

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**KATHERINE LIZBETH VILLACIS CORAQUILLA**  
**[katelizvillacis@hotmail.com](mailto:katelizvillacis@hotmail.com)**

**DIRECTOR: Ing. Alejandro Machado**  
**[alejandro.machado@epn.edu.ec](mailto:alejandro.machado@epn.edu.ec)**

**COORDIRECTOR: Ing. Luis Jaramillo**  
**[luis.jaramillo@epn.edu.ec](mailto:luis.jaramillo@epn.edu.ec)**

**Quito, Junio 2018**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Katherine Lizbeth Villacis Coraquilla, bajo nuestra supervisión.

---

**Ing. Alejandro Machado**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. Luis Jaramillo**

**COORDIRECTOR DEL PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Yo, KATHERINE LIZBETH VILLACIS CORAQUILLA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Katherine Lizbeth Villacis Coraquilla**

## DEDICATORIA

A mis padres y a mi familia por apoyar y disfrutar cada etapa de mi vida, en especial a mi madre por ser la razón de mis razones.

*Kathy0.7*

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme su bendición, fortaleza, sabiduría y paciencia para culminar esta etapa de mi vida.

A mis ángeles del cielo Abuelito Pancho, Tio Wilo y mi pana Miguelin por cuidarme día a día.

A mi mamita Martha, sabes que te amo con todas las fuerzas de mi corazón, gracias por ser mi motivo de vida y estar siempre junto a mi apoyándome, brindándome tanto amor, paciencia, cariño y tus palabras de aliento. Eres todo lo que tengo.

A mi padre Geovanny por su apoyo y compañía en la realización de mi proyecto de titulación.

A la mujer maravilla mi Abuelita Rosario, por ser un ejemplo de trabajo y amor, pay abuelita por tanto.

A mis tías Olguita, Nancy y a mi Tío Orlando, gracias por apoyar, compartir y disfrutar cada momento de mi vida.

A mi primo Jean Pear porque sé que te sientes muy orgulloso de mí.

A mi mejor amiga Belencita, gracias por ser la mejor compañera desde el colegio hasta la universidad y compartir tantos momentos juntas.

Mi gratitud infinita al Ingeniero Nelson Pedraza por toda su paciencia, por impartirme sus sabios conocimientos y su apoyo total para la realización de mi proyecto final, muchas gracias ingeniero.

A mi director de tesis por su apoyo y su amistad.

*Kathy*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
LISTA DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE TABLAS.....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 ALCANCE .....	3
1.5 MARCO TEÓRICO .....	3
1.5.1 SISTEMAS CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	5
1.5.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO .....	6
1.5.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO .....	8
1.5.5 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO .....	10
1.5.5 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO CON TRATAMIENTO .....	11
1.5.6 CONDUCCIÓN POR BOMBEO.....	13
1.5.7 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD .....	13
1.5.8 CONDUCCIÓN POR BOMBEO-GRAVEDAD .....	13
1.5.9 RED DE CONDUCCIÓN.....	14
1.5.10 LÍNEAS PARALELAS DE CONDUCCIÓN.....	14
1.5.11 COMPONENTES DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	14
1.5.12 TUBERÍAS.....	15
1.5.13 ACCESORIOS DE TUBERÍAS .....	15
1.5.14 VÁLVULAS .....	18

1.5.15 MEDIOS PARA CONTROL DE TRANSITORIOS.....	20
1.5.16 EPANET PROGRAMA DE SIMULACIÓN .....	21
2. METODOLOGÍA.....	21
2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	21
2.2 ANÁLISIS DE MUESTRAS .....	25
2.2.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO .....	26
2.2.2 ANÁLISIS DE pH .....	29
2.2.3 ANÁLISIS DE TURBIEDAD .....	30
2.2.4 ANÁLISIS DE COLOR .....	30
2.2.5 ANÁLISIS DE HIERRO .....	31
2.2.6 ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES.....	31
2.2.7 ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES.....	32
2.3 CATASTRO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS.....	32
2.4 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	33
2.5 SIMULACIÓN HIDRÁULICA .....	33
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	33
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	33
3.1.1 PUNTO DE CAPTACIÓN .....	34
3.1.2 TANQUE DE LLEGADA .....	38
3.1.3 TANQUE AIREADO .....	39
3.1.4 CRUCE DEL RÍO PITA.....	41
3.1.5 ESTRUCTURA DE TÚNEL.....	42
3.1.6 VÁLVULAS DE AIRE .....	44
3.1.7 VÁLVULAS DE DESAGUE.....	47
3.1.8 TANQUE REDUCTOR DE PRESIONES NÚMERO 1 .....	48
3.1.9 TANQUE REPARTIDOR LORETO.....	51
3.2 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA .....	54
3.3 APLICACIÓN DE LA NORMA.....	65
3.4 SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. 67	

3.5 PLAN DE MANTENIMIENTO.....	71
3.5.1 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	72
3.5.2 INVENTARIO DE LOS ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS.....	73
3.5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO.....	76
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
5. BIBLIOGRAFÍA .....	84
ANEXOS .....	87

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	4
FIGURA 2: SISTEMAS CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	6
FIGURA 3: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO.....	7
FIGURA 4: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO.....	9
FIGURA 5: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO.....	10
FIGURA 6: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO CON TRATAMIENTO.....	12
FIGURA 7: BRIDAS .....	16
FIGURA 8: UNIONES MECÁNICAS .....	16
FIGURA 9: TEES .....	16
FIGURA 10: CRUZ.....	17
FIGURA 11: CODO .....	17
FIGURA 12: REDUCCIÓN .....	18
FIGURA 13: PRIMERA ESTACIÓN .....	23
FIGURA 14: EQUIPO ESTACIÓN TOTAL .....	23
FIGURA 15: EQUIPO GPS .....	24
FIGURA 16: ESTACIÓN TOTAL.....	24
FIGURA 17: ESTACIÓN PLANTADA.....	24
FIGURA 18: DAPAC-R TOPÓGRAFOS.....	25
FIGURA 19: ENJUAGUE DE LOS ENVASES .....	26
FIGURA 20: TOMA DE MUESTRA EN LA ENTRADA AL AIREADOR.....	27



FIGURA 21: TOMA DE MUESTRA EN EL TANQUE REPARTIDOR .....	27
FIGURA 22: ETIQUETA DE LAS MUESTRAS .....	29
FIGURA 23: EQUIPO MEDICIÓN DE pH.....	30
FIGURA 24: EQUIPO MEDICIÓN DE TURBIEDAD .....	30
FIGURA 25: EQUIPO MEDICIÓN DE COLOR .....	31
FIGURA 26: ESPECTROFOTÓMETRO MEDICIÓN DE HIERRO.....	31
FIGURA 27: TOMA DE PESOS DE LOS CRISOLES .....	32
FIGURA 28: CERRAMIENTO PUNTO DE CAPTACIÓN .....	34
FIGURA 29: VERTIENTES MOLINUCO .....	35
FIGURA 30: ESPACIO DE LA ZONA DE CAPTACIÓN DE AGUA MOLINUCO... 36	
FIGURA 31: ACCESO 2.....	37
FIGURA 32: VÁLVULA DE DESAGUE FUERA DE USO .....	37
FIGURA 33: TANQUE DE LLEGADA, ESPACIO CAPTACIÓN.....	38
FIGURA 34: AIREADOR .....	39
FIGURA 35: VÁLVULA DE DESAGUE .....	40
FIGURA 36: BY-PASS .....	40
FIGURA 37: CLORO PARA LA LIMPIEZA.....	41
FIGURA 38: CRUCE DEL RÍO PITA.....	42
FIGURA 39: TUBERÍAS .....	42
FIGURA 40: ENTRADA AL TÚNEL.....	43
FIGURA 41: SALIDA DEL TÚNEL .....	43
FIGURA 42: INTERIOR DEL TÚNEL .....	44
FIGURA 43: VÁLVULAS DE AIRE TIPO COMPUERTA.....	45
FIGURA 44: TAPA DE LAS VÁLVULAS DE AIRE .....	45
FIGURA 45: VÁLVULAS DE AIRE FUERA DE USO .....	46
FIGURA 46: CAJA DE LAS VÁLVULAS DE AIRE .....	47
FIGURA 47: VÁLVULAS DE CONTROL.....	48
FIGURA 48: TANQUE REDUCTOR DE PRESIONES NÚMERO 1 .....	48
FIGURA 49: TANQUE DE CLORACIÓN.....	49
FIGURA 50: SISTEMA DE GOTEO .....	49
FIGURA 51: TUBERÍA DEL SISTEMA DE GOTEO CON ACUMULACIÓN DE CLORO .....	50
FIGURA 52: TUBERÍA DISTRIBUCIÓN DE AGUA BARRIO LORETO .....	50
FIGURA 53: EQUIPO DE MEDICIÓN DE CLORO .....	51
FIGURA 54: TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA .....	52
FIGURA 55: TANQUE DEL TANQUE REPARTIDOR DE LORETO .....	53
FIGURA 56: CRECIDA DE HIERBA Y MOHO .....	53
FIGURA 57: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO CAPTACIÓN- TANQUE AIREADO .....	68
FIGURA 58: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO TANQUE AIREADO-TANQUE ROMPE-PRESIONES TUBERIA DE 400.....	69

FIGURA 59: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO TANQUE AIREADO-TANQUE ROMPE-PRESIONES TUBERIA DE 315.....	69
FIGURA 60: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO TANQUE ROMPE-PRESIONES-TANQUE REAPTIDOR TUBERÍA DE 315 .....	70
FIGURA 61: GRÁFICO DE CONTORNO-PRESIÓN .....	70

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: COORDENADAS DE LAS MUESTRAS.....	54
Tabla 2: RESULTADOS MEDICIÓN pH-CAPTACIÓN.....	54
Tabla 3: RESULTADOS MEDICIÓN pH-ENTRADA AIREADOR.....	55
Tabla 4: RESULTADOS MEDICIÓN pH-SALIDA AIREADOR .....	55
Tabla 5: RESULTADOS MEDICIÓN pH-TANQUE REPARTIDOR .....	56
Tabla 6: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-CAPTACIÓN.....	56
Tabla 7: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-ENTRADA AIREADOR.....	57
Tabla 8: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-SALIDA AIREADOR .....	57
Tabla 9: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-TANQUE REPARTIDOR .....	58
Tabla 10: RESULTADOS MEDICIÓN COLOR.....	58
Tabla 11: RESULTADOS MEDICIÓN HIERRO .....	59
Tabla 12: RESULTADOS MEDICIÓN ST-CAPTACIÓN.....	60
Tabla 13: RESULTADOS MEDICIÓN ST-ENTRADA AIREADOR.....	61
Tabla 14: RESULTADOS MEDICIÓN ST-SALIDA AIREADOR .....	62
Tabla 15: RESULTADOS MEDICIÓN ST-TANQUE REPARTIDOR .....	63
Tabla 16: ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .	72
Tabla 17: INVENTARIO DE ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS.....	73
Tabla 18: MANTENIMIENTO ESTRUCTURA CUBIERTA DE LA CAPTACIÓN 1	76
Tabla 19: MANTENIMIENTO COMPUERTA 2.....	77
Tabla 20: MANTENIMIENTO TANQUE DE LLEGADA .....	77
Tabla 21: MANTENIMIENTO VÁLVULA DE AIRE1 .....	78
Tabla 22: MANTENIMIENTO TANQUE AIREADO .....	79
Tabla 23: MANTENIMIENTO PUERTA DE ENTRADA DEL TÚNEL .....	79
Tabla 24: MANTENIMIENTO PUERTA S DEL TÚNEL.....	80
Tabla 25: MANTENIMIENTO TÚNEL.....	80
Tabla 26: MANTENIMIENTO SISTEMA DE GOTEO.....	80
Tabla 27: MANTENIMIENTO TANQUE REPARTIDOR LORETO .....	81
Tabla 28: COORDENADAS DE LA TOPOGRAFÍA.....	89
Tabla 29: ETIQUETA PARA EL MUESTREO .....	96

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación comprende una evaluación del estado y funcionamiento de cada uno de los componentes que forman parte de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del Cantón Rumiñahui, mediante inspecciones visuales y recorridos en campo, para determinar que dicho sistema esté funcionando efectivamente.

Como primera actividad del proyecto se realizó un levantamiento topográfico a lo largo de la línea de conducción, desde el punto de captación de las vertientes Molinuco, hasta el tanque repartidor Loreto. Para determinar que la calidad de agua conducida y distribuida en el sistema es aceptable para el consumo humano dentro de los parámetros establecidos en normas nacionales, se realizó una salida de campo recolectando cuatro muestras puntuales y se analizaron parámetros en un laboratorio acreditado. Mediante recorridos e inspecciones visuales en campo se llevó a cabo un catastro de estructuras hidráulicas en donde se describen cada una de las características de estado y funcionamiento de los componentes de la línea de conducción. Con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico y con ayuda de software y programas de ordenador se realizó una simulación hidráulica determinando condiciones y parámetros como: presiones, velocidades y pérdidas.

Con la información de los recorridos en campo y las descripciones visuales se definió acciones de mantenimiento correctivas y preventivas para cada uno de los componentes de la conducción. Los resultados de los análisis de agua en laboratorio indican que el agua es apta para el consumo humano cumpliendo con límites permisibles de las normas.

**Palabras clave:** línea, topografía, conducción, estado, funcionamiento, muestreo, simulación, componentes, estructuras.

## ABSTRACT

The present titration project includes an evaluation of the state and operation of each of the components that are part of the line of conduction of the potable water supply system of the Rumiñahui Canton, through visual inspections and field trips, to determine that said system work effectively

As a first activity of the project, a topographic survey was carried out along the line of conduction, from the point of capture of the Molinuco slopes, to the distribution tank Loreto. To determine that the quality of water delivered and distributed in the system is acceptable within the parameters established in national standards, a field trip was made by collecting four point samples and parameters were analyzed in an accredited laboratory. Through surveys and visual inspections in the field, a cadastre of hydraulic structures was carried out in which each of the characteristics of the state and operation of the components of the line of conduction are described . With the data obtained in the topographic survey and with the help of software and programs, a hydraulic simulation was carried out, determining conditions and parameters such as water levels , pressures and velocities.

With the information of the routes in the field and the visual descriptions, corrective and preventive maintenance actions are defined for each one of the driving components. The result of water analysis in the laboratory indicates that the water is suitable for human being that meets the permissible limits of the standards.

**Keywords:** line, topography, conduction, state, operation, sampling, simulation, components, structures.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. (MARÍN, 2012). Una línea de conducción forma parte de este sistema y es importante que se encuentre en buenas condiciones para que el abastecimiento y dotación de agua se cumpla con efectividad. (CNA, 2007)

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de regularización, dependiendo de la configuración del sistema de agua potable. Una línea de conducción debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y debe ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente. Esta puede diseñarse para trabajar por gravedad, bombeo o gravedad-bombeo. (Barrera, 2011)

Rumiñahui es uno de los cantones con mayor cobertura del servicio de agua potable en el país. Actualmente alcanza al 96% del Cantón. La población beneficiaria del sistema de alcantarillado es del 92%. Los principales ejes de trabajo de esta dirección son la calidad, cantidad, continuidad y costo de los servicios de alcantarillado y agua potable. (RUMIÑAHUI G. , 2017)

Gracias a la posición geográfica, el cantón posee varias vertientes naturales de agua, las cuáles son las principales fuentes de abastecimiento para el sistema, una de ellas y la más importante es el Molinuco (RUMIÑAHUI C. , 2016) en donde inicia la captación del sistema de abastecimiento de agua potable y en este punto se ubica la primera línea de conducción del sistema, la cual abastece principalmente a tres barrios importantes de Rumiñahui, los cuales son: Cashapamba, Cotogchoa y Mushuñan. (García, 2011).

Esta línea de conducción hacia aproximadamente 1 año sufrió un paro en su funcionamiento, cerca de la línea de conducción se encontraba un canal de agua de la Empresa Eléctrica, este canal no estaba revestido, es decir, suelo natural por lo cual todas las filtraciones generadas en el canal empezaron a formar líneas de flujo hacia la parte de menos resistencia atmosférica, entendiéndose como resistencia atmosférica a las áreas que no están confinadas con presión, entonces estas filtraciones de agua empezaron a fluir hacia el río Pita y el suelo empezó a licuarse y con el peso de un suelo seco sobre un suelo blando se formó una cuña de empuje la cual paso haciendo fuerza y se corrió la tubería, abriéndose las uniones y se produjo la fuga, como consecuencia de este evento, el cantón Rumiñahui no contó con el servicio de agua potable por tres días, los trabajos para arreglar este fallo fueron arduos pero se logró reparar el daño producido. (Pedraza, 2017)

El objetivo primordial del presente proyecto será verificar que el estado y funcionamiento de los componentes de la línea de conducción sean las adecuadas para garantizar el abastecimiento del recurso hídrico para todas las parroquias del cantón Rumiñahui, satisfaciendo las necesidades básicas que ellos presentan y sobre todo se brindará un servicio de calidad aprovechando las vertientes naturales que Rumiñahui tiene. (RUMIÑAHUI M. D., 2016)

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del Cantón Rumiñahui.

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las condiciones hidráulicas y de operación de la línea de conducción desde la captación de la vertiente el Molinuco hasta el tanque rompe-presiones número uno del sistema de agua potable de Rumiñahui, por medio de un análisis visual en campo para de esta forma evaluar su funcionamiento.

- Analizar la calidad de agua en la captación, a través de un análisis de muestras puntuales en laboratorio para verificar el cumplimiento de la norma de aguas para consumo humano.
- Verificar que la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable de Rumiñahui tenga un funcionamiento correcto de acuerdo a la norma “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”, realizando recorridos en campo, para de esta manera determinar que el sistema de abastecimiento de agua potable sea efectivo.
- Simular el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable por medio de un software de simulación hidráulica, para determinar condiciones y parámetros hidráulicos.
- Establecer un plan de operación y mantenimiento, realizando levantamientos topográficos y análisis visuales a lo largo de la línea de conducción, para asegurar su funcionamiento.

## **1.4 ALCANCE**

La topografía que se realizó a lo largo del terreno ayudó a obtener información que se usó en diferentes programas de diseño, simulación y análisis hidráulico. Los datos obtenidos en los análisis de las muestras indicaron que es apta para el consumo humano. La información que se obtuvo de las salidas de campo y de las inspecciones visuales, ayudó a definir acciones de mantenimiento correctivas, preventivas y planos de los componentes del sistema de abastecimiento de agua del cantón Rumiñahui y esta información fue entregada a los funcionarios del municipio.

## **1.5 MARCO TEÓRICO**

El abastecimiento de agua potable tiene como finalidad proveer a una población una adecuada cantidad de agua y de buena calidad. El esquema general de este proceso es contar con una fuente de abastecimiento de agua superficial o subterránea, obras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.

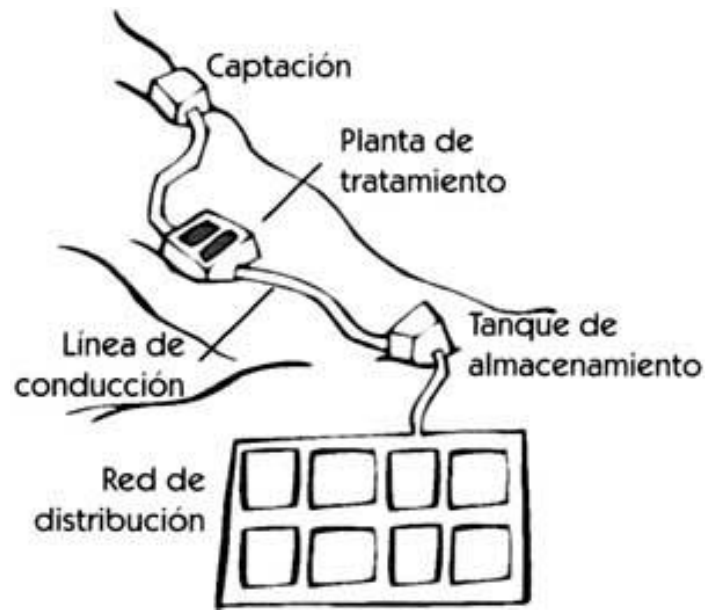


FIGURA 1: ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, Perú (2010)

La fuente de abastecimiento de agua ya sea superficial o subterránea debe cumplir requisitos mínimos de cantidad, calidad y localización. Se considera apta para el consumo humano si cumple los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos mínimos exigidos por las normas. El agua que no cumpla con los requisitos mínimos debe tratarse por medio de procesos que permitan disminuir o eliminar la concentración de elementos contaminantes.

Las obras de captación son el primer paso para abastecer agua a los asentamientos humanos. Las características de período y caudal de diseño dependen del tamaño del proyecto.

Para sistemas rurales pequeños el período de diseño puede ser de 15 años y construido sin etapas intermedias. En ciudades grandes y capitales, el periodo de diseño puede ser de 30 años y se puede tener una ampliación de la captación.



Se deben considerar las pérdidas de agua que ocurren en el transporte desde la captación hasta tanques, plantas de tratamiento y distribución. Para proyectos rurales pequeños y medianos, el caudal de diseño de la captación es el caudal máximo más las pérdidas (5%) y más el consumo en la planta de purificación (3%-5%). Para ciudades capitales, el caudal de diseño de la captación es 1,5 a 2 veces el caudal máximo diario.

### **1.5.1 SISTEMAS CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

- Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento
- Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento
- Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento
- Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento

En las zonas rurales, es común decir, que se usa un sistema por gravedad cuando la fuente de agua se encuentra en un punto de mayor altitud con respecto a los usuarios y se habla de un sistema a bombeo cuando la fuente se ubica más abajo y se requiere del uso de bombas para el abastecimiento.

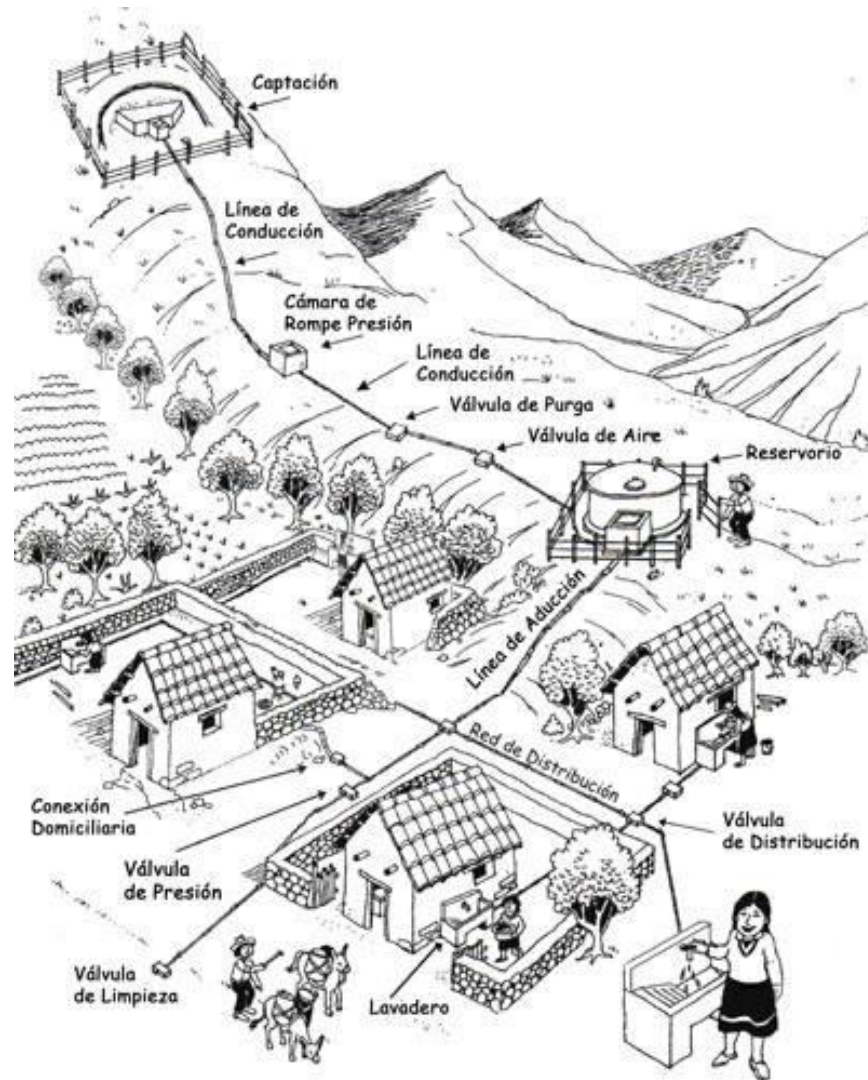


FIGURA 2: SISTEMAS CONVENCIONALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, Perú (2010)

### 1.5.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

Estos sistemas trabajan conduciendo agua de buena calidad que no necesita de tratamientos previos para su distribución y tampoco requiere de ningún tipo de bombeo.

