

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE CASHAPAMBA PARROQUIA SANGOLQUÍ,  
CANTÓN RUMIÑAHUI PROVINCIA DE PICHINCHA**

**Previa a la obtención de Grado Académico o Título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR:**

**RODRIGO EFRAIN PUGA GALLARDO**

**ROBERTO DAVID GARCÍA GRANDA**

**SANGOLQUÍ, 19 DE OCTUBRE DEL 2011**

# **TOMO I**

## **RESUMEN**

El presente documento contiene la evaluación del sistema Cashapamba ubicado en varios barrios de la Parroquia Sangolquí, en el mismo se propone una forma de realizar el análisis de redes de distribución de agua potable, se resuelve el problema determinando densidades mediante encuestas y dotaciones mediante consumos de los predios encuestados, se modela el funcionamiento actual en Epanet y se proyecta la población a veinte años para la evaluación futura de la red, se analizan las acciones necesarias para el correcto funcionamiento de la red y su mejoramiento. Este proyecto constituye un elemento importante para el mejoramiento del servicio de distribución de agua potable.

## **ABSTRACT**

This document contains the assessment Cashapamba system located in different parts of the Parish Sangolquí, in the same proposed a way to perform network analysis of drinking water distribution solves the problem by determining densities through surveys and by consumption endowments the farms surveyed, the operation is modeled Epanet current and projected population twenty years for future evaluation of the network, analyzes the necessary actions for the proper functioning of the network and its improvement. This project constitutes an important element in improving the service delivery of drinking water.

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el (los) Sr(s).  
RODRIGO EFRAIN PUGA GALLARDO Y ROBERTO DAVID GARCÍA  
GRANDA como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO  
CIVIL.

19 de Octubre de 2011

Fecha

---

ING. MIGUEL ARIAS OSEJO

---

ING. MIGUEL ARAQUE

REVISADO POR

---

ING JORGE ZUÑIGA

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Guillermo y Magdalena por guiarme y ser la persona que soy ahora, a mi hermano Guillermo quien siempre ha sido un gran ejemplo, a mi hermana Verónica luchadora incansable que sigue sus sueños, a mi hermano Carlos por estar cuando lo he necesitado, a Pame por ser la madre de los niños que más quiero en mi vida Mateo y Sebastián, a toda mi familia y amigos que han me hay apoyado a lo largo de estos años, y en especial a Ricardo Trujillo quien fue una persona ejemplar llena de alegría, a quien tuve el orgullo de conocer y tenerlo como amigo.

A mi mejor amiga y novia Carolina Gavidia por acompañarme en los momentos más importantes, brindándome su apoyo, amor incondicional y ser un ejemplo de persona, la cual me ha permitido mostrarle lo mejor de mí.

**ROBERTO DAVID GARCÍA GRANDA**

## **DEDICATORIA**

Para todas y cada una de las personas que influyeron de manera positiva en mi formación académica, en especial para mis padres que con su sacrificio diario han inculcado ante todo la responsabilidad en mi vida, a mis hermanos por su constante apoyo y cariño brindado, a todos mis familiares que siempre me han manifestado su respaldo incondicional en mis decisiones, a mis compañeros y amigos.

**RODRIGO EFRAIN PUGA GALLARDO**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios por darme salud a lo largo de mi vida y permitirme estar vivo.

A mi universidad Escuela Politécnica del Ejército, que me proporciono maestros que me brindaron su conocimiento a lo largo de mi carrera para que pueda enfrentar la vida y servir a mi país.

De manera muy especial quiero agradecer al director de este proyecto Ing. Ms.C. Miguel Arias y al codirector Ing. Miguel Araque por su valiosa guía durante todo el estudio, por el tiempo dedicado para realizar este documento, gracias a sus criterios hicieron que nuestra tesis sea una realidad.

A todo el personal del Municipio de Rumiñahui que nos dio una mano cuando la necesitábamos, al Ing. Pedraza, Ing. Jorge Vásconez, Ing. Henry Herrera.

A mi novia Carolina y a toda su familia por el apoyo que me brindaron durante este tiempo. A todos mis amigos que a lo largo de mi vida fueron tan importantes y me apoyaron incondicionalmente cuando más los necesite, en especial a Carlos, Kike Roberto, Verde. A mi familia, a todos mis primos y primas que siempre me han impulsado a mejorar y ser un persona que lucha por cumplir sus sueños.

Gracias de corazón

**ROBERTO DAVID GARCIA GRANDA**

## **AGRADECIMIENTO**

A todas y cada una de las personas que han brindado su apoyo incondicional en este trabajo, a los trabajadores y empleados de la Dirección de Agua Potable del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui, en especial al Ing. Nelson Pedraza, Ing. Jorge Vásquez, Ing. Henry Herrera por toda la información facilitada durante el transcurso del presente trabajo y por sus acertados consejos técnicos impartidos, en especial un agradecimiento al Ing. Miguel Arias por su tiempo y acertadas correcciones realizadas, al Ing. Jorge Zúñiga por el apoyo impartido durante todo el transcurso del trabajo.

**RODRIGO EFRAIN PUGA GALLARDO**



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>TOMO I</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
ROBERTO DAVID GARCÍA GRANDA.....	V
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
RODRIGO EFRAIN PUGA GALLARDO.....	VI
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VII</b>
ROBERTO DAVID GARCIA GRANDA.....	VII
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VIII</b>
RODRIGO EFRAIN PUGA GALLARDO.....	VIII
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XX</b>
<b>LISTADO DE ANEXOS</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>FÓRMULAS</b> .....	<b>XXVI</b>
<b>NOMENCLATURA</b> .....	<b>XXVII</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>2</b>
1.1    Antecedentes.....	2
1.2    Descripción del área de estudio.....	3

1.2.1	Aspectos generales de la población .....	3
1.2.2	Localización geográfica .....	3
1.2.3	Orografía .....	4
1.2.4	Características del Clima .....	5
1.3	Justificación.....	7
1.4	Objetivos del Proyecto .....	7
1.4.1	Objetivo General .....	7
1.4.2	Objetivos específicos .....	8
<b>CAPÍTULO II: Catastro .....</b>		<b>10</b>
2.1.	Introducción.....	10
2.2.	Captación .....	11
2.2.1.	Vertiente El Molinuco .....	11
2.2.2.	Luz de América .....	12
2.2.3.	Estación de Bombeo Cashapamba .....	14
2.2.4.	Estación de Bombeo Selva Alegre .....	15
2.3.	Tanques .....	15
2.3.1.	Tanque Cashapamba .....	16
2.3.2.	Tanque Dolores Vega .....	18
2.3.3.	Tanque La Colina.....	20
2.3.4.	Tanque Barrio Cashapamba.....	20
2.4.	Tuberías en la red.....	21
2.5.	Válvulas.....	39
2.5.1.	Identificación de las válvulas .....	40
2.6.	Hidrantes.....	42
<b>CAPÍTULO III: Parámetros de Diseño.....</b>		<b>46</b>
3.1.	Aspectos básicos .....	46
3.2.	Zonas de Estudio .....	47
3.3.	Distribución de Áreas.....	50
3.4.	Cotas .....	51

3.5.	Evaluación Actual.....	52
3.5.1.	Población Actual .....	52
3.5.2.	Densidad .....	54
3.5.3.	Dotación .....	55
3.5.4.	Caudales especiales.....	56
3.6.	Evaluación futura .....	57
3.6.1.	Población Futura .....	57
3.6.1.1.	Periodo de diseño .....	57
3.6.1.2.	Método Aritmético .....	58
3.6.1.3.	Método Geométrico .....	59
3.6.1.4.	Conclusiones.....	60
3.6.2.	Densidad .....	60
3.6.3.	Dotación futura.....	61
3.6.4.	Caudales especiales a futuro.....	62
3.7.	Diámetros interiores .....	63
3.8.	Consideraciones para la evaluación.....	64
3.8.1.	Variaciones de Consumo .....	65
3.8.2.	Dotación contra incendios.....	66
3.8.3.	Volúmenes de Almacenamiento .....	67
2.8.3.1.	Volumen de Regulación.....	67
2.8.3.2.	Volumen de protección contra incendios.....	67
2.8.3.3.	Volumen de emergencia .....	68
3.9.	Caudal.....	68
3.9.1.	Caudal red actual .....	69
3.9.2.	Caudal red futura .....	85
<b>CAPÍTULO IV: Modelamiento en el Programa Epanet.....</b>		<b>102</b>
4.1	Descripción del software utilizado.....	102
4.2	Componentes Físicos. ....	105
4.2.1	Las tuberías .....	105
4.2.2	Pérdidas Menores.....	108

4.3	Ingreso de Datos desde AutoCAD.....	109
4.3.1	Descripción de EpaCAD. ....	109
4.3.2	Indicar el Modo de Conversión .....	110
4.3.3	Tolerancia para la conectividad .....	111
<b>CAPÍTULO V: CALIDAD DEL AGUA .....</b>		<b>113</b>
5.1.	Generalidades.....	113
5.2.	Toma de muestras .....	113
5.3.	Procedimiento para el análisis Físico Químico.....	116
5.3.1.	Cloro Residual.....	116
5.3.2.	Alcalinidad a la Fenolftaleína.....	117
5.3.3.	Alcalinidad Total.....	118
5.3.4.	Dureza Total.....	119
5.3.5.	Dureza Cálcica.....	120
5.3.6.	Cloruros.....	120
5.3.7.	PH .....	120
5.3.8.	Conductividad y Sólidos Totales Disueltos .....	121
5.3.9.	Turbiedad .....	122
5.3.10.	Color.....	123
5.3.11.	Hierro total.....	123
5.3.12.	Sulfatos .....	124
5.3.13.	Sólidos suspendidos .....	125
5.4.	Resultados de los exámenes.....	127
5.5.	Análisis de los Resultados .....	130
<b>CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN.....</b>		<b>134</b>
6.1.	Generalidades.....	134
6.2.	Red Barrio Cashapamba .....	134
6.2.1.	Análisis con las Redes existentes.....	135
6.2.1.1.	Caudal Máximo Horario .....	135

6.2.1.2. Caudal de incendio .....	137
6.2.2. Evaluación Futura con red actual .....	138
6.2.2.1. Caudal Máximo Horario .....	138
6.2.3. Propuesta de rediseño .....	140
6.2.3.1. Caudal Máximo Horario .....	140
6.2.3.2. Caudal de Incendio .....	142
6.2.3.3. Presupuesto rediseño Red Barrio Cashapamba .....	143
6.2.4. Almacenamiento .....	143
6.2.2.1. Red Actual.....	143
6.2.2.2. Red Futura .....	144
6.3. Red Tanque Cashapamba.....	145
6.3.1. Análisis con los Redes existentes.....	145
6.3.1.1. Caudal Máximo Horario .....	146
6.3.1.2. Caudal de incendio .....	148
6.3.2. Evaluación futura con red actual.....	150
6.3.2.1. Caudal Máximo Horario .....	150
6.3.3. Propuesta de rediseño .....	152
6.3.2.1. Caudal Máximo Horario .....	153
6.3.2.2. Caudal de Incendio .....	155
6.3.2.2. Presupuesto Red Tanque Cashapamba .....	156
6.3.2.3. Almacenamiento .....	157
6.3.4.1. Red Actual.....	157
6.3.4.2. Red Futura .....	159
6.4. Diagnóstico Final.....	162
6.5. Evaluación de impacto ambiental .....	164
6.5.1. Control de la contaminación de agua en los tanques de reserva.....	164
6.5.2. Control de la contaminación del suelo .....	165
6.5.3. Pendiente de taludes .....	165
6.5.4. Tanques de reserva y distribución.....	166
6.5.5. Línea de conducción y red de distribución .....	166

6.5.6. Flora y fauna .....	167
6.5.7. Replanteo del nuevo eje de la tubería .....	167
6.5.8. Fase de preconstrucción.....	167
6.5.9. Fase de construcción .....	168
6.5.10. Fase de operación .....	168
6.5.11. Ejecución.....	168
6.5.12. Matriz de Leopold.....	169
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>172</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>175</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>176</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Tubería Zona 1: Barrio Cashapamba y Zona 2: Comuna Cashapamba .....	22
Tabla 2.2. Continuación: Tubería Zona 1 y Zona 2.....	23
Tabla 2.3. Continuación: Tubería Zona 1 y Zona 2.....	24
Tabla 2.4. Tubería Zona 3: Ciudadela el Ejército II.....	24
Tabla 2.5. Continuación Tubería Zona 3: Ciudadela el Ejército I .....	25
Tabla 2.6. Tubería Zona 4: Urbanización Cashapamba .....	26
Tabla 2.7. Tubería Zona 8: San Ignacio de Cashapamba .....	26
Tabla 2.8. Continuación: Tubería Zona 8: San Ignacio de Cashapamba.....	27
Tabla 2.9. Tubería Zona 9: Urbanización El Colibrí .....	27
Tabla 2.10. Tubería Zona 10: Dolores Vega II Etapa .....	28
Tabla 2.11. Tubería Zona 11: Urbanización San Francisco .....	28
Tabla 2.12. Continuación: Tubería Zona 11: Urbanización San Francisco .....	29
Tabla 2.13. Continuación: Tubería Zona 11: Urbanización San Francisco .....	30
Tabla 2.14. Tubería Zona 12: El Rancho y Zona 13: Atuntaqui.....	30
Tabla 2.15. Continuación: Tubería Zona 12 y Zona 13 .....	31
Tabla 2.16. Continuación: Tubería Zona 12 y Zona 13 .....	32
Tabla 2.17. Continuación: Tubería Zona 12 y Zona 13 .....	33
Tabla 2.18. Tubería Zona 14: Dolores Vega I Etapa .....	34
Tabla 2.19. Tubería Zona 15: La Colina .....	35
Tabla 2.20. Continuación: Tubería Zona 15: La Colina .....	36
Tabla 2.21. Tubería Tanque Cashapamba – Tanque Dolores Vega y Zona 6.....	37
Tabla 2.22. Tubería Tanque Dolores Vega – Tanque La Colina .....	37
Tabla 2.24. Resumen Válvulas .....	40
Tabla 2.25. Resumen Hidrantes.....	42
Tabla 3.1. Identificación Zonas .....	47
Tabla 3.2. Descripción de las Áreas residenciales .....	49
Tabla 3.3. Descripción de los consumos especiales .....	50

Tabla 3.4. Resultados encuestas subzonas Residenciales.....	52
Tabla 3.5. Resultados población Conjuntos.....	53
Tabla 3.6. Densidad Subzonas Residenciales.....	54
Tabla 3.7. Densidad Conjuntos .....	55
Tabla 3.8. Dotación Conjuntos.....	55
Tabla 3.9. Dotación Zonas Residenciales.....	56
Tabla 3.10. Caudales Especiales.....	57
Tabla 3.11. Densidad Futura.....	60
Tabla 3.12. Continuación: Densidad Futura.....	61
Tabla 3.13. Dotación futura .....	62
Tabla 3.14. Caudales Especiales a futuro .....	63
Tabla 3.15.: Diámetros interiores de Tubería.....	63
Tabla 3.16. Dotación de agua contra incendios.....	66
Tabla 3.17. Red actual: Tanque dolores vega-tanque la colina.....	69
Tabla 3.18. Red actual: Zona 1, Zona 2.....	69
Tabla 3.19. Continuación, Red actual: Zona 1, Zona 2 .....	70
Tabla 3.20. Continuación, Red actual: Zona 1, Zona 2 .....	71
Tabla 3.21. Red actual: Zona 4.....	72
Tabla 3.22. Red actual: Tanque Cashapamba a Dolores Vega, Zona 6.....	72
Tabla 3.23. Red actual: Zona 5.....	73
Tabla 3.24. Red actual: Zona 7 .....	73
Tabla 3.25. Red actual: Zona 8.....	74
Tabla 3.26. Red actual: Zona 9.....	74
Tabla 3.27. Continuación, Red actual: Zona 9.....	75
Tabla 3.28. Red Actual: Zona 10.....	75
Tabla 3.29. Red actual: Zona 11 .....	76
Tabla 3.30. Continuación, Red actual: Zona 11.....	77
Tabla 3.31. Red actual: Zona 12, Zona 13.....	77
Tabla 3.31. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13 .....	78
Tabla 3.32. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13 .....	79



Tabla 3.33. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13 .....	80
Tabla 3.34. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13 .....	81
Tabla 3.35. Nodo E.R. 65 San Luis.....	81
Tabla 3.36. Red actual: Zona 14 .....	82
Tabla 3.37. Red actual: Zona 15.....	83
Tabla 3.38. Continuación, Red actual: Zona 15.....	84
Tabla 3.39. Red futura: Tanque dolores vega-tanque la colina .....	85
Tabla 3.40. Red futura: Zona 1, Zona 2 .....	85
Tabla 3.41. Continuación, Red futura: Zona 1, Zona 2.....	86
Tabla 3.42. Continuación, Red futura: Zona 1, Zona 2.....	87
Tabla 3.43. Red Futura: Zona 4 .....	88
Tabla 3.44. Red futura: Tanque Cashapamba a Dolores Vega, Zona 3, Zona 6 .....	88
Tabla 3.45. Red futura: Zona 5 .....	89
Tabla 3.46. Red Futura: Zona 7 .....	89
Tabla 3.47. Red futura: Zona 8 .....	90
Tabla 3.48. Red futura: Zona 9 .....	91
Tabla 3.49. Red futura: Zona 10 .....	91
Tabla 3.50. Continuación, Red futura: Zona 10 .....	92
Tabla 3.51. Red futura: Zona 11 .....	92
Tabla 3.52. Continuación, Red futura: Zona 11 .....	93
Tabla 3.53. Red futura: Zona 12, Zona 13 .....	93
Tabla 3.54. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13.....	94
Tabla 3.55. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13.....	95
Tabla 3.56. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13.....	96
Tabla 3.57. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13.....	97
Tabla 3.58. Red futura E.R. 65 San Luis .....	98
Tabla 3.59. Red futura: Zona 14 .....	98
Tabla 3.60. Red futura: Zona 15 .....	99
Tabla 3.61. Continuación, Red futura: Zona 15 .....	100
Tabla 4.1: Cálculos de Perdidas en Tuberías Llena(Perdidas en pies).....	107

Tabla 4.2: Coeficiente de rugosidad para nuevas tuberías(D-W).....	108
Tabla 4.3: Coeficientes de pérdidas menores.....	109
Tabla 5.1: Portable Datalogging Spectrophotometer, (Fuente: ECUAPETQUIM).....	126
Tabla 5.2: Análisis Físico Químico, M1 y M2 .....	128
Tabla 5.3: Análisis Físico Químico, M3 y M4 .....	129

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Resumen tanques .....	21
Cuadro 6.1: Almacenamiento Tanque Barrio Cashapamba Actual .....	144
Cuadro 6.2: Almacenamiento Tanque Barrio Cashapamba Futuro.....	145
Cuadro 6.3: Distribución de los Tanques a las zonas.....	145
Cuadro 6.3: Almacenamiento Tanque La Colina Actual .....	157
Cuadro 6.4: Almacenamiento Tanque Dolores Vega Actual .....	158
Cuadro 6.5: Almacenamiento Tanque Cashapamba Actual.....	159
Cuadro 6.6: Almacenamiento Tanque La Colina Futuro.....	160
Cuadro 6.7: Almacenamiento Tanque Dolores Vega Futuro .....	160
Cuadro 6.8: Almacenamiento Tanque Cashapamba Futuro .....	161
Cuadro 6.9: Diagnóstico final de la red .....	163
Cuadro 6.10: Matriz de Loepold.....	170

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Esquema del Sistema .....	10
Figura 2.2. Vertientes Molinuco.....	12
Figura 2.3. Vertiente Principal Molinuco .....	12
Figura 2.4. Vertiente Luz de América (perforación principal).....	13
Figura 2.5. Vertiente Luz de América (perforación secundaria) .....	14
Figura 2.6. Perforación Estación de Bombeo Cashapamba.....	14
Figura 2.7. Estación de Bombeo Selva Alegre .....	15
Figura 2.8. Tanque Cashapamba.....	16
Figura 2.9. Tanque Cashapamba (Tuberías de entrada) .....	17
Figura 2.10. Tanque Cashapamba (Tuberías de salida) .....	17
Figura 2.11. Tanque Dolores Vega .....	18
Figura 2.12. Tanque Dolores Vega (Tubería de entrada).....	19
Figura 2.13. Tanque Dolores Vega (Tuberías de salida).....	19
Figura 2.14. Tanque La Colina.....	20
Figura 2.15. Tanque Barrio Cashapamba.....	21
Figura 2.16. Recorrido por la tubería cercano al nodo (DV-LC)9 .....	22
Figura 2.17. Tubería PCV 63 mm, Nodo BC 24 – BC 23 .....	38
Figura 2.18. Tubería Asbesto Cemento 110 mm, Nodo E.R.72 – E.R.73 .....	38
Figura 2.19. Nodo (C-DV)6 Válvulas Mariposas .....	41
Figura 2.20. Nodo S.F.5 Válvula de compuerta .....	41
Figura 2.21. Hidrante Zona 7 .....	43
Figura 2.22. Hidrante Zona 15: La Colina .....	44
Figura 3.1: Zonas de la Red (UTM WGS-84 Zona 17 Sur).....	48
Figura 3.2: División de áreas de la Zona 15 .....	51
Figura 4.1: Epanet (Fuente: Enviroment Protection Agency). .....	102
Figura 4.2: Componentes físicos Epanet (Fuente: Manual Epanet 2001).....	105
Figura 4.3: Conversión EpaCAD Modo Vértices .....	110

Figura 4.4: Conversión EpaCAD Modo Nodos .....	111
Figura 4.5: Tolerancia 1 EpaCAD .....	111
Figura 4.6: Tolerancia 2 EpaCAD .....	111
Figura 5.1: Muestras para los ensayos de calidad de agua. ....	114
Figura 5.2: Muestra de agua, Tanque Cashapamba (salida) .....	114
Figura 5.3: Muestra de agua, Tanque Barrio Cashapamba (salida).....	115
Figura 5.4: Muestra de agua, Tanque Dolores Vega (salida) .....	115
Figura 5.5: Muestra de agua, Tanque La Colina.....	116
Figura 5.6: Muestra agua destilada, cloro Residual.....	117
Figura 5.7: Recipiente de Fenolftaleína .....	118
Figura 5.8: Recipiente de bromocresol .....	118
Figura 5.9: Muestra con bromocresol, (coloración azul).....	119
Figura 5.10: Medición del PH.....	121
Figura 5.11: Conductivity/TDS Meter, Hach.....	122
Figura 5.12: 2100P Turbidimeter, Hach .....	122
Figura 5.13: Color, Portable Datalogging Spectrophotometer, Hach DR/2010 .....	123
Figura 5.14: Muestra + reactivo Iron Phenanthroline .....	124
Figura 5.15: Hierro Total, Portable Datalogging Spectrophotometer, Hach DR/2010.....	124
Figura 5.16: Reactivo Sulfato .....	125
Figura 5.17: Sólidos Suspendidos, Portable Datalogging Spectrophotometer, Hach DR/2010	125
Figura 6.1: Mapa de temático para la elevación Red Barrio Cashapamba .....	135
Figura 6.2: Presiones Red Barrio Cashapamba, Red actual QMH.....	136
Figura 6.3: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Red actual QMH .....	136
Figura 6.4: Presiones Red Barrio Cashapamba, Red actual Qi Nodo BC46.....	137
Figura 6.6: Presiones Red Barrio Cashapamba, Red futura QMH .....	139
Figura 6.7: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Red futura QMH .....	139
Figura 6.7: Diámetros Rediseño, Red Barrio Cashapamba.....	140
Figura 6.8: Presiones Red Barrio Cashapamba, Rediseño QMH.....	141
Figura 6.9: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Rediseño QMH .....	141
Figura 6.10: Presiones Red Barrio Cashapamba, Rediseño Qi Nodo BC46.....	142

Figura 6.11: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Rediseño Qi Nodo BC46 .....	143
Figura 6.12: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red Actual, QMH .....	146
Figura 6.13: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red Actual, QMH .....	147
Figura 6.14: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red Actual, Qi E.R.81 .....	148
Figura 6.15: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red actual, Qi E.R.94.....	149
Figura 6.16: Presiones Red Tanque Cashapamba, Evaluación futura red actual, QMH .....	150
Figura 6.16: Velocidades Red Tanque Cashapamba, Evaluación futura red actual, QMH.....	151
Figura 6.17: Presiones Red Tanque Cashapamba, Rediseño QMH.....	153
Figura 6.18: Velocidades Red Tanque Cashapamba, Rediseño QMH .....	154
Figura 7.36: Presiones Red Tanque Cashapamba, Rediseño Qi nodo E.R.81.....	155
Figura 6.19: Presiones Red Tanque Cashapamba, Rediseño Qi nodo E.R.94.....	156

## LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1.....	177
Encuesta socioeconómica Zona 1, Sub-zona Barrio Cashapamba.....	177
Anexo 2.....	180
Encuesta socioeconómica Zona 2, Sub-zona Comuna Cashapamba.....	180
Anexo 3.....	182
Encuesta socioeconómica Zona 4, Sub-zona Urbanización Cashapamba.....	182
Anexo 4.....	184
Encuesta socioeconómica Zona 4, Sub-zona Conjunto Habitacional Cashapamba.....	184
Anexo 5.....	187
Encuesta socioeconómica Zona 7, Sub-zona Ciudadela del Ejército II .....	187
Anexo 6.....	190
Encuesta socioeconómica Zona 8, Sub-zona San Ignacio de Cashapamba.....	190
Anexo 7.....	193
Encuesta socioeconómica Zona 9, Sub-zona Urbanización El Colibrí.....	193
Anexo 8.....	196
Encuesta socioeconómica Zona 10, Sub-zona Dolores Vega II.....	196
Anexo 9.....	199
Encuesta socioeconómica Zona 11, Sub-zona San Francisco .....	199
Anexo 10.....	202
Encuesta socioeconómica Zona 12, Sub-zona Los Angeles.....	202
Anexo 11.....	205
Encuesta socioeconómica Zona 12, Sub-zona Barrio El Rancho.....	205
Anexo 12.....	208
Encuesta socioeconómica Zona 12, Sub-zona Calle Machachi.....	208
Anexo 13.....	211
Encuesta socioeconómica Zona 13, Sub-zona Calle Atuntaqui.....	211
Anexo 14.....	214
Encuesta socioeconómica Zona 13, Sub-zona Poncho Verde.....	214
Anexo 15.....	217

Encuesta socioeconómica Zona 14, Sub-zona Dolores Vega I.....	217
Anexo 16.....	220
Encuesta socioeconómica Zona 15, Sub-zona La Colina.....	220
Anexo 17.....	223
Evaluación actual, Presiones en la red Barrio Cashapamba, QMH.....	223
Anexo 18.....	225
Evaluación actual, Velocidades en la red Barrio Cashapamba, QMH.....	225
Anexo 19.....	227
Evaluación actual, Presiones en la red Barrio Cashapamba, Qi Nodo BC46.....	227
Anexo 20.....	229
Evaluación actual, Velocidades en la red Barrio Cashapamba, Qi Nodo BC46.....	229
Anexo 21.....	231
Evaluación futura con red actual, Presiones en la red Barrio Cashapamba, QMH.....	231
Anexo 22.....	233
Evaluación futura con red actual, Velocidades en la red Barrio Cashapamba, QMH.....	233
Anexo 23.....	235
Rediseño, Presiones en la red Barrio Cashapamba, QMH.....	235
Anexo 24.....	237
Rediseño, Velocidades en la red Barrio Cashapamba, QMH.....	237
Anexo 25.....	239
Rediseño, Presiones en la red Barrio Cashapamba, Qi Nodo BC46.....	239
Anexo 26.....	241
Rediseño, Velocidades en la red Barrio Cashapamba, Qi Nodo BC46.....	241
Anexo 27.....	243
Evaluación Actual, Presiones en la red Tanque Cashapamba, QMH.....	243
Anexo 28.....	256
Evaluación Actual, Velocidades en la red Tanque Cashapamba, QMH. ....	256
Anexo 29.....	268
Red Actual, Presiones en la red Tanque Cashapamba, Qi Nodo E.R.81.....	268
Anexo 30.....	281
Red Actual, Presiones en la red Tanque Cashapamba, Qi Nodo E.R.94.....	281
Anexo 31.....	294
Evaluación futura con red Actual, Presiones en la red Tanque Cashapamba, QMH.....	294



Anexo 32.....	307
Evaluación futura con red Actual, Velocidades en la red Tanque Cashapamba, QMH.....	307
Anexo 33.....	319
Rediseño, Presiones en la red Tanque Cashapamba, QMH. ....	319
Anexo 34.....	332
Rediseño, Velocidades en la red Tanque Cashapamba, QMH. ....	332
Anexo 35.....	344
Rediseño, Presiones en la red Tanque Cashapamba, Qi. Nodo E.R.81.....	344
Anexo 36.....	357
Rediseño, Presiones en la red Tanque Cashapamba, Qi. Nodo E.R.94.....	357
Anexo 37.....	370
Presupuesto: Alternativa planteada en la tesis para correcto funcionamiento de la red sector Comuna Cashapamba.....	370
Anexo 38.....	372
Presupuesto: Alternativa planteada en la tesis para correcto funcionamiento de la red Sector Barrio Cashapamba.....	372
Anexo 39.....	374
Presupuesto: Cambio de tubería de AC a PVC en diferentes calles del barrio el Rancho.....	374
Anexo 40.....	376
Presupuesto: Alternativa planteada en la tesis para correcto funcionamiento de la red en La Urbanización El Colibri.....	376
Anexo 41.....	Plano 1
Zonificación de las Densidades para Subzonas.....	Plano 1
Anexo 42.....	Plano 2-11
Catastro de la red Actual.....	Plano 2-11
Anexo 43.....	Plano 12-21
Rediseño de la red.....	Plano 12-21

# FÓRMULAS

Fórmula 3.1. Caudal de Incendio .....	65
Fórmula 3.2. Caudal medio .....	65
Fórmula 3.3: Caudal máximo diario .....	65
Fórmula 3.4. Caudal máximo horario .....	66
Fórmula 3.5. Volumen contra incendios (hasta 20000 habitantes).....	67
Fórmula 3.6: Volumen contra incendios (más de 20000 habitantes).....	68
Fórmula 4.1: Perdidas de Carga en las tuberías. ....	107
Fórmula 4.2: Pérdidas Menores .....	108

## NOMENCLATURA

EMAAP-Q : Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito

INEN : Instituto Ecuatoriano de Normalización

SAPSB : Subsecretaria de Agua Potable Saneamiento y Residuos Solidos

EPA : Environmental Protection Agency.

I : Caudal de Incendio

D : Dotación

P : Número de habitantes

Q<sub>max.día</sub> : Caudal Máximo Diario

Q<sub>med</sub> : Caudal Medio

K<sub>max.hor</sub> : Coeficiente Máximo Horario

vi : Volumen contra incendios

$\varepsilon$  : Coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach

d : Diámetro de la tubería

L : Longitud de la tubería

q : Caudal

# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

## **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.**

### **1.1 Antecedentes.**

Unas de las principales necesidades para la subsistencia de la sociedad es el suministro de agua, debido a que sin este elemento la vida sería imposible, no solamente como recurso vital, sino por el manejo y eliminación de residuos generados por la población.

La ciudad de Sangolquí, ha presentado un importante crecimiento poblacional, lo que ha llevado a un aumento en el consumo de agua potable por parte de sus habitantes, razón por la cual se ha hecho necesario generar propuestas técnicas que mejoren la entrega de dicho servicio.

La Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Comercialización del Cantón Rumiñahui en su afán de generar información técnica actualizada de los sistemas de agua potable se encuentra preocupada por evaluar el funcionamiento hidráulico de los sistemas de distribución de agua potable del Cantón, esto con la finalidad de poner en funcionamiento el software implementado para diseño y evaluación de los sistemas de agua potable.

## **1.2 Descripción del área de estudio**

### **1.2.1 Aspectos generales de la población<sup>1</sup>**

La tasa de crecimiento del Cantón Rumiñahui, es 3.2% alta comparada con la nacional que es de 2.17%. Las parroquias rurales de Rumiñahui son las que registran una tasa de crecimiento menor.

### **1.2.2 Localización geográfica**

El Proyecto se encuentra ubicado dentro de la parroquia Sangolquí, al norte hasta la urbanización La Colina, limitado al Norte y al Este por el río Pita, al Oeste con la Escuela Politécnica del Ejército, el río Santa Clara, y por la calle Atuntaqui hasta llegar al barrio Dolores Vega I, y al sur por el colibrí, Urbanización San Ignacio de Cashapamba, hasta llegar al tanque de Cashapamba. Tal como se muestra en la zona delimitada del proyecto que a continuación se presenta.

---

<sup>1</sup> Plan Estratégico Participativo del Cantón Rumiñahui 2002

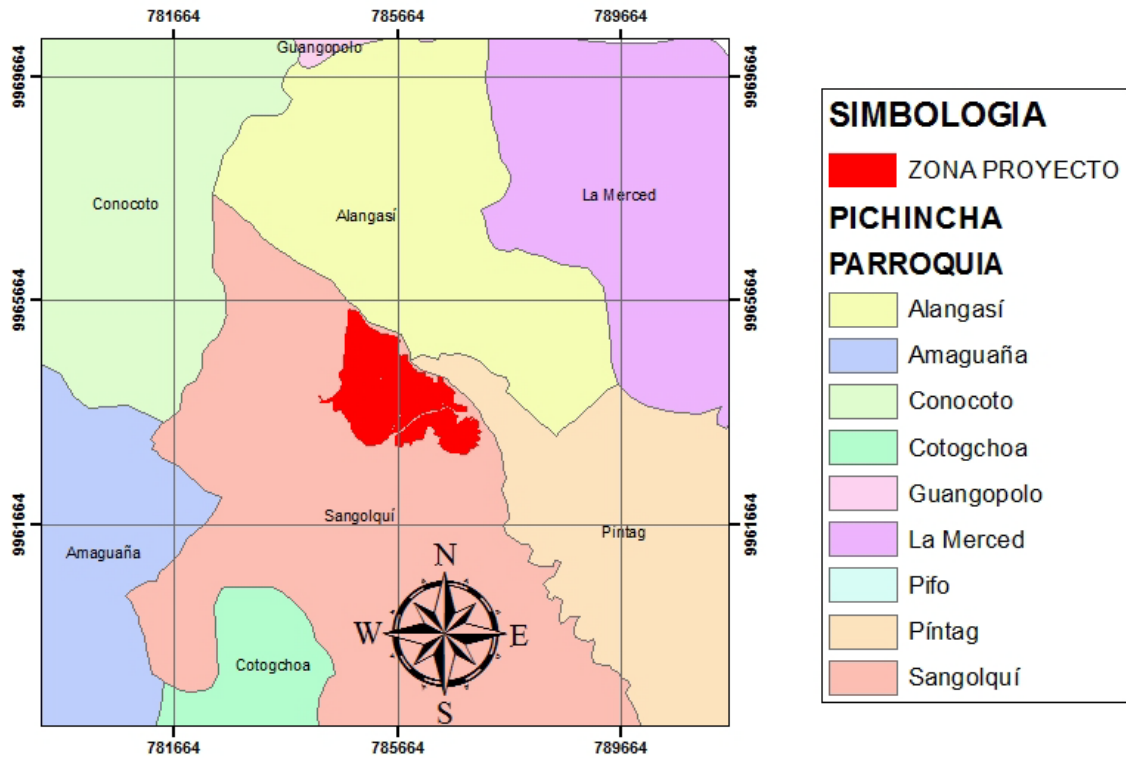


Figura 1.1: Localización Geográfica (UTM WGS-84 Zona 17 Sur)

### 1.2.3 Orografía<sup>2</sup>

El proyecto está emplazado en el Valle de Los Chillos, éste a su vez está rodeado de regiones naturales como el cerro Llano al norte; las laderas y las estribaciones de los cerros Pasochoa y Sincholagua; al sur los declives exteriores de la Cordillera central de los Andes, además de la loma de Puengasí que es la que separa Quito del Valle de los Chillos al oeste. Sus límites naturales son: desde la confluencia de los Ríos Pita y San Pedro, el curso del río Pita<sup>2</sup> por la quebrada de Talata hasta la confluencia de la quebrada Romopungo al norte y este. Y siguiendo por la confluencia de estas quebradas

<sup>2</sup> Plan Estratégico Participativo del Cantón Rumifahui 2002

en línea imaginaria hacia el sur hasta alcanzar la cumbre del cerro Pasochoa. Y al Oeste la cumbre del cerro de Pasochoa hasta alcanzar el páramo de San Agustín, en línea meridiana hacia el norte hasta el origen de la quebrada Cuendina, aguas abajo por el Río San Pedro, quinientos metros antes de la quebrada Zuruhuayco; desde este punto al noroeste hasta interceptar la quebrada Balbina, confluencia con la quebrada Santa Isabel, aguas abajo hasta la confluencia con el Río Pita.

#### **1.2.4 Características del Clima<sup>3</sup>**

Los elementos del clima como precipitación, temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar son importantes en la caracterización del clima. Además los diferentes factores geográficos y meteorológicos que influyen en los regímenes locales hidroclimáticos. Por estar rodeado de altas cordilleras el clima en la zona de estudio es muy agradable.

Los solsticios de verano e invierno se presentan de junio a septiembre, y se caracteriza por una sequía prolongada y por fuertes vientos; los meses de mayor precipitaciones son por lo general abril y octubre.

El mes que presenta más altas temperaturas es octubre con 26.1°C y el mes más frío es julio con 4.2 °C. Esto está en contraste con los días más soleados que presenta el mes de julio. Los días con más nubosidad son de los meses de octubre a marzo.

La pluviosidad en la zona del proyecto presenta en general precipitaciones torrenciales y continuas, lo que permite una permanente

---

<sup>3</sup> Plan Estratégico Participativo del Cantón Rumiñahui 2002



humedad del 67.10 %; el mes de mayor precipitación es marzo (138.2 mm) y el mes más seco julio (17.4 mm).

La dirección predominante del viento es Este, Sur-Este con una intensidad promedio de 11 m/s., siendo septiembre el mes con más vientos (20 m/s.) y junio el mes más tranquilo (4 m/s.)

. La heliofonia o insolación promedio mensual es de 171.6 horas/sol, el mes con menor número de horas sol es marzo con 134.0 horas/sol, y el de mayor horas sol es agosto con 223.0 horas/sol.

La nubosidad expresada en porcentaje, varía en relación directa con la precipitación, humedad relativa y temperatura, el valor medio es de 21.5% mensual.

### **1.3 Justificación**

El proyecto genera información importante sobre la distribución de agua potable actualmente en la red y servirá para el mejoramiento del servicio de agua potable.

Ante la falta de información real de las tuberías existentes en este proyecto realizaremos el catastro general de tuberías, con sus respectivos materiales, cotas de los nodos del proyecto, ubicación de válvulas, ubicación de hidrantes, ubicación de tanques con su respectiva capacidad.

Saber como está funcionando actualmente la red, los niveles de servicio y el número de usuarios que están utilizando el servicio de agua potable en la zona de estudio.

Debido al gran crecimiento del Cantón Rumiñahui se pretende evaluar el funcionamiento actual del sistema de agua potable con una proyección de 20 años y así saber si se satisface a los usuarios futuros y determinar si es necesario cambios en el sistema.

### **1.4 Objetivos del Proyecto**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar el sistema de distribución de agua potable del Sistema Cashapamba.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Actualizar el Catastro del sistema de distribución de agua potable del Sistema Cashapamba.
- Utilización del programa computacional EPANET.
- Realizar el diagnóstico actual del sistema de distribución de agua potable del Sistema Cashapamba.
- Realizar el diagnóstico futuro del sistema de distribución de agua potable del Sistema Cashapamba.
- Plantear soluciones de mejoramiento al sistema de distribución de agua potable Cashapamba.
- Sugerir trabajos preventivos y correctivos para potenciar al sistema de distribución de agua potable Cashapamba.

# **CAPITULO II**

## **CATASTRO**

## CAPÍTULO II: Catastro

### 2.1. Introducción

El catastro tiene como propósito fundamental verificar con que elementos y la calidad con la que se encuentran los elementos que componen actualmente el sistema. A continuación vamos a describir los diferentes elementos que constituyen el Sistema de Distribución de Agua Potable, el cual fue catastrado en su totalidad en diversos recorridos.

