caudal máximo diario y el caudal máximo horario. (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

#### Caudal medio diario

Es el consumo promedio diario en el sistema debido a las variaciones de consumo diarias y horarias. (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

y se determina con la ecuación:

$$Q_{med} = f * \frac{d \times P_f}{86400}$$

#### Ecuación 2 Cálculo de Caudal medio diario

Donde:

$Q_{med}$ : Caudal medio diario

Pf: Población futura (habitantes)

d: Dotación futura (l/s)

f: factor de fugas (20%)

### **Caudal máximo diario**

Es el máximo consumo que se calcula se podría dar en el sistema. (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

De acuerdo a la Norma CO 10.7-601 se debe establecer en base a estudios de sistemas existentes, en caso de que no existan se recomienda usar la ecuación:

$$Q_{max} = k_{max} \times Q_{med}$$

#### **Ecuación 3 Cálculo de Caudal máximo diario**

Donde:

$Q_{max}$ : Caudal máximo diario (l/s)

$Q_{med}$ : Caudal medio diario (l/s)

$k_{max}$ : Coeficiente, puede variar entre 1.3 y 1.5.

### **Caudal máximo horario**

El caudal máximo horario se define como aquel registrado en la hora de máximo consumo al final del período de diseño.

El QMH, según las Normas de Diseño de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos para el Área Rural, se determina multiplicando el caudal medio diario por un coeficiente de variación horaria (KMH) cuyo valor es el 2.00, para todos los niveles de servicio

Con lo anterior, los caudales máximos horarios, serán:

$$Q_{maxh} = k_{maxh} \times Q_{med}$$

#### **Ecuación 4 Cálculo de Caudal máximo horario**

### **Caudales de diseño**

Con los valores de caudal medio diario y caudal máximo diario se determinan los caudales de diseño para las distintas partes del sistema planteado de acuerdo a las recomendaciones de la Norma CO 10.7-601 (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018) , las mismas que se plasman en la tabla 3.6:

Elemento	Caudal de diseño
Captación de aguas superficiales	Máximo diario +20%
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario +10%
Plantas de tratamiento	Máximo diario +10%
Redes de distribución	Máximo horario +incendio

Tabla 3.38 Caudales de diseño

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

En comunidades de poblaciones con pocos habitantes, no se considerará el caudal contraincendios, al no existir un cuerpo de bomberos que manejen los hidrantes en toda la red considerando que económicamente se vuelve muy costoso.

En la tabla 3.7 se muestra el resultado de los caudales de diseño que serán usados en las secciones posteriores para el diseño de cada una de las partes del sistema.

Caudales de diseño			
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades
Dotación	q	100	lt/hab
Población futura	Pf	706	habitantes
Caudal medio diario	Qmed	0.98	lt/s
Coefficiente	kmax	1.3	adim
Caudal máximo diario	Qmax	1.25	lt/s
Caudal máximo horario	Qmaxh	1.96	lt/s
Captación	-	1.50	lt/s
Conducción	-	1.38	lt/s
Tratamiento	-	1.38	lt/s
Distribución	-	1.96	lt/s

Tabla 3.39 Calculo de valores de parámetros de diseño

Fuente: Autores

## 3.2 Diseño de las estructuras de captación de agua cruda

### 3.2.1 Volumen de reserva

A continuación, se procede a determinar el volumen de reserva requerido para el sistema, para lo cual se usan los conceptos de la Norma CO. 10.7-601, en donde se indica que en caso de no existir datos sobre las variaciones de consumo se debe determinar el volumen necesario mediante el siguiente valor:

Para poblaciones de diseño de 1000 a 5000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación un 30% del volumen consumido en un día calculado con el caudal medio diario al final del periodo de diseño. Se usará esta aproximación a pesar de que en este caso de estudio la población es menor a 1000, por ser lo que más se aproxima, los resultados se muestran en la tabla 3.8.

<b>Volumen de reserva</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Caudal medio diario	Qmed	0.98	lt/s
Volumen de reserva	Vr	25.42	m <sup>3</sup>

Tabla 3.40 Cálculo del Volumen de reserva

Fuente: Autores

Otro dato importante para el diseño de las estructuras de captación es el aforo en la captación el mismo que mediante el levantamiento de la información se determinó en el primer capítulo.

### 3.2.2. Diseño de captación

La estructura de captación consiste principalmente de una cámara que sirva para proteger los afloramientos y que los mismos se descarguen libremente sin alterar sus condiciones hidráulicas naturales existentes, algunos elementos indispensables en las mismas son tubería de salida, tubería de desborde, tubería para limpieza, boca de inspección y válvulas de control. (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

Para determinar sus dimensiones es necesario aplicar conceptos y formulación hidráulica basándose en el aforo de la vertiente y el caudal asignado por el ente competente de regulación del agua, las ecuaciones requeridas se muestran

- a) Volumen de la caja de recolección

$$V = Qd * t$$

#### **Ecuación 5 Dimensionamiento del tanque captación**

- b) Cálculo de las dimensiones de la caja

$$V = A * B * C$$

#### **Ecuación 6 Cálculo del volumen de la caja de captación**

Nos imponemos los valores B y C

Donde:

V: Volumen de la caja de recolección (m<sup>3</sup>)

Q<sub>d</sub>: Caudal máximo de la fuente (m<sup>3</sup>/s)

t: Tiempo de retención (s), en este tipo de unidades, el tiempo de retención total es de 300 segundos para dimensionar la estructura y almacenar el correcto volumen de agua en el tanque y evitar que esté sujeta a la aireación en la tubería de conducción.

A: Altura mínima de 10cm que permite sedimentación

B: Ancho de la base (m)

C: Largo de la base (m)

En la tabla 3.9 se observan los resultados del dimensionamiento de la estructura de captación.

<b>CAPTACIÓN</b>	<b>YUMBAR</b>	<b>PALLCAS</b>
caudal (l/s)	1.2	1.28
tiempo de retención (s)	300	300
volumen (l)	360	384

<b>Dimensiones del tanque</b>		
A (m)	0.41	0.44
Altura para sedimentación	0.30	0.30
B (m)	0.7	0.7
C (m)	0.8	0.8
Altura total del tanque(m)	1.0	1.0

Tabla 3.41 Cálculo de medidas tanque de captación

Fuente: Autores

### 3.3. Diseño de la conducción de agua cruda

La conducción de agua cruda son conductos u obras que permiten el transporte del agua desde la captación hasta las unidades de tratamiento, en condiciones seguras e higiénicas. (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

El caudal de diseño será el 1.10 del caudal medio diario al final del periodo de diseño, Consideramos que, al existir una gran diferencia de cota entre la captación y el sitio de la planta de tratamiento, se aprovecha esto para que la conducción del agua sea por gravedad a flujo forzado, mediante el uso de tubería de Poli cloruro de Vinilo (PVC) en toda su longitud para evitar contaminación y vandalismo en toda su trayectoria.

Se deberá cumplir mínimo con lo que dicta la norma CO 10.7 siguiente:

- La presión dinámica mínima en la línea de conducción será de 5 m.
- En ningún punto la tubería deberá funcionar a presión superior a la de trabajo especificada por el fabricante.
- Para el diseño de la conducción, deberán tomarse en cuenta, las presiones estáticas, dinámicas, así como las sobre presiones causadas por el golpe de ariete.
- El diámetro mínimo de las tuberías en la línea de conducción será de 25mm (1").

(SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE  
AGUA POTABLE, 2018)

Para el cálculo de las pérdidas que se producen en la conducción se utilizará la fórmula experimental de Hazen-Williams

$$j = 10.643 * Q^{1.85} * C^{-1.85} * D^{-4.87}$$

**Ecuación 7 Cálculo de pérdidas Hazen- Williams**

Dónde:

j: pérdida de carga unitaria (m/m)

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: coeficiente de Hazen - Williams

D: diámetro (m)

Los valores del coeficiente C de Hazen - Williams son constantes que dependen del material y el diámetro a utilizar para la tubería de conducción, tal como se muestra en la tabla 3.10.

Material	Diámetro	C
Hierro dúctil	100 - 400	130
PVC	315	140
	250	140
	200	120
	160	120
	110	120
	63	100

Tabla 3.42 Coeficiente C de Hazen – Williams

Fuente: Autores

A continuación, en la tabla 3.11 y 3.12 y en la figura 3.1 se presentan los cálculos y resultados respectivos

**Tabla de Red Pallcas - Nudos**

	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión 2	0.00	2201.71	14.20
Conexión 3	0.00	2201.56	22.00
Conexión 4	0.00	2201.26	31.44
Conexión 5	0.00	2201.09	37.94
Conexión 6	0.00	2201.04	38.06
Conexión 7	0.00	2201.01	38.89
Conexión 8	0.00	2200.99	39.60
Conexión 9	0.00	2200.83	47.38
Conexión 10	0.00	2200.46	46.43
Conexión 11	0.00	2200.17	51.70
Conexión 12	0.00	2200.16	51.41
Conexión 13	0.00	2199.98	55.92
Conexión 14	0.00	2199.74	62.93
Conexión 15	0.00	2199.37	69.70
Conexión 16	0.00	2199.21	73.10
Conexión 17	0.00	2199.04	75.08
Conexión 18	0.00	2198.88	78.87
Conexión 19	0.00	2198.78	80.71
Conexión 20	0.00	2198.66	82.36
Conexión 21	1.28	2198.57	84.16
Embalse 1	-1.28	2202.10	0.00

Tabla 3.43 Resultados del cálculo hidráulico

Fuente: Autores

<b>Tabla de Red Pallcas - Líneas</b>				
	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	LPS	m/s	m/km	
Tubería 100	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 101	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 102	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 103	1.28	0.65	9.51	0.022
Tubería 104	1.28	0.65	9.49	0.022
Tubería 105	1.28	0.65	9.49	0.022
Tubería 106	1.28	0.65	9.56	0.022
Tubería 107	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 108	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 109	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 110	1.28	0.65	9.48	0.022
Tubería 111	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 112	1.28	0.65	9.50	0.022

Tubería 113	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 114	1.28	0.65	9.51	0.022
Tubería 115	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 116	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 117	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 118	1.28	0.65	9.50	0.022
Tubería 119	1.28	0.65	9.51	0.022

Tabla 3.44 Resultados cálculo hidráulico red de conducción

Fuente: Autores

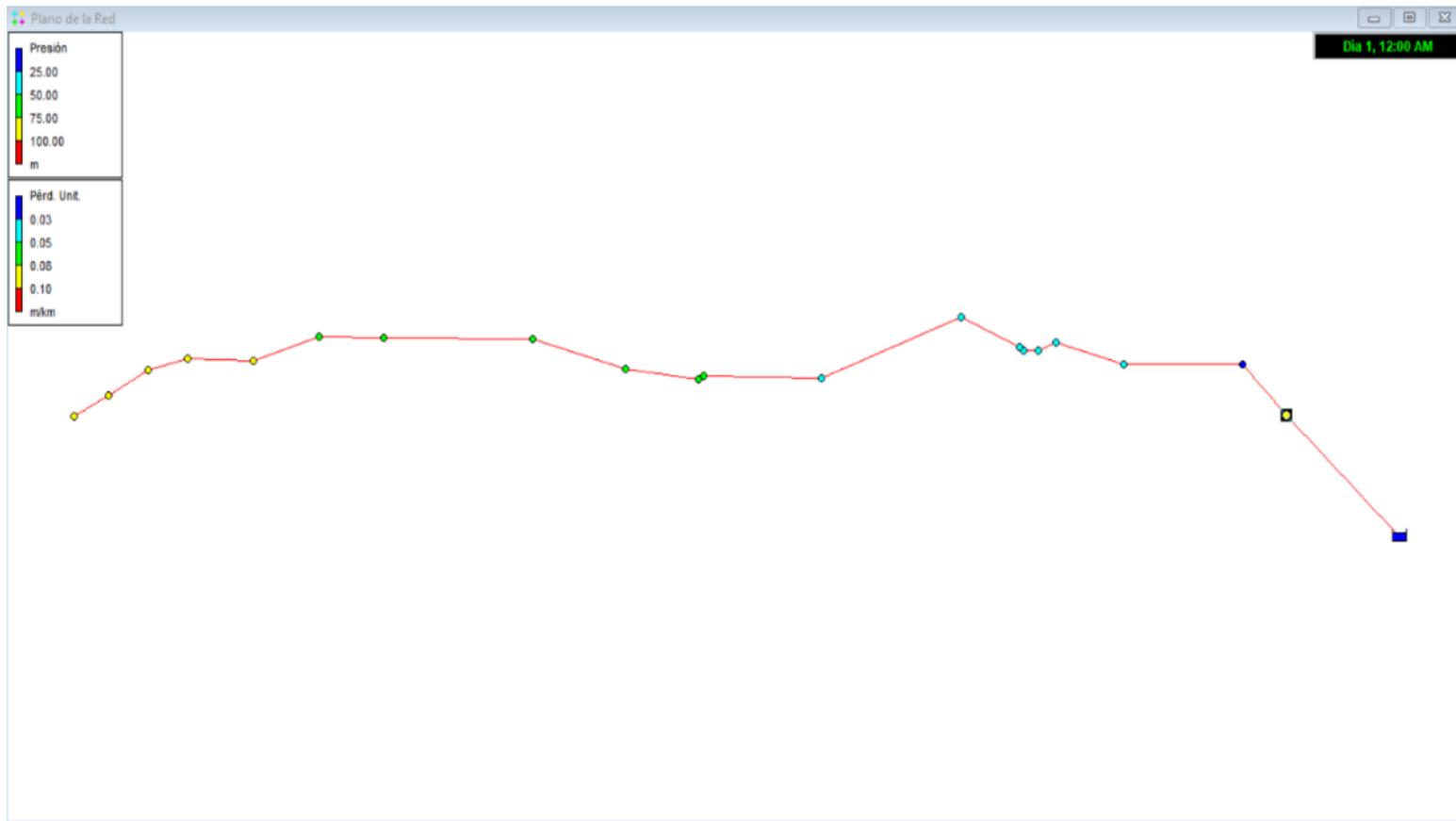


Figura 3.25 Cálculo red de conducción Pallcas  
Fuente: Autores

Los resultados del estado de los nodos de la conducción Yumbar, en las tablas 3.13 y 3.14 se observan los resultados hidráulicos de las líneas y en la figura 3.2 se puede ver gráficamente lo planteado.