Las fuentes de abastecimiento en este sistema pueden ser aguas subterráneas o subálveas, entendiéndose a las aguas subterráneas como afloramientos de agua en

forma de manantiales y las subálveas a las que son captadas por medio de galerías filtrantes.

En este sistema la desinfección o cualquier otro tipo de tratamiento no es muy exigente, ya que el agua ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo y por ende presenta una buena calidad bacteriológica, sin embargo, esto no quiere decir que no se pueda realizar cualquier tipo de desinfección, como por ejemplo: contar con un tanque de cloración.

Los componentes a manera general son:

- Captación
- Línea de conducción o impulsión
- Reservorio
- Línea de aducción
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

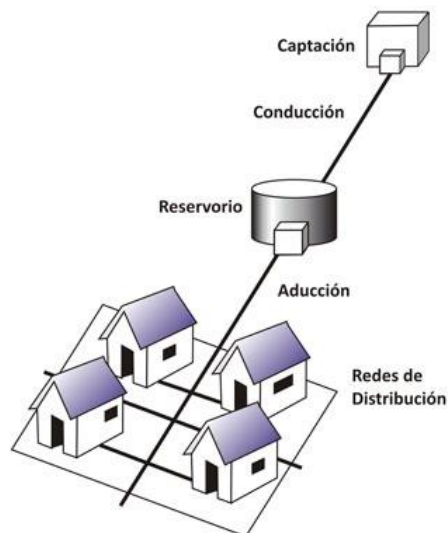


FIGURA 3: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, Perú (2010)

#### Ventajas de un sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

- Baja contaminación en el proceso.
- Mínimo requerimiento de operación y mantenimiento.
- Bajo costo de inversión.
- No se necesita de un operador especializado.

#### Desventaja de un sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

- Por el origen de las vertientes de agua de captación puede contener gran contenido de sales disueltas.

### **1.5.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO**

Las fuentes de abastecimiento de agua para este tipo de sistemas pueden ser de acequias, ríos o canales y por esta razón necesitan ser tratadas con procesos de clarificación y desinfección previa a la distribución.

Las plantas de tratamiento para estos sistemas deberán ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

La operación para estos sistemas tiene un nivel de complejidad debido a la operación de la planta o proceso de tratamiento que se realice y por ende requiere de un mayor mantenimiento garantizando que el proceso se lleve con efectividad y tratando agua de buena calidad.

Los componentes a manera general son:

- Captación
- Línea de conducción o impulsión
- Planta de tratamiento de agua
- Reservorio
- Línea de aducción

- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

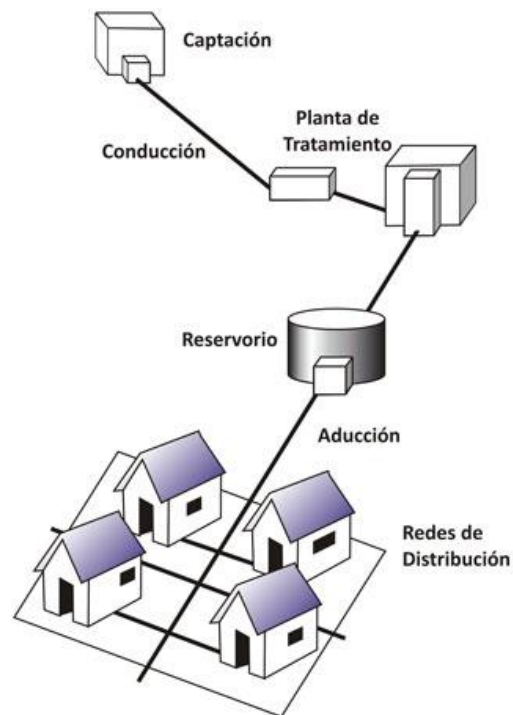


FIGURA 4: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD CON TRATAMIENTO

Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, Perú (2010)

Ventaja de un sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento

- La principal ventaja al contar con una planta de tratamiento de agua es la remoción de turbiedad.

Desventajas de un sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento

- Uso de productos químicos para procesos de clarificación.
- Requiere de personal capacitado en la operación de plantas de tratamiento de agua.
- Mayor costo de diseño, construcción, operación y mantenimiento.

### 1.5.5 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

El agua conducida y distribuida en este sistema es de buena calidad, pero para su distribución es necesario el uso de bombas para que el agua llegue a su punto final, por lo general la captación se la realiza en pozos de agua.

Los componentes a manera general son:

- Captación.
- Estación de bombeo de agua.
- Línea de conducción o impulsión.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias

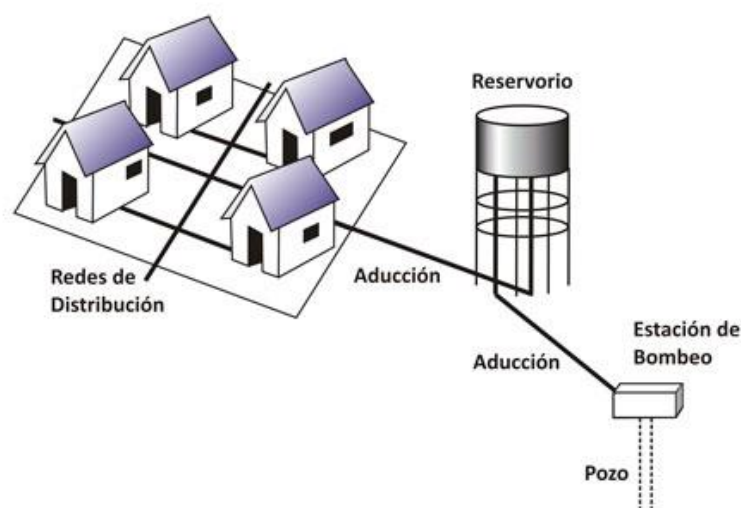


FIGURA 5: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, Perú (2010)

Ventaja de un sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento

— Mínimo riesgo de contraer enfermedades por el agua consumida.

Desventajas de un sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento

— Las tarifas en cuanto al servicio son elevadas.

— Se necesita de personal capacitado para la operación y mantenimiento de los sistemas de bombas.

— Elevado costo en la implementación.

### **1.5.5 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO CON TRATAMIENTO**

Se necesita contar con una planta de tratamiento de agua para adecuar que el líquido transportado y distribuido esté bajo los requisitos de agua para consumo humano.

Los componentes a manera general son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Estación de bombeo de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias

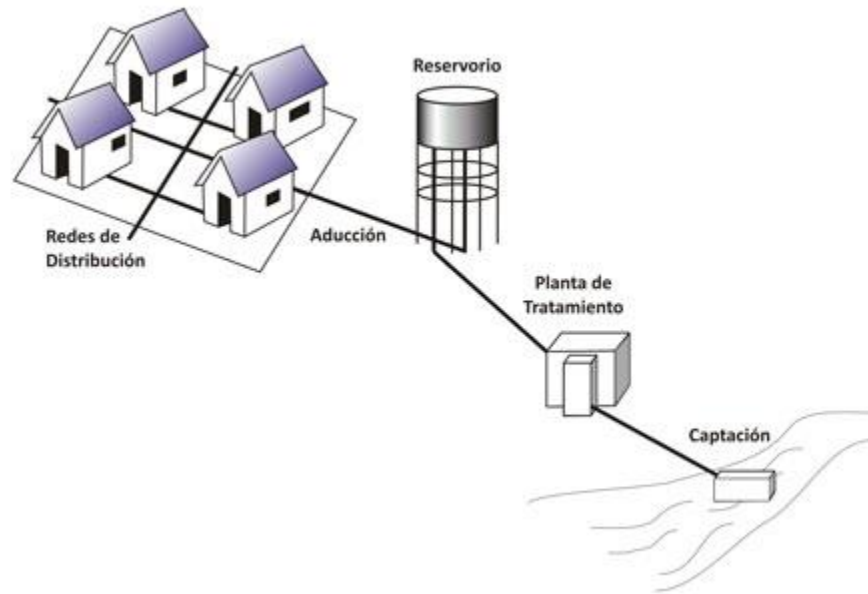


FIGURA 6: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO CON TRATAMIENTO

Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, Perú (2010)

Desventajas de un sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento

- Sistema complejo.
- El costo de las tarifas es elevado.
- Se requiere de personal calificado en operar y mantener sistemas de bombas y plantas de tratamiento de agua.
- El costo en diseño, construcción, operación y mantenimiento es elevado.

Uno de los componentes más importantes de las obras de captación son las líneas de conducción.

Una línea de conducción es un tramo de tubería que transporta el agua desde las obras de captación, hasta los tanques de almacenamiento y distribución, siguiendo en lo posible el tramo del terreno, cuentan con estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a las líneas y estas pueden trabajar a gravedad, bombeo o combinado.



### **1.5.6 CONDUCCIÓN POR BOMBEO**

Es un conjunto de estructuras con flujo a presión en la cual la energía necesaria para la circulación del agua es provista por una bomba. El costo de construcción, operación y mantenimiento de esta conducción es elevado.

Para este tipo de conducción es necesario contar con una fuente de poder alternativa en el bombeo, automatizar la operación, dar mantenimiento a cada uno de los equipos de bombeo para evitar complicaciones en la distribución y como punto más importante es que la fuente de abastecimiento debe ser capaz de proporcionar el gasto máximo horario de demanda, porque de lo contrario se tendrá déficit en el suministro de agua.

### **1.5.7 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD**

La conducción por gravedad se emplea cuando la fuente de agua para el abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, es decir, cuando la fuente de suministro de agua se encuentra en el punto más elevado con respecto a la ciudad o localidad que va a ser abastecida y permite la distribución del agua utilizando la energía hidráulica.

Se usa las condiciones del terreno para que la conducción se lleve a cabo sin necesidad de un sistema de bombeo y así se alcance un nivel aceptable de presión, la ventaja de usar esta conducción es que la operación y el mantenimiento son de bajo costo.

### **1.5.8 CONDUCCIÓN POR BOMBEO-GRAVEDAD**

Cuando la topografía del terreno obliga que la conducción pase por partes con mayor elevación en la superficie del agua en el tanque de regularización conviene analizar la instalación de un tanque intermedio, la colocación de este tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo y gravedad en donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.

### **1.5.9 RED DE CONDUCCIÓN**

Algunos lugares requieren de fuentes alternas de abastecimiento de agua y que dichas fuentes se encuentren en sitios separados y esto genera la necesidad de interconectar las líneas de conducción de cada fuente, formando así una red de conducción. Al unificar estas líneas en una sola se puede reducir los costos de las mismas, sin embargo, su operación será más compleja y se deberá revisar que su funcionamiento hidráulico sea el adecuado. Las derivaciones de una conducción hacia dos o más tanques de reserva también forman redes de distribución.

También se puede decir que una red de distribución es un conjunto de tuberías cuya función es suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad en condiciones de cantidad y calidad aceptables.

Una unión entre un tanque de almacenamiento y la red de distribución se hace mediante una conducción denominada línea matriz. Generalmente la línea matriz es una conducción a presión por gravedad.

### **1.5.10 LÍNEAS PARALELAS DE CONDUCCIÓN**

Estas líneas se forman cuando se colocan dos o más tuberías sobre un mismo trazo, dichas instalaciones se recomiendan para realizar una construcción por etapas y facilitar la operación a diferentes gastos, según sean las necesidades de la demanda de agua y la disponibilidad de los recursos.

### **1.5.11 COMPONENTES DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Los componentes que pueden formar parte de una línea de conducción dependen del diseño de la misma y del sistema de abastecimiento de agua en el que se esté trabajando, los componentes pueden ser: tuberías, uniones, codos, juntas, válvulas, entre otros.

### **1.5.12 TUBERÍAS**

Pueden ser de varios materiales, entre ellos: fibrocemento, acero, policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad, hierro dúctil, hierro galvanizado y muchos más. La principal función de las tuberías en un sistema de abastecimiento es servir de conducto por donde se transporte el agua de un lugar a otro.

Las tuberías de acero inoxidable son las que tienen mayor resistencia entre los materiales férricos, son más resistentes a la corrosión pero tienen un mayor costo, estas tuberías pueden limpiarse y desinfectarse fácilmente cuando sea necesario.

Las tuberías de cobre son de gran aplicación estas requieren ser soldadas entre sí con un soplete o soldadura, pueden ser rígidas o flexibles, el cobre es un material muy suave que puede ser cortado y fabricado fácilmente.

Las tuberías de PVC son resistentes a productos corrosivos, estas pueden ser unidas fácilmente con adhesivos especiales, dependiendo de su anchura, estas tuberías pueden ser utilizadas para el transporte de gases o líquidos de forma segura, el PVC se limita a transportar líquidos a temperaturas menores de 60 grados centígrados, haciendo al PVC inadecuado para el transporte de agua caliente. Estas son de gran uso para las obras de conducción en sistemas de abastecimiento de agua.

### **1.5.13 ACCESORIOS DE TUBERÍAS**

Son conjuntos de piezas moldeadas y estructuradas que unidas a las tuberías a través de un procedimiento determinado forman líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso.

#### **BRIDAS**

Se conocen como accesorios para conectar tuberías con equipos, como bombas, calderas, tanques, etc. o accesorios como codos, válvulas, etc. Estas uniones se las hace por medio de bridas, en donde una parte pertenece a la tubería y la otra parte al equipo o

accesorio que estará conectado, una de las ventajas de usar esta unión bridada es que se junta por medio de tornillos y permite un rápido montaje y desmontaje para realizar acciones de reparación o mantenimiento.



FIGURA 7: BRIDAS

FUENTE: Catálogo NOVACERO Ecuador

### UNIONES MECÁNICAS

Pueden ser de materiales rígidos, semi-rígidos o flexibles, se utilizan para unir dos tuberías.



FIGURA 8: UNIONES MECÁNICAS

FUENTE: Catálogo NOVACERO Ecuador

### TEES

Son utilizados para unir tres conductos en forma de T, estas uniones pueden ser una de un diámetro y las otras dos de diferentes diámetros, o las tres de un mismo diámetro.



FIGURA 9: TEES

FUENTE: Catálogo NOVACERO Ecuador

## CRUZ

Son utilizados para unir cuatro conductos en forma de cruz, en donde los diámetros pueden ser dos de un mismo diámetro y las otras dos de otro diámetro o las cuatro de un mismo diámetro.



FIGURA 10: CRUZ

FUENTE: Catálogo PLASTIGAMA Ecuador

## CODOS

Estos accesorios son de forma curva, se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas, los codos estándar son los que vienen listos para la pre-fabricación de piezas de tuberías y que son fundidos en una sola pieza con características específicas, estos son:

- Codo estándar de 45°
- Codo estándar de 90°
- Codo estándar de 180°

La medida del orificio del codo, el diámetro existe desde ¼" hasta 120". ("pulgadas)



FIGURA 11: CODO

FUENTE: Catálogo PLASTIGAMA Ecuador

## REDUCCIONES

Son usadas para unir dos conductos de diferente diámetro, estas reducciones pueden tener forma de espiga de campana y por lo general son de PVC.



FIGURA 12: REDUCCIÓN

FUENTE: Catálogo PLASTIGAMA Ecuador

### 1.5.14 VÁLVULAS

Las válvulas son los componentes más importantes de una línea de conducción, son elementos mecánicos en donde se puede iniciar, detener o regular la circulación del fluido.

Las válvulas se clasifican según su función:

- Manual
- De cierre
- De venteo
- De drenaje
- De purga

#### VÁLVULA MANUAL

Esta válvula se utiliza para manipular el flujo de un fluido en una tubería, el uso principal de esta válvula es de paso y cierre, se utiliza un dispositivo mecánico manual, como un volante rotatorio o palanca, para mover de posición el vástago de la válvula.

## VÁLVULA DE CIERRE

Son válvulas que están normalmente abiertas, para permitir el flujo pleno, se pueden cerrar para desviar el flujo o para aislar un equipo para mantenimiento.

## VÁLVULAS DE VENTEO

Estas válvulas por lo general son colocadas en el punto más alto de la tubería, recipiente u otro equipo para permitir la descarga de vapores o gases. Casi todos los procesos, necesitan por lo menos, una válvula de venteo para expulsar el aire durante el arranque y para descargar los vapores del proceso antes de la inspección y mantenimiento.

## VÁLVULAS DE DRENAJE

Por lo general son instaladas en un punto bajo de la tubería, recipiente u otro equipo para descargar los líquidos del sistema. En condiciones normales, están cerradas y solo funcionan ocasionalmente.

Otra clasificación de las válvulas según el movimiento del obturador, son de dos tipos:

- Movimiento lineal
- Movimiento circular

### Válvulas con obturador de movimiento lineal

- Válvula de globo
- Válvula de ángulo
- Válvula de tres vías
- Válvula de jaula
- Válvula en y
- Válvula de cuerpo partido
- Válvula Saunders

Válvulas con obturador de movimiento circular

- Válvula de mariposa
- Válvula de bola
- Válvula de macho
- Válvula de orificio ajustable
- Válvula de flujo axial
- Válvula de disco excéntrico rotativo
- Válvula de obturador cilíndrico excéntrico

### **1.5.15 MEDIOS PARA CONTROL DE TRANSITORIOS**

VÁLVULA ALIVIADORA DE PRESIÓN

Estas válvulas son colocadas en la tubería para reducir las sobrepresiones causadas por un fenómeno transitorio (golpe de ariete)

VÁLVULA CHECK

Conocidas comúnmente como check, retenedora o reflujo, permite el direccionamiento del flujo en una sola dirección, cuando el flujo este en una dirección contraria la válvula se cierra hasta que el flujo vuelva a su posición normal.

CÁMARA DE AIRE

Son estructuras cerradas que tienen en su interior volumen de agua y aire, su función es aliviar las variaciones de presión causadas por los fenómenos transitorios.

INSTALACIÓN DE UN BY-PASS

Estas instalaciones en una válvula de retorno sirven para evitar sobrepresiones que causen daños a la tubería, así mismo, instalar el by-pass en una planta de bombeo para evitar obstrucciones por paros repentinos de las bombas.



### **1.5.16 EPANET PROGRAMA DE SIMULACIÓN**

EPANET ofrece la versión “matemática” de elementos físicos que encontramos en los Sistemas de Distribución de Agua Potable tales como Estanques, Embalses, Tuberías y Bombas, entre otros, de forma tal que, previa introducción de la información básica requerida por cada uno de ellos, se ensamble un modelo matemático que simulará las condiciones hidráulicas en dicho sistema, generando a su vez parámetros tales como presiones, niveles de agua y velocidades. (CIVIL, 2013)

Con el uso de programas como EPANET el análisis y diseño de Sistemas de Distribución de Agua Potable se puede enfocar más en estudiar el comportamiento de la red para distintas condiciones físicas y operativas (niveles de Embalse o estanques, diámetros de tuberías, etc.) en vez de concentrarse en métodos de resolución manual que resultan, para Sistemas de cierta extensión y complejidad, algo engorrosos al menos en lo relativo a el cálculo manual. (CIVIL, 2013)

Se puede trabajar con EPANET y realizar las siguientes actividades:

- Crear sistemas de distribución de Agua Potable.
- Facilita el cálculo de diferentes parámetros hidráulicos como: velocidades, presiones, alturas.
- Evaluar el comportamiento, consumo e influencia de los niveles de agua y energía.
- Modela el comportamiento de un sistema si este trabaja con bombas.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Para dar inicio a los trabajos topográficos se emitió una solicitud dirigida al alcalde del cantón Rumiñahui, con la finalidad de obtener las autorizaciones correspondientes para trabajar conjuntamente con los topógrafos del municipio y realizar recorridos a lo largo de

la línea de conducción contando con la ayuda de personal técnico de la Dirección de agua potable y alcantarillado de Rumiñahui (DAPAC-R).

Los trabajos topográficos ayudaron a tener una visión, descripción e información de las condiciones físicas, geográficas y geológicas del terreno en donde está ubicada la línea de conducción.

Como el trayecto es de gran longitud se planificaron varias salidas de campo para realizar el levantamiento topográfico de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable de Rumiñahui.

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Estación total
- GPS
- Mira
- Trípode
- Estacas
- Jalones
- Tapas y pintura para la señalización de puntos
- Metro

Los topógrafos se trasladaban desde las instalaciones del Municipio de Rumiñahui hasta la Reserva Ecológica El Molinuco, ubicada al sur-oriente de Quito, en la reserva se encuentra un gran afloramiento de agua subterránea que es conocida como las vertientes naturales El Molinuco y es ahí donde empieza la captación del sistema de abastecimiento de agua de Rumiñahui.

Para iniciar con el levantamiento topográfico se utilizó el GPS definiendo un primer punto y las coordenadas que fueron los ejes para poder plantar la primera estación de todo el trabajo y a partir de esa estación dar inicio al levantamiento.

Se plantaron un total de 65 estaciones a lo largo de la conducción de las tuberías de agua, los ejes fueron tomados de forma lineal siguiendo la dirección de las tuberías y del

terreno, en ciertas ocasiones las ramas de los arboles impedían una correcta visualización desde la estación hasta la mira, por lo cual, fue necesario cortar dichas ramas.

Se tomaron un total de 206 puntos entre estaciones, ejes, ejes de tubos y puntos de los tanques, se puede observar la hoja de datos en el anexo 1.

Se realizó el levantamiento topográfico desde la captación de las vertientes hasta el tanque repartidor ubicado en el barrio Loreto-Sangolqui teniendo como resultado que la longitud de la línea de conducción de agua es de 4.32 kilómetros.



FIGURA 13: PRIMERA ESTACIÓN

FUENTE: El Autor



FIGURA 14: EQUIPO ESTACIÓN TOTAL

FUENTE: El Autor



FIGURA 15: EQUIPO GPS

FUENTE: El Autor



FIGURA 16: ESTACIÓN TOTAL

FUENTE: El Autor



FIGURA 17: ESTACIÓN PLANTADA

FUENTE: El Autor



FIGURA 18: DAPAC-R TOPÓGRAFOS

FUENTE: El Autor

## 2.2 ANÁLISIS DE MUESTRAS

Las vertientes naturales del Molinuco son la principal fuente de abastecimiento de agua potable para el cantón Rumiñahui, esta agua es consumida por los moradores de los barrios Cashapamba, Cotogchoa y Mushuñan, por lo cual es importante que la calidad de este recurso cumpla con los parámetros máximos permisibles de la norma en este caso el TULAS Libro 6 Anexo 1, Tabla 2 “Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección” y de las condiciones de las tablas IV.1, IV.5, IV.9 de la Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural” de la Secretaria de Agua.