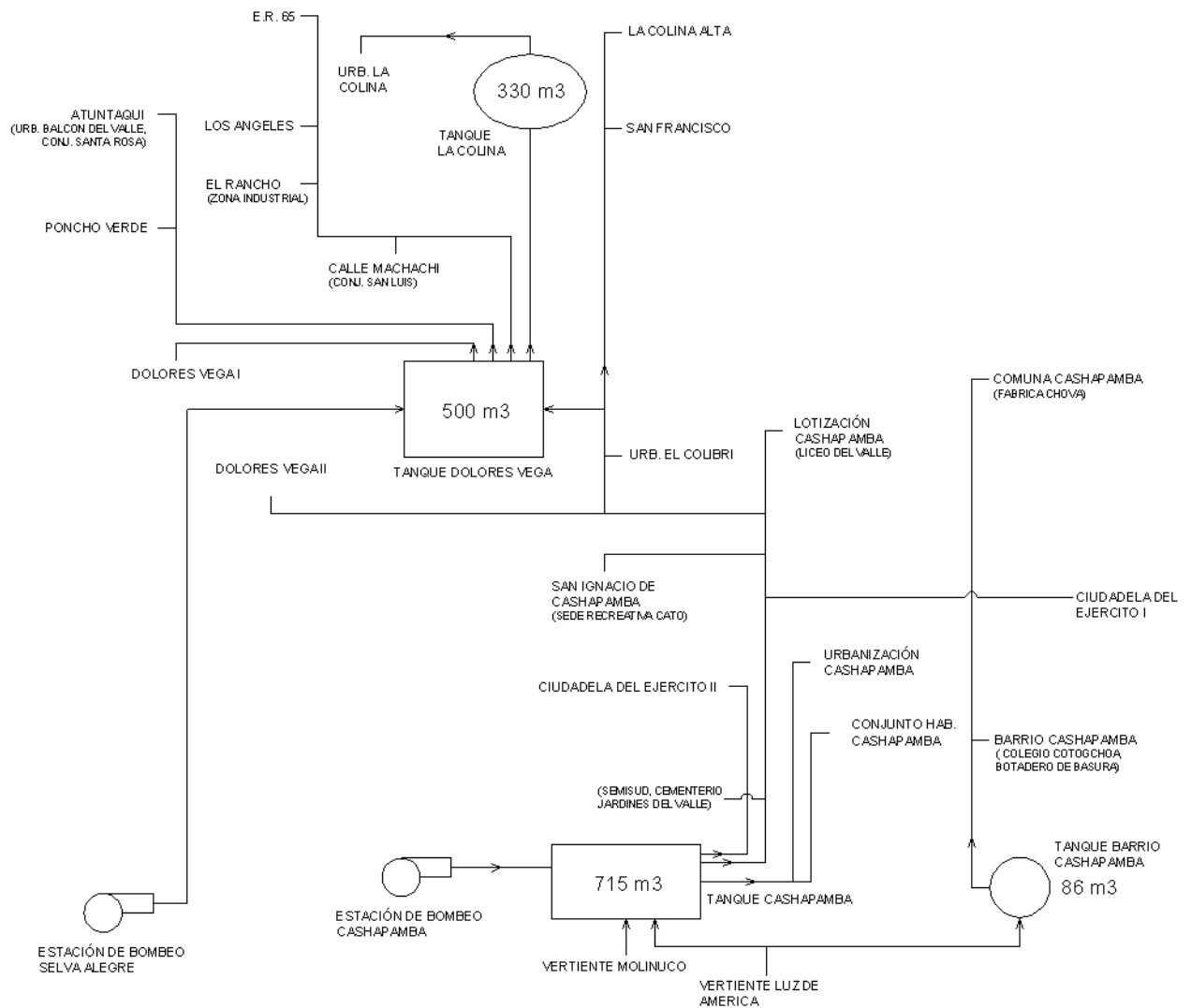


Figura 2.1. Esquema del Sistema

## **2.2. Captación**

La captación de agua para cubrir la demanda del área de análisis, proviene de tres fuentes que son las siguientes:

- Vertiente El Molinuco
- Vertiente Luz de América
- Estación de Bombeo Cashapamba
- Estación de Bombeo Selva Alegre

### **2.2.1. Vertiente El Molinuco**

La vertiente del Molinuco se encuentra a 5 minutos de caminata desde las cabañas del Refugio Ecológico Molinuco a través de un sendero, ésta vertiente provee de un caudal de 252.65 l/s para todo el cantón Rumiñahui; la vertiente fue inaugurada el 2 de mayo de 1992, después de tres años de construcción.

El agua se capta de siete vetas como podemos observar en la Figura 2.2., por los posibles peligros de derrumbes de la montaña se construyó una estructura tipo casa en la vertiente principal y en las demás estructuras tipo galería, por motivos de seguridad se revistió las tuberías con hormigón que salen de cada una de las galerías hacia el tanque que recibe los caudales de todas las vertientes, este caudal es transportado por tubería de fibra de vidrio de 600 mm hacia el aireador, debido a la presencia de CO<sub>2</sub> se hace este tratamiento, en el aireador hay tres niveles de tejido, luego de la transferencia de gases el agua es transportada por gravedad al Tanque Distribuidor Loreto, desde el cual salen dos tuberías, una de PVC con diámetro de 200mm y otra

de PCV de 160mm, para entregar un Caudal de 20.04 l/s al Tanque Cashapamba.



Figura 2.2. Vertientes Molinuco

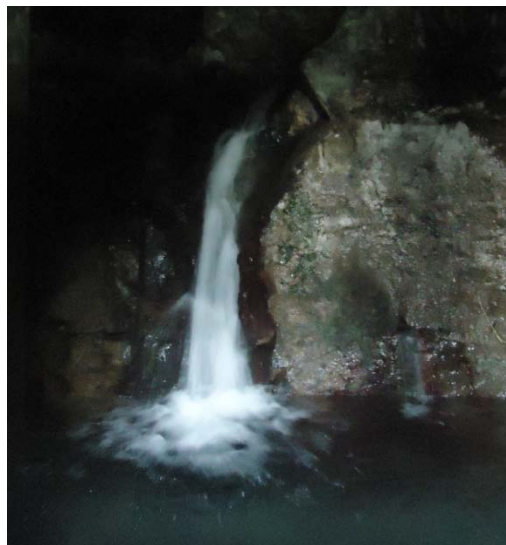


Figura 2.3. Vertiente Principal Molinuco

### **2.2.2. Luz de América**

La vertiente Luz de América está ubicada junto al barrio Luz de América, a 10 minutos al norte del Instituto Agropecuario Superior Andino

IASA, esta vertiente provee de un caudal de 11 l/s, la tubería que transporta esta agua cruza la hacienda Cashapamba y también el Club Los Cedros en el cual se encuentra un tanque rompe presiones, al llegar a los tanques se halla una estructura de derivación de caudales hacia el Tanque Barrio Cashapamba con una tubería de PVC de 200 mm, y con una tubería de PVC de 160 mm al Tanque Barrio Cashapamba.

Este caudal es captado por medio de dos perforaciones en la parte baja de la montaña de aproximadamente 50 metros de altura, la principal perforación es la que podemos ver en la Figura 2.4.



Figura 2.4. Vertiente Luz de América (perforación principal)





Figura 2.5. Vertiente Luz de América (perforación secundaria)

### 2.2.3. Estación de Bombeo Cashapamba

La Estación de Bombeo Cashapamba se encuentra a cinco metros del Tanque Cashapamba y provee un caudal de 10 l/s al Tanque Cashapamba. Este pozo tiene una profundidad de 120 metros, la bomba se encuentra a 84 metros de profundidad, en el último sondeo realizado se encontró agua a 50 metros por debajo del nivel del suelo, la potencia de la bomba es de 450 W.



Figura 2.6. Perforación Estación de Bombeo Cashapamba

#### **2.2.4. Estación de Bombeo Selva Alegre**

La Estación de Bombeo Selva Alegre se encuentra en el barrio del mismo nombre, se compone de dos bombas en paralelo como podemos ver en la Figura 2.7 cada una de ellas con una potencia de 100 HP y provee un caudal de 15 l/s al Tanque Dolores Vega para casos de emergencia ya que habitualmente provee este mismo caudal al tanque de Mushuñan el cual no forma parte del sistema de estudio.



Figura 2.7. Estación de Bombeo Selva Alegre

#### **2.3. Tanques**

Dentro del área de estudio se analizó cuatro tanques, el principal el Tanque Cashapamba el cual abastece a las diferentes redes que se muestran en la figura 2.1. y al tanque Dolores Vega, este a su vez distribuye a las diferentes redes y abastece al tanque la Colina, este último abastece a la urbanización La Colina.

El cuarto Tanque es del Barrio Cashapamba, el cual distribuye al barrio Cashapamba y a la comuna. A continuación se describe cada uno de los tanques.

### 2.3.1. Tanque Cashapamba

El tanque Cashapamba empieza a funcionar en el año 2005 después de ser reforzado debido a problemas estructurales. Este tanque es de forma cúbica y cada uno de sus lados tiene una longitud de 14.5 metros, el espesor de las paredes es de 35 centímetros, con una altura total de 4.85 metros y con una altura de 3.75 hasta la tubería de desborde, con una capacidad de almacenar de 715m<sup>3</sup> de agua. En la figura 2.9 podemos ver las tuberías de entrada que son la proveniente de la vertiente El Molinuco y la tubería de la vertiente Luz de América, en la figura 2.10 podemos ver las tuberías de salida. Este tanque cuenta con cuatro tuberías de ventilación y con una adecuada escalera marinera en la parte posterior que permite un fácil acceso a la parte superior.



Figura 2.8. Tanque Cashapamba



Figura 2.9. Tanque Cashapamba (Tuberías de entrada)



Figura 2.10. Tanque Cashapamba (Tuberías de salida)

### 2.3.2. Tanque Dolores Vega

El Tanque Dolores Vega tiene en cada uno de sus lados una longitud de 11.4 metros, el espesor de sus paredes es de 20 centímetros, la altura total es de 4.80 metros, y la altura hasta llegar a la tubería de desborde es de 4.1 metros, con una capacidad de 500m<sup>3</sup> de almacenamiento de agua. La tuberías de entrada proveniente del tanque Cashapamba es la que podemos ver en la figura 2.12 y en la figura 2.11 podemos ver la tubería azul de 200 mm es proveniente de la estación de bombeo Selva Alegre, pero solo se utiliza si el nivel del tanque baja de 1.5 metros y provee de hasta 15.04 l/s, y las tuberías de salida son las que podemos en la figura 2.13. Este tanque no cuenta con tuberías de ventilación ni con una adecuada escalera marinera como se puede ver en la figura 2.11.



Figura 2.11. Tanque Dolores Vega



Figura 2.12. Tanque Dolores Vega (Tubería de entrada)



Figura 2.13. Tanque Dolores Vega (Tuberías de salida)

### 2.3.3. Tanque La Colina

El Tanque la Colina es un tanque circular con un perímetro exterior de 43 metros, con un espesor de las paredes de 25 centímetros y una altura de 3.60 y una altura hasta la tubería de desborde de 2.4 metros lo que le permite a este tanque almacenar 330 m<sup>3</sup> de agua. Las tuberías de salida son las que podemos ver en la figura 2.14. Este tanque cuenta con dos tuberías de ventilación pero no se encuentran protegidas con rejillas.



Figura 2.14. Tanque La Colina

### 2.3.4. Tanque Barrio Cashapamba

El tanque Barrio Cashapamba se encuentra frente al tanque Cashapamba y tiene un perímetro exterior de 12.3 metros y la pared con un espesor de 25 centímetros, una altura de 2.0 metros y un altura hasta llegar a las tuberías de desborde de 1.80 metros, estas dimensiones le permiten a este tanque almacenar 86 m<sup>3</sup> de agua. La vertiente que abastece a este tanque es la de Luz de América. Este tanque fue construido hace 25 años con el trabajo de la comunidad.



Figura 2.15. Tanque Barrio Cashapamba

Cuadro 2.1. Resumen tanques

TANQUE	ABASTECIMIENTO	CAPACIDAD (m3)	OBSERVACIONES
CASHAPAMBA	Vertiente Molinuco Vertiente Luz de América Estación de bombeo Cashapamba	715	Ninguna
DOLORES VEGA	Tanque Cashapamba Estación de bombeo Selva Alegre	500	No tiene escalera marinera No tiene tuberías de ventilación
LA COLINA	Tanque Dolores Vega	330	Tubería de ventilación sin protección
BARRIO CASHAPAMBA	Vertiente Luz de América	86	No tiene tuberías de ventilación

#### 2.4. Tuberías en la red

Para el catastro de las tuberías se realizaron recorridos para identificar cada tramo y sus características, como se lo puede apreciar en la Figura 2.16. Con un plano se procedió a ubicar los nodos de la red, esto se lo puede ver en los planos anexos. Las diferentes zonas del proyecto las podemos ver en la figura 3.1, cada una de las tuberías se las describe en las tablas que se muestran a continuación:





Figura 2.16. Recorrido por la tubería cercano al nodo (DV-LC)9

Tabla 2.1. Tubería Zona 1: Barrio Cashapamba y Zona 2: Comuna Cashapamba

<b>ZONA 1: BARRIO CASHAPAMBA</b>						
<b>ZONA 2: COMUNA CASHAPAMBA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	TANQUE	BC2	2,24	110	PVC	5
TUB.2	BC2	BC3	296,97	110	PVC	5
TUB.3	BC3	BC4	60,28	110	PVC	5
TUB.4	BC4	BC5	196,87	110	PVC	5
TUB.5	BC5	BC8	86,74	63	PVC	30
TUB.6	BC6	BC9	95,72	63	PVC	30
TUB.7	BC5`	BC5E	73,83	63	PVC	30
TUB.8	BC5E	BC6	99,57	63	PVC	30
TUB.9	BC6`	BC7	259,40	63	PVC	30
TUB.10	BC8	BC9	167,58	63	PVC	30
TUB.11	BC9	BC10	63,57	63	PVC	30
TUB.12	BC8	BC17	114,98	63	PVC	30
TUB.13	BC9`	BC18	125,20	63	PVC	30
TUB.14	BC10	BC10E	18,04	63	PVC	30
TUB.15	BC10E	BC12	35,56	63	PVC	30
TUB.16	BC10	BC11	49,32	63	PVC	30
TUB.17	BC12	BC14	47,38	63	PVC	30
TUB.18	BC12	BC13	46,71	63	PVC	30
TUB.19	BC14	BC16	20,57	63	PVC	30
TUB.20	BC14	BC15	41,44	63	PVC	30
TUB.21	BC17	BC23	125,96	63	PVC	30
TUB.22	BC17`	BC18	146,35	63	PVC	30
TUB.23	BC18	BC20	59,54	63	PVC	30

Tabla 2.2. Continuación: Tubería Zona 1 y Zona 2

<b>ZONA 1: BARRIO CASHAPAMBA</b>						
<b>ZONA 2: COMUNA CASHAPAMBA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.24	BC20	BC21	3,93	63	PVC	30
TUB.25	BC20	BC19	59,90	63	PVC	30
TUB.26	BC21	BC24	53,97	63	PVC	30
TUB.27	BC24	BC23	163,20	63	PVC	02
TUB.28	BC21	BC22	81,41	63	PVC	30
TUB.29	BC23	BC27	78,45	63	PVC	30
TUB.30	BC24	BC25	41,43	63	PVC	30
TUB.31	BC25	BC29	94,39	63	PVC	30
TUB.32	BC25	BC26	132,85	63	PVC	30
TUB.33	BC27	BC28	149,10	63	PVC	30
TUB.34	BC29	BC30	122,40	63	PVC	30
TUB.35	BC29	BC34	19,99	63	PVC	30
TUB.36	BC32	BC33	15,94	63	PVC	30
TUB.37	BC31	BC27	40,83	63	PVC	30
TUB.38	BC37	BC38	8,29	63	PVC	30
TUB.39	BC38	BC39	13,43	63	PVC	30
TUB.40	BC46	BC47	75,27	63	PVC	30
TUB.41	BC47	BC48	178,50	63	PVC	30
TUB.42	BC55	BC56	59,29	63	PVC	30
TUB.43	BC52	BC62	119,50	63	PVC	30
TUB.44	BC31	BC68	100,00	63	PVC	30
TUB.45	BC34	BC32	48,68	63	PVC	30
TUB.46	BC34	BC35	113,08	63	PVC	30
TUB.47	BC35	BC37	25,64	63	PVC	30
TUB.48	BC37`	BC43	86,37	63	PVC	30
TUB.49	BC43	BC44	317,40	63	PVC	30
TUB.50	BC44`	BC45	210,81	63	PVC	20
TUB.51	BC45	BC46	144,39	63	PVC	20
TUB.52	BC38	BC40	29,41	63	PVC	30
TUB.53	BC40	BC41	46,18	63	PVC	30
TUB.54	BC41	BC42	48,24	63	PVC	30
TUB.55	BC46	BC51	76,70	63	PVC	20
TUB.56	BC47	BC49	119,07	63	PVC	20
TUB.57	BC49	BC50	102,39	63	PVC	20
TUB.58	BC51	BC67	157,15	63	PVC	20
TUB.59	BC67	BC52	70,77	63	PVC	20
TUB.60	BC52	BC53	14,66	63	PVC	20
TUB.61	BC53	BC54	10,85	63	PVC	20
TUB.62	BC54	BC55	38,26	63	PVC	20
TUB.63	BC55	BC58.	24,31	63	PVC	20

Tabla 2.3. Continuación: Tubería Zona 1 y Zona 2

<b>ZONA 1: BARRIO CASHAPAMBA</b>						
<b>ZONA 2: COMUNA CASHAPAMBA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.64	BC58.	BC59``	41,96	63	PVC	20
TUB.65	BC59``	BC59	10,57	63	PVC	20
TUB.66	BC59	BC60	51,93	63	PVC	20
TUB.67	BC60	BC61	19,96	63	PVC	20
TUB.68	BC61	BC62	25,52	63	PVC	20
TUB.69	BC62	BC63	7,06	63	PVC	20
TUB.70	BC63	BC64	10,71	63	PVC	20
TUB.71	BC64	BC65	48,64	63	PVC	20
TUB.72	BC65	BC66	73,62	63	PVC	20
TUB.73	BC56	BC57	64,10	63	PVC	20
TUB.74	BC68	BC69	128,80	63	PVC	30
TUB.75	BC70	BC72	150,00	63	PVC	30
TUB.76	BC72	BC74	137,10	63	PVC	30
TUB.77	BC70	BC71	110,10	63	PVC	30
TUB.78	BC68	BC69	128,80	63	PVC	30
TUB.79	BC68	BC70	117,60	63	PVC	30
TUB.80	BC70	BC72	150,00	63	PVC	30
TUB.81	BC72	BC74	137,10	63	PVC	30
		<b>TOTAL</b>	<b>6943,83</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.4. Tubería Zona 3: Ciudadela el Ejército II

<b>ZONA 3: CIUDADELA DEL EJÉRCITO II</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	TANQUE	EJ2	10,37	200	PVC	10
TUB.2	EJ2	EJ3	18,43	160	PVC	10
TUB.3	EJ3	EJ4	289,80	110	PVC	10
TUB.4	EJ4	EJ5	169,50	110	PVC	10
TUB.5	EJ5	EJ6	174,20	110	PVC	10
TUB.6	EJ6	EJ7	152,60	110	PVC	10
TUB.7	EJ7	EJ8	190,40	110	PVC	10
TUB.8	EJ8	EJ9	65,29	63	PVC	10
TUB.9	EJ9	EJ10	170,40	63	PVC	10
TUB.10	EJ10	EJ11	149,70	63	PVC	10
TUB.11	EJ11	EJ12	172,80	63	PVC	10
TUB.12	EJ12	EJ13	179,20	63	PVC	10

Tabla 2.5. Continuación Tubería Zona 3: Ciudadela el Ejercito I

<b>ZONA 3: CIUADELA DEL EJERCITO I</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.13	EJ7	EJ10	64,62	63	PVC	10
TUB.14	EJ6	EJ11	63,82	63	PVC	10
TUB.15	EJ5	EJ12	63,17	63	PVC	10
TUB.16	EJ4	EJ13	66,11	63	PVC	10
TUB.17	EJ19	EJ18	147,20	63	PVC	10
TUB.18	EJ18	EJ17	144,50	63	PVC	10
TUB.19	EJ17	EJ16	173,50	63	PVC	10
TUB.20	EJ16	EJ15	158,10	63	PVC	10
TUB.21	EJ15	EJ14	34,41	63	PVC	10
TUB.22	EJ9	EJ19	73,86	63	PVC	10
TUB.23	EJ10	EJ18	68,96	63	PVC	10
TUB.24	EJ11	EJ17	69,80	63	PVC	10
TUB.25	EJ12	EJ16	70,56	63	PVC	10
TUB.26	EJ13	EJ14	52,67	63	PVC	10
TUB.27	EJ19	EJ20	71,63	63	PVC	10
TUB.28	EJ20	EJ21	87,55	63	PVC	10
TUB.29	EJ22	EJ23	138,50	63	PVC	10
TUB.30	EJ23	EJ24	173,70	63	PVC	10
TUB.31	EJ18	EJ22	71,79	63	PVC	10
TUB.32	EJ17	EJ23	72,83	63	PVC	10
TUB.33	EJ16	EJ24	72,76	63	PVC	10
TUB.34	EJ22	EJ31	50,66	63	PVC	10
TUB.35	EJ31	EJ30	20,59	63	PVC	10
TUB.36	EJ30	EJ29	117,10	63	PVC	10
TUB.37	EJ29	EJ28	24,99	63	PVC	10
TUB.38	EJ28	EJ27	126,30	63	PVC	10
TUB.39	EJ26	EJ25	68,29	63	PVC	10
TUB.40	EJ27	EJ25	40,07	63	PVC	10
TUB.41	EJ23	EJ29	87,45	63	PVC	10
TUB.42	EJ24	EJ25	29,44	63	PVC	10
TUB.43	EJ26	EJ15	118,20	63	PVC	10
		<b>TOTAL</b>	<b>4365,82</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.6. Tubería Zona 4: Urbanización Cashapamba

<b>ZONA 4: URBANIZACION CASHAPAMBA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	TANQUE	U.C.2	18,13	110	PVC	20
TUB.2	U.C.2	U.C.3	18,71	110	PVC	20
TUB.3	U.C.3	U.C.4	266,80	110	PVC	20
TUB.4	U.C.4	U.C.4`	343,90	110	PVC	20
TUB.5	U.C.4`	U.C.5	313,33	110	PVC	20
TUB.6	U.C.5	U.C.6	18,07	110	PVC	20
TUB.7	U.C.6	U.C.7	39,65	110	PVC	20
TUB.8	U.C.7	U.C.8	158,50	110	PVC	20
TUB.9	U.C.8	U.C.9	57,16	110	PVC	20
TUB.10	U.C.9	U.C.10	134,60	110	PVC	20
TUB.11	U.C.8	U.C.12	56,46	63	PVC	20
TUB.12	U.C.12	U.C.13	68,81	63	PVC	20
TUB.13	U.C.12	U.C.11	115,70	63	PVC	20
TUB.14	U.C.7	U.C.11	53,30	63	PVC	20
<b>TOTAL</b>			<b>1663,12</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.7. Tubería Zona 8: San Ignacio de Cashapamba

<b>ZONA 8: SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	S.I.C.1	S.I.C.2	52,38	110	PVC	6
TUB.2	S.I.C.2	S.I.C.3	46,10	63	PVC	6
TUB.3	S.I.C.2	S.I.C.4	111,00	110	PVC	6
TUB.4	S.I.C.4	S.I.C.5	76,96	63	PVC	6
TUB.5	S.I.C.4	S.I.C.6	63,93	110	PVC	6
TUB.6	S.I.C.6	S.I.C.27	25,88	63	PVC	6
TUB.7	S.I.C.27	S.I.C.26	99,25	63	PVC	6
TUB.8	S.I.C.26	S.I.C.21	35,35	63	PVC	6
TUB.9	S.I.C.27	S.I.C.29	75,12	63	PVC	6
TUB.10	S.I.C.21	S.I.C.22	33,01	63	PVC	6
TUB.11	S.I.C.22	S.I.C.23	60,79	63	PVC	6
TUB.12	S.I.C.23	S.I.C.24	68,36	63	PVC	6
TUB.13	S.I.C.24	S.I.C.25	29,17	63	PVC	6
TUB.14	S.I.C.7	S.I.C.8	86,68	110	PVC	6
TUB.15	S.I.C.8	S.I.C.9	75,09	63	PVC	6
TUB.16	S.I.C.8	S.I.C.10	58,02	110	PVC	6

Tabla 2.8. Continuación: Tubería Zona 8: San Ignacio de Cashapamba

<b>ZONA 8: SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.17	S.I.C.10	S.I.C.11	35,91	110	PVC	6
TUB.18	S.I.C.11	S.I.C.12	60,65	110	PVC	6
TUB.19	S.I.C.12	S.I.C.13	111,40	110	PVC	6
TUB.20	S.I.C.11	S.I.C.14	18,02	63	PVC	6
TUB.21	S.I.C.14	S.I.C.15	64,88	63	PVC	6
TUB.22	S.I.C.15	S.I.C.16	62,20	63	PVC	6
TUB.23	S.I.C.16	S.I.C.17	87,21	63	PVC	6
TUB.24	S.I.C.17	S.I.C.18	89,06	63	PVC	6
TUB.25	S.I.C.18	S.I.C.19	63,65	63	PVC	6
TUB.26	S.I.C.19	S.I.C.20	85,28	63	PVC	6
TUB.27	S.I.C.20	S.I.C.15	24,33	63	PVC	6
TUB.28	S.I.C.6	S.I.C.31	6,86	63	PVC	6
TUB.29	S.I.C.31	S.I.C.21	103,50	110	PVC	6
TUB.30	S.I.C.21	S.I.C.14	129,30	63	PVC	6
TUB.31	S.I.C.7	S.I.C.31	52,62	110	PVC	6
TUB.32	S.I.C.7	S.I.C.30	38,21	63	PVC	6
TUB.33	S.I.C.1	S.I.C.32	44,09	110	PVC	6
TUB.34	S.I.C.33	S.I.C.34	23,65	110	PVC	6
TUB.35	S.I.C.34	S.I.C.35	53,71	110	PVC	6
TUB.36	S.I.C.35	(C-DV)14	58,00	200	PVC	6
<b>TOTAL</b>			<b>2209,62</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.9. Tubería Zona 9: Urbanización El Colibrí

<b>ZONA 9: URBANIZACION EL COLIBRI</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	EC1	EC4	108,3	63	PVC	8
TUB.2	EC4	EC7	107,6	63	PVC	8
TUB.3	EC7	EC8	77,61	63	PVC	8
TUB.4	EC8	EC9	75,92	63	PVC	8
TUB.5	EC9	EC6	116,8	63	PVC	8
TUB.6	EC6	EC3	102,4	63	PVC	8
TUB.7	EC3	EC2	74,51	63	PVC	8
TUB.8	EC5	EC8	112,5	63	PVC	8
TUB.9	EC5	EC2	105,6	63	PVC	8
TUB.10	EC2	EC1	74,08	63	PVC	8
TUB.11	EC1	EC11	27,66	90	PVC	8
TUB.12	EC10	EC11	19,9	90	PVC	8
TUB.13	EC10	(C-DV)16	69,2	160	PVC	8
<b>TOTAL</b>			<b>1072,08</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.10. Tubería Zona 10: Dolores Vega II Etapa

<b>ZONA 10: DOLORES VEGA II ETAPA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	(C-DV)16	D.V.2.14	35,32	160	PVC	10
TUB.2	D.V.2.14	D.V.2.13	5,19	110	PVC	10
TUB.3	D.V.2.13	D.V.2.12	106,00	110	PVC	10
TUB.4	D.V.2.12	D.V.2.4	16,35	110	PVC	10
TUB.5	D.V.2.4	D.V.2.15	70,65	63	PVC	10
TUB.6	D.V.2.4	D.V.2.8	17,73	110	PVC	10
TUB.7	D.V.2.8	D.V.2.3	42,63	110	PVC	10
TUB.8	D.V.2.3	D.V.2.16	93,17	63	PVC	10
TUB.9	D.V.2.3	D.V.2.2	60,07	110	PVC	10
TUB.10	D.V.2.2	D.V.2.17	117,30	63	PVC	10
TUB.11	D.V.2.2	D.V.2.1	59,36	110	PVC	10
TUB.12	D.V.2.1	D.V.2.18	145,80	63	PVC	10
TUB.13	D.V.2.8	D.V.2.7	69,62	90	PVC	10
TUB.14	D.V.2.7	D.V.2.6	72,04	90	PVC	10
TUB.15	D.V.2.6	D.V.2.5	60,78	63	PVC	10
TUB.16	D.V.2.5	D.V.2.1	60,12	63	PVC	10
TUB.17	D.V.2.2	D.V.2.6	60,92	90	PVC	10
TUB.18	D.V.2.7	D.V.2.19	165,90	90	PVC	10
TUB.19	D.V.2.19	D.V.2.11	10,71	90	PVC	10
TUB.20	D.V.2.11	D.V.D.6	145,90	90	PVC	10
TUB.21	D.V.2.5	D.V.2.9	223,20	63	PVC	10
TUB.22	D.V.2.9	D.V.2.10	58,11	90	PVC	10
TUB.23	D.V.2.10	D.V.2.19	69,42	90	PVC	10
		<b>TOTAL</b>	<b>1766,29</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.11. Tubería Zona 11: Urbanización San Francisco

<b>ZONA 11: URBANIZACION SAN FRANCISCO</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	S.F.1	S.F.2	134,00	160	PVC	15
TUB.2	S.F.2	S.F.3	300,20	160	PVC	15
TUB.3	S.F.3	S.F.4	128,70	160	PVC	15
TUB.4	S.F.4	S.F.5	71,39	160	PVC	15
TUB.5	S.F.5	S.F.6	96,39	63	PVC	15
TUB.6	S.F.5	S.F.7	70,20	160	PVC	15
TUB.7	S.F.7	S.F.8	81,68	63	PVC	15
TUB.8	S.F.7	S.F.9	70,95	160	PVC	15
TUB.9	S.F.9	S.F.10	79,47	63	PVC	15
TUB.10	S.F.9	S.F.11	69,77	160	PVC	15
TUB.11	S.F.11	S.F.12	81,48	63	PVC	15

Tabla 2.12. Continuación: Tubería Zona 11: Urbanización San Francisco

<b>ZONA 11: URBANIZACION SAN FRANCISCO</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.12	S.F.11	S.F.52	74,83	160	PVC	15
TUB.13	S.F.52	S.F.13	36,09	63	PVC	15
TUB.14	S.F.13	S.F.53	109,10	63	PVC	15
TUB.15	S.F.5	S.F.14	71,77	160	PVC	15
TUB.16	S.F.14	S.F.15	274,40	63	PVC	15
TUB.17	S.F.15	S.F.52	71,41	110	PVC	15
TUB.18	S.F.15	S.F.16	71,53	110	PVC	15
TUB.19	S.F.16	S.F.17	7,57	63	PVC	15
TUB.20	S.F.17	S.F.13	87,94	63	PVC	15
TUB.21	S.F.14	S.F.18	69,14	160	PVC	15
TUB.22	S.F.18	S.F.19	263,60	63	PVC	15
TUB.23	S.F.19	S.F.15	70,55	110	PVC	15
TUB.24	S.F.18	S.F.48	25,39	63	PVC	15
TUB.25	S.F.48	S.F.20	71,35	110	PVC	15
TUB.26	S.F.20	S.F.21	54,58	63	PVC	15
TUB.27	S.F.48	S.F.21	44,31	160	PVC	15
TUB.28	S.F.21	S.F.29	70,32	160	PVC	15
TUB.29	S.F.21	S.F.22	253,00	63	PVC	15
TUB.30	S.F.22	S.F.19	70,52	110	PVC	15
TUB.31	S.F.20	S.F.28	102,10	110	PVC	15
TUB.32	S.F.28	S.F.29	125,10	63	PVC	15
TUB.33	S.F.29	S.F.30	241,7	63	PVC	15
TUB.34	S.F.28	S.F.34	70,21	110	PVC	15
TUB.35	S.F.34	S.F.35	124,5	63	PVC	15
TUB.36	S.F.35	S.F.29	70,56	110	PVC	15
TUB.37	S.F.35	S.F.36	231,7	63	PVC	15
TUB.38	S.F.36	S.F.54	36,57	110	PVC	15
TUB.39	S.F.54	S.F.30	37,71	110	PVC	15
TUB.40	S.F.30	S.F.22	72,28	110	PVC	15
TUB.41	S.F.54	S.F.31	71,74	110	PVC	15
TUB.42	S.F.16	S.F.31	264,7	110	PVC	15
TUB.43	S.F.17	S.F.23	104,2	63	PVC	15
TUB.44	S.F.23	S.F.25	58,08	110	PVC	15
TUB.45	S.F.23	S.F.23`	18,09	63	PVC	15
TUB.46	S.F.23	S.F.24`	91,5	63	PVC	15
TUB.47	S.F.24`	S.F.24	14,78	63	PVC	15
TUB.48	S.F.24`	S.F.26	31,13	63	PVC	15
TUB.49	S.F.25	S.F.26	84,55	63	PVC	15
TUB.50	S.F.26	S.F.27	44,88	63	PVC	15
TUB.51	S.F.25	S.F.32	115,4	110	PVC	15
TUB.52	S.F.32	S.F.33	30,13	63	PVC	15



Tabla 2.13. Continuación: Tubería Zona 11: Urbanización San Francisco

<b>ZONA 11: URBANIZACION SAN FRANCISCO</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.53	S.F.32	S.F.31	67,23	110	PVC	15
TUB.54	S.F.31`	S.F.55	152,80	63	PVC	15
TUB.55	S.F.55	S.F.56	159,00	63	PVC	15
TUB.56	S.F.56	S.F.57	130,90	63	PVC	15
TUB.57	S.F.36	S.F.39	70,81	110	PVC	15
TUB.58	S.F.39	S.F.38	221,4	63	PVC	15
TUB.59	S.F.38	S.F.35	70,18	160	PVC	15
TUB.60	S.F.38	S.F.37	104,6	63	PVC	15
TUB.61	S.F.38	S.F.41	71,15	160	PVC	15
TUB.62	S.F.34	S.F.37	73,22	110	PVC	15
TUB.63	S.F.37	S.F.40	74,83	110	PVC	15
TUB.64	S.F.40	S.F.41	82,71	63	PVC	15
TUB.65	S.F.41	S.F.42	209,8	63	PVC	15
TUB.66	S.F.42	S.F.39	71,83	110	PVC	15
TUB.67	S.F.41	S.F.45	69,82	160	PVC	15
TUB.68	S.F.45	S.F.46	192,8	63	PVC	15
TUB.69	S.F.46	S.F.42	71,45	110	PVC	15
TUB.70	S.F.45	S.F.51`	61,36	160	PVC	15
TUB.71	S.F.51`	S.F.51	13,82	63	PVC	15
TUB.72	S.F.51	S.F.47	168,2	63	PVC	15
TUB.73	S.F.47	S.F.46	71,41	110	PVC	15
TUB.74	S.F.40	S.F.43	136,44	110	PVC	15
TUB.75	S.F.43	S.F.44	96,42	110	PVC	15
TUB.76	S.F.44	S.F.49	129,6	110	PVC	15
TUB.77	S.F.50	S.F.49	62,85	63	PVC	15
TUB.78	S.F.49	S.F.47	99,59	110	PVC	15
		<b>TOTAL</b>	<b>7757,46</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.14. Tubería Zona 12: El Rancho y Zona 13: Atuntaqui

<b>ZONA 12: EL RANCHO</b>						
<b>ZONA 13: PRESIDENCIA DEL ECUADOR-RANCHO VIEJO-ATUNTAQUI</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	E.R.1	(DV-LC)1	0,54	250	PVC	30
TUB.2	E.R.1'	E.R.2''	4,18	250	PVC	30
TUB.3	E.R.2	E.R.3	23,68	200	PVC	30
TUB.4	E.R.2	E.R.2'	5,93	200	PVC	30
TUB.5	E.R.3	E.R.4	59,82	200	PVC	30
TUB.6	E.R.4	E.R.5	92,56	200	PVC	30

Tabla 2.15. Continuación: Tubería Zona 12 y Zona 13

<b>ZONA 12: EL RANCHO</b>						
<b>ZONA 13: PRESIDENCIA DEL ECUADOR-RANCHO VIEJO-ATUNTAQUI</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.7	E.R.5	E.R.6	102,50	200	PVC	30
TUB.8	E.R.6	E.R.7	178,40	200	PVC	30
TUB.9	E.R.7'	E.R.13	330,60	200	PVC	4
TUB.10	E.R.7"	E.R.8	103,51	160	PVC	4
TUB.11	E.R.9	E.R.8	110,15	160	PVC	4
TUB.12	E.R.9	E.R.10	92,96	160	PVC	4
TUB.13	E.R.10	E.R.11	97,75	160	PVC	4
TUB.14	E.R.11	E.R.12	111,20	160	PVC	4
TUB.15	E.R.13	E.R.14	162,60	200	PVC	30
TUB.16	E.R.14	E.R.15	75,76	200	PVC	30
TUB.17	E.R.15	E.R.19'	220,10	200	PVC	30
TUB.18	E.R.15'	E.R.16	130,30	63	PVC	30
TUB.19	E.R.16	E.R.17	70,02	63	PVC	30
TUB.20	E.R.17	E.R.18	133,20	63	PVC	30
TUB.21	E.R.19	E.R.24	30,65	200	PVC	30
TUB.22	E.R.19"	E.R.20	136,30	63	PVC	30
TUB.23	E.R.20	E.R.21	56,33	63	PVC	30
TUB.24	E.R.21	E.R.22	207,10	63	PVC	30
TUB.25	E.R.22	E.R.23	330,10	63	PVC	30
TUB.26	E.R.24"	E.R.25	167,30	200	PVC	30
TUB.27	E.R.25	E.R.49	99,85	200	PVC	30
TUB.28	E.R.25'	E.R.26	266,31	110	PVC	30
TUB.29	E.R.26	E.R.27	66,23	110	PVC	30
TUB.30	E.R.27	E.R.99	8,60	63	PVC	15
TUB.31	E.R.27	E.R.28	32,75	110	PVC	30
TUB.32	E.R.28	E.R.29	82,55	110	PVC	30
TUB.33	E.R.28'	E.R.31	103,10	63	PVC	30
TUB.34	E.R.30	E.R.29	27,63	110	PVC	30
TUB.35	E.R.31	E.R.32	41,13	110	PVC	30
TUB.36	E.R.32	E.R.33	88,25	63	PVC	30
TUB.37	E.R.32	E.R.34	22,65	110	PVC	30
TUB.38	E.R.34	E.R.35	46,77	110	PVC	30
TUB.39	E.R.35	E.R.36	67,24	63	PVC	30
TUB.40	E.R.36	E.R.38	46,82	63	PVC	30
TUB.41	E.R.36	E.R.37	58,78	63	PVC	30
TUB.42	E.R.40	E.R.35	37,62	63	PVC	30
TUB.43	E.R.41	E.R.68	193,60	110	PVC	30
TUB.44	E.R.41'	E.R.40	122,81	63	PVC	30
TUB.45	E.R.44	E.R.43	86,38	110	PVC	30
TUB.46	E.R.44	E.R.31	26,26	110	PVC	30

Tabla 2.16. Continuación: Tubería Zona 12 y Zona 13

<b>ZONA 12: EL RANCHO</b>						
<b>ZONA 13: PRESIDENCIA DEL ECUADOR-RANCHO VIEJO-ATUNTAQUI</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.47	E.R.45	E.R.41	77,78	160	PVC	30
TUB.48	E.R.46	E.R.66	19,26	160	PVC	30
TUB.49	E.R.46'	E.R.47	1,74	63	PVC	30
TUB.50	E.R.47	E.R.48	4,46	63	PVC	30
TUB.51	E.R.48	E.R.50	96,30	63	PVC	30
TUB.52	E.R.49	E.R.59	244,80	200	PVC	30
TUB.53	E.R.49'	E.R.46	2,37	200	PVC	30
TUB.54	E.R.50	E.R.51	72,03	63	PVC	30
TUB.55	E.R.51	E.R.52	9,76	63	PVC	30
TUB.56	E.R.52	E.R.53	90,46	63	PVC	30
TUB.57	E.R.53	E.R.54	184,30	63	PVC	30
TUB.58	E.R.54	E.R.55	67,12	63	PVC	30
TUB.59	E.R.55	E.R.56	201,20	90	PVC	30
TUB.60	E.R.56	E.R.57	116,52	63	PVC	30
TUB.61	E.R.57	E.R.58	298,00	63	PVC	30
TUB.62	E.R.59'	E.R.60	280,90	200	PVC	30
TUB.63	E.R.60	E.R.61	83,28	200	PVC	30
TUB.64	E.R.61	E.R.64	333,60	200	PVC	30
TUB.65	E.R.61'	E.R.62	71,96	63	PVC	30
TUB.66	E.R.64'	E.R.65	340,10	200	PVC	30
TUB.67	E.R.66	E.R.45	118,20	160	PVC	30
TUB.68	E.R.66'	E.R.67'	239,70	63	PVC	30
TUB.69	E.R.67	E.R.68	187,90	110	PVC	15
TUB.70	E.R.67	E.R.72	86,53	110	PVC	15
TUB.71	E.R.68	E.R.69'	89,56	160	PVC	15
TUB.72	E.R.69	E.R.70	159,30	63	PVC	15
TUB.73	E.R.69	E.R.60'	246,90	110	PVC	15
TUB.74	E.R.70	E.R.71	93,47	63	PVC	15
TUB.75	E.R.72'	E.R.79'	244,20	90	AC	30
TUB.76	E.R.73	E.R.72	93,55	110	AC	30
TUB.77	E.R.74	E.R.73	33,23	110	AC	30
TUB.78	E.R.75	E.R.74	182,20	110	AC	30
TUB.79	E.R.76	E.R.77	38,20	90	AC	30
TUB.80	E.R.76	E.R.75''	106,50	90	AC	30
TUB.81	E.R.76'	E.R.81	255,40	63	AC	30
TUB.82	E.R.77	E.R.78	47,31	90	AC	30
TUB.83	E.R.78	E.R.79	10,74	90	AC	30
TUB.84	E.R.80	E.R.77'	73,82	63	AC	30
TUB.85	E.R.81	E.R.85	229,30	63	AC	30
TUB.86	E.R.81	E.R.82	94,11	63	AC	30

