

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis previa a la obtención del título de:
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO EN SUMACO-CANTÓN QUIJOS, PROVINCIA DE
NAPO.

AUTORES:
ÁNGEL FERNANDO BAUTISTA BARRERA
PEDRO FERNANDO SAMANIEGO PARRA

DIRECTOR:
JOSÉ OLGHER PÉREZ SILVA

Quito, marzo de 2015

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros Ángel Bautista y Pedro Samaniego autorizamos a la Universidad Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores

Pedro Fernando Samaniego Parra

C.C. 1500682842

Ángel Fernando Bautista Barrera

C.C. 1719417410

DEDICATORIA

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

A Dios por haberme dado la vida, salud, y demostrarme que con la humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

A mis padres Pedro Samaniego y Bolivia Parra, por su apoyo, consejos, comprensión, paciencia, amor, ayuda y por el sacrificio y esfuerzo que hicieron para darme una profesión. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, es por ello que ahora soy lo que soy es por ustedes . ¡Los quiero mucho!

A mi abuelita Luz María por ser una trabajadora imparable una mujer que con poco que le dio la vida ha construido un legado que siempre vivirá en nosotros, quien con su cariño, amor y apoyo me motivo para seguir adelante y ser un profesional. ¡Te amo mamita lucha!

A mi abuelito Vicente Samaniego que desde el cielo me cuido, me guío y me dio mucha fortaleza para culminar esta meta más.

A mis hermanas Thalía y Maricela por el apoyo y la amistad sincera que me brindan.

A mi sobrina Julieth quien vino a este mundo a darme una sonrisa.

A mi novia, Margarita, por estar a mi lado siempre apoyándome y brindándome su cariño, amor y comprensión.

A mi tía Laura y prima Rubí por su cariño y el deseo de verme triunfar.

A mis amigos de la universidad con quienes hice una amistad sincera durante toda la carrera.

Fernando Samaniego.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de mi vida, por ser la persona que ha sido luz en la oscuridad por hacer que todos mis tropiezos se han una experiencia nueva de vida, por ser la persona que siempre estuvo junto a mí por más turbias que fueran las aguas, por ser la persona que con una sonrisa me permite ver el mundo de una manera diferente, por ser una madre como ninguna.

A mi padre que quien con sus consejos ha sabido guiarme por el buen camino para culminar mi carrera.

A mis hermanas por ser una parte importante dentro de mi vida, por permitirme ser parte de sus vidas y ellas por ser parte de la mía por brindarme su apoyo incondicional en las buenas y malas.

A Camila que es el motor que me da la fuerza y capacidad para seguir superando los obstáculos cada día de mi vida personal y profesional y por la que cada día trataré de ser un mejor padre y un amigo con el que puedes contar siempre y el que velará para que tus sueños se hagan realidad.

A Matías que con sus locuras y ocurrencias me saca una sonrisa.

A mi familia en general que me ha brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en dónde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Ángel Bautista

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial:

A la Universidad Politécnica Salesiana por haberme brindado la oportunidad de ser un profesional

A mi director de tesis, Ing. Olger Pérez, por su paciencia, ayuda y conocimientos que me brindó durante la elaboración de este proyecto.

A todos y cada uno de mis profesores, por haberme transmitido sus conocimientos y su amistad.

Fernando Samaniego.

A mi director de tesis, Ing. Olger Pérez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar este proyecto con éxito

También me gustaría agradecer a mis profesores que durante toda mi carrera profesional aportaron con un granito de arena a mi formación.