<b>Tabla de Red Yumbar - Líneas</b>			
	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión 2	0.00	2320.23	0.45
Conexión 3	0.00	2319.80	6.95
Conexión 4	0.00	2319.33	4.53
Conexión 5	0.00	2318.80	10.42
Conexión 6	0.00	2318.75	12.16
Conexión 7	0.00	2318.48	24.33
Conexión 8	0.00	2318.07	42.40
Conexión 9	0.00	2317.55	63.06
Conexión 1000	0.00	2317.28	74.39
Conexión 2000	0.00	2242.89	0.00
Conexión 10	0.00	2242.62	11.33
Conexión 11	0.00	2242.21	29.95
Conexión 12	0.00	2241.65	49.08
Conexión 13	0.00	2241.24	67.16
Conexión 14	0.00	2240.72	93.85
Conexión 15	1.20	2240.05	124.85
Embalse 1	-1.20	2321.04	0.00

Tabla 3.45 Cálculos hidráulicos conducción Yumbar - nodos

Fuente: Autores

<b>Tabla de Red - Líneas</b>				
	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción
Tubería 100	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 101	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 102	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 103	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 104	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 105	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 106	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 107	1.20	0.61	8.43	0.022

Tubería 108	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 110	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 111	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 112	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 113	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 114	1.20	0.61	8.43	0.022
Tubería 115	1.20	0.61	8.43	0.022
Válvula 109	1.20	0.61	74.39	0.000

Tabla 3.146 Cálculos hidráulicos Conducción Yumbar - tubería

Fuente: Autores

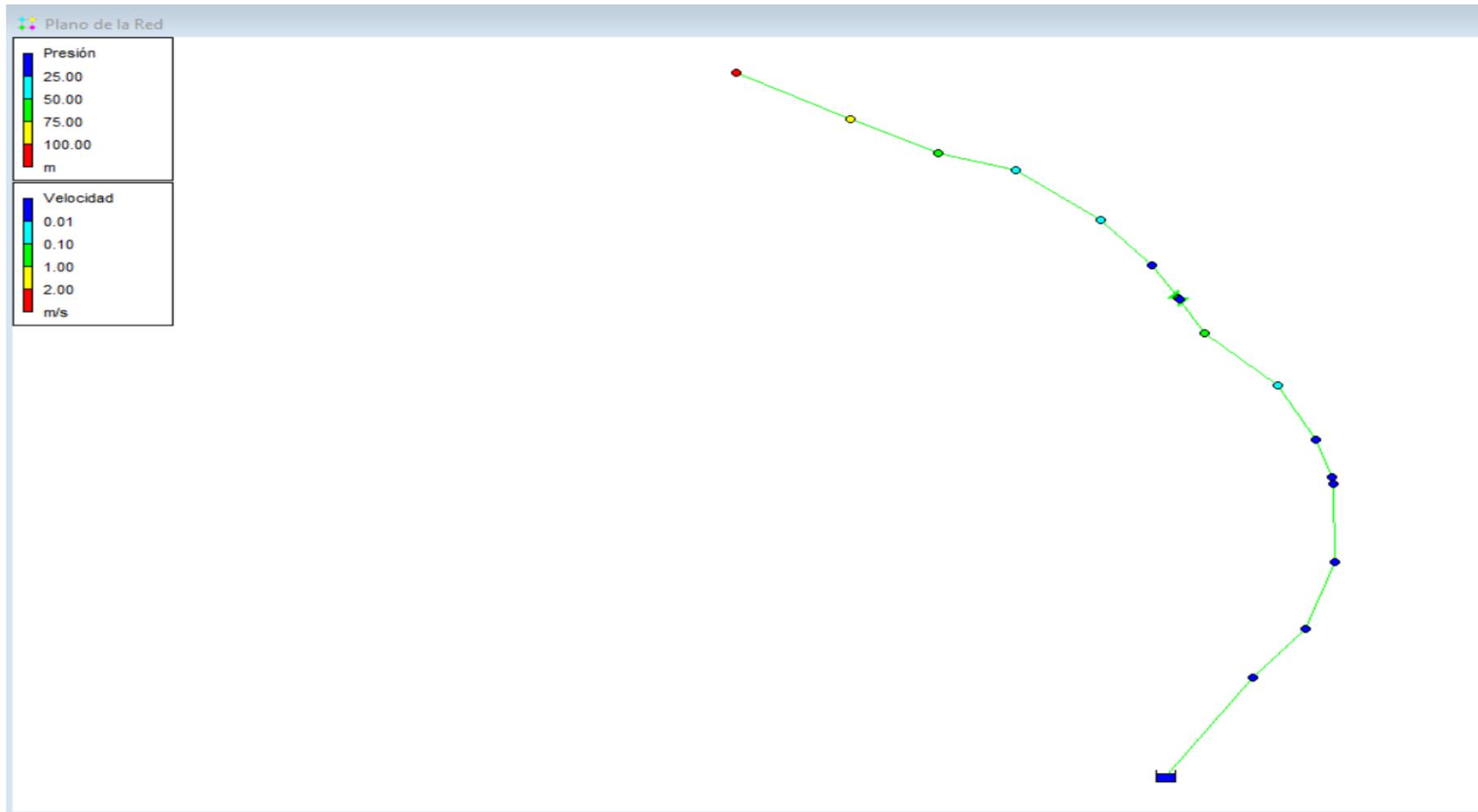


Figura 3.26 Grafico de cálculos hidráulicos Yumbar  
Fuente: Autores

Se propone usar tubería de poli tubo, ya que este material presenta una resistencia a presiones más altas (90 mca.) y con ello se usaría una única válvula rompe presión para la conducción de Yumbar.

Los detalles de esta red se encuentran en los planos anexos.

### 3.4. Diseño del sistema de tratamiento de agua

La eficacia del tratamiento del agua en la reducción de las enfermedades que esta transmite depende de la calidad del agua en origen y del proceso seguido en el sistema de tratamiento. Los agentes patógenos transmitidos por el agua, que pueden causar enfermedades, provienen generalmente de sistemas hídricos con inadecuado tratamiento, especialmente desinfección y filtración.

La normativa ecuatoriana determina que para cada tipo de agua que se capta sea esta, agua superficial o agua subterránea, deberá diseñarse un tipo de tratamiento específico o diseñar un sistema de tratamiento mixto, como se observa en la tabla 3.15.

<b>FUENTE</b>	<b>PROCESOS DE TRATAMIENTO</b>
- Pozo somero - pozo profundo - vertientes - superficiales	Desinfección Disposición de hierro, CO2 y desinfección Desinfección Prefiltración, filtración lenta y desinfección

Tabla 3.47 Tipos de tratamiento recomendados

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

En este caso en específico al tener que tratar agua de dos fuentes distintas, se opta por una línea de tratamiento mixta la cual al inicio tendrá un sistema de aireación tipo bandeja para controlar la cantidad de minerales presentes en el agua subterránea y un sistema de filtración lenta y desinfección.

En la siguiente figura 3.3 se representan las fases del proceso de tratamiento convencional.

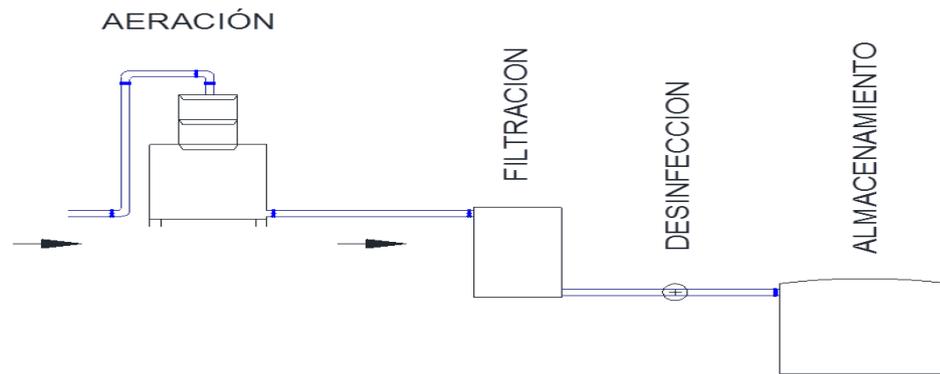


Figura 3.27 Línea de Tratamiento del agua  
Fuente: Autores

### 3.4.1 Torre de aireación

Denominado comúnmente como Bandejas de aireación. Estas bandejas son las encargadas de realizar el proceso de aireación el cual pone en contacto directo el agua con las partículas de aire, para incrementar el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua, y eliminar olores y sabores que pueda contener el agua, además de ayudarnos a bajar la dureza del agua (oxida el hierro y el manganeso a fin de que formen precipitados que puedan eliminarse mediante sedimentación o filtración).

Las bandejas serán fabricadas en acero inoxidable, cuenta con un área de contacto de 2500 cm<sup>2</sup> (50 cm x 50 cm), esta área se encuentra perforada por 36 orificios de 8 mm de diámetro, que permiten el paso del agua.

Las bandejas tienen una forma trapezoidal la cual permite disminuir el desperdicio de agua por salpicadura. Cada bandeja cuenta con un lecho de contacto de espesor de 5 a 10 cm. Este lecho es de carbón activado tipo Coque, piedra, ladrillo o cerámica.

La torre de aireación debe cumplir con una separación entre bandejas de 30 cm, para que cumpla las especificaciones técnicas del Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS – 2000).

Las Torres de Tiro Natural consisten en varias bandejas o charolas abiertas, dispuestas una encima de otra, las cuales contienen un medio catalizador como carbón coque o elementos de relleno (Pall-rings, saddels, etc.). El agua ingresa por la parte superior a

la primera bandeja y desciende uniformemente por las demás, a través del medio catalizador, para luego ser recolectada en la bandeja inferior. La aireación se produce de modo natural.

Esta agua aireada cae en un tanque regulador de caudal de 1.0 x 1.0 x 1.0 en hormigón simple, para proseguir luego a la siguiente etapa del tratamiento.

En este tanque regulador deberá estar colocado un vertedero de excesos, para limitar el caudal de procesamiento de la planta, solo al caudal de diseño.

### **3.4.2 Diseño del tanque filtro lento descendente**

El proceso de filtración remueve las partículas de sólidos suspendidos y partículas coloidales presentes en el agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso o un medio de absorción. Está constituido por:

- Consta de una o varias capas de material filtrante como de antracita o carbono activado y capas de arena lavada graduada. Estas capas deben cumplir con lo siguiente:
  - Arena
    - Espesor de la capa mínima de 0.30 a 0.40 m
    - Tamaño efectivo del grano de 0.45 a 0.6 mm
    - Coeficiente de uniformidad menor o igual a 1.6 mm
  - Antracita
    - Espesor de la capa comprendido entre 0.45 a 0.60 m
    - Tamaño efectivo del grano de 0.8 a 1.1 mm
- El lecho de soporte de grava constituye parte del sistema de drenaje del filtro cuya finalidad es la de permitir una recolección y distribución uniforme del agua y evitar la pérdida del material filtrante en el caudal de salida. Para su conformación el fabricante debe observar las siguientes recomendaciones:
  - El espesor del lecho de soporte viene dado por las características del sistema hidráulico de drenaje.
    - El material debe estar distribuido en estratos con granulometría decreciente en el sentido ascendente. E.8 a 1.1 mm

- Coeficiente de uniformidad menor o igual a 1.4 mm
  - Peso específico no menor a 1550 kg/m<sup>3</sup>
  - El espesor de cada estrato debe ser igual o superior a dos veces y medio el tamaño de las gravas mayores y no menor a 5 cm.
  - El rango de tamaños en cada estrato debe estar limitado a la relación de 2 veces entre el máximo y mínimo.
  - El estrato situado directamente sobre el sistema de drenaje debe tener un tamaño mayor o igual al doble de los orificios.
  - El estrato en contacto con la arena debe tener un tamaño mínimo de 2 mm.
- Tubería de recolección del agua filtrada a través de un sistema de tuberías perforadas tipo espina de pescado

El filtro a ser utilizado es: filtro cilíndrico de flujo descendente con una tasa de filtración constante operado a gravedad y como medio filtrante una capa de arena y antracita.

El tipo de filtración propuesto cumple con la eficiencia de filtración dispuesta en la normativa del SENAGUA.