Tabla 2.17. Continuación: Tubería Zona 12 y Zona 13

<b>ZONA 12: EL RANCHO</b>						
<b>ZONA 13: PRESIDENCIA DEL ECUADOR-RANCHO VIEJO-ATUNTAQUI</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.87	E.R.83	E.R.81	90,71	63	AC	30
TUB.88	E.R.83	E.R.84	124,30	63	AC	30
TUB.89	E.R.85	E.R.86	46,79	63	AC	30
TUB.90	E.R.87	E.R.83	78,57	63	AC	30
TUB.91	E.R.89	E.R.75'	108,70	110	PVC	15
TUB.92	E.R.90	E.R.89	124,90	110	PVC	15
TUB.93	E.R.90'	E.R.92	201,90	63	PVC	15
TUB.94	E.R.91	E.R.90	83,24	110	PVC	15
TUB.95	E.R.91'	E.R.101	457,60	160	PVC	15
TUB.96	E.R.91"	E.R.100	115,00	63	PVC	15
TUB.97	E.R.92	E.R.93	209,87	63	PVC	15
TUB.98	E.R.93	E.R.94	56,14	63	PVC	15
TUB.99	E.R.94"	E.R.97	104,30	63	PVC	15
TUB.100	E.R.95	E.R.94'	108,60	63	PVC	15
TUB.101	E.R.98	E.R.24'	8,99	63	PVC	15
TUB.102	E.R.101	E.R.102	141,10	160	PVC	6
TUB.103	E.R.102	E.R.103	68,93	160	PVC	6
TUB.104	E.R.103	E.R.104	34,85	160	PVC	6
TUB.105	E.R.104	E.R.105	89,19	160	PVC	6
TUB.106	E.R.105	E.R.106	105,20	160	PVC	6
TUB.107	E.R.106	E.R.107	275,10	160	PVC	6
TUB.108	E.R.107	E.R.108	77,23	160	PVC	6
TUB.109	E.R.108	E.R.109	50,42	160	PVC	6
TUB.110	E.R.109	E.R.110	152,53	160	PVC	6
TUB.111	E.R.110	E.R.111	73,01	160	PVC	6
TUB.112	E.R.111	E.R.112	280,30	160	PVC	6
TUB.113	E.R.112	E.R.113	59,15	160	PVC	6
TUB.114	E.R.113	E.R.114	134,80	160	PVC	6
TUB.115	E.R.114	E.R.115	25,60	160	PVC	6
TUB.116	E.R.115	E.R.116'	10,57	160	PVC	6
TUB.117	E.R.116	D.V.1.28	0,60	200	PVC	6
TUB.118	E.R.117	E.R.109	2,66	160	PVC	6
TUB.119	E.R.117'	E.R.118	20,06	110	PVC	6
TUB.120	E.R.117"	E.R.120	55,40	110	PVC	6
TUB.121	E.R.118	E.R.119	89,02	63	PVC	6
TUB.122	E.R.120	E.R.121	84,48	110	PVC	6
TUB.123	E.R.120'	E.R.124	104,40	63	PVC	6
TUB.124	E.R.121'	E.R.122	147,20	63	PVC	6
TUB.125	E.R.122	E.R.124	77,50	63	PVC	6
TUB.126	E.R.122	E.R.123	88,78	63	PVC	6

Tabla 2.18. Tubería Zona 14: Dolores Vega I Etapa

<b>ZONA 14: DOLORES VEGA I ETAPA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	D.V.1.1	D.V.1.2	23,87	110	PVC	15
TUB.2	D.V.1.2	D.V.1.3	40,26	110	PVC	15
TUB.3	D.V.1.3	D.V.1.4	41,1	110	PVC	15
TUB.4	D.V.1.4	D.V.1.5	33,05	110	PVC	15
TUB.5	D.V.1.5	D.V.1.16	191,7	63	PVC	15
TUB.6	D.V.1.5'	D.V.1.24	359,6	110	PVC	15
TUB.7	D.V.1.6	D.V.1.1	56,76	90	PVC	15
TUB.8	D.V.1.7	D.V.1.6	74,88	90	PVC	15
TUB.9	D.V.1.8	D.V.1.12	100,64	63	PVC	15
TUB.10	D.V.1.8	D.V.1.2	87,2	63	PVC	15
TUB.11	D.V.1.9	D.V.1.13	111,03	63	PVC	15
TUB.12	D.V.1.9	D.V.1.3	89,57	63	PVC	15
TUB.13	D.V.1.10	D.V.1.4	88,3	90	PVC	15
TUB.14	D.V.1.12	D.V.1.17	100,46	63	PVC	15
TUB.15	D.V.1.12	D.V.1.13	39,94	63	PVC	15
TUB.16	D.V.1.13	D.V.1.14	40,72	63	PVC	15
TUB.17	D.V.1.13	D.V.1.18	102,87	63	PVC	15
TUB.18	D.V.1.14	D.V.1.10	124,64	90	PVC	15
TUB.19	D.V.1.16	D.V.1.14	46,98	63	PVC	15
TUB.20	D.V.1.17	D.V.1.21	104,85	63	PVC	15
TUB.21	D.V.1.18	D.V.1.22	102,87	63	PVC	15
TUB.22	D.V.1.19	D.V.1.14	102,88	90	PVC	15
TUB.23	D.V.1.19	D.V.1.23	102,88	90	PVC	15
TUB.24	D.V.1.20	D.V.1.7	270	90	PVC	15
TUB.25	D.V.1.20	D.V.1.21	16,98	90	PVC	15
TUB.26	D.V.1.21	D.V.1.22	40,2	90	PVC	15
TUB.27	D.V.1.22	D.V.1.23	39,6	90	PVC	15
TUB.28	D.V.1.24	D.V.1.25	59,89	110	PVC	15
TUB.29	D.V.1.25	D.V.1.26	135,5	110	PVC	15
TUB.30	D.V.1.26	D.V.1.27	25,02	110	PVC	15
TUB.31	D.V.1.27	D.V.1.28'	11,21	110	PVC	15
TUB.32	D.V.1.28	D.V.1.29	1,067	200	PVC	15
TUB.33	D.V.1.29'	D.V.1.30	0,296	200	PVC	15
		<b>TOTAL</b>	<b>2766,81</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.19. Tubería Zona 15: La Colina

ZONA 15: LA COLINA						
TUBERÍA	N.INICIAL	N.FINAL	LONGITUD	DIÁMETRO	MATERIAL	EDAD (años)
TUB.1	LC1	LC2	17,69	63	PVC	22
TUB.2	LC3	LC2	98,23	63	PVC	22
TUB.3	LC6	LC3	52,84	63	PVC	22
TUB.4	LC3	LC29	14,02	110	PVC	22
TUB.5	LC7	LC8	60,55	63	PVC	22
TUB.6	LC7'	LC6	73,5	63	PVC	22
TUB.7	LC8	LC9	126,6	63	PVC	22
TUB.8	LC10	LC7''	64,89	63	PVC	22
TUB.9	LC11	LC11''''	3,724	63	PVC	22
TUB.10	LC11'	LC11''''	99,69	63	PVC	22
TUB.11	LC11''	LC13	30,67	63	PVC	22
TUB.12	LC11''''	LC7	83,32	63	PVC	22
TUB.13	LC12''	LC30	150,6	110	PVC	22
TUB.14	LC13	LC14	59,72	63	PVC	22
TUB.15	LC14	LC15	69,53	63	PVC	22
TUB.16	LC16	LC18	82,43	63	PVC	22
TUB.17	LC16	LC68	147,9	63	PVC	22
TUB.18	LC17	LC16'	83,57	63	PVC	22
TUB.19	LC17	LC27	119	110	PVC	22
TUB.20	LC18	LC31'	224,7	110	PVC	22
TUB.21	LC19	LC18	78,31	110	PVC	22
TUB.22	LC19'	LC16	192,9	63	PVC	22
TUB.23	LC20	LC19''	112,2	110	PVC	22
TUB.24	LC21	LC20'	152	110	PVC	22
TUB.25	LC22	LC21	50,69	110	PVC	22
TUB.26	LC22''	LC61	54,68	63	PVC	22
TUB.27	LC23	LC22'	82,64	110	PVC	22
TUB.28	LC23'	LC60	69,16	63	PVC	22
TUB.29	LC24	LC23	89,03	110	PVC	22
TUB.30	LC24	LC59	90,37	63	PVC	22
TUB.31	LC25	LC24	41,44	110	PVC	22
TUB.32	LC25	LC25'-	0,001	110	PVC	22
TUB.33	LC25'	LC19	82,23	110	PVC	22
TUB.34	LC26	LC25''	68,69	110	PVC	22
TUB.35	LC27	LC27'	22,7	110	PVC	22
TUB.36	LC27'	LC26	172,5	110	PVC	22
TUB.37	LC30	LC29	153,1	110	PVC	22
TUB.38	LC31	LC11'''	153,6	63	PVC	22
TUB.39	LC31'	LC12	173,4	110	PVC	22
TUB.40	LC31''	LC31	28,29	63	PVC	22
TUB.41	LC32	LC31'''	176,9	63	PVC	22

Tabla 2.20. Continuación: Tubería Zona 15: La Colina

<b>ZONA 15: LA COLINA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.42	LC33	LC31	138,8	63	PVC	22
TUB.43	LC33'	LC68	78,38	63	PVC	22
TUB.44	LC34	LC12'	39,21	110	PVC	22
TUB.45	LC34	LC35	149	110	PVC	22
TUB.46	LC35	LC36	57,7	110	PVC	22
TUB.47	LC36	LC41	191,3	110	PVC	22
TUB.48	LC36'	LC40	39,14	110	PVC	22
TUB.49	LC37'	LC50	54,4	63	PVC	22
TUB.50	LC38	LC36''	250,2	110	PVC	22
TUB.51	LC39	LC38	79,2	110	PVC	22
TUB.52	LC40	LC39	228,3	110	PVC	22
TUB.53	LC41	LC42	168,6	110	PVC	22
TUB.54	LC42'	LC17	89,5	110	PVC	22
TUB.55	LC43	LC42	142,3	110	PVC	22
TUB.56	LC44	LC43	100,4	110	PVC	22
TUB.57	LC45	LC44	72,47	110	PVC	22
TUB.58	LC46'	LC44'	173	63	PVC	22
TUB.59	LC46''	LC47	81,08	110	PVC	22
TUB.60	LC47	LC49	80,64	110	PVC	22
TUB.61	LC47'	LC43'	232,64	63	PVC	22
TUB.62	LC48	LC45	133,7	110	PVC	22
TUB.63	LC48	LC46	84,61	110	PVC	22
TUB.64	LC49'	LC37	154,25	63	PVC	22
TUB.65	LC49''	LC51	78,49	110	PVC	22
TUB.66	LC51'	LC27'''	142,7	63	PVC	22
TUB.67	LC51''	LC62	19,25	110	PVC	22
TUB.68	LC52	LC54	81,09	110	PVC	22
TUB.69	LC52	LC53	78,8	110	PVC	22
TUB.70	LC54'	LC55	76,43	110	PVC	22
TUB.71	LC54''	LC58	107,7	110	PVC	22
TUB.72	LC55	LC26'	58,53	110	PVC	22
TUB.73	LC55'	LC64	25,87	110	PVC	22
TUB.74	LC57	LC56	68,42	110	PVC	22
TUB.75	LC62'	LC27''''	130,9	63	PVC	22
TUB.76	LC62''	LC52	83,33	110	PVC	22
TUB.77	LC64	LC65	11,56	110	PVC	22
TUB.78	LC65	LC66	54,2	110	PVC	22
TUB.79	LC66	LC67	12,74	110	PVC	22
TUB.80	LC67	LC56	33,62	110	PVC	22
TUB.81	LC68	LC14'	280,8	63	PVC	22
		<b>TOTAL</b>	<b>7871,26</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.21. Tubería Tanque Cashapamba – Tanque Dolores Vega y Zona 6

<b>ZONA 6 Y TANQUE CASHAPAMBA-TANQUE DOLORES VEGA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	TANQUE1	(C-DV)2	18,47	200	PVC	15
TUB.2	(C-DV)2	(C-DV)3	24,86	200	PVC	15
TUB.3	(C-DV)3	(C-DV)4	261,80	200	PVC	15
TUB.4	(C-DV)4	(C-DV)6'	708,70	200	PVC	15
TUB.5	(C-DV)6	(C-DV)10	55,15	200	PVC	15
TUB.6	(C-DV)6"	(C-DV)22	168,10	110	PVC	15
TUB.7	(C-DV)7	(C-DV)8	35,42	110	PVC	15
TUB.8	(C-DV)8	(C-DV)9	116,00	110	PVC	15
TUB.9	(C-DV)22	(C-DV)7	57,79	110	PVC	15
TUB.10	(C-DV)10	(C-DV)11	12,47	200	PVC	15
TUB.11	(C-DV)11	S.I.C.35	225,72	200	PVC	15
TUB.12	(C-DV)13	(C-DV)19	203,70	110	PVC	15
TUB.13	(C-DV)14	D.V.2.14	177,30	160	PVC	15
TUB.14	(C-DV)14'	(C-DV)15	41,17	110	PVC	15
TUB.15	(C-DV)15	(C-DV)13	75,33	110	PVC	15
TUB.16	(C-DV)16'	EC10	69,20	160	PVC	15
TUB.17	(C-DV)19	(C-DV)20	111,80	110	PVC	15
TUB.18	(C-DV)19'	(C-DV)21	105,20	63	PVC	15
<b>TOTAL</b>			<b>2468,18</b>	<b>m</b>		

Tabla 2.22. Tubería Tanque Dolores Vega – Tanque La Colina

<b>TANQUE DOLORES VEGA-TANQUE LA COLINA</b>						
<b>TUBERÍA</b>	<b>N.INICIAL</b>	<b>N.FINAL</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EDAD (años)</b>
TUB.1	(DV-LC)1	TANQUE	1,606	250	PVC	15
TUB.2	(DV-LC)2	(DV-LC)1'	10,71	200	PVC	15
TUB.3	(DV-LC)3	(DV-LC)2	25,01	200	PVC	15
TUB.4	(DV-LC)4	(DV-LC)5	81,14	110	PVC	15
TUB.5	(DV-LC)4	(DV-LC)3	58,94	110	PVC	15
TUB.6	(DV-LC)6	(DV-LC)5	18,83	110	PVC	15
TUB.7	(DV-LC)7	(DV-LC)8	101,65	110	PVC	15
TUB.8	(DV-LC)7	(DV-LC)6	172,97	110	PVC	15
TUB.9	(DV-LC)9	(DV.LC)10	232,4	110	PVC	15
TUB.10	(DV-LC)9	(DV-LC)8	69,04	110	PVC	15
TUB.11	(DV.LC)10	(DV-LC)11	248	110	PVC	15
TUB.12	(DV-LC)11	(DV-LC)12	173,5	110	PVC	15
TUB.13	(DV-LC)12'	(DV-LC)13	243,7	110	PVC	15
TUB.14	(DV-LC)13	TANQUE	37,03	110	PVC	15
<b>TOTAL</b>			<b>1474,53</b>	<b>m</b>		





Figura 2.17. Tubería PCV 63 mm, Nodo BC 24 – BC 23



Figura 2.18. Tubería Asbesto Cemento 110 mm, Nodo E.R.72 – E.R.73

Durante los recorridos pudimos observar una conexión domiciliaria en la calle Mariano Guamán en los nodos BC23 y BC24 como podemos ver en la figura 2.17 ahí se pudo constatar que se trata de una tubería de PVC de 63 mm instalada hace dos años. En la Zona 13 tiene 1749 metros de tubería de asbesto cemento tal como se ve en la Figura 2.18 Calle Ambato y Av. General Rumiñahui entre los nodos E.R.72 y E.R.73

## **2.5. Válvulas**

Cuando se habla de un dispositivo de control se refiere a las válvulas, mediante las cuales podemos regular y controlar el flujo de agua a través de las tuberías, así como también evacuarla tanto de agua como del aire indeseable que se encuentre en la línea.

Conviene recordar que la válvula de compuerta está diseñada propiamente para ser operada totalmente abierta o totalmente cerrada, y no se recomienda su uso como reguladora de gasto, es decir parcialmente abierta, salvo para casos eventuales y tiempos cortos, en el proyecto se puede ver que se están utilizando estas válvulas de compuertas parcialmente abiertas a la salida de los tanques o en algunos casos se ha utilizado este tipo de válvula para regular el gasto en puntos críticos de la red permanentemente, como podemos ver en la Figura 2.20 en el nodo S.F.5 dentro de la urbanización San Francisco, por esta manipulación vemos que se tiene una fuga debido al uso inadecuado de esta válvula.

### 2.5.1. Identificación de las válvulas

Para la identificación de las válvulas se procedió a ubicar las cajas de válvulas, abrirlas para así poder observar el diámetro de la válvula, pero en algunas válvulas no se las podía observar debido a la presencia de escombros, arena, pavimento, que impidió la correcta evaluación de estas válvulas. En el proyecto se encontraron dos válvulas tipo mariposa como se puede observar en la figura 2.19. a continuación se presenta el resumen de las válvulas:

Tabla 2.23. Resumen Válvulas

ZONAS		VALVULAS				
		Ø63mm	Ø90mm	Ø110mm	Ø160mm	Ø200mm
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA	5	-	-	-	-
ZONA 2	COMUNA CASHAPAMBA	1	-	-	-	-
ZONA 3	CIUDADELA DEL EJERCITO I	15	-	-	-	-
ZONA 4	URB. CASHAPAMBA	1	-	1	-	-
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA	-	1	1	-	-
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA	1	-	1	-	-
ZONA 7	CIUDADELA DEL EJERCITO II	1	-	1	-	-
ZONA 8	SAN IGNACIO CASHAPAMBA	1	-	5	-	-
ZONA 9	URB. EL COLIBRI	5	-	-	-	-
ZONA 10	DOLORES VEGA II ETAPA	-	-	2	-	-
ZONA 11	URB.SAN FRANCISCO	1	-	3	3	-
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO	17	3	5	4	7
ZONA 14	DOLORES VEGA I ETAPA	-	-	2	-	1
ZONA 15	LA COLINA	22	-	19	-	-
T. CASHAPAMBA-T. DOLORES VEGA		1	-	2	1	1
T. DOLORES VEGA-T. LA COLINA		-	-	1	-	1



Figura 2.19. Nodo (C-DV)6 Válvulas Mariposas



Figura 2.20. Nodo S.F.5 Válvula de compuerta

## 2.6. Hidrantes

Se trata de puntos donde se toma agua en caso de incendios para sofocarlos. Se instalan fabricados en fundición de hierro. En diversos recorridos se busco los diferentes hidrantes y se puede ver una gran deficiencia en el número de hidrantes en las diferentes zonas así como también se pudo observar que no se ha dado un mantenimiento a los hidrantes existentes.

A continuación se muestra un resumen sobre los hidrantes existentes en las diferentes zonas del proyecto:

Tabla 2.24. Resumen Hidrantes

ZONAS		HIDRANTES		
		Ø63mm	Ø90mm	Ø110mm
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA	-	-	1
ZONA 2	COMUNA CASHAPAMBA	1	-	-
ZONA 3	CIUDADELA DEL EJERCITO I	1	-	2
ZONA 4	URB. CASHAPAMBA	-	-	1
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA	3	-	-
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA	-	-	-
ZONA 7	CIUDADELA DEL EJERCITO II	-	-	1
ZONA 8	SAN IGNACIO CASHAPAMBA	3	-	4
ZONA 9	URB. EL COLIBRI	2	-	-
ZONA 10	DOLORES VEGA II ETAPA	-	-	-
ZONA 11	URB.SAN FRANCISCO	-	-	1
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO	2	2	2
ZONA 14	DOLORES VEGA I ETAPA	-	-	-
ZONA 15	LA COLINA	4	-	17



Figura 2.21. Hidrante Zona 7

Se recomienda dar mantenimiento a los hidrantes cada tres meses y cada seis meses como se muestra a continuación:

Cada tres meses:<sup>4</sup>

- Comprobación de la buena accesibilidad a su entorno y la señalización en los hidrantes enterrados (de arqueta).
- Inspección visual comprobando la estanqueidad del conjunto.
- Quitar las tapas de las salidas, engrasar las roscas y comprobar el estado de las juntas de los racores.
- Inspección de todos los componentes del equipo auxiliar, comprobando su funcionamiento montándolos en una salida de cada hidrante. (\*).

---

4

[http://www.guiadelaseguridad.com.ar/canales\\_tecnicos\\_de\\_seguridad/proteccion\\_contra\\_incendios/18-hidrantes.htm](http://www.guiadelaseguridad.com.ar/canales_tecnicos_de_seguridad/proteccion_contra_incendios/18-hidrantes.htm)

- Comprobación de la presión estática con manómetro conectado a una salida, y como mínimo en el hidrante más alejado (\*).

Cada seis meses:<sup>5</sup>

- Además de las comprobaciones de la inspección trimestral:
- Engrasar la tuerca de accionamiento o rellenar la cámara de aceite del mismo.
- Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje.



Figura 2.22. Hidrante Zona 15: La Colina

---

5

[http://www.guiadelaseguridad.com.ar/canales\\_tecnicos\\_de\\_seguridad/proteccion\\_contra\\_incendios/18-hidrantes.htm](http://www.guiadelaseguridad.com.ar/canales_tecnicos_de_seguridad/proteccion_contra_incendios/18-hidrantes.htm)

# **CAPITULO III**

## **PARÁMETROS DE DISEÑO**



## **CAPÍTULO III: Parámetros de Diseño**

### **3.1. Aspectos básicos**

Uno de los aspectos más importantes en las redes de distribución de agua potable es el mantenimiento del servicio durante las 24 horas del día y sin interrupción. Cuando suceden interrupciones del servicio, al vaciarse las tuberías, se producen vacíos o presiones negativas que hacen que se introduzcan en las tuberías aguas externas que pueden estar contaminadas con todos los peligros que para la salud pública esto representa. Por consiguiente, uno de los aspectos importantes es la continuidad. Para lograr dar servicio continuo se requiere que los usuarios hagan uso racional del agua. En otras palabras, cuando hay grandes desperdicios muchas veces el Municipio no logra poder dar servicio continuo. Es por esta razón que tiene mucha importancia una buena política de medición, una buena tecnología en cuanto a selección instalación y mantenimiento de los medidores domiciliarios, y una buena política tarifaria que restrinja el consumo dentro de ciertos límites considerados óptimos.

### 3.2. Zonas de Estudio

Para facilitar el manejo de la información el sistema Cashapamba se ha dividido en las zonas que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3.1. Identificación Zonas

<b>IDENTIFICACION</b>	<b>DESCRIPCION</b>
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA
ZONA 2	COMUNA CASHAPAMBA
ZONA 3	CIUDADELA DEL EJERCITO I
ZONA 4	URB. CASHAPAMBA
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA
ZONA 7	CIUDADELA DEL EJERCITO II
ZONA 8	SAN IGNACIO CASHAPAMBA
ZONA 9	URB. EL COLIBRI
ZONA 10	DOLORES VEGA II ETAPA
ZONA 11	URB.SAN FRANCISCO
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI
ZONA 14	DOLORES VEGA I ETAPA
ZONA 15	LA COLINA

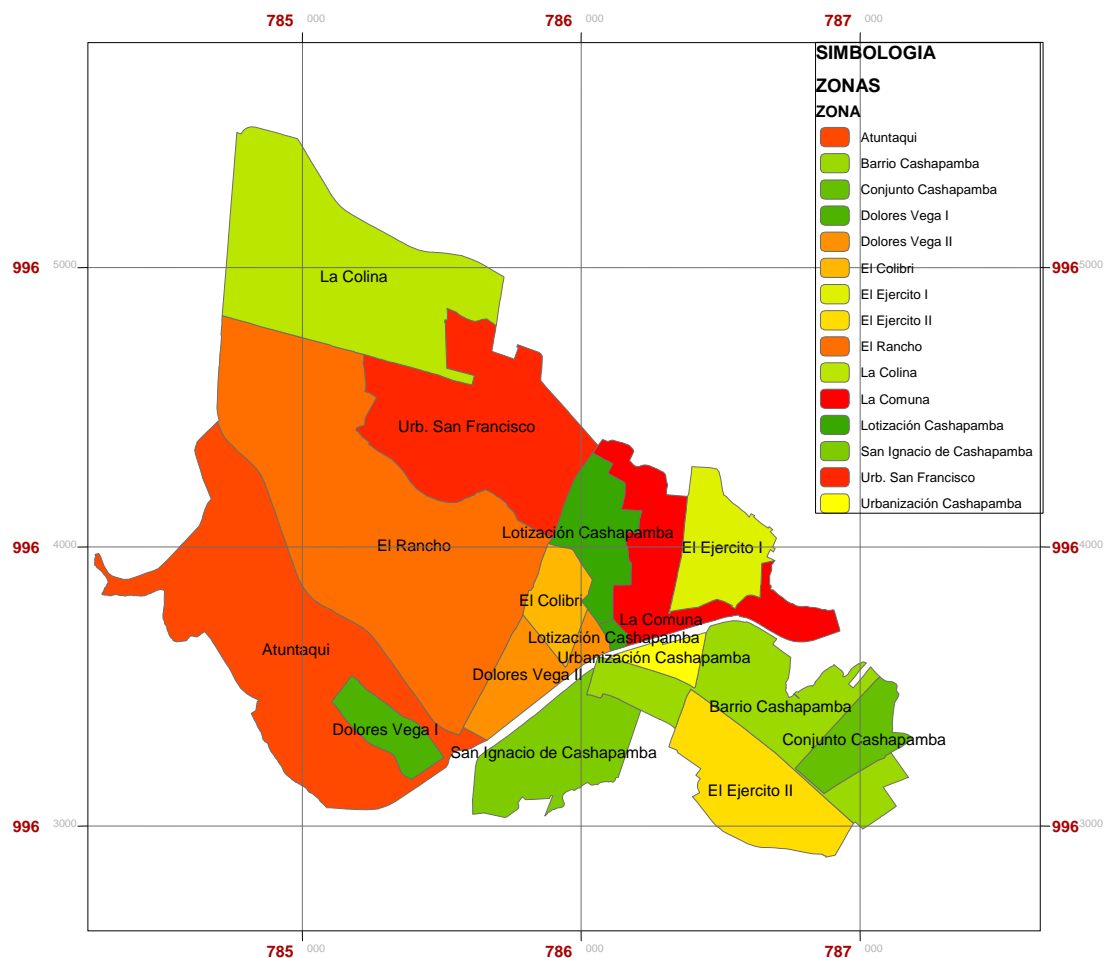


Figura 3.1: Zonas de la Red (UTM WGS-84 Zona 17 Sur)

En la figura 3.1 podemos ver la ubicación de las diferentes zonas, las diferentes zonas contienen subzonas diversas con consumos residenciales y especiales, los mismos que podemos ver en las tablas 3.2 y 3.3

Tabla 3.2. Descripción de las Áreas residenciales

ZONA	SUBZONAS
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA
ZONA 2	LA COMUNA
ZONA 3	CIUDADELA EL EJERCITO I
ZONA 4	URBANIZACION CASHAPAMBA
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA (***)
ZONA 7	CIUDADELA EL EJERCITO II
ZONA 8	SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA
ZONA 9	U.EL COLIBRI
ZONA 9	CONSTRUCCION COL
ZONA 10	DOLORES VEGA II
ZONA 10	CONSTRUCCION BON
ZONA 11	SAN FRANCISCO
ZONA 11	LA COLINA ALTA (***)
ZONA 12	LOS ANGELES
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO
ZONA 12	CALLE MACHACHI
ZONA 12	CONJUNTO SAN LUIS (*)
ZONA 12	TERRENOS BALDIOS
ZONA 12	CONJ.VITTORIA (*)
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI
ZONA 13	PONCHO VERDE
ZONA 13	CONJUNTO SANTA ROSA (*)
ZONA 13	TERRENOS BALDIOS
ZONA 13	URB.BALCON DEL VALLE (***)
ZONA 14	DOLORES VEGA I
ZONA 15	LA COLINA

Las subzonas que no se encuentran marcadas con (\*), (\*\*), (\*\*\*), representan a consumos residenciales en donde se tomó una muestra representativa y se realizaron encuestas.

(\*) Las subzonas marcadas con esta simbología representan a conjuntos en donde no se hicieron encuestas pero por su tamaño y por ser representativos se estimó su población y se calculó el caudal consumido en

base a datos del departamento de comercialización del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui.

(\*\*) Para las subzonas que contengan esta simbología se los llamará consumos especiales, para estos se calculó el consumo en base a datos proporcionados por el Departamento de comercialización del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui.

(\*\*\*) Se asignó esta simbología para marcar subzonas en las que se les asignó las características equivalentes de densidad y dotación, de subzonas en donde se realizaron encuestas.

Tabla 3.3. Descripción de los consumos especiales

ZONA	SUBZONAS
ZONA 1	SEMISUD Y CEMENTERIO (**)
ZONA 2	BOTADERO DE BASURA (**)
ZONA 2	FABRICA CHOVA (**)
ZONA 4	COLEGIO COTOGCHOA (**)
ZONA 6	LICEO DEL VALLE (**)
ZONA 8	SEDE RECREATIVA U.CATOLICA (**)
ZONA 12	ZONA COMERCIAL (**)
ZONA 12	ZONA INDUSTRIAL (**)
ZONA 12	ZONA COMERCIAL 2 (**)
ZONA 12	LECHERA (**)
ZONA 12	MEGA (**)
ZONA 13	ZONA COMERCIAL (**)
ZONA 13	HACIENDA ATUNTAQUI (**)
ZONA 13	HOTEL COLIBRI Y MECANICA (**)
ZONA 15	E.R.65 (**)

### 3.3. Distribución de Áreas

Para determinar las áreas de demanda de cada nodo se calculó en base al plano por zonas proporcionado por la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui, se dividió cada nodo

por las áreas a las que abastece dicho nodo, después de delimitar las áreas se calculó las áreas que abastece cada nodo en hectáreas. Ver figura 3.2.

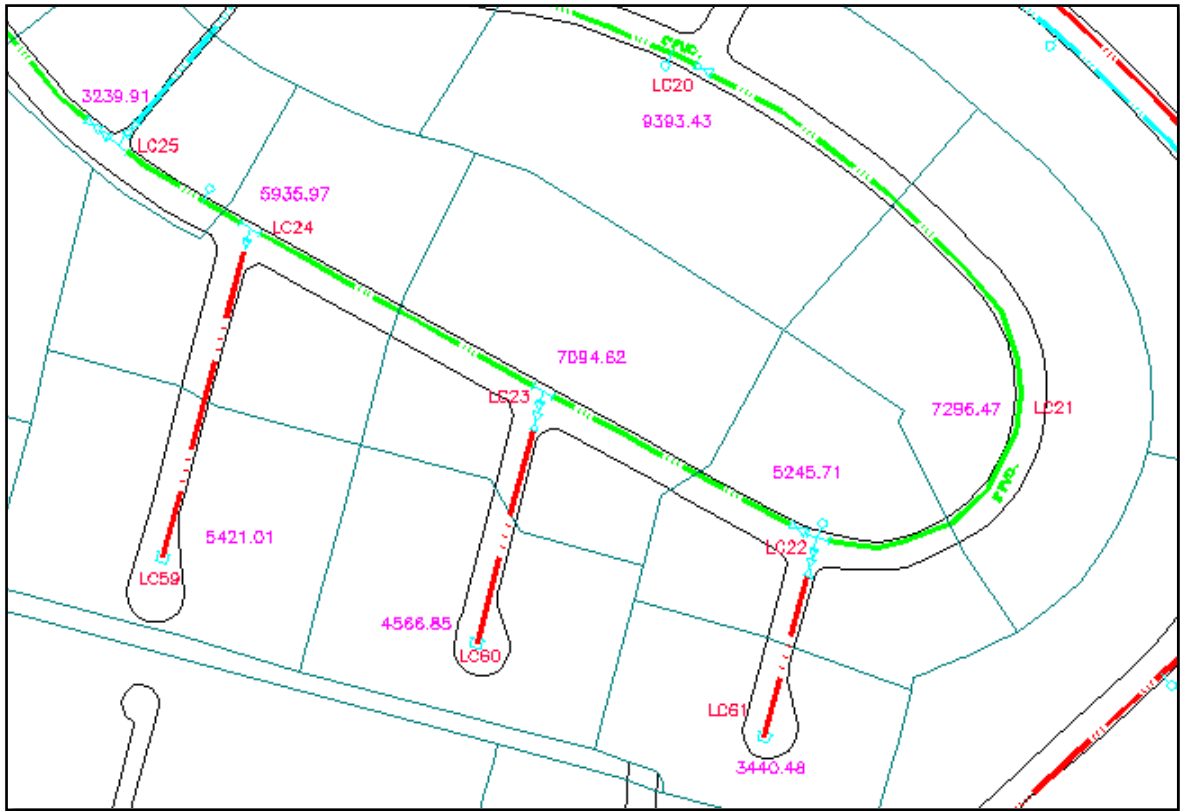


Figura 3.2: División de áreas de la Zona 15

### 3.4. Cotas

Para determinar las cotas que tienen cada uno de los nodos se basó en el plano topográfico del Cantón por zonas proporcionado por la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui, se interpoló las curvas de nivel proporcionadas en el punto exacto del nodo deseado para obtener la cota terreno y a esta cota se le restó un metro para así determinar la cota de la tubería.

### 3.5. Evaluación Actual

#### 3.5.1. Población Actual

La población actual de las diferentes subzonas se determinó mediante la realización de encuestas en áreas representativas de cada subzona, esto lo podemos ver en el plano anexo P1, el resultado de las encuestas es el siguiente.

Tabla 3.4. Resultados encuestas subzonas Residenciales

SUBZONA		LOTES ENC.	ÁREA ENCUESTA (m2)	ÁREA ZONA (m2)	POBLACIÓN ENCUESTA (hab)	POBLACIÓN TOTAL (hab)
LA COLINA		79	75581	467929	275	1703
SAN FRANCISCO		84	48725	345725	146	1036
LA COLINA ALTA	***		0	35342	-	264
LOS ANGELES		21	24780	149602	92	556
BARRIO EL RANCHO		21	7491	43967	125	734
CALLE MACHACHI		28	88143	184278	41	86
TERRENOS BALDIOS			303552	303552	0	0
CALLE ATUNTAQUI		57	78627	232131	143	423
PONCHO VERDE		15	21097	86103	34	139
TERRENOS BALDIOS			72581	72581	0	0
URB.BALCON DEL VALLE	***		0	29990	-	55
DOLORES VEGA I		31	8987	59933	146	974
SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA		28	22542	99570	38	168
DOLORES VEGA II		20	8928	74765	54	453
U.EL COLIBRI		16	6972	46780	50	336
CONSTRUCCION BON			29663	29663	0	0
CONSTRUCCION COL			85603	85603	0	0
LOTIZACION CASHAPAMBA	***		49226	49226	-	156
LA COMUNA			16778	120624	33	194
CIUDADELA EL EJERCITO I			120624	120624	0	0
BARRIO CASHAPAMBA		55	55201	227934	411	1698
CIUD. EL EJERCITO II		14	45130	189928	50	211
URB. CASHAPAMBA			6039	21914	44	160
CONJUNTO CASHAPAMBA			3309	77001	127	1132
					<b>TOTAL</b>	10478

Para determinar la población actual en las diferentes subzonas residenciales se hizo una relación entre la población del área encuestada y el área total de la subzona, de esta forma se tiene la población actual para las diferentes subzonas. En el Conjunto Cashapamba se determinó en base a una relación del número de casas, debido a que en el área total de esta subzona existen parqueaderos, en este conjunto se realizaron encuestas en 32 casas de un total de 285, la población determinada en las encuestas es de 127 habitantes y en todo el conjunto mediante la relación se determina que actualmente existen 1132 habitantes.

La población de las subzonas que tienen (\*\*\*) se calculó en base a la densidad de la subzona equivalente asignada en 3.5.2. debido a que en estas subzonas no se realizaron encuestas.

Para determinar la población de las subzonas que estén identificadas con (\*) se estimó el promedio de habitantes en cada casa y se lo multiplicó por el número de casas que forman cada conjunto, esto lo podemos ver en la siguiente tabla.

Tabla 3.5. Resultados población Conjuntos

ZONA	SUBZONA		# CASAS	HAB/CASA	HAB.TOTAL
ZONA 12	CONJUNTO SAN LUIS	*	30	5	150
ZONA 13	CONJUNTO SANTA ROSA	*	24	5	120
ZONA 12	CONJUNTO VITTORIA	*	45	5	225
				<b>TOTAL</b>	495

La población total de la zona del proyecto es de: 10973. habitantes



### 3.5.2. Densidad

Para determinar la densidad de cada subzona se dividió la población actual calculada en base a encuestas que lo podemos ver en 3.5.1 para el área correspondiente. En las subzonas con (\*\*\*) se utiliza la densidad que se asume similar a esta zona y se calcula la población de esta subzona, para la Lotización Cashapamba y Urbanización Balcón del Valle la densidad de la subzona Calle Atuntaqui, y para la subzona La Colina Alta la densidad correspondiente al Barrio Cashapamba

Tabla 3.6. Densidad Subzonas Residenciales

Zona	Subzona	Población	Área (ha)	Densidad (hab/ha)
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA	1698	22,8	74,46
ZONA 2	LA COMUNA	194	9,8	19,67
ZONA 3	CIUDADELA EL EJERCITO I	0	12,1	0,00
ZONA 4	URBANIZACION CASHAPAMBA	160	2,2	72,86
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA	1132	7,7	24,19
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA (***)	156	8,6	18,19
ZONA 7	CIUDADELA EL EJERCITO II	211	19,0	11,08
ZONA 8	SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA	168	10,0	16,86
ZONA 9	U.EL COLIBRI	336	4,7	71,71
ZONA 9	ZONA EN CONSTRUCCION COL	0	1,2	0,00
ZONA 10	DOLORES VEGA II	453	7,5	60,48
ZONA 10	ZONA EN CONSTRUCCION BON	0	3,0	0,00
ZONA 11	SAN FRANCISCO	1036	34,6	29,96
ZONA 11	LA COLINA ALTA (***)	264	3,5	74,46
ZONA 12	LOS ANGELES	556	15,0	37,13
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO	734	4,4	166,86
ZONA 12	CALLE MACHACHI	86	18,4	4,65
ZONA 12	TERRENOS BALDIOS	0	30,4	0,00
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI	423	23,2	18,19
ZONA 13	PONCHO VERDE	139	8,6	16,12
ZONA 13	TERRENOS BALDIOS	0	7,3	0,00
ZONA 13	URB.BALCON DEL VALLE (***)	55	3,0	18,19
ZONA 14	DOLORES VEGA I	974	6,0	162,45
ZONA 15	LA COLINA	1703	46,8	36,38

Tabla 3.7. Densidad Conjuntos

Zona	Subzona		Población (hab)	Área (ha)	Densidad (hab/ha)
ZONA 12	CONJUNTO SAN LUIS	*	150	1,23	122,27
ZONA 13	CONJUNTO SANTA ROSA	*	120	2,25	53,37
ZONA 12	CONJUNTO VITTORIA	*	225	1,10	204,82

### 3.5.3. Dotación

Para el cálculo de la dotación se determinó el consumo mensual medio de las planillas de agua potable emitidas por el Departamento de Comercialización entre Enero del 2010 a Junio del 2011 correspondientes a 16 meses de las zonas en donde se realizaron las encuestas, como estas planillas son a mes vencido los consumos mensuales que se utilizaron son los correspondientes entre Diciembre del 2009 a Mayo del 2011. En la Tabla 3.8 podemos ver la dotación correspondiente a cada subzona.

Tabla 3.8. Dotación Conjuntos

Zona	Subzona	Población (hab)	Q (l/seg)	Dotación (l/hab/día)
ZONA 12	CONJUNTO SAN LUIS	150	0,27	155,52
ZONA 13	CONJUNTO SANTA ROSA	120	0,22	158,40
ZONA 12	CONJUNTO VITTORIA	225	0,41	157,44

Tabla 3.9. Dotación Zonas Residenciales

Zona	Subzona		Población Encuesta (hab)	Q (l/seg)	Dotación (l/hab/día)
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA		411	0,708	148,91
ZONA 2	LA COMUNA		33	0,064	166,54
ZONA 3	CIUDADELA EL EJERCITO I		0	-	0,00
ZONA 4	URBANIZACION CASHAPAMBA		44	0,100	195,96
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA		127	0,227	154,53
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA	***	-	-	190,00
ZONA 7	CIUDADELA EL EJERCITO II		50	0,103	177,94
ZONA 8	SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA		38	0,119	269,49
ZONA 9	U.EL COLIBRI		50	0,081	140,42
ZONA 9	ZONA EN CONSTRUCCION COL		0	0,000	0,00
ZONA 10	DOLORES VEGA II		54	-	175,41
ZONA 10	ZONA EN CONSTRUCCION BON		0	0,000	0,00
ZONA 11	SAN FRANCISCO		146	0,309	182,81
ZONA 11	LA COLINA ALTA	***	-	-	148,91
ZONA 12	LOS ANGELES		92	0,232	218,14
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO		125	0,189	130,88
ZONA 12	CALLE MACHACHI		41	0,118	249,06
ZONA 12	TERRENOS BALDIOS		0	-	0,00
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI		143	0,314	190,00
ZONA 13	PONCHO VERDE		34	0,076	192,43
ZONA 13	TERRENOS BALDIOS		0	0,000	0,00
ZONA 13	URB.BALCON DEL VALLE	***	-	-	190,00
ZONA 14	DOLORES VEGA I		146	0,224	132,37
ZONA 15	COLINA		275	0,758	238,11

#### 3.5.4. Caudales especiales

Para las siguientes subzonas se determinó el caudal como en 3.5.3, estos gastos fueron asignados a cada nodo.

Tabla 3.10. Caudales Especiales

Zona	Subzona		Área (ha)	Q (l/seg)
ZONA 1	SEMISUD Y CEMENTERIO	**	3,93	0,28
ZONA 2	BOTADERO DE BASURA	**	3,22	0,10
ZONA 2	FABRICA CHOVA	**	1,15	0,04
ZONA 4	COLEGIO COTOGCHOA	**	1,07	0,06
ZONA 6	LICEO DEL VALLE	**	4,92	0,12
ZONA 8	SEDE RECREATIVA U.CATOLICA	**	10,63	0,12
ZONA 12	ZONA COMERCIAL 2	**	0,86	0,00
ZONA 12	LECHERA	**	0,57	0,15
ZONA 12	MEGA	**	2,40	0,03
ZONA 13	ZONA COMERCIAL	**	1,99	0,46
ZONA 13	HACIENDA ATUNTAQUI	**	2,20	0,05
ZONA 13	HOTEL COLIBRI Y MECANICA	**	0,33	0,14
ZONA 15	E.R.65	**	-	2,50

### 3.6. Evaluación futura

#### 3.6.1. Población Futura

Para la determinación de la población futura utilizaremos la tasa de crecimiento del Cantón Rumiñahui, que actualmente es de 3.20.

##### 3.6.1.1. Periodo de diseño

Constituirá el factor de diseño que está relacionado con la vida útil de los materiales, fuentes de financiamiento para su construcción; en este periodo el sistema funcionará sin necesidad de ampliaciones y garantizará la rentabilidad de todos sus componentes. Se ha considerado para la determinación del período de diseño:

La realidad social de la zona (se trata de una zona eminentemente residencial), no es conveniente un sobredimensionamiento exagerado de la obra.