Se tomó un total de ocho muestras en diferentes puntos de las estructuras que forman parte de la conducción.

Los parámetros analizados fueron:

- pH
- Turbiedad
- Coliformes totales
- Solidos totales
- Color

- Hierro

### 2.2.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO

Los puntos donde se tomaron las muestras fueron:

- Captación de las vertientes del Molinuco
- Entrada de agua al aireador
- Salida de agua del aireador
- Tanque repartidor de Loreto

Las muestras fueron tomadas en envases plásticos de 500 mililitros de capacidad, en cada punto de muestreo se curaron los envases, es decir, se realizó un enjuague tres veces.



FIGURA 19: ENJUAGUE DE LOS ENVASES

FUENTE: El Autor

En la captación de las vertientes se introdujo el envase a unos 10 centímetros de profundidad y se tomó la muestra.

En la estructura del aireador se toma la muestra de entrada de agua en una tubería de PVC de  $\frac{1}{2}$  pulgada.



FIGURA 20: TOMA DE MUESTRA EN LA ENTRADA AL AIREADOR

FUENTE: El Autor

Para tomar la muestra en la salida del agua del aireador se acercó el envase en la caída de agua del aireador.

En el tanque distribuidor se introdujo el envase a unos 10 centímetros de profundidad en el tanque y se tomó la muestra.



FIGURA 21: TOMA DE MUESTRA EN EL TANQUE REPARTIDOR

FUENTE: El Autor

En cada punto muestreado se tomaron dos muestras, la primera muestra para medir turbiedad, pH, hierro, color y sólidos totales y la segunda muestra para analizar coliformes totales.

Las muestras para el análisis de coliformes totales fueron enviadas al laboratorio de análisis ChavezSolutions y los otros parámetros fueron analizados por el autor en el laboratorio de docencia de Ingeniería Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional.

Los materiales para el muestreo fueron los siguientes:

- 8 envases de plástico de 500 mililitros
- Guantes de nitrilo
- Mandil
- Cooler
- Hielo para refrigeración de las muestras
- Etiquetas
- Esfero

Al finalizar el muestreo en cada uno de los puntos se colocaron las etiquetas en sus respectivos envases, las cuales tienen la siguiente información:

- Número de muestra
- Lugar de muestro
- Fecha de muestreo
- Hora de muestreo
- Nombre de la persona que muestreo
- Temperatura del lugar
- Cantidad de agua muestreada
- Tipo de análisis a realizarse
- Condiciones climáticas

Formato de etiquetas ver anexo 2.



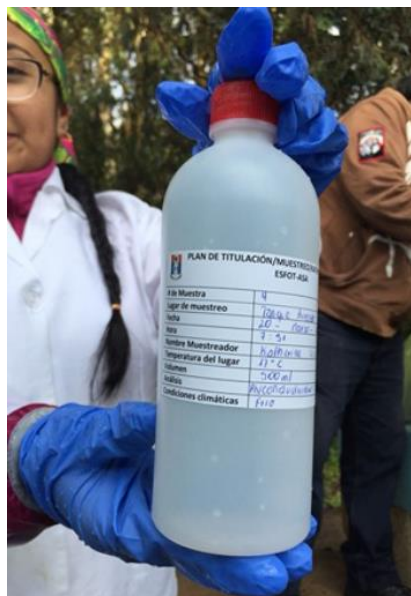


FIGURA 22: ETIQUETA DE LAS MUESTRAS

FUENTE: El Autor

Con respecto al almacenamiento y transporte de las muestras. Al finalizar la toma de las muestras, los envases fueron colocados en el cooler con los cubetos de hielo para refrigeración.

Estas consideraciones fueron tomadas de acuerdo a la norma NTE INEN 2169:2013 Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

### 2.2.2 ANÁLISIS DE pH

Para la medición de pH se tomó 50 mililitros de muestra en un vaso de precipitación y con el pH-metro se midió el parámetro introduciendo el electrodo en el vaso, para realizar la siguiente medición se limpió el electrodo con agua destilada, en cada muestra se hizo tres repeticiones.



FIGURA 23: EQUIPO MEDICIÓN DE pH

FUENTE: El Autor

### 2.2.3 ANÁLISIS DE TURBIEDAD

En este análisis se utilizó el método nefelométrico, antes del análisis se agitan las muestras con la finalidad de que se disuelvan todos los materiales flotantes y que quede uniforme, la medición se realizó en el turbidímetro HACH 2100P, primero se colocó un poco de muestra en la celda del equipo se hizo un enjuague y se desechó el agua, luego de ello se agregó la muestra hasta la marca señalada y se colocó en el equipo se esperó unos minutos hasta que se estabilice la medición y se registró los datos, se realizaron tres repeticiones en cada muestra.



FIGURA 24: EQUIPO MEDICIÓN DE TURBIEDAD

FUENTE: El Autor

### 2.2.4 ANÁLISIS DE COLOR

Se siguió el método HACH 8050 en donde se filtró 50 mililitros de agua destilada siendo esta el blanco para la medición y se filtró otros 50 mililitros de la muestra, utilizando el

espectrofotómetro en el programa 120 se encero con el blanco y se realizó la medición de la muestra.



FIGURA 25: EQUIPO MEDICIÓN DE COLOR

FUENTE: El Autor

### 2.2.5 ANÁLISIS DE HIERRO

En este análisis se siguió el método HACH 8008, en una celda se colocó 10 mililitros de la muestra y se usó como blanco, en otra celda 10 mililitros de muestra con el reactivo de hierro FerroVer se esperó unos minutos y se realizó la medición en el espectrofotómetro.



FIGURA 26: ESPECTROFOTÓMETRO MEDICIÓN DE HIERRO

FUENTE: El Autor

### 2.2.6 ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES

El análisis de sólidos totales se realizó bajo el método APHA 2540 C. Como primer paso se taro 4 crisoles en la estufa a 105°C durante dos horas.

Una vez transcurrido las dos horas se sacaron los crisoles al desecador para que se enfríen durante 2 horas más, pasado este tiempo se pesó cada uno de los crisoles.



FIGURA 27: TOMA DE PESOS DE LOS CRISOLES

FUENTE: El Autor

Se tomó 25 mililitros de la muestra en cada uno de los crisoles y se los llevó a la estufa durante dos horas más.

Pasadas las dos horas y sacados los crisoles al desecador se registró el peso final.

### **2.2.7 ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES**

Las otras cuatro muestras tomadas en cada uno de los puntos fueron enviadas al laboratorio de análisis ChavezSolutions para la medición de coliformes totales.

## **2.3 CATASTRO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**

El catastro de redes es un estudio técnico que constituye uno de los principales requisitos para una eficiente operación y mantenimiento de un sistema, ya sea de abastecimiento de agua potable o alcantarillado, el catastro de redes nos ayudó a determinar la ubicación exacta y referenciada de cada uno de los componentes de la línea de conducción de abastecimiento de agua de Rumiñahui en donde se identificó si algunas de las estructuras hidráulicas del sistema necesitan cambios para un mejor funcionamiento, toda la información fue registrada en una hoja guía de "CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI" ver anexo 3.

Estas actividades se realizaron con varias inspecciones visuales y recorridos a lo largo del trayecto de la línea de conducción llenando la hoja de catastro, tomando fotografías de los componentes del sistema.

## **2.4 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Se realizaron recorridos en campo, un análisis descriptivo, inspecciones visuales y registro fotográfico identificando las características de operación, funcionamiento y mantenimiento de los elementos que constituyen la línea de conducción y en base a esta información se definió un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar las condiciones del sistema ya que el Municipio no contaba con un plan o manual de actividades de mantenimiento.

## **2.5 SIMULACIÓN HIDRÁULICA**

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se elaboró un alineamiento y perfil longitudinal en el Civil 3d, en donde a partir de los planos generados en este programa se importó los puntos de la conducción de agua al software EPACAD en donde se generó la información necesaria para ser usada en la simulación hidráulica en el EPANET.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Después de haber realizado las inspecciones y descripción en campo a lo largo del trayecto de la conducción, se identificaron los siguientes componentes:

- Punto de captación
- Tanque de llegada

- Tanque aireado
- Cruce del río Pita
- Estructura de túnel
- Válvulas de aire
- Válvulas de desagüe
- Tanque reductor de presiones número 1
- Tanque repartidor Loreto

### 3.1.1 PUNTO DE CAPTACIÓN

Como se mencionó anteriormente el punto de captación se encuentra ubicado en la Reserva Ecológica El Molinuco, lugar que diariamente es visitado por turistas los cuales realizan caminatas por los senderos de la reserva y por esta razón la zona de captación está cercada por un cerramiento de malla, tiene una puerta con su debida seguridad y las únicas personas que tienen acceso a este espacio son los trabajadores de la DAPAC-R.



FIGURA 28: CERRAMIENTO PUNTO DE CAPTACIÓN

FUENTE: El Autor



FIGURA 29: VERTIENTES MOLINUCO

FUENTE: El Autor

Las vertientes Molinuco son afloraciones en forma de manantial de agua que nace de los substratos de la tierra, este lugar está cubierto y protegido por una estructura en forma de casa de adobe de medidas 6.50 metros de largo y un ancho de 3.20 metros, la cubierta en el techo tiene una pequeña inclinación con el objetivo de proteger y minimizar el impacto de derrumbes. La cubierta está ubicada en la abscisa 0+000, ya que en este punto inició el levantamiento topográfico a una altura de 2953 metros.



FIGURA 30: ESPACIO DE LA ZONA DE CAPTACIÓN DE AGUA MOLINUCO

FUENTE: El Autor

En la cubierta principal nace la captación del sistema y el agua es conducida por una tubería de 400 milímetros de diámetro.

En la zona de captación existe otro acceso en donde también se capta el agua que viene de las vertientes, cada una de estas puertas de accesos están aseguradas con un candado y bajo la responsabilidad del personal técnico del municipio.





FIGURA 31: ACCESO 2

FUENTE: El Autor

En el espacio de la captación hay una válvula de desagüe que está fuera de uso, no tiene ninguna conexión con la captación del agua. Esta válvula se encuentra dentro de una caja de cemento de 0.92 metros de ancho y 1.10 metros de profundidad, en la abscisa 0+050.



FIGURA 32: VÁLVULA DE DESAGUE FUERA DE USO

FUENTE: El Autor

En las puertas de las cubiertas de los puntos de captación se observó que existe presencia de moho y algas verdes, estas son removidas y limpiadas con machete por el personal de la DAPAC-R cuando ellos creen que es necesario.

Otra observación del estado de las infraestructuras del punto de captación fue que la pintura de las paredes de los tanques, cubierta de captación está deteriorada, en el suelo hay crecida de hierba lo que impide caminar con facilidad por el espacio, los candados de las compuertas en los puntos de captación se encuentran oxidados.

### **3.1.2 TANQUE DE LLEGADA (ALMACENAMIENTO)**

El agua es captada en un primer tanque de almacenamiento de 3.15 metros de alto y 3.40 metros de ancho, ubicado en la abscisa 0+050, en el interior de este tanque se encuentra un vertedero de 1.98 metros de largo y 0.83 metros de ancho.

Se observó en este tanque que el candado y la puerta están en malas condiciones (oxidadas).



FIGURA 33: TANQUE DE LLEGADA, ESPACIO CAPTACIÓN

FUENTE: El Autor

### 3.1.3 TANQUE AIREADOR

La siguiente estructura del sistema de conducción de agua es el aireador, está ubicado a 233.50 metros de distancia desde el punto de captación, en la abscisa 0+240.

Esta estructura se encuentra entre los espacios verdes de la Reserva El Molinuco, por lo cual está cubierto con un cerramiento de malla de 13 metros de ancho y 21.26 metros de largo.



FIGURA 34: AIREADOR

FUENTE: El Autor

El aireador tiene una altura de 4.73 metros y un ancho de 5.3 metros, este tanque está formado por 6 bandejas (filas) en cada una de ellas están ubicadas tuberías entrecruzadas de PVC de un diámetro de  $\frac{1}{2}$ ".

En este espacio está ubicada una primera tubería de 315 milímetros de diámetro que junto con una válvula de desagüe cumplen con la función de liberar el agua y descargarla en el río Pita cuando el sistema sea interrumpido.



FIGURA 35: VÁLVULA DE DESAGUE

FUENTE: El Autor

Otra tubería junto con una válvula conocida de by-pass es la que ayuda a la apertura y cierra del paso de agua para permitir realizar la limpieza al tanque aireado.



FIGURA 36: BY-PASS

FUENTE: El Autor

El tanque es limpiado una vez al año con cloro, según lo que informa el funcionario de la DAPAC-R, sin embargo, es evidente las grandes crecidas de moho, hierbas en los bordes del tanque.



FIGURA 37: CLORO PARA LA LIMPIEZA

FUENTE: El Autor

A partir del aireador se inicia un largo recorrido de conducción de agua de 4.05 kilómetros de longitud. Derivándose dos tuberías de conducción de agua una de 400 milímetros de diámetro y otra de 315.

Las válvulas se encuentran en buenas condiciones, se abren o cierran con 40 vueltas respectivamente.

### 3.1.4 CRUCE DEL RÍO PITA

Las dos tuberías que son las encargadas de conducir el agua se encuentran ubicadas en la parte inferior del suelo bajo los extensos senderos del Molinuco, a simple vista se observa que la cubierta de las capas de tierra (la calle) están en buen estado, ya que no se ven partes descubiertas de la tubería.

Siguiendo el recorrido se encuentra ubicado el Río Pita en donde las línea de conducción están en todo el cruce del río, en la abscisa 1+600, por época de verano el río no presentaba una crecida predominante por lo que el cruce fue factible caminando, pero en época lluviosa la crecida del Río Pita es muy profundo.

La cubierta de las líneas de conducción en el cruce del río es de cemento, aparentemente bien construida, pero tomando en cuenta las crecidas del río y el material sólido puede llegar a dañar la estructura de cemento.



FIGURA 38: CRUCE DEL RÍO PITA

FUENTE: El Autor

### 3.1.5 ESTRUCTURA DE TÚNEL

En el recorrido se observa que las tuberías de conducción están al área libre sin cubierta, solamente sujeta con pingos de madera. La zona de recorrido es peligrosa y propensa a deslaves.



FIGURA 39: TUBERÍAS

FUENTE: El Autor

El túnel, está ubicado en la abscisa 1+630, tiene una puerta de acceso que se encuentra en malas condiciones, no tiene una seguridad adecuada y solamente existe el borde de la puerta. Al otro extremo del túnel se encuentran dos puertas de salida separadas a una distancia de 1.12 metros entre sí.



FIGURA 40: ENTRADA AL TÚNEL

FUENTE: El Autor

Los seguros de estas dos últimas puertas se encuentran oxidadas y en el borde de las puertas la crecida de hierba es excesiva.



FIGURA 41: SALIDA DEL TÚNEL

FUENTE: El Autor

El interior de la estructura no tiene un recubrimiento y por esta razón se observaron varias filtraciones de agua.



FIGURA 42: INTERIOR DEL TÚNEL

FUENTE: El Autor

La longitud del túnel es de 62 metros de longitud y en su interior la visibilidad es muy poca.

Al final de este tramo se inicia un largo recorrido por los terrenos y paisajes de la Reserva y bajo estos parajes están ubicadas las dos líneas de conducción de agua.

### **3.1.6 VÁLVULAS DE AIRE**

Estas válvulas se encuentran ubicadas en los puntos más altos a lo largo de la conducción, hay un total de 9 válvulas de aire en el sistema de abastecimiento de Rumiñahui.

El control del aire es importante para garantizar seguridad, eficiencia, duración y buen desempeño en los sistemas de abastecimiento.

Se tiene la presencia de estas válvulas en la conducción para liberar el aire que se acumula durante la operación del sistema en los puntos más altos y así evitar la formación de bolsas de aire y que estas impidan el flujo de agua y provoquen el golpe de ariete.

El tipo de válvulas usadas en el sistema para que cumplan con la función de liberar el aire son válvulas de compuerta.





FIGURA 43: VÁLVULAS DE AIRE TIPO COMPUERTA

FUENTE: El Autor

Estas válvulas en su interior tienen una pieza que es la compuerta, la cual bloquea o permite el paso del flujo.

Las válvulas en este sistema están protegidas por una tapa de acero de 60 centímetros de diámetro, estas tapas están bajo la superficie del suelo, en el recorrido en campo algunas tapas no pudieron ser abiertas, ya que se necesita de mucha fuerza para abrirlas.



FIGURA 44: TAPA DE LAS VÁLVULAS DE AIRE

FUENTE: El Autor

El personal encargado de la supervisión de estas válvulas mencionó que durante un año ha tenido que cambiar el actuador de las válvulas y los repuestos han sido costeados por el mismo.

Para abrir y cerrar la válvula se presentó dificultades ya que el actuador esta oxidado y es necesario aplicar una elevada fuerza.

Estas válvulas se abren con dos vueltas y siempre estan abiertas, de las 9 válvulas del sistema, de dos pulgadas de diámetro, dos de ellas están fuera de funcionamiento y necesitan ser cambiadas.



FIGURA 45: VÁLVULAS DE AIRE FUERA DE USO

FUENTE: El Autor

Existen dos válvulas que se ubican 100 metros antes de llegar al tanque Rompe Presiones, estas válvulas están cubiertas por unas compuertas de acero, los candados de estas compuertas están oxidados. La única persona que tiene acceso a las llaves de estos candados es el trabajador de la DAPAC-R.



FIGURA 46: CAJA DE LAS VÁLVULAS DE AIRE

FUENTE: El Autor

### 3.1.7 VÁLVULAS DE DESAGUE

La función de estas válvulas como parte de un sistema de abastecimiento de agua es evitar el retorno de agua cuando suba de nivel y permitir una salida cuando el nivel baje.

El tipo de válvulas usadas en el sistema de Rumiñahui son válvulas de tipo compuerta.

En el punto de captación se encuentra una válvula de desagüe fuera de uso.

La estructura de aireador cuenta con un sistema de By-pass el cual cierra el paso del agua hacia el aireador para realizar la limpieza del mismo.

Otra válvula de desagüe en el aireador es usada cuando el sistema de abastecimiento de agua necesite ser parado y cortar el paso de agua hacia las dos tuberías de conducción, el agua es liberada al Río Pita.

A 1 metro de distancia del tanque reductor de presiones número 1 se encuentra construida una caja de válvulas de 3 metros de ancho y 2.34 metros de profundidad y en su interior de válvulas de tipo compuerta que cumple con la función de cerrar o permitir el paso de agua hacia el tanque.



FIGURA 47: VÁLVULAS DE CONTROL

FUENTE: El Autor

### 3.1.8 TANQUE REDUCTOR DE PRESIONES NÚMERO 1

A 3.525 kilómetros de distancia desde la captación se encuentra ubicado un tanque reductor de presiones en el barrio Loreto de Sangolqui, en la abscisa 3+520, este tanque tiene un cerramiento de mallas que protege y evita el acceso a moradores y animales especialmente al ganado vacuno de la zona.

Este cerramiento es de malla de 9.17 metros de ancho y 2.37 metros de altura, tiene una puerta con su debido candado.



FIGURA 48: TANQUE REDUCTOR DE PRESIONES NÚMERO 1

FUENTE: El Autor

Dentro de este espacio se encuentra un tanque 1.35 metro de ancho y 1.14 metros de altura, en este tanque se realiza el proceso de desinfección del agua del sistema de abastecimiento de agua potable de Rumiñahui, en donde el trabajador de la DAPAC-R coloca una taza de cloro granular de 700 gramos una vez a la semana cada viernes y la acción del cloro es controlada por un sistema de goteo en una tubería de PVC de  $\frac{1}{2}$  "de diámetro. La acción del cloro dura una semana.



FIGURA 49: TANQUE DE CLORACIÓN

FUENTE: El Autor



FIGURA 50: SISTEMA DE GOTEO

FUENTE: El Autor

La tubería del sistema de goteo en ocasiones se tapa por acumulación del cloro y esta debe ser cambiada, aproximadamente cada mes.



FIGURA 51: TUBERÍA DEL SISTEMA DE GOTEO CON ACUMULACIÓN DE CLORO

FUENTE: El Autor

A partir de este tanque se distribuye el agua a los moradores del Barrio Loreto, el agua es distribuida en una tubería de 315 milímetros de diámetro.



FIGURA 52: TUBERÍA DISTRIBUCIÓN DE AGUA BARRIO LORETO

FUENTE: El Autor

El encargado del control del sistema de distribución de agua de Rumiñahui realiza un control de la calidad de agua diariamente utilizando un equipo de medición de cloro, en donde el trabajador se dirige a las casas vecinas del barrio Loreto y toma una muestra de agua en dos viales del equipo.

Para la medición introduce en el equipo un vial de la muestra como blanco, esta muestra se mide en el equipo para encerrarlo y otro vial de muestra de agua con el reactivo de cloro, siendo este valor medido el verdadero.



FIGURA 53: EQUIPO DE MEDICIÓN DE CLORO

FUENTE: El Autor

Los valores de la medición deben ser inferiores a uno para garantizar que el proceso de cloración es eficiente, por lo general, menciona el trabajador que se marcan valores entre 0.7 y 0.9, estos valores son registrados semanalmente a los funcionarios del municipio.

### **3.1.9 TANQUE REPARTIDOR LORETO**

Como último punto de la conducción de Agua de Sangolgui de encuentra el tanque de distribución de Loreto, en la abscisa 4+300, y a partir de este tanque se derivan tres tuberías de distribución de agua.

La primera tubería es de 160 milímetros de diámetro y es la distribución para el barrio Cashapamba.

La segunda tubería es de 250 milímetros de diámetro y es la distribución para el barrio Mushuñan.

La tercera tubería es de 200 milímetros de diámetro y es la distribución para el barrio Cotogchoa.

Las tuberías son de PVC y cada una de ellas cuenta con una válvula de compuerta que cumpla con la función de permitir o bloquear el paso de agua, estas válvulas siempre están abiertas.



FIGURA 54: TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

FUENTE: El Autor

Este último espacio del sistema también cuenta con un cerramiento de malla de 10.40 metros de ancho y 2.80 metros de alto

El tanque de distribución de agua está cubierto por una caseta de adobe de 3.43 metros de ancho y 2.70 metros de alto, en el interior de esta caseta se encuentra construido un tanque rectangular con 3 divisiones, las medidas del tanque son 3 metros de largo y 0.90 metros de ancho.

La pintura de las paredes alrededor del tanque está deteriorada por la humedad del espacio.





FIGURA 55: TANQUE DEL TANQUE REPARTIDOR DE LORETO

FUENTE: El Autor

Las tres tuberías de conducción se encuentran protegidas por una cubierta de adobe de 3.43 de ancho y 2.44 metros de profundidad. En los bordes de este tanque se observa crecida hierbas y moho.



FIGURA 56: CRECIDA DE HIERBA Y MOHO

FUENTE: El Autor

### 3.2 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA

Las muestras fueron tomadas en las siguientes coordenadas:

Tabla 1: COORDENADAS DE LAS MUESTRAS

<b>LUGAR</b>	<b>CAPTACIÓN</b>	<b>ENTRADA AIREADOR</b>	<b>SALIDA AIREADOR</b>	<b>TANQUE REPARTIDOR</b>
<b>EJES</b>				
X	9953215.7	9953337.399	9953331.311	9956140.392
Y	788727.58	788513.222	788535.329	785796.674
Z	2954	2946.413	2948.675	2898.587

FUENTE: El Autor

#### pH

Tabla 2: RESULTADOS MEDICIÓN pH-CAPTACIÓN

<b>pH</b>	
<b>MUESTRA: CAPTACIÓN VERTIENTES EL MOLINUCO</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	7.3
<b>2</b>	7.2
<b>3</b>	7.3
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.2</b>

FUENTE: El Autor

Los valores registrados del pH en el análisis del agua de la captación oscilan entre 7.3 y 7.2, es decir, el valor neutral de pH del agua, cumpliendo con la normativa Tulas y la de la Secretaria del agua, que indican que el pH del agua para consumo humano debe estar entre 6 y 9.