Para su dimensionamiento presentado en la tabla 3.16 utilizamos las Ecuaciones siguiente:

$$A = Qd/Vf$$

#### **Ecuación 8 Dimensionamiento tanque filtro lento**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>FILTRO LENTO</b>
caudal (m <sup>3</sup> /hora)	3.88
velocidad o tasa de filtración (m/h)	0.4
Área efectiva(m <sup>2</sup> )	9.708

#### **Dimensiones del tanque**

largo base B (m)	3.88
------------------	------

ancho base C (m)	2.5	impuesta
altura A (m)	2.85	
altura de capas	arena	0.35
	antracita	0.5
	altura de carga	1.5
	altura libre	0.3
	lecho filtrante	0.2

Tabla 3.48 Cálculo del Tanque Filtro Lento Descendente

Fuente: Autores

El tanque deberá tener accesorios de control de caudal a la entrada y la salida del mismo como son válvulas de compuerta de bronce, estar podrán adecuarse en un tanque auxiliar a la entrada y la salida de la tubería.

Además, deberá tener un sistema de tuberías para realizar by pass y poder secar el agua en el tanque para dar el mantenimiento respectivo.

Al interior del tanque se deberá implementar un sistema de rebose de excesos, agua que será conducida fuera de la planta de tratamiento.

### 3.4.2 Diseño del sistema de desinfección

La desinfección del agua proveniente de vertientes minimiza el riesgo de enfermedades microbiológicas, con este procedimiento se garantiza la eliminación de todo tipo de microorganismos y se mejora la calidad química, física y bacteriológica del líquido vital, es por ello que después de haber analizado los resultados de la caracterización del agua cruda de las fuentes se ha determinado la necesidad de un proceso de cloración de la misma.

El método de desinfección que se usará es la cloración en línea, proceso en el cual el agua filtrada pasa por un aparato que contiene pastillas de cloro sólido, el paso del agua desgasta las pastillas y mediante la incorporación de un tubo Venturi se produce un flujo turbulento al interior de la tubería con lo cual se logra una mezcla perfecta del cloro con el agua. Este aparato por su facilidad de adquisición en el medio, costo bajo y facilidad de metodología para aplicarlo.

De acuerdo a la norma utilizada, en la tabla 3.17 se verifica que los valores admisibles de cloro residual libre, en cualquier punto de la red dependen del pH del agua y deben estar entre 0.20 y 0.40 mg/l.

<b>MÍNIMAS CONCENTRACIONES RESIDUALES DE CLORO REQUERIDAS PARA UNA DESINFECCIÓN EFICAZ DEL AGUA</b>		
<b>pH del agua</b>	<b>Cloro libre residual, mg/lit, tiempo mínimo de contacto, 10 minutos</b>	<b>Cloro residual combinado, mg/lit, tiempo mínimo de contacto, 60 minutos</b>
6_7	0,2	1
7_8	0,2	1,5
8_9	0,4	1,8
9_10	0,8	No se recomienda
más de 10	0,8(con mayor periodo de contacto)	No se recomienda

Tabla 3.49 Concentración de cloro residual  
Fuente: Norma CO 10.7-601

Otras recomendaciones a considerar para evitar la toxicidad del cloro en el agua de consumo humano son las de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en donde se indica que la concentración debe estar en un rango de 0.2 a 0.5 mg/l y el tiempo de concentración debe ser de 30 minutos.

### 3.4.3 Dosificación de cloro

Con todas las consideraciones expuestas se procede a definir las características de la dosificación:

Tipo: pastillas tipo briquetas de cloro con una concentración al 70% .

Tiempo de retención: 30 minutos.

Dosis: 2 mg/litro (Rodríguez, 1992)

A continuación, determinaremos la cantidad de cloro a usarse por día cuyo resultado se presenta en la tabla 3.18, con la ecuación

$$W = Q * d * 86400$$

### Ecuación 9 Cálculo de Dosificación de cloro

Donde:

Q: Caudal de diseño (lt/s)

d: Dosificación (mg/lt)

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
Caudal de diseño	Q	0.17564	lt/s
Dosificación de cloro	d	2	mg/lt
Cantidad de cloro diaria	W	29719.1045	mg
Cantidad de cloro mensual		0.89157	Kg
Tiempo de retención	t	30	min

Tabla 3.50 Resultados de dosificación de cloro

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Diseño de la red de distribución

Los resultados obtenidos en la evaluación del sistema sugieren la necesidad del uso de válvulas rompe presión, basados en la corridas del programa hidráulico EPANET para la verificación del sistema introducimos válvulas de control para que la presión de la red no sobrepase las presiones de la tubería actual. Estas válvulas se han ubicado en los puntos indicados en la tabla 3.19.

ID	ESTE	NORTE
1	697233.927	9634716.03
2	697134.657	9634803.9
3	696959.074	9634832.99
4	697039.826	9634664.5
5	696884.847	9634649.95
6	696532.748	9634495.88

Tabla 3.51 Ubicación geográfica de válvulas rompe presión

Fuente: Elaboración propia

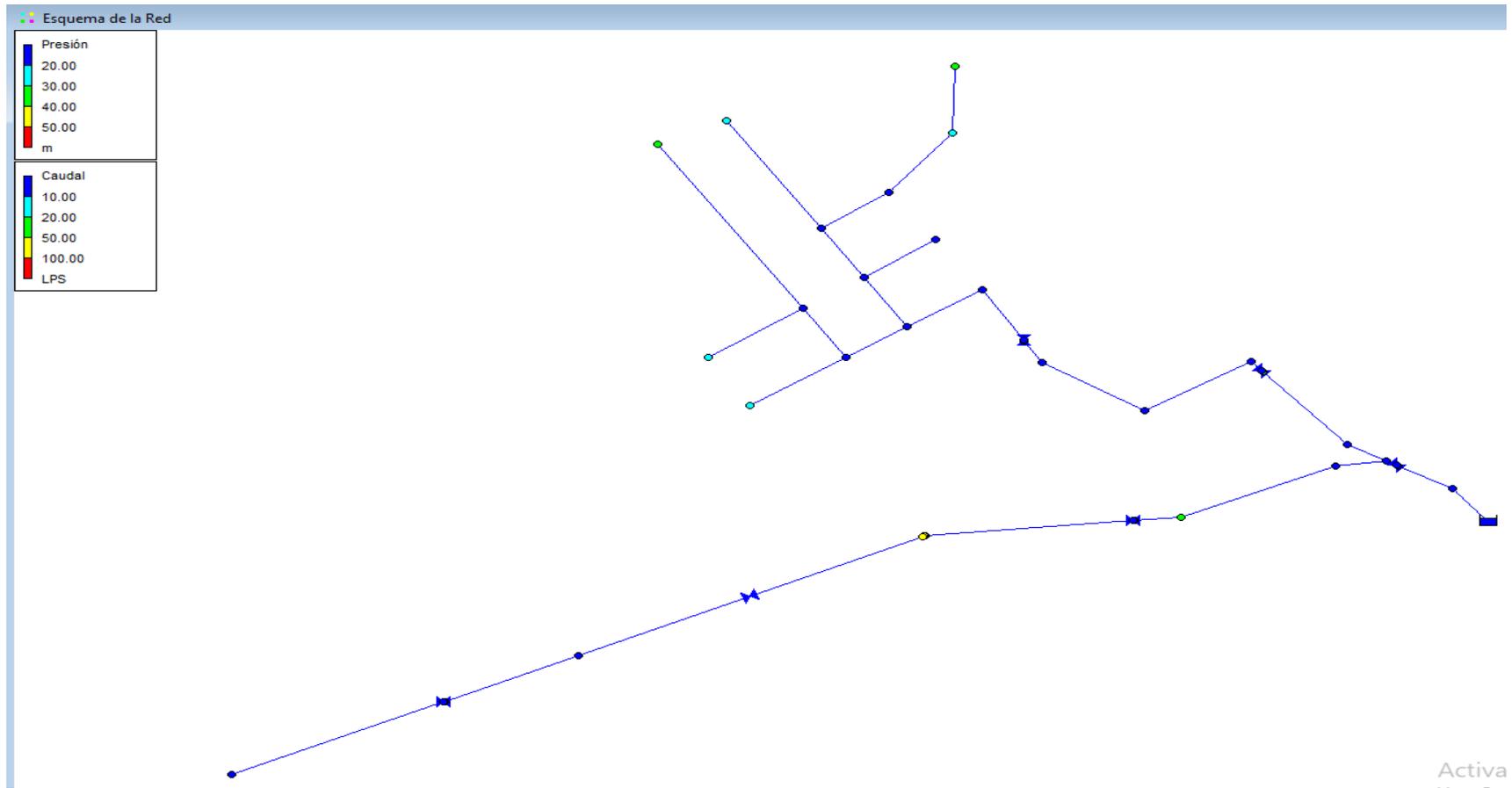
Los parámetros para el rediseño de la red de distribución son para el área rural que indica lo siguiente:

- La red de distribución deberá diseñarse para el caudal máximo horario.
- Deberá estar formada por ramales abiertos, mallas o en el caso de que sea necesario una combinación de ambos sistemas.
- Las presiones que deberá cumplir son:
  - o Presión estática máxima: 4kg/cm<sup>2</sup>
  - o Presión dinámica máxima: 3kg/cm<sup>2</sup>
  - o Presión dinámica mínima: 0,7kg/cm<sup>2</sup>
- El diámetro nominal mínimo de los conductos que conforman la red deberá ser de 19 mm es decir de ¾”.
- La red debe contar con válvulas que permitan independizar sectores para su operación o mantenimiento, sin que se dé la suspensión del servicio en toda su localidad.

(SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

Por razones económicas del miembro de la junta de agua potable se ha realizado el rediseño utilizando en lo posible la infraestructura ya existente, por lo que para el análisis o cálculo hidráulico de la red no se ha cambiado el trazado de la tubería existente, solo se ha tratado de dotar de los accesorios necesarios para precautelar daños por sobre presión o altas velocidades.

En la figura 3.4 se observa el análisis computacional en EPANET para el cálculo de la red y en la tabla siguiente los resultados del análisis de presión en los nodos de la red, posterior se presentan los resultados de dimensionamiento de la red y las válvulas.



Activa

Figura 3.28 Re diseño de la red de distribución de agua  
Fuente: EPANET

La tabla 3.20 es de resultados de la corrida hidráulica del programa EPANET de la red de distribución

<b>Estado de los nudos de la red</b>						
	Cota	Demanda	Base	Demanda	Altura	Presión
<b>ID</b>	Nudo	m	LPS	LPS	m	m
<b>Nudo</b>	1	2105.276	0	0.00	2109.78	4.50
<b>Nudo</b>	101	2090.245	0	0.00	2104.76	14.52
<b>Nudo</b>	102	2089.879	0	0.00	2089.88	0.00
<b>Nudo</b>	2	2086.648	0	0.00	2088.90	2.25
<b>Nudo</b>	3	2075.498	0	0.00	2086.25	10.76
<b>Nudo</b>	103	2040.315	0	0.00	2078.75	38.44
<b>Nudo</b>	104	2040.801	0	0.00	2040.80	0.00
<b>Nudo</b>	4	2034.423	0	0.00	2039.84	5.41
<b>Nudo</b>	5	2033.847	0	0.00	2032.46	-1.39
<b>Nudo</b>	6	2005.611	0	0.00	2025.28	19.67
<b>Nudo</b>	105	1999.476	0	0.00	2023.29	23.81
<b>Nudo</b>	106	1999.687	0	0.00	1999.69	0.00
<b>Nudo</b>	7	1990.096	0	0.00	1995.14	5.05
<b>Nudo</b>	8	1985.815	0	0.00	1989.82	4.01
<b>Nudo</b>	9	1980.974	0	0.00	1988.61	7.64
<b>Nudo</b>	10	1974.857	0	0.00	1988.01	13.15
<b>Nudo</b>	11	1957.163	.11	0.11	1987.46	30.30
<b>Nudo</b>	12	1978.265	0	0.00	1988.56	10.30
<b>Nudo</b>	13	1974.413	0	0.00	1987.96	13.55
<b>Nudo</b>	14	1961.237	.11	0.11	1987.60	26.37
<b>Nudo</b>	15	1974.239	0	0.00	1987.79	13.55
<b>Nudo</b>	16	1960.202	0	0.00	1987.57	27.37
<b>Nudo</b>	17	1948.722	.11	0.11	1987.39	38.67
<b>Nudo</b>	18	1967.43	.11	0.11	1988.36	20.93
<b>Nudo</b>	19	1964.128	.11	0.11	1987.77	23.64
<b>Nudo</b>	20	1978.127	.11	0.11	1988.37	10.25
<b>Nudo</b>	21	2080.848	0	0.00	2088.79	7.94
<b>Nudo</b>	22	2053.531	0	0.00	2088.41	34.88
<b>Nudo</b>	107	2043.964	0	0.00	2088.31	44.35
<b>Nudo</b>	108	2043.693	0	0.00	2043.69	0.00
<b>Nudo</b>	23	2000.4	0	0.00	2043.24	42.84
<b>Nudo</b>	109	2000.115	0	0.00	2043.23	43.12
<b>Nudo</b>	110	1999.831	0	0.00	2043.23	43.40
<b>Nudo</b>	24	1970	0	0.00	1970.00	0.00
<b>Nudo</b>	111	1954.59	0	0.00	1969.68	15.09
<b>Nudo</b>	112	1954.404	0	0.00	1954.40	0.00