Ángel Bautista

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1 MARCO TEÓRICO	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Características generales.....	2
1.2.1 Límites.....	2
1.2.2 Población y vivienda.	2
1.2.3 Servicios básicos.	2
1.2.4 Redes viales y de transportes.....	3
1.2.5 Economía.....	3
1.2.6 Identificación, descripción y diagnóstico del problema del sistema existente de agua en la parroquia Sumaco.	4
1.3 Generalidades.	5
1.3.1 Redes de distribución.	5
1.3.2 Componentes de una red.	5
1.3.2.1 Captación.	6
1.3.2.2 Tuberías.....	6
1.3.2.3 Válvulas.	6
1.3.2.4 Piezas especiales (accesorios).....	7
1.3.2.5 Hidrantes.....	7
1.3.2.6 Tanques de distribución.	7
1.3.2.7 Tomas domiciliarias.....	8
1.3.2.8 Bombas.	8
1.3.3 Fuentes de agua para abastecimientos.....	8
1.3.3.1 Aguas subterráneas.	9
1.3.3.2 Aguas superficiales.	9
1.4 Tipos de tratamientos de agua.	9
1.4.1 Componentes o impurezas a eliminar.	9

1.4.2	Parámetros de calidad.....	10
1.4.3	Grados de tratamiento de agua.	10
1.5	Tipos de sistemas de distribución de agua.....	11
1.5.1	Sistema por gravedad.	11
1.5.2	Sistemas por bombeo.	11
1.6	Redes de distribución.....	12
1.6.1	Red ramificada.	12
1.6.2	Red cerrada.....	12
CAPÍTULO II		13
2	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	13
2.1	Introducción.....	13
2.2	Características de las alternativas.	13
2.2.1	Coste.....	13
2.2.2	Aspectos ambientales.	13
2.2.3	Utilidad.....	13
2.3	Alternativas de los tipos de distribución de agua.	14
2.3.1	Alternativa 1.- por gravedad.....	14
2.3.2	Alternativa 2.- por bombeo.	15
2.4	Alternativas de los tipos de tubería.....	15
2.4.1	Materiales de la tubería.	15
2.4.2	Alternativas.	16
2.5	Alternativas de la línea de conducción.	17
2.5.1	Alternativa 1.- tubería instalada por debajo de la superficie del suelo.	17
2.5.2	Alternativa 2.- tubería instalada sobre la superficie del suelo.....	17
2.6	Alternativas de los tipos de tanques.....	18
2.6.1	Alternativa 1.- tanques de hormigón.....	18

2.6.2	Alternativa 2.- tanques plásticos.	19
2.7	Alternativas de los tipos de redes de distribución.	19
2.7.1	Alternativa 1.- por ramales cerrados.	19
2.7.2	Alternativa 2.- por ramales abiertos.	20
2.8	Soluciones adoptadas.	20
CAPÍTULO III.....		24
3	DISEÑO DEL PROYECTO	24
3.1	Trabajos de campo y estudios complementarios.	24
3.1.1	Diagnóstico del sistema de agua existente.	24
3.1.2	Análisis del agua.	25
3.1.2.1	Conclusiones.	26
3.1.3	Tipo de suelo.	26
3.1.4	Captación de agua.	26
3.1.5	Levantamiento topográfico.....	27
3.2	Bases de diseño.....	29
3.2.1	Descripción del sistema de agua por gravedad.	29
3.2.2	Trazado y montaje de la tubería.	29
3.2.3	Parámetros de diseño.....	30
3.2.3.1	Periodo de diseño.....	30
3.2.3.2	Análisis poblacional.....	30
3.2.3.3	Niveles de servicio.....	33
3.2.3.4	Caudales de diseño.....	34
3.2.3.4.1	Caudal disponible existente para el diseño.....	34
3.2.3.4.2	Dotación:	34
3.2.3.4.3	Caudal medio diario QMD :.....	35
3.2.3.4.4	Caudal máximo diario QMax. Dia :	36
3.2.3.4.5	Caudal máximo horario (QMax. Hora):	36
3.2.3.5	Datos generales del diseño.....	37