El rápido crecimiento del cantón y la cercanía a la capital de la republica hacen que sea atractivo a movimientos demográficos.

Luego de analizar los aspectos anteriores y considerando que el proyecto se encuentra ubicado en un área eminentemente residencial se ha escogido un período de diseño de 20 años.

#### **3.6.1.2. Método Aritmético**

Este método supone que el crecimiento de población se produce en forma análoga al de interés simple, o sea que tiene una variación lineal.

La población obtenida por medio de este método, no es muy real ya que entrega valores muy bajos y solamente ocurre en poblaciones cuyo crecimiento vegetativo está restringido o es alterado por alguna causa.

Empleando el método aritmético y con los parámetros ya determinados, la población futura para nuestro proyecto en estudio será:

$$Pf = Pa (1 + i.n)$$

Donde:

Pf = población futura (hab.)

Pa = población actual (hab.)

n = período de diseño (año)

i = rata o índice de crecimiento (adimensional)

i = 0,032 Fuente INEC  
n = 20 años Periodo de Diseño

Con la fórmula descrita y reemplazando los valores, se tiene que la población es de **17996** habitantes

### 3.6.1.3. Método Geométrico

Este método supone que el crecimiento poblacional se produce en forma análoga al aumento de una cantidad colocada a interés compuesto, es decir, permite determinar la población futura en base a una variación exponencial del tiempo transcurrido. Empleando el método geométrico y con los parámetros ya determinados, la población futura para el proyecto en estudio es:

$$Pf = Pa ( 1 + i ) ^ n$$

Donde:

Pf = población futura (hab.)

Pa = población actual (hab.)

n = período de diseño (año)

i = rata o índice de crecimiento (adimensional)

i = 0,032 Fuente INEC

n = 20 años Periodo de Diseño

Con la fórmula descrita y reemplazando los valores, se tiene **20603** habitantes.

### 3.6.1.4. Conclusiones

De los métodos analizados, el más conveniente en el cálculo de la población futura es el geométrico ya que sus resultados son más reales y confiables para la evaluación del sistema de agua potable, permitiendo dejar un cierto rango de seguridad en caso de posibles variaciones en el crecimiento.

La población Futura de diseño adoptada para el proyecto es de **20603** habitantes. (Método Geométrico)

### 3.6.2. Densidad

La población futura es de 20603 con un incremento de 9630 personas, tomamos este delta y lo dividimos proporcionalmente al área de cada subzona, de esta forma se reparte el incremento de la población, al delta de la población se le suma la población que existe en cada subzona para obtener la población futura para posteriormente calcular la densidad correspondiente.

Tabla 3.11. Densidad Futura

Zona	Subzona	Población Actual (hab)	Área (ha)	Delta Población (hab)	Población Futura (hab)	Densidad (hab/ha)
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA	1698	22,79	699	2397	105,16
ZONA 2	LA COMUNA	194	9,83	301	495	50,37
ZONA 3	CIUDADELA EL EJERCITO I	0	12,06	370	370	30,67
ZONA 4	URB. CASHAPAMBA	160	2,19	67	227	103,59
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA	1132	7,70	236	1368	177,66
ZONA 6	LOTIZ. CASHAPAMBA (***)	156	8,56	262	418	48,83
ZONA 7	CIUDADELA EL EJERCITO II	211	18,99	582	793	41,75
ZONA 8	SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA	168	9,96	305	473	47,50
ZONA 9	U.EL COLIBRI	336	4,68	143	479	102,39
ZONA 9	CONSTRUCCION COL	0	1,20	37	37	30,82
ZONA 10	DOLORES VEGA II	453	7,48	229	682	91,22

Tabla 3.12. Continuación: Densidad Futura

Zona	Subzona	Población Actual (hab)	Área (ha)	Delta Población (hab)	Población Futura (hab)	Densidad (hab/ha)
ZONA 10	CONSTRUCCION BON	0	2,97	91	91	30,68
ZONA 11	SAN FRANCISCO	1036	34,57	1060	2096	60,63
ZONA 11	LA COLINA ALTA (***)	264	3,53	108	372	105,26
ZONA 12	CONJUNTO SAN LUIS (*)	150	1,23	38	188	153,25
ZONA 12	LOS ANGELES	556	14,96	459	1015	67,85
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO	734	4,40	135	869	197,65
ZONA 12	CALLE MACHACHI	86	18,43	565	651	35,33
ZONA 12	TERRENOS BALDIOS	0	30,36	931	931	30,67
ZONA 12	CONJUNTO VITTORIA (*)	225	1,10	34	259	235,77
ZONA 13	CONJUNTO SANTA ROSA (*)	120	2,25	69	189	84,06
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI	423	23,21	712	1135	48,89
ZONA 13	PONCHO VERDE	139	8,61	264	403	46,80
ZONA 13	TERRENOS BALDIOS	0	7,26	223	223	30,72
ZONA 13	URB.BALCON DEL VALLE (***)	55	3,00	92	147	49,02
ZONA 14	DOLORES VEGA I	974	5,99	184	1158	193,22
ZONA 15	COLINA	1703	46,79	1435	3138	67,06
		<b>TOTAL</b>	314,09	9630	20603	

### 3.6.3. Dotación futura

La dotación media futura para realizar la proyección del consumo, estará de acuerdo a las normas de la SAPSB, para poblaciones de clima cálido, esto es, se considera una dotación inicial en el año 2011, la misma que se incrementará anualmente 1.0 l/hab/día, en las subzonas donde no existe población y su dotación actual es cero se le asigna la dotación proporcionada por la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui es de 250 l/hab/día, Los niveles socioeconómicos en el proyecto son variados y por consiguiente las dotaciones futuras tienen un rango entre 160.42 l/hab/día hasta 289.49 l/hab/día.



Tabla 3.13. Dotación futura

Zona	Subzona		Dotación 2011 (l/hab/día)	Dotación 2031 (l/hab/día)
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA		148,91	168,91
ZONA 2	LA COMUNA		166,54	186,54
ZONA 3	CIUDADELA EL EJERCITO I		0,00	250,00
ZONA 4	URBANIZACION CASHAPAMBA		195,96	215,96
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA		154,53	174,53
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA	***	190,00	210,00
ZONA 7	CIUDADELA EL EJERCITO II		177,94	197,94
ZONA 8	SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA		269,49	289,49
ZONA 9	U.EL COLIBRI		140,42	160,42
ZONA 9	ZONA EN CONSTRUCCION COL		0,00	250,00
ZONA 10	DOLORES VEGA II		175,41	195,41
ZONA 10	ZONA EN CONSTRUCCION BON		0,00	250,00
ZONA 11	SAN FRANCISCO		182,81	202,81
ZONA 11	LA COLINA ALTA	***	148,91	168,91
ZONA 12	CONJUNTO SAN LUIS	*	155,52	175,52
ZONA 12	LOS ANGELES		218,14	238,14
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO		130,88	150,88
ZONA 12	CALLE MACHACHI		249,06	269,06
ZONA 12	TERRENOS BALDIOS		0,00	250,00
ZONA 12	CONJUNTO VITTORIA	*	157,44	177,44
ZONA 13	CONJUNTO SANTA ROSA	*	158,40	178,40
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI		190,00	210,00
ZONA 13	PONCHO VERDE		192,43	212,43
ZONA 13	TERRENOS BALDIOS		0,00	250,00
ZONA 13	URB.BALCON DEL VALLE	***	190,00	210,00
ZONA 14	DOLORES VEGA I		132,37	152,37
ZONA 15	COLINA		238,11	258,11

#### 3.6.4. Caudales especiales a futuro

Los caudales especiales se incrementaron al doble de lo asignado para la red actual.

Tabla 3.14. Caudales Especiales a futuro

Zona	Subzona		Q 2011 (l/seg)	Q 2031 (l/seg)
ZONA 1	SEMISUD Y CEMENTERIO	**	0,28	0,58
ZONA 2	BOTADERO DE BASURA	**	0,10	0,21
ZONA 2	FABRICA CHOVA	**	0,04	0,09
ZONA 4	COLEGIO COTOGCHOA	**	0,06	0,12
ZONA 6	LICEO DEL VALLE	**	0,12	0,25
ZONA 8	SEDE RECREATIVA U.CATOLICA	**	0,12	0,25
ZONA 12	ZONA COMERCIAL 2	**	0,00	0,10
ZONA 12	LECHERA	**	0,15	0,31
ZONA 12	MEGA	**	0,03	0,06
ZONA 13	ZONA COMERCIAL	**	0,46	0,95
ZONA 13	HACIENDA ATUNTAQUI	**	0,05	0,11
ZONA 13	HOTEL COLIBRI Y MECANICA	**	0,14	0,29
ZONA 15	E.R.65	**	2,50	5,16

### 3.7. Diámetros interiores

El programa epanet trabaja con los diámetros internos de la tubería, razón por la cual se utilizan para este análisis los diámetros para tubería de 1.25 Mpa de presión de trabajo los mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.15.: Diámetros interiores de Tubería<sup>6</sup>

Diámetro Nominal mm	Espesor de pared mm	Diámetro Interior mm	Presión de Trabajo		
			Mpa	Kgf/cm2	Lb/plg2
63	3.0	57.0	1.25	12.75	181
90	4.3	81.4	1.25	12.75	181
110	5.2	99.6	1.25	12.75	181
160	7.6	144.8	1.25	12.75	181
200	9.5	181.0	1.25	12.75	181
250	11.9	226.2	1.25	12.75	181

<sup>6</sup> Manual de tuberías Plastigama

### **3.8. Consideraciones para la evaluación<sup>7</sup>**

La red debe prestar un servicio eficiente y continuo, por lo cual su diseño debe atender a la condición más desfavorable. Al estudiar las variaciones de consumo, determinaremos las horas del día cuando el consumo de agua de la población llega a su máximo, lo cual permite definir el Consumo Máximo Horario. Esta condición debe ser satisfecha por la red de distribución a fin de no provocar deficiencias en el sistema.

Al analizar la red de distribución debemos, por tanto, afectar los Consumos medios por el factor  $K_2$  (desde 2.0 hasta 2.5, las diferentes redes se evaluaron con un coeficiente de 2.5), correspondiente a esta hora de Máximo Consumo, con el cual verificaremos las presiones o rangos de presiones máximas y mínimas que deben ser satisfechas en la red de distribución. Adicionalmente se hace necesario estudiar el funcionamiento hidráulico de la red ante eventualidades como la ocurrencia de incendios, lo cual demandará grandes cantidades de agua en forma momentánea para atender tales contingencias.

Un análisis probabilístico nos conduce a determinar la ocurrencia del incendio con la hora de máximo consumo y a determinar cual el rango de confianza que dentro de consideraciones económicas nos permita lograr un buen diseño y atender a situaciones imprevistas como los incendios. Por el hecho de que las horas de máximo consumo son horas de actividades, parece poco probable que pueda originarse un incendio en tales momentos; por lo demás ello conduciría a un diseño antieconómico. De allí, que estudios de probabilidades han inducido a fijar el factor  $k_3 = 1.80$  para afectar el gasto

---

<sup>7</sup> Sistemas de Agua Potable, recopilado por: Ing. Ms.C. Miguel Arias Osejo

medio, para un análisis de red con incendio, lo cual representa un rango de confianzas del 95% respecto a las variaciones del consumo y permite lograr diseños dentro de rangos de racionalidad económica. Siendo I el gasto de incendio asignado por normas de acuerdo a la zona, se tiene el análisis de la red para:

$$Q_i = 1.80 Q_m + I$$

Fórmula 3.1. Caudal de Incendio

El gasto de incendio I se ubicará en el nodo más desfavorable bajo condiciones de presión y los valores a asumirse de acuerdo a las normas ecuatorianas vigentes.

### 3.8.1. Variaciones de Consumo<sup>8</sup>

El consumo medio anual diario (en m<sup>3</sup>/s), se debe calcular por la formula:

$$Q_{med} = D * P / (86400)$$

Fórmula 3.2. Caudal medio

D = dotación

P = número de habitantes

El requerimiento máximo correspondiente al mayor consumo diario se debe calcular por la fórmula:

$$Q_{max.día} = K_{max.día} * Q_{med}$$

Fórmula 3.3: Caudal máximo diario

---

<sup>8</sup> Código Ecuatoriano de la Construcción, Diseño de Instalaciones Sanitarias (Quinta Parte)

El coeficiente de variación del consumo máximo diario deben establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto de estudio. En caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores:

$$K_{\text{max.día}} = (1.3 - 1.5)$$

El coeficiente de variación del consumo máximo horario debe establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. En caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores.

$$K_{\text{max.hor}} = (2 \text{ a } 2.5) * Q_{\text{med}}$$

Fórmula 3.4. Caudal máximo horario

### 3.8.2. Dotación contra incendios

Las dotaciones de agua contra incendios, así como el número de incendios simultáneos deben adaptarse según las indicaciones de la siguiente tabla:

Tabla 3.16. Dotación de agua contra incendios<sup>9</sup>

Número de	Número de	Dotación por
5	1	10
10	1	10
25	2	10
50	2	20
100	2	25
200	3	25
500	3	25
1000 ó mas	3	25

<sup>9</sup> Código Ecuatoriano de la Construcción, Diseño de Instalaciones Sanitarias (Quinta Parte)

### 3.8.3. Volúmenes de Almacenamiento<sup>10</sup>

El volumen total de almacenamiento de obtendrá al sumar los volúmenes de regulación, emergencia, el volumen para incendios y el volumen de la planta de tratamiento.

#### 2.8.3.1. Volumen de Regulación

En caso de haber datos sobre las variaciones horarias del consumo el proyectista deberá determinar el volumen necesario para la regulación a base del respectivo análisis. Caso contrario, se pueden usar los siguientes valores:

- a) Para poblaciones menores de 5000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 30% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media al final del periodo de diseño.
- b) Para poblaciones mayores a 5000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 25% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al final del período de diseño.

#### 2.8.3.2. Volumen de protección contra incendios

- a) Para poblaciones de hasta 3000 habitantes futuros en la costa y 5000 en la sierra, no se considerara almacenamiento para incendios.
- b) Para poblaciones de hasta 20000 habitantes futuros se aplicará la formula:

$$V_i = 50 * \sqrt{p}, \text{ (en m}^3\text{)}$$

Fórmula 3.5. Volumen contra incendios (hasta 20000 habitantes)

---

<sup>10</sup> Código Ecuatoriano de la Construcción, Diseño de Instalaciones Sanitarias (Quinta Parte)

- c) Para poblaciones de más de 20000 habitantes futuros se aplicará la fórmula:

$$Vi = 100 * \sqrt{p}, \text{ (en m}^3\text{)}$$

Fórmula 3.6: Volumen contra incendios (más de 20000 habitantes)

En estas formulas:

p = población en miles de habitantes

Vi = volumen para protección contra incendios, en m<sup>3</sup>

### **2.8.3.3. Volumen de emergencia**

Para poblaciones mayores de 5000 habitantes, se tomará el 25% del volumen de regulación como volumen para cubrir situaciones de emergencia. Para comunidades con menos de 5000 habitantes no se calculará ningún volumen para emergencias.

## **3.9. Caudal**

En cada nodo se le asignó la densidad y la dotación correspondiente, existen nodos en donde se les asignó diferentes propiedades de las subzonas. Los nodos cuyo caudal sea cero son nodos de paso.

Los consumos especiales fueron asignados directamente al caudal de su correspondiente nodo.

### 3.9.1. Caudal red actual

Tabla 3.17. Red actual: Tanque dolores vega-tanque la colina

TANQUE DOLORES VEGA-TANQUE LA COLINA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	DV-LC1	2552,33				0,000
2	DV-LC2	2552,1				0,000
3	DV-LC3	2549,00				0,000
4	DV-LC4	2547,00				0,000
5	DV-LC5	2540,00				0,000
6	DV-LC6	2537,95				0,000
7	DV-LC7	2523,42				0,000
8	DV-LC8	2526,00				0,000
9	DV-LC9	2528,00				0,000
10	DV-LC10	2531,47				0,000
11	DV-LC11	2525,50				0,000
12	DV-LC12	2519,88				0,000
13	DV-LC13	2531,66				0,000
14	DV-LC14	2534,00				0,000

Tabla 3.18. Red actual: Zona 1, Zona 2

TANQUE CASHAPAMBA - BARRIO CASHAPAMBA-COMUNA CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	BC1	2615,00				0,000
2	BC2	2615,00				0,000
3	BC3	2606,04				0,000
4	BC4	2604,00				0,000
5	BC5	2595,24	0,38	74,46	148,91	0,050
6	BC6	2589,93	0,93	74,46	148,91	0,121
7	BC7	2570,00	0,63	74,46	148,91	0,081
8	BC8	2591,88	0,85	74,46	148,91	0,110
9	BC9	2581,86	1,27	74,46	148,91	0,164
10	BC10	2578,98	0,58	74,46	148,91	0,074
11	BC11	2583,00	0,09	74,46	148,91	0,014
12	BC12	2576,00	0,51	74,46	148,91	0,067
13	BC13	2580,80	0,18	74,46	148,91	0,024
14	BC14	2569,53	0,34	74,46	148,91	0,045



Tabla 3.19. Continuación, Red actual: Zona 1, Zona 2

TANQUE CASHAPAMBA - BARRIO CASHAPAMBA-COMUNA CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
15	BC15	2572,59	0,12	74,46	148,91	0,017
16	BC16	2565,20	0,37	74,46	148,91	0,048
17	BC17	2589,40	0,98	74,46	148,91	0,128
18	BC18	2572,00	1,14	74,46	148,91	0,148
19	BC19	2581,38	0,20	74,46	148,91	0,026
20	BC20	2575,45	0,00	74,46	148,91	0,000
21	BC21	2575,85	0,40	74,46	148,91	0,052
22	BC22	2570,50	0,69	74,46	148,91	0,090
23	BC23	2586,53	0,86	74,46	148,91	0,110
24	BC24	2579,72	0,96	74,46	148,91	0,124
25	BC25	2578,96	0,69	74,46	148,91	0,090
26	BC26	2571,35	0,64	74,46	148,91	0,083
27	BC27	2582,85	0,56	74,46	148,91	0,072
28	BC28	2576,80	0,52	74,46	148,91	0,067
29	BC29	2572,67	0,53	74,46	148,91	0,069
30	BC30	2567,00	0,37	74,46	148,91	0,048
31	BC31	2580,56	0,29	74,46	148,91	0,038
32	BC32	2568,70	0,31	74,46	148,91	0,040
33	BC33	2567,00	0,17	74,46	148,91	0,022
34	BC34	2571,42	0,41	74,46	148,91	0,053
35	BC35	2566,00	0,36	74,46	148,91	0,047
36	BC36	2565,00	0,00	74,46	148,91	0,000
37	BC37	2564,00	0,00	74,46	148,91	0,000
38	BC38	2563,00	0,18	74,46	148,91	0,024
39	BC39	2565,00	0,46	74,46	148,91	0,059
40	BC40	2562,46	0,00	74,46	148,91	0,000
41	BC41	2560,10	0,54	74,46	148,91	0,071
42	BC42	2555,00	2,00			0,100
43	BC43	2564,50	1,15			0,040
	BC43	2564,50	0,44	74,46	148,91	0,057
	BC43	2564,50				<b>0,097</b>
44	BC44	2561,48	0,17	19,67	166,54	0,008
	BC44	2561,48	0,58	18,19	190,00	0,024
	BC44	2561,48				<b>0,032</b>
45	BC45	2543,13	0,59	19,67	166,54	0,023
	BC45	2543,13	1,10	18,19	190,00	0,044
	BC45	2543,13				<b>0,067</b>

Tabla 3.20. Continuación, Red actual: Zona 1, Zona 2

TANQUE CASHAPAMBA - BARRIO CASHAPAMBA-COMUNA CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
46	BC46	2537,94	0,28	19,67	166,54	0,012
	BC46	2537,94	0,20	18,19	190,00	0,009
	BC46	2537,94				<b>0,020</b>
47	BC47	2546,00	1,20	19,67	166,54	0,046
48	BC48	2554,00	0,87	19,67	166,54	0,035
49	BC49	2544,00	1,03	19,67	166,54	0,040
50	BC50	2539,73	1,02	19,67	166,54	0,040
51	BC51	2530,00	0,36	19,67	166,54	0,015
	BC51	2530,00	0,49	18,19	190,00	0,020
	BC51	2530,00				<b>0,035</b>
52	BC52	2520,50	0,90	19,67	166,54	0,035
53	BC53	2518,80				0,000
54	BC54	2518,00				0,000
55	BC55	2514,76	0,41	19,67	166,54	0,017
56	BC56	2521,75				0,000
57	BC57	2526,71	0,40	19,67	166,54	0,015
58	BC58	2511,40				0,000
59	BC59	2506,06	0,26	19,67	166,54	0,012
60	BC60	2505,30				0,000
61	BC61	2505,10				0,000
62	BC62	2506,00	0,92	19,67	166,54	0,037
63	BC63	2506,00	0,00	19,67	166,54	0,000
64	BC64	2507,93	0,00	19,67	166,54	0,000
65	BC65	2511,00	0,52	19,67	166,54	0,021
66	BC66	2510,00	0,43	19,67	166,54	0,017
67	BC67	2524,32	0,47	19,67	166,54	0,019
	BC67	2524,32	0,29	18,19	190,00	0,013
	BC67	2524,32				<b>0,032</b>
68	BC68	2575,54	1,08	74,46	148,91	0,140
69	BC69	2568,00	1,01	74,46	148,91	0,129
70	BC70	2568,70	0,86	74,46	148,91	0,112
	BC70	2568,70				0,060
	BC70	2568,70				<b>0,172</b>
71	BC71	2563,30	0,99	74,46	148,91	0,128
72	BC72	2558,53	0,75	74,46	148,91	0,097
73	BC73	2559,00				0,000
74	BC74	2555,00	0,50	74,46	148,91	0,065
				<b>TOTAL:</b>		<b>3,71</b>

Tabla 3.21. Red actual: Zona 4

URBANIZACIÓN CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	U.C 2	2615,00				0,000
2	U.C 3	2615,00				0,000
3	U.C 4	2599,95				0,000
4	U.C 5	2583,25				0,000
5	U.C 6	2582,40				0,000
6	U.C 7	2580,56	0,15	72,86	195,96	0,025
7	U.C 8	2570,48	0,28	72,86	195,96	0,048
8	U.C 9	2565,65	0,12	72,86	195,96	0,020
9	U.C 10	2563,86	0,12	72,86	195,96	0,023
10	U.C 11	2577,58	0,33	72,86	195,96	0,054
11	U.C 12	2568,57	0,52	72,86	195,96	0,086
12	U.C 13	1567,90	0,15	72,86	195,96	0,025
<b>TOTAL:</b>						<b>0,28</b>

Tabla 3.22. Red actual: Tanque Cashapamba a Dolores Vega, Zona 6

TANQUE CASHAPAMBA-TANQUE DOLORES VEGA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	AREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
2	C-DV2	2615,00				
3	C-DV3	2615,00				0,000
4	C-DV4	2606,04				0,280
5	C-DV5	2588,45				0,000
6	C-DV6	2580,56				0,000
7	C-DV7	2566,00				0,000
8	C-DV8	2564,39				0,000
9	C-DV9	2557,36	9,40	0,00	0,00	0,000
10	C-DV10	2579,00				0,000
11	C-DV11	2577,58				0,000
12	C-DV12	2564,00				0,000
13	C-DV13	2554,83	0,96	18,19	190,00	0,040
14	C-DV14	2561,77	1,77	0,00	0,00	0,000
15	C-DV15	2555,83	0,66	18,19	190,00	0,026
16	C-DV16	2557,00				0,000
17	C-DV17	2552,50				0,000
18	C-DV18	2553,00				0,000
19	C-DV19	2546,87	2,56	18,19	190,00	0,103
20	C-DV20	2537,50	4,92			0,120
21	C-DV21	2552,00	1,73	18,19	190,00	0,070
<b>TOTAL:</b>						<b>0,64</b>

Tabla 3.23. Red actual: Zona 5

<b>CONJUNTO HABITACIONAL CASHAPAMBA</b>						
<b>Nº</b>	<b>CODIGO</b>	<b>COTA TUB(m)</b>	<b>ÁREA(ha)</b>	<b>DENSIDAD (hab/ha)</b>	<b>DOTACIÓN (l/hab/día)</b>	<b>Q(L/seg)</b>
1	CC3	2599,95	7,70	147,01	154,53	2,02
<b>TOTAL:</b>						<b>2,02</b>

Tabla 3.24. Red actual: Zona 7

<b>CIUDADELA DEL EJERCITO II</b>						
<b>Nº</b>	<b>CODIGO</b>	<b>COTA TUB(m)</b>	<b>ÁREA(ha)</b>	<b>DENSIDAD (hab/ha)</b>	<b>DOTACIÓN (l/hab/día)</b>	<b>Q(L/seg)</b>
2	EJ2	2615,00				0,000
3	EJ3	2615,00				0,000
4	EJ4	2606,04	0,41	11,08	177,94	0,010
5	EJ5	2599,95	0,58	11,08	177,94	0,014
6	EJ6	2591,88	0,55	11,08	177,94	0,014
7	EJ7	2588,45	0,57	11,08	177,94	0,014
8	EJ8	2581,65	0,46	11,08	177,94	0,012
9	EJ9	2577,29	0,88	11,08	177,94	0,021
10	EJ10	2578,78	1,10	11,08	177,94	0,027
11	EJ11	2587,78	1,11	11,08	177,94	0,027
12	EJ12	2598,96	1,21	11,08	177,94	0,029
13	EJ13	2601,65	0,86	11,08	177,94	0,021
14	EJ14	2594,09	0,29	11,08	177,94	0,008
15	EJ15	2589,59	0,82	11,08	177,94	0,021
16	EJ16	2593,99	1,20	11,08	177,94	0,029
17	EJ17	2586,12	1,13	11,08	177,94	0,027
18	EJ18	2568,42	1,02	11,08	177,94	0,025
19	EJ19	2570,36	0,81	11,08	177,94	0,021
20	EJ20	2563,22	0,33	11,08	177,94	0,008
21	EJ21	2557,10	0,21	11,08	177,94	0,006
22	EJ22	2566,03	0,64	11,08	177,94	0,016
23	EJ23	2582,33	1,19	11,08	177,94	0,029
24	EJ24	2587,90	0,74	11,08	177,94	0,019
25	EJ25	2587,50	0,24	11,08	177,94	0,006
26	EJ26	2588,33	0,43	11,08	177,94	0,010
27	EJ27	2583,11	0,56	11,08	177,94	0,014
28	EJ28	2575,24	0,57	11,08	177,94	0,014
29	EJ29	2573,84	0,68	11,08	177,94	0,016
30	EJ30	2569,23	0,41	11,08	177,94	0,010
31	EJ31	2568,30				0,000
<b>TOTAL:</b>						<b>0,47</b>

Tabla 3.25. Red actual: Zona 8

SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	S.I.C.1	2550,45	0,35	16,86	269,49	0,019
2	S.I.C.2	2551,35	0,23	16,86	269,49	0,012
3	S.I.C.3	2549,10	0,49	16,86	269,49	0,028
4	S.I.C.4	2545,49	0,33	16,86	269,49	0,019
5	S.I.C.5	2542,19	0,58	16,86	269,49	0,031
6	S.I.C.6	2542,98	0,56	16,86	269,49	0,031
7	S.I.C.7	2537,46	0,30	16,86	269,49	0,019
8	S.I.C.8	2536,51	0,36	16,86	269,49	0,022
9	S.I.C.9	2533,88	0,38	16,86	269,49	0,022
10	S.I.C.10	2538,89	0,40	16,86	269,49	0,022
11	S.I.C.11	2538,31				0,000
12	S.I.C.12	2529,50	0,55	16,86	269,49	0,031
13	S.I.C.13	2527,21	0,48	16,86	269,49	0,028
14	S.I.C.14	2537,34	0,57	16,86	269,49	0,031
15	S.I.C.15	2535,06				0,000
16	S.I.C.16	2531,61	0,80	16,86	269,49	0,044
17	S.I.C.17	2524,00	0,49	16,86	269,49	0,028
18	S.I.C.18	2517,30	0,19	16,86	269,49	0,012
19	S.I.C.19	2522,00	0,29	16,86	269,49	0,016
20	S.I.C.20	2534,00	0,31	16,86	269,49	0,019
21	S.I.C.21	2546,79	0,45	16,86	269,49	0,025
22	S.I.C.22	2547,00	0,74	16,86	269,49	0,041
23	S.I.C.23	2543,00	0,35	16,86	269,49	0,019
24	S.I.C.24	2540,75				0,000
25	S.I.C.25	2440,13	0,60	16,86	269,49	0,034
26	S.I.C.26	2549,73				0,000
27	S.I.C.27	2548,37				0,000
28	S.I.C.28	2549,00				0,000
29	S.I.C.29	2554,00	10,63			0,120
30	S.I.C.30	2538,70	0,14	16,86	269,49	0,009
				<b>TOTAL:</b>		<b>0,68</b>

Tabla 3.26. Red actual: Zona 9

URB.EL COLIBRÍ						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	AREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	EC1	2556,00	0,50	71,71	140,42	0,059
	EC1	2556,00	0,40	0,00	0,00	0,000
	EC1	2556,00	0,90			<b>0,059</b>

Tabla 3.27. Continuación, Red actual: Zona 9

URB.EL COLIBRÍ						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	AREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
2	EC2	2550,88	0,31	71,71	140,42	0,036
	EC2	2550,88	0,40	0,00	0,00	0,000
	EC2	2550,88	0,71			<b>0,036</b>
3	EC3	2544,00	0,10	71,71	140,42	0,013
	EC3	2544,00	0,40	0,00	0,00	0,000
	EC3	2544,00	0,50			<b>0,013</b>
4	EC4	2560,50	0,69	71,71	140,42	0,081
5	EC5	2555,67	0,68	71,71	140,42	0,080
6	EC6	2548,00	0,72	71,71	140,42	0,085
7	EC7	2559,30	0,31	71,71	140,42	0,037
8	EC8	2559,00	0,69	71,71	140,42	0,081
9	EC9	2557,70	0,48	71,71	140,42	0,057
					<b>TOTAL:</b>	<b>0,53</b>

Tabla 3.28. Red Actual: Zona 10

URB.DOLORES VEGA II						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	AREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	D.V.2.1	2542,80	1,16	60,48	175,41	0,142
2	D.V.2.2	2549,03	0,98	60,48	175,41	0,120
3	D.V.2.3	2551,76	0,82	60,48	175,41	0,102
4	D.V.2.4	2548,44	0,59	60,48	175,41	0,073
5	D.V.2.5	2546,64	0,80	60,48	175,41	0,099
6	D.V.2.6	2550,53	0,80	60,48	175,41	0,099
7	D.V.2.7	2549,30	0,73	60,48	175,41	0,091
8	D.V.2.8	2548,88	0,00	60,48	175,41	0,000
9	D.V.2.9	2529,15	0,78	60,48	175,41	0,097
10	D.V.2.10	2529,15	0,84	60,48	175,41	0,104
11	D.V.2.11	2538,46				0,000
12	D.V.2.12	2549,30				0,000
13	D.V.2.13	2555,83				0,000
14	D.V.2.14	2556,00				0,000
15	D.V.2.15	2552,31				0,000
16	D.V.2.16	2555,00				0,000
17	D.V.2.17	2548,00				0,000
18	D.V.2.18	2542,00				0,000
19	D.V.2.19	2538,00				0,000
					<b>TOTAL:</b>	<b>0,93</b>

Tabla 3.29. Red actual: Zona 11

URB.SAN FRANCISCO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	S.F.1	2552,40				0,000
2	S.F.2	2540,00				0,000
3	S.F.3	2550,75	0,28	29,96	182,81	0,019
4	S.F.4	2528,00	0,43	29,96	182,81	0,028
5	S.F.5	2531,47	0,77	29,96	182,81	0,051
6	S.F.6	2546,30	0,40	29,96	182,81	0,025
7	S.F.7	2533,31	0,64	29,96	182,81	0,042
8	S.F.8	2543,50	0,34	29,96	182,81	0,023
9	S.F.9	2534,58	0,61	29,96	182,81	0,040
10	S.F.10	2538,80	0,32	29,96	182,81	0,021
11	S.F.11	2531,75	0,63	29,96	182,81	0,040
12	S.F.12	2533,70	0,41	29,96	182,81	0,028
13	S.F.13	2518,05	0,29	29,96	182,81	0,019
14	S.F.14	2528,69	1,33	29,96	182,81	0,085
15	S.F.15	2530,75	1,22	29,96	182,81	0,078
16	S.F.16	2522,70	0,00	29,96	182,81	0,000
17	S.F.17	2521,40	1,26	29,96	182,81	0,080
18	S.F.18	2525,56	1,21	29,96	182,81	0,078
19	S.F.19	2531,72	1,17	29,96	182,81	0,074
20	S.F.20	2519,00	0,43	29,96	182,81	0,028
21	S.F.21	2521,97	1,06	29,96	182,81	0,068
22	S.F.22	2531,98	1,16	29,96	182,81	0,074
23	S.F.23	2521,97	0,30	29,96	182,81	0,021
24	S.F.24	2523,89				0,000
25	S.F.25	2525,89	0,52	29,96	182,81	0,034
26	S.F.26	2523,86	0,63	29,96	182,81	0,040
27	S.F.27	2521,81				0,000
28	S.F.28	2517,29	0,77	29,96	182,81	0,051
29	S.F.29	2528,77	1,23	29,96	182,81	0,078
30	S.F.30	2532,65	0,99	29,96	182,81	0,063
31	S.F.31	2532,95	0,84	29,96	182,81	0,055
32	S.F.31'	2532,95	0,57	74,46	148,91	0,074
33	S.F.32	2531,93	0,44	29,96	182,81	0,030
34	S.F.33	2526,56				0,000
35	S.F.34	2523,59	0,75	29,96	182,81	0,049
36	S.F.35	2514,74	1,21	29,96	182,81	0,078
37	S.F.36	2532,53	0,94	29,96	182,81	0,061
38	S.F.37	2533,51	0,64	29,96	182,81	0,042
39	S.F.38	2512,84	1,12	29,96	182,81	0,072

Tabla 3.30. Continuación, Red actual: Zona 11

URB.SAN FRANCISCO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
40	S.F.39	2531,49	1,01	29,96	182,81	0,066
41	S.F.40	2509,11	0,80	29,96	182,81	0,051
42	S.F.41	2522,60	0,97	29,96	182,81	0,061
43	S.F.42	2528,35	0,96	29,96	182,81	0,061
44	S.F.43	2509,00	0,73	29,96	182,81	0,047
45	S.F.44	2499,00	0,46	29,96	182,81	0,030
46	S.F.45	2526,90	0,93	29,96	182,81	0,059
47	S.F.46	2524,31	0,90	29,96	182,81	0,057
48	S.F.47	1517,00	0,90	29,96	182,81	0,059
49	S.F.48	1516,70				
50	S.F.49	2505,81	0,83	29,96	182,81	0,053
51	S.F.50	2510,60	0,20	29,96	182,81	0,015
52	S.F.51	2518,92	0,68	29,96	182,81	0,044
53	S.F.52	2523,60	0,42	29,96	182,81	0,028
54	S.F.53	2514,30	0,28	29,96	182,81	0,019
55	S.F.54	2532,80	0,25	29,96	182,81	0,017
56	S.F.55	2525,90	0,56	74,46	148,91	0,074
57	S.F.56	2518,89	1,45	74,46	148,91	0,186
58	S.F.57	2520,33	0,95	74,46	148,91	0,122
				<b>TOTAL:</b>		<b>2,70</b>

Tabla 3.31. Red actual: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	E.R.1	2552,33				0,000
2	E.R.2	2552,10				0,000
3	E.R.3	2549,00				0,000
4	E.R.4	2547,00				0,000
5	E.R.5	2540,00				0,000
6	E.R.6	2543,00				0,000
7	E.R.7	2527,00	0,78	4,65	249,06	0,012
	E.R.7	2527,00	9,81	0,00	0,00	0,000
	E.R.7	2527,00	10,59			<b>0,012</b>
8	E.R.8	2523,42	1,99	4,65	249,06	0,029
9	E.R.9	2530,78	1,94	4,65	249,06	0,029
	E.R.9	2530,78	1,39	0,00	0,00	0,000
	E.R.9	2530,78	3,34			<b>0,029</b>



Tabla 3.31. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
10	E.R.10	2533,42	2,90	4,65	249,06	0,040
11	E.R.11	2530,85	1,30	4,65	249,06	0,020
	E.R.11	2530,85	2,21	0,00	0,00	0,000
	E.R.11	2530,85	0,67	122,27	155,52	0,149
	E.R.11	2530,85	4,18			<b>0,170</b>
12	E.R.12	2527,00	0,55	122,27	155,52	0,122
	E.R.12	2527,00	0,86			0,000
	E.R.12	2527,00	1,41			<b>0,122</b>
13	E.R.13	2521,00				0,000
14	E.R.13-	2521,00	3,59	4,65	249,06	0,049
	E.R.13-	2521,00	13,12	0,00	0,00	0,000
	E.R.13-	2521,00	16,72			<b>0,049</b>
15	E.R.14	2520,16				0,000
16	E.R.15	2512,92	2,07	4,65	249,06	0,029
17	E.R.16	2516,10	2,38	4,65	249,06	0,035
18	E.R.17	2519,66				0,000
19	E.R.18	2518,80	1,57	4,65	249,06	0,023
20	E.R.19	2508,63	2,74	0,00	0,00	0,000
21	E.R.20	2512,00				0,000
22	E.R.21	2514,00				0,000
23	E.R.22	2521,00				0,000
24	E.R.23	2527,00	1,00	0,00	0,00	0,000
25	E.R.24	2507,59				0,000
26	E.R.25	2507,17				0,000
27	E.R.26	2500,00	3,65			0,030
	E.R.26	2500,00	1,10	204,82	157,44	0,410
	E.R.26	2500,00	4,75			<b>0,440</b>
28	E.R.27	2499,80	0,22	166,86	130,88	0,056
29	E.R.28	2499,59	0,19	166,86	130,88	0,048
30	E.R.29	2498,56	0,65			0,150
31	E.R.30	2498,13	0,06	166,86	130,88	0,015
32	E.R.31	2497,47	0,19	166,86	130,88	0,050
33	E.R.32	2498,00	0,15	166,86	130,88	0,038
34	E.R.33	2497,00	0,17	166,86	130,88	0,044
35	E.R.34	2497,00	0,30	166,86	130,88	0,076
36	E.R.35	2496,41	0,66	166,86	130,88	0,168
37	E.R.36	2497,56	0,37	166,86	130,88	0,094
38	E.R.37	2496,32	0,27	166,86	130,88	0,068
39	E.R.38	2499,00	0,19	166,86	130,88	0,050

Tabla 3.32. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
40	E.R.39	2501,25				0,000
41	E.R.40	2497,12	0,53	166,86	130,88	0,133
42	E.R.41	2502,33	1,04	37,13	218,14	0,098
	E.R.41	2502,33	0,42	166,86	130,88	0,108
	E.R.41	2502,33	1,46			<b>0,206</b>
43	E.R.43	2505,70	0,40	166,86	130,88	0,103
44	E.R.44	2498,60	0,20	166,86	130,88	0,052
45	E.R.45	2507,00	0,47	37,13	218,14	0,045
	E.R.45	2507,00	0,08	166,86	130,88	0,021
	E.R.45	2507,00	0,55			<b>0,067</b>
46	E.R.46	2511,00				0,000
47	E.R.47	2511,00				0,000
48	E.R.48	2511,00				0,000
49	E.R.49	2511,00				0,000
50	E.R.50	2507,17	1,43			0,104
	E.R.50	2507,17	0,32	37,13	218,14	0,030
	E.R.50	2507,17	1,75			<b>0,134</b>
51	E.R.51	2505,80				0,000
52	E.R.52	2505,80	0,35			0,025
53	E.R.53	2507,59	0,12			0,009
	E.R.53	2507,59	0,36	16,12	192,43	0,013
	E.R.53	2507,59	0,48			<b>0,022</b>
54	E.R.54	2513,00	0,58	16,12	192,43	0,022
55	E.R.55	2515,30	2,15	18,19	190,00	0,088
56	E.R.56	2518,00				0,000
57	E.R.57	2521,00	0,86	18,19	190,00	0,035
	E.R.57	2521,00	1,88	0,00	0,00	0,000
	E.R.57	2521,00	2,74			<b>0,035</b>
58	E.R.58	2526,00	2,40	0,00	0,00	0,000
	E.R.58	2526,00	0,33			0,140
	E.R.58	2526,00	2,73			<b>0,140</b>
59	E.R.59	2509,14				0,000
60	E.R.60	2502,32	0,94	37,13	218,14	0,088
	E.R.60	2502,32	1,55			0,113
	E.R.60	2502,32	2,48			<b>0,201</b>
62	E.R.61	2500,13	0,16			0,011
63	E.R.62	2494,44	0,27	37,13	218,14	0,028
64	E.R.63	2496,00				0,000
65	E.R.64	2496,41				0,000