<b>Nudo</b>	25	1944.476	.11	0.11	1953.90	9.43
<b>Embalse</b>	0	2114.054	0	-0.77	2114.05	0.00
<b>Estado de las líneas de la red</b>						
		Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad
<b>ID</b>	Línea	m	mm		LPS	m/s
<b>Tubería</b>	1000	39.2121591172076 25	25	150	0.77	1.57
<b>Tubería</b>	1001	45.9947889583845 25	25	150	0.77	1.57
<b>Tubería</b>	1003	9.01671029597744 25	25	150	0.77	1.57
<b>Tubería</b>	1004	32.3860627096701 25	25	150	0.66	1.35
<b>Tubería</b>	1005	91.8666707903419 25	25	150	0.66	1.35
<b>Tubería</b>	1007	11.8388496319042 25	25	150	0.66	1.34
<b>Tubería</b>	1008	90.4569556706058 25	25	150	0.66	1.34
<b>Tubería</b>	1009	88.0522654086524 25	25	150	0.66	1.34
<b>Tubería</b>	1010	24.4820379448834 25	25	150	0.66	1.34
<b>Tubería</b>	1012	55.7185266730863 25	25	150	0.66	1.34
<b>Tubería</b>	1013	65.255579392914	25	150	150	0.66
<b>Tubería</b>	1014	53.693888144123	25	150	150	0.33
<b>Tubería</b>	1015	56.1699314195754 25	25	150	0.22	0.45
<b>Tubería</b>	1016	186.496156879574 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1017	55.9249800411588 25	25	150	0.33	0.67
<b>Tubería</b>	1018	55.925062477628	25	150	150	0.22
<b>Tubería</b>	1019	121.864467826573 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1020	59.4022130432369 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1021	72.8066559156901 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1022	62.9113937353639 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1023	83.5780137771863 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1024	83.1299456454824 25	25	150	0.11	0.22

<b>Tubería</b>	1025	63.4752062772542 25	25	150	0.11	0.22
<b>Tubería</b>	1026	37.0744661349278 25	25	150	0.11	0.23
<b>Tubería</b>	1027	123.353020647333 25	25	150	0.11	0.23
<b>Tubería</b>	1028	34.9250880330259 25	25	150	0.11	0.23
<b>Tubería</b>	1030	153.80527251413	25	150	150	0.11
<b>Tubería</b>	1031	.977893998544931 25	25	150	0.11	0.23
<b>Tubería</b>	1032	.94903349768917	25	150	150	0.11
<b>Tubería</b>	1034	107.10157723602	25	150	150	0.11
<b>Tubería</b>	1036	170.117528482824 25	25	150	0.11	0.22
<b>Válvula</b>	1002	Sin valor	25	150	Sin valor	0.77
<b>Válvula</b>	1006	Sin valor	25	150	Sin valor	0.66
<b>Válvula</b>	1011	Sin valor	25	150	Sin valor	0.66
<b>Válvula</b>	1029	Sin valor	25	150	Sin valor	0.11
<b>Válvula</b>	1033	Sin valor	25	150	Sin valor	0.11
<b>Válvula</b>	1035	Sin valor	25	150	Sin valor	0.11

Tabla 3.520 Resultados Rediseño red de distribución  
Fuente: EPANET

Para que el agua llegue a cada domicilio de los usuarios se utilizarán las acometidas domiciliarias existentes, incluidos los aparatos de micro medición.

En los planos anexos al presente estudio se muestran los detalles constructivos para cada uno de los componentes del sistema de captación, tratamiento y distribución de agua para la comunidad de Yaritzagua.

## CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO

### 4.1 Cantidades de obra

Se denomina a la cuantificación de una actividad o rubro determinado, necesaria para realizar o construir la misma, estas deben estar expresadas en unidades de medida, en forma general se la realiza o calcula basada en los planos constructivos y planos de detalle de una obra.

La cuantificación de la cantidad de obra debe ser ordenada y de fácil comprensión, para luego procesarla con otros componentes y determinar el costo total de la actividad a realizar. Además, debe dar la posibilidad de ser controlada o modificada al momento de su ejecución.

Para el caso de la repotenciación de este sistema de agua se han determinado las actividades o rubros a ser realizadas para su construcción para luego determinar cantidades de materiales a emplearse una vez que se plasmaron los resultados de los estudios en los planos respectivos, de esta manera se cuantificaron los materiales.

De igual manera basada en una investigación de presupuestos de obras similares se determinó la cantidad y el tipo de equipo a ser utilizado para cada actividad, además de la mano de obra que se ocupa para cada actividad basados en el sistema constructivo más idóneo y en los recursos disponibles para ejecutar la obra.

Con el uso del programa computacional INTERPRO que es una plataforma informática asistente para la formulación de proyectos de construcción, así como su posterior control” (INTERPRO, 2018), se determinaron los rendimientos de equipos y mano de obra para las diferentes actividades, las cuales en base a un registro histórico de datos o basado en la experiencia de muchos ingenieros constructores han sido determinados estos parámetros.

La cantidad determinada para cada actividad o rubro a ser ejecutadas y que fueron cuantificadas se presentan en la tabla 4.1 a continuación:

<b>CANTIDADES DE OBRA</b>			
<b>Evaluación y rediseño del Sistema de agua potable para la comunidad de Yaritzagua, Parroquia El Progreso, Cantón Nabón</b>			
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Movimiento de tierras (manualmente)</b>			
	Excavación manual	m3	625.26175
	Relleno manual	m3	615.6
<b>Captación de agua cruda</b>			
	Hormigón simple 240 kg/cm2 elaborado in situ	m3	2.59725
	Sum. Y colocación de material de mejoramiento	m3	1.0395
	Sum. Y colocación malla electro soldada R 106 4,5mmX15X15	m2	6.93
	Tapa de hormigón (0,8X0,8)	u	2
	Sum. Y colocación varilla NTE INEN 2167 8mm	m	301.95
	Sum. e instalación tubo PVC 4"	m	5
	Sum. e instalación codo PVC 4"	u	1
	Sum. e instalación tubo válvula PVC 4"	u	1
<b>Conducción de agua cruda</b>			
	Sum. e instalación de poli tubo 2"	m	1157
	Sum. e instalación válvula rompe presión 2"	u	1
	Sum. e instalación válvula de paso 2"	u	2
	Sum. y colocación cajas de hormigón con tapa 0,8x0,4x0,6m	u	1
<b>Sistema de tratamiento de agua</b>			
	Hormigón simple 240 kg/cm2 elaborado in situ	m3	2.2705
	Sum. Y colocación de material de mejoramiento	m3	0.9385
	Sum. Y colocación malla electro soldada R 106 4,5mmX15X15	m2	6.59
	Tapa de hormigón (0,8X0,8)	u	1
	Sum. Y colocación varilla NTE INEN 2167 8mm	m	252.9
	Sum. e instalación tubo PVC 4"	m	6
<b>Red de distribución</b>			
	Sum.e instalación tubo PVC 1"	m	2420
	Sum.e instalación codo PVC 1"	u	3
	Sum.e instalación tee PVC 1"	u	6

	Sum. e instalación válvula rompe presión 2"	u	6
	Sum. e instalación válvula de paso 2"	u	12
	Sum. y colocación cajas de hormigón con tapa 0,8x0,4x0,6m	u	6

Tabla 4.53 Cantidades de obra

Fuente: Autores

#### 4.2 Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios consiste en desglosar por componentes y en base a su unidad determinar los insumos que serán utilizados al ejecutar cada actividad o rubro. Es la unidad más mínima en la que se pueden desglosar las actividades o presupuesto de una obra.

Para esto se utilizan formatos predeterminados en los que consta para su análisis los componentes de equipo, mano de obra, materiales y transporte que intervienen al momento de realizar el cálculo del costo unitario de una determinada actividad, como se muestra en la tabla 4.2.

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL

OFERENTE:

PROYECTO:

RUBRO:

DETALLE:

Hoja 1 de

UNIDAD:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
<b>SUBTOTAL M</b>					
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo

<b>SUBTOTAL N</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit.</b>	<b>Costo</b>
<b>SUBTOTAL O</b>					0
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
<b>SUBTOTAL P</b>					0
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %</b>					
<b>OTROS INDIRECTOS: 0.00 %</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					
<b>VALOR OFERTADO</b>					

**ESTOS PRECIOS NO**

**INCLUYEN IVA.**

Tabla 4.54 Modelo de Análisis de precio unitario

Fuente: Autores

Dentro de este análisis de precio unitario (APU), tenemos costos directos y costos indirectos

### **Costos directos**

Son aquellos que afectan directamente al costo unitario, pueden medirse y asignarse directamente a un rubro en concreto, están compuestos por los costos de:

- mano de obra (costo horario del trabajador)
- equipos a emplear
- materiales a ser utilizados para realizar la actividad

- transporte si es necesario el traslado de los tres ítems anteriores a lugares distantes

### **Costos Indirectos**

Son aquellos costos que hay que realizarlos pero que no están directamente ligados a la actividad, siempre son valorados como un porcentaje del valor del costo directo y quedan a discreción de la entidad su valoración, por lo general varia del 18 al 20 % del costo directo.

Dentro de estos costos podemos mencionar:

- seguros
- administrativos
- arriendos
- servicios básicos
- utilidad

Los análisis de precios unitarios para las diferentes actividades o rubros determinados en este proyecto se anexan a este documento.

### **4.3 Presupuesto referencial.**

La suma de los valores unitarios de cada actividad multiplicada por la cantidad total de la actividad o rubro determinado nos permite calcular el presupuesto total de la obra.

El presupuesto referencial es un punto crucial para el cumplimiento o no de una obra ya que permite pasar de lo planificado a lo realizado en campo.

Un presupuesto contiene el ítem, un código para identificar al rubro, la descripción del rubro o actividad a ejecutar, la unidad de medida en la que se expresa la actividad, la cantidad de obra a ser ejecutada, el precio unitario calculado en los análisis de precios y el precio total de la actividad.

La suma de los precios totales de cada rubro nos da el precio final de este presupuesto referencial.

Es importante mencionar que dentro del presupuesto referencial las actividades correspondientes a excavaciones manuales, rellenos compactados con material de sitio para la instalación de la tubería de conducción y la tubería de distribución no son consideradas pues estos serán realizados por los usuarios del sistema mediante mingas, según la tabla 4.3.

**PROYECTO: Repotenciación del sistema agua de la comunidad de Yaritzagua**

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
<b>1</b>	<b>CAPTACION</b>				<b>13601.29</b>
1.1	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	625.26	<b>11.74</b>	<b>7340.55</b>
1.2	Relleno compactado con material de sitio	m3	625.26	<b>6.12</b>	<b>3826.59</b>
1.3	Relleno compactado con material de mejoramiento, apisonado con vibro apisonador	m3	3.25	<b>19.76</b>	<b>64.22</b>
1.4	Sum,-Ins, Malla electro soldada R106	m2	20.36	<b>4.1</b>	<b>83.48</b>
1.5	Encofrado Recto (dos usos)	m2	30.6	<b>20.8</b>	<b>636.48</b>
1.6	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	1.8	<b>26.26</b>	<b>47.27</b>
1.7	Sum. Ins. Tubería HG D=3"	m	3.5	<b>20.36</b>	<b>71.26</b>
1.8	Sum,-Ins, Codo HG D=2" 90 grad,	u	2	<b>6.34</b>	<b>12.68</b>
1.9	Sum,-Ins, Válvula compuerta BR, RR D=2", 150 psi	u	4	<b>221.11</b>	<b>884.44</b>
1.1	Sum, Tapa metálica	m2	3	<b>78</b>	<b>234</b>
1.11	Acero de Refuerzo	Kg	89.6	<b>2.28</b>	<b>204.29</b>

1.12	Hormigón Simple 240 Kg/cm <sup>2</sup> + impermeabilizante + acelerante	m <sup>3</sup>	1.3	<b>150.79</b>	<b>196.03</b>
<b>2</b>	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				<b>4053.74</b>
2.1	Hormigón Simple 240 Kg/cm <sup>2</sup> + impermeabilizante + acelerante	m <sup>3</sup>	5.3	<b>150.79</b>	<b>799.19</b>
2.2	Encofrado Recto (dos usos)	m <sup>2</sup>	20	<b>20.8</b>	<b>416</b>
2.3	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m <sup>2</sup>	8.6	<b>26.26</b>	<b>225.84</b>
2.4	Sum. Inst de sistema de bandejas de aireación	gbl	1	<b>1239.26</b>	<b>1239.26</b>
2.5	Sum,-Ins, Vertedero (acero inoxidable)	m <sup>2</sup>	1	<b>148.24</b>	<b>148.24</b>
2.6	Sum, y colocación Carbón activado	m <sup>3</sup>	0.85	<b>979.38</b>	<b>832.47</b>
2.7	Sum, y colocación Antracita para filtro	m <sup>3</sup>	0.85	<b>115.38</b>	<b>98.07</b>
2.8	Sum, y colocación Arena para filtro	m <sup>3</sup>	2.25	<b>120.18</b>	<b>270.41</b>
2.9	Sum, y colocación Grava para filtros	m <sup>3</sup>	0.36	<b>67.38</b>	<b>24.26</b>
<b>3</b>	<b>RED CONDUCCION Y DISTRIBUCION</b>				<b>28139.91</b>
3.1	Replanteo y nivelación	m	3600	<b>2.08</b>	<b>7488</b>
3.2	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m <sup>3</sup>	288	<b>11.74</b>	<b>3381.12</b>
3.3	Relleno compactado con material de sitio	m <sup>3</sup>	288	<b>6.12</b>	<b>1762.56</b>
3.4	Transporte de materiales a mano	Tn-m	3265	<b>0.18</b>	<b>587.7</b>
3.5	Sum,-Ins, Válvula Reductora y Sostenedora de presión HF D=1"	u	8	<b>970.2</b>	<b>7761.6</b>
3.6	Sum,-Ins, Válvula de aire 1" Acción simple	u	1	<b>124.81</b>	<b>124.81</b>
3.7	Sum, Válvula RW D=1"	u	8	<b>37.2</b>	<b>297.6</b>
3.8	Colocación Válvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	u	8	<b>5.11</b>	<b>40.88</b>