3.2.3.6 Caudales de diseño para los elementos del sistema de agua potable de la parroquia de Sumaco.....	37
3.3 Criterios generales de diseño.....	38
3.3.1 Captación.....	38
3.3.1.1 Dimensionamiento.....	39
3.3.2 Diseño hidráulico de las redes.....	47
3.3.2.1 Cálculo del diámetro de la tubería.....	48
3.3.2.2 Cálculo de la velocidad.....	48
3.3.2.3 Cálculo de la presión estática.....	49
3.3.2.4 Cálculo de la presión dinámica.....	49
3.3.2.5 Cálculo del golpe de ariete.....	49
3.3.2.6 Cota piezométrica.....	50
3.3.2.7 Diseño de la línea de conducción.....	51
3.3.2.7.1 Tramo 1 (captación – tanque de distribución).....	52
3.3.2.7.2 Tramo 2 (tanque de distribución – red conducción 1).....	54
3.3.2.7.3 Tramo 3 (red conducción 1- red de distribución).....	56
3.3.2.8 Diseño de la red de distribución.....	58
3.3.2.8.1 Cálculo de los diámetros de la red.....	58
3.3.2.8.2 Cálculo de los caudales en los nudos.....	59
3.3.3 Planta de tratamiento de agua.....	64
3.3.3.1 Método por aireación.....	65
3.3.3.2 Método por cloración.....	66
3.3.4 Volumen de almacenamiento (VA).....	68
3.3.5 Diseño del tanque de distribución.....	69
3.3.5.1 Cálculo de momentos y espesores.....	72
3.3.5.2 Cálculo de losa de cubierta.....	76
3.3.5.3 Cálculo de la losa de fondo.....	79
3.3.5.4 Distribución de la armadura.....	83
3.3.5.5 Análisis por esfuerzo cortante.....	89
3.3.6 Tomas domiciliarias.....	94
CAPÍTULO IV.....	95

4 ANÁLISIS DE COSTOS	95
4.1 Introducción.....	95
4.2 Presupuesto.....	95
4.2.1 Costos directos.....	95
4.2.2 Costos indirectos.....	96
4.2.3 Valoración de volúmenes de obra.....	96
4.2.4 Análisis de precios unitarios de los rubros.....	98
4.2.5 Análisis de costos indirectos	101
4.2.6 Total del presupuesto de la obra.....	102
4.3 Cronograma de la obra.....	102
4.4 Medidas de mitigación ambiental.....	103
4.4.1 Impacto ambiental.....	103
4.4.2 Marco legal.....	103
4.4.3 Plan de manejo ambiental.....	103
4.4.3.1 Medidas de control y mitigación de impactos ambientales	104
4.5 Especificaciones técnicas.....	106
4.5.1 Especificaciones generales de construcción.....	106
4.5.2 Especificaciones generales de líneas de conducción y distribución.....	109
4.5.3 Especificaciones técnicas de planta de tratamiento.....	110
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
LISTA DE REFERENCIA.....	113
PLANOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Contaminantes presentes y tratamientos que se utilizan para eliminar.....	9
Tabla 1.2 Parámetros de calidad del agua.....	10
Tabla 1.3 Procesos a cada grado de tratamiento.	10
Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del sistema de distribución por gravedad.	15
Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del sistema de distribución por bombeo directo. ..	15
Tabla 2.3 Alternativas de los tipos de tubería.....	16
Tabla 2.4 Valores de ponderación.....	21
Tabla 2.5 Selección de las 5 alternativas de acuerdo a su valoración más alta.....	22
Tabla 2.6 Conclusiones de porque fueron seleccionadas las alternativas para el presente proyecto.	23
Tabla 3.1 Análisis de resultados de las muestras de agua de acuerdo a INEN 2200:2008 y NTC 813.....	25
Tabla 3.2 Total de habitantes por años.....	31
Tabla 3.3 Crecimiento poblacional anual.....	32
Tabla 3.4 Niveles de servicio para sistema de abastecimiento de agua potable.	33
Tabla 3.5 Datos volumétricos de la fuente de captación existente.	34
Tabla 3.6 Dotaciones recomendadas.....	35
Tabla 3.7 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.....	35
Tabla 3.8 Datos de diseño.	37
Tabla 3.9 Valores del coeficiente C de Hazen Williams	48
Tabla 3.10 Datos para el cálculo de la línea de conducción.	52
Tabla 3.11 Cálculo del tramo captación- tanque de distribución.....	52
Tabla 3.12 Cálculo del tramo tanque de distribución – red de conducción.	54
Tabla 3.13 Cálculo del tramo (red conducción 1- red de distribución).	56
Tabla 3.14 Resultados de la selección de los diámetros.	59