Tabla 3.33. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
66	E.R.66	2510,74	1,79	37,13	218,14	0,169
	E.R.66	2510,74	0,53			0,039
	E.R.66	2510,74	2,33			<b>0,208</b>
67	E.R.67	2505,28	1,65	37,13	218,14	0,157
	E.R.67	2505,28	1,53			0,112
	E.R.67	2505,28	3,18			<b>0,268</b>
68	E.R.68	2501,01	2,69	37,13	218,14	0,255
69	E.R.69	2594,42	3,57	37,13	218,14	0,336
70	E.R.70	2495,00	1,53	37,13	218,14	0,144
71	E.R.71	2494,00	0,70	37,13	218,14	0,066
72	E.R.72	2509,14	0,53			0,039
73	E.R.73	2513,00	0,60	18,19	190,00	0,024
74	E.R.74	2510,00				0,000
75	E.R.75	2505,45	1,79	18,19	190,00	0,073
76	E.R.76	2510,21	0,48	18,19	190,00	0,020
	E.R.76	2510,21	1,35	16,12	192,43	0,049
	E.R.76	2510,21	1,83			<b>0,069</b>
77	E.R.77	2511,15	0,26	18,19	190,00	0,011
	E.R.77	2511,15	0,18	16,12	192,43	0,007
	E.R.77	2511,15	0,44			<b>0,018</b>
78	E.R.78	2511,00	0,33			0,024
79	E.R.79	2511,03				0,000
80	E.R.80	2511,83	0,22	18,19	190,00	0,011
81	E.R.81	2513,09	2,03	16,12	192,43	0,073
82	E.R.82	2508,00	0,47	16,12	192,43	0,018
83	E.R.83	2511,79	0,96	16,12	192,43	0,036
84	E.R.84	2505,91	0,93	16,12	192,43	0,036
85	E.R.85	2510,00	1,51	16,12	192,43	0,056
86	E.R.86	2508,00				0,000
87	E.R.87	2508,25	0,59	16,12	192,43	0,022
88	E.R.88	2505,50				0,000
89	E.R.89	2501,43	1,12	18,19	190,00	0,046
90	E.R.90	2502,60	1,49	18,19	190,00	0,062
91	E.R.91	2501,71	0,98	18,19	190,00	0,040
92	E.R.92	2505,91	2,93	18,19	190,00	0,119
93	E.R.93	2510,23	2,22	18,19	190,00	0,090
94	E.R.94	2513,00	0,67	18,19	190,00	0,029
95	E.R.95	2506,87	0,53	18,19	190,00	0,022
96	E.R.97	2514,53				0,000

Tabla 3.34. Continuación, Red actual: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
97	E.R.98	2507,59				0,000
98	E.R.99	2499,80				0,000
99	E.R.100	2495,00				0,030
100	E.R.101	2514,53	1,23	18,19	190,00	0,051
101	E.R.102	2521,29	0,62	18,19	190,00	0,026
102	E.R.103	2520,98	0,67	18,19	190,00	0,029
103	E.R.104	2519,09	2,02	18,19	190,00	0,081
104	E.R.105	2519,31	2,02	18,19	190,00	0,081
105	E.R.106	2521,37				0,000
106	E.R.107	2521,00				0,000
107	E.R.108	2519,50				0,000
108	E.R.109	2519,86				0,000
109	E.R.110	2520,49				0,000
110	E.R.111	2524,00				0,000
111	E.R.112	2546,64				0,000
112	E.R.113	2550,53				0,000
113	E.R.114	2549,00				0,000
114	E.R.115	2552,10				0,000
115	E.R.116	2552,33				0,000
116	E.R.117	2519,86				0,000
117	E.R.118	2521,00	0,21	18,19	190,00	0,009
118	E.R.119	2525,00	0,09	18,19	190,00	0,004
119	E.R.120	2520,00	0,38	18,19	190,00	0,015
120	E.R.121	2522,00	0,56	18,19	190,00	0,024
121	E.R.122	2526,50	0,82	18,19	190,00	0,033
122	E.R.123	2528,00	0,30	18,19	190,00	0,013
123	E.R.124	2527,00	0,72	18,19	190,00	0,031
124	E.R.125	2525,00	2,25	53,37	158,40	0,222
	E.R.125	2525,00	2,20			0,050
	E.R.125	2525,00	5,38	0,00	0,00	0,000
	E.R.125	2525,00	9,83			<b>0,272</b>
				<b>TOTAL:</b>		<b>5,98</b>

Tabla 3.35. Nodo E.R. 65 San Luis

Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
65	E.R.65	2485,00				2,50
				<b>TOTAL:</b>		<b>2,50</b>

Tabla 3.36. Red actual: Zona 14

URB.DOLORES VEGA 1						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	D.V.1.1	2519,86	0,07	162,45	132,37	0,018
2	D.V.1.2	2518,52	0,19	162,45	132,37	0,047
3	D.V.1.3	2517,44	0,19	162,45	132,37	0,047
4	D.V.1.4	2518,11	0,19	162,45	132,37	0,047
5	D.V.1.5	2520,49	0,07	162,45	132,37	0,018
6	D.V.1.6	2519,50	0,04	162,45	132,37	0,012
7	D.V.1.7	2521,00	0,35	162,45	132,37	0,089
8	D.V.1.8	2517,98	0,37	162,45	132,37	0,093
9	D.V.1.9	2516,48	0,36	162,45	132,37	0,090
10	D.V.1.10	2515,72	0,53	162,45	132,37	0,133
11	D.V.1.12	2515,27	0,44	162,45	132,37	0,110
12	D.V.1.13	2513,17	0,44	162,45	132,37	0,112
13	D.V.1.14	2513,05	0,59	162,45	132,37	0,147
14	D.V.1.15	2513,09				0,000
15	D.V.1.16	2516,00				0,000
16	D.V.1.17	2514,50	0,40	162,45	132,37	0,101
17	D.V.1.18	2512,21	0,42	162,45	132,37	0,104
18	D.V.1.19	2511,97	0,43	162,45	132,37	0,107
19	D.V.1.20	2521,37				0,000
20	D.V.1.21	2520,92	0,26	162,45	132,37	0,064
21	D.V.1.22	2515,56	0,30	162,45	132,37	0,077
22	D.V.1.23	2510,95	0,34	162,45	132,37	0,086
23	D.V.1.24	2519,31				0,000
24	D.V.1.25	2519,06				0,000
25	D.V.1.26	2520,98				0,000
26	D.V.1.27	2521,29				0,000
27	D.V.1.28	2514,53				0,000
28	D.V.1.29	2501,71				0,000
				<b>TOTAL:</b>		<b>1,51</b>

Tabla 3.37. Red actual: Zona 15

LA COLINA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	LC1	2534,00				0,000
2	LC2	2532,00				
3	LC3	2524,86	1,15	36,38	238,11	0,116
4	LC4	2518,89				
5	LC5	2520,33				
6	LC6	2521,00	0,36	36,38	238,11	0,039
7	LC7	2514,18	0,53	36,38	238,11	0,055
8	LC8	2514,75	0,90	36,38	238,11	0,091
9	LC9	2519,47	0,76	36,38	238,11	0,077
10	LC10	2517,25	0,35	36,38	238,11	0,036
11	LC11	2510,33	1,14	36,38	238,11	0,116
12	LC11`	2512,94	0,64	36,38	238,11	0,066
13	LC12	2510,00	0,00	36,38	238,11	0,000
14	LC13	2509,20	0,00	36,38	238,11	0,000
15	LC14	2506,50	2,30	36,38	238,11	0,231
16	LC15	2508,50	0,42	36,38	238,11	0,044
17	LC16	2508,00	1,45	36,38	238,11	0,146
18	LC17	2499,50	0,49	36,38	238,11	0,050
19	LC18	2514,85	1,21	36,38	238,11	0,121
20	LC19	2501,61	1,25	36,38	238,11	0,127
21	LC20	2504,28	0,94	36,38	238,11	0,096
22	LC21	2505,41	0,73	36,38	238,11	0,074
23	LC22	2499,30	0,52	36,38	238,11	0,055
24	LC23	2494,74	0,71	36,38	238,11	0,072
25	LC24	2493,67	0,59	36,38	238,11	0,061
26	LC25	2493,00	0,32	36,38	238,11	0,033
27	LC26	2492,98	0,52	36,38	238,11	0,055
28	LC27	2501,50	0,64	36,38	238,11	0,066
29	LC28	2532,00	0,00	36,38	238,11	0,000
30	LC29	2531,60	0,00	36,38	238,11	0,000
31	LC30	2521,00	0,00	36,38	238,11	0,000
32	LC31	2514,70	1,62	36,38	238,11	0,163
33	LC32	2509,57	0,94	36,38	238,11	0,096
34	LC33	2508,69	0,00	36,38	238,11	0,000
35	LC34	2509,20	0,00	36,38	238,11	0,000
36	LC35	2507,00	0,00	36,38	238,11	0,000
37	LC36	2498,98	2,51	36,38	238,11	0,254
38	LC37	2497,00	0,00	36,38	238,11	0,000
39	LC38	2501,00	2,00	36,38	238,11	0,201

Tabla 3.38. Continuación, Red actual: Zona 15

LA COLINA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
40	LC39	2495,26	1,34	36,38	238,11	0,135
41	LC40	2497,28	0,95	36,38	238,11	0,096
42	LC41	2496,52	0,00	36,38	238,11	0,000
43	LC42	2494,69	2,11	36,38	238,11	0,212
44	LC43	2490,48	1,50	36,38	238,11	0,152
45	LC44	2487,09	0,98	36,38	238,11	0,099
46	LC45	2486,00	0,73	36,38	238,11	0,074
47	LC46	2488,60	1,08	36,38	238,11	0,110
48	LC47	2489,52	1,32	36,38	238,11	0,135
49	LC48	2485,80	0,94	36,38	238,11	0,096
50	LC49	2490,20	1,19	36,38	238,11	0,121
51	LC50	2498,13	1,04	36,38	238,11	0,105
52	LC51	2491,00	1,12	36,38	238,11	0,113
53	LC52	2491,56	0,74	36,38	238,11	0,077
54	LC53	2492,48	0,48	36,38	238,11	0,050
55	LC54	2492,39	0,84	36,38	238,11	0,085
56	LC55	2492,76	1,47	36,38	238,11	0,149
57	LC56	2493,00	0,52	36,38	238,11	0,055
58	LC57	2493,00	0,23	36,38	238,11	0,025
59	LC58	2493,48	0,72	36,38	238,11	0,074
60	LC59	2494,32	0,54	36,38	238,11	0,055
61	LC60	2494,04	0,46	36,38	238,11	0,047
62	LC61	2500,00	0,34	36,38	238,11	0,036
63	LC62	2491,00				
64	LC63	2501,50				
65	LC64	2493,00				
66	LC65	2493,00				
67	LC66	2493,00				
68	LC67	2493,00				
69	LC68	2504,90	1,05	36,38	238,11	0,107
70	LC69	2514,70				
				<b>TOTAL:</b>		<b>4,75</b>

### 3.9.2. Caudal red futura

Tabla 3.39. Red futura: Tanque dolores vega-tanque la colina

TANQUE DOLORES VEGA-TANQUE LA COLINA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	DV-LC1	2552,33				0,000
2	DV-LC2	2552,1				0,000
3	DV-LC3	2549,00				0,000
4	DV-LC4	2547,00				0,000
5	DV-LC5	2540,00				0,000
6	DV-LC6	2537,95				0,000
7	DV-LC7	2523,42				0,000
8	DV-LC8	2526,00				0,000
9	DV-LC9	2528,00				0,000
10	DV-LC10	2531,47				0,000
11	DV-LC11	2525,50				0,000
12	DV-LC12	2519,88				0,000
13	DV-LC13	2531,66				0,000
14	DV-LC14	2534,00				0,000

Tabla 3.40. Red futura: Zona 1, Zona 2

TANQUE CASHAPAMBA - BARRIO CASHAPAMBA-COMUNA CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	BC1	2615,00				0,000
2	BC2	2615,00				0,000
3	BC3	2606,04				0,000
4	BC4	2604,00				0,000
5	BC5	2595,24	0,38	105,16	168,91	0,078
6	BC6	2589,93	0,93	105,16	168,91	0,194
7	BC7	2570,00	0,63	105,16	168,91	0,131
8	BC8	2591,88	0,85	105,16	168,91	0,176
9	BC9	2581,86	1,27	105,16	168,91	0,262
10	BC10	2578,98	0,58	105,16	168,91	0,119
11	BC11	2583,00	0,09	105,16	168,91	0,020
12	BC12	2576,00	0,51	105,16	168,91	0,106
13	BC13	2580,80	0,18	105,16	168,91	0,037
14	BC14	2569,53	0,34	105,16	168,91	0,072



Tabla 3.41. Continuación, Red futura: Zona 1, Zona 2

TANQUE CASHAPAMBA - BARRIO CASHAPAMBA-COMUNA CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
15	BC15	2572,59	0,12	105,16	168,91	0,027
16	BC16	2565,20	0,37	105,16	168,91	0,078
17	BC17	2589,40	0,98	105,16	168,91	0,203
18	BC18	2572,00	1,14	105,16	168,91	0,237
19	BC19	2581,38	0,20	105,16	168,91	0,041
20	BC20	2575,45	0,00	105,16	168,91	0,000
21	BC21	2575,85	0,40	105,16	168,91	0,084
22	BC22	2570,50	0,69	105,16	168,91	0,143
23	BC23	2586,53	0,86	105,16	168,91	0,178
24	BC24	2579,72	0,96	105,16	168,91	0,197
25	BC25	2578,96	0,69	105,16	168,91	0,143
26	BC26	2571,35	0,64	105,16	168,91	0,133
27	BC27	2582,85	0,56	105,16	168,91	0,115
28	BC28	2576,80	0,52	105,16	168,91	0,108
29	BC29	2572,67	0,53	105,16	168,91	0,111
30	BC30	2567,00	0,37	105,16	168,91	0,078
31	BC31	2580,56	0,29	105,16	168,91	0,061
32	BC32	2568,70	0,31	105,16	168,91	0,065
33	BC33	2567,00	0,17	105,16	168,91	0,037
34	BC34	2571,42	0,41	105,16	168,91	0,084
35	BC35	2566,00	0,36	105,16	168,91	0,074
36	BC36	2565,00	0,00	105,16	168,91	0,000
37	BC37	2564,00	0,00	105,16	168,91	0,000
38	BC38	2563,00	0,18	105,16	168,91	0,039
39	BC39	2565,00	0,46	105,16	168,91	0,094
40	BC40	2562,46	0,00	105,16	168,91	0,000
41	BC41	2560,10	0,54	105,16	168,91	0,111
42	BC42	2555,00	2,00			0,211
43	BC43	2564,50	1,15			0,087
	BC43	2564,50	0,44	105,16	168,91	0,090
	BC43	2564,50				<b>0,177</b>
44	BC44	2561,48	0,17	50,37	186,54	0,019
	BC44	2561,48	0,58	48,83	210,00	0,070
	BC44	2561,48				<b>0,090</b>
45	BC45	2543,13	0,59	50,37	186,54	0,065
	BC45	2543,13	1,10	48,83	210,00	0,131
	BC45	2543,13				<b>0,196</b>

Tabla 3.42. Continuación, Red futura: Zona 1, Zona 2

TANQUE CASHAPAMBA - BARRIO CASHAPAMBA-COMUNA CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
46	BC46	2537,94	0,28	50,37	186,54	0,030
	BC46	2537,94	0,20	48,83	210,00	0,024
	BC46	2537,94				<b>0,055</b>
47	BC47	2546,00	1,20	50,37	186,54	0,132
48	BC48	2554,00	0,87	50,37	186,54	0,095
49	BC49	2544,00	1,03	50,37	186,54	0,112
50	BC50	2539,73	1,02	50,37	186,54	0,112
51	BC51	2530,00	0,36	50,37	186,54	0,041
	BC51	2530,00	0,49	48,83	210,00	0,058
	BC51	2530,00				<b>0,099</b>
52	BC52	2520,50	0,90	50,37	186,54	0,099
53	BC53	2518,80				0,000
54	BC54	2518,00				0,000
55	BC55	2514,76	0,41	50,37	186,54	0,045
56	BC56	2521,75				0,000
57	BC57	2526,71	0,40	50,37	186,54	0,043
58	BC58	2511,40				0,000
59	BC59	2506,06	0,26	50,37	186,54	0,030
60	BC60	2505,30				0,000
61	BC61	2505,10				0,000
62	BC62	2506,00	0,92	50,37	186,54	0,101
63	BC63	2506,00	0,00	50,37	186,54	0,000
64	BC64	2507,93	0,00	50,37	186,54	0,000
65	BC65	2511,00	0,52	50,37	186,54	0,058
66	BC66	2510,00	0,43	50,37	186,54	0,047
67	BC67	2524,32	0,47	50,37	186,54	0,052
	BC67	2524,32	0,29	48,83	210,00	0,036
	BC67	2524,32				<b>0,088</b>
68	BC68	2575,54	1,08	105,16	168,91	0,225
69	BC69	2568,00	1,01	105,16	168,91	0,207
70	BC70	2568,70	0,86	105,16	168,91	0,178
	BC70	2568,70				0,125
	BC70	2568,70				<b>0,303</b>
71	BC71	2563,30	0,99	105,16	168,91	0,203
72	BC72	2558,53	0,75	105,16	168,91	0,154
73	BC73	2559,00				0,000
74	BC74	2555,00	0,50	105,16	168,91	0,104
				<b>TOTAL:</b>		<b>6,62</b>

Tabla 3.43. Red Futura: Zona 4

URBANIZACIÓN CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	U.C 2	2615,00				0,000
2	U.C 3	2615,00				0,000
3	U.C 4	2599,95				0,000
4	U.C 5	2583,25				0,000
5	U.C 6	2582,40				0,000
6	U.C 7	2580,56	0,15	103,59	215,96	0,040
7	U.C 8	2570,48	0,28	103,59	215,96	0,075
8	U.C 9	2565,65	0,12	103,59	215,96	0,032
9	U.C 10	2563,86	0,12	103,59	215,96	0,032
10	U.C 11	2577,58	0,33	103,59	215,96	0,085
11	U.C 12	2568,57	0,52	103,59	215,96	0,135
12	U.C 13	1567,90	0,15	103,59	215,96	0,040
					<b>TOTAL:</b>	<b>0,44</b>

Tabla 3.44. Red futura: Tanque Cashapamba a Dolores Vega, Zona 3, Zona 6

TANQUE CASHAPAMBA-TANQUE DOLORES VEGA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
2	C-DV2	2615,00				
3	C-DV3	2615,00				0,000
4	C-DV4	2606,04				0,581
5	C-DV5	2588,45				0,000
6	C-DV6	2580,56				0,000
7	C-DV7	2566,00				0,000
8	C-DV8	2564,39				0,000
9	C-DV9	2557,36	9,40	30,51	250,00	0,851
10	C-DV10	2579,00				0,000
11	C-DV11	2577,58				0,000
12	C-DV12	2564,00				0,000
13	C-DV13	2554,83	0,96	48,71	210,00	0,114
14	C-DV14	2561,77	1,77	30,34	250,00	0,156
15	C-DV15	2555,83	0,66	48,71	210,00	0,080
16	C-DV16	2557,00				0,000
17	C-DV17	2552,50				0,000
18	C-DV18	2553,00				0,000
19	C-DV19	2546,87	2,56	48,71	210,00	0,304
20	C-DV20	2537,50	4,92			0,250
21	C-DV21	2552,00	1,73	48,71	210,00	0,207
					<b>TOTAL:</b>	<b>2,54</b>

Tabla 3.45. Red futura: Zona 5

CONJUNTO HABITACIONAL CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	CC3	2599,95	7,70	177,53	174,53	2,76
				<b>TOTAL:</b>		<b>2,76</b>

Tabla 3.46. Red Futura: Zona 7

CIUDADELA DEL EJERCITO II						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
2	EJ2	2615,00				0,000
3	EJ3	2615,00				0,000
4	EJ4	2606,04	0,41	41,59	197,94	0,041
5	EJ5	2599,95	0,58	41,59	197,94	0,057
6	EJ6	2591,88	0,55	41,59	197,94	0,053
7	EJ7	2588,45	0,57	41,59	197,94	0,055
8	EJ8	2581,65	0,46	41,59	197,94	0,046
9	EJ9	2577,29	0,88	41,59	197,94	0,085
10	EJ10	2578,78	1,10	41,59	197,94	0,105
11	EJ11	2587,78	1,11	41,59	197,94	0,108
12	EJ12	2598,96	1,21	41,59	197,94	0,117
13	EJ13	2601,65	0,86	41,59	197,94	0,082
14	EJ14	2594,09	0,29	41,59	197,94	0,027
15	EJ15	2589,59	0,82	41,59	197,94	0,080
16	EJ16	2593,99	1,20	41,59	197,94	0,115
17	EJ17	2586,12	1,13	41,59	197,94	0,108
18	EJ18	2568,42	1,02	41,59	197,94	0,099
19	EJ19	2570,36	0,81	41,59	197,94	0,078
20	EJ20	2563,22	0,33	41,59	197,94	0,032
21	EJ21	2557,10	0,21	41,59	197,94	0,021
22	EJ22	2566,03	0,64	41,59	197,94	0,062
23	EJ23	2582,33	1,19	41,59	197,94	0,115
24	EJ24	2587,90	0,74	41,59	197,94	0,071
25	EJ25	2587,50	0,24	41,59	197,94	0,023
26	EJ26	2588,33	0,43	41,59	197,94	0,041
27	EJ27	2583,11	0,56	41,59	197,94	0,055
28	EJ28	2575,24	0,57	41,59	197,94	0,055
29	EJ29	2573,84	0,68	41,59	197,94	0,066
30	EJ30	2569,23	0,41	41,59	197,94	0,041
31	EJ31	2568,30				0,000
				<b>TOTAL:</b>		<b>1,84</b>

Tabla 3.47. Red futura: Zona 8

SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	S.I.C.1	2550,45	0,35	47,40	289,49	0,057
2	S.I.C.2	2551,35	0,23	47,40	289,49	0,037
3	S.I.C.3	2549,10	0,49	47,40	289,49	0,080
4	S.I.C.4	2545,49	0,33	47,40	289,49	0,054
5	S.I.C.5	2542,19	0,58	47,40	289,49	0,094
6	S.I.C.6	2542,98	0,56	47,40	289,49	0,090
7	S.I.C.7	2537,46	0,30	47,40	289,49	0,050
8	S.I.C.8	2536,51	0,36	47,40	289,49	0,060
9	S.I.C.9	2533,88	0,38	47,40	289,49	0,064
10	S.I.C.10	2538,89	0,40	47,40	289,49	0,064
11	S.I.C.11	2538,31				0,000
12	S.I.C.12	2529,50	0,55	47,40	289,49	0,090
13	S.I.C.13	2527,21	0,48	47,40	289,49	0,077
14	S.I.C.14	2537,34	0,57	47,40	289,49	0,094
15	S.I.C.15	2535,06				0,000
16	S.I.C.16	2531,61	0,80	47,40	289,49	0,127
17	S.I.C.17	2524,00	0,49	47,40	289,49	0,080
18	S.I.C.18	2517,30	0,19	47,40	289,49	0,030
19	S.I.C.19	2522,00	0,29	47,40	289,49	0,047
20	S.I.C.20	2534,00	0,31	47,40	289,49	0,050
21	S.I.C.21	2546,79	0,45	47,40	289,49	0,074
22	S.I.C.22	2547,00	0,74	47,40	289,49	0,121
23	S.I.C.23	2543,00	0,35	47,40	289,49	0,057
24	S.I.C.24	2540,75				0,000
25	S.I.C.25	2440,13	0,60	47,40	289,49	0,097
26	S.I.C.26	2549,73				0,000
27	S.I.C.27	2548,37				0,000
28	S.I.C.28	2549,00				0,000
29	S.I.C.29	2554,00	10,63			0,250
30	S.I.C.30	2538,70	0,14	47,40	289,49	0,023
				<b>TOTAL:</b>		<b>1,87</b>

Tabla 3.48. Red futura: Zona 9

URB.EL COLIBRÍ						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	EC1	2556,00	0,50	102,39	160,42	0,095
	EC1	2556,00	0,40	30,82	250,00	0,038
	EC1	2556,00	0,90			<b>0,132</b>
2	EC2	2550,88	0,31	102,39	160,42	0,059
	EC2	2550,88	0,40	30,82	250,00	0,038
	EC2	2550,88	0,71			<b>0,097</b>
3	EC3	2544,00	0,10	102,39	160,42	0,020
	EC3	2544,00	0,40	30,82	250,00	0,038
	EC3	2544,00	0,50			<b>0,058</b>
4	EC4	2560,50	0,69	102,39	160,42	0,132
5	EC5	2555,67	0,68	102,39	160,42	0,130
6	EC6	2548,00	0,72	102,39	160,42	0,139
7	EC7	2559,30	0,31	102,39	160,42	0,061
8	EC8	2559,00	0,69	102,39	160,42	0,132
9	EC9	2557,70	0,48	102,39	160,42	0,091
				<b>TOTAL:</b>		<b>0,97</b>

Tabla 3.49. Red futura: Zona 10

URB.DOLORES VEGA II						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	D.V.2.1	2542,80	1,16	91,09	195,41	0,240
2	D.V.2.2	2549,03	0,98	91,09	195,41	0,201
3	D.V.2.3	2551,76	0,82	91,09	195,41	0,170
4	D.V.2.4	2548,44	0,59	91,09	195,41	0,124
5	D.V.2.5	2546,64	0,80	91,09	195,41	0,167
6	D.V.2.6	2550,53	0,80	91,09	195,41	0,167
7	D.V.2.7	2549,30	0,73	91,09	195,41	0,152
8	D.V.2.8	2548,88	0,00	91,09	195,41	0,000
9	D.V.2.9	2529,15	0,78	91,09	195,41	0,163
10	D.V.2.10	2529,15	0,84	91,09	195,41	0,174
11	D.V.2.11	2538,46				0,000
12	D.V.2.12	2549,30				0,000
13	D.V.2.13	2555,83				0,000
14	D.V.2.14	2556,00				0,000
15	D.V.2.15	2552,31				0,000
16	D.V.2.16	2555,00				0,000

Tabla 3.50. Continuación, Red futura: Zona 10

URB.DOLORES VEGA II						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
17	D.V.2.17	2548,00				0,000
18	D.V.2.18	2542,00				0,000
19	D.V.2.19	2538,00				0,000
					<b>TOTAL:</b>	<b>1,56</b>

Tabla 3.51. Red futura: Zona 11

URB.SAN FRANCISCO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	S.F.1	2552,40				0,000
2	S.F.2	2540,00				0,000
3	S.F.3	2550,75	0,28	60,48	202,81	0,040
4	S.F.4	2528,00	0,43	60,48	202,81	0,061
5	S.F.5	2531,47	0,77	60,48	202,81	0,110
6	S.F.6	2546,30	0,40	60,48	202,81	0,059
7	S.F.7	2533,31	0,64	60,48	202,81	0,092
8	S.F.8	2543,50	0,34	60,48	202,81	0,049
9	S.F.9	2534,58	0,61	60,48	202,81	0,089
10	S.F.10	2538,80	0,32	60,48	202,81	0,047
11	S.F.11	2531,75	0,63	60,48	202,81	0,092
12	S.F.12	2533,70	0,41	60,48	202,81	0,059
13	S.F.13	2518,05	0,29	60,48	202,81	0,042
14	S.F.14	2528,69	1,33	60,48	202,81	0,190
15	S.F.15	2530,75	1,22	60,48	202,81	0,174
16	S.F.16	2522,70	0,00	60,48	202,81	0,000
17	S.F.17	2521,40	1,26	60,48	202,81	0,181
18	S.F.18	2525,56	1,21	60,48	202,81	0,174
19	S.F.19	2531,72	1,17	60,48	202,81	0,167
20	S.F.20	2519,00	0,43	60,48	202,81	0,061
21	S.F.21	2521,97	1,06	60,48	202,81	0,153
22	S.F.22	2531,98	1,16	60,48	202,81	0,167
23	S.F.23	2521,97	0,30	60,48	202,81	0,045
24	S.F.24	2523,89				0,000
25	S.F.25	2525,89	0,52	60,48	202,81	0,075
26	S.F.26	2523,86	0,63	60,48	202,81	0,092
27	S.F.27	2521,81				0,000
28	S.F.28	2517,29	0,77	60,48	202,81	0,110
29	S.F.29	2528,77	1,23	60,48	202,81	0,176

Tabla 3.52. Continuación, Red futura: Zona 11

URB.SAN FRANCISCO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
30	S.F.30	2532,65	0,99	60,48	202,81	0,141
31	S.F.31	2532,95	0,84	60,48	202,81	0,120
32	S.F.31'	2532,95	0,57	105,26	168,91	0,117
33	S.F.32	2531,93	0,44	60,48	202,81	0,063
34	S.F.33	2526,56				0,000
35	S.F.34	2523,59	0,75	60,48	202,81	0,108
36	S.F.35	2514,74	1,21	60,48	202,81	0,174
37	S.F.36	2532,53	0,94	60,48	202,81	0,136
38	S.F.37	2533,51	0,64	60,48	202,81	0,092
39	S.F.38	2512,84	1,12	60,48	202,81	0,160
40	S.F.39	2531,49	1,01	60,48	202,81	0,146
41	S.F.40	2509,11	0,80	60,48	202,81	0,115
42	S.F.41	2522,60	0,97	60,48	202,81	0,138
43	S.F.42	2528,35	0,96	60,48	202,81	0,136
44	S.F.43	2509,00	0,73	60,48	202,81	0,103
45	S.F.44	2499,00	0,46	60,48	202,81	0,066
46	S.F.45	2526,90	0,93	60,48	202,81	0,131
47	S.F.46	2524,31	0,90	60,48	202,81	0,129
48	S.F.47	1517,00	0,90	60,48	202,81	0,129
49	S.F.48	1516,70				
50	S.F.49	2505,81	0,83	60,48	202,81	0,120
51	S.F.50	2510,60	0,20	60,48	202,81	0,031
52	S.F.51	2518,92	0,68	60,48	202,81	0,096
53	S.F.52	2523,60	0,42	60,48	202,81	0,061
54	S.F.53	2514,30	0,28	60,48	202,81	0,042
55	S.F.54	2532,80	0,25	60,48	202,81	0,038
56	S.F.55	2525,90	0,56	105,26	168,91	0,117
57	S.F.56	2518,89	1,45	105,26	168,91	0,299
58	S.F.57	2520,33	0,95	105,26	168,91	0,197
				<b>TOTAL:</b>		<b>5,71</b>

Tabla 3.53. Red futura: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	E.R.1	2552,33				0,000
2	E.R.2	2552,10				0,000
3	E.R.3	2549,00				0,000



Tabla 3.54. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
4	E.R.4	2547,00				0,000
5	E.R.5	2540,00				0,000
6	E.R.6	2543,00				0,000
7	E.R.7	2527,00	0,78	35,16	269,06	0,087
	E.R.7	2527,00	9,81	30,51	250,00	0,868
	E.R.7	2527,00	10,59			<b>0,955</b>
8	E.R.8	2523,42	1,99	35,16	269,06	0,218
9	E.R.9	2530,78	1,94	35,16	269,06	0,215
	E.R.9	2530,78	1,39	30,51	250,00	0,124
	E.R.9	2530,78	3,34			<b>0,339</b>
10	E.R.10	2533,42	2,90	35,16	269,06	0,318
11	E.R.11	2530,85	1,30	35,16	269,06	0,143
	E.R.11	2530,85	2,21	30,51	250,00	0,197
	E.R.11	2530,85	0,67	152,43	175,52	0,209
	E.R.11	2530,85	4,18			<b>0,549</b>
12	E.R.12	2527,00	0,55	152,43	175,52	0,173
	E.R.12	2527,00	0,86			0,100
	E.R.12	2527,00	1,41			<b>0,273</b>
13	E.R.13	2521,00				0,000
14	E.R.13-	2521,00	3,59	35,16	269,06	0,395
	E.R.13-	2521,00	13,12	30,51	250,00	1,160
	E.R.13-	2521,00	16,72			<b>1,556</b>
15	E.R.14	2520,16				0,000
16	E.R.15	2512,92	2,07	35,16	269,06	0,227
17	E.R.16	2516,10	2,38	35,16	269,06	0,262
18	E.R.17	2519,66				0,000
19	E.R.18	2518,80	1,57	35,16	269,06	0,174
20	E.R.19	2508,63	2,74	30,51	250,00	0,243
21	E.R.20	2512,00				0,000
22	E.R.21	2514,00				0,000
23	E.R.22	2521,00				0,000
24	E.R.23	2527,00	1,00	30,51	250,00	0,090
25	E.R.24	2507,59				0,000
26	E.R.25	2507,17				0,000
27	E.R.26	2500,00	3,65			0,064
	E.R.26	2500,00	1,10	235,77	177,44	0,532
	E.R.26	2500,00	4,75			<b>0,596</b>
28	E.R.27	2499,80	0,22	197,42	150,88	0,075
29	E.R.28	2499,59	0,19	197,42	150,88	0,065
30	E.R.29	2498,56	0,65			0,313

Tabla 3.55. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
31	E.R.30	2498,13	0,06	197,42	150,88	0,021
32	E.R.31	2497,47	0,19	197,42	150,88	0,066
33	E.R.32	2498,00	0,15	197,42	150,88	0,052
34	E.R.33	2497,00	0,17	197,42	150,88	0,059
35	E.R.34	2497,00	0,30	197,42	150,88	0,103
36	E.R.35	2496,41	0,66	197,42	150,88	0,229
37	E.R.36	2497,56	0,37	197,42	150,88	0,127
38	E.R.37	2496,32	0,27	197,42	150,88	0,093
39	E.R.38	2499,00	0,19	197,42	150,88	0,068
40	E.R.39	2501,25				0,000
41	E.R.40	2497,12	0,53	197,42	150,88	0,183
42	E.R.41	2502,33	1,04	67,65	238,14	0,196
	E.R.41	2502,33	0,42	197,42	150,88	0,147
	E.R.41	2502,33	1,46			<b>0,342</b>
43	E.R.43	2505,70	0,40	197,42	150,88	0,140
44	E.R.44	2498,60	0,20	197,42	150,88	0,072
45	E.R.45	2507,00	0,47	67,65	238,14	0,088
	E.R.45	2507,00	0,08	197,42	150,88	0,030
	E.R.45	2507,00	0,55			<b>0,118</b>
46	E.R.46	2511,00				0,000
47	E.R.47	2511,00				0,000
48	E.R.48	2511,00				0,000
49	E.R.49	2511,00				0,000
50	E.R.50	2507,17	1,43			0,215
	E.R.50	2507,17	0,32	67,65	238,14	0,061
	E.R.50	2507,17	1,75			<b>0,276</b>
51	E.R.51	2505,80				0,000
52	E.R.52	2505,80	0,35			0,052
53	E.R.53	2507,59	0,12			0,018
	E.R.53	2507,59	0,36	46,69	212,43	0,042
	E.R.53	2507,59	0,48			<b>0,060</b>
54	E.R.54	2513,00	0,58	46,69	212,43	0,069
55	E.R.55	2515,30	2,15	48,72	210,00	0,255
56	E.R.56	2518,00				0,000
57	E.R.57	2521,00	0,86	48,72	210,00	0,105
	E.R.57	2521,00	1,88	30,45	250,00	0,168
	E.R.57	2521,00	2,74			<b>0,272</b>
58	E.R.58	2526,00	2,40	30,45	250,00	0,214
	E.R.58	2526,00	0,33			0,293
	E.R.58	2526,00	2,73			<b>0,507</b>

Tabla 3.56. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
59	E.R.59	2509,14				0,000
60	E.R.60	2502,32	0,94	67,65	238,14	0,176
	E.R.60	2502,32	1,55			0,233
	E.R.60	2502,32	2,48			<b>0,409</b>
62	E.R.61	2500,13	0,16			0,024
63	E.R.62	2494,44	0,27	67,65	238,14	0,052
64	E.R.63	2496,00				0,000
65	E.R.64	2496,41				0,000
66	E.R.66	2510,74	1,79	67,65	238,14	0,336
	E.R.66	2510,74	0,53			0,080
	E.R.66	2510,74	2,33			<b>0,417</b>
67	E.R.67	2505,28	1,65	67,65	238,14	0,309
	E.R.67	2505,28	1,53			0,231
	E.R.67	2505,28	3,18			<b>0,540</b>
68	E.R.68	2501,01	2,69	67,65	238,14	0,504
69	E.R.69	2594,42	3,57	67,65	238,14	0,667
70	E.R.70	2495,00	1,53	67,65	238,14	0,287
71	E.R.71	2494,00	0,70	67,65	238,14	0,132
72	E.R.72	2509,14	0,53			0,080
73	E.R.73	2513,00	0,60	48,72	210,00	0,073
74	E.R.74	2510,00				0,000
75	E.R.75	2505,45	1,79	48,72	210,00	0,211
76	E.R.76	2510,21	0,48	48,72	210,00	0,058
	E.R.76	2510,21	1,35	46,69	212,43	0,155
	E.R.76	2510,21	1,83			<b>0,213</b>
77	E.R.77	2511,15	0,26	48,72	210,00	0,032
	E.R.77	2511,15	0,18	46,69	212,43	0,022
	E.R.77	2511,15	0,44			<b>0,054</b>
78	E.R.78	2511,00	0,33			0,050
79	E.R.79	2511,03				0,000
80	E.R.80	2511,83	0,22	48,72	210,00	0,027
81	E.R.81	2513,09	2,03	46,69	212,43	0,234
82	E.R.82	2508,00	0,47	46,69	212,43	0,057
83	E.R.83	2511,79	0,96	46,69	212,43	0,111
84	E.R.84	2505,91	0,93	46,69	212,43	0,108
85	E.R.85	2510,00	1,51	46,69	212,43	0,175
86	E.R.86	2508,00				0,000
87	E.R.87	2508,25	0,59	46,69	212,43	0,069
88	E.R.88	2505,50				0,000
89	E.R.89	2501,43	1,12	48,72	210,00	0,134

Tabla 3.57. Continuación, Red futura: Zona 12, Zona 13

URB-EL RANCHO						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
90	E.R.90	2502,60	1,49	48,72	210,00	0,177
91	E.R.91	2501,71	0,98	48,72	210,00	0,117
92	E.R.92	2505,91	2,93	48,72	210,00	0,348
93	E.R.93	2510,23	2,22	48,72	210,00	0,265
94	E.R.94	2513,00	0,67	48,72	210,00	0,080
95	E.R.95	2506,87	0,53	48,72	210,00	0,066
96	E.R.97	2514,53				0,000
97	E.R.98	2507,59				0,000
98	E.R.99	2499,80				0,000
99	E.R.100	2495,00				0,030
100	E.R.101	2514,53	1,23	48,72	210,00	0,148
101	E.R.102	2521,29	0,62	48,72	210,00	0,075
102	E.R.103	2520,98	0,67	48,72	210,00	0,080
103	E.R.104	2519,09	2,02	48,72	210,00	0,241
104	E.R.105	2519,31	2,02	48,72	210,00	0,241
105	E.R.106	2521,37				0,000
106	E.R.107	2521,00				0,000
107	E.R.108	2519,50				0,000
108	E.R.109	2519,86				0,000
109	E.R.110	2520,49				0,000
110	E.R.111	2524,00				0,000
111	E.R.112	2546,64				0,000
112	E.R.113	2550,53				0,000
113	E.R.114	2549,00				0,000
114	E.R.115	2552,10				0,000
115	E.R.116	2552,33				0,000
116	E.R.117	2519,86				0,000
117	E.R.118	2521,00	0,21	30,34	210,00	0,017
118	E.R.119	2525,00	0,09	30,34	210,00	0,007
119	E.R.120	2520,00	0,38	30,34	210,00	0,029
120	E.R.121	2522,00	0,56	30,34	210,00	0,044
121	E.R.122	2526,50	0,82	30,34	210,00	0,061
122	E.R.123	2528,00	0,30	30,34	210,00	0,024
123	E.R.124	2527,00	0,72	30,34	210,00	0,053
124	E.R.125	2525,00	2,25	84,06	178,40	0,392
	E.R.125	2525,00	2,20			0,050
	E.R.125	2525,00	5,38	30,45	250,00	0,475
	E.R.125	2525,00	9,83			<b>0,917</b>
<b>TOTAL:</b>						<b>17,06</b>

Tabla 3.58. Red futura E.R. 65 San Luis

Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA (ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
65	E.R.65	2485,00				5,16
<b>TOTAL:</b>						<b>5,16</b>

Tabla 3.59. Red futura: Zona 14

URB.DOLORES VEGA 1						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	D.V.1.1	2519,86	0,07	193,05	152,37	0,026
2	D.V.1.2	2518,52	0,19	193,05	152,37	0,063
3	D.V.1.3	2517,44	0,19	193,05	152,37	0,063
4	D.V.1.4	2518,11	0,19	193,05	152,37	0,063
5	D.V.1.5	2520,49	0,07	193,05	152,37	0,025
6	D.V.1.6	2519,50	0,04	193,05	152,37	0,016
7	D.V.1.7	2521,00	0,35	193,05	152,37	0,122
8	D.V.1.8	2517,98	0,37	193,05	152,37	0,127
9	D.V.1.9	2516,48	0,36	193,05	152,37	0,123
10	D.V.1.10	2515,72	0,53	193,05	152,37	0,182
11	D.V.1.12	2515,27	0,44	193,05	152,37	0,152
12	D.V.1.13	2513,17	0,44	193,05	152,37	0,152
13	D.V.1.14	2513,05	0,59	193,05	152,37	0,201
14	D.V.1.15	2513,09				0,000
15	D.V.1.16	2516,00				0,000
16	D.V.1.17	2514,50	0,40	193,05	152,37	0,138
17	D.V.1.18	2512,21	0,42	193,05	152,37	0,143
18	D.V.1.19	2511,97	0,43	193,05	152,37	0,148
19	D.V.1.20	2521,37				0,000
20	D.V.1.21	2520,92	0,26	193,05	152,37	0,088
21	D.V.1.22	2515,56	0,30	193,05	152,37	0,104
22	D.V.1.23	2510,95	0,34	193,05	152,37	0,118
23	D.V.1.24	2519,31				0,000
24	D.V.1.25	2519,06				0,000
25	D.V.1.26	2520,98				0,000
26	D.V.1.27	2521,29				0,000
27	D.V.1.28	2514,53				0,000
28	D.V.1.29	2501,71				0,000
				<b>TOTAL:</b>		<b>2,05</b>

Tabla 3.60. Red futura: Zona 15

LA COLINA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
1	LC1	2534,00				0,000
2	LC2	2532,00				0,000
3	LC3	2524,86	1,15	66,91	258,11	0,230
4	LC4	2518,89				0,000
5	LC5	2520,33				0,000
6	LC6	2521,00	0,36	66,91	258,11	0,075
7	LC7	2514,18	0,53	66,91	258,11	0,108
8	LC8	2514,75	0,90	66,91	258,11	0,182
9	LC9	2519,47	0,76	66,91	258,11	0,152
10	LC10	2517,25	0,35	66,91	258,11	0,072
11	LC11	2510,33	1,14	66,91	258,11	0,227
12	LC11`	2512,94	0,64	66,91	258,11	0,128
13	LC12	2510,00	0,00	66,91	258,11	0,000
14	LC13	2509,20	0,00	66,91	258,11	0,000
15	LC14	2506,50	2,30	66,91	258,11	0,460
16	LC15	2508,50	0,42	66,91	258,11	0,087
17	LC16	2508,00	1,45	66,91	258,11	0,293
18	LC17	2499,50	0,49	66,91	258,11	0,099
19	LC18	2514,85	1,21	66,91	258,11	0,242
20	LC19	2501,61	1,25	66,91	258,11	0,251
21	LC20	2504,28	0,94	66,91	258,11	0,188
22	LC21	2505,41	0,73	66,91	258,11	0,146
23	LC22	2499,30	0,52	66,91	258,11	0,108
24	LC23	2494,74	0,71	66,91	258,11	0,143
25	LC24	2493,67	0,59	66,91	258,11	0,119
26	LC25	2493,00	0,32	66,91	258,11	0,066
27	LC26	2492,98	0,52	66,91	258,11	0,108
28	LC27	2501,50	0,64	66,91	258,11	0,128
29	LC28	2532,00	0,00	66,91	258,11	0,000
30	LC29	2531,60	0,00	66,91	258,11	0,000
31	LC30	2521,00	0,00	66,91	258,11	0,000
32	LC31	2514,70	1,62	66,91	258,11	0,326
33	LC32	2509,57	0,94	66,91	258,11	0,188
34	LC33	2508,69	0,00	66,91	258,11	0,000
35	LC34	2509,20	0,00	66,91	258,11	0,000
36	LC35	2507,00	0,00	66,91	258,11	0,000
37	LC36	2498,98	2,51	66,91	258,11	0,502
38	LC37	2497,00	0,00	66,91	258,11	0,000
39	LC38	2501,00	2,00	66,91	258,11	0,400

Tabla 3.61. Continuación, Red futura: Zona 15

LA COLINA						
Nº	CODIGO	COTA TUB(m)	ÁREA(ha)	DENSIDAD (hab/ha)	DOTACIÓN (l/hab/día)	Q(L/seg)
40	LC39	2495,26	1,34	66,91	258,11	0,269
41	LC40	2497,28	0,95	66,91	258,11	0,191
42	LC41	2496,52	0,00	66,91	258,11	0,000
43	LC42	2494,69	2,11	66,91	258,11	0,421
44	LC43	2490,48	1,50	66,91	258,11	0,302
45	LC44	2487,09	0,98	66,91	258,11	0,197
46	LC45	2486,00	0,73	66,91	258,11	0,149
47	LC46	2488,60	1,08	66,91	258,11	0,218
48	LC47	2489,52	1,32	66,91	258,11	0,266
49	LC48	2485,80	0,94	66,91	258,11	0,191
50	LC49	2490,20	1,19	66,91	258,11	0,239
51	LC50	2498,13	1,04	66,91	258,11	0,209
52	LC51	2491,00	1,12	66,91	258,11	0,227
53	LC52	2491,56	0,74	66,91	258,11	0,149
54	LC53	2492,48	0,48	66,91	258,11	0,096
55	LC54	2492,39	0,84	66,91	258,11	0,170
56	LC55	2492,76	1,47	66,91	258,11	0,296
57	LC56	2493,00	0,52	66,91	258,11	0,108
58	LC57	2493,00	0,23	66,91	258,11	0,048
59	LC58	2493,48	0,72	66,91	258,11	0,146
60	LC59	2494,32	0,54	66,91	258,11	0,111
61	LC60	2494,04	0,46	66,91	258,11	0,093
62	LC61	2500,00	0,34	66,91	258,11	0,072
63	LC62	2491,00				
64	LC63	2501,50				
65	LC64	2493,00				
66	LC65	2493,00				
67	LC66	2493,00				
68	LC67	2493,00				
69	LC68	2504,90	1,05	66,91	258,11	0,212
70	LC69	2514,70				
<b>TOTAL:</b>						<b>9,41</b>

# **CAPITULO IV**

## **MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA EPANET**



## CAPÍTULO IV: Modelamiento en el Programa Epanet

### 4.1 Descripción del software utilizado

EPANET es un programa orientado al análisis del comportamiento de los sistemas de distribución de agua y el seguimiento de la calidad de la misma, que ha tenido aceptación a nivel mundial, desde su lanzamiento. El autor del software, ha usado algoritmos de cálculos más avanzados con una interfaz gráfica fácil de usar. El software se ha distribuido fácilmente debido a la posibilidad de integrar el módulo de cálculo con otras aplicaciones y también al soporte dado por la EPA\* \* para su distribución gratuita.