3.9	Sum,-Ins, Válvula de purga D= 25 mm	u	3	200.26	600.78
3.1	Sum. Ins. Tubería Poli tubo BD d=1"	m	1157	0.92	1064.44
3.11	Sum, Tubería PVC E/C 1,60 MPA - 25 mm	m	2420	0.61	1476.2
3.12	Colocación Tubería PVC E/C D= 25 a 50 mm	m	2420	0.32	774.4
3.13	Sum, Codo PVC E/C D=25 mm 90 grad.	u	5	2.34	11.7
3.14	Sum, Tee PVC E/C D=25 mm	u	12	0.56	6.72
3.15	Colocación Acc PVC E/C sin anclajes, D=0 a 50 mm	u	17	2.59	44.03
3.16	Caja de Revisión 60x60 con tapa metálica	u	17	100.93	1715.81
3.17	Catastro de agua potable	Km	3.6	278.21	1001.56
<b>SUBTOTAL</b>					<b>45794.94</b>
				12.00%	<b>5495.3928</b>
<b>TOTAL</b>					<b>51290.332</b>
					<b>8</b>

Son CUARENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON  
: 94/100 DÓLARES

Tabla 4.55 Presupuesto de obra

Fuente: Autores

#### 4.4 Cronograma valorado de obras

Mediante el cronograma de obra se reparten los gastos y las actividades a realizar en el proyecto de obra, cada actividad tendrá una duración acorde al rendimiento planteado para la mano de obra en el análisis de precios unitarios.

Al cronograma valorado se lo puede considerar también como una programación de la inversión a realizar dentro del periodo de tiempo que va a durar la ejecución del proyecto y es la base para el control periódico del avance de las actividades y de la ejecución del presupuesto de obra. Generalmente está compuesto por el presupuesto sumado columnas a su derecha con los periodos de tiempo en los que se desea dividir el control del avance del mismo.

Para elaborar un cronograma de obra se debe tener muy claro la secuencia de las actividades que se van a realizar, para lo cual es importante previamente realizar un análisis mediante una técnica de revisión y evaluación conocido por sus siglas en inglés PERT o con diagramas de Gantt para establecer los inicios y finales de cada actividad.

En la actualidad una vez calculados los tiempos de ejecución de cada actividad por medio del rendimiento colocado en el análisis de precios unitarios más la secuencia establecida de ejecución podemos mediante la ayuda de programas computacionales como Project, Interpro o Primavera, realizar una programación plena de la obra, en estos programas tenemos la facilidad de asignar más o menos recursos tanto de equipos como de mano de obra a cada actividad y propender a que la ejecución del proyecto se de en tiempos reales.

En este estudio se ha elaborado el cronograma de obra con la ayuda del programa Interpro. Tiempo de ejecución será de 90 días calendario, según se observa en la figura 4.1.

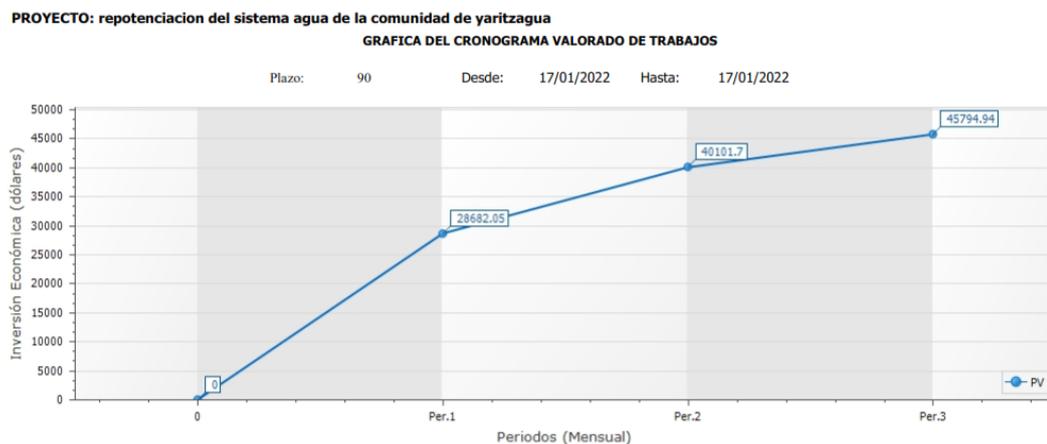


Figura 4.29 Curva de valor programado

Fuente: INTERPRO



Sum. Ins. Tubería HG D=3"	3.5	20.36	71.26	100.00 %		
				71.26		
Sum,-Ins, Codo HG D=2" 90 grad,	2	6.34	12.68	100.00 %		
				12.68		
Sum,-Ins, Válvula compuerta BR, RR D=2", 150 psi	4	221.11	884.4 4	100.00 %		
				884.44		
Sum, Tapa metálica	3	78	234		100.00 %	
					234	
Acero de Refuerzo	89.6	2.28	204.2 9	100.00 %		
				204.29		
Hormigón Simple 240 Kg/cm2 + impermeabilizante + acelerante	1.3	150.79	196.0 3	100.00 %		
				196.03		
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				148.24	2680.29	1225.21
Hormigón Simple 240 Kg/cm2 + impermeabilizante + acelerante	5.3	150.79	799.1 9		100.00 %	
					799.19	
Encofrado Recto (dos usos)	20	20.8	416		100.00 %	
					416	
Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	8.6	26.26	225.8 4		100.00 %	
					225.84	
Sum. Inst de sistema de bandejas de aireación	1	1239.2 6	1239. 26		100.00 %	
					1239.26	
Sum,-Ins, Vertedero (acero inoxidable)	1	148.24	148.2 4	100.00 %		
				148.24		
Sum, y colocación Carbón activado	0.85	979.38	832.4 7			100.00 %
						832.47
Sum, y colocación Antracita para filtro	0.85	115.38	98.07			100.00 %
						98.07

Sum, y colocación	2.25	120.18	270.4			100.00 %
Arena para filtro			1			270.41
Sum, y colocación	0.36	67.38	24.26			100.00 %
Grava para filtros						24.26
<b>RED CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN</b>				9214.99	6109.58	3466.47
Replanteo y nivelación	3600	2.08	7488	100.00 %		
				7488		
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	288	11.74	3381.12		50.00 %	50.00 %
					1690.56	1690.56
Relleno compactado con material de sitio	288	6.12	1762.56		50.00 %	50.00 %
					881.28	881.28
Transporte de materiales a mano	3265	0.18	587.7		50.00 %	50.00 %
					293.85	293.85
Sum,-Ins, Válvula Reductora y Sostenedora de presión HF D=1"	8	970.2	7761.6	100.00 %		
				7761.6		
Sum,-Ins, Válvula de aire 1" Acción simple	1	124.81	124.81	100.00 %		
				124.81		
Sum, Válvula RW D=1"	8	37.2	297.6		100.00 %	
					297.6	
Colocación Válvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	8	5.11	40.88		100.00 %	
					40.88	
Sum,-Ins, Válvula de purga D= 25 mm	3	200.26	600.78			100.00 %
						600.78
Sum. Ins. Tubería Poli tubo BD d=1"	1157	0.92	1064.44		100.00 %	
					1064.44	
	2420	0.61		90.00 %	10.00 %	

Sum, Tubería PVC E/C 1,60 MPA - 25 mm			1476.2	1328.58	147.62	
Colocación Tubería PVC E/C D= 25 a 50 mm	2420	0.32	774.4	90.00 %	10.00 %	
				696.96	77.44	
Sum, Codo PVC E/C D=25 mm 90 grad.	5	2.34	11.7		100.00 %	
					11.7	
Sum, Tee PVC E/C D=25 mm	12	0.56	6.72		100.00 %	
					6.72	
Colocación Acc PVC E/C sin anclajes, D=0 a 50 mm	17	2.59	44.03		100.00 %	
					44.03	
Caja de Revisión 60x60 con tapa metálica	17	100.93	1715.81		100.00 %	
					1715.81	
Catastro de agua potable	3.6	278.21	1001.56			100.00 %
						1001.56
INVERSIÓN MENSUAL				28682.05	11419.65	5693.24
AVANCE PARCIAL EN %				62.63 %	24.93 %	12.43 %
INVERSIÓN ACUMULADA				28682.05	40101.7	45794.94
AVANCE ACUMULADO EN %				62.63%	87.56%	100.00%

Tabla 4.56 Cronograma valorado

Fuente: Autores

#### 4.5 Especificadores técnicas y generales

Las especificaciones técnicas son las normas, reglamentos, procedimientos que enmarcan la realización de una actividad en específico.

En este apartado se describe la forma de cómo realizar la actividad y las normas o especificidades que debe cumplir obligatoriamente el contratista de obra o estudios, tanto en tipo y calidad de materiales, potencia y tipo de equipos a utilizar y la mano de obra calificada y no calificada a emplear.

Estas especificaciones son generales en cuanto se refiere a cuidados ambientales y seguridad y salud en el trabajo y redactadas de manera específica para cada rubro o un grupo de rubros que realicen igual actividad.

Para el presente diseño tendremos las siguientes especificaciones técnicas de los rubros a contratar.

**Análisis 502002: Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m    Unidad: m<sup>3</sup>**

Descripción: Es el conjunto de actividades necesarias para la excavación manual de suelo sin clasificar, terreno conglomerado y suelo de alta consolidación que son aflojados por los métodos ordinarios tales como pico, pala.

Unidad: m<sup>3</sup>

Equipo Mínimo: Herramientas menores

Mano de Obra Calificada: Estr. Oc. E2 (peón)

Requerimientos previos: Es de responsabilidad del Constructor, el replanteo correcto y preciso del proyecto, si por descuido u omisión de datos se produjeren sobre excavaciones en la construcción, la responsabilidad será del Constructor.

Durante la ejecución: Las seguridades respecto al personal y las precauciones que debe tomar por potenciales deslizamientos, son de responsabilidad del Constructor. No se permitiría que el Constructor realice excavaciones en zanja más allá de lo que el avance en construcción y relleno lo permita, tampoco que se excave zanjas y abandone las otras actividades, resolución que será considerada como negligencia, y para esto se programará y se autorizará la longitud de tramo de excavaciones dependiendo incluso de las condiciones meteorológicas. Ejecución y complementación: Se procederá a la excavación de acuerdo a las dimensiones indicadas y autorizadas por Fiscalización. La disposición del material producto de la excavación deberá disponerse.

**Análisis 514011: Relleno compactado con material de sitio Unidad: m3**

**Análisis 514007: Relleno compactado con material de mejoramiento, Unidad: m3**

Descripción: Contempla el suministro y provisión de la maquinaria, material de relleno en el sitio de la obra, más insumos incluido mano de obra, para la realización de rellenos compactados con material de mejoramiento en capas de 20 cm con vibro apisonador o de acuerdo con las indicaciones del fiscalizador.

Unidad: Metro Cúbico

Materiales mínimos: material de mejoramiento o material de sitio.

Equipo mínimo: herramienta manual, vibro apisonador.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), D2 (operador de equipo liviano) y Estr. Oc. C1 (maestro mayor).

Requerimientos previos: No se efectuará el relleno de excavaciones sin antes no se cuenta con la aprobación escrita del Contratante y la calificación del material a utilizar, de lo contrario, el Contratante se reserva el derecho de ordenar la extracción del material utilizando en los rellenos y no aprobados. El Constructor no tendrá derecho a retribución económica ni compensatoria por este trabajo. Con la autorización para iniciar las labores de relleno el Contratante, a través de la Fiscalización comprobará pendientes, alineamiento y cotas del tramo que se rellenará.

El Constructor será responsable de cualquier desplazamiento o daño de la tubería y/o estructura que pudiera ser causado por procedimientos inadecuados de relleno, y el arreglo no concede derecho al Constructor para reconocerle pago adicional por los trabajos que efectúe para corregir el daño.

Durante la ejecución: Para obtener una densidad de acuerdo con lo especificado para rellenos con métodos mecánicos, el contenido de humedad del material a ser usado en el relleno debe ser óptimo. Si el material se encuentra demasiado seco, se añadirá la

cantidad necesaria de agua y si existe exceso de humedad será necesario secar el material.

Para adicionar agua al material, se la realizará antes de que el material sea colocado en la zanja, debiendo ser mezclado con el agua fuera de la zanja hasta conseguir la humedad óptima. En caso contrario para eliminar el exceso de agua, el secado del material se realizará extendiendo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

No se autorizará la colocación del material de relleno en condiciones de saturación o sobresaturación, ni permitir que el exceso de agua ceda por filtración en la zanja.