Tabla 3: RESULTADOS MEDICIÓN pH-ENTRADA AIREADOR

<b>pH</b>	
<b>MUESTRA: ENTRADA AL AIREADOR</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	7.3
<b>2</b>	7.4
<b>3</b>	7.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.3</b>

FUENTE: El Autor

De igual manera que la tabla 2 los valores se acercan al valor neutral del agua indicando un pH óptimo de agua para consumo humano.

Tabla 4: RESULTADOS MEDICIÓN pH-SALIDA AIREADOR

<b>pH</b>	
<b>MUESTRA: SALIDA DEL AIREADOR</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	7.3
<b>2</b>	7.4
<b>3</b>	7.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.3</b>

FUENTE: El Autor

Los valores de pH registrados se acercan al valor neutral del agua.

Tabla 5: RESULTADOS MEDICIÓN pH-TANQUE REPARTIDOR

<b>pH</b>	
<b>MUESTRA: TANQUE REPARTIDOR LORETO</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	7.7
<b>2</b>	7.7
<b>3</b>	7.7
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.7</b>

FUENTE: El Autor

En comparación con las tablas antes expuestas los valores de pH en el tanque repartidor con más altas, sin embargo, no deja de ser un pH óptimo y dentro del rango, el valor de 7.7 tiende a ser básico.

## **TURBIEDAD**

Tabla 6: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-CAPTACIÓN

<b>TURBIEDAD Unidades: NTU</b>	
<b>MUESTRA: CAPTACIÓN VERTIENTES EL MOLINUCO</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	0.37
<b>2</b>	0.27
<b>3</b>	0.34
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.32</b>

FUENTE: El Autor

El límite máximo de turbiedad en el tulas es de 10NTU y en la norma de la Secretaria del Agua el límite recomendable es de 1NTU, los valores registrados muestran una mínima presencia de material particulado en suspensión, el valor de 0.32 se puede atribuir a pequeñas partículas de material de erosión natural del suelo, el cual puede ser la pendiente de montaña por donde cae el agua de las vertientes, sin embargo, no deja de ser una turbiedad aceptable.

Tabla 7: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-ENTRADA AIREADOR

<b>TURBIEDAD Unidades: NTU</b>	
<b>MUESTRA: ENTRADA AL AIREADOR</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	0.36
<b>2</b>	0.32
<b>3</b>	0.32
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.33</b>

FUENTE: El Autor

Al igual que en la tabla 6 los valores son aceptables dentro de la norma.

Tabla 8: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-SALIDA AIREADOR

<b>TURBIEDAD Unidades: NTU</b>	
<b>MUESTRA: SALIDA DEL AIREADOR</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	0.35
<b>2</b>	0.32
<b>3</b>	0.31
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.32</b>

FUENTE: El Autor

Los valores registrados de turbiedad en la salida del aireador son aceptables de acuerdo a la norma Tulas y la de la Secretaría del Agua.

Tabla 9: RESULTADOS MEDICIÓN TURBIEDAD-TANQUE REPARTIDOR

<b>TURBIEDAD Unidades: NTU</b>	
<b>MUESTRA: TANQUE REPARTIDOR LORETO</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>1</b>	0.28
<b>2</b>	0.32
<b>3</b>	0.31
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.30</b>

FUENTE: El Autor

A lo largo del trayecto la turbiedad va tomando un valor más óptimo y con una excelente calidad para ser usada agua de consumo humano.

## **COLOR**

Tabla 10: RESULTADOS MEDICIÓN COLOR

<b>COLOR Unidades: de platino cobalto PtCo</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>MUESTRA: CAPTACIÓN VERTIENTES EL MOLINUCO</b>	
<b>1</b>	0.2
<b>MUESTRA: ENTRADA AL AIREADOR</b>	
<b>1</b>	0.3
<b>MUESTRA: SALIDA DEL AIREADOR</b>	
<b>1</b>	0.5
<b>MUESTRA: TANQUE REPARTIDOR LORETO</b>	
<b>1</b>	0.7

FUENTE: El Autor

El tulas en su tabla 2 de agua para el consumo humano que solo requiere desinfección indica como valor máximo 20 unidades de color, mientras que en la norma de la Secretaria de Agua el rango esta entre 5 y 15 unidades de Pt-Co (platino-cobalto), los valores registrados de los análisis entran en este rango contando con un color apto de agua de consumo, el valor de 0.7 se lo puede atribuir a que a partir de la salida del

aireador se inicia un largo tramo de conducción de agua de más de 3 kilómetros y durante ese recorrido varía el color.

## HIERRO

Tabla 11: RESULTADOS MEDICIÓN HIERRO

<b>HIERRO Unidades: de platino cobalto mg/lt</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>MUESTRA: CAPTACIÓN VERTIENTES EL MOLINUCO</b>	
<b>1</b>	0.0
<b>MUESTRA: ENTRADA AL AIREADOR</b>	
<b>1</b>	0.0
<b>MUESTRA: SALIDA DEL AIREADOR</b>	
<b>1</b>	0.0
<b>MUESTRA: TANQUE REPARTIDOR LORETO</b>	
<b>1</b>	0.0

FUENTE: El Autor

El hierro es uno de los principales metales que pueden afectar a la conducción de agua debido al trayecto que debe pasar el agua por largas tuberías, no se registró presencia de hierro en ninguno de los puntos de la conducción. Se puede atribuir estos valores a que el material de las tuberías está en buenas condiciones, siendo el valor máximo de hierro en las normas 1.

## SÓLIDOS TOTALES

Tabla 12: RESULTADOS MEDICIÓN ST-CAPTACIÓN

<b>SÓLIDOS TOTALES Unidades: mg/lit</b>	
<b>MUESTRA: CAPTACIÓN VERTIENTES EL MOLINUCO</b>	
<b>MEDICIÓN 1</b>	
<b>PESO 1</b>	33.5801
<b>PESO 2</b>	33.6701
<b>FÓRMULA</b> <b>CT:</b> peso del crisol tarado <b>CM:</b> peso del crisol con la muestra $ST = \frac{(CT - CM) \times 1000}{VOL (ml)}$ $ST = \frac{(33.5801 - 33.6701) \times 1000}{0.25ml}$ $ST = 360mg/lit$	

FUENTE: El Autor

El Tulas en la tabla 2 de los límites permisibles para agua de consumo humano indica como valor máximo de sólidos totales 500 mg/lit, mientras que la norma de la secretaria del agua tiene un límite permisible de 1000, el valor registrado en la captación es de 360 mg/lit, atribuyendo este dato a la presencia de pequeño material de rocas y arena de la pendiente de montaña por sobre donde se da la descarga de agua, sin embargo, es un valor aceptable para el inicio del sistema de abastecimiento de agua potable.



Tabla 13: RESULTADOS MEDICIÓN ST-ENTRADA AIREADOR

<b>SÓLIDOS TOTALES Unidades: mg/lit</b>	
<b>MUESTRA: ENTRADA AL AIREADOR</b>	
<b>MEDICIÓN 1</b>	
<b>PESO 1</b>	30.0579
<b>PESO 2</b>	30.0734
<b>FÓRMULA</b> <b>CT:</b> peso del crisol tarado <b>CM:</b> peso del crisol con la muestra $ST = \frac{(CT - CM) \times 1000}{VOL (ml)}$ $ST = \frac{(30.0579 - 30.0734) \times 1000}{0.25ml}$ $ST = 62 \text{ mg/lit}$	

FUENTE: El Autor

Dado la distancia que transcurre el agua desde la captación hasta el tanque aireado el material se va disolviendo y el valor registrado es menor al de la captación cumpliendo así con la norma de la secretaria del agua.

Tabla 14: RESULTADOS MEDICIÓN ST-SALIDA AIREADOR

<b>SÓLIDOS TOTALES Unidades: mg/lit</b>	
<b>MUESTRA: SALIDA DEL AIREADOR</b>	
<b>MEDICIÓN 1</b>	
<b>PESO 1</b>	38.7565
<b>PESO 2</b>	38.9213
<b>FÓRMULA</b> <b>CT:</b> peso del crisol tarado <b>CM:</b> peso del crisol con la muestra $ST = \frac{(CT - CM) \times 1000}{VOL (ml)}$ $ST = \frac{(38.7565 - 38.9213) \times 1000}{0.25ml}$ $ST = 659.2 \text{ mg/lit}$	

FUENTE: El Autor

El valor de sólidos totales en la salida del aireador es alto con respecto al valor registrado en la entrada debido a que entre las tuberías que se encuentran en el interior del aireador pueden haber pequeños sólidos y materias en suspensión que alteren este valor, sin embargo, entra en los límites permisibles de las normas.

Tabla 15: RESULTADOS MEDICIÓN ST-TANQUE REPARTIDOR

<b>SÓLIDOS TOTALES Unidades: mg/lt</b>	
<b>MUESTRA: TANQUE REPARTIDOR LORETO</b>	
<b>MEDICIÓN 1</b>	
<b>PESO 1</b>	36.6324
<b>PESO 2</b>	36.7701
<b>FÓRMULA</b> <b>CT:</b> peso del crisol tarado <b>CM:</b> peso del crisol con la muestra $ST = \frac{(CT - CM) \times 1000}{VOL (ml)}$ $ST = \frac{(33.5801 - 37.7701) \times 1000}{0.25ml}$ $ST = 550.8 \text{ mg/lt}$	

FUENTE: El Autor

Después del largo trayecto desde el aireador hasta el tanque los sólidos y la materia se va disolviendo hasta que en el tanque repartidor ya se tiene un valor más óptimo y neutral en cuanto a las dos normas.

## COLIFORMES TOTALES

Las muestras fueron enviadas al laboratorio CHAVEZSOLUTIONS para los análisis respectivos y los resultados fueron:

<b>Coliformes Totales Unidades: colonias/100ml</b>	
<b>MEDICIONES</b>	<b>VALORES</b>
<b>MUESTRA: CAPTACIÓN VERTIENTES EL MOLINUCO</b>	
<b>1</b>	<b>&lt;1</b>
<b>MUESTRA: ENTRADA AL AIREADOR</b>	
<b>1</b>	<b>&lt;1</b>
<b>MUESTRA: SALIDA DEL AIREADOR</b>	
<b>1</b>	<b>&lt;1</b>
<b>MUESTRA: TANQUE REPARTIDOR LORETO</b>	
<b>1</b>	<b>&lt;1</b>

La Norma TULAS indica un límite máximo permisible de 3000 NMP/100ml y la norma de la Secretaria del Agua indica hasta 5000 NMP/100ml de bacterias de coliformes que pueden estar presentes en el agua y pueden ser removidas con tratamientos convencionales, los valores que se obtuvieron en los análisis fueron <1 en todos los puntos muestreados lo que significa que no se observa presencia de colonias de bacterias coliformes, cumpliendo con la normativa y teniendo una agua libre de agentes bacteriológicos.

Ver Anexo 4 informe del laboratorio de los análisis de coliformes totales.

### 3.3 APLICACIÓN DE LA NORMA

La Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, es un marco legal parte del Código Ecuatoriano de la construcción, en la cual se plantean los lineamientos, disposiciones, tecnologías, planificaciones de diseño, construcción, operación y mantenimiento que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua potable, dentro de las poblaciones rurales ecuatorianas.

Es por eso que el sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui trabaja en proyectos basándose en las disposiciones de esta normativa. De la descripción de cada uno de los componentes que forman parte de la conducción de agua potable se puede decir que:

Por las condiciones topográficas del terreno y aprovechando las vertientes de agua el Molinuco el sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui ha sido un sistema diseñado para trabajar a gravedad, debido a que las fuentes de agua se encuentran por sobre la línea piezométrica requerida o existente en el punto de entrega de agua.

El sistema por más de 38 años cumple con la finalidad de entregar agua en cantidad y calidad a los habitantes, siendo esta entrega ininterrumpida; como lo dispone la norma en la sexta parte, literal 5.2 Captación.

Luego de haber realizado el monitoreo y análisis del agua en diferentes puntos del sistema se comprueba que el agua cumple con los parámetros mínimos y máximos de las tablas en la cuarta parte de la norma, calidad del agua, los resultados arrojados de los ensayos y análisis son aceptables y dan a concluir que el agua que está siendo abastecida es de buena calidad dentro de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

Las condiciones en cuanto al espacio de la captación cumplen con la norma, la cual establece que debe estar construida una cámara tipo cubierta que proteja los

afloramientos de agua y que estos afloramientos sean captados en un vertedero y a partir de este punto inicie la conducción de agua. Este lineamiento se encuentra en la sexta parte de la norma literal 5.1.3.2 de sistemas de agua potable.

La norma indica que el perímetro en donde se ubiquen tanques deben estar cercados con malla o alambre evitando el ingreso de animales y personas extrañas. Esta acción cumple el sistema de Rumiñahui, ya que, las estructuras de captación, aireador, tanque rompe-presión y tanque repartidor están cercadas.

La norma indica que a lo largo de las conducciones de agua se debe contar con válvulas de desagüe y válvulas de control. El sistema de Rumiñahui tiene 9 válvulas de desagüe y 2 válvulas de control.

En la sexta parte de la norma que corresponde a sistemas de agua potable se indica que es importante calcular periódicamente presiones, velocidades, caudales y pérdidas, los funcionarios de la DAPAC-R anualmente realizan actividades topográficas a lo largo de la conducción para con ellos obtener datos y simular en los softwares hidráulicos para saber bajo que parámetros hidráulicos está trabajando la conducción.

La estructura de túnel forma parte de la conducción siendo esta una construcción recta, contando con un fácil acceso para su mantenimiento y control de funcionamiento.

El tanque rompe-presión de la conducción de agua cumple con la finalidad de crear un volumen de agua de reserva para satisfacer demandas instantáneas y abatimientos bruscos de nivel, impedir entrada de aire a las tuberías y minimizar pérdidas de carga, cumpliendo con lo que indica la norma en el literal 5.6 distribución.

El tipo de válvulas que se debe usar para que cumplan con la función de liberar el aire son de tipo compuerta, en el sistema todas las válvulas son de compuerta.

La norma indica que es importante instalar una cámara o estructura de aire al inicio de la conducción, el sistema de Rumiñahui cuenta con el tanque aireado en los primeros tramos de la conducción.

El sistema de abastecimiento de agua potable de Rumiñahui es sencillo en cuanto a los elementos o estructuras que forman parte de el mismo, es un sistema de gran importancia para el cantón ya que cuenta con una de las mejores fuentes de abastecimiento de agua que son las vertientes el Molinuco que ya con más de 30 años de funcionamiento esta fuente ha sido captada, conducida y distribuida sin interrupciones.

### **3.4 SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Los trabajos topográficos realizados en el trabajo fueron muy importantes, ya que, en base a los puntos obtenidos se elaboró el perfil longitudinal en el Civil 3D, luego se importó los puntos al EPACAD en donde se obtuvo un archivo con extensión NET para poder trabajar en el software de simulación hidráulica EPANET.

Los datos que se ingresó en la simulación del EPANET fueron diámetros de las tuberías y la demanda de caudal de agua que se está abasteciendo en el sistema.

Ya ingresados los datos se corre el programa e inmediatamente se obtienen valores de presión, caudales y pérdidas, los datos son los siguientes:

El Cantón Rumiñahui trabaja bajo la “Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes” y esta indica que en los sistemas de abastecimiento de agua se debe trabajar con una presión mínima de 10 mca (metros columna de agua) y una presión máxima 60-70mca

Haciendo un promedio entre las presiones mínimas con valores inferiores a 10 se obtuvo que el sistema trabaja a una presión como mínima de 8.59 mca (metros columna de agua) y transformando este valor a psi nos da 12.175 psi, este valor indica que el sistema de Rumiñahui en la conducción de agua Vertientes Molinuco-Tanque repartidor Loreto se opera con una presión aceptable y dentro del límite de la norma conduciendo el agua hasta el tanque repartidor para luego de ese punto abastecer a los moradores.

De la misma manera para la presión máxima se realizó un promedio entre los valores de 60 a 70 mca y se obtuvo que la media aritmética de máxima presión es de 64.09 mca.

En el trayecto de la conducción se inicia con presiones de 3.28 mca y esta se va estabilizando metros después de la salida del aireador, la presión sube en el tramo del terreno en donde se encuentra el cruce del río Pita debido a que la altura es menor con referencia al aireador, seguido de este punto se encuentra la máxima presión de 70.96 mca en la entrada al túnel, a partir de este trayecto las presiones varían entre 57 y 61 mca, metros después de estos puntos la presión de agua se estabiliza a valores promedio de 8 y 20 mca llegando al tanque rompe-presiones con una presión de 10.35 mca en la tubería de 400 y 11.25 mca en la tubería de 315 para finalmente llegar al tanque repartidor Loreto con una presión de 7.91 mca.

En la salida del aireador y del tanque reductor de presiones se registra un valor de presión 0 mca.

Los gráficos que se muestran a continuación son la variación de la presión en función de la distancia del terreno.

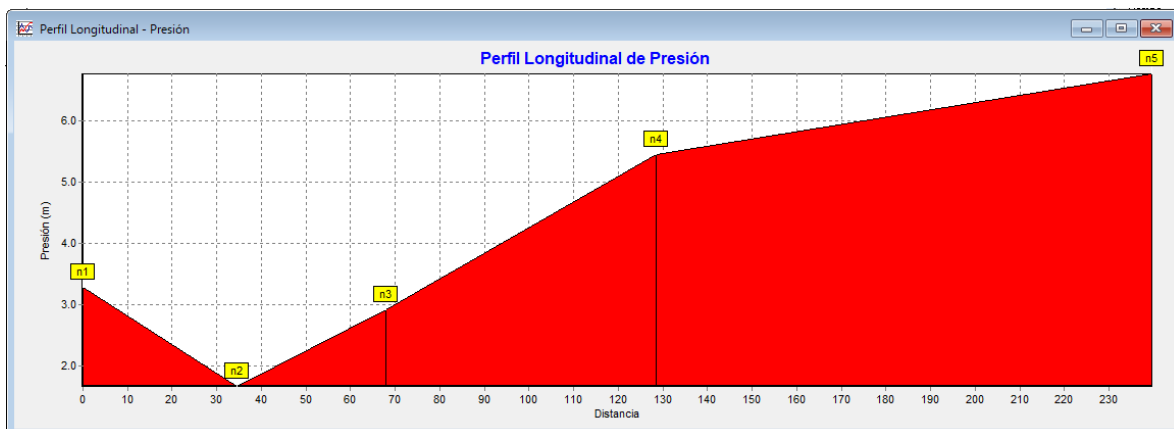


FIGURA 57: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO CAPTACIÓN-TANQUE AIREADO