Tabla 3.15 Cálculo de las áreas en m ² y ha.....	60
Tabla 3.16 Cálculo de la densidad y recomendación de la dotación.	60
Tabla 3.17 Caudales por área futura y actual.....	61
Tabla 3.18 Caudal en cada nudo en la situación actual y futuro.....	61
Tabla 3.19 Cálculos de la presiones situación actual.....	62
Tabla 3.20 Características de nudos y tuberías	64
Tabla 3.21 Dimensiones internas del tanque.....	68
Tabla 3.22 Cargas actuantes.....	72
Tabla 3.23 Datos generales de diseño del tanque de entrada.....	72
Tabla 3.24 Coeficientes (k) para cálculo de momentos de las paredes del reservorio relación largo-altura (b/a); tapa libre y fondo empotrado.	73
Tabla 3.25 Coeficientes (k) para cálculo de momentos de las paredes de reservorio relación ancho-altura (c/a); tapa libre y fondo empotrado.	73
Tabla 3.26 Resumen de los cálculos de los momentos para y = 0; b/4; b/2.	74
Tabla 3.27 Resumen de los cálculos de los momentos para y = 0; c/4; c/2.....	74
Tabla 3.28 Cálculo del espesor útil.....	78
Tabla 3.29 Datos para el cálculos de lo momentos en los extremos y centros	81
Tabla 3.30 Momentos finales.....	82
Tabla 3.31 Determinación de As y As min.....	85
Tabla 3.32 Datos para calcular As y As min., de la losa cubierta.....	86
Tabla 3.33 Datos para calcular el As y As min., de la losa de fondo.....	87
Tabla 3.34 Resumen general de datos y resultados del tanque de almacenamiento. .	93
Tabla 4.1 Volúmenes de obra proyecto Sumaco.....	96
Tabla 4.2 Valores de precios unitarios.....	98
Tabla 4.3 Costos indirectos totales.....	102
Tabla 4.4 Costo total de la obra.	102
Tabla 4.5 Componentes del presupuesto del proyecto Sumaco.....	102

Tabla 4.6 Medidas de mitigación de impactos ambientales..... 104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa geográfico de Sumaco.	3
Figura 1.2 Mal estado del tanque y la captación del abastecimiento del agua.....	4
Figura 1.3 Planta de tratamiento en mal estado.	5
Figura 1.4 Clasificación de las captaciones de agua.	6
Figura 1.5 Accesorios que se utilizan en las tuberías.....	7
Figura 1.6 Estructura del ramal y cuadro de una toma domiciliaria.	8
Figura 1.7 Sistema de distribución por gravedad.....	11
Figura 1.8 Sistema por bombeo.	11
Figura 1.9 Sistema de distribución ramificado.	12
Figura 1.10 Sistema de distribución de redes cerradas.	12
Figura 2.1 Tubería enterrada por dentro del suelo.	17
Figura 2.2 Prototipo con perfil tubular para el apoyo del tubo PVC.	18
Figura 2.3 Tanques de hormigón armados enterrado bajo el suelo.....	19
Figura 2.4 Tanques de plásticos.	19
Figura 3.1 Tanque y captación en malas condiciones sin protección.	24
Figura 3.2 Pérdidas de agua por el mal estado de la tubería.	25
Figura 3.3 Manantiales difusos a los cuales se les llamará fuente 1 y fuente 2.	26
Figura 3.4 Estación total Trimble ACU.	28
Figura 3.5 Levantamiento topográfico.	28
Figura 3.6 Línea de conducción establecida para su montaje.....	30
Figura 3.7 Proyección de crecimiento poblacional anual.	33
Figura 3.8 Tanque de captación.	39
Figura 3.9 Flujo de agua en la pared.	39
Figura 3.10 Carga disponible y pérdida de carga.....	41
Figura 3.11 Altura de la cámara húmeda.	44