Para iniciar el relleno de las zanjas el Fiscalizador verificará, las paredes para que el relleno se realice cuidando que tengan un plano vertical desde el fondo hasta la superficie; y en caso de haberse producido derrumbes o defectos en el proceso de excavación originándose socavaciones o bóvedas que han impedido una correcta compactación del material de relleno, serán eliminadas mediante sobre excavación; y en caso de que el material lateral no sea apto para el relleno, se colocará en la zanja como material para las primeras capas. Posterior a la ejecución: Al tratarse de obras de infraestructura, uno de los controles fundamentales que se deben efectuar es al suelo en donde se alojan las tuberías y especialmente las condiciones de relleno para que este suelo pueda soportar las sobrecargas vehiculares sin deformarse.

Para establecer un control suficiente se establece los tipos y número de ensayos que deben realizarse en cada una de las obras dependiendo de su tamaño, tal como se indica a continuación:

El grado de compactación requerido será del 95% del ensayo Proctor Modificado Ejecución y complementación: La Contratante por medio de la Fiscalización determinará la ubicación de la prueba para ensayar la compactación de acuerdo con las recomendaciones del AASHTO o del ASTM, para verificar su cumplimiento.

Los costos del control de calidad que realizará el Contratante, serán por cuenta del Contratista entendiéndose que están incorporados en los costos indirectos del proyecto.

La determinación del número de pruebas y la asignación del laboratorio será de exclusiva decisión del Contratante por medio de la fiscalización.

Se entenderá como relleno compactado concluido, al llegar a los niveles especificados y se ha obtenido un grado de compactación igual o mayor al 95% del PROCTOR MODIFICADO.

No se reconocerá pago adicional por preparación del terreno de fundación ni por relleno de depresiones menores, considerando que estos trabajos están incluidos en los precios unitarios de rasanteo de la zanja. Se clasificará el material apto para el relleno. Materiales: Material de mejoramiento.-

Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm) con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento pasará el tamiz N° 200 (0,075 mm), de acuerdo al ensayo AASHO-T.11; La parte del material que pase el tamiz N° 40 (0.425 mm) deberá tener un índice de plasticidad no mayor de nueve (9) y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra.

Material de sitio.- Deberá ser material de buena calidad, aprobado por fiscalización previo informe favorable de laboratorio de suelos, deberá cumplir algunas características como son: suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, deberá tener un índice de plasticidad no mayor de nueve (12) y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra.

Medición y forma de pago: Se medirá y pagará por METRO CÚBICO de material de mejoramiento colocado y compactado, previó el visto bueno de fiscalización y al costo

contractual. Y por METRO CÚBICO de material de mejoramiento de sitio colocado y compactado, previó el visto bueno de fiscalización y al costo contractual.

**Análisis 540002: Sum,-Ins, Malla electro soldada R 106    Unidad: m2**

Descripción: Este rubro contempla el suministro y provisión de la malla electro soldada, incluida mano de obra para la colocación y fijación de ésta en los puntos indicados en los planos o en los que señale fiscalización.

Unidad: Metro cuadrado.

Materiales mínimos: Malla electro soldada R106

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón)

Requerimientos previos: Los sitios en donde deban colocarse y/o fijarse las mallas, deben encontrarse perfilados y contarán con el visto bueno de fiscalización.

Ejecución y complementación: La malla a utilizarse será electro soldada, la misma que se utilizará para los elementos que se haya planificado con este tipo de material.

Para fijarlas en su sitio se utilizarán caballetes elaborados con varilla de 10mm y confeccionados en obra de acuerdo al perfil del terreno.

La malla para su colocación deberá estar perfectamente templada y alineada de acuerdo a la forma y espacio destinado para evitar flexiones que pudieran ocurrir luego de su instalación. Los traslapes se sujetarán a lo estipulado en el ACI – sección 12.7; 12.8; 12.18 y 12.19

Medición y pago: La medición y pago se efectuará por metro cuadrado de malla debidamente colocada, deberá estar terminada instalada y aprobada por la Fiscalización, las mismas no presentarán muestras de deterioro para su recepción.

**Análisis 501013: Encofrado Recto    Unidad: m2**

Descripción: Se refiere a la construcción de estructuras de madera, capaces de soportar y moldear al hormigón colado en fresco, para su posterior maduración. Se utilizarán este tipo de encofrados para la construcción de zapatas, cadenas de amarre, columnas y vigas, muros o para cualquier otro elemento en donde la obra requiera y se haya autorizado por parte de fiscalización.

Unidad: Metro cuadrado.

Materiales mínimos: Tablas de encofrado, tiras de eucalipto, clavos, pingos de eucalipto.

Equipo mínimo: Herramienta manual, sierra eléctrica

Mano de obra calificada: Categoría E2 (peón), D2 (albañil) y Estr. Oc. C1 (maestro mayor).

Requerimientos previos: Aprobación de Administración para cotas de cimentación, materiales idóneos.

Ejecución y complementación: Los encofrados serán construidos con los materiales que el contratista identifique como más apropiados, debiendo garantizar la suficiente robustez, capaz de soportar la presión lateral resultante del vaciado del hormigón fresco, sin deformaciones perceptibles a simple vista, además han de estar debidamente colocados, manteniendo los espesores y secciones diseñadas, y ser los suficientemente impermeables, capaces de retener la lechada en el interior de la masa de concreto.

Los encofrados se dejarán en su lugar al menos 24 horas, de manera que se proteja al hormigón tierno del intemperismo y de agentes externos que lo puedan lastimar o dañar. El cofre, en su totalidad, ha de estar libre de agentes extraños o contaminantes, que perturbaren las superficies del hormigón terminado, o que lo perjudiquen en estado fresco.

Es necesario indicar que los tableros de encofrado podrán ser reutilizados una vez que se hayan limpiado convenientemente y se haya verificado que aún son útiles para este fin.

Medición y pago: Los encofrados se medirán por METRO CUADRADO realmente ejecutado y aprobado por fiscalización y dividido para dos, y que efectivamente haya estado en contacto con el concreto, sin que se incluya las superficies que estuvieron en exceso o fuera de contacto. No se medirán para fines de pago las superficies que debieron haber sido coladas directamente en contacto contra la excavación, o que fueron elaboradas por razones imputables al constructor. La cancelación se la realizará en función del costo que estipule el respectivo contrato.

**Análisis 507004: Enlucido 1:2 + Impermeabilizante    Unidad: m<sup>2</sup>**

Descripción: Se entiende por enlucido con mortero 1:2 + impermeabilizante, al conjunto de acciones que deben realizarse para poner una capa mortero de arena – cemento en proporciones volumétricas 1:2 que adicionalmente contiene en su masa un aditivo que le da a las superficies una condición de ser impermeables al agua y a otros fluidos, en las paredes interiores de las estructuras expuestas al agua, con el objeto de obtener una superficie regular, uniforme, limpia, impermeabilizada y de buen aspecto.

El espesor de la capa es de 2 a 3 cm. Previamente las superficies a ser enlucidas deben ser humedecidas, estar limpias, sin polvo ni residuos de grasa o aceite, ásperas libres de rebabas y de ser necesario deben picarse para obtener una perfecta adherencia.

Unidad: Metro cuadrado.

Materiales mínimos: grava, arena, cemento, agua, impermeabilizante.

Equipo mínimo: Herramienta manual

Mano de obra calificada: Categoría E2 (peón), D2 (albañil) y Estr. Oc. C1 (maestro mayor).

Requerimientos previos: Aprobación de fiscalización.

Ejecución y complementación: No se permitirá enlucir con morteros que hayan sido preparados con más de dos horas de anticipación, ni con sobrantes de operaciones anteriores, como tampoco el agregar cemento, arena o agua a medida que se note la ausencia de estos materiales. Para la ejecución de enlucidos se deberán proveer guías maestras horizontales sobre los muros, colocados a distancia máxima de 1,50 metros, con el fin de obtener acabados perfectamente hilados y reglados. La mezcla especificada se deberá repartir sobre la superficie a enlucir con la ayuda de reglas apoyadas en las guías maestras. La superficie debe quedar uniforme, lisa y libre de marcas; se trabaja con "llanas" o paletas de metal o de madera. Los aditivos serán de reconocida calidad, y previamente aprobados por la Fiscalización. La dosificación y la colocación del mortero se sujetarán a lo prescrito por la casa fabricante.

Medición y pago: se medirán por METRO CUADRADO realmente ejecutado y aprobado por fiscalización. La cancelación se la realizará en función del costo que estipule el respectivo contrato.

**Análisis 540A00: Sum. Ins. Tubería HG D=2" Unidad: m**

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de Tubería de Hierro Galvanizado para conducción de fluidos de sección circular de 2" de diámetro. La tubería debe cumplir las especificaciones.

Unidad: Metro lineal.

Materiales mínimos: tubo galvanizado D= 2", teflón.

Equipo mínimo: Herramienta manual

Mano de obra calificada: Categoría D2 (plomero), ayudante

Requerimientos previos: Aprobación de fiscalización.

Medición y forma de pago. El suministro de tubería HG D=2" será medida por metro lineal, y se pagará una vez que el tramo haya sido colocado de acuerdo a los planos de construcción y/o indicaciones de Fiscalización.

**Análisis 540107: Sum,-Ins, Codo HG D=2" 90 grad, Unidad: u**

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de un codo de D= 2" 90 grados de hierro galvanizado El codo debe cumplir las especificaciones señaladas

Unidad: unidad.

Materiales mínimos: codo HG D= 2"

Equipo mínimo: Herramienta manual

Mano de obra calificada: Categoría D2 (plomero), ayudante

Requerimientos previos: Aprobación de fiscalización.

Medición y forma de pago: El suministro del Codo HG D = 2" 90 grad, serán cuantificados en unidades, y su pago se efectuará una vez que se encuentre debidamente instalado y probado en o **Análisis 540A0G: Sum,-Ins, Válvula compuerta BR, RR D=2", 150 psi Unidad: u**

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de válvulas de compuerta RW D=2" que son dispositivos de cierre para regular el paso de agua por las tuberías con conexiones o acoples roscados.

Unidad: unidad.

Materiales mínimos: Válvula compuerta BR, RR D=2", 150 psi

Equipo mínimo: Herramienta manual

Mano de obra calificada: Categoría D2 (plomero), ayudante

Requerimientos previos: Aprobación de fiscalización.

Ejecución y complementación: se usarán acopladas a tuberías y accesorios roscados.

Tienen las siguientes características:

- De vástago ascendente
- Descendente.
- El cuerpo y el mecanismo de cierre será de bronce.
- Extremos roscados hembra, la rosca será "Rosca Standard Americana",
- Contarán con volante.

Las válvulas compuerta de bronce deberán cumplir con la norma AWWA C-500

Medición y forma de pago: El suministro de la válvula RW D=2", será cuantificado en unidades, y su pago se efectuará una vez que se encuentre debidamente instalado y probado en obra.

**Análisis 535063: Sum, Tapa metálica    Unidad: m2**

Descripción: Este rubro consiste en el suministro y colocación de tapas sanitarias de tool galvanizado de 1/20" de espesor y ángulo de hierro de 1 ½" \* 1/8" con aldaba, perfectamente empotrada a la estructura que cubre, debidamente pintado con pintura anticorrosiva y de esmalte color "Azul francés". Las dimensiones de cada tapa varían según el requerimiento de cada estructura

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO Será medido y pagado por m2 de tapa de tol colocada en obra. Se incluye en el costo, la mano de obra, el equipo, las herramientas, los materiales y los servicios necesarios.

**Análisis 516023: Acero de Refuerzo    Unidad: Kg**

Descripción: Comprende la dotación del equipo, herramienta, mano de obra, materiales y accesorios necesarios para proceder a la colocación de acero de refuerzo en varillas en los sitios previstos en los planos y donde requiera la fiscalización.

Unidad: kg

Materiales Mínimos: Acero de refuerzo en varillas, alambre amarre negro # 18 (20kg).

Acero de refuerzo en varillas. - Será de tipo corrugado con un grado de fluencia  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , que cumpla con la norma ASTM A 706.

Equipo Mínimo: Herramienta manual, cortadora con disco de diamante, cortadora de hierro.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), D2 (fierro) y Estr. Oc. C1 (maestro mayor).

Requerimientos previos: Coordinación con fiscalización.

Ejecución y complementación: El acero estructural en varillas para ser colocado en obra debe estar libre de escamas, grasa, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o alterar sus propiedades mecánicas o de adherencia.

Todo el acero estructural en varillas será de las dimensiones establecidas en sección y longitud, no se aceptará bajo ninguna circunstancia soldar barras para lograr la longitud establecida en los planos. Todo el acero será colocado en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento y ligadura. No se permitirá que, contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o estas especificaciones, la armadura de cualquier elemento superior descienda alterando la altura efectiva de la pieza.

Toda armadura será aprobada por el residente de obra y el fiscalizador, antes de la colocación del hormigón en obra.

Se considera incluido en este rubro el suministro y colocación en obra de alambre galvanizado # 18 para el amarrado de las varillas.

Medición y pago. - La medición se la hará en kilogramo de acero de refuerzo en varillas, medidos en obra y aprobados por fiscalización, se pagará al precio unitario establecido en el contrato.

**Análisis 506078: Hormigón Simple  $f_c=240$  Kg/cm<sup>2</sup> en zapatas (incluye encofrado)**

**Unidad: m<sup>3</sup>**

Descripción.- Se entiende por hormigón al producto endurecido de la mezcla del cemento portland, agua y agregados pétreos, en proporciones adecuadas.