FUENTE: EPANET, VILLACIS 2018



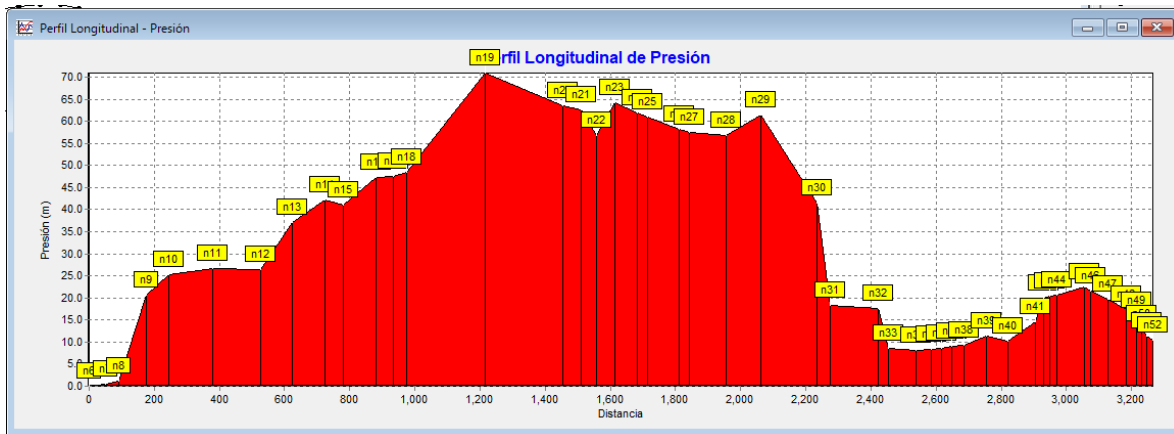


FIGURA 58: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO TANQUE AIREADO-TANQUE ROMPE-PRESIONES TUBERIA DE 400

FUENTE: EPANET, VILLACIS 2018

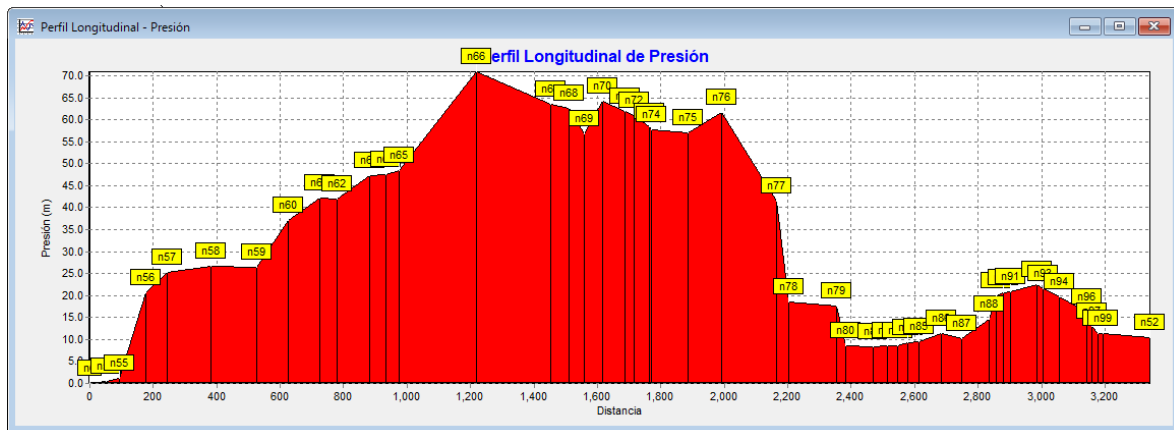


FIGURA 59: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO TANQUE AIREADO-TANQUE ROMPE-PRESIONES TUBERIA DE 315

FUENTE: EPANET, VILLACIS 2018

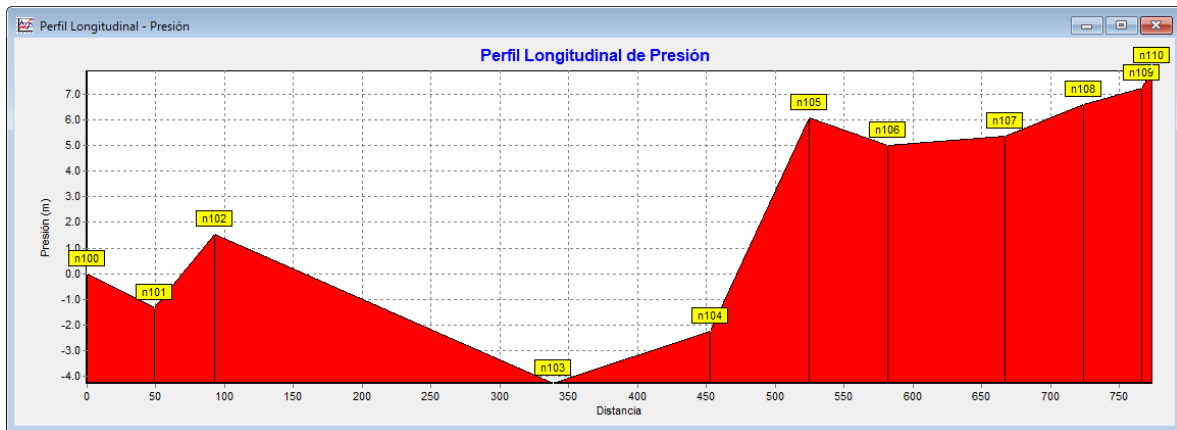


FIGURA 60: VARIACIÓN DE LA PRESIÓN VS DISTANCIA TRAMO TANQUE ROMPE-PRESIONES-TANQUE REAPRTIDOR TUBERÍA DE 315

FUENTE: EPANET, VILLACIS 2018

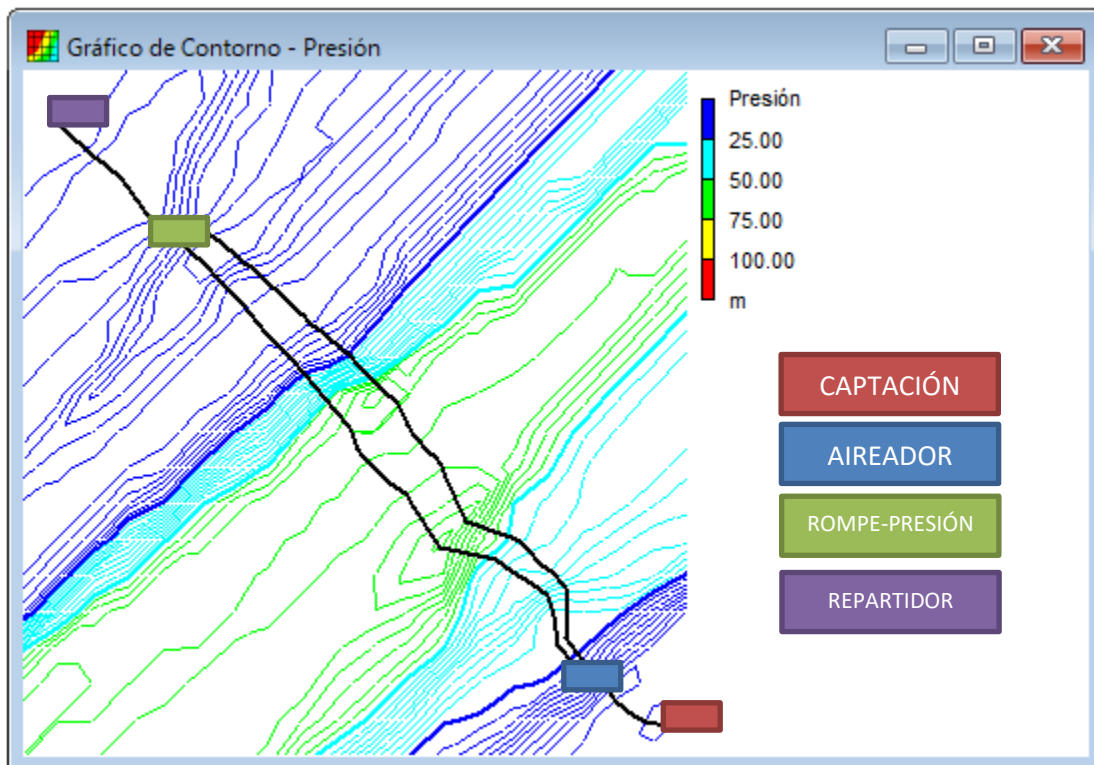


FIGURA 61: GRÁFICO DE CONTORNO-PRESIÓN

FUENTE: EPANET, VILLACIS 2018

Con respecto a las velocidades se está operando con una velocidad inicial entre la captación y el tanque aireado de 2.06m/s (metros sobre segundos) a partir de este punto por la tubería de 400 se opera con una velocidad de 1.34m/s y por la tubería de 315 a 1.16 m/s hasta el tanque rompe-presiones en donde se unen las tuberías y en este punto la velocidad es la inicial de 2.06m/s, a partir de este punto se trabaja con una velocidad de 3.32m/s por la tubería de 315. Se atribuye este último valor de velocidad debido a que el agua es conducida solamente por una tubería de 315 de diámetro, quedando así poco espacio para que fluya el caudal. Sin embargo, estas velocidades entran bajo los límites de la Norma de diseño INEN que indica que se debe operar con velocidades entre 0.9-3m/s.

Las pérdidas que son producidas por fricción en la línea de conducción tiene como valor mínimo 3.42m/km (metros sobre kilómetros) en la tubería de 400 y un valor de 3.45m/km por la tubería de 315. En el último tramo de tubería a partir de tanque rompe-presiones se tienen pérdidas de 24 m/km ya que se está trabajando gran cantidad de caudal por una sola tubería de menor de diámetro de 315.

Se puede observar el informe completo de cada uno de los parámetros hidráulicos de la simulación en el Anexo 5 que es toda la información generada por el EPANET.

### **3.5 PLAN DE MANTENIMIENTO**

El objetivo principal del plan de mantenimiento es contar con una serie de actividades y tareas de mantenimiento programadas que se realizan a equipos, instalaciones para mejorar su operación, alargar su tiempo de vida útil, identificar fallas o paras de los equipos y dar correcciones a las mismas.

De lo que se pudo observar en los recorridos en campo las estructuras y accesorios que forman parte de la línea de conducción no tienen ninguna identificación, codificación o nomenclatura, no se tiene ningún registro de cuantos y cuales equipos forman parte de la conducción, así mismo, no hay registro de acciones y frecuencia de mantenimiento que se han realizado; es por esta razón que surge la necesidad de contar con un plan de mantenimiento.

Este plan de mantenimiento será entregado al GAD Rumiñahui para que sirva de apoyo para un mejor control de la operación y mantenimiento de los equipos que forman parte de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de Agua Potable de Rumiñahui.

### 3.5.1 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Tabla 16: ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

<b>N° de accesorio/estructura</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>Nombre del Accesorio/Estructura</b>
1	0+000	Estructura cubierta de la captación 1
2	0+010	Acceso 2
3	0+050	Válvula de desagüe FU
4	0+050	Tanque de llegada
5	0+150	Válvula de aire 1
6	0+040	Tanque aireado
7	0+250	Válvula de desagüe 1
8	0+250	BY-PASS
9	0+750	Válvula de aire 2
10	1+630	Válvula de aire 3
11	1+630	Estructura de túnel
12	1+630	Puerta de entrada del túnel
13	1+690	Puerta de salida del túnel 1
14	1+690	Puerta de salida del túnel 2
15	2+310	Válvula de aire 4
16	2+650	Válvula de aire 5
17	2+650	Válvula de aire 6
18	3+200	Válvula de aire 7
19	3+200	Válvula de aire 8
20	3+510	Válvulas de control 1
21	3+510	Válvulas de control 2
22	3+520	Tanque de cloración

23	3+520	Sistema de goteo
24	4+270	Válvulas de aire 9
25	4+300	Estructura del tanque repartidor Loreto
26	4+300	Tubería 1 Cashapamba
27	4+300	Tubería 2 Mushuñan
28	4+300	Tubería 3 Cotogchoa
29	-	Equipo de medición de cloro

FUENTE: El Autor

### 3.5.2 INVENTARIO DE LOS ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS

Tabla 17: INVENTARIO DE ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS

Nº DE ACCESORIO/ ESTRUCTURA	NOMBRE DEL ACCESORIO/ESTRUCTURA	ESTADO	SECCIÓN	CÓDIGO
1	Estructura cubierta de la captación 1	En uso	01	M-E-01-01
2	Acceso 2	En uso	01	M-E-01-02
3	Válvula de desagüe FU	Fuera de uso	01	M-A-01-03
4	Tanque de llegada	En uso	01	M-E-01-04
5	Válvula de aire 1	En uso	02	M-A-02-05
6	Tanque aireado	En uso	03	M-E-03-06
7	Válvula de desagüe 1	En uso	03	M-A-03-07
8	BY-PASS	En uso	03	M-A-03-08
9	Válvula de aire 2	En uso	02	M-A-02-

				09
10	Válvula de aire 3	En uso	02	M-A-02-10
11	Estructura de túnel	En uso	04	M-E-04-11
12	Puerta de entrada del túnel	En uso	04	M-E-04-12
13	Puerta de salida del túnel 1	En uso	04	M-E-04-13
14	Puerta de salida del túnel 2	En uso	04	M-E-04-14
15	Válvula de aire 4	En uso	02	M-A-02-15
16	Válvula de aire 5	En uso	02	M-A-02-16
17	Válvula de aire 6	En uso	02	M-A-02-16
18	Válvula de aire 7	En uso	02	M-A-02-18
19	Válvula de aire 8	En uso	02	M-A-02-19
20	Válvulas de control 1	En uso	05	M-A-05-20
21	Válvulas de control 2	En uso	05	M-A-05-21
22	Tanque de cloración	En uso	05	M-E-05-22
23	Sistema de goteo	En uso	05	M-E-05-23
24	Válvulas de aire 9	En uso	05	M-A-05-24
25	Estructura del tanque repartidor Loreto	En uso	06	M-E-06-25

26	Tubería 1 Cashapamba	En uso	06	M-A-06-26
27	Tubería 2 Mushuñan	En uso	06	M-A-06-27
28	Tubería 3 Cotogchoa	En uso	06	M-A-06-28
29	Equipo de medición de cloro	En uso	06	M-A-06-29

FUENTE: El Autor

## SIMBOLOGÍA

M: Molinuco

E: Estructura

A: Accesorio

M-A-06-29

06: Sección

29: Número de equipo

## SECCIONES

01: Captación

02: Senderos

03: Tanque aireado

04: Estructura de túnel

05: Tanque reductor de presiones número 1

06: Tanque repartidor Loreto

La ubicación de las estructuras y los accesorios se pueden observar en los planos que se encuentran en el plan de mantenimiento.

### 3.5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO

Cuando se han identificado problemas o fallas de los accesorios o de las estructuras es necesario implementar un mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo ayudará a una mejor operación y estado de las estructuras y accesorios que forman parte de la conducción.

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Estructura cubierta de la captación 1

Tabla 18: MANTENIMIENTO ESTRUCTURA CUBIERTA DE LA CAPTACIÓN 1

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de moho y hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Deterioro de pintura de la cubierta	Pintar	Limpiar paredes y techo de la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas
Mal estado de la seguridad	Cambio de cerradura	Cambiar la cerradura y el candado de la puerta	1 hora	Personal DAPAC-R Candado Cierra
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	
Pintar la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas	Anual	

FUENTE: El Autor



ESTRUCTURA/ACCESORIO: Compuerta 2

Tabla 19: MANTENIMIENTO COMPUERTA 2

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de moho y hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Deterioro de pintura de la cubierta	Pintar	Limpiar paredes y techo de la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas
Mal estado de la seguridad	Cambio de cerradura	Cambiar la cerradura y el candado de la puerta	1 hora	Personal DAPAC-R Candado Cierra
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	
Pintar la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas	Anual	

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Tanque de llegada

Tabla 20: MANTENIMIENTO TANQUE DE LLEGADA

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de moho y hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Deterioro de pintura de la cubierta	Pintar	Limpiar paredes y techo de la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas
Mal estado de la seguridad	Cambio de cerradura	Cambiar la cerradura y el candado de la puerta	1 hora	Personal DAPAC-R Candado Cierra

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>			
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal
Pintar la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas	Anual

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Válvula de aire 1

Tabla 21: MANTENIMIENTO VÁLVULA DE AIRE1

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Cambio del actuador	Cambiar	Cambio	30 minutos	Personal DAPAC-R Nuevo actuador
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Inspección del estado de la válvula	15 minutos	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	
Pintar las válvulas con pintura anticorrosiva para evitar la erosión	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas	Semestral	
Lubricar o aceitar la válvula	1 hora	Personal DAPAC-R Aceite	Mensual	

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Tanque aireado

Tabla 22: MANTENIMIENTO TANQUE AIREADO

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Deterioro de pintura del tanque aireado	Pintar	Limpiar paredes, techo y suelo del tanque	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Limpieza del tanque	2 horas	Personal DAPAC-R Cloro Agua Escobas	Semanal	
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	
Deterioro de pintura de la cubierta	2 horas	Pintar paredes, techo y suelo del tanque	Anual	

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Puerta de entrada del túnel

Tabla 23: MANTENIMIENTO PUERTA DE ENTRADA DEL TÚNEL

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Falta de puerta en la entrada	Instalar	Instalar una nueva puerta con su respectiva seguridad	1 hora	Personal DAPAC-R
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Puerta de salida del túnel 1 y Puerta de salida del túnel 2

Tabla 24: MANTENIMIENTO PUERTA S DEL TÚNEL

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Falta de puerta en la entrada	Instalar	Instalar una nueva puerta con su respectiva seguridad	1 hora	Personal DAPAC-R
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Estructura de túnel

Tabla 25: MANTENIMIENTO TÚNEL

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>			
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>
Recubrir de cemento las paredes del túnel	2 días	Personal DAPAC-R Cemento	Periodo de 10 años

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Sistema de goteo

Tabla 26: MANTENIMIENTO SISTEMA DE GOTEO

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Acumulación de cloro en la tubería del sistema de goteo	Cambio de la tubería	Cambiar	1 hora	Personal DAPAC-R Tubería nueva
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Cambio de la tubería del sistema de goteo	30 minutos	Personal DAPAC-R Tubería nueva	Quincenal	

FUENTE: El Autor

ESTRUCTURA/ACCESORIO: Estructura del tanque repartidor Loreto

Tabla 27: MANTENIMIENTO TANQUE REPARTIDOR LORETO

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo</b>				
<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>	<b>ACCIÓN DE MEJORA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSOS</b>
Crecida de moho y hierba	Limpieza	Limpiar y cortar	1 hora	Personal DAPAC-R Machete
Deterioro de pintura de la cubierta	Pintar	Limpiar paredes y techo de la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	
Limpieza de moho y hierba	1 hora	Personal DAPAC-R Machete	Quincenal	
Pintar la cubierta	1 hora	Personal DAPAC-R Pintura Brochas	Anual	

FUENTE: El Autor

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Como resultado de la evaluación descriptiva, visual y en campo de cada uno de los componentes a lo largo de la línea de conducción de agua de Rumiñahui se concluye que se encuentran en condiciones aceptables de trabajo y operación, abasteciendo ininterrumpidamente agua en calidad y cantidad aceptable a los moradores de Cashapamba, Mushuñan y Cotogchoa.

El trayecto de la línea de conducción de agua está formado por tuberías de PVC de 400 y 315 milímetros de diámetro, en la zona de captación se encuentra una válvula de desagüe fuera de uso, la conducción cuenta con un total de 9 válvulas de aire distribuidas en los puntos de mayor altura del terreno, dos válvulas de control de paso de agua para el tanque rompe-presiones número 1, una estructura de válvula de by-pass en el tanque aireado usada principalmente para la limpieza del tanque, un tanque rompe-presiones en donde se realiza desinfección con cloro y esa agua es distribuida a los moradores de

Loreto y un tanque repartidor en donde se derivan tres tuberías para Cashapamba, Mushuñan y Cotogchoa, las válvulas de aire, desagüe y control son de tipo compuerta. Estas estructuras y accesorios antes mencionados se encuentran operando de manera correcta captando, conduciendo y distribuyendo el agua a los moradores de Sangolqui.

Se analizó la calidad de agua en tres puntos importantes de la conducción, en la captación, entrada de agua al aireador, salida de agua del aireador y en el tanque distribuidor; analizando pH, turbiedad, color, hierro, sólidos totales y coliformes totales. Se comparó cada uno de los resultados con la Norma Tulas y la de la Secretaria del Agua y todos los valores están bajo el límite máximo permisible de las normas, con una turbiedad promedio de 0.31 NTU, un ph promedio de 7.3, ausencia total de hierro, un color de 0.6 unidades de Pt-Co, sólidos totales promedio de 500 mg/lit y ausencia total de colonias de bacterias de coliformes; estos resultados indican que el agua es apta para el consumo humano.

El sistema de abastecimiento de agua potable del Cantón Rumiñahui desde la captación de las vertientes El Molinuco hasta el tanque repartidor Loreto, cumple con algunos parámetros de la norma de diseño de sistemas de agua de la Secretaria del Agua, entre ellos: abasteciendo ininterrumpidamente agua a los moradores, contando con una cubierta en las fuentes de abastecimiento de agua, con válvulas de aire, desagüe y de control, realizando al menos un tratamiento convencional de desinfección, usando accesorios de PVC y hierro, cumpliendo con parámetros, físico-químicos y bacteriológicos siendo agua aceptable para el consumo humano y ya es un sistema con más de 70 años en funcionamiento continuo.

Los datos obtenidos de la simulación en cuanto a presiones, velocidades, pérdidas entran en los límites que se establecen en las normas de diseño de la secretaria de agua y en las normas de la EPMAPS, cumpliendo con una presión mínima de 8.59mca, presión máxima de 64.09mca, velocidades entre 0.9 y 2.5 m/s y pérdidas menores a 6m/km, lo cual indica que el sistema está operando bajo los parámetros de las normas para abastecer agua en buena cantidad a la población. Así mismo, en el tanque aireado y en el tanque rompe-presiones se inicia con una presión de 0mca. En el tanque rompe-presiones se tiene un manómetro para la medición de presiones y en una medición que se realizó la segunda semana del mes de abril se registró un valor 15 psi en la tubería de 315 y el valor que

arrojó la simulación en el EPANET fue de 11.25mca que transformando a psi es 15.98, es decir, la simulación se realizó correctamente comparando con los valores de la realidad a la que está trabajando la línea de conducción.

Los recorridos en campo, el análisis visual ayudaron a realizar el catastro de estructuras y accesorios hidráulicos y a partir de estas actividades se definió acciones de mantenimiento correctivas para reparar y mejorar pequeñas anomalías encontradas, así mismo, se estableció acciones preventivas para alargar la vida útil de accesorios y estructuras y seguir captando, conduciendo y distribuyendo agua a tres barrios importantes del cantón Rumiñahui. Estas acciones correctivas y preventivas se encuentran descritas en el plan de mantenimiento, así mismo, los recorridos ayudaron a tomar medidas de cada una de las estructuras del sistema y así realizar planos conociendo la ubicación y dimensiones de las mismas.

## RECOMENDACIONES

Para el análisis de sistemas de distribución y abastecimiento de agua potable es recomendable el uso de software y programas de simulación y análisis hidráulico, ya que, ayudan a la obtención de datos a los que están trabajando los sistemas de una forma rápida solamente ingresando información del proyecto.

Con la información del presente proyecto se realizó un análisis en el software de dimensionamiento de válvulas VALMATIC, el cual indica en que puntos del terreno, a que altura, que tipo y tamaño de válvulas deben ser ubicadas en el sistema; se recomienda definir los puntos más óptimos y necesarios para instalar estas nuevas válvulas en el sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui, contando con la información que arrojó el análisis en VALMATIC. Ver en el anexo 6 el reporte detallado del análisis.

Se recomienda realizar actividades de muestreo y análisis de agua en los puntos de entrega de las tres tuberías hacia los barrios Cashapamba, Cotogchoa y Mushuñan, para saber en qué condiciones llega el agua distribuida a los moradores.

Una acotación importante es que la calidad de agua en la entrada al tanque aireado son las mismas a la salida del tanque, es decir, el tanque aireado no remueve ni minimiza ninguna de las condiciones antes mencionadas, al contrario la cantidad de sólidos al ingreso con respecto a la salida aumenta y esto se puede atribuir a material suspendido por las tuberías en el interior del tanque que no pueden ser limpiadas correctamente porque el acceso a ellas es difícil, por esta razón es necesario realizar estudios más a profundidad del funcionamiento del aireador y los beneficios que brinda al sistema de abastecimiento y en caso contrario de saber que no aporta de manera positiva, retirarlo.

Con el plan de mantenimiento para el sistema se espera tener mayor control en el cumplimiento de las actividades designadas y que el personal de trabajo de la DAPAC-R presente un informe de cumplimiento de dichas actividades a los funcionarios del municipio.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, S. (1999). *Evaluación de la construcción del sistema para el abastecimiento de agua potable de la zona sur de Cozumel Quintana Roo*. México: CEPEP.
- Arnalich, S. (1 de 1 de 2018). *Scribd*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/8472360/Epanet-y-Cooperacion-44-Ejercicios>
- Baño, D. (23 de 04 de 2017). *Mantenimiento. Tipos de Mantenimiento*. Quito, Pichincha, Ecuador: EPN.
- BARRERA, M. (7 de 7 de 2011). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3270\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3270_C.pdf)
- Benavides, D. (2006). *Optimización del acueducto por gravedad del municipio de Timaná*. Bogotá: Publicaciones La Salle.
- Burt, P. (19 de 1 de 2012). *AVINA*. Obtenido de AVINA: <file:///D:/TESIS/MODULO-5-OK.pdf>
- CAPDAM. (2006). Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a Colimilla. *Manifestación de Impacto Ambiental*, 3-58.
- CIVIL, T. I. (22 de 3 de 2013). *ABASTECIMIENTO DE AGUA*. Recuperado el 13 de 3 de 2018, de ABASTECIMIENTO DE AGUA: EPANET ofrece la versión “matemática”



de elementos físicos que encontramos en los Sistemas de Distribución de Agua Potable tales como Estanques, Embalses, Tuberías y Bombas, entre otros, de forma tal que, previa introducción de la información básica requere

CNA. (2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*. MEXICO: CNA.

Conexiones MYMACO. (1 de 1 de 2018). Obtenido de Conexiones MYMACO: <http://www.belg-w.com/mymaco>

Daopinion. (21 de 2 de 2004). Obtenido de Daopinion: <http://www.datuopinion.com/abastecimiento-de-agua>

GARCÍA, D. (21 de 7 de 2011). *ARTÍCULO CIENTÍFICO*. Obtenido de ARTÍCULO CIENTÍFICO: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4691/2/T-ESPE-032798-A.pdf>

Granados, D. (12 de 2 de 2016). *Repositorio Universidad de Cartagena*. Obtenido de Repositorio Universidad de Cartagena: <file:///D:/TESIS/Evaluación%20de%20alternativa.pdf>

Guerrero, J. (2 de 3 de 2015). *prezi*. Obtenido de prezi: <https://prezi.com/ex1akfcozeau/tipos-de-compresores-valvulas-y-cilindros/>

*Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías y municipios pequeños*. (23 de 5 de 2013). Obtenido de Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías y municipios pequeños: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm#arriba>

Hidalgo, J. (5 de 5 de 2008). *Universidad Tecnológica de Campeche*. Obtenido de Universidad Tecnológica de Campeche: <https://es.scribd.com/doc/71505689/Mantenimiento-a-Planta-Purificadora>

*La Guía Metas*. (30 de 1 de 2010). Obtenido de La Guía Metas: [www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-10-01-Turbidez.pdf](http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-10-01-Turbidez.pdf)

Llumiquire, A. (4 de 11 de 2017). *Válvulas. Tipos de válvulas*. Quito, Pichincha, Ecuador: EPN.

MARÍN, R. (2012). *OPERACIÓN Y MANEJO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE*. QUITO: AVINA.

Martínez, M. (2007). Líneas de conducción por gravedad. *SAGARPA*, 1-29.

PEDRAZA, N. (Compositor). (2017). FALLO DE LA LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CANTÓN RUMIÑAHUI. [N. PEDRAZA, Intérprete] QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.