Figura 3.12 Dimensionamientos de la ranuras de la canastilla.	45
Figura 3.13 Cota piezométrica.	51
Figura 3.14 Esquema del trazado de la red de distribución proyecto Sumaco.	58
Figura 3.15 Red de distribución en la situación actual.	63
Figura 3.16 Aireador de cascada tipo escalera.	65
Figura 3.17 Clorador artesanal por goteo.	66
Figura 3.18 Demostración de $P_0 = 0$ y $P_2 = \text{máxima}$	69
Figura 3.19 Fuerzas actuantes en el interior del tanque.	70
Figura 3.20 Fuerza resultante en cada pared.	71
Figura 3.21 Demostración de los momentos y espesor en la pared 1.	74
Figura 3.22 Demostración de los momentos y espesor en la pared 2.	75
Figura 3.23 Viga de la losa distribuida en sus cargas actuantes.	77
Figura 3.24 Dirección de los momentos flexionantes.	77
Figura 3.25 Losa de fondo con sus cargas distribuidas.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A. Manual de operaciones y mantenimiento.
- ANEXO B. Fotografías que constatan los estudios de campo.
- ANEXO C. Encuesta realizada de la parroquia de Sumaco 2014.
- ANEXO D. Resultados del análisis del agua por los laboratorios CENAIN.
- ANEXO E. Certificado de la realización de la topografía.
- ANEXO F. Selección del diámetro con su respectivo espesor y presión.
- ANEXO G. Catálogo de tuberías que existen en el mercado.
- ANEXO H. Catálogo de reducciones para la tubería seleccionada.
- ANEXO I. Resultados del programa WATERCAD v8i.
- ANEXO J. Valores de los coeficientes “k” para el cálculo de momentos, tapa libre y fondo empotrado.
- ANEXO K. Tablas de la selección tanto M_y y M_x , para el diseño de la losa.
- ANEXO L. Demostración de la fórmula para la obtención del diámetro.
- ANEXO M. Cronograma de la obra.

RESUMEN

El presente proyecto de graduación tiene como finalidad diseñar un sistema de distribución de agua para consumo humano en Sumaco – Quijos – Napo. El cual está constituido por cuatro capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el capítulo uno se inicia con una breve descripción de la ubicación geográfica y características de la parroquia de Sumaco.

A continuación consta de las generalidades de las cuales está compuesto un sistema de distribución de agua potable.

En el capítulo dos se plantea alternativas, basadas en el tipo de sistema de distribución de agua, tipos e instalación de la tubería, tipos de tanques y el tipo de red de distribución, de las cuales se escogen las que tienen su mejor valoración, teniendo en cuenta el costo, seguridad, contaminación y la facilidad de construcción del presente diseño.

En el capítulo tres consiste en primer lugar en el diseño de un sistema de distribución de agua potable por gravedad con una longitud de 1063.33 m y red de distribución por ramales cerrados con una longitud de 379.21 m, y un tanque de distribución de 15 m³. En segundo lugar consta de obras hidráulicas como: caja húmeda de captación y un sistema de desinfección. Este sistema brindará servicio a 22 familias y será proyectada para una vida útil de 20 años.

En el capítulo cuatro se realiza el presupuesto detallado de cada uno de los rubros y materiales, los cuales tendrán que satisfacer las necesidades económicas las instituciones públicas que lo financiarán para su construcción a futuro.

ABSTRACT

The purpose of this project is to design a system of safe water distribution in Sumaco- Quijos-Napo. Which has four chapters distributed in the following way:

In the chapter one, there is a short description about the geographical location and characteristics of Sumaco parrish. Then it has the general statements about the system of safe water distribution.

In the chapter two, some alternatives, based in the type of system of safe water distribution, the types of piping installation, types of tanks and types of system are planted. Which with the best valuation are chosen; taking into account cost, security, contamination, and the facilities of construction.

The chapter three has two sections. The first part has a design of a system of safe water distribution by gravity with 1063 meters length, a system of distribution by closed branches with 379.21 meters length and a tank distribution of 15 cubic meters. The second section consist of waterworks such as: a wet pick box and a disinfection system. This system will provide service to twenty two families and it will be designed to get a life time of twenty years.