Se utilizará este tipo de hormigones para los elementos que vengan especificados en los diseños y planos. Este hormigón simple, incluye toda la mano de obra, dirección, materiales, herramientas, equipo, transporte y todos los medios de construcción necesarios para los trabajos en cemento y hormigón dentro del conjunto, como se estipule en los planos y/o se halle descrito en las especificaciones a fin de terminar los tanques con acabados de primera calidad.

Están incluidos el suministro e instalación de todos los instrumentos, andamiaje, guías, juntas de dilatación o cualquier otro material necesario para la construcción de la obra a que se refiere esta sección.

Unidad.- Metro cúbico.

Materiales mínimos.- Cemento portland, grava, arena, agua, encofrado recto.

Mano de Obra Calificada: Categoría E2 (peón), D2 (albañil, operador de equipo liviano)

Requerimientos Previos: curado de superficie, indicaciones de fiscalización.

Ejecución y complementación.- El hormigón simple que se utilice para la construcción, deberá considerar los siguientes aspectos:

Elementos.- El hormigón  $f_c = 240$  Kg / cm<sup>2</sup> se empleará en la construcción de losa de piso y paredes de tanques de acuerdo a lo indicado en los planos, memoria técnica y el tipo de obra que se esté ejecutando. En caso de duda, se consultará con el

fiscalizador y si hubiere modificaciones, estas se sujetarán a las recomendaciones por él indicadas.

Máquinas.- Hormigoneras: de capacidad mínima de (1) saco y dosificador de agua, lógicamente en buenas condiciones de trabajo, deberá someterse a la aprobación de la fiscalización.

Vibradores: se usarán en número suficiente para asegurar la correcta colocación en obra del hormigón.

Otras: el constructor podrá emplear libremente cualesquier clase de maquinaria complementaria que le facilite la rápida ejecución de la obra.

Materiales.-Serán de primera calidad sujetos siempre a las siguientes especificaciones:

Cemento.- Será del tipo Portland normal, especificado en la ASTM-C-150. Queda prohibido mezclar 2 o más marcas de cemento; Y, el almacenaje por un tiempo que garantice sus propiedades, el fiscalizador autorizará el uso, previa constatación.

Agregados.- Especificaciones acordes con la ASTM-C-33-D-448

Arena.- Será totalmente limpia de impurezas arcillosas y materiales orgánicos, se controlará la humedad de la arena para efectos de dosificación.

Ripio o Grava.- En caso de ripio será proveniente de piedra azul triturada a máquina quedando prohibido el material de cantera, lajas o trozos en forma alargada; no serán porosos ni deberá absorber más de un 5% de su volumen de agua. Todo el ripio a emplearse será completamente limpio y sometido a lavados previos. La granulometría a utilizarse será la especificada por la misma norma.

En el caso de la grava, esta deberá estar limpia de impurezas, debidamente lavada y de un diámetro no mayor a 5 cm, ni menor a 3 cm.

Agua.- se utilizará agua limpia y proveniente del servicio público de la red municipal.



Los ensayos se realizarán por lo menos en 6 muestras cilíndricas a ser probadas a los 7, 14 y 28 días de fundidas. Los resultados de estos ensayos deberán dar un valor promedio del 20% mayor que la resistencia mínima establecida en el numeral anterior para usarse en obra.

En ningún caso se diseñarán hormigones que tengan un asentamiento mayor de 2" en la prueba del Cono de Abrams.

La consistencia del hormigón por cada elemento estructural deberá mantenerse uniforme de modo que permita la colocación del mismo en todos los rincones del encofrado. Al mismo tiempo se evitarán hormigones muy húmedos que favorezcan la segregación.

Pruebas de Consistencia y Resistencia.

a. Para controlar la resistencia uniforme del hormigón deberán hacerse ensayos de acuerdo a las especificaciones de la ASIM-C-113; pudiendo también utilizarse aparatos medidores de consistencia

b. Si hubiera cambios en las condiciones de humedad y característica de los agregados.

c. Recomendable cada 10 paradas.

Si el transporte del hormigón desde la hormigonera al encofrado fuera demasiado largo y sujeto a evaporación apreciable, se harán las pruebas de consistencia con el hormigón en el sentido de fundación.

Los ensayos de compresión se harán a los 7, 14 y 28 días siguiendo las especificaciones de la ASTM-C-36, C39 y C172 por cada 25 m<sup>3</sup> de hormigón colocado.

Se tomarán por lo menos dos parejas de muestras de diferentes puntos de los diferentes elementos estructurales fundidos en el día. Las muestras se irán tomando

a los largo de todo el tiempo que dura la fundición desde un punto lo más cercano posible al sitio de depósito en el encofrado antes que el hormigón sea compactado.

Transporte.- Los métodos usados para el transporte de hormigón deberán ser tales que lo deposite en los encofrados con características uniformes y de la resistencia requerida. Evitarán por lo tanto segregación de los agregados y un secado del hormigón que cambie su consistencia hasta el sitio del depósito o fundación.

Condiciones previas a la colocación del Hormigón.- Fundaciones.- Las excavaciones deberán estar hechas de acuerdo a los planos y especificaciones retirando todo el suelo suelto o flojo y compactado los lados y fondo, se drenará el agua existente o que apareciere en las excavaciones para la cimentación.

Encofrados.- La suspensión o sustentación de los encofrados deberá ser tal que impidan su desplazamiento durante la vertida y vibrada del hormigón. Los soportes laterales o los pasadores para ajustarlos deberán estar calculados para resistir la presión de 2.400 Kg

Los encofrados deberán pulirse, limpiarse y humedecerse inmediatamente antes de colocar el hormigón. Deberá ponerse especial cuidado en que las tablas del encofrado se hallen unidas y en todo caso se llenarán sus juntas con papel impermeable o un material en forma tal de evitar el escape del lechado.

Si los encofrados fueren diseñados para usarse más de una vez, deberán ser reacondicionados, limpiados, rasqueteados y aceitados. (Antes de colocar las armaduras).

Colocación del Hormigón.- Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa previniendo las segregaciones y cavidades. Se usará vibración para compactar el hormigón en todas las unidades, la vibración alcanzará a toda la superficie en que se vierte el concreto y con agujas vibratoras se vibrará de 5 a 15 segundos en cada sitio solamente hasta conseguir que aparezca el mortero a la superficie.

Se colocará mortero: cemento-arena 1:2, en todas las superficies de concreto con partes ya fundidas anteriormente luego que estas superficies hayan sido limpiadas y humedecidas.

Si la fundición debe suspenderse antes de completar un miembro estructural este deberá hacerse donde el esfuerzo cortante sea pequeño.

No se permitirá el hormigonado en tiempo de lluvias, si en caso de emergencia sucediese esto, el constructor deberá tener una lona o capa impermeable de fácil montaje a fin de proteger sus trabajos, hasta llegar a la junta inmediata de llenado.

Hasta transcurrir unas doce horas de terminada la operación del llenado, queda prohibido el tránsito de personas o colocación de cualquier material sobre la obra.

No se colocará ninguna cantidad de hormigón mientras no se haya revisado y aprobado tanto los encofrados como las armaduras y se haya verificado el número, diámetro y longitud de las varilla empleadas, así como las instalaciones que vayan empotrados en los elementos a hormigonarse.

Terminados.- Las superficies sin encofrados (caras superiores) deberán ser igualadas cuando el hormigón haya adquirido cierta dureza, dejando una cara áspera pero uniforme, no se empleará cemento puro sobre la superficie.

Las fallas, cavidades y costuras que quedasen en la superficie deberán pulirse, rellenarse con mortero y retirarse respectivamente.

Se tendrá en cuenta la siguiente escala mínima de desencofrado; pilares un día después de llenado, fondos de vigas a los 28 días costados de vigas un día, para usarse aditivos, acelerantes se pedirá autorización para desencofrar en menor tiempo. Al retirarse los encofrados, se cuidará que el hormigón vaya recibiendo las cargas progresiva y uniformemente en las estructuras principales como indicará fiscalización. Curado del Hormigón.- Mientras la hidratación del Cemento tenga por lo menos de 7 a 15 días, el hormigón deberá ser curado, este curado deberá empezar de 2 a 4 horas después de la fundición en las superficies sean encofrados o inmediatamente

desencontrados en las otras superficies en todo caso después que el hormigón hubiese cristalizado.

Los encofrados de madera deberán mantenerse húmedos, podrá utilizarse cualquier sistema de curado.

En caso de que el contratista considere necesario, se podrá usar aditivos en el hormigón tanto acelerantes como plastificantes.

Está prohibido el uso de materiales, equipo o forma de trabajo que no se ciñan a las especificaciones, se inspeccionarán todas las condiciones preliminares de la obra (excavaciones, entibaciones, encofrados, armaduras, disposición del equipo y personal), con anterioridad al permiso del comienzo de fundación.

Se realizará el control de las pruebas de consistencia, tomas de muestras de ensayos de compresión y de los ensayos mismos, los que serán costeados por el constructor. Se determinará o exigirá modificaciones en cualquier trabajo y obra que no estuviese ejecutándose de acuerdo a los planos. Podrá exigir la reposición o cambio de cualquier parte deficiente de la estructura.

Medición y Pago. La medición y pago para el Hormigón Simple  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ , será por  $\text{m}^3$  realmente efectuado, aceptado y comprobado por fiscalización y al costo que estipule cada rubro en el respectivo contrato.

**Análisis 500002: Sum. Inst de sistema de bandejas de aireación Unidad: gbl**

Descripción: El funcionamiento básico de esta torre se basa en el tiempo de contacto y de caída que tiene el agua entre bandejas siendo esta suficiente para la oxidación por medio del aire precipitando los minerales en partículas insolubles, con ayuda de los anillos Pall Rings los cuales adhieren este hierro, permitiendo que el agua siga al proceso de clarificación libre de hierro.

Unidad: global

Materiales mínimos: bandejas de aireación de acero inoxidable, anillos PVC

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), Estr. Oc. D2 (plomero)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Medición y pago. - La medición se de manera global por todo el sistema de bandejas de aireación colocados en el sitio y aprobados por fiscalización, se pagará al precio unitario establecido en el contrato.

**Análisis 540262: Sum,-Ins, Vertedero (acero inoxidable) Unidad: m2**

Descripción: Es una placa plana vertical rectangular en cuyo centro tiene una abertuta cuadrada o triangular, esta placa esta empotrada en las paredes de hormigon del tanque, su utilidad esta en coontrolao la cantidad de caudal que pasa por este punto.

Unidad: metro cuadrado

Materiales mínimos: placa rectangular de acero inoxidable

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), Estr. Oc. D2 (albañil)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Medición y pago. - La medición será por metro cuadrado de placa de vertedero instalada en el sitio y aprobados por fiscalización, se pagará al precio unitario establecido en el contrato.

**Análisis 540502: Sum, y colocación Carbón activado Unidad: m3**

**Análisis 540280: Sum, y colocación Antracita para filtro Unidad: m3**

**Análisis 540094: Sum, y colocación Arena para filtro Unidad: m3****Análisis 540095: Sum, y colocación Grava para filtros Unidad: m3**

Descripción: El lecho filtrante, una vez tamizado, lavado y aprobado, será colocado en los espesores (altura) dispuestos previamente por la fiscalización del proyecto, en capas sucesivas de no más de 20 cm de espesor cada una.

Unidad: metro cubico

Materiales mínimos: carbón activado, antracita, arena, grava

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), Estr. Oc. D2 (albañil)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Ejecución y complementación: Cada capa será tendida y nivelada utilizando herramienta manual, verificando en cada caso el correcto acomodo del material. Según disponga la fiscalización, se acondicionará una malla plástica cuadrículada entre las estructuras de arenas, gravas, antracita, etc., a efectos de evitar que se mezclen los diferentes tipos de material filtrante. El Contratista será responsable de la protección de toda componente hidráulico, estructural, eléctrico, civil o de cualquier otro tipo que forme parte del sistema de filtración, corriendo a su cuenta, de ser el caso, la instalación de mecanismos adicionales que provean total seguridad a los elementos.

Medición y forma de pago: La unidad de medida para la colocación de material filtrante será el metro cúbico; y se considerará para el cómputo el volumen medido en el filtro. El rubro incluye los trabajos de cargado, vertido y acomodo del material dentro del tanque de filtración.

**Análisis 522037: Replanteo y nivelación Unidad: m**

Descripción: El emplazamiento de la obra se realizará con las alineaciones y cotas que constan en los planos. En el sitio de la obra se colocarán referencias de ejes con hitos identificables de hormigón y fuera de la afección por el movimiento de tierra.

Unidad: metro

Materiales Mínimos: fichas – planos digitales

Equipo Mínimo: equipo topografía

Mano de Obra Calificada: Topógrafo - Ayudante

Ejecución y Complementación: El emplazamiento, con los requerimientos que esta actividad demande, será de cuenta del Constructor y constarán en el rubro único de replanteo.

La verificación de los datos y el control horizontal y vertical de obra es de responsabilidad del Contratante a través de la fiscalización. Antes de procederse al movimiento de tierras, deben identificarse las interferencias que pudieran darse con las obras existentes, y la elaboración de un programa para evitar daños en las obras y/o terceros. Previo a la iniciación del movimiento de tierras, el Constructor recibirá el visto bueno del fiscalizador, respecto a las soluciones planteadas, y en caso de producirse inconformidad por la falta de datos, se procederá a verificarlos, en el sitio mediante la realización de cateos, con excavación a mano.