- PS Industriales*. (12 de 4 de 2009). Obtenido de PS Industriales: <http://www.psi-sa.net/umecanicas.html>
- Rodriguez, N. (1996). *Evaluación Social del Mejoramiento de Agua Potable en las comunidades del sureste de México*. México: CEPEP.
- Rosete, A. (8 de 9 de 2010). *Universidad Tecnológica de Tecamachalco*. Obtenido de Universidad Tecnológica de Tecamachalco: <https://es.scribd.com/doc/37179407/Ejemplo-de-Plan-Maestro-de-Mantenimiento>
- RUMIÑAHUI, C. (2 de 5 de 2016). *ECURED*. Obtenido de ECURED: [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n\\_Rumi%C3%B1ahui](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Rumi%C3%B1ahui)
- RUMIÑAHUI, G. (5 de 7 de 2017). *RUMIÑAHUI*. Obtenido de RUMIÑAHUI: [http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=161:agua-potable-y-alcantarillado&catid=12&Itemid=194&lang=es](http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=161:agua-potable-y-alcantarillado&catid=12&Itemid=194&lang=es)
- RUMIÑAHUI, M. D. (14 de 7 de 2016). *RUMIÑAHUI GOBIERNO MUNICIPAL*. Obtenido de RUMIÑAHUI GOBIERNO MUNICIPAL: [http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=34&Itemid=158&lang=es](http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=158&lang=es)
- Texas, C. A. (21 de 11 de 2014). *Cooperativa de Texas*. Obtenido de Cooperativa de Texas: <https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/l5451sironandman.pdf>
- TORO, M. (2 de 12 de 2015). *Catálogo*. Obtenido de Catálogo: [https://media.toro.com/CatalogDocuments/Product%20Literature/ALT035\\_AirReleaseValve\\_Sp\\_WEB.pdf](https://media.toro.com/CatalogDocuments/Product%20Literature/ALT035_AirReleaseValve_Sp_WEB.pdf)
- Torres, C. (19 de 01 de 2006). *Universidad Tecnológica de Panamá*. Obtenido de Universidad Tecnológica de Panamá: <http://www.utp.ac.pa/sites/default/files/PCUTP-CIHH-LSA-211-2006.pdf>
- Velandia, S. (14 de 8 de 2013). *Turbiedad del Agua*. Obtenido de Turbiedad del Agua: <http://turbiedaddelagua.blogspot.com/p/contexto.html>
- Vera, C. (2006). *El golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de agua potable*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**DATOS DE LA TOPOGRAFÍA**

Tabla 28: COORDENADAS DE LA TOPOGRAFÍA

1	9953215.17	788727.58	2954	E1
3	9953212.09	788732.836	2953.502	EJE
4	9953220.84	788699.438	2951.685	EJE
5	9953230.72	788662.853	2953.036	E2
6	9953222.63	788666.05	2952.015	EJE
7	9953217.87	788665.565	2951.699	EJE
8	9953227.64	788666.672	2952.71	EJE
9	9953242.7	788612.784	2951.532	EJE
10	9953250.29	788610.584	2950.781	EJE
11	9953317.6	788538.156	2948.562	E3
12	9953305.61	788554.934	2948.424	E4
13	9953326	788529.59	2947.289	EJE
14	9953339.7	788515.7	2946.399	EJE
15	9953337.4	788513.222	2946.413	TANQUE
16	9953322.99	788526.15	2946.734	TANQUE
17	9953331.31	788535.329	2948.675	TANQUE
18	9953396.24	788458.095	2945.237	E5
19	9953388.81	788465.629	2945.937	E6
20	9953378.56	788483.132	2944.759	EJE
21	9953394.82	788480.24	2945.757	EJE
22	9953406.89	788453.853	2945.183	EJE
23	9953404.46	788449.863	2944.982	EJE
24	9953410.25	788458.923	2945.293	EJE
25	9953436.45	788432.831	2942.09	E7
26	9953469.9	788400.719	2936.688	EJE
27	9953472.49	788404.122	2937.378	EJE
28	9953467.24	788396.923	2935.815	EJE
29	9953489.9	788333.432	2925.188	EJE
30	9953487.42	788331.884	2925.122	EJE
31	9953495.38	788333.803	2925.775	EJE
32	9953512.89	788281.503	2920.313	E8
33	9953506.18	788296.565	2921.254	E9
34	9953595.86	788241.851	2917.99	EJE
35	9953594.08	788239.944	2918.38	EJE
36	9953595.7	788245.003	2918.139	EJE
37	9953609.8	788240.842	2917.703	E10
38	9953601.02	788242.902	2917.844	E11
39	9953782.79	788222.055	2917.408	E12
40	9953770.55	788223.614	2917.859	E13
41	9953740.52	788226.11	2918.177	EJE

42	9953740.78	788223.82	2918.469	EJE
43	9953740.06	788230.736	2918.167	EJE
44	9953863.74	788181.933	2912.014	E14
45	9953835.05	788198.646	2914.437	EJE
46	9953836.61	788201.58	2914.24	EJE
47	9953833.63	788195.772	2914.514	EJE
48	9953900.03	788118.426	2907.104	EJE
49	9953902.19	788119.805	2907.092	EJE
50	9953897.52	788115.67	2906.926	EJE
51	9953928.38	788058.342	2901.661	E15
52	9953922.95	788068.725	2902.763	E16
53	9953925.22	788069.702	2902.458	EJE
54	9953919.96	788066.759	2902.726	EJE
55	9953922.96	788068.649	2902.712	EJE
56	9953930.99	788038.275	2900.447	E17
57	9953984.25	787988.83	2895.547	EJE
58	9953983.26	787987.083	2895.551	EJE
59	9953983.85	787990.056	2896.215	EJE
60	9954015.17	787958.178	2897.085	E18
61	9954004.58	787968.721	2896.719	E19
62	9954025.14	787919.558	2894.888	E20
63	9954017.58	787947.87	2895.764	EJE
64	9954015.95	787946.869	2895.45	EJE
65	9954018.63	787946.371	2895.623	EJE
66	9954028.83	787907.948	2894.416	EJE
67	9954026.1	787907.842	2894.229	EJE
68	9954029.76	787909.306	2894.54	EJE
69	9954040.29	787869.345	2890.301	E21
70	9954061.14	787770.154	2875.801	E22
71	9954065.78	787757.322	2874.816	E23
72	9954069.03	787723.331	2871.644	EJE
73	9954062.68	787696.884	2873.385	EJE
74	9954067.28	787668.47	2878.383	EJE
75	9954180.85	787589.261	2871.306	EJE
76	9954180.92	787589.272	2871.305	INICIOTUNEL
77	9954176.66	787585.982	2900.709	E24
78	9954186	787602.167	2900.035	E25
79	9954238.23	787553.732	2894.63	E26
80	9954234.93	787550.94	2894.959	E27
81	9954250.49	787544.961	2890.225	E28
82	9954265.3	787545.565	2883.664	E29

83	9954268.15	787543.175	2873.301	SALIDATUNEL
84	9954317.93	787515.734	2877.959	EJE
85	9954318.29	787517.409	2878.713	E30
86	9954328.31	787510.751	2877.385	E31
87	9954353.33	787481.355	2875.933	EJE
88	9954329.59	787446.162	2884.354	E32
89	9954327.75	787457.52	2882.703	E33
90	9954347.07	787420.844	2883.876	E34
91	9954379.05	787432.926	2876.961	EJE
92	9954382.33	787435.77	2876.59	EJE
93	9954376.24	787430.029	2877.156	EJE
94	9954442.92	787358.124	2883.538	E35
95	9954433.42	787366.52	2883.554	E36
96	9954427.15	787381.527	2880.766	EJE
97	9954449.68	787362.03	2878.814	EJETUB
98	9954446.77	787359.694	2879.544	EJE
99	9954452.65	787363.802	2879.611	EJE
100	9954485.63	787297.868	2882.99	E37
101	9954512.31	787287.172	2883.865	EJEPZ
102	9954514.66	787290.84	2881.661	EJE
103	9954510.44	787282.859	2882.028	EJE
104	9954510.54	787282.858	2883.019	EJE
105	9954529.22	787272.811	2882.899	E38
106	9954541.7	787273.43	2880.544	EJETUB
107	9954540.02	787269.158	2882.65	EJE
108	9954569.08	787268.03	2881.62	EJETUB
109	9954568.36	787264.785	2882.59	EJE
110	9954614.64	787262.213	2882.949	E39
111	9954643.05	787234.58	2882.935	E40
112	9954653.12	787241.501	2879.857	EJE
113	9954655.17	787245.219	2878.843	EJE
114	9954650.56	787237.926	2880.893	EJE
115	9954716.96	787212.506	2877.92	E41
116	9954707.44	787212.075	2879.27	E42
117	9954718.7	787200.387	2880.009	EJE
118	9954720.39	787204.173	2879.519	EJE
119	9954716.13	787197.199	2880.349	EJE
120	9954725.19	787164.333	2893.551	EJE
121	9954729.77	787156.915	2897.453	EJE
122	9954729.77	787156.886	2897.463	E43
123	9954829.82	787052.084	2919.948	E44

124	9954821.01	787047.971	2921.922	E45
125	9954825.1	787102.824	2880.352	EJE
126	9954860.28	787056.495	2917.28	EJE
127	9954893.63	787034.564	2920.353	EJE
128	9954891.37	787031.838	2920.683	EJE
129	9954896.76	787036.92	2920.427	EJE
130	9954924.03	787016.676	2927.457	E46
131	9954931.7	787013.802	2928.15	E47
132	9954974.62	786962.948	2930.037	E48
133	9954966.83	786968.649	2930.516	E49
134	9955003.41	786933.852	2929.901	EJE
135	9955024.48	786912.574	2929.548	EJE
136	9955084.55	786851.122	2929.672	EJE
137	9955101.46	786832.654	2929.25	E50
138	9955096.04	786838.576	2929.345	E51
139	9955118.06	786820.763	2929.146	EJE
140	9955119.93	786822.905	2929.033	EJE
141	9955114.82	786819.396	2929.012	EJE
142	9955142.4	786800.571	2928.926	EJE
143	9955167.63	786780.901	2928.314	EJE
144	9955196.73	786757.275	2927.988	EJE
145	9955248.74	786713.841	2925.836	EJE
146	9955250.5	786714.639	2926.152	E52
147	9955228.8	786732.216	2926.699	E53
148	9955245.67	786711.198	2925.876	EJE
149	9955251.29	786716.756	2926.217	EJE
150	9955295.78	786668.255	2922.119	EJEPZ
151	9955296.76	786668.04	2921.943	EJEPZ
152	9955359.08	786609.43	2917.519	EJE
153	9955374.96	786592.167	2916.567	EJE
154	9955390.58	786577.808	2915.906	EJE
155	9955406.57	786562.492	2915.618	EJE
156	9955466.01	786506.242	2913.676	EJECAJA
157	9955466.69	786505.132	2913.635	EJECAJA
158	9955480.92	786492.282	2914.525	EJE
159	9955516.44	786458.19	2916.205	E54
160	9955496.97	786477.445	2915.664	E55
161	9955517.29	786453.59	2916.13	EJE
162	9955549.98	786408.697	2918.311	EJE
163	9955565.75	786382.483	2919.463	EJE
164	9955572.72	786367.762	2922.52	E56



165	9955567.93	786380.664	2920.005	E57
166	9955570.74	786367.068	2922.185	EJE
167	9955572.35	786349.885	2924.156	EJE
168	9955572.79	786331.777	2925	TANQE
169	9955569.99	786322.926	2925.152	TANQE
170	9955571.5	786328.685	2924.949	TANQE
171	9955580.16	786326.642	2923.872	TANQE
172	9955572.77	786331.75	2924.991	TANQE
173	9955570.79	786329.836	2924.621	TANQUE
174	9955569.2	786324.094	2924.824	TANQUE
175	9955577.95	786321.853	2923.985	TANQUE
176	9955579.44	786327.598	2923.522	TANQUE
177	9955578.67	786324.597	2923.107	TUBSALIDA
178	9955604.07	786314.741	2921.248	EJE
179	9955616.98	786294.959	2920.54	EJE
180	9955657.07	786250.992	2921.141	E58
181	9955640.77	786253.892	2921.296	E59
182	9955656	786275.042	2916.503	EJE
183	9955708.02	786239.814	2916.36	EJE
184	9955713.83	786234.629	2916.914	EJE
185	9955807.01	786094.402	2913.072	E60
186	9955793.98	786106.143	2913.508	E61
187	9955852.71	786126.449	2912.796	EJE
188	9955879.55	785923.002	2906.96	E62
189	9955874.47	785930.504	2907.292	E63
190	9955981.04	785982.927	2905.913	E64
191	9955971.03	785977.287	2905.93	E65
192	9955928.75	786041.848	2908.718	EJE
193	9955975.9	785988.226	2906.053	EJE
194	9956013.41	785944.272	2903.654	EJE
195	9956069.33	785880.632	2901.038	EJE
196	9956107.98	785838.086	2899.39	EJE
197	9956135.52	785806.427	2898.529	EJE
198	9956140.17	785800.622	2898.629	EJE
199	9956140.39	785796.674	2898.587	TANQUE
200	9956141.38	785796.144	2898.52	TANQUE
201	9956142.26	785797.782	2898.45	TANQUE
202	9956143.62	785796.837	2898.335	TANQUE
203	9956142.86	785795.346	2898.332	TANQUE
204	9956144.32	785794.531	2898.411	TANQUE
205	9956138.7	785793.647	2898.524	TANQUE



206	9956142.82	785791.401	2898.716	TANQUE
-----	------------	------------	----------	--------

FUENTE: El Autor

**ANEXO 2**

**ETIQUETA DEL MUESTREO**

Tabla 29: ETIQUETA PARA EL MUESTREO

 <b>PLAN DE TITULACIÓN/MUESTREO/KATHERINE VILLACIS ESFOT-ASA</b> 	
<b># de Muestra</b>	
<b>Lugar de muestreo</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Hora</b>	
<b>Nombre Muestreador</b>	
<b>Temperatura del lugar</b>	
<b>Volumen</b>	
<b>Análisis</b>	
<b>Condiciones climáticas</b>	

FUENTE: El Autor

**ANEXO 3**

**HOJAS CATASTRO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**

<b>CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI</b>					
<b>UBICACIÓN</b>					
<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>					
<b>COORDENADAS UTM</b>	X	Y	Z		
<b>LOCALIZACIÓN</b>	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>MEDIDAS</b>	ANCHO				
	ALTO				
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>					
<b>DIAMETRO</b>					
<b>MATERIAL</b>					
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	GIRO DE APERTURA		DERECHO		
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES				
<b>INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>					
<b>FUNCIONA</b>	SI				
	NO				
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>			
<b>FOTOGRAFÍA</b>					

**CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI**

**UBICACIÓN**

<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>	Estructura cubierta de la captación 1				
<b>COORDENADAS UTM</b>	X 9953215.7	Y 788727.58	Z 2954		
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>TIERRA</b>	<b>ASFALTADO</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>OTRO</b>
		x			

**CARACTERÍSTICAS**

<b>MEDIDAS</b>	<b>ANCHO</b>	3.20 metros			
	<b>ALTO</b>	6.50 metros			
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	Año 1980 aproximadamente				
<b>DIAMETRO</b>					
<b>MATERIAL</b>	Adobe				
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	<b>BRIDA</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>ROSCADA</b>	<b>OTRO</b>
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	<b>GIRO DE APERTURA</b>		<b>DERECHO</b>		
			<b>IZQUIERO</b>		
	<b>VUELTAS TOTALES</b>				

**INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN**

**OBSERVACIONES**

Las paredes de la cubierta se encuentran en buen estado, la pintura se observa un poco deteriorada, el candado y la puerta de la estructura están oxidadas.

**CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

<b>FUNCIONA</b>	<b>SI</b>			
	<b>NO</b>			
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>	22-Diciembre-2017	

**FOTOGRAFÍA**



100

**CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI**

**UBICACIÓN**

<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>	Compuerta 2			
<b>COORDENADAS UTM</b>	X 9953215.7	Y 788727.58	Z 2954	
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>TIERRA</b>	<b>ASFALTADO</b>	<b>CONCRETO</b>
		x		

**CARACTERÍSTICAS**

<b>MEDIDAS</b>	<b>ANCHO</b>	1.43 metros		
	<b>ALTO</b>	1.07 metros		
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	Año 1980 aproximadamente			
<b>DIAMETRO</b>				
<b>MATERIAL</b>	Metal			
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	<b>BRIDA</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>ROSCADA</b>
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	<b>GIRO DE APERTURA</b>		<b>DERECHO</b>	
			<b>IZQUIERO</b>	
	<b>VUELTAS TOTALES</b>			
<b>INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN</b>				
<b>OBSERVACIONES</b>	La puerta de este punto de captación esta oxidada y la pintura poco deteriorada			

**CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

<b>FUNCIONA</b>	<b>SI</b>			
	<b>NO</b>			
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>	22-Diciembre-2017	

**FOTOGRAFÍA**





CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>	Válvula de desagüe fuera de uso				
<b>COORDENADAS UTM</b>	X 9953222.63	Y 788666.05	Z 2952.015		
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>TIERRA</b>	<b>ASFALTADO</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>OTRO</b>
		x			
CARACTERÍSTICAS					
<b>MEDIDAS</b>	<b>ANCHO</b>	0.92 metros			
	<b>ALTO</b>	1.10 metros			
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	Año 1980 aproximadamente				
<b>DIAMETRO</b>					
<b>MATERIAL</b>	Metal				
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	<b>BRIDA</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>ROSCADA</b>	<b>OTRO</b>
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	<b>GIRO DE APERTURA</b>		<b>DERECHO</b>		
			<b>IZQUIERO</b>		
	<b>VUELTAS TOTALES</b>				
<b>INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>	Estas válvulas están fuera de uso.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
<b>FUNCIONA</b>	<b>SI</b>				
	<b>NO</b>	x			
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>	22-Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tanque de llegada				
COORDENADAS UTM	X 995337.4	Y 788513.222	Z 2946.423		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
		x			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	3.40 metros			
	ALTO	3.15 metros			
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO					
MATERIAL					
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA		DERECHO		
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	En el interior del tanque se encuentra un vertedero de de 1.98 metros de largo y 0.83 metros de ancho.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22-Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Válvulas de aire				
COORDENADAS UTM	X 9953388.81	Y 788465.626	Z 2945.937		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
		x			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	Tapa de 60 centímetros				
MATERIAL					
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA		DERECHO	x	
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES		2		
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	Se debe girar el actuador de la válvula hacia a derecha, estas válvulas siempre permanecen abiertas.				
OBSERVACIONES	Las válvulas están cubiertas por una tapa de acero bajo la superficie de la tierra.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22-Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tanque Aireado				
COORDENADAS UTM	X 9953472.49	Y 788404.122	Z 2937.378		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
		x			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	5.3 metros			
	ALTO	4.73 metros			
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO					
MATERIAL	Adobe				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA		DERECHO		
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Este tanque está formado por 6 bandejas (filas) en cada una de ellas están ubicadas tuberías entre cruzadas de PVC de un diámetro de 1/2".				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	By-pass				
COORDENADAS UTM	X 9953472.49	Y 788404.122	Z 2937.378		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
		x			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	315 milímetros de diámetros				
MATERIAL	Acero				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
	x				
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA		DERECHO	x	
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES		40		
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Ayuda a la apertura y cierra del paso de agua para permitir realizar la limpieza al tanque aireado.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Válvula de desagüe				
COORDENADAS UTM	X 9953472.49	Y 788404.122	Z 2937.378		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
		x			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	315 milímetros de diámetros				
MATERIAL	Acero				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
	x				
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA		DERECHO	x	
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES		40		
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Cumple con la función de liberar el agua y descargarla en el río Pita cuando el sistema sea interrumpido.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22-Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					


CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Puerta de entra del túnel				
COORDENADAS UTM	X 9954180.922	Y 787589.272	Z 2871.305		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
		x			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	0.77 metros			
	ALTO	1.22 metros			
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO					
MATERIAL	Metal				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA		DERECHO		
			IZQUIERO		
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Es necesario instalar una nueva puerta ya que solo queda el borde de la puerta.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI				
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>	Puertas de salida del túnel				
<b>COORDENADAS UTM</b>	X 9954268.151	Y 787543.175	Z 2873.301		
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>TIERRA</b>	<b>ASFALTADO</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>OTRO</b>
		x			
CARACTERÍSTICAS					
<b>MEDIDAS</b>	<b>ANCHO</b>	0.77 metros			
	<b>ALTO</b>	1.22 metros			
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>					
<b>DIAMETRO</b>					
<b>MATERIAL</b>	Metal				
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	<b>BRIDA</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>ROSCADA</b>	<b>OTRO</b>
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	<b>GIRO DE APERTURA</b>	<b>DERECHO</b>			
		<b>IZQUIERO</b>			
	<b>VUELTAS TOTALES</b>				
<b>INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>	Las puertas están oxidadas al igual que los candados y alrededor de la puerta hay crecida hierba y moho.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
<b>FUNCIONA</b>	<b>SI</b>				
	<b>NO</b>				
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					



CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>	Válvulas de control				
<b>COORDENADAS UTM</b>	X 9955466.012	Y 786506.242	Z 2913.676		
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>TIERRA</b>	<b>ASFALTADO</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>OTRO</b>
		x			
CARACTERÍSTICAS					
<b>MEDIDAS</b>	<b>ANCHO</b>	3.00 metros			
	<b>ALTO</b>	2.34 metros			
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>					
<b>DIAMETRO</b>					
<b>MATERIAL</b>	Acero				
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	<b>BRIDA</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>ROSCADA</b>	<b>OTRO</b>
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	<b>GIRO DE APERTURA</b>	<b>DERECHO</b>	x		
		<b>IZQUIERO</b>	25		
	<b>VUELTAS TOTALES</b>				
<b>INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>	Estas válvulas permiten el bloqueo y el paso de agua hacia el tanque reductor de presiones número 1.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
<b>FUNCIONA</b>	<b>SI</b>	x			
	<b>NO</b>				
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tanque de cloración				
COORDENADAS UTM	X 9955572.794	Y 786331.777	Z 2925		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
				x	
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	1.35 metros			
	ALTO	1.14 metros			
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO					
MATERIAL	PVC				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA	DERECHO			
		IZQUIERO			
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	En este tanque se realiza el proceso de desinfección colocando 700 gramos de cloro granular semanalmente				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tubería sistema de goteo				
COORDENADAS UTM	X 9955572.794	Y 786331.777	Z 2925		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
				x	
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	1/2 pulgada				
MATERIAL	PVC				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA	DERECHO			
		IZQUIERO			
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	La tubería del sistema de goteo en ocasiones se tapa por acumulación del cloro y esta debe ser cambiada, aproximadamente cada mes.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
<b>ESTRUCTURA/ACCESORIO</b>	Estructura del tanque repartidor de Loreto				
<b>COORDENADAS UTM</b>	X 9956140.392	Y 785796.674	Z 2898.587		
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>TIERRA</b>	<b>ASFALTADO</b>	<b>CONCRETO</b>	<b>OTRO</b>
				x	
CARACTERÍSTICAS					
<b>MEDIDAS</b>	<b>ANCHO</b>	10.40 metros			
	<b>ALTO</b>	2.80 metros			
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>					
<b>DIAMETRO</b>					
<b>MATERIAL</b>	Adobe				
<b>TIPO DE UNIÓN</b>	<b>BRIDA</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>MECÁNICA</b>	<b>ROSCADA</b>	<b>OTRO</b>
<b>DETALLES DE VÁLVULA</b>	<b>GIRO DE APERTURA</b>	<b>DERECHO</b>			
		<b>IZQUIERO</b>			
	<b>VUELTAS TOTALES</b>				
<b>INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>	En el interior de esta caseta se encuentra construido un vertedero rectangular con 3 divisiones, las medidas del vertedero son 3 metros de largo y 0.90 metros de ancho. La pintura de las paredes alrededor del vertedero está deteriorada por la humedad del espacio.				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
<b>FUNCIONA</b>	<b>SI</b>	x			
	<b>NO</b>				
<b>FIRMA</b>		<b>FECHA</b>	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tubería 1 Cashapamba				
COORDENADAS UTM	X 9956140.392	Y 785796.674	Z 2898.587		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
				x	
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	160 milímetros				
MATERIAL	PVC				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA	DERECHO			
		IZQUIERO			
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Distribuye el agua a los moradores del barrio Cashapamba				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tubería 2 Mushuñan				
COORDENADAS UTM	X 9956140.392	Y 785796.674	Z 2898.587		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
				x	
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	250 milímetros				
MATERIAL	PVC				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA	DERECHO			
		IZQUIERO			
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Distribuye el agua a los moradores del barrio Cashapamba				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN RUMIÑAHUI					
UBICACIÓN					
ESTRUCTURA/ACCESORIO	Tubería 3 Cotogchoa				
COORDENADAS UTM	X 9956140.392	Y 785796.674	Z 2898.587		
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTADO	CONCRETO	OTRO
				x	
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
FECHA DE INSTALACIÓN					
DIAMETRO	200 milímetros				
MATERIAL	PVC				
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
DETALLES DE VÁLVULA	GIRO DE APERTURA	DERECHO			
		IZQUIERO			
	VUELTAS TOTALES				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES	Distribuye el agua a los moradores del barrio Cashapamba				
CONTROL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	x			
	NO				
FIRMA		FECHA	22—Diciembre-2017		
FOTOGRAFÍA					
					

**ANEXO 4**

**INFORME DE ANÁLISIS COLIFORMES TOTALES DEL LABORATORIO  
CHAVEZSOLUTIONS**





**INFORME DE RESULTADOS  
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Fisicoquímica de Muestras de Agua      CBU:    NA      R:    A074-18  
 AQC2.1      Revisión: 7      Orden de trabajo N°      OT-2018-A-048

<b>CLIENTE:</b>	KATHERINE VILLACIS		
<b>EMPRESA:</b>	KATHERINE VILLACIS		
<b>DIRECCION:</b>			
<b>TELEFONO:</b>	0999212197		
<b>SOLICITADO POR:</b>	Katherine Villacis		
<b>PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:</b>	PEE01*		
<b>TIPO DE MUESTRAS:</b>	Agua de consumo		
<b>CODIGO DE MUESTREO:</b>	# 1		
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	NA		
<b>LOCALIZACIÓN DE DESCARGA:</b>	Captación Vertiente		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA (°C)	N																	
	HUMEDAD (%)	N																	
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		N																	
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		N																	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		N																	
FECHA DE TOMA DE MUESTRA																			
HORA DE TOMA DE MUESTRA																			
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA																			
HORA DE INGRESO																			
FECHA DE ANALISIS																			
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME																			
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME																			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE**	METODOS	U (N+2)	Especial	CUMPLE (U)													
					A074-18														
Cólores totales	colorimétrico/100mL	NA	PEE49/SM-Es-22 9222 B	23%	<1	NA													

Valo reportado como <1 significa que no se observan colonias.  
 (1) Las opciones e interpretaciones que se indican a continuación, están fuera del alcance de la acreditación del SAE.