In the chapter four a detailed budget of each ítems and materials are done, that will have to satisfy the economical needs of public institutions, which will finance its construction in the future.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

- Realizar el diseño de un sistema de distribución de agua con los parámetros de selección de los equipos y elementos correctos para el consumo de los habitantes de la parroquia Sumaco.

Objetivos específicos.

- Investigar y seleccionar los materiales adecuados que van a ser utilizados en el sistema de distribución de agua
- Seleccionar la mejor alternativa para el diseño del sistema de distribución.
- Diseñar un sistema adecuado de distribución de agua, aplicando los parámetros correctos que permitan el mejor funcionamiento del sistema.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La parroquia Sumaco del cantón Quijos de la provincia de Napo, al ser una zona rural y carente de recursos económicos, no cuenta con un adecuado sistema de almacenamiento y distribución de agua, por lo que en la actualidad la población obtiene el agua de una vertiente, la misma que es almacenada en tanques de concreto, los cuales no brindan la seguridad y salubridad, provocando la contaminación del agua en la raíz misma de su captación dando como consecuencia que no sea apta para el consumo humano, redundando en la salud de sus 149 habitantes, especialmente en la población infantil. Adicionalmente la velocidad del flujo está mal diseñada, permitiendo una lenta llegada del fluido a las viviendas ya que el proceso solo está realizado mediante gravedad, por lo cual no permite dar un buen servicio a la comunidad.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aireación: Es el proceso utilizado ya sea para mezclar, circular, o disolver aire dentro de un líquido u otra sustancia.

Análisis multicriterio cuantitativo: Es un método que permite orientar la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes.

CENAIN: es un laboratorio de análisis físico – químico y microbiológico de alimentos, aguas y afines de servicios profesionales.

Cloración al Brakpoint: Proceso de cloración de las aguas con la cantidad de cloro suficiente para producir dos efectos importantes, presencia de cloro residual libre y eliminación de nitrógeno de las aguas.

Coagulación: Proceso en el cual se agrega una sustancia al agua para cambiar el comportamiento de las partículas en suspensión.

Coefficiente de rugosidad (C): Es un coeficiente adimensional que depende de la rugosidad, grado de suciedad y diámetro de la tubería.

Coliformes totales: Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Coliformes fecales: Son microorganismos que se encuentran en tracto intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente y son eliminados a través de la materia fecal.

Cuadro: Es la parte que tiene como función el permitir la instalación de el medidor, la válvula de globo y la llave de manguera.

DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno, La DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos transcurridos 5 días y se expresa en mg de O₂/litro.

Decantación: Se utiliza para separar mezclas heterogéneas, que pueden estar conformadas por una sustancia líquida y una sólida, o por dos sustancias líquidas.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

Esfuerzo cortante: Fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

Ferro cemento: Tipo especial de hormigón armado constituido por una mezcla de cemento, arena y agua, reforzada con capas de malla ferro cemento.

Floculación: Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Freáticas: Es una acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo.

Hermeticidad: Prueba que se realiza a ductos y tanques que transportan o almacenan hidrocarburos en forma líquida o gaseosa, con la finalidad de verificar que no presenten fugas.

Hipoclorador: Es una bomba dosificadora de químicos que alimenta una solución de hipoclorito de calcio al sistema.

Hipoclorito de calcio: Es utilizado en tratamiento de aguas por su alta eficacia contra bacterias, algas, moho, hongos y microorganismos peligrosos para la salud humana.

HYDRANDEPTS: Suelos bien drenados con alto contenido de agua.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo

Materiales aglutinantes: Son aquellos elementos que sirven para unir o pegar en las construcciones y llevan a cabo su cometido mediante reacciones químicas en presencia de agua y aire.

Microbiológicas: Es la ciencia encargada del estudio y análisis de los microorganismos, seres vivos pequeños no visibles al ojo humano.

Mx: Momento en el plano x.

My: Momento en el plano y.

Osmosis: Proceso por el cual se da paso a moléculas de agua a través de una membrana semipermeable entre dos regiones de diferente concentración.