Medición y forma de pago: Cuando se trate de áreas, la unidad de medida será el metro cuadrado y en el caso de ser lineal, la unidad de medida será el metro lineal para preparar las planillas se considerara como válido, únicamente las cantidades que fijen los planos de diseño o las autorizadas por fiscalización.

**Análisis 540902: Válvula Reductora y Sostenedora de presión HF D=1" Unidad: u**

**Análisis 540511: Sum,-Ins, Válvula de aire 1" Acción simple Unidad: u**

**Análisis 535148: Sum, Valvula RW D=1" Unidad: u**

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de válvulas que son dispositivos de cierre para regular el paso de agua por las tuberías con conexiones o acoples roscados, se usarán acopladas a tuberías y accesorios roscados.

Tienen las siguientes características:

- De vástago ascendente  
– descendente.
- El cuerpo y el mecanismo de cierre será de bronce.
- Extremos roscados hembra, la rosca será "Rosca Standard Americana",
- Contarán con volante.

Las válvulas compuerta de bronce deberán cumplir con la norma AWWA C-500. Para las diferentes presiones de trabajo requeridas en el Proyecto, el contratista deberá establecer los materiales más adecuados que las soporten y deberá certificar, mediante documentos proporcionados por el fabricante, que los materiales a ser utilizados son los adecuados para las condiciones reales de operación de las válvulas.

Unidad: u

Materiales mínimos: Válvula Reductora y Sostenedora de presión HF D=1", Válvula de aire 1" Acción simple, Válvula RW D=1"

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), Estr. Oc. D2 (plomero)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Medición y pago. - La medición será por unidad de válvula instalada en el sitio y aprobados por fiscalización, se pagará al precio unitario establecido en el contrato.

**Análisis 589055: Sum. Ins. Tubería Poli tubo BD d=1" Unidad: m**

Descripción: Este rubro consiste en el suministro de Tubería de sección circular de 1" de diámetro y 1.00 MPA de presión, con unión por cementado solvente La tubería debe cumplir las especificaciones señaladas

Unidad: metro lineal

Materiales mínimos: Politubo

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), Estr. Oc. D2 (plomero)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Medición y pago. - La medición será por metro lineal de tubería instalada en el sitio y aprobados por fiscalización, se pagará al precio unitario establecido en el contrato.

**Análisis 535073: Sum. Ins. Tubería PVC E/C D=1", 1.60 Mpa Unidad: m**

Descripción: Este rubro contempla la provisión de la tubería reforzada de 1" y más accesorios e insumos que se requieran para el trabajo de colocación de la tubería en obra, que servirá para el abastecimiento y dotación de agua potable, desde y hacia los puntos indicados en los planos o en los que indique fiscalización.

Unidad: Metro lineal.

Materiales mínimos: Tubería PVC reforzada de 1", accesorios de PVC, pega tubo

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Categoría E2 (peón), Estr. Oc. D2 (plomero)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Ejecución y complementación: La tubería que se utilizará para las instalaciones, será de PVC reforzada, y estará de acuerdo a los planos de instalaciones, y a lo que disponga el fiscalizador.

Para su instalación se requerirá como materiales a más de la tubería PVC de 1” reforzada, los accesorios de PVC de 1”, pega tubo para su instalación e impermeabilización, previa la aceptación por parte de la fiscalización se comprobará que no existan fugas y/o defectos constructivos y que su funcionamiento sea correcto.

Medición y pago: La medición y pago por concepto de este rubro se hará por metro lineal, de acuerdo a las cantidades ejecutadas efectivamente y aprobadas por fiscalización.

#### ACCESORIOS DE PVC PARA INSTALACIÓN

**Análisis 535811: Sum, Codo PVC E/C D=1" 90 grad, Unidad: u**

**Análisis 535781: Sum, Inst Tee PVC E/C D=1" Unidad: u**

Descripción: Comprende los codos, tees, yees, reducciones, tapones, uniones y similares que serán utilizados en el Proyecto.

Unidad: unidad.

Materiales Mínimos: codos, tees, yees, reducciones, tapones, uniones 1”

Equipo Mínimo: Herramienta manual.

Mano de Obra Calificada: Categoría E2 (plomero), D2 (plomero)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Ejecución y Complementación: Los accesorios tienen que cumplir la normativa INEN 1372 para la atoxicidad de la tubería de PVC y la norma INEN 1373 para tuberías que transportan agua a presión, así mismo cumplir con el marcado que hace referencia a dicha norma.

Esta tubería está fabricada de polipropileno mono capa.

Medición y Forma de Pago. El pago del suministro e instalación de los accesorios se pagará por UNIDAD de accesorio instalado, la medición se la realizará una vez que esta puesta en obra.

**Análisis 540A00: Caja de Revisión 60x60 con tapa metálica Unidad: u**

Descripción: Se entiende por construcción de cajas de revisión de hormigón simple, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra la caja de revisión que se servirá para colocar las diferentes tipos de válvulas a lo largo de la línea de conducción y distribución de agua. Incluye la tapa de hormigón armado

Unidad: unidad.

Materiales Mínimos: caja de revisión

Equipo Mínimo: Herramienta manual.

Mano de Obra Calificada: Categoría E2 (plomero), D2 (albañil)

Requerimientos previos: El o los sitios de instalación y destino deben estar señalizados y autorizados por fiscalización.

Medición y Forma de Pago: se pagará por unidad o caja de revisión construida y aceptada por fiscalización, la medición se la realizará una vez que esta puesta en obra.

**Análisis 580041: Catastro de agua potable Unidad: km**

Descripción: Al inicio de una obra, el Constructor está en la obligación de pedir al Contratante, una reunión con el objetivo de fijar las condiciones en las cuales presentará los catastros provisionales y definitivos de las obras a construirse, estableciendo formato, escalas, tipos y simbología, de acuerdo con lo establecido por la entidad contratante. Las condiciones establecidas en la reunión constarán en un acta, y surtirán el efecto de especificaciones técnicas que podrán ser modificadas, a petición escrita del Contratante, y se aplicarán en los trabajos, por ejecutarse, desde de la fecha en que se entregue la comunicación.

Con estas instrucciones el Constructor preparará los catastros de las obras construidas, antes de realizar los rellenos y presentarlos como requisito para elaboración de las planillas, a este catastro se le considera provisional sujeto a revisión. Los datos serán almacenados para elaborar el catastro definitivo que presentará el Constructor al final del proyecto. Los datos básicos que constarán en el catastro, serán la ubicación general de los componentes del proyecto, con cotas ajustadas de terreno y de las estructuras, referencias que han sido consideradas permanentes y que han permitido la correcta ubicación de los elementos de una obra, y las referencias superficiales que permitan reconocer el recorrido de las obras subterráneas.

En cada plano constará la parte geométrica y de localización, que han fijado las condiciones de funcionalidad de los componentes del proyecto.

Los planos definitivos de catastro, que presentará el Constructor; contendrá datos de la obra construida, y los de las interferencias encontradas con obras construidas anteriormente, dependientes o no de la institución Contratante. Los datos serán completos, referidos a las interferencias, su forma, dimensiones, cotas de ubicación, clase de obra, clase de materiales, etc.

Los catastros provisionales que se adjuntarán a las planillas, serán compendiados, y en esta base el Constructor elaborará el catastro definitivo sobre la integralidad del proyecto.

Previo a la suscripción del acta de Entrega-Recepción provisional, el Constructor presentará al Contratante los planos del catastro de la obra construida, en un original y una copia debidamente legalizada por él.

El incumplimiento de esta obligación, se considerará como mora por parte del Constructor y surtirá los efectos legales establecidos por la ley por el incumplimiento del plazo contractual.

En el caso de recepciones parciales provisionales, los catastros serán entregados por el Constructor, antes de realizar los ensayos y pruebas de los componentes que ha solicitado su recepción.

Los costos que demande la elaboración de catastros, serán la cuenta del Constructor y se consideran incluidos dentro de los costos indirectos del proyecto, no teniendo el Constructor derecho a pago adicional alguno.

Referencias: En los planos de la obra construida, constará las referencias de la red, pozos de revisión, válvulas, cambios de dirección u otras estructuras; que no estando visibles será necesaria su localización en el futuro. Las referencias se colocarán por lo menos, dos por punto con ángulo y distancia hacia un elemento que garantice la permanencia en el tiempo. En caso contrario, se ubicaran con hitos de hormigón en los que constará la marca de la referencia.

No se aceptarán referencias hacia construcciones, arboles u otros elementos que tienen características provisionales. Las referencias en el sector urbano se marcaran en muros, se ubicará la distancia hacia los bordillos, y su presentación en planos será en forma Standard de acuerdo con los formatos de la entidad contratante.

El catastro de la obra construida, comprende los planos integrales de planta y perfil, hojas de catastro de esquinas, pozos de revisión y pozos de derivación.

## CONCLUSIONES

Este estudio se dio en base al convenio existente entre el GAD Municipal de Nabón y la Universidad del Azuay, como un medio para obtener diseños de ingeniería civil para las comunidades que así lo requieran.

La comunidad de Yaritzagua por muchos años mantiene el problema de consumir agua que no cumple con parámetros mínimos para el consumo humano, por este motivo se ha recurrido a estudiantes de la carrera de ingeniería civil para que realicen el estudio para evaluar y re diseñar el sistema de agua potable como parte de su formación pre profesional.

De las visitas al campo realizadas se concluye que el actual sistema de agua está obsoleto, y es un peligro o punto de contaminación del agua que se consume en la comunidad.

De acuerdo al análisis de laboratorio realizado al agua que consumen en los actuales momentos los habitantes, esta no cumple con los parámetros de la norma en cuanto a contenido de coliformes, minerales y sólidos totales disueltos.

La evaluación realizada al sistema de agua actual se concluye que él está obsoleto pues ya terminó su vida útil, y es un peligro o punto de contaminación del agua que se consume en la comunidad.

De acuerdo a la topografía de la zona de estudio, esta presta toda las condiciones para realizar un sistema a gravedad.

La población que reside de manera permanente en la comunidad está compuesta especialmente por personas de la tercera edad y niños, existiendo una alta migración a zonas de trabajo a nivel de la provincia y a nivel del país.

Es necesario realizar un re diseño completo del sistema para que sea operativo y cumpla con la función de dotar agua de calidad a los habitantes y a las personas que llegan a la comunidad.

Los habitantes están dispuestos a colaborar ya sea económicamente o con mano de obra no calificada para realizar los trabajos respectivos para una repotenciación del sistema actual o la construcción de un nuevo sistema de agua, aprovechando las adjudicaciones de los caudales en las fuentes otorgados por la entidad competente en años anteriores.

El compromiso de los usuarios del sistema es el de trabajar mediante mingas comunitarias para la colocación de la red de conducción y distribución de agua.

Se espera que este documento realizado de la manera más técnica sea plasmado o construido a la brevedad posible para mejorar la calidad de vida de la comunidad en especial de los niños y personas de la tercera edad que ahí habitan.

## RECOMENDACIONES

Toda la información que contiene este documento se ha realizado con la técnica más actual en cuanto a topografía, diseños hidráulicos de redes, diseños hidráulicos de estructuras, etc. Para que el GADM Nabón re construya a la brevedad posible este sistema de agua.

Los usuarios del sistema al ser los conocedores de primera mano del sitio de implantación de la obra deberán trabajar de manera conjunta con el contratista y llevar adelante este gran proyecto.

Es necesario utilizar los mismos sitios para implantar las estructuras de captación y de la planta de tratamiento ya que en el diseño están así determinados, además las estructuras de hormigón actuales deberán ser demolidas en su totalidad pues ya cumplieron su vida útil y sobre estas construidas las nuevas estructuras.

En lo posible hay que mantener la tubería actual tanto en la distribución como en la conducción del agua cruda para lo cual se recomienda en una primera instancia hacer circular un caudal con alto contenido de cloro para desinfección de la misma, además para bajar el costo de construcción del proyecto. En un futuro cuando se cuente con los recursos económicos suficientes se puede emprender con una reposición de las tuberías de PVC para la conducción y distribución de agua.

Para el futuro la comunidad deberá con el acompañamiento técnico adecuado de parte del GAD Municipal de Nabón, elaborar un plan de operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema, de esta manera garantizamos la vida útil y la calidad del agua que se producirá.

## BIBLIOGRAFÍA

- 9.2, I. P. (1997). CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, POBLACION MENOR A 1000 HABITANTES.
- elizabeth, c. l. (2016). AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES. cuenca: tesis de grado.
- INTERPRO. (2018). MANUAL DE USUARIO. CUENCA.
- Luzuriaga, v. (2014). ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DAGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE . sigsig: UDA.
- MAYS, L. W. (2003). MANUAL DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA. MADRID: McGRAW HILL.
- OMS. (2001). FILTRACION EN MULTIPLES ETAPAS. QUITO.
- PYDLOS. (2014). PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE NABON. NABON.
- PYDLOS. (2015). PDOT, EL PROGRESO.
- SE-HM, I. N. (2018). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. QUITO.
- SENAGUA. (1992). NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. QUITO.
- SENAGUA. (2016). NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE. QUITO.
- SENAGUA. (2018). NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE.
- solano, d. (2014). ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA. cuenca: UDA.