\_\_\_\_\_  
 IGNACIO ASÍN  
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, N= No indicado por el cliente, NA=No aplica.  
 SM= Standard Methods, EPA=Environmental Protection Agency, TNRC 100=Texas Natural Resource Commission.  
 PE= Procedimiento Especifico de Ensayo.      U= Interferencia del Método

El informe solo aplica a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.  
 Los valores reportados en colorimétrico total y fecales <1 colorimétrico/100ml significan que no se observaron colonias.




**INFORME DE RESULTADOS  
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua CIRJ: NA R: A0075-18  
 MC22.1  
 Revisión: 7  
 Orden de trabajo N°: 07-2018-A-048

<b>CLIENTE:</b> EMPRESA: KATHERINE VILLAGOS DIRECCION: TELEFONO: 0990212197 SOLICITADO POR: Katherine Vilagos PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: PEE01*	<b>TIPO DE MUESTRAS:</b> Agua de consumo <b>CODIGO DE MUESTREO:</b> # 3 <b>CUERPO RECEPTOR:</b> NA <b>LOCALIZACIÓN DE DESCARGA:</b> Tanque aceptor entrada
--	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA (°C)	NI																
		HUMEDAD (%)	NI																
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI																
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Katherine Vilagos																
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple																
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2018/03/20																
HORA DE TOMA DE MUESTRA			7:40																
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2018/03/20																
HORA DE INGRESO			11:00																
FECHA DE ANALISIS			2018/03/20-2018/03/23																
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2018/03/28																
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Silvana Trujillo																
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE**	METODOS	U (n+2)	Especial A0075-18	Cumple (Y/N)													
Coliformes totales	colonias/100mL	NA	PEE49/SM-EA-22 9222 B	23%	<1	NA													

Valor reportado como <1 significa que no se observan colonias  
 (1) Las opciones e interpretaciones que se indican a continuación, están fuera del alcance de la acreditación del SAE

  
 \_\_\_\_\_  
 Responsable Técnico

NOTA: C+ Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica  
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency; TNRC 1006=Texas Natural Resource Commission  
 PE=Procedimiento Específico de Ensayo  
 \* El informe solo aplica a las muestras sometidas a ensayo  
 - Prohíbe la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio  
 - Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
 - Los valores reportados en coliformes totales y fecales <1 colonias/100ml significan que no se observaron colonias



**INFORME DE RESULTADOS**  
**LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Fierocquismo de Muestras de Agua CRZ: NA R: A0176-18  
 MC22.1  
 Revisión: 7  
 Orden de trabajo N° OT-2018-A-046

<b>CLIENTE:</b>		<b>TIPO DE MUESTRAS:</b>	Agua de consumo
<b>EMPRESA:</b>	KATHERINE VILLACIS	<b>CODIGO DE MUESTREO:</b>	# 5
<b>DIRECCION:</b>		<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	NA
<b>TELEFONO:</b>	0998212197	<b>LOCALIZACIÓN DE DESCARGA:</b>	Tanque alrededor salida
<b>SOLICITADO POR:</b>	Katherine Villacis		
<b>PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:</b>	PEE01*		

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	TEM AMBI (°C)	NI																	
	HUMEDAD (%)	NI																	
<b>COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO</b>		NI																	
<b>TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA</b>		Katherine Villacis																	
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)</b>		Simple																	
<b>FECHA DE TOMA DE MUESTRA</b>		2018/03/20																	
<b>HORA DE TOMA DE MUESTRA</b>		7:55																	
<b>FECHA DE INGRESO DE MUESTRA</b>		2018/03/20																	
<b>HORA DE INGRESO</b>		11:00																	
<b>FECHA DE ANÁLISIS</b>		2018/03/20-2018/03/23																	
<b>FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME</b>		2018/03/24																	
<b>ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME</b>		Silvana Trujillo																	

Valor reportado como <1 significa que no se observan colonias

(1) Las opciones e interpretaciones que se indican a continuación, están fuera del alcance de la acreditación del SAE



*[Handwritten Signature]*

\_\_\_\_\_  
RESPONSABLE TÉCNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI=No indicado por el cliente, NA=No aplica  
 SM= Standard Methods, EPA=Environmental Protection Agency, TNRC= Texas Natural Resource Commission  
 PE= Procedimiento Específico de Ensayo U= Incertidumbre del Método  
 \* El informe solo aplica a las muestras sometidas a ensayo  
 - Prohíbese la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio  
 - Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
 - Los valores reportados en coliformes totales y fecales <1 colonias/100ml significan que no se observan colonias



**INFORME DE RESULTADOS  
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestra de Agua CIU: NA R: A0077-18  
 MC22.1  
 Revisión: 7  
 Orden de trabajo N°: 07-2018-A-048

<b>CLIENTE:</b>	KATHERINE VILLAS	<b>TIPO DE MUESTRAS:</b>	Agua de consumo
<b>EMPRESA:</b>	KATHERINE VILLAS	<b>CODIGO DE MUESTREO:</b>	# 2
<b>DIRECCION:</b>		<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	NA
<b>TELEFONO:</b>	0993212197	<b>LOCALIZACIÓN DE DESCARGA:</b>	Tanque repartidor Loreto
<b>SOLICITADO POR:</b>	Katherine Villas		
<b>PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:</b>	PEE01*		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMP (°C)	NI							
	HUMEDAD (%)	NI							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Katherine Villas							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Completa)		Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2018/03/20							
HORA DE TOMA DE MUESTRA		8:35							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2018/03/20							
HORA DE INGRESO		11:00							
FECHA DE ANALISIS		2018/03/20-2018/03/23							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2018/03/28							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Silvana Trujillo							
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR MAX. PERMISIBLE**</b>	<b>METODOS</b>	<b>U (n=2)</b>	<b>Espejal</b>	<b> cumple (U)</b>			
					A0077-18				
Coliformes totales	colonias/100ml	NA	PEE49SM-E-22 9222 B	23%	<1	NA			

Nota: NI= No reportado como <1 significa que no se observó colonias  
 (\*) Las opciones e interpretaciones que se indican a continuación, están fuera del alcance de la acreditación del SAE



\_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE TÉCNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica  
 SM= Standard Methods, EPA=Environmental Protection Agency, TNRC 1005=Texas Natural Resource Commission,  
 PEE= Procedimiento Específico de Empresa (U) Verificación del Método  
 \* El informe solo afecta a las muestras sometidas a análisis  
 - Prohíbe la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio  
 - Los análisis marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
 - Los valores reportados en coliformes totales y fecales <1 colonias/100ml significan que no se observaron colonias



Quito, 05 de abril del 2018

R-2018-04-084

Ing.  
KATHERINE VILLACIS  
Presente.

**De mis consideraciones:**

Por medio del presente, *CHAVEZSOLUTIONS AMBIENTALES CIA. LTDA* hace la entrega de los siguientes documentos.

- 4 Informes de Efluentes Líquidos A0074-18, A0075-18, A0076-17, A0077-18

Atentamente.-

MAGALY FLORES  
DEPARTAMENTO CONTABILIDAD  
CHAVEZSOLUTIONS

**IMPORTANTE:** Declaro haber recibido a mi entera satisfacción y sin lugar a reclamo lo que se detallada en esta Acta de Recepción.

**ANEXO 5**  
**INFORME EPANET**

```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Análisis Hidráulico y de Calidad          *
*                               de Redes Hidráulicas a Presión            *
*                               Versión 2.0 Ve                            *
*                               Traducido por:                            *
*                               Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *
*                               Universidad Politécnica de Valencia        *
*****

```

Archivo de Entrada: SIMULACION FINAL LINEA.net

Prueba

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
p1	n1	n2	34.52	361.8
p2	n2	n3	33.46	361.8
p3	n3	n4	60.49	361.8
p4	n4	n5	110.9	361.8
p6	n6	n7	50.7	361.8
p7	n7	n8	40.74	361.8
p8	n8	n9	82.96	361.8
p9	n9	n10	69.11	361.8
p10	n10	n11	136.2	361.8
p11	n11	n12	146	361.8
p12	n12	n13	97	361.8
p13	n13	n14	102.5	361.8
p14	n14	n15	53.82	361.8
p15	n15	n16	101.8	361.8
p16	n16	n17	51.82	361.8
p17	n17	n18	40.33	361.8
p18	n18	n19	242.9	361.8
p19	n19	n20	236.7	361.8
p20	n20	n21	56.84	361.8
p21	n21	n22	49.35	361.8
p22	n22	n23	54.84	361.8
p23	n23	n24	70.4	361.8
p24	n24	n25	29.36	361.8
p25	n25	n26	96.69	361.8
p26	n26	n27	8.38	361.8
p27	n27	n28	114.5	361.8
p28	n28	n29	104.8	361.8
p29	n29	n30	172.9	361.8
p30	n30	n31	39.91	361.8
p31	n31	n32	149	361.8
p32	n32	n33	29.94	361.8
p33	n33	n34	85.94	361.8
p34	n34	n35	45.22	361.8

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

Página 2

prueba

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
p35	n35	n36	31.63	361.8
p36	n36	n37	31.99	361.8
p37	n37	n38	37.48	361.8
p38	n38	n39	68.62	361.8
p39	n39	n40	64.82	361.8
p40	n40	n41	86.41	361.8
p41	n41	n42	23.45	361.8
p42	n42	n43	21.22	361.8
p43	n43	n44	22.14	361.8
p44	n44	n45	83.09	361.8
p45	n45	n46	19.17	361.8
p46	n46	n47	53.1	361.8
p47	n47	n48	55.53	361.8
p48	n48	n49	30.59	361.8
p49	n49	n50	16.2	361.8
p50	n50	n51	17.26	361.8
p51	n51	n52	18.11	361.8
p54	n54	n55	40.74	285
p55	n55	n56	82.96	285
p56	n56	n57	69.11	285
p57	n57	n58	136.2	285
p58	n58	n59	146	285
p59	n59	n60	97	285
p60	n60	n61	102.5	285
p61	n61	n62	53.82	285
p62	n62	n63	101.8	285
p63	n63	n64	51.82	285
p64	n64	n65	40.33	285
p65	n65	n66	242.9	285
p66	n66	n67	236.7	285
p67	n67	n68	56.84	285
p68	n68	n69	49.35	285
p69	n69	n70	54.84	285
p70	n70	n71	70.4	285
p71	n71	n72	29.36	285
p72	n72	n73	48.35	285
p73	n73	n74	8.326	285
p74	n74	n75	114.5	285
p75	n75	n76	104.8	285
p76	n76	n77	172.9	285
p77	n77	n78	39.91	285
p78	n78	n79	149	285
p79	n79	n80	29.94	285
p80	n80	n81	85.94	285
p81	n81	n82	45.22	285
p82	n82	n83	31.63	285
p83	n83	n84	31.99	285



Página 3

prueba

Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
p84	n84	n85	37.48	285
p85	n85	n86	68.62	285
p86	n86	n87	64.82	285
p87	n87	n88	86.41	285
p88	n88	n89	23.45	285
p89	n89	n90	21.22	285
p90	n90	n91	22.14	285
p91	n91	n92	83.09	285
p92	n92	n93	19.17	285
p93	n93	n94	53.1	285
p94	n94	n95	55.53	285
p95	n95	n96	30.59	285
p96	n96	n97	16.2	285
p97	n97	n98	17.26	285
p98	n98	n99	18.11	285
p100	n100	n101	48.44	285
p101	n101	n102	43.81	285
p102	n102	n103	246.5	285
p103	n103	n104	113.8	285
p104	n104	n105	71.4	285
p105	n105	n106	57.78	285
p106	n106	n107	84.72	285
p107	n107	n108	57.48	285
p108	n108	n109	41.96	285
p109	n109	n110	7.443	285
p121	n99	n52	18.11	285
1	n54	n6	50.7	285
3	1	n1	4	361.8
4	n5	n6	No Disponible	361.8 Válvula
5	n52	n100	No Disponible	361.8 Válvula

## Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
n1	0.00	2954.97	3.28	0.00
n2	0.00	2954.71	1.68	0.00
n3	0.00	2954.46	2.93	0.00
n4	0.00	2954.01	5.44	0.00
n5	0.00	2953.17	6.76	0.00
n6	0.00	2946.41	0.00	0.00
n7	0.00	2946.24	0.48	0.00
n8	0.00	2946.10	1.12	0.00
n9	0.00	2945.82	20.63	0.00
n10	0.00	2945.58	25.27	0.00
n11	0.00	2945.12	26.74	0.00

Página 4

prueba

Resultados de Nudo: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
n12	0.00	2944.62	26.45	0.00
n13	0.00	2944.29	37.18	0.00
n14	0.00	2943.94	42.28	0.00
n15	0.00	2943.75	41.04	0.00
n16	0.00	2943.41	47.19	0.00
n17	0.00	2943.23	47.61	0.00
n18	0.00	2943.09	48.55	0.00
n19	0.00	2942.26	70.96	0.00
n20	0.00	2941.45	63.50	0.00
n21	0.00	2941.26	62.55	0.00
n22	0.00	2941.09	56.74	0.00
n23	0.00	2940.90	64.31	0.00
n24	0.00	2940.66	61.85	0.00
n25	0.00	2940.56	60.95	0.00
n26	0.00	2940.23	58.21	0.00
n27	0.00	2940.21	57.56	0.00
n28	0.00	2939.81	56.87	0.00
n29	0.00	2939.46	61.54	0.00
n30	0.00	2938.87	41.41	0.00
n31	0.00	2938.73	18.38	0.00
n32	0.00	2938.22	17.54	0.00
n33	0.00	2938.12	8.57	0.00
n34	0.00	2937.83	8.15	0.00
n35	0.00	2937.67	8.42	0.00
n36	0.00	2937.56	8.53	0.00
n37	0.00	2937.45	9.14	0.00
n38	0.00	2937.33	9.34	0.00
n39	0.00	2937.09	11.26	0.00
n40	0.00	2936.87	10.17	0.00
n41	0.00	2936.58	14.63	0.00
n42	0.00	2936.50	19.93	0.00
n43	0.00	2936.42	20.52	0.00
n44	0.00	2936.35	20.73	0.00
n45	0.00	2936.06	22.39	0.00
n46	0.00	2936.00	21.47	0.00
n47	0.00	2935.82	19.61	0.00
n48	0.00	2935.63	17.32	0.00
n49	0.00	2935.52	16.06	0.00
n50	0.00	2935.47	12.95	0.00
n51	0.00	2935.41	11.25	0.00
n52	0.00	2935.35	10.35	0.00
n54	0.00	2946.24	0.48	0.00
n55	0.00	2946.10	1.12	0.00
n56	0.00	2945.81	20.62	0.00
n57	0.00	2945.57	25.26	0.00
n58	0.00	2945.10	26.72	0.00
n59	0.00	2944.60	26.43	0.00

Página 5

prueba

Resultados de Nudo: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
n60	0.00	2944.27	37.16	0.00
n61	0.00	2943.91	42.25	0.00
n62	0.00	2943.73	42.02	0.00
n63	0.00	2943.38	47.16	0.00
n64	0.00	2943.20	47.58	0.00
n65	0.00	2943.06	48.52	0.00
n66	0.00	2942.22	70.92	0.00
n67	0.00	2941.41	63.45	0.00
n68	0.00	2941.21	62.50	0.00
n69	0.00	2941.04	56.69	0.00
n70	0.00	2940.85	64.26	0.00
n71	0.00	2940.61	61.80	0.00
n72	0.00	2940.51	60.90	0.00
n73	0.00	2940.34	58.31	0.00
n74	0.00	2940.31	57.66	0.00
n75	0.00	2939.92	56.97	0.00
n76	0.00	2939.56	61.64	0.00
n77	0.00	2938.96	41.51	0.00
n78	0.00	2938.82	18.47	0.00
n79	0.00	2938.31	17.63	0.00
n80	0.00	2938.21	8.66	0.00
n81	0.00	2937.91	8.24	0.00
n82	0.00	2937.76	8.51	0.00
n83	0.00	2937.65	8.61	0.00
n84	0.00	2937.54	9.22	0.00
n85	0.00	2937.41	9.42	0.00
n86	0.00	2937.17	11.34	0.00
n87	0.00	2936.95	10.25	0.00
n88	0.00	2936.65	14.71	0.00
n89	0.00	2936.57	20.00	0.00
n90	0.00	2936.50	20.59	0.00
n91	0.00	2936.42	20.80	0.00
n92	0.00	2936.13	22.46	0.00
n93	0.00	2936.07	21.54	0.00
n94	0.00	2935.88	19.68	0.00
n95	0.00	2935.69	17.38	0.00
n96	0.00	2935.59	16.13	0.00
n97	0.00	2935.53	13.01	0.00
n98	0.00	2935.47	11.32	0.00
n99	0.00	2935.41	11.25	0.00
n100	0.00	2925.00	0.00	0.00
n101	0.00	2923.84	-1.31	0.00
n102	0.00	2922.79	1.54	0.00
n103	0.00	2916.87	-4.27	0.00
n104	0.00	2914.14	-2.22	0.00
n105	0.00	2912.42	6.06	0.00
n106	0.00	2911.04	4.98	0.00

Página 6

prueba

## Resultados de Nudo: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
n107	0.00	2909.00	5.35	0.00
n108	0.00	2907.62	6.59	0.00
n109	0.00	2906.62	7.23	0.00
n110	212.00	2906.44	7.91	0.00
1	-212.00	2955.00	0.00	0.00 Embalse

## Resultados de Línea:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
p1	212.00	2.06	7.49	Abierto
p2	212.00	2.06	7.50	Abierto
p3	212.00	2.06	7.50	Abierto
p4	212.00	2.06	7.50	Abierto
p6	138.17	1.34	3.41	Abierto
p7	138.17	1.34	3.41	Abierto
p8	138.17	1.34	3.42	Abierto
p9	138.17	1.34	3.41	Abierto
p10	138.17	1.34	3.41	Abierto
p11	138.17	1.34	3.41	Abierto
p12	138.17	1.34	3.41	Abierto
p13	138.17	1.34	3.42	Abierto
p14	138.17	1.34	3.41	Abierto
p15	138.17	1.34	3.41	Abierto
p16	138.17	1.34	3.42	Abierto
p17	138.17	1.34	3.41	Abierto
p18	138.17	1.34	3.41	Abierto
p19	138.17	1.34	3.41	Abierto
p20	138.17	1.34	3.41	Abierto
p21	138.17	1.34	3.41	Abierto
p22	138.17	1.34	3.41	Abierto
p23	138.17	1.34	3.42	Abierto
p24	138.17	1.34	3.41	Abierto
p25	138.17	1.34	3.41	Abierto
p26	138.17	1.34	3.41	Abierto
p27	138.17	1.34	3.41	Abierto
p28	138.17	1.34	3.41	Abierto
p29	138.17	1.34	3.41	Abierto
p30	138.17	1.34	3.42	Abierto
p31	138.17	1.34	3.41	Abierto
p32	138.17	1.34	3.41	Abierto
p33	138.17	1.34	3.42	Abierto
p34	138.17	1.34	3.41	Abierto
p35	138.17	1.34	3.42	Abierto
p36	138.17	1.34	3.41	Abierto
p37	138.17	1.34	3.41	Abierto

Página 7

prueba

Resultados de Línea: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
p38	138.17	1.34	3.41	Abierto
p39	138.17	1.34	3.41	Abierto
p40	138.17	1.34	3.41	Abierto
p41	138.17	1.34	3.41	Abierto
p42	138.17	1.34	3.41	Abierto
p43	138.17	1.34	3.41	Abierto
p44	138.17	1.34	3.41	Abierto
p45	138.17	1.34	3.42	Abierto
p46	138.17	1.34	3.41	Abierto
p47	138.17	1.34	3.41	Abierto
p48	138.17	1.34	3.42	Abierto
p49	138.17	1.34	3.40	Abierto
p50	138.17	1.34	3.41	Abierto
p51	138.17	1.34	3.42	Abierto
p54	73.83	1.16	3.44	Abierto
p55	73.83	1.16	3.45	Abierto
p56	73.83	1.16	3.45	Abierto
p57	73.83	1.16	3.44	Abierto
p58	73.83	1.16	3.45	Abierto
p59	73.83	1.16	3.44	Abierto
p60	73.83	1.16	3.45	Abierto
p61	73.83	1.16	3.45	Abierto
p62	73.83	1.16	3.45	Abierto
p63	73.83	1.16	3.45	Abierto
p64	73.83	1.16	3.44	Abierto
p65	73.83	1.16	3.45	Abierto
p66	73.83	1.16	3.45	Abierto
p67	73.83	1.16	3.45	Abierto
p68	73.83	1.16	3.44	Abierto
p69	73.83	1.16	3.45	Abierto
p70	73.83	1.16	3.45	Abierto
p71	73.83	1.16	3.45	Abierto
p72	73.83	1.16	3.44	Abierto
p73	73.83	1.16	3.47	Abierto
p74	73.83	1.16	3.44	Abierto
p75	73.83	1.16	3.45	Abierto
p76	73.83	1.16	3.45	Abierto
p77	73.83	1.16	3.45	Abierto
p78	73.83	1.16	3.45	Abierto
p79	73.83	1.16	3.45	Abierto
p80	73.83	1.16	3.44	Abierto
p81	73.83	1.16	3.45	Abierto
p82	73.83	1.16	3.44	Abierto
p83	73.83	1.16	3.44	Abierto
p84	73.83	1.16	3.45	Abierto
p85	73.83	1.16	3.45	Abierto
p86	73.83	1.16	3.44	Abierto