Partículas coloidales: partículas de muy bajo diámetro que son responsables de la turbidez o del color del agua superficial. Debido a su muy baja sedimentación la mejor manera de eliminarlos es por los procesos de coagulación-floculación.

Patógenos: Son aquellos elementos o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal.

pH: Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución; el pH indica la concentración de iones hidronio presentes en determinadas disoluciones.

Ponderación: Cuidado, consideración, peso y cuidado con que se dice una cosa.

Presión dinámica: Se puede decir que cuando los fluidos se mueven en un conducto, la inercia del movimiento produce un incremento adicional de la presión estática al chocar sobre un área perpendicular al movimiento.

Ramal: Es la parte que tiene como función la conducción del agua de la tubería de la red de distribución hacia la instalación hidráulica intra-domiciliaria

Recuento total de aerobios mesófilos: Son todas aquellas bacterias aerobias o anaerobias capaces de crecer en condiciones intermedias de temperatura y humedad.

SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua.

Sinópticas: Conjunto de medidas de diferentes variables meteorológicas que se realizan a nivel de superficie a determinadas horas, cuyos fines son contribuir a la elaboración de la predicción meteorológica de la zona y la climatología del lugar.

Subálveas: Agua que se encuentra en los interiores del terreno, que está debajo del álveo de corrientes mayores de agua como en un río, que se va acumulando con el largo paso del tiempo.

WATERCAD V8i: Es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión.

INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene una descripción detallada de los estudios y diseño que se realizará para dotar de agua a la parroquia de Sumaco, basándose en las Normas de diseño de sistemas de Agua potable INEN y SENAGUA, las cuales han sido complementadas por las consideraciones que establece el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Siendo el agua el elemento vital para la supervivencia de los seres vivos y de la naturaleza, por tal motivo el ser humano en comunidades organizadas deben poseer los servicios básicos como lo es el abastecimiento de agua.

La comunidad de Sumaco, es una población que se dedica a la agricultura y ganadería siendo esta su principal fuente de ingresos. En los últimos años se ha visto en la problemática del mal servicio y mala calidad de agua y por ende en la salud de los pobladores, trayendo consigo enfermedades intestinales perjudiciales.

Por eso la necesidad de diseñar un sistema de agua para consumo humano en la parroquia de Sumaco, el cual constará con todos los parámetros de seguridad, calidad e infraestructura que servirá para una vida útil de 20 años. El diseño estará compuesto de dos elementos fundamentales para dar un buen servicio los cuales son: el trazado de la red y el diseño de la misma y para ello hay que realizar los estudios topográficos, población actual, futura, y para de esta manera realizar un buen diseño que permita satisfacer las necesidades de los pobladores.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción.

La parroquia Sumaco se encuentra localizada en el Ecuador, Provincia de Napo, Cantón Quijos. Sumaco fue fundada en el año de 1930 con la llegada de los colonos, comenzando desde ese tiempo la actividad en la comunidad. El 19 de septiembre de 1998 la parroquia forma parte del Cantón Quijos con su nombre Sumaco.

El cantón Quijos se encuentra dividido en 6 parroquias, 1 urbana y 5 rurales siendo Sumaco una parroquia rural. Ubicada en el mapa con el número 5 con una superficie de 305.25 Km² (figura 1.1).

1.2 Características generales.

1.2.1 Límites.

La parroquia Sumaco está comprendida entre los siguientes límites: **Al norte** con el cantón Chaco, **Al Nor-Oeste** con la parroquia de San Francisco de Borja, **Al Oeste** con la Parroquia de Baeza, **Sur-Oeste** con la parroquia de Cosanga, **Sur** con el Cantón Archidona, y **Al Sur Este:** con la provincia de Orellana (figura 1.1).