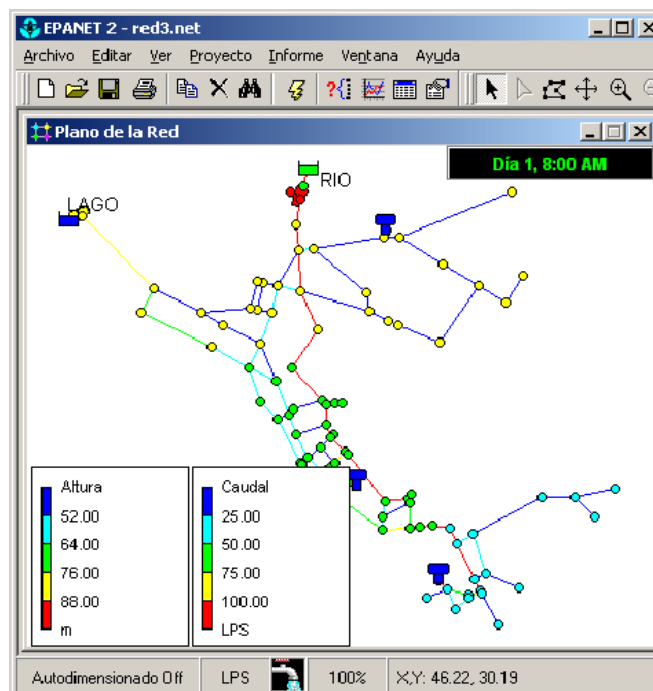


Figura 4.1: Epanet (Fuente: Environment Protection Agency).

Las Principales Características que podemos citar son las siguientes:

- Se puede editar el trazado de la red de forma totalmente gráfica, definiendo primero los nudos (demandas, depósitos o embalses) y enlazándolos a continuación mediante líneas (tuberías, bombas o válvulas) para garantizar así la conectividad de la red. El trazado de las tuberías puede definirse mediante polilíneas, para ajustar mejor el esquema de red a la realidad. Además se pueden asignar valores por defecto a los identificadores y propiedades de los elementos, los cuales son asumidos a medida que éstos se incorporan a la red. En el programa pueden coexistir elementos con representación gráfica y elementos sin representación.
- Se permite leer directamente el trazado de una red previamente dibujada en AutoCad mediante EpaCAD.
- Para facilitar la entrada de las propiedades de los elementos, éstos pueden agruparse seleccionándolos sobre el esquema de la red, y definir de una sola vez las propiedades que sean comunes a todos ellos. También es posible añadir o multiplicar por un valor ciertas propiedades de todos los elementos de una selección. Se han ampliado las capacidades de visualización de los resultados sobre el esquema de la red mediante códigos de colores, pudiendo ahora establecerse los rangos para intervalos iguales o percentiles equivalentes. Se dispone igualmente de una serie de graduaciones de colores preestablecidos para facilitar la codificación, pudiendo personalizar cualquiera de los colores asignados mediante una paleta de 16 millones de colores.

- Se puede realizar consultas directamente sobre el esquema de la red para localizar un determinado nudo, línea o punto de inyección de un contaminante, así como para resaltar aquellos elementos cuyos resultados cumplen una cierta condición.
- Se puede exportar/importar datos parciales de la red, referentes a diámetros, consumos, rugosidades, calidad inicial, coeficientes de reacción o leyes de control. De este modo pueden guardarse o cargarse rápidamente diversos escenarios para una misma red, con el fin de analizar distintas hipótesis de trabajo.
- La posibilidad de exportación del trazado de la red y de los resultados, bien en forma gráfica o tabular, mediante ficheros de texto, tablas, mapas de bits, o ficheros vectoriales. Para ello se hace uso del portapapeles de Windows, o de funciones específicas de exportación.
- Es posible definir demandas múltiples en los nudos, diferenciadas por categorías de consumidores, cada uno de los cuales su propia curva de modulación.
- Es posible ajustar el arranque de simulación a una hora determinada de día, con lo cual se facilita, la interpretación de resultados (la hora real puede visualizarse en la ventana del esquema de la red). Al ajustar la hora de arranque de la simulación, se traslada también automáticamente el punto de inicio de las lecturas sobre las curvas de modulación, de modo que éstas no necesitan modificarse.

## 4.2 Componentes Físicos.

EPANET modela un sistema de distribución de agua cómo una serie de líneas conectadas a nudos. Las líneas representan tuberías, bombas y válvulas de control. Los nudos representan conexiones, tanques y depósitos.

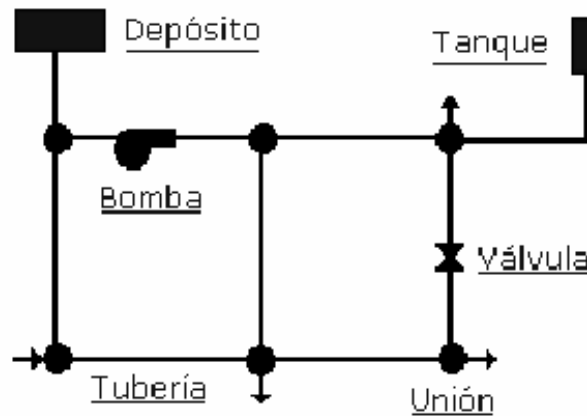


Figura 4.2: Componentes físicos Epanet (Fuente: Manual Epanet 2001)

### 4.2.1 Las tuberías

Las Tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. EPANET asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento. La dirección de caudal va desde el final con la carga hidráulica (energía interna por unidad de peso del agua) mayor hacia el punto con menor carga hidráulica. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son:

- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad

Los parámetros de estado de las tuberías son para implementar válvulas de corte o de control (válvulas de un sólo sentido). Las características de calidad del agua para las tuberías consisten en: coeficiente de reacción en el seno del flujo coeficiente de reacción de pared. Los principales valores que podemos obtener son:

- Caudal
- Velocidad
- Pérdidas
- Factor de fricción
- Variación de la velocidad de reacción
- Calidad del agua.

Las pérdidas de carga debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando tres métodos diferentes:

- Método de Hazen-Williams
- Método de Darcy-Weisbach
- Método de Chezy-Manning

Las pérdidas menores causadas por la existencia de turbulencias en codos y conectores pueden contabilizarse asignando a la tubería un coeficiente de pérdidas menores.

La fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada; sin embargo no puede utilizarse para líquidos distintos del agua, y fue desarrollada originalmente solo para flujo turbulento. Desde el punto de vista académico, la fórmula Darcy-Weisbach es la más correcta, y es aplicable a todo tipo de líquidos y

regímenes. Finalmente la formula de Chezy-Manning es utilizable para canales y tuberías de gran diámetro donde la turbulencia es muy desarrollada. En este proyecto hemos decidido utilizar la formula de Darcy-Weisbach.

Todas las fórmulas emplean la misma ecuación básica para calcular la pérdida de carga entre el nudo de entrada y de salida como se puede observar en la ecuación.

$$h_L = Aq^B$$

Fórmula 4.1: Perdidas de Carga en las tuberías.

Donde  $h_L$  = pérdida de carga,  $q$  = caudal,  $A$  = coeficiente de resistencia, y  $B$  = exponente del caudal. Cada fórmula utiliza un coeficiente de rugosidad distinto, el cual debe determinarse empíricamente. En la tabla 4.1 se listan las expresiones del coeficiente de resistencia y el valor del exponente del caudal; mientras que en la tabla 4.2 se encuentran los rangos de variación de los coeficientes de rugosidad.

Tabla 4.1: Cálculos de Perdidas en Tuberías llena(Perdidas en pies).

<b>Fórmula</b>	<b>Coeficiente de Resistencia (A)</b>	<b>Exponente de caudal (B)</b>
Darcy-Weisbach	$A = 0.0252 f(\epsilon, d, q)d^{-5}L$	$B = 2$

Notas:

$\epsilon$  = coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (ft)

$f$  = factor de fricción (depende de:  $\epsilon$ ,  $d$ , y  $q$ )

$d$  = diámetro de la tubería (ft)

$L$  = longitud de la tubería (ft)

$q$  = caudal (cfs)

Tabla 4.2: Coeficiente de rugosidad para nuevas tuberías(D-W).

<i>Material</i>	<i>Darcy-Weisbach <math>\Sigma</math></i> <i>(mm)</i>
PVC y PE	0,0025
Fibrocemento	0,025
Fundición revestida	0,03
Fundición no revestida	0,15
Hormigón armado	0,1
Hormigón liso	0,025

#### 4.2.2 Pérdidas Menores

Las pérdidas menores son debidas al incremento de la turbulencia cuando el flujo pasa por un codo o un accesorio. La importancia de incluir o no tales pérdidas dependen del tipo de red a modelar y de la precisión de los resultados deseados. Para tenerlas en cuenta hay que incluir entre los datos de la tubería el coeficiente de pérdidas menores, El valor de la pérdida será el producto de dichos coeficientes por la altura dinámica de la tubería, como se muestra en la ecuación.

$$h_L = K \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

Fórmula 4.2: Pérdidas Menores

Donde k es igual coeficiente de pérdidas menores, v= velocidad del flujo, g= aceleración de la gravedad. La tabla 4 proporciona el valor de los coeficientes de pérdidas menores para algunos de los accesorios más comunes.

Tabla 4.3: Coeficientes de pérdidas menores.

<b>Conectores</b>	<b>Coeficiente de pérdidas</b>
Válvula de Globo, totalmente abierta	10
Válvula de Ángulo, totalmente abierta	5
Válvula de Retención de Clapeta, totalmente abierta	2.5
Válvula de Compuerta, totalmente abierta	0.2
Codo de radio pequeño	0.9
Codo de radio medio	0.8
Codo de radio grande	0.6
Codo a 45°	0.4
Codo cerrado con inversión del flujo	2.2
Te estándar – dirección de paso	0.6
Te estándar – dirección desvío	1.8
Entrada Recta	0.5
Salida brusca	1

### **4.3 Ingreso de Datos desde AutoCAD**

Con el catastro se obtuvo la localización de los nodos y diferentes características de las tuberías las cuales se dibujaron en AutoCAD y se exportaron posteriormente al formato \*.dxf para luego convertirlos en tuberías y a la intersección de las mismas en nodos, mediante el programa EpaCAD.

#### **4.3.1 Descripción de EpaCAD.**

El programa EpaCAD permite convertir ficheros de AutoCAD que contienen tuberías en ficheros que pueden ser abiertos con el programa de cálculo hidráulico EPANET.



El fichero obtenido con EpaCAD v 1.0 conserva información sobre los nudos y tuberías del plano de AutoCAD, sus coordenadas X e Y, así como la elevación (cota z) de los elementos de la red.

Puede importar varias capas de elementos y transformar convenientemente las polilíneas.

Posteriormente, habrá que definir algunos elementos en Epanet, tales como depósitos, válvulas, bombas... y ciertas propiedades de las tuberías y nudos de consumo (diámetros, rugosidad y demanda base)

#### 4.3.2 Indicar el Modo de Conversión

Se indica la forma en la que el programa debe convertir las polilíneas de las capas anteriormente seleccionadas:

**Modo Vértices**, la polilínea se transforma en una tubería única, cuyo nudo final e inicial coinciden con los de la polilínea exportada desde AutoCAD

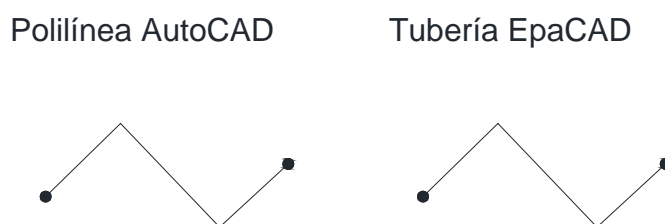


Figura 4.3: Conversión EpaCAD Modo Vértices.

**Modo Nodos**, se creara un nudo en cada vértice de la polilínea, convirtiéndose cada tramo de la misma en una tubería diferente, es decir

Polilínea AutoCAD

Tubería EpaCAD



Figura 4.4: Conversión EpaCAD Modo Nodos

### 4.3.3 Tolerancia para la conectividad

Es posible indicar la tolerancia con la que el programa considera que dos tuberías contiguas están conectadas, o no existe conexión entre ellas y solo mantienen un trazado cercano. Indicar valor numérico de la tolerancia en metros de la misma. Si el valor de la tolerancia ingresado forma un círculo e intercepta al vértice de otra polilínea dibujada en AutoCAD, se formara un nodo en la unión de las dos tuberías.

Líneas AutoCAD

Tuberías EpaCAD



Figura 4.5: Tolerancia 1 EpaCAD

Si el valor de la tolerancia ingresado forma un círculo y no intercepta al vértice de otra polilínea dibujada en AutoCAD, se formaran dos nodos al final de cada tubería.

Líneas AutoCAD

Tuberías EpaCAD



Figura 4.6: Tolerancia 2 EpaCAD

# **CAPITULO V**

## **CALIDAD DEL AGUA**

## **CAPÍTULO V: CALIDAD DEL AGUA**

### **5.1. Generalidades**

El Agua potable es destinada para el consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, y debe cumplir la norma INEN 1108.

Para el análisis de la red se tomaron 4 muestras, que son representativas del proyecto, en cada una de ellas se realizó el análisis Físico-Químico. No se realizó el análisis bacteriológico a ninguna de las muestras ya que contenían cloro residual.

### **5.2. Toma de muestras**

Para cada uno de los recipientes que contienen las muestras de agua se los limpió con anterioridad y se comprobó que se encuentren en buen estado. Al tomar las muestras se abre la llave de agua y se deja que corra un poco de agua, luego se toma una muestra de agua, se agita para luego vaciar el recipiente, este proceso se repite dos veces, finalmente tomamos la muestra de agua y cerramos el recipiente.



Figura 5.1: Muestras para los ensayos de calidad de agua.

Se realizó la toma de 4 muestras de agua en diferentes sitios que servirán para el análisis de la calidad del agua.

1. Tanque Cashapamba (salida).
2. Tanque Barrio Cashapamba (salida).
3. Tanque Dolores Vega (salida).
4. Tanque la Colina (salida).



Figura 5.2: Muestra de agua, Tanque Cashapamba (salida)



Figura 5.3: Muestra de agua, Tanque Barrio Cashapamba (salida)



Figura 5.4: Muestra de agua, Tanque Dolores Vega (salida)



Figura 5.5: Muestra de agua, Tanque La Colina

### **5.3. Procedimiento para el análisis Físico Químico**

A continuación se describe cada uno de los ensayos que se realizaron en los laboratorios de EQUAPETQUIM empresa química Ecuatoriana, ubicados en el sector Tambillo km 1.5

#### **5.3.1. Cloro Residual**

Para obtener la cantidad de cloro residual presente en el agua que se desea ensayar se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 25 ml de muestra.
- II. Añadir Clorine free-DPD
- III. Agitar durante un minuto, el agua tomará una coloración rojiza dependiendo de la cantidad de cloro
- IV. Medir en un Colorimeter el cloro residual



Figura 5.6: Muestra agua destilada, cloro Residual

### 5.3.2. Alcalinidad a la Fenolftaleína

Para saber si el agua tiene alcalinidad a la fenolftaleína se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 20 ml de muestra y transferir a un erlenmeyer de 250 ml
- II. Añadir cinco gotas de Fenolftaleína. Si al agregar el indicador no toma coloración rosada, la muestra no tiene alcalinidad a la fenolftaleína.
- III. Si la muestra se torna rosada o rojiza, titular sobre la superficie blanca con una solución de  $H_2SO_4$  0.02 N hasta que desaparezca el color.
- IV. Nota: Previo a la titulación tomar en cuenta que el titulante llene por completo el pico de la bureta, además anotar el volumen inicial para calcular el volumen utilizado de titulante
- V. Anotar los ml de ácido empleados





Figura 5.7: Recipiente de Fenolftaleína

### 5.3.3. Alcalinidad Total

Para saber si el agua tiene alcalinidad total se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. A la solución anterior añadir cinco gotas de solución indicadora verde de bromocresol



Figura 5.8: Recipiente de bromocresol

- II. Si la muestra toma una coloración azul, titular sobre la superficie blanca con  $H_2SO_4$  0.02 N hasta que cambie a color verde amarillento. Anotar

los ml de ácido empleados (esto incluye el total de ml gastados en la titulación con la fenolftaleína y el verde de bromocresol)



Figura 5.9: Muestra con bromocresol, (coloración azul)

#### **5.3.4. Dureza Total**

Para saber la dureza total en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

Medir 20 ml de muestra y transferir a un erlenmeyer de 250 ml.

- I. Añadir una pizca del indicador negro de eriocromo T.
- II. Añadir 5 gotas de solución tampón buffer, agitar bien y observar que un color rojo vino se desarrolla.
- III. Titular con la solución tampón buffer, agitar bien y observar que un color rojo vino se desarrolla
- IV. Titular con la solución EDTA 0.001 M hasta que cambie a color azul.
- V. Anotar los ml de ácido empleados

### **5.3.5. Dureza Cálctica**

Para saber la dureza cálcica en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 20 ml de muestra y transferir a un erlenmeyer de 250 ml.
- II. Añadir una pizca del indicador murexida.
- III. Añadir 5 gotas de solución NaOH 1N, agitar bien y observar que un color rosado se desarrolla.
- IV. Titular con la solución EDTA 0.01 M hasta que cambie a color violeta.
- V. Anotar los ml de ácido empleados

### **5.3.6. Cloruros**

Para saber si hay presencia de cloruros y su cantidad en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 20 ml de muestra y transferir a un erlenmeyer de 250 ml.
- II. Añadir 5 ó 6 gotas de cromato de potasio y observar que la solución se torne de color amarillo.
- III. Titular sobre la superficie blanca con AgNO<sub>3</sub> 0.0141 N hasta que cambie a color ladrillo.
- IV. Anotar los ml de AgNO<sub>3</sub> empleados

### **5.3.7. PH**

Para saber la cantidad de PH en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir el PH mediante un PH-meter, limpiar el tubo con agua destilada y esperar que se estabilice la medida.
- II. Limpiar el tubo con agua destilada al finalizar el ensayo.



Figura 5.10: Medición del PH

### 5.3.8. Conductividad y Sólidos Totales Disueltos

Los pasos a seguir en el ensayo de conductividad y sólidos disueltos es el siguiente procedimiento:

- I. Ingresar medidor de conductividad la en la muestra deseada.
- II. Esperar que se estabilice la medición
- III. Medir la conductividad con Conductivity/TDS Meter
- IV. Cambiar a Sólidos totales disueltos y medir.
- V. Limpiar el Conductivity/TDS Meter con agua destilada



Figura 5.11: Conductivity/TDS Meter, Hach

### 5.3.9. Turbiedad

Para saber la turbiedad en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 25 ml de agua destilada
- II. Encerar el equipo
- III. Medir 25 ml de la muestra
- IV. Esperar dos minutos hasta que se mida la turbiedad



Figura 5.12: 2100P Turbidimeter, Hach

### 5.3.10. Color

Para saber la cantidad de color en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 25 ml de agua destilada
- II. Calibrar el Spectrophotometer, con Longitud de onda 455nm
- III. Filtrar con papel filtro 25 ml de agua de la muestra.
- IV. Medir en el Spectrophotometer el color

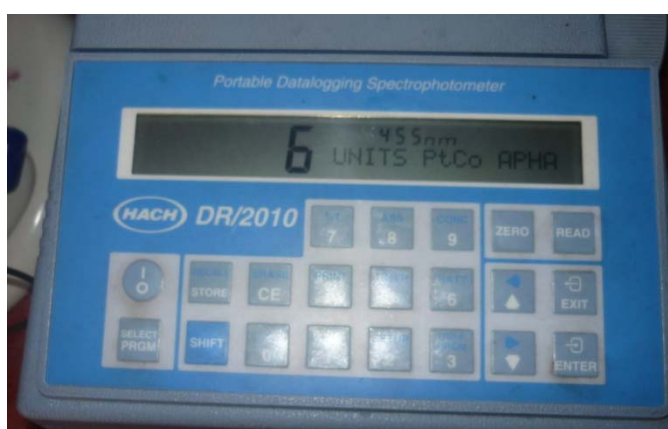


Figura 5.13: Color, Portable Datalogging Spectrophotometer, Hach DR/2010

### 5.3.11. Hierro total

Para saber la cantidad de hierro total en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento

- I. Medir 25 ml de la muestra
- II. Añadir Iron Phenanthroline
- III. Calibrar el Spectrophotometer, con Longitud de onda 510nm
- IV. Esperar 3 minutos
- V. Medir en el Spectrophotometer el hierro total



Figura 5.14: Muestra + reactivo Iron Phenanthroline

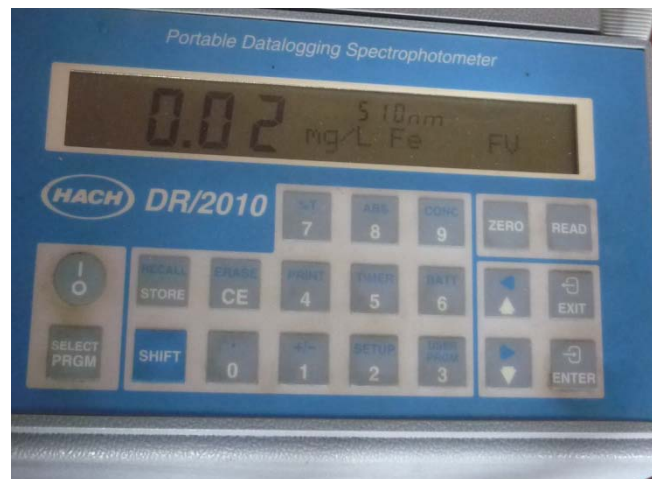


Figura 5.15: Hierro Total, Portable Datalogging Spectrophotometer, Hach DR/2010

### 5.3.12. Sulfatos

Para saber si existen sulfatos en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento

- I. Medir 25 ml de la muestra
- II. Añadir sulfato
- III. Calibrar el Spectrophotometer, con Longitud de onda 450nm
- IV. Esperar 5 minutos
- V. Medir en el Spectrophotometer los sulfatos



Figura 5.16: Reactivo Sulfato

### 5.3.13. Sólidos suspendidos

Para saber si existen sólidos suspendidos en el agua ensayada se debe seguir el siguiente procedimiento:

- I. Medir 25 ml de la muestra
- II. Agitar durante dos minutos, e inmediatamente leer, tener cuidado que no hayan burbujas.
- III. Calibrar el Spectrophotometer, con Longitud de onda 810nm
- IV. Medir en el Spectrophotometer los sólidos suspendidos

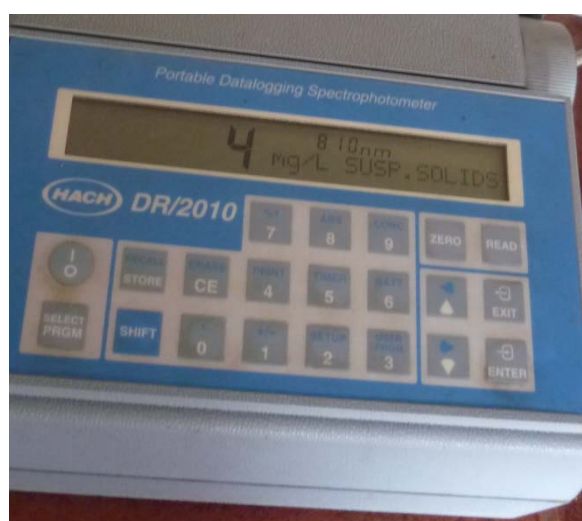


Figura 5.17: Sólidos Suspendidos, Portable Datalogging Spectrophotometer, Hach DR/2010



Tabla 5.1: Portable Datalogging Spectrophotometer, (Fuente: ECUAPETQUIM)

PARAMETRO	REACTIVO	RANGO	PROGRAMA	LONG. ONDA	MUESTRA	BLANCO	OBSERVACIÓN
Turbiedad	...	...	750	860	25 ml	25 ml agua destilada	Voltear levemente la celda de dos a tres veces, cuidado de no formar burbujas
Color	...	0-500 units	120	455	25 ml	25 ml agua destilada	Previamente filtrar la muestra
Hierro Total	Ferover	0-3.0 mg/L	265	510	25 ml	25 ml muestra	Luego de colocar el reactivo esperar 3 minutos
Fosfatos	PhosVer 3	0-2.5 mg/L PO4	490	890	10 ml	25 ml muestra	Luego de colocar el reactivo esperar 2 minutos
Sulfatos	Sulfaver 4	0-70.0 mg/L	680	450	25 ml	25 ml muestra	Luego de colocar el reactivo esperar 5 minutos
Nitritos	Nitriver 3	0-0.300 mg/L NO2-	371	507	25 ml	25 ml muestra	Luego de adicionar el reactivo esperar 20 minutos
Nitratos	Nitraver 5	0-4.5 mg/L NO3-	353	400	25 ml	25 ml agua destilada	colocar el reactivo a la muestra y al agua destiladaesperar 1 min, luego 5 minutos
Sólidos Suspendidos	...	0-750 mg/L	630	810	25 ml	25 ml agua destilada	Agitar la muestra durante 2 minutos, e inmediatamente leer, cuidado de que no haya burbujas
Sustancias Solubles en Hexano	HCl 1.1 Hexano	15-3000 mg/L	..	..	350 ml	...	Pesar un embudo de destilación con 4 núcleos de ebullición, en un balón colocar la muestra adicionar 4 ml HCl 1:1, agitar adicionalmente 20 ml n-hexano agitar desfogando, dejar en reposo, guardar la capa acuosa y recoger en el balón la capa superior y repetir 3 o mpas veces
Cobre	Cuver Copper	0-5.0 mg/L	135	560	10 ml	10 ml muestra	Digestionar la Muestra, Adicionar el reactivo y esperar 2 minutos
Cromo	Chromium 1 Cromium 2 Acid reagent Chromaver 3	0-0.60 mg/L	100	540	25 ml	25 ml muestra	Adicionar Cr 1, mezclar poner a hervir esperar 5 min, luego enfriar la muestra en un chorro de agua, colocar el Cr 2 mezclar, el Ac. Rea. Mezclar, y el crom 3, esperar 5 minutos
Niquel	Phthalate Phos PAN indicador EDTA	0-1.000 mg/L	340	560	25 ml	25 ml agua destilada + reactivo	Colocar a la muestra y al agua el reactivo mezclar, adicionar 1.25 ml de Pau indicador mezclar, esperar 15 min, y adicionar el EDTA, tomar el dato, mover el dial a 620 enter y leer

#### 5.4. Resultados de los exámenes

Se presentan dos tablas, en cada tabla se presentan los resultados de dos muestras, y en la última columna se presentan los datos de la norma INEN 1108.

Fecha de muestreo:	3/28/2011
Ingreso al Laboratorio:	3/28/2011
Fecha de reporte:	4/1/2011

Identificación de las muestras:

M1: Tanque Cashapamba

M2: Tanque barrió Cashapamba

M3: Tanque Dolores Vega

M4: Tanque la Colina

Tabla 5.2: Análisis Físico Químico, M1 y M2

<b>ANALISIS FISICO QUIMICO</b>				<b>NORMA INEN 1108:2008</b>
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>LIMITE MAX. PERMISIBLE</b>
pH	.....	6.86	6.93	6.5 - 8.5
Conductividad	μS/cm	158.2	161.1	**
Turbidez	NTU	0.96	0.87	5.0
Color	U. Pt-Co	6	0	15.0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	168.0	148.1	**
Alcalinidad Fenoltaleína	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0.0	0.0	**
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	168.0	148.1	**
Carbonatos (CO <sub>3</sub> =)	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0.00	0.00	**
Hidroxilos (OH <sup>-</sup> )	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0.00	0.00	**
Dureza Total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	100.1	120.1	300.0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	40.0	50.0	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	60.0	70.0	**
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	mg/L	16.05	20.06	**
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	mg/L	14.41	16.81	**
Hierro (Fe <sup>+++</sup> )	mg/L	0.02	0.00	0.3
Sulfatos (SO <sub>4</sub> =)	mg/L	8.0	7.0	200.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	79.6	80.6	1000.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	4.0	9.0	**
Cloro Residual	mg/L	1.4	1.0	**

Tabla 5.3: Análisis Físico Químico, M3 y M4

<b>ANALISIS FISICO QUIMICO</b>				<b>NORMA INEN 1108:2008</b>
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>LIMITE MAX. PERMISIBLE</b>
pH	.....	7.08	6.93	6.5 - 8.5
Conductividad	μS/cm	152.5	161.1	**
Turbidez	NTU	1.07	0.87	5.0
Color	U. Pt-Co	8	0	15.0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	148.2	148.1	**
Alcalinidad Fenoltaleína	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0.0	0.0	**
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	148.2	148.1	**
Carbonatos (CO <sub>3</sub> =)	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0.00	0.00	**
Hidroxilos (OH <sup>-</sup> )	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	0.00	0.00	**
Dureza Total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	110.1	120.1	300.0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	40.0	50.0	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	70.0	70.0	**
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	mg/L	16.05	20.06	**
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	mg/L	16.81	16.81	**
Hierro (Fe <sup>+++</sup> )	mg/L	0.01	0.00	0.3
Sulfatos (SO <sub>4</sub> =)	mg/L	15.0	7.0	200.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	76.3	76.3	1000.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	11.0	9.0	**
Cloro Residual	mg/L	1.2	1.0	**

## 5.5. Análisis de los Resultados

De la comparación de los análisis físico-químicos que se adjuntan, con la norma INEN 1108, que señala los requisitos para agua potable, se determina que el agua estudiada tiene características físico, químicas muy buenas para el consumo humano.

A continuación se detalla la valoración de cada uno de los parámetros de calificación del agua:

**PH.-** de acuerdo a la norma, el rango tolerable de PH para el consumo humano está entre 6.5 y 8.5. En la muestra de agua estudiada presenta un PH 6.86 en el tanque Cashapamba, 6.93 en el tanque Barrio Cashapamba, 7.08 en el Tanque Dolores Vega, 6.93 en el Tanque la Colina. De los resultados se puede inferir que el agua de la red es ligeramente base, a excepción de la zona la colina es ligeramente ácida, es decir la muestra de la Colina sube, debe ser consecuencia del proceso de coloración.

**Alcalinidad.-** La alcalinidad en la muestra M1 es de 168.0, en M2 es de 148.0, en M3 148.2, en M4 es 148.1, el límite recomendado para abastecimiento de agua potable es de 150 mg/l. Y el límite permisible es de 500 mg/l. Si bien es cierto que la primera muestra posee un valor ligeramente alto con respecto al recomendado, está dentro del límite permisible, y las demás muestras se encuentran cerca al límite recomendable.

Por lo cual se trata de un agua moderadamente alcalina, característica de las aguas subterráneas. Sin embargo es necesario aclarar que esta agua puede ocasionar depósitos en las tuberías metálicas, por lo que es

recomendable un mantenimiento adecuado y evitar en lo posible accesorios metálicos.

**Color.-** Según la norma, el límite deseable es de 5 unidades en la escala pt-Co(APHA), y el límite máximo permisible es de 15 pt-Co, el agua analizada tiene en el Tanque Cashapamba 6 unidades, en el barrio Cashapamba 0 unidades, en el tanque Dolores Vega 8 unidades, y en el tanque La Colina 0 unidades, que si bien esta dentro del rango, pero para una mejor calidad del agua ya que a veces están partículas suspendidas en la red, se recomienda un continuo lavado de la red .

**Turbidez.-** Es un parámetro físico de singular importancia, pues el consumidor lo aprecia a simple vista. Las muestras analizadas tienen en: el Tanque Cashapamba 0.96 NTU, en el barrio Cashapamba 0.87 NTU, en el tanque Dolores Vega 1.07 NTU, y en el tanque La Colina 0.87 que son menores al límite máximo permisible de 5 NTU (unidades de turbiedad nefelométrica). Este parámetro guarda relación con los sólidos suspendidos.

**Dureza total.-** La dureza total recomendada por el INEN está en 120 mg/l y el límite máximo permisible es de 300 mg/l , el agua de las muestras tiene un valor que la más alta posee una dureza de 120.1 mg/l y lo que nos conlleva a deducir que el agua no es dura debido a la baja concentración de sales disueltas.

Los valores de dureza representan la concentración total de iones de Ca y Mg.

**Hierro Total.-** La norma de calidad limita la concentración de este metal a un máximo de 0.3 mg/l. Las muestras presentan concentraciones muy bajas de 0.02 mg/l, 0.00 mg/l, 0.01 mg/l, 0.00 mg/l.

**Magnesio.-** La concentración de magnesio máximo permisible que es de 500 mg/l. Las muestras analizadas tienen en: el Tanque Cashapamba 14.41 mg/l, en el barrio Cashapamba 16.81 mg/l, en el tanque Dolores Vega 16.81 mg/l, y en el tanque La Colina 16.8 mg/l. Esta sustancia en concentraciones altas afecta la potabilidad del agua.

**Sulfatos.-** La dureza total recomendada está en 250 mg/l y el límite máximo permisible es de 400 mg/l. Las muestras analizadas tienen en: el Tanque Cashapamba 8.0 mg/l, en el barrio Cashapamba 7.0 mg/l, en el tanque Dolores Vega 15.0 mg/l, y en el tanque La Colina 7.0 mg/l. las muestras se encuentran por debajo del límite recomendable.

**Cloro Residual.-** 0.3 mg/l - 1.5 mg/l límite máximo permisible, cuando se utiliza cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos. Las muestras se encuentran dentro del límite máximo permisible

**Sólidos Totales Disueltos.-** la norma establece un máximo de 1000 mg/l, Las muestras analizadas tienen en: el Tanque Cashapamba 79.6 mg/l, en el barrio Cashapamba 80.6 mg/l, en el tanque Dolores Vega 76.3 mg/l, y en el tanque La Colina 76.3 mg/l.

# **CAPITULO VI**

## **EVALUACIÓN**



## **CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN**

### **6.1. Generalidades**

Para la evaluación se dividió en dos redes diferentes la primera parte del Tanque Barrio Cashapamba que cubre las Zona 1 y Zona 2 descrita en la tabla 3.2, la segunda red cubre las Zonas restantes y parte del Tanque Cashapamba. En adelante llamaremos a estas redes de la forma siguiente:

Red Barrio Cashapamba

Red Tanque Cashapamba

### **6.2. Red Barrio Cashapamba**

Esta red se compone del tanque barrio Cashapamba y las redes que están conectadas al mismo las cuales cubren la Zona 1 y la Zona 2 descritas en la tabla 3.2, en los planos anexos N11, N12, N14, se pueden ver estas zonas.

Esta red lleva mas de 25 años en servicio y el material de las tuberías es de PVC.

El análisis estático se evalúa en un solo instante en el tiempo, generalmente el más desfavorable para la red. Es decir es como congelar el tiempo; lo que ocurre en ese instante para ver las velocidades en las tuberías, la presión que tienen los nodos.

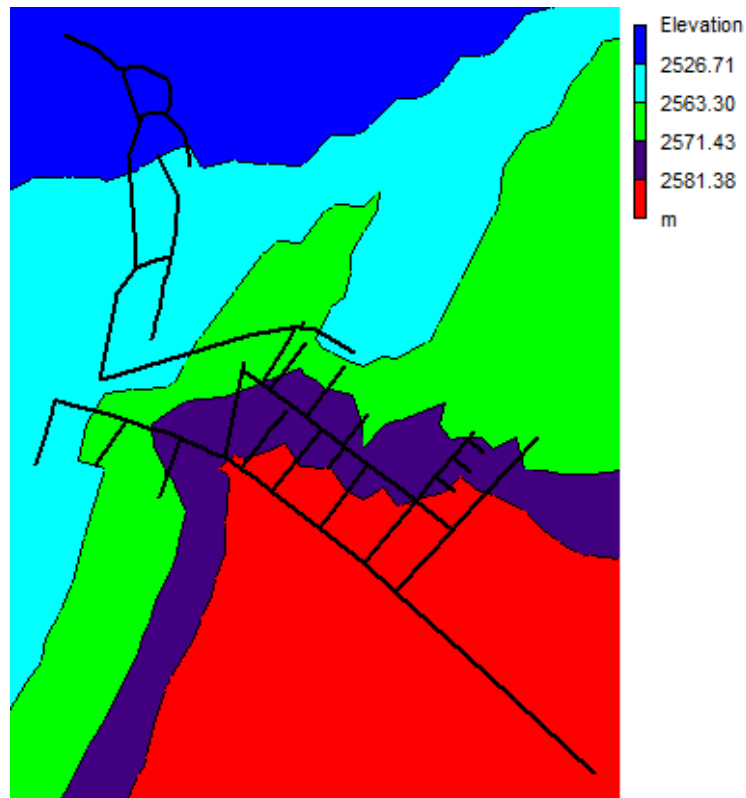


Figura 6.1: Mapa de temático para la elevación Red Barrio Cashapamba

### 6.2.1. Análisis con las Redes existentes

Se evaluó la red con los diámetros levantados en el catastro en el capítulo II, lo que nos permitirá tener una visión de qué está pasando actualmente en la red respecto a las presiones y velocidades de las zonas evaluadas.