Página 8

prueba

Resultados de Línea: (continuación)

ID	Caudal	Velocidad	Pérd.	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km		
p87	73.83	1.16	3.44		Abierto
p88	73.83	1.16	3.45		Abierto
p89	73.83	1.16	3.45		Abierto
p90	73.83	1.16	3.44		Abierto
p91	73.83	1.16	3.45		Abierto
p92	73.83	1.16	3.45		Abierto
p93	73.83	1.16	3.44		Abierto
p94	73.83	1.16	3.45		Abierto
p95	73.83	1.16	3.44		Abierto
p96	73.83	1.16	3.45		Abierto
p97	73.83	1.16	3.45		Abierto
p98	73.83	1.16	3.44		Abierto
p100	212.00	3.32	24.00		Abierto
p101	212.00	3.32	24.00		Abierto
p102	212.00	3.32	24.00		Abierto
p103	212.00	3.32	24.00		Abierto
p104	212.00	3.32	24.00		Abierto
p105	212.00	3.32	24.00		Abierto
p106	212.00	3.32	24.00		Abierto
p107	212.00	3.32	24.00		Abierto
p108	212.00	3.32	24.01		Abierto
p109	212.00	3.32	23.99		Abierto
p121	73.83	1.16	3.45		Abierto
1	-73.83	1.16	3.45		Abierto
3	212.00	2.06	7.52		Abierto
4	212.00	2.06	6.76		Activo Válvula
5	212.00	2.06	10.35		Activo Válvula

**ANEXO 6**  
**INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS DE VÁLVULAS VALMATIC**



## Air Valve Sizing Software Program

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

905 Riverside Drive  
Elmhurst, IL 60126 USA

---

### PROJECT INFORMATION

PROJECT:	CAPTACION-TANQUE AIREADO
OWNER:	Katherine Villacis
ENGINEER:	Valmatic
MEDIA:	Water - ANSI/NSF 61 Certified
PIPE MATERIAL:	Plastic
PIPE INSIDE DIAMETER:	361.8 mm
PLASTIC PIPE COLLAPSE PRESSURE:	180 Psig
MAX FLOW RATE:	212.0 L/sec
FILL RATE:	212.0 L/sec
SELECTED SAFETY FACTOR:	4:1
DIFF. PRESS. FOR VAC. SIZING:	5.00 Psi
VALVE RATING:	300 Psig (Class 250 Iron)
FLOW DIRECTION:	With Increasing Stations
VALVE SELECTION CRITERIA:	Single Body Comb Air Valves





## Air Valve Sizing Software Program

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

905 Riverside Drive  
Elmhurst, IL 60126 USA

### PROJECT INFORMATION

PROJECT: CAPTACION-TANQUE AIREADO

OWNER: Katherine Villacis  
ENGINEER: Valmatic

MEDIA: Water - ANSI/NSF 61 Certified  
PIPE MATERIAL: Plastic  
PIPE INSIDE DIAMETER: 361.8 mm  
PLASTIC PIPE COLLAPSE PRESSURE: 180 Psig

MAX FLOW RATE: 212.0 L/sec  
FILL RATE: 212.0 L/sec  
SELECTED SAFETY FACTOR: 4:1  
DIFF. PRESS. FOR VAC. SIZING: 5.00 Psi

VALVE RATING: 300 Psig (Class 250 Iron)

FLOW DIRECTION: With Increasing Stations  
VALVE SELECTION CRITERIA: Single Body Comb Air Valves

### PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
0	2953	Beginning of Pipeline	No valve necessary	0.00
10	2952	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.07
20	2952	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.57
30	2951	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
40	2951	Low Point	No valve necessary	2.59
50	2952	Long Ascent	2 IN #102S Air/Vacuum	2.73
60	2952	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
70	2952	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	5.80
80	2952	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.91
90	2952	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.55
100	2951	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.21
110	2951	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.21
120	2951	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
130	2950	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
140	2950	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
150	2950	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.51
160	2949	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.50
170	2949	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.63
180	2949	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.65
190	2948	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00

PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
200	2948	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.08
210	2948	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
220	2948	Low Point	No valve necessary	2.77
230	2948	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	9.90
240	2947	End	No valve necessary	9.90

(\* These Stations were added because the segment length exceeded 2500 ft. (762 M)

- 1) The flow rate is the line-break flow in the adjacent line. At changes in the upslope or downslope, the flow rate is computed by subtracting the flow rate in the feeding leg from the flow rate in the lower leg. For long ascents and descents, the flow rate is one half of the line-break flow.
- 2) Air release valve model numbers are for full size connections; smaller connections are available.
- 3) In accordance with State EPA requirements, all potable water air valves must be ANSI/NSF 61 Certified.
- 4) Stations are added as needed (i.e. 1600) to provide a maximum spacing of 2500 ft (760 M).

NOTES

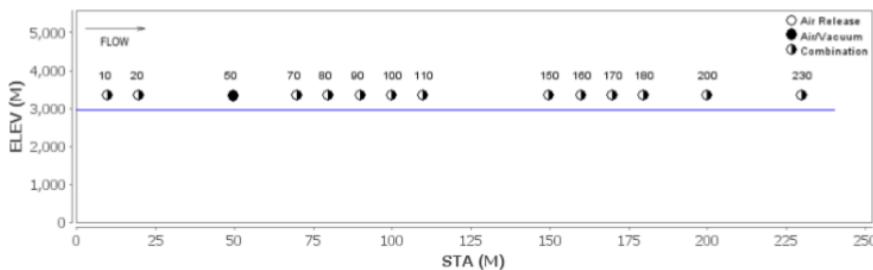
The project has been pre-determined to illustrate the AirValve program functionality.

PREPARED BY: \_\_\_\_\_

DATE: 04/30/2018

Disclaimer Notice

This Air Valve Sizing Software Program was developed by Val-Matic® Valve and Manufacturing Corporation as a convenience to its customers and should be utilized only as a guide for the selection and placement of Air Valves along a pipeline. This software program is not presented as, nor is it intended to be used as, a complete hydraulic transient study. This software program is offered on an as is basis. All risk regarding the appropriateness of the application are assumed by the user. Val-Matic makes no warranty or representation as to the accuracy or completeness of this software program or its output. Use of this software program or its output should be made under the direction of trained engineers or design professionals exercising their independent judgment regarding the suggested use of the valve types and sizes.



PROJECT: CAPTACION-TANQUE AIREADO

Air Valve Sizing Software Program  
 Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation  
 905 Riverside Drive  
 Elmhurst, IL 60126 USA





## Air Valve Sizing Software Program

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

905 Riverside Drive  
Elmhurst, IL 60126 USA

### PROJECT INFORMATION

PROJECT: AIREADO-ROMPEPRESION 400

OWNER: Katherine Villacis  
ENGINEER: Valmatic

MEDIA: Water - ANSI/NSF 61 Certified  
PIPE MATERIAL: Plastic  
PIPE INSIDE DIAMETER: 361.8 mm  
PLASTIC PIPE COLLAPSE PRESSURE: 180 Psig

MAX FLOW RATE: 212.0 L/sec  
FILL RATE: 212.0 L/sec  
SELECTED SAFETY FACTOR: 2:1  
DIFF. PRESS. FOR VAC. SIZING: 5.00 Psi

VALVE RATING: 300 Psig (Class 250 Iron)

FLOW DIRECTION: With Increasing Stations  
VALVE SELECTION CRITERIA: Single Body Comb Air Valves

### PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
250	2946	Beginning of Pipeline	No valve necessary	0.00
300	2945	Low Point	No valve necessary	11.36
350	2945	High Point	3 IN #203C.2 Single Body Combination	20.15
400	2939	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.88
450	2933	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.78
500	2926	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
550	2922	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
600	2919	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
650	2917	Low Point	No valve necessary	12.67
700	2917	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
750	2918	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	6.52
800	2917	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	5.82
850	2915	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.37
900	2912	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.91
950	2909	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.22
1000	2905	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.39
1050	2901	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1100	2898	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1150	2895	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1200	2895	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	11.00

## PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
1250	2891	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	6.61
1300	2883	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1350	2878	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1400	2875	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1450	2875	Low Point	No valve necessary	1.73
1500	2884	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	0.87
1550	2892	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	0.02
1600	2900	High Point	3 IN #203C.2 Single Body Combination	24.49
1650	2894	Increase in Down Slope	3 IN #203C.2 Single Body Combination	14.82
1700	2876	Low Point	No valve necessary	35.98
1750	2877	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	8.20
1800	2876	Low Point	No valve necessary	8.20
1850	2876	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
1900	2879	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
1950	2881	High Point	3 IN #203C.2 Single Body Combination	14.04
2000	2880	Low Point	No valve necessary	7.63
2050	2881	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	7.12
2100	2881	Low Point	No valve necessary	4.81
2150	2882	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	10.62
2200	2881	Low Point	No valve necessary	8.46
2250	2885	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
2300	2892	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	10.18
2350	2894	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	12.40
2400	2893	Low Point	No valve necessary	6.46
2450	2901	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
2500	2918	Decrease in Up Slope	3 IN #103S Air/Vacuum	15.71
2550	2924	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	2.80
2600	2928	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	6.82
2650	2930	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	10.86
2700	2929	Low Point	No valve necessary	6.11
2750	2929	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.46
2800	2929	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.27
2850	2929	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.70
2900	2928	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.44
2950	2927	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.46
3000	2926	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	4.31
3050	2923	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3100	2920	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3150	2917	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3200	2915	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3250	2914	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.95
3300	2913	Low Point	No valve necessary	9.46
3350	2915	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3400	2917	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3450	2919	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3500	2924	High Point	3 IN #203C.2 Single Body Combination	20.02
3520	2923	End	No valve necessary	9.03

(\*) These Stations were added because the segment length exceeded 2500 ft. (762 M)

- 1) The flow rate is the line-break flow in the adjacent line. At changes in the upslope or downslope, the flow rate is computed by subtracting the flow rate in the feeding leg from the flow rate in the lower leg. For long ascents and descents, the flow rate is one half of the line-break flow.
- 2) Air release valve model numbers are for full size connections; smaller connections are available.
- 3) In accordance with State EPA requirements, all potable water air valves must be ANSI/NSF 61 Certified.
- 4) Stations are added as needed (i.e. 1600) to provide a maximum spacing of 2500 ft (760 M).

**NOTES**

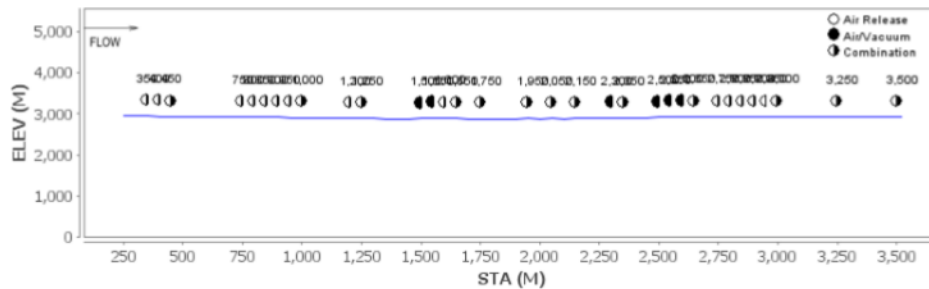
The project has been pre-determined to illustrate the AirValve program functionality.

PREPARED BY: \_\_\_\_\_

DATE: 04/21/2018

**Disclaimer Notice**

This Air Valve Sizing Software Program was developed by Val-Matic® Valve and Manufacturing Corporation as a convenience to its customers and should be utilized only as a guide for the selection and placement of Air Valves along a pipeline. This software program is not presented as, nor is it intended to be used as, a complete hydraulic transient study. This software program is offered on an as is basis. All risk regarding the appropriateness of the application are assumed by the user. Val-Matic makes no warranty or representation as to the accuracy or completeness of this software program or its output. Use of this software program or its output should be made under the direction of trained engineers or design professionals exercising their independent judgment regarding the suggested use of the valve types and sizes.



PROJECT: AIRREADO-ROMPEPRESSION 400

**Air Valve Sizing Software Program**  
 Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation  
 905 Riverside Drive  
 Elmhurst, IL 60126 USA





## Air Valve Sizing Software Program

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

905 Riverside Drive  
Elmhurst, IL 60126 USA

### PROJECT INFORMATION

PROJECT: AIREADO-ROMPEPRESION315

OWNER: Katherine Villacis  
ENGINEER: Valmatic

MEDIA: Water - ANSI/NSF 61 Certified  
PIPE MATERIAL: Plastic  
PIPE INSIDE DIAMETER: 285.0 mm  
PLASTIC PIPE COLLAPSE PRESSURE: 180 Psig

MAX FLOW RATE: 212.0 L/sec  
FILL RATE: 212.0 L/sec  
SELECTED SAFETY FACTOR: 2:1  
DIFF. PRESS. FOR VAC. SIZING: 5.00 Psi

VALVE RATING: 300 Psig (Class 250 Iron)

FLOW DIRECTION: With Increasing Stations  
VALVE SELECTION CRITERIA: Single Body Comb Air Valves

### PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
250	2946	Beginning of Pipeline	No valve necessary	0.00
300	2945	Low Point	No valve necessary	6.80
350	2945	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	12.06
400	2939	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.12
450	2933	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.47
500	2926	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
550	2922	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
600	2919	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
650	2917	Low Point	No valve necessary	7.58
700	2917	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
750	2918	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.90
800	2917	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.48
850	2915	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.42
900	2912	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.14
950	2909	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.13
1000	2905	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.24
1050	2901	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1100	2898	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1150	2895	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1200	2895	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	6.58

## PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
1250	2891	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	3.96
1300	2883	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1350	2878	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1400	2875	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
1450	2875	Low Point	No valve necessary	1.04
1500	2884	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	0.52
1550	2892	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	0.01
1600	2900	High Point	3 IN #203C.2 Single Body Combination	14.66
1650	2894	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	8.87
1700	2876	Low Point	No valve necessary	21.53
1750	2877	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	4.90
1800	2876	Low Point	No valve necessary	4.90
1850	2876	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
1900	2879	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
1950	2881	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	8.40
2000	2880	Low Point	No valve necessary	4.57
2050	2881	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	4.26
2100	2881	Low Point	No valve necessary	2.88
2150	2882	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	6.35
2200	2881	Low Point	No valve necessary	5.06
2250	2885	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
2300	2892	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	6.09
2350	2894	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	7.42
2400	2893	Low Point	No valve necessary	3.87
2450	2901	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
2500	2918	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	9.40
2550	2924	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	1.67
2600	2928	Decrease in Up Slope	2 IN #102S Air/Vacuum	4.08
2650	2930	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	6.50
2700	2929	Low Point	No valve necessary	3.65
2750	2929	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.07
2800	2929	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.36
2850	2929	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.02
2900	2928	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.29
3000	2926	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.02
3050	2923	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3100	2920	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3150	2917	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3200	2915	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3250	2914	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.57
3300	2913	Low Point	No valve necessary	5.66
3350	2915	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3400	2917	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3450	2919	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3500	2924	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	11.98
3520	2923	End	No valve necessary	5.51

(\* ) These Stations were added because the segment length exceeded 2500 ft. (762 M)

- 1) The flow rate is the line-break flow in the adjacent line. At changes in the upslope or downslope, the flow rate is computed by subtracting the flow rate in the feeding leg from the flow rate in the lower leg. For long ascents and descents, the flow rate is one half of the line-break flow.
- 2) Air release valve model numbers are for full size connections; smaller connections are available.
- 3) In accordance with State EPA requirements, all potable water air valves must be ANSI/NSF 61 Certified.
- 4) Stations are added as needed (i.e. 1600) to provide a maximum spacing of 2500 ft (760 M).

**NOTES**

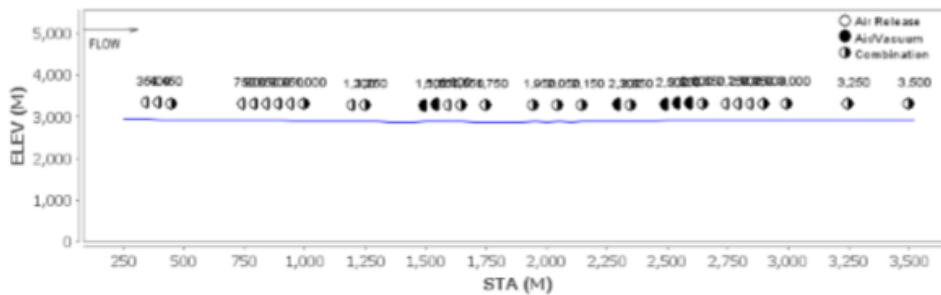
The project has been pre-determined to illustrate the AirValve program functionality.

PREPARED BY: \_\_\_\_\_

DATE: 04/21/2018

**Disclaimer Notice**

This Air Valve Sizing Software Program was developed by Val-Matic® Valve and Manufacturing Corporation as a convenience to its customers and should be utilized only as a guide for the selection and placement of Air Valves along a pipeline. This software program is not presented as, nor is it intended to be used as, a complete hydraulic transient study. This software program is offered on an as is basis. All risk regarding the appropriateness of the application are assumed by the user. Val-Matic makes no warranty or representation as to the accuracy or completeness of this software program or its output. Use of this software program or its output should be made under the direction of trained engineers or design professionals exercising their independent judgment regarding the suggested use of the valve types and sizes.



**Air Valve Sizing Software Program**  
 Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation  
 905 Riverside Drive  
 Elmhurst, IL 60126 USA  
  
 PROJECT: AIRREADO-ROMPRESSION315







## Air Valve Sizing Software Program

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation

905 Riverside Drive  
Elmhurst, IL 60126 USA

### PROJECT INFORMATION

PROJECT: ROMPE-PRESION-REPARTIDOR

OWNER: Katherine Villacis  
ENGINEER: Valmatic

MEDIA: Water - ANSI/NSF 61 Certified  
PIPE MATERIAL: Plastic  
PIPE INSIDE DIAMETER: 285.0 mm  
PLASTIC PIPE COLLAPSE PRESSURE: 180 Psig

MAX FLOW RATE: 212.0 L/sec  
FILL RATE: 212.0 L/sec  
SELECTED SAFETY FACTOR: 4:1  
DIFF. PRESS. FOR VAC. SIZING: 5.00 Psi

VALVE RATING: 300 Psig (Class 250 Iron)

FLOW DIRECTION: With Increasing Stations  
VALVE SELECTION CRITERIA: Single Body Comb Air Valves

### PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
3520	2923	Beginning of Pipeline	No valve necessary	0.00
3540	2922	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.65
3560	2921	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.80
3580	2919	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.57
3600	2917	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3620	2916	Low Point	No valve necessary	6.35
3640	2916	Long Ascent	2 IN #102S Air/Vacuum	1.29
3660	2916	Increase in Up Slope	No valve necessary	0.00
3680	2917	High Point	2 IN #202C.2 Single Body Combination	5.06
3700	2916	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3720	2916	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.04
3740	2915	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.98
3760	2915	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3780	2914	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.04
3800	2914	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.98
3820	2913	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.98
3840	2913	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3860	2912	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.98
3880	2912	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3900	2911	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.03

PIPELINE AIR VALVE SCHEDULE:

Station M	Elevation M	Description	Recommended Valve Size/Model	Flow Rate CFS
3920	2910	Long Descent	2 IN #202C.2 Single Body Combination	2.45
3940	2909	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
3960	2909	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.07
3980	2908	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.18
4000	2907	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4020	2907	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	1.49
4040	2906	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4060	2905	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.72
4080	2904	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.03
4100	2903	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4120	2903	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4140	2902	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4160	2901	Increase in Down Slope	2 IN #202C.2 Single Body Combination	0.04
4180	2901	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4200	2900	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4220	2900	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4240	2899	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4260	2899	Decrease in Down Slope	No valve necessary	0.00
4280	2898	Low Point	No valve necessary	3.46
4300	2898	End	No valve necessary	2.00

(\*) These Stations were added because the segment length exceeded 2500 ft. (762 M)

1) The flow rate is the line-break flow in the adjacent line. At changes in the upslope or downslope, the flow rate is computed by subtracting the flow rate in the feeding leg from the flow rate in the lower leg. For long ascents and descents, the flow rate is one half of the line-break flow.

2) Air release valve model numbers are for full size connections; smaller connections are available.

3) In accordance with State EPA requirements, all potable water air valves must be ANSI/NSF 61 Certified.

4) Stations are added as needed (i.e. 1600) to provide a maximum spacing of 2500 ft (760 M).

NOTES

The project has been pre-determined to illustrate the AirValve program functionality.

PREPARED BY: \_\_\_\_\_

DATE: 04/21/2018

Disclaimer Notice

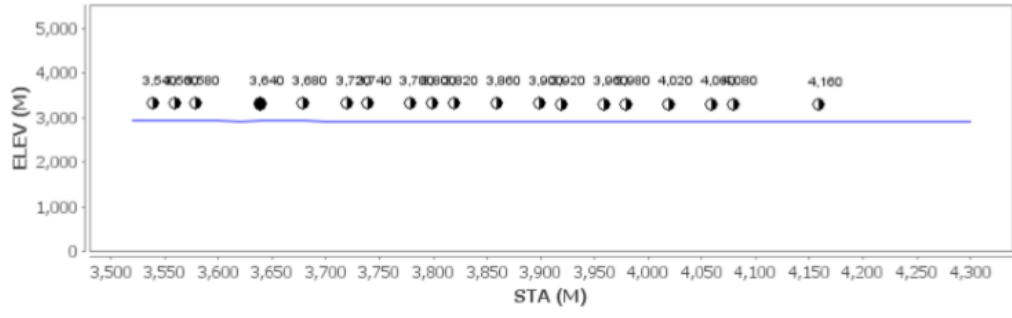
This Air Valve Sizing Software Program was developed by Val-Matic® Valve and Manufacturing Corporation as a convenience to its customers and should be utilized only as a guide for the selection and placement of Air Valves along a pipeline. This software program is not presented as, nor is it intended to be used as, a complete hydraulic transient study. This software program is offered on an as is basis. All risk regarding the appropriateness of the application are assumed by the user. Val-Matic makes no warranty or representation as to the accuracy or completeness of this software program or its output. Use of this software program or its output should be made under the direction of trained engineers or design professionals exercising their independent judgment regarding the suggested use of the valve types and sizes.



# Air Valve Sizing Software Program

Val-Matic Valve and Manufacturing Corporation  
905 Riverside Drive  
Elmhurst, IL 60126 USA

PROJECT : ROMPE-PRESION-REPARTIDOR



**ANEXO 7**  
**SIMULACIÓN EN EL EPANET**