#### 6.2.1.1. Caudal Máximo Horario

Se evaluó la red existente con la demanda planteada en el capítulo IV y se obtuvo el siguiente gráfico de presiones, como se puede ver claramente las presiones en su gran mayoría son menores a 50 m.c.a., y mayores a 15 m.c.a., en la subzona baja denominada La Comuna se pueden ver presiones mayores

a 50 m.c.a., en el nodo BC50 tenemos la mayor presión que es 57.8 m.c.a. Los datos de presión en cada nodo lo podemos ver en el Anexo 17 y las velocidades de las tuberías las podemos ver en el Anexo 18

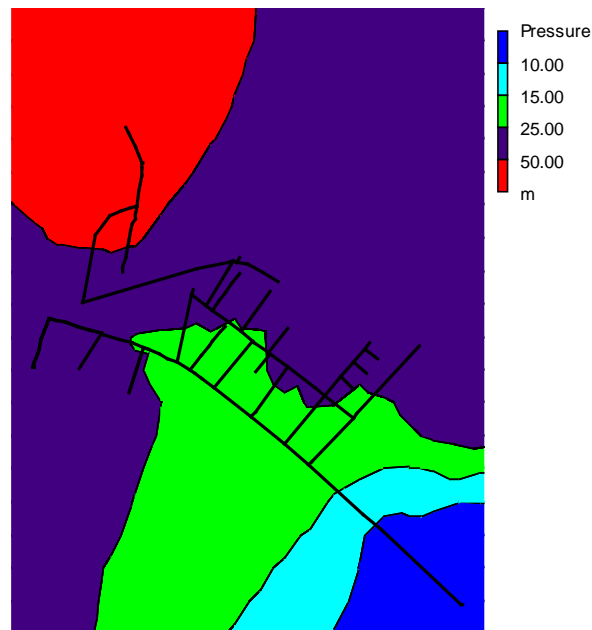


Figura 6.2: Presiones Red Barrio Cashapamba, Red actual QMH

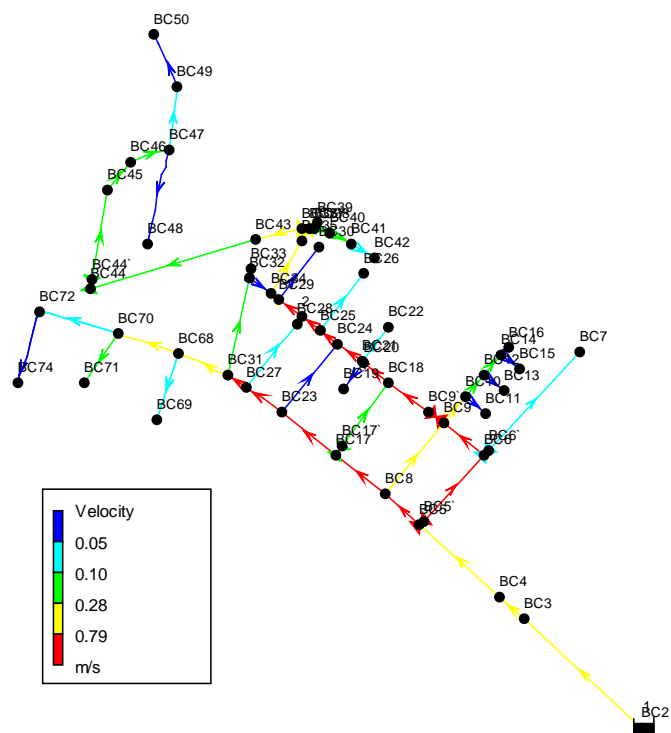


Figura 6.3: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Red actual QMH

### 6.2.1.2. Caudal de incendio

Se cálculo el caudal de incendio según la fórmula 3.1, y se asignó el caudal de incendio de 5 l/s por ser una población con menos de 10000 habitantes, en la parte baja de la red siendo el punto más crítico para este caso en el nodo BC46, como podemos ver en la figura 6.4 las presiones en la subzona la Comuna son negativas. La velocidad se incrementó hasta 2.74 m/s en la tubería que une los nodos BC5 a BC8, los valores de presiones de cada nodo y las velocidades de cada tramo se encuentran en el Anexo 19 y 20 respectivamente.

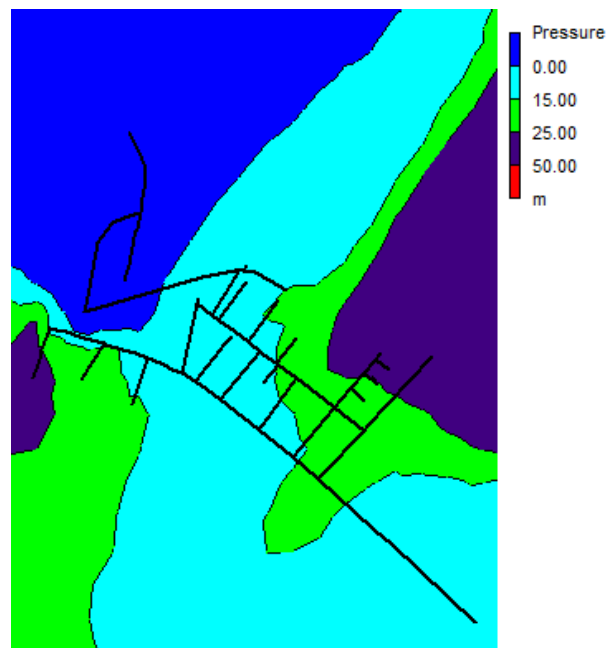


Figura 6.4: Presiones Red Barrio Cashapamba, Red actual Qi Nodo BC46

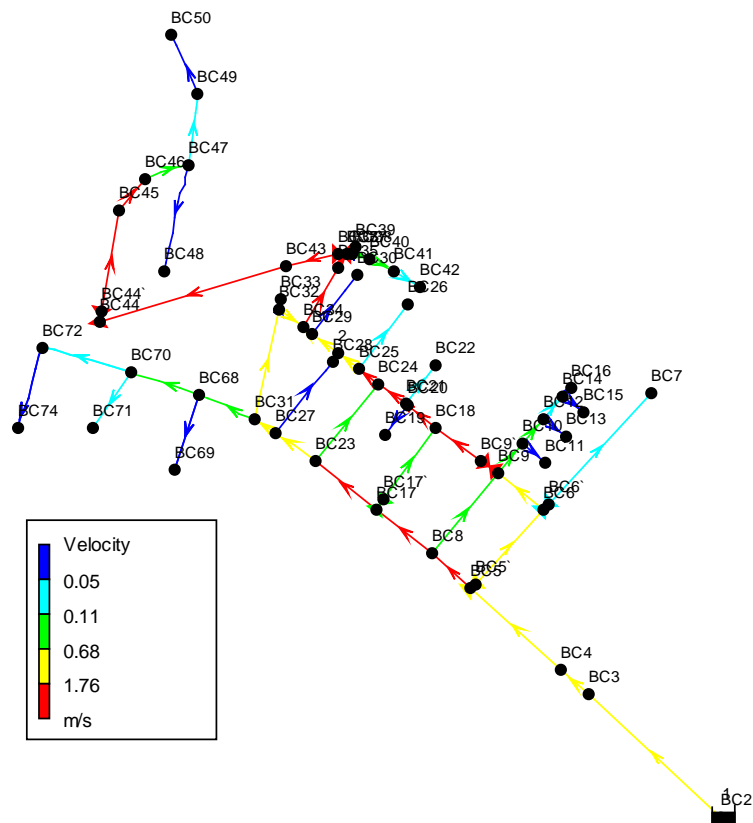


Figura 6.5: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Red actual Qi Nodo BC46

### 6.2.2. Evaluación Futura con red actual

Con el fin de conocer a futuro el funcionamiento de la red, se evalúa la red con los diámetros actuales pero con las demandas futuras

#### 6.2.2.1. Caudal Máximo Horario

Con las demandas futuras la red presenta presiones negativas en el subsector la Comuna y en gran parte del Barrio Cashapamba como lo podemos ver en la figura 6.6. Las velocidades se incrementaron y la mayor velocidad 3.96 m/s se presenta entre los nodos BC5 y BC8. Las presiones y las velocidades las podemos ver en los Anexos 21 y 22 respectivamente.

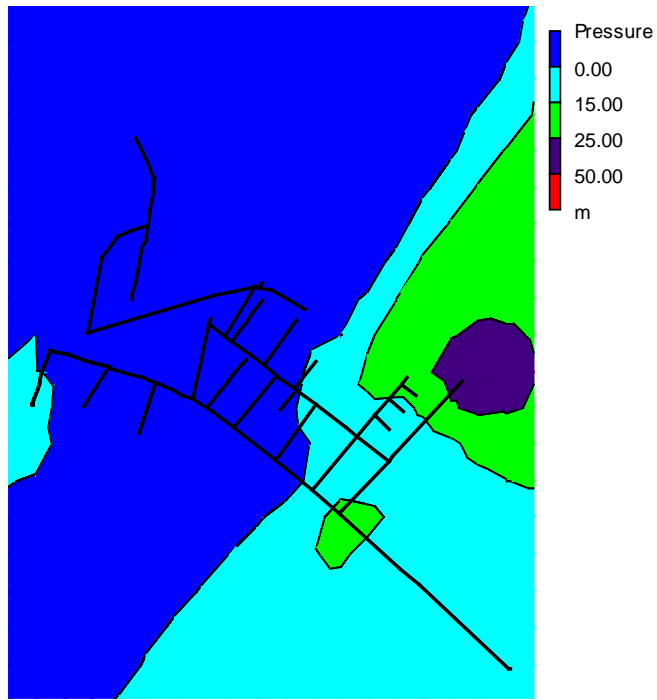


Figura 6.6: Presiones Red Barrio Cashapamba, Red futura QMH

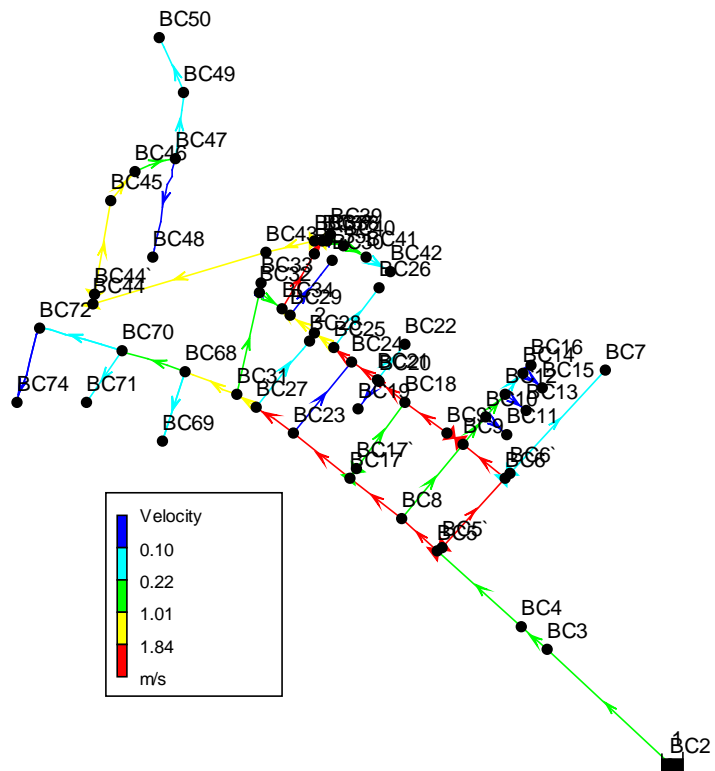


Figura 6.7: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Red futura QMH

### 6.2.3. Propuesta de rediseño

Debido a la antigüedad de esta tubería, a las bajas presiones y altas velocidades que pudimos observar en el literal 6.2.1.2. se efectuaron diferentes opciones de mejora buscando la propuesta que satisfaga la demanda existente en esta zona, a continuación podemos ver esta red en los diferentes casos de análisis. Los diámetros correspondientes se encuentran en los planos anexos.

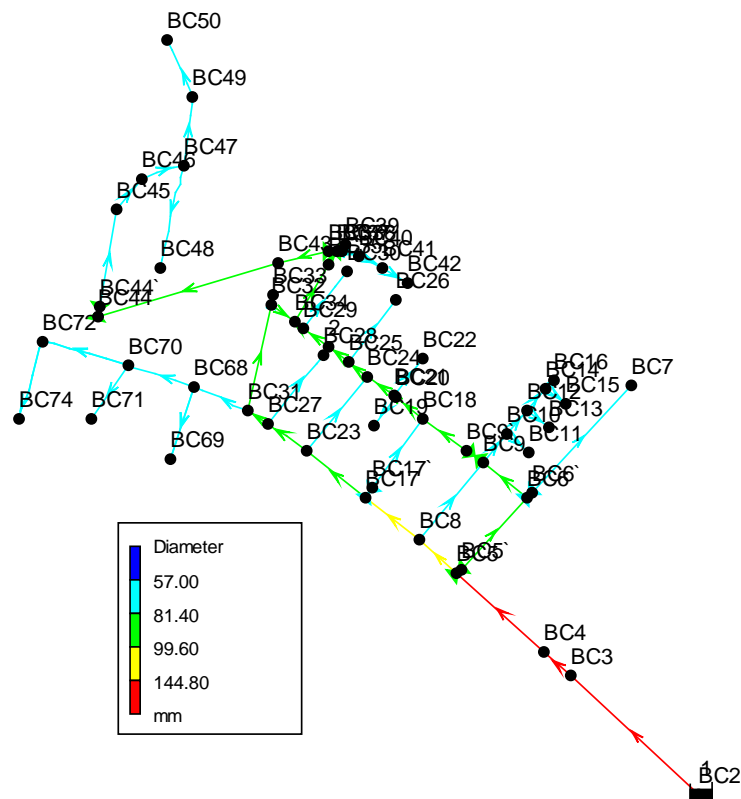


Figura 6.7: Diámetros Rediseño, Red Barrio Cashapamba

#### 6.2.3.1. Caudal Máximo Horario

En el siguiente grafico podemos ver un mapa de presiones de la red con los cambio realizados, debido a la topografía de la zona se optó por construir un válvula rompe presiones en el nodo BC44 para disminuir las presiones en la parte baja a 25 m.c.a. y así evitar roturas en accesorios. Como podemos ver en

el figura 6.8. con este válvula no hay presiones superiores a 50 m.c.a. en el Anexo 23 se detallan las presiones de cada nodo, la velocidad máxima es de 1.41 m/s entre los nodos BC5 y BC8, las velocidades de las tuberías las podemos ver en el Anexo 24.

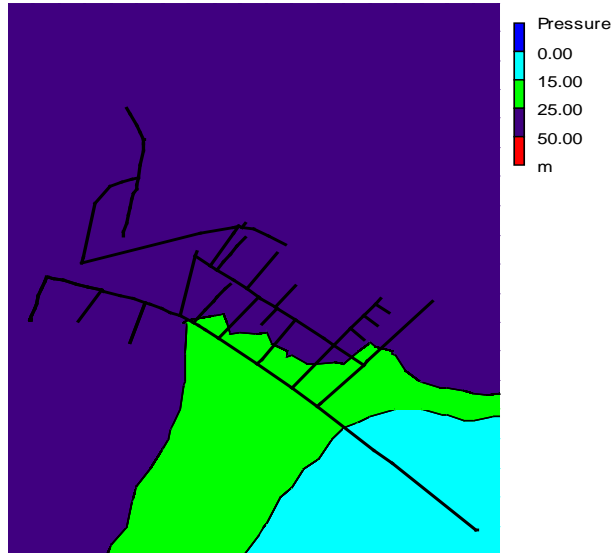


Figura 6.8: Presiones Red Barrio Cashapamba, Rediseño QMH

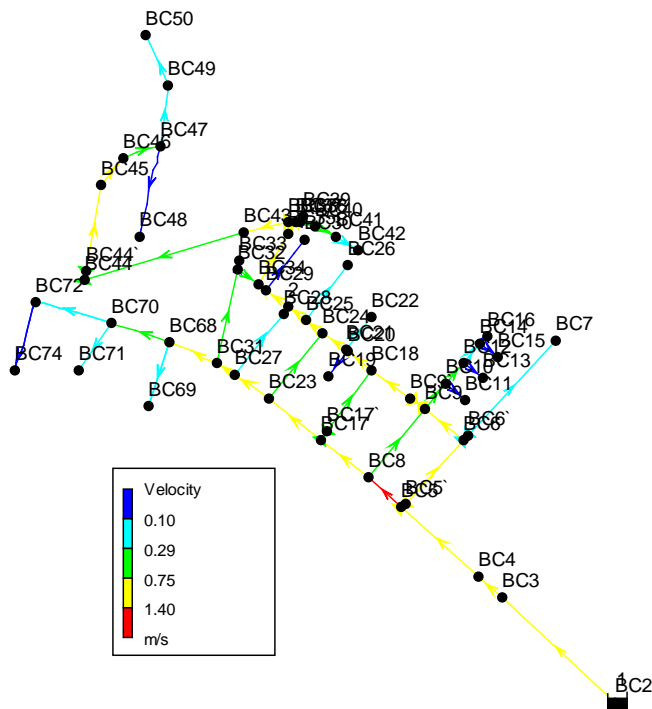


Figura 6.9: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Rediseño QMH



### 6.2.3.2. Caudal de Incendio

Se calculó el caudal de incendio según 6.2.1.1.2, y se asignó el caudal de incendio en la parte baja de la red siendo el punto más crítico para este caso en el Nodo BC46, como podemos ver en el figura 6.10 se reducen las presiones cercanas al nodo BC46 pero no se producen presiones negativas. Los valores de presiones de cada nodo y las velocidades de cada tramo se encuentran en el Anexo 25 y 26.

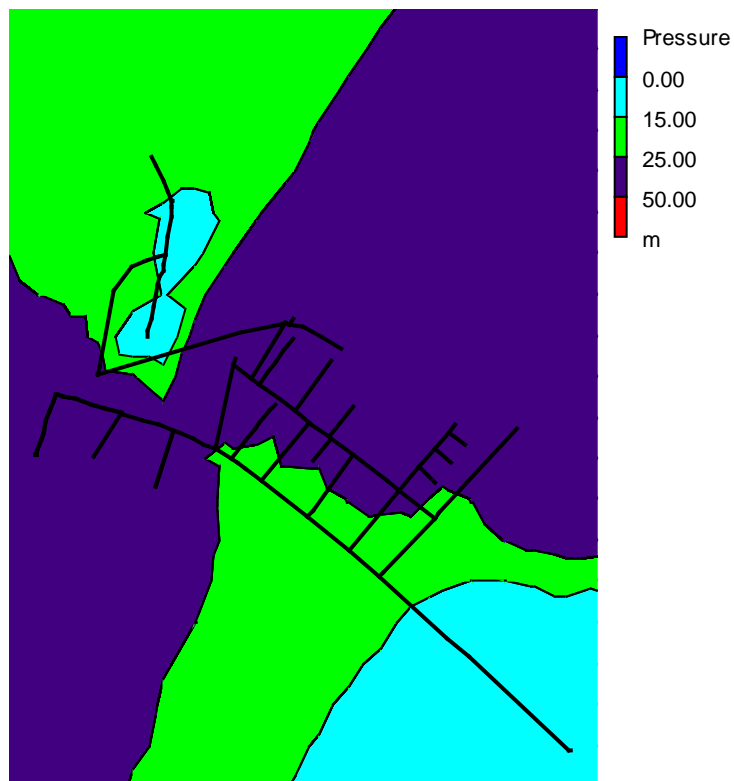


Figura 6.10: Presiones Red Barrio Cashapamba, Rediseño Qi Nodo BC46

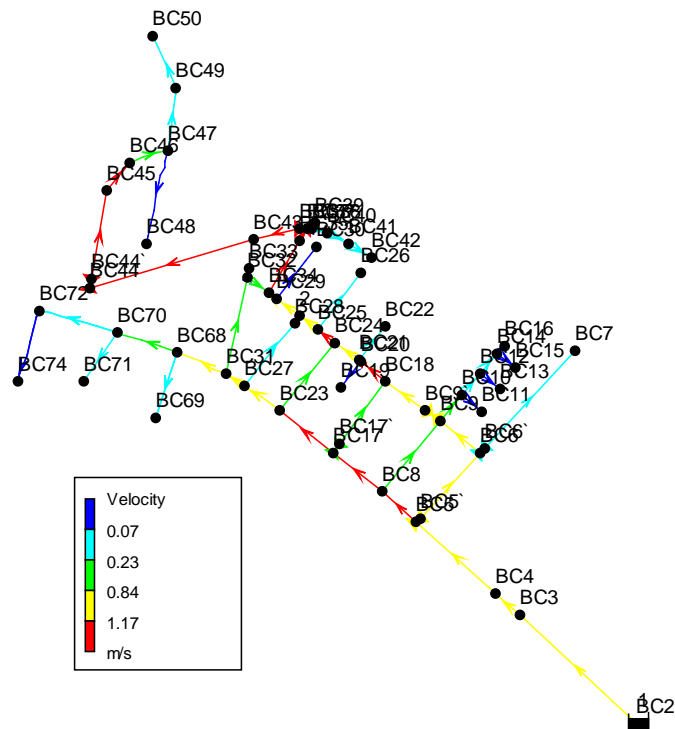


Figura 6.11: Velocidades Red Barrio Cashapamba, Rediseño Qi Nodo BC46

### 6.2.3.3. Presupuesto rediseño Red Barrio Cashapamba

El costo del cambio de la red y su mejoramiento se dividió en dos partes que las podemos ver en el Anexo 37 Alternativa planteada en la tesis para correcto funcionamiento de la red Sector comuna Cashapamba y en el Anexo 38 Alternativa planteada en la tesis para correcto funcionamiento Barrio Cashapamba.

### 6.2.4. Almacenamiento

#### 6.2.2.1. Red Actual

Para el cálculo del volumen de almacenamiento nos basamos en lo visto en el Capítulo III en el literal 3.8.3 para este tanque por servir a una

población menor a 5000 habitantes sólo se tomó el volumen de regulación el 30% del volumen consumido en un día. El coeficiente del Kmax.día se tomó según lo visto en el literal 3.8.1 el coeficiente medio 1,4.

El volumen actual del tanque es de 86m<sup>3</sup> lo que no satisface las variaciones que se dan actualmente, este desbalance se está solventando mediante un bypass con el Tanque Cashapamba, hay un déficit 48.5 m<sup>3</sup> de almacenamiento.

Cuadro 6.1: Almacenamiento Tanque Barrio Cashapamba Actual

<b>TANQUE BARRIO CASHAPAMBA</b>		
<b>Población</b>	1892,00	hab.
<b>Qm</b>	3,71	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	5,19	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	134,47	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>134,47</b>	<b>m3</b>

#### 6.2.2.2. Red Futura

Para el cálculo del volumen de almacenamiento nos basamos en lo visto en el Capítulo III en el literal 3.8.3 para este tanque por servir a una población menor a 5000 habitantes sólo se tomó el volumen de regulación el 30% del volumen consumido en un día. El coeficiente del Kmax.día se tomó según lo visto en el literal 3.8.1 el coeficiente medio 1,4.

El volumen actual del tanque es de 86m<sup>3</sup> lo que no satisface las variaciones que se darán a futuro, se deberá suplir 257.57 m<sup>3</sup> de almacenamiento.

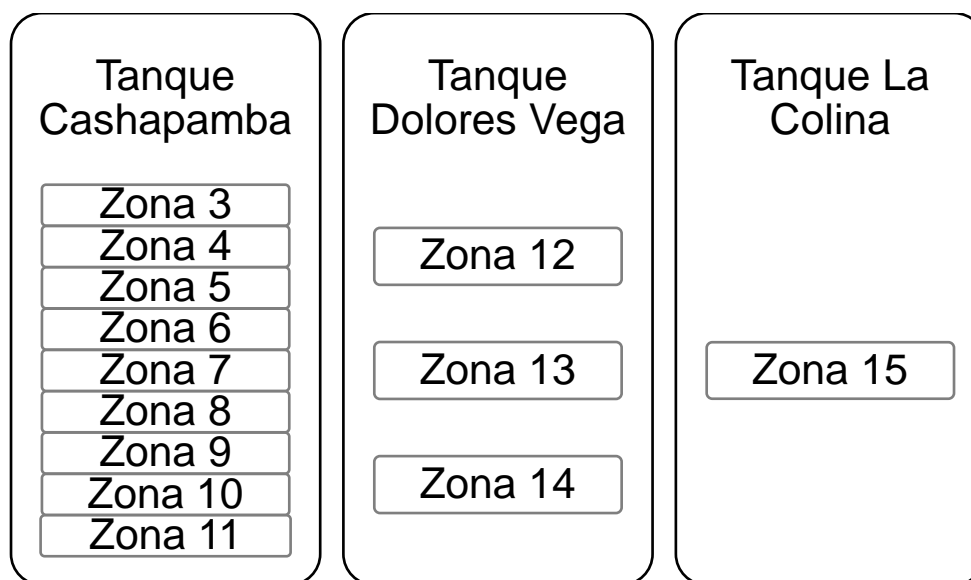
Cuadro 6.2: Almacenamiento Tanque Barrio Cashapamba Futuro

<b>TANQUE BARRIO CASHAPAMBA</b>		
<b>Población</b>	2892	hab.
<b>Qm</b>	6,62	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	9,27	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	240,40	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>240,40</b>	<b>m3</b>

### 6.3. Red Tanque Cashapamba

La conexión entre los tanques es la siguiente, El Tanque Cashapamba abastece al Tanque Dolores Vega, este a su vez abastece al Tanque La Colina. Cada uno de ellos distribuye el caudal a las diferentes zonas muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 6.3: Distribución de los Tanques a las zonas



#### 6.3.1. Análisis con los Redes existentes

Se tomaron los datos del catastro y se ingresaron al programa Epanet, y a los diferentes nodos se le asignó la demanda correspondiente como se

planteó en el Capítulo III, luego se precedió a analizar los diferentes estados como podemos ver a continuación.

### 6.3.1.1. Caudal Máximo Horario

Se evaluó la red existente con la demanda planteada en el Capítulo III y se obtuvo el gráfico de presiones como lo vemos en la figura 6.12 de toda la Red Cashapamba y la figura 6.13 de velocidades de la red.

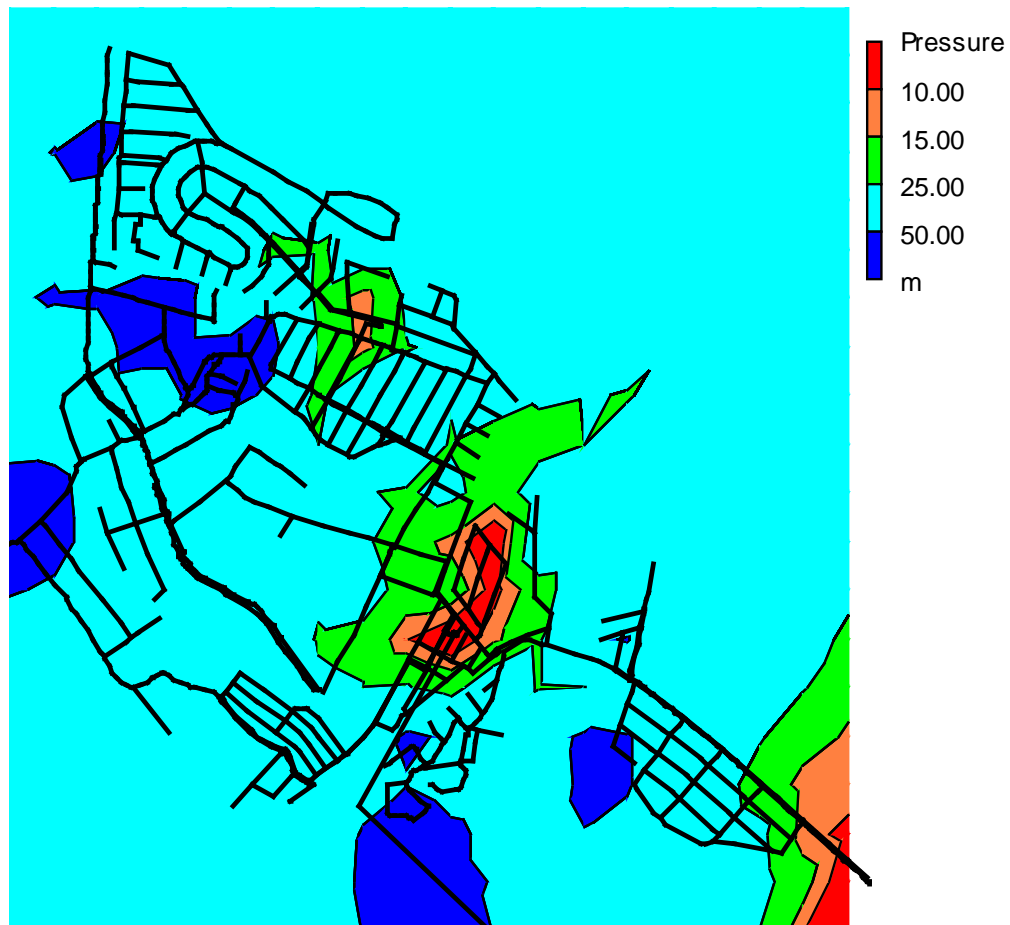


Figura 6.12: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red Actual, QMH

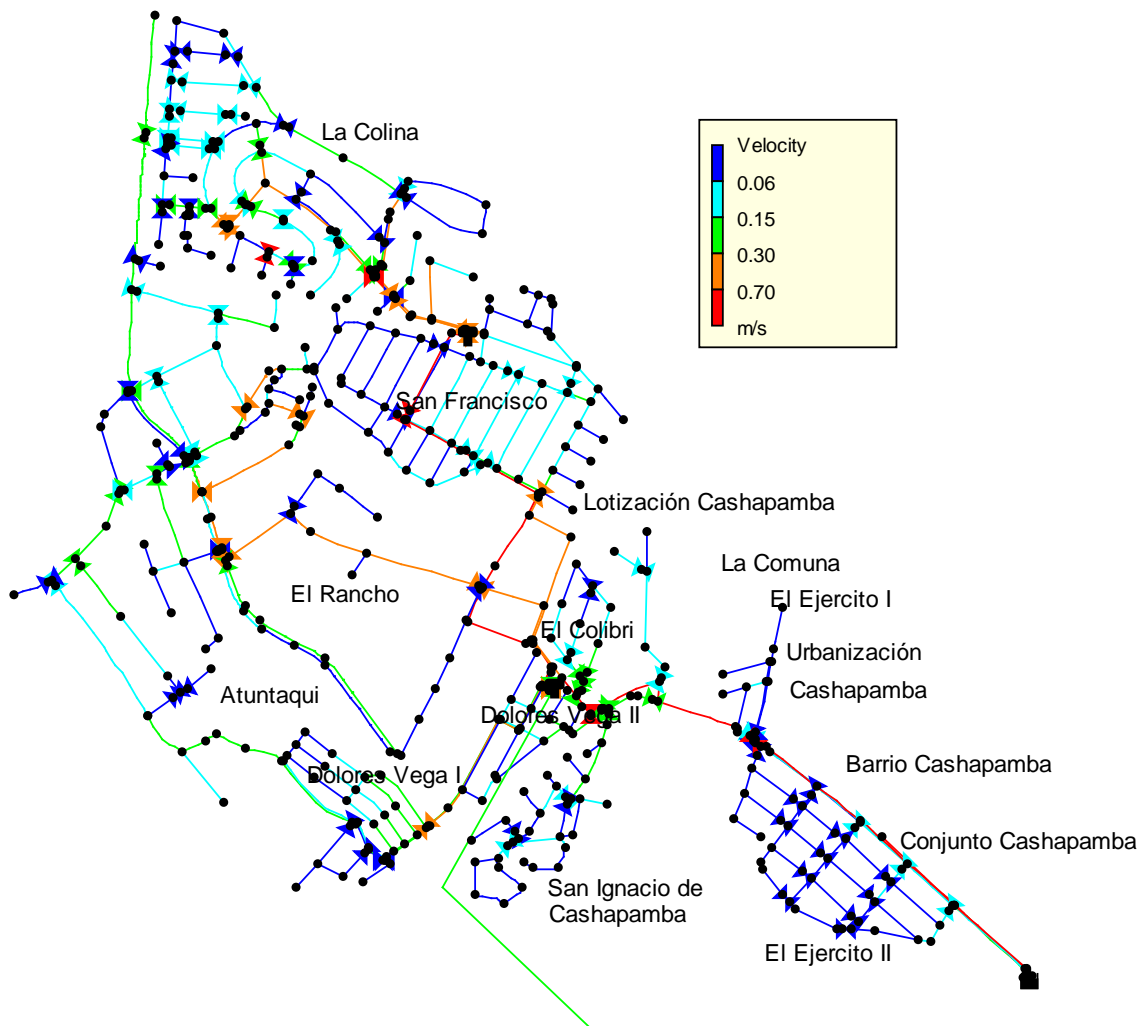


Figura 6.13: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red Actual, QMH

Los sectores críticos con presiones negativas son en la figura 6.12 la Zona 9 que corresponde a la urbanización El colibrí, el nodo con la menor presión es EC4 con 1.46 m.c.a., y los siguientes nodos tienen presiones menores a 10 m.c.a. EC4, EC5, EC7, EC8, EC9, las personas de esta urbanización se han quejado de las bajas presiones y cada usuario a instalado cisternas con bombas para satisfacer estas bajas presiones. Existen sectores donde las presiones son superiores a 50 m.c.a. por lo que estas pueden ser las causas de fallas en estas subzonas: el Rancho, San Ignacio de Cashapamba

(nodos: S.I.G.12, S.I.G.13, S.I.G.16, S.I.G.17, S.I.G.18, S.I.G.19), Urbanización Cashapamba, calle Leopoldo Mercado e intersección con la calle Atuntaqui, Ciudadela el Ejército II (nodos: EJ20, EJ21), estas presiones altas podrían ocasionar fallas en accesorios de los propietarios, se recomienda que se notifique a los nuevos usuarios para que puedan instalar válvulas reductoras domiciliarias. Las diferentes presiones de todos los nodos se pueden ver en el Anexo 27 y las respectivas velocidades de las tuberías están en el Anexo 28.

### 6.3.1.2. Caudal de incendio

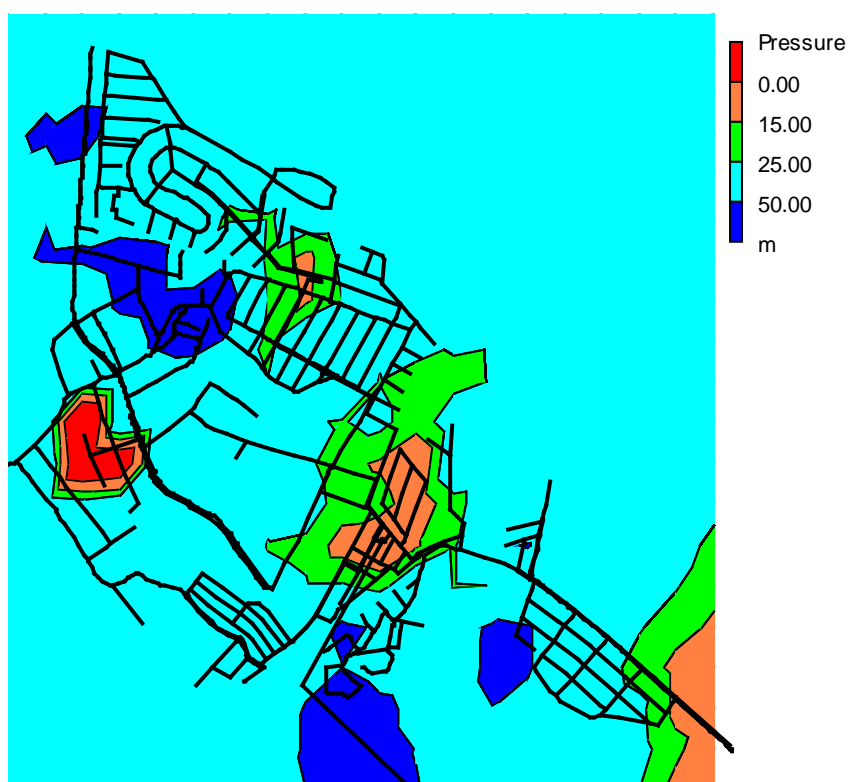


Figura 6.14: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red Actual, Qi E.R.81

Se modeló la red en el caso de incendio según la fórmula 3.1 y como podemos ver en la Figura 6.14, se asignó el caudal de incendio en el nodo

E.R.81, existen presiones negativas en la zona del incendio por lo que podemos concluir que la red no abastece en el caso de incendio en parte de la Zona 13, las presiones de todos los nodos se pueden ver en el Anexo 29.

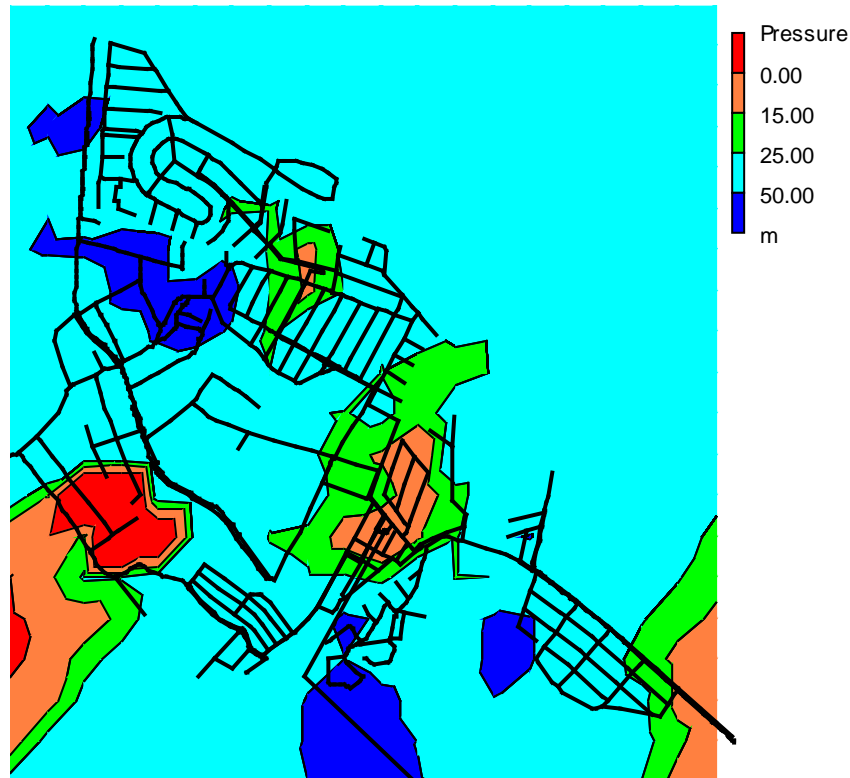


Figura 6.15: Presiones Red Tanque Cashapamba, Red actual, Qi E.R.94

Se modeló la red en el caso de incendio según la fórmula 3.1 y como podemos ver en la Figura 6.15. Se asignó el caudal de incendio en el nodo E.R.94, existen presiones negativas en la zona del incendio por lo que podemos concluir que la red no abastece en el caso de incendio en parte de la Zona 13, las presiones de todos los nodos se pueden ver en el Anexo 30. Se evaluaron diferentes incendios en varios nodos de las diferentes zonas que conforman esta red pero no son críticos.



### 6.3.2. Evaluación futura con red actual

Con fin de conocer a futuro el funcionamiento de la red, se evalúa la red con los diámetros actuales pero con las demandas futuras.

#### 6.3.2.1. Caudal Máximo Horario

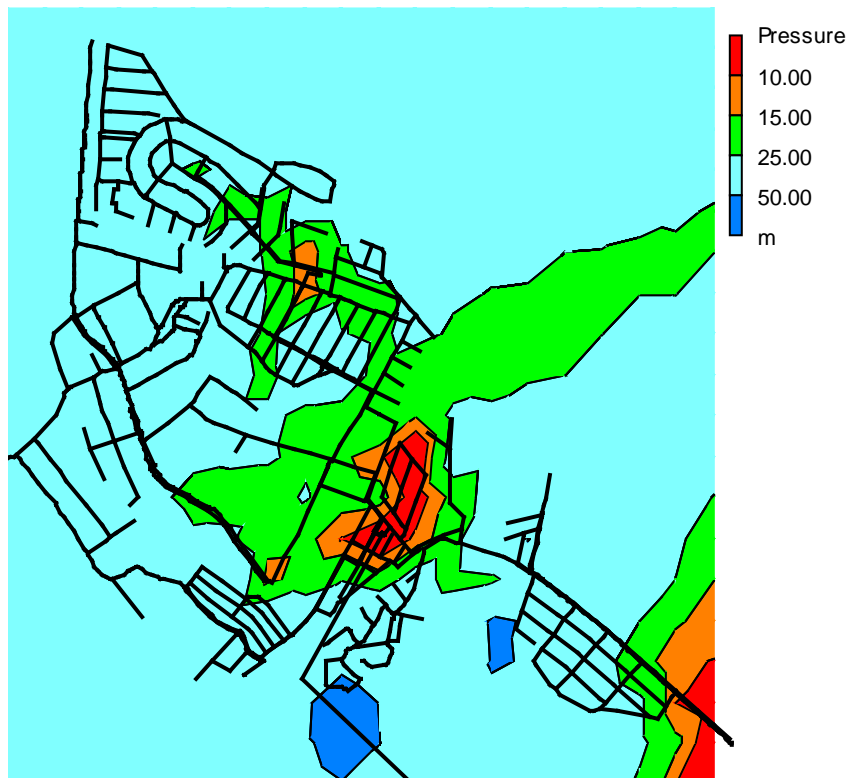


Figura 6.16: Presiones Red Tanque Cashapamba, Evaluación futura red actual, QMH

En la figura 6.16 se puede ver que los problemas de presión en la Urbanización el Colibrí crecen y se tienen presiones menores a 10 m.c.a. en los nodos (EC1, EC2, EC4, EC5, EC7, EC8, EC9), en la urbanización San Francisco se puede ver presiones menores a 10 m.c.a. en los nodos (S.F.3, S.F.6), estos nodos pertenecen a la zona más alta de esta urbanización.

En la urbanización San Ignacio de Cashapamba aún se tienen problemas de presiones elevadas en los nodos (S.I.C.13, S.I.C.17, S.I.C.18, S.I.C.19), en la ciudadela del Ejercito II existen problemas de presión alta en los nodos (EJ20, EJ21, EJ22)

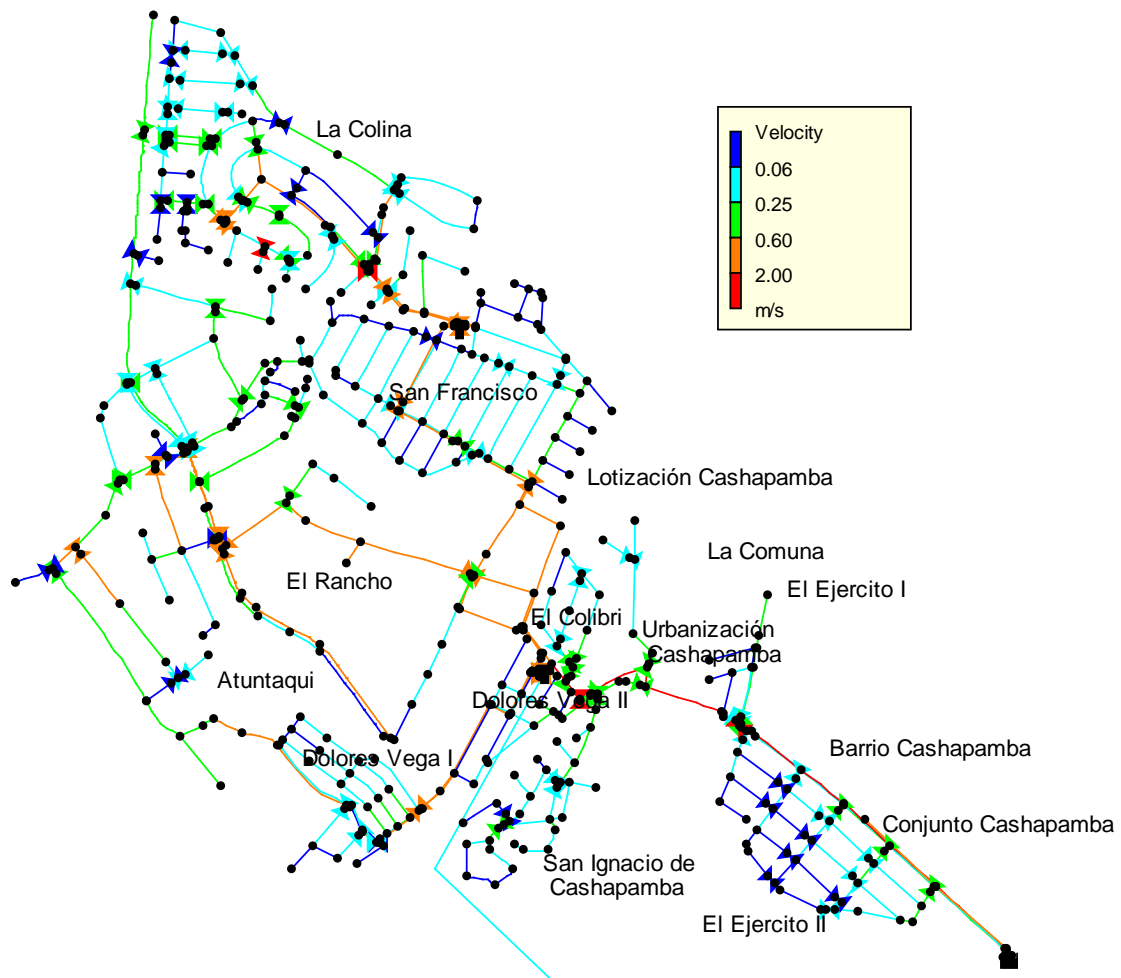


Figura 6.16: Velocidades Red Tanque Cashapamba, Evaluación futura red actual, QMH

Las presiones de cada nodo así como las velocidades de cada tubería lo podemos ver en los Anexos 31 y 32 respectivamente.

### **6.3.3. Propuesta de rediseño**

En el capítulo II se encontraron varias tuberías de Asbesto Cemento en la Zona 13 con más de 20 años de funcionamiento por lo que se plantean cambiar toda esta tubería por PCV.

Debido a las presiones negativas o demasiado bajas existentes en 6.3.1. y a las presiones negativas vistas en 6.3.1.2. a consecuencia del caso de incendio se plantean las siguientes soluciones:

Se empató los siguientes nodos E.R.98 y E.R.82 debido a que no se abastecía la red en el caso de incendio como podemos ver en la Figura 6.14.

Se empató los siguientes nodos E.R.97 y E.R.101 debido a las presiones negativas en la Figura 6.15.

Para la Zona 9 la solución es que se empate la tubería de esta red cerca al nodo (C-DV)11 y ganar presión, para esto se debe construir una cámara de válvulas, los detalles de esta conexión los podemos ver en los planos anexos de rediseño.

### 6.3.2.1. Caudal Máximo Horario

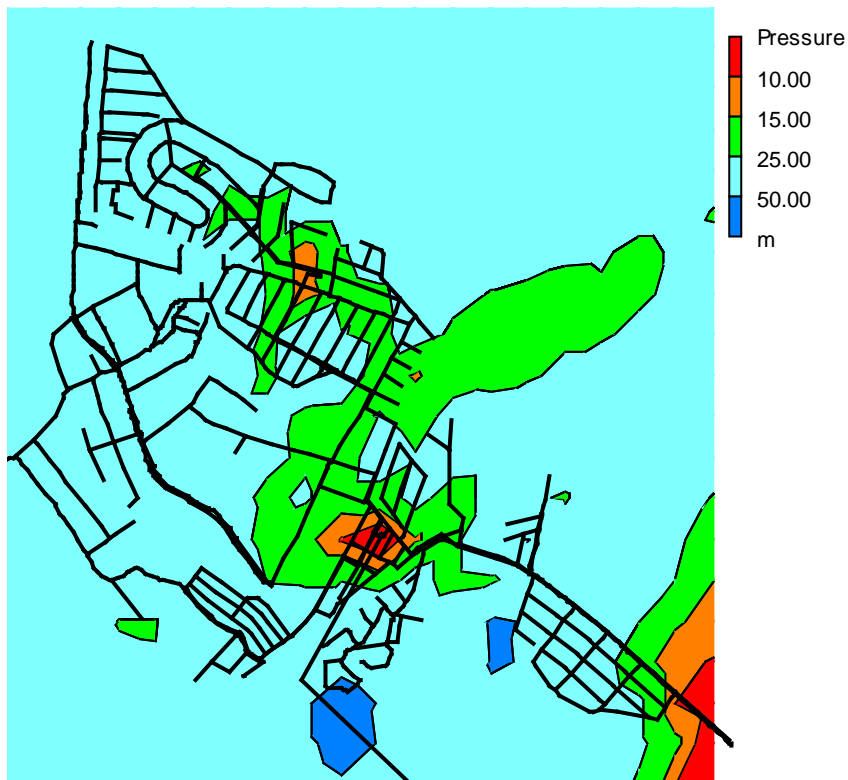


Figura 6.17: Presiones Red Tanque Cashapamba, Rediseño QMH

Con los cambios mencionados en 6.3.3. y que podemos ver en los planos anexos la Red Tanque Cashapamba tiene las presiones que podemos ver en la figura 6.17, Las presiones de menos de 10 m.c.a. se deben a que son los nodos cercanos al tanque Dolores Vega pero estos son nodos de paso no de consumo por tal razón es aceptable estas presiones, los cambios planteados son aceptables para este caso de análisis, las presiones de cada nodo se pueden ver en Anexo 33.

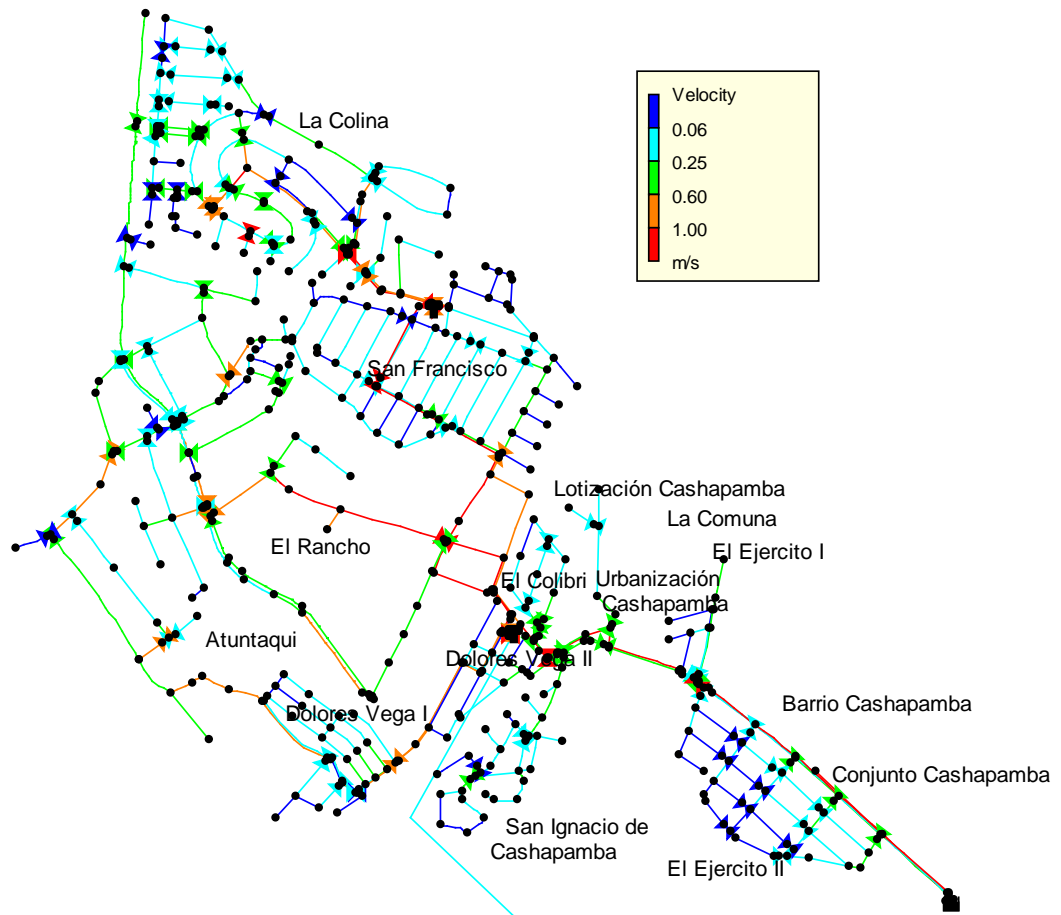


Figura 6.18: Velocidades Red Tanque Cashapamba, Rediseño QMH

Las mayores velocidades se encuentran en la tubería que va desde el Tanque Cashapamba al Tanque Dolores Vega siendo el mayor valor de 3.74 m/s entre los nodos (C-DV)14 a (C-DV)16, las velocidades de todas las tuberías las podemos ver en el Anexo 34.

### 6.3.2.2. Caudal de Incendio

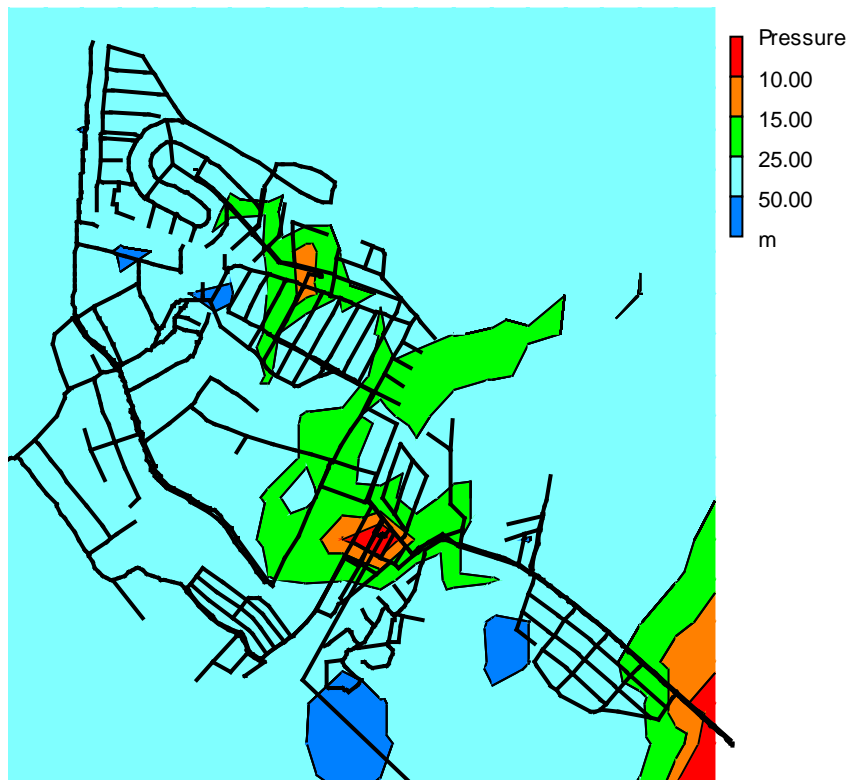


Figura 7.36: Presiones Red Tanque Cashapamba, Rediseño Qi nodo E.R.81

Con los cambios que podemos ver en el literal 6.3.3., las presiones en el nodo E.R.81 se reducen pero no son negativas, al igual que las presiones en los nodos cercanos a este.

Con los cambios que podemos ver en el literal 6.3.3., las presiones cerca al nodo E.R.94 se reducen pero no son negativas. Con estos resultados podemos decir que los cambios a la red fueron acertados y se cumple las demandas en los casos de incendio y para el caso del caudal máximo horario.

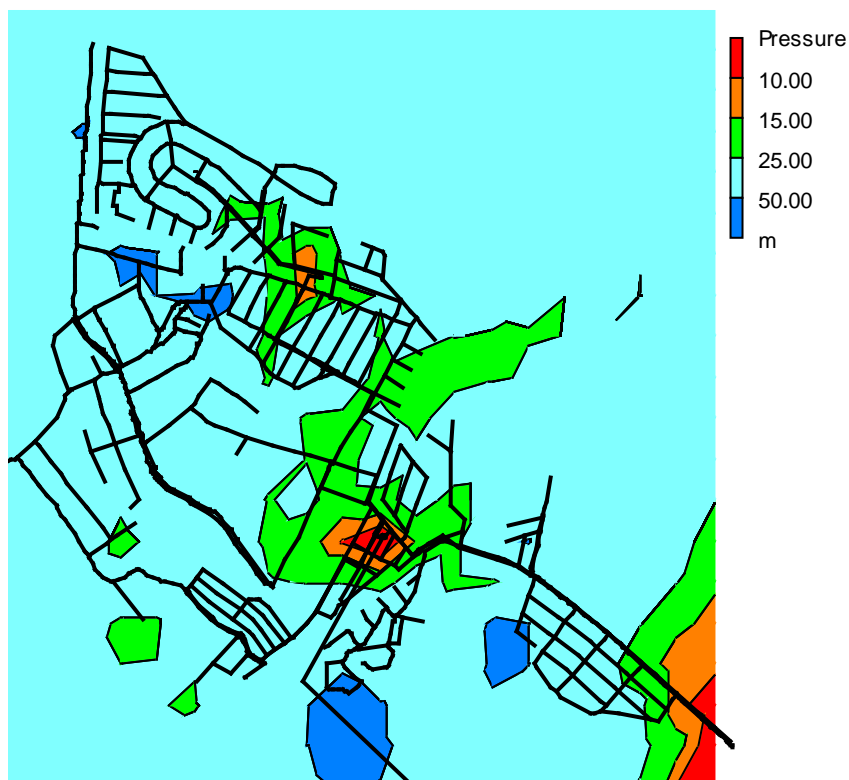


Figura 6.19: Presiones Red Tanque Cashapamba, Rediseño Qi nodo E.R.94

Las presiones de la red la podemos ver en el Anexo 35, el caso que el caudal de incendio es asignado en el nodo E.R.81, en el segundo caso de incendio el caudal es asignado en el nodo E.R.94 y las presiones se pueden ver en el Anexo 36.

### 6.3.2.2. Presupuesto Red Tanque Cashapamba

Para mejorar las presiones bajas de la red se plantea que el Conjunto el Colibrí se conecte en un nodo cotas arriba y este presupuesto lo podemos ver en el Anexo 40, para el cambio de tubería en la zona Atuntaqui el presupuesto correspondiente lo podemos ver en el anexo 39. Para las tuberías de toda la red se recomienda realizar el cambio de las mismas cuando cumplan su

periodo de vida útil, la edad de las diversas tuberías lo podemos ver en el literal 2.4.

### 6.3.2.3. Almacenamiento

#### 6.3.4.1. Red Actual

Para el cálculo del volumen de almacenamiento nos basamos en los diferentes cuadros de 3.11 que nos proporcionan los diferentes caudales de cada zona y su correspondiente población, partiendo de estos datos calculamos el volumen de almacenamiento según el literal 3.8.3, cada tanque se evaluó con su correspondiente población y demanda. El coeficiente del  $K_{max.día}$  se tomó según lo visto en el literal 3.8.1 el coeficiente medio 1,4.

Cuadro 6.3: Almacenamiento Tanque La Colina Actual

<b>TANQUE LA COLINA</b>		
<b>Población</b>	1703	hab.
<b>Qm</b>	4,75	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	6,65	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	172,41	m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	0,00	m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	0,00	m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>172,41</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

El volumen actual del tanque la colina es de 330m<sup>3</sup> es decir hay una diferencia entre la capacidad actual del tanque y el volumen requerido por lo que se considera aceptable el volumen de este tanque.

Para el Tanque Dolores Vega al pasar por este Tanque todo el caudal que va al Tanque La Colina se deberá incluir en éste el volumen de regulación



que va a La Colina más no el volumen de incendio ni el volumen de emergencia

Cuadro 6.4: Almacenamiento Tanque Dolores Vega Actual

<b>TANQUE DOLORES VEGA</b>		
<b>Población</b>	3462	hab.
<b>Qm</b>	9,99	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	13,98	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	362,47	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN SUB-TOTAL</b>	<b>362,47</b>	<b>m3</b>
<b>VOLUMEN LA COLINA</b>	172,41	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>534,88</b>	<b>m3</b>

Para el tanque Dolores Vega por servir a una población menor a 5000 habitantes se calcula el volumen de regulación un 30% del volumen consumido en un día y no se adiciona a éste el volumen de incendios tampoco el volumen de emergencia. La capacidad actual del Tanque Dolores Vega es de 500 m3, actualmente se necesita 534,88, existe un déficit de 34,88 m3 que son cubiertos por el bombeo de la Estación Selva Alegre.

Para el Tanque Cashapamba al pasar por este Tanque todo el caudal que va al Tanque La Colina y al Tanque Dolores Vega se deberá incluir en éste el volumen de regulación de los tanques antes mencionados más no el volumen de incendio ni el volumen de emergencia

Cuadro 6.5: Almacenamiento Tanque Cashapamba Actual

<b>TANQUE CASHAPAMBA</b>		
<b>Población</b>	3916	hab.
<b>Qm</b>	8,24	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	11,54	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	299,11	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN SUB-TOTAL</b>	<b>299,11</b>	<b>m3</b>
<b>VOLUMEN LA COLINA</b>	172,41	m3
<b>VOLUMEN DOLORES VEGA</b>	362,47	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>834,00</b>	<b>m3</b>

Para el Tanque Cashapamba por servir a una población menor a 5000 habitantes se calcula el volumen de regulación un 30% del volumen consumido en un día y se no se adiciona a éste el volumen de incendios y el volumen de emergencia. La capacidad actual del Tanque es 715 m3 se necesita 834 m3, habiendo un déficit de 119 m3, este déficit es actualmente cubierto por la bomba que puede ser encendida en casos de emergencia.

#### 6.3.4.2. Red Futura

Para el cálculo del volumen de almacenamiento nos basamos en los diferentes cuadros de 4.11 que nos proporcionan los diferentes caudales de cada zona y su correspondiente población, partiendo de estos datos calculamos el volumen de almacenamiento según el literal 2.8.3, cada tanque se evaluó con su correspondiente población y demanda. El coeficiente del Kmax.día se tomó según lo visto en el literal 2.8.1 el coeficiente medio 1,4

Cuadro 6.6: Almacenamiento Tanque La Colina Futuro

<b>TANQUE LA COLINA</b>		
<b>Población</b>	3138	hab.
<b>Qm</b>	9,43	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	13,20	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	342,13	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	0,00	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>342,13</b>	<b>m3</b>

El volumen actual del tanque la colina es de 330m<sup>3</sup> es decir hay una diferencia de 12,13 m<sup>3</sup> entre la capacidad actual del tanque y el volumen requerido por lo que se considera aceptable el volumen de este tanque.

Para el Tanque Dolores Vega al pasar por éste Tanque todo el caudal que va al Tanque La Colina se deberá incluir en éste el volumen de regulación que va a La Colina más no el volumen de incendio ni el volumen de emergencia

Cuadro 6.7: Almacenamiento Tanque Dolores Vega Futuro

<b>TANQUE DOLORES VEGA</b>		
<b>Población</b>	7168	hab.
<b>Qm</b>	24,47	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	34,26	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	740,05	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	133,87	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	185,01	m3
<b>VOLUMEN SUB-TOTAL</b>	<b>1058,93</b>	<b>m3</b>
<b>VOLUMEN LA COLINA</b>	342,13	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>1401,06</b>	<b>m3</b>

Para el tanque Dolores Vega por servir a una población mayor a 5000 habitantes se calcula el volumen de regulación un 25% del volumen consumido

en un día y se adiciona a éste el volumen de incendios y el volumen de emergencia. Como éste tanque tiene una bomba que le dota de 15.4 l/s se calculó su funcionamiento por doce horas el mismo que sería 665 m<sup>3</sup>, por tal razón el Volumen necesario del tanque Dolores Vega sería de 1401.06m<sup>3</sup>, actualmente tiene una capacidad de almacenamiento de 500m<sup>3</sup> y la bomba ayudaría con 665 m<sup>3</sup> teniendo un déficit de 236m<sup>3</sup>, por esta razón se podrían tener interrupciones en el servicio que se presta a los usuarios.

Para el Tanque Cashapamba al pasar por este Tanque todo el caudal que va al Tanque La Colina y al Tanque Dolores Vega se deberá incluir en éste el volumen de regulación de los tanques antes mencionados más no el volumen de incendio ni el volumen de emergencia

Cuadro 6.8: Almacenamiento Tanque Cashapamba Futuro

<b>TANQUE CASHAPAMBA</b>		
<b>Población</b>	7406	hab.
<b>Qm</b>	17,70	l/seg.
<b>K max.día</b>	1,4	
<b>QMD</b>	24,78	l/seg.
<b>VOLUMEN REGULACIÓN</b>	535,19	m3
<b>VOLUMEN INCENDIOS</b>	136,07	m3
<b>VOLUMEN DE EMERGENCIA</b>	133,80	m3
<b>VOLUMEN SUB-TOTAL</b>	<b>805,05</b>	<b>m3</b>
<b>VOLUMEN LA COLINA</b>	342,13	m3
<b>VOLUMEN DOLORES VEGA</b>	740,05	m3
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>1887,24</b>	<b>m3</b>

Para el Tanque Cashapamba por servir a una población mayor a 5000 habitantes se calcula el volumen de regulación un 25% del volumen consumido en un día y se adiciona a éste el volumen de incendios y el volumen de emergencia. Como éste tanque tiene una bomba que le dota de 10 l/s se

calculó su funcionamiento por doce horas el mismo que sería 432 m<sup>3</sup> actualmente tiene una capacidad de almacenamiento de 715m<sup>3</sup> y la bomba ayudaría con 432 m<sup>3</sup> teniendo un déficit de 740m<sup>3</sup>, por esta razón se podrían construir otro tanque de similares características que el actual.

#### **6.4. Diagnóstico Final**

Mediante la simulación de la red actual y de la red futura con las características actuales se encontraron los problemas que se tienen actualmente y los que se presentarán a futuro, adicionalmente tenemos la edad de las tuberías, con estos parametros se plantearon acciones a corto plazo necesarias que se deben cumplir para mejorar el funcionamiento y se plantean los cambios que se deben dar en la red a través del tiempo, lo podemos ver en el cuadro siguiente:

Cuadro 6.9: Diagnóstico final de la red

ZONA	SUBZONAS	EVALUACIÓN RED ACTUAL			EVALUACIÓN FUTURA CON LA RED ACTUAL	SOLUCIONES DE MEJORAMIENTO							
		EDAD TUBERIAS	CAUDAL MAXIMO HORARIO	CAUDAL DE INCENDIO	CAUDAL MAXIMO HORARIO	ACCIONES INMEDIATAS HIDRANTES			ACCIONES INMEDIATAS	ACCIONES 5 AÑOS	ACCIONES 10 AÑOS	ACCIONES 15 AÑOS	ACCIONES 20 AÑOS
			OBSERVACIONES	OBSERVACIONES		OBSERVACIONES	Mantenimiento	Cambio hidrante					
ZONA 1	BARRIO CASHAPAMBA	30 años	Presiones entre 15 - 40 m.c.a.	Presiones entre 5 - 10 m.c.a.	Presiones negativas	-	1	4	Cambio y mejoramiento de la red				
ZONA 2	LA COMUNA	20 años	Presiones altas en nodos BC 45, BC 46, BC47, BC49, BC50	Presiones Negativas	Presiones entre 5 - 20 m.c.a.	1	-	1	Mejoramiento de la red, válvula reductora de presión BC44	Cambio de red			
ZONA 3	CIUDADELA EL EJERCITO I	-	Actualmente se encuentra deshabitada	-	Presiones entre 25 - 40 m.c.a.	3							Rediseño y cambio de red
ZONA 4	URBANIZACION CASHAPAMBA	20 años	Presiones alrededor de 50 m.c.a.	-	Presiones alrededor de 50 m.c.a.	1			Mejoramiento de la red, cambio de válvula U.C.7	Cambio de red			
ZONA 5	CONJUNTO CASHAPAMBA	14 años	Presiones entre 15-20 m.c.a.	-	Presiones entre 10-20 m.c.a.	2	1				Cambio de red		
ZONA 6	LOTIZACION CASHAPAMBA	15 años	Presiones entre 20-45 m.c.a.	-	Presiones entre 20-40 m.c.a.			2			Cambio de red		
ZONA 7	CIUDADELA EL EJERCITO II	10 años	Presiones entre 15-50 m.c.a., en los nodos EJ20 y EJ21 presiones mayores a 50 m.c.a	-	Presiones entre 15-50 m.c.a., en los nodos EJ20 y EJ21 presiones mayores a 50 m.c.a.	2	1	1				Cambio de red	
ZONA 8	SAN IGNACIO DE CASHAPAMBA	6 años	Presiones entre 25-50 m.c.a., en los nodos S.I.C.9, S.I.C.12, S.I.C.13, S.I.C.16, S.I.C.17, S.I.C.18, S.I.C.19) presiones mayores a 50 m.c.a.	-	Presiones entre 25-50 m.c.a., en los nodos S.I.C.9, S.I.C.12, S.I.C.13, S.I.C.16, S.I.C.17, S.I.C.18, S.I.C.19) presiones mayores a 50 m.c.a.	7	-	-	Mantenimiento de válvulas compuerta S.I.C.11, S.I.C.14				Rediseño y cambio de red
ZONA 9	U.EL COLIBRI	8 años	Presiones bajas, menores a 10 m.c.a.	-	Presión negativa nodo Ec4, Presiones menores a 5 m.c.a.	2	-	-	Mejoramiento de la red, válvula (C-DV)11			Cambio de red	
ZONA 10	DOLORES VEGA II	10 años	Presiones entre 15 - 40 m.c.a.	No posee hidrantes	Presiones entre 15 - 40 m.c.a.	-	-	3				Cambio de red	
ZONA 11	SAN FRANCISCO	15 años	Presiones entre 15-50 m.c.a.	No posee hidrantes	Presiones entre 15-45 m.c.a.	1	-	7	Mejoramiento de la red, cambio de válvula S.F.5		Cambio de red		
ZONA 12	LOS ANGELES	15 años	Presiones altas mayores a 50 m.c.a.	-	Presiones entre 45 - 50 m.c.a.	2	-	-			Cambio de red		
ZONA 12	BARRIO EL RANCHO	30 años	Presiones altas mayores a 50 m.c.a.	-	Presiones entre 40 - 45 m.c.a.	2	-	4	Cambio y mejoramiento de la red, cambio válvula E.R.41				
ZONA 12	CALLE MACHACHI	4 años	Presiones entre 15-40 m.c.a.	No posee hidrantes	Presiones entre 15 - 25 m.c.a	-	-	3		Ampliación de la red			Rediseño y cambio de red
ZONA 13	CALLE ATUNTAQUI	15 años	Presiones entre 30-50 m.c.a.	Presiones negativas en nodos E.R.92, ER.93, E.R.94, E.R.95, E.R.101	Presiones entre 30 - 45 m.c.a	1	-	4			Cambio de red		
ZONA 13	PONCHO VERDE	30 años	Presiones entre 40-45 m.c.a.	Presiones negativas	Presiones entre 35 - 40 m.c.a	1	1	1	Cambio de red				
ZONA 14	DOLORES VEGA I	15 años	Presiones entre 35-40 m.c.a.	No posee hidrantes	Presiones entre 30 - 40 m.c.a	-	-	5			Cambio de red		
ZONA 15	LA COLINA	22 años	Presiones entre 20-45 m.c.a.	-	Presiones entre 15 - 45 m.c.a	16	5	-		Cambio de red			

Mejoramiento de la red, empate nodos:

E.R.23 - E.R.12,  
E.R.82 - E.R.24,  
E.101 - E.R.97

## **6.5. Evaluación de impacto ambiental**

Cabe señalar que si bien el desarrollo del proyecto resultado de la evaluación técnica del sistema de agua potable de Cashapamba, generará pequeños impactos ambientales negativos temporales a la población que habita en el área de influencia directa del mencionado proyecto; finalmente dado los objetivos que tiene la implementación del nuevo sistema con el cambio de nuevas redes de agua potable, generará impactos ambientales positivos de beneficio permanente para toda la población de los barrios contemplados en esta evaluación y que son parte del Cantón Rumiñahui.

Se deberá tomar medidas ambientales para mitigar potenciales impactos que se podría ocasionar en el proceso de construcción de este proyecto.

### **6.5.1. Control de la contaminación de agua en los tanques de reserva**

Se recomienda tomar las siguientes medidas. Toda la zona de influencia de los tanques deberá ser protegida de derrames accidentales o incidentales de desechos, basuras, etc., por lo que, el profesional que se encargará de la construcción de este proyecto, deberá tomar las medidas necesarias para evitar esta situación. En el caso de que este profesional vierta, descargue o riegue cualquier tipo de desechos que pudieran generar la formación de charcos, estancamientos de agua, lodazales molestia a los habitantes de la zona del proyecto, éste deberá notificar inmediatamente a la Fiscalización sobre el particular, y deberá tomar, a su costo, las acciones pertinentes y enmendar su mal accionar.

Los restos de pavimento, adoquín, hormigón simple y de excavación producto de los cortes para la instalación de las nuevas tuberías de agua potable los que deberán ser desalojados a un botadero que será determinado por la Fiscalización, previo visto bueno de las autoridades municipales.

### **6.5.2. Control de la contaminación del suelo**

Los suelos al ser sometidos a excavaciones, rellenos, inundaciones y tránsito masivo, cambiarán en su estructura y constitución originales. Se afectará así su aptitud, para el desarrollo normal y aceptable de las distintas especies vegetales por cuanto los cortes y rellenos contemplados en las distintas obras, eliminan las capas húmicas lo que puede generar un retardo en el crecimiento de la vegetación en determinados sitios de acuerdo a los resultados obtenidos en esta evaluación técnica. Adicionalmente, los movimientos de tierra producirán una mezcla, trayendo a la superficie materiales inertes del subsuelo lo que dificultará el crecimiento de las plantas

Las actividades de construcción propias del proyecto podrían potencializar deslizamientos, movimientos y migración de finos por acción eólica y arrastre por escurrimientos. Para evitar los problemas ambientales que se puedan ocasionar, se deberá tomar las siguientes medidas de control

### **6.5.3. Pendiente de taludes**

Esta medida servirá para mitigar los impactos producidos por los cortes definitivos de tierras en los diferentes frentes, considerando que esta alternativa si



bien inicialmente generará un impacto extra al causado por los cortes luego de un determinado tiempo, se logrará resultados aceptables. Con esta medida se obtendrán un mejoramiento en el control de erosión, de la estética y recuperación paisajística.

Previamente a la conformación de los taludes el contratista deberá poner a Consideración de fiscalización, el proceso constructivo, considerando la seguridad de la obra en su conjunto, la disminución de impactos temporales, el tiempo de ejecución así como el uso eficiente de la maquinaria de excavación. Control ecológico en los tanques de reserva y distribución y en la conducción y redes de distribución.

#### **6.5.4. Tanques de reserva y distribución.**

La construcción de los nuevos tanques de reserva y distribución acarreará efectos de baja intensidad durante la fase de inversión y operación. Su incidencia será de baja magnitud e intensidad.

#### **6.5.5. Línea de conducción y red de distribución**

El trazado de la línea conducción y red de distribución del proyecto se especifica que será de PVC , razón por la cual no habrá mayores afectaciones ni a propiedades ni a caminos.

#### **6.5.6. Flora y fauna**

Todas las actividades constructivas constituirán causas temporales para la modificación de hábitats, alteración mínima de la cobertura vegetal y las alteraciones relacionadas con los recursos hídricos.

#### **6.5.7. Replanteo del nuevo eje de la tubería**

A pesar de que en la evaluación técnica realizada para este proyecto en sí, como la identificación y valoración de los impactos ambientales potenciales han sido desarrollados de forma que, por un lado no afecten ni a estructuras ni a poblaciones existentes, y por otro lado proveyendo estas eventualidades, y así evitar posibles conflictos que puedan ocurrir durante la construcción.

Adicionalmente y ante situaciones adversas, el replanteo podría sugerir, con la anticipación suficiente, pequeñas variaciones del eje de la tubería para precautelar aspectos de orden ambiental que se consideren sean dignos de conservación, o evitar daños innecesarios a la población o a los servicios públicos, y proponer medidas de mitigación más a detalle en casos muy puntuales, como el cruce de cauces, o de caminos o carreteras.

#### **6.5.8. Fase de preconstrucción**

Se deberá dar y proporcionar los mecanismos necesarios para que exista una participación activa de los grupos poblacionales propietarios, y grupos interesados en el desarrollo del área a través de un compromiso pleno de

participación de éstos. El elemento de difusión y educación previsto en esta fase es: Difusión de componentes y medidas ambientales del proyecto.

#### **6.5.9. Fase de construcción**

La participación de las entidades ejecutoras del proyecto, trabajadores, comunidades inmersas, deberán incluir los siguientes elementos: Cumplimiento de las especificaciones ambientales del proyecto. Talleres sobre técnicas apropiadas para la construcción y conceptualización de los diseños de las medidas de prevención y mitigación bajo la óptica de interacción de los componentes ambientales.

#### **6.5.10. Fase de operación**

En esta fase deberá intervenir el Municipio, comunidades e instituciones interesadas en el manejo del área en estudio, propietarios, comunidades. Los programas estarán encaminados a Programa de control de tierras Programa de operación del proyecto.

#### **6.5.11. Ejecución**

Para llevar a cabo el plan de difusión y educación en las diversas fases del proyecto, la Municipalidad a través de la Dirección de Comunicación, asumirá la responsabilidad, por lo que serán los responsables directos de la ejecución del plan, de aplicar todas las estrategias y medidas necesarias, a fin de que las recomendaciones establecidas por este estudio, tengan un efecto positivo.

### **6.5.12. Matriz de Leopold**

El uso de la matriz de Leopold es describir la interacción en términos de magnitud e importancia. La magnitud de una interacción es su escala y se describe mediante la asignación de un valor numérico comprendido entre 1 y 10, donde 10 representa una gran magnitud y 1 una pequeña. Los valores próximos a 5 en la escala de magnitud representan impactos de extensión intermedia. La asignación de un valor numérico de la magnitud de una interacción debe basarse en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto.

A continuación se describen las diferentes actividades en las etapas del proyecto que se llevaron a cabo en el diseño, construcción y operación del proyecto.

#### **A. Etapa de Diseño**

A.1. Levantamiento topográfico

A.2. Estudios Hidráulicos

#### **B. Etapa de Construcción**

B.1. Aprovechamiento de Materiales

B.2. Rotura pavimentos, adoquinado

B.3. Excavaciones

B.4. Mantenimiento e instalación de hidrantes

B.5. Empates tuberías.

B.6. Redes de distribución

#### **C. Etapa de Mantenimiento y limpieza**

Cuadro 6.10: Matriz de Loepold

MED	Componentes	Factor	A. Etapa de Diseño		B. Construcción						C. Op. Y Mant.	TOTAL
			A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5	B.6	C.1	
			Levantamiento Topográfico	Estudios Hidráulicos	Aprovisionamiento de Materiales	Rotura pavimentos, adoquinados	Excavaciones	Mantenimiento e instalación hidrantes	Empates tuberías	Redes de distribución	Operaciones de mantenimiento y limpieza	
FÍSICO (ABIÓTICO)	Tierra	Suelos	/	/	/	7	4	1	2	3	/	-57
		Morfología General	/	/	/	6	3	1	2	2	/	-63
	Atmosférico	Aire	/	/	/	2	1	1	1	1	/	-13
		Ruido	/	/	/	1	2	1	1	1	/	-7
	Paisajístico	Paisaje	/	/	1	4	3	1	1	3	/	-37
	Procesos	Erosión	/	/	/	5	3	1	1	3	/	-53
BIÓTICO	Flora	Habitat de flora	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0
	Fauna	Hábitat de fauna	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0
SOCIOCULTURAL	Cultural	Estilo de vida	/	/	/	1	1	1	1	2	/	-10
	Humano	Infraestructura	/	/	/	2	2	2	1	6	/	14
		Salud	/	/	/	1	1	1	1	1	2	7
	Economía	Activades económicas	1	1	1	1	2	2	2	6	1	73
			1	1	1	2	3	5	4	7	11	-146

La importancia de una interacción está relacionada con lo significativo que ésta sea, o con una evaluación de las consecuencias probables del impacto previsto. La escala de la importancia también varía de 1 a 10 en la que 10 representa una interacción muy importante y 1 una interacción de relativa poca importancia. La asignación de este valor numérico de la importancia se basa en el juicio subjetivo de la persona.

# **CAPITULO VII**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Del análisis realizado en la red evaluada en la presente tesis se pudo comprobar que la simulación realizada por el programa es de gran ayuda para la verificación del cumplimiento de normas establecidas.

Mantener actualizado el Catastro de la red periódicamente para tener una base real del funcionamiento de la red y así evitar que la información de cambios o adecuaciones no esten disponibles.

El programa Epanet es una herramienta de modelaje que puede ser utilizada para obtener parámetros de diseño de redes de agua potable mediante simulaciones hasta generar una que cumpla con los parámetros de diseño.

El programa presenta muchas facilidades al momento de generar reportes de resultados puesto que genera representaciones gráficas didácticas y no tiene límite en el número de nodos que se ingresen al ser un programa gratuito.

El programa aparte de ser utilizado para el cálculo de redes de agua potable puede ser utilizado para el análisis de tuberías que transportan cualquier tipo de fluido, únicamente variando el peso específico y la viscosidad del fluido en las opciones de análisis del proyecto.

Se recomienda cumplir con el plan de mantenimiento de las diferentes redes en los tiempos especificados en el diagnostico final.

El sistema Cashapamba tiene zonas de bajas presiones que deben ser solucionadas ya que afectan actualmente a la población que ahí se ubica y en un futuro se tendrán menores presiones y se brindaría un servicio ineficiente.

Para mejorar el servicio del sistema Cashapamba se planteó que se enlacen dos zonas para mejorar las presiones en caso de incendio en la zona 13 de la calle Atuntaqui.

Utilizar las válvulas de compuerta de forma adecuada, Las válvula de compuerta no son convenientes para propósitos de estrangulamiento el control de flujo es difícil debido al diseño de la válvula y el flujo del líquido que golpea contra una compuerta parcialmente abierta puede causar un daño importante en la válvula.



El sistema Cashapamba se encuentra vulnerable en caso de incendio en varias zonas por no contar con hidrantes y se recomienda el mantenimiento periódico a los hidrantes existentes.

La construcción y mantenimiento de los hidrantes es de suma importancia ya que en caso de incendio el cuerpo de bomberos no podrá combatir los incendios y será afectada en gran medida la población.

Se recomienda realizar un control periódico de la calidad del agua, tomando muestras en las diferentes zonas.

Se recomienda realizar este estudio en los demás sectores de la red existente en todo el Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui.

Se recomienda cambiar los macromedidores por caudalímetros electromagnéticos y así tener la información del consumo de los sectores de una manera ordenada con las variaciones horarias, diarias, mensuales, de los usuarios. Al tener esta información se pueden detectar fugas o diversas fallas en los sectores, además se podría estimar la demanda futura mediante el crecimiento de los caudales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. IEOS, Abastecimiento de Agua Potable y Eliminación de Aguas Residuales para poblaciones de más de 1000 habitantes. Nov. (1985).
2. Sistemas de Agua Potable, recopilado por: Ing. Ms.C. Miguel Arias Osejo.
3. Código Ecuatoriano de la Construcción, Diseño de Instalaciones Sanitarias (Quinta Parte).
4. Juan Saldarriaga, Hidráulica de Tuberías Abastecimiento de Agua, Redes, Riego. Colombia. (2007).
5. Gobierno del Cantón Rumiñahui. Plan Estratégico Participativo del Cantón Rumiñahui (2002).
6. Amanco Plastigama. Manual de tuberías Plastigama (2010).
7. Guía de seguridad contra incendios (en línea), consultado 5 mar 2011, [http://www.guiadelaseguridad.com.ar/canales\\_tecnicos\\_de\\_seguridad/proteccion\\_contra\\_incendios/18-hidrantes.htm](http://www.guiadelaseguridad.com.ar/canales_tecnicos_de_seguridad/proteccion_contra_incendios/18-hidrantes.htm)
8. Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable para la EMAAP-Q. Primera edición (2009).
9. Comisión Nacional del Agua, Coyoacán, México, DF. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición (2007).
10. Environmental Protection Agency. Epanet 2 Manual de Usuario. Sep (2000).

# **ANEXOS**