1.2.2 Población y vivienda.

La población de la parroquia cuenta con 158 habitantes en la actualidad distribuida entre 136 adultos y 22 Niños. De acuerdo a la encuesta realizada por los estudiantes del proyecto de grado y autoridad de la parroquia. **Anexo C.**

En vivienda Sumaco tiene 27 casas, 8 de hormigón, 15 de madera y 4 mixtas siendo 21 casas propias, 3 arrendadas y 3 prestadas. En general las viviendas de la parroquia de Sumaco son privadas e individuales, las viviendas prestadas son públicas. **Anexo C.**

1.2.3 Servicios básicos.

La parroquia actualmente cuenta con servicios básicos inadecuados como: agua potable y alcantarillado sanitario. El agua consumida por los habitantes no tiene un

tratamiento correcto provocando un agua contaminada. Así mismo al no contar con un buen alcantarillado sanitario teniendo este una descarga directa al río Quijos, incrementa la contaminación principal del río del cantón. De igual forma la parroquia no cuenta con un alcantarillado pluvial. Teniendo como resultados inundaciones en sus calles principales en épocas de inviernos.

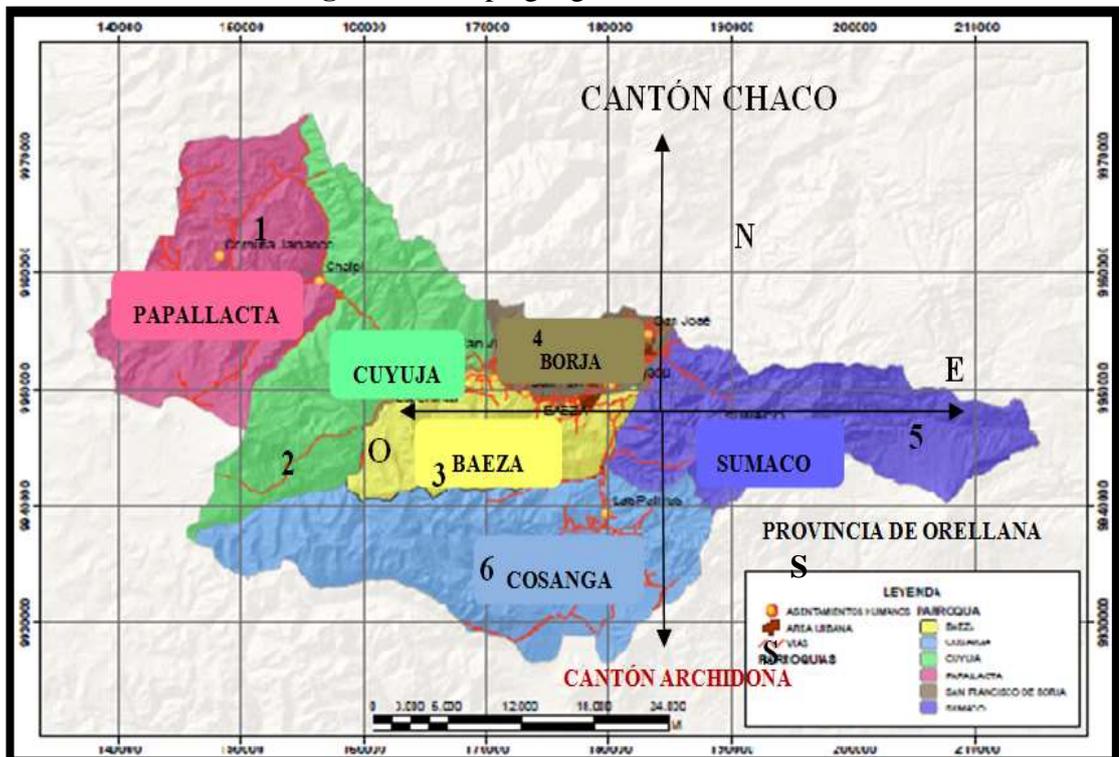
1.2.4 Redes viales y de transportes.

La parroquia Sumaco cuenta con dos vías de acceso de segundo orden la primera ingresa por la parroquia de San Francisco de Borja que tiene una distancia de 5 kilómetros. La segunda vía se encuentra ubicada entre la parroquia de Borja y la parroquia de Sardinas perteneciente al Cantón Chaco que tiene una distancia de 1.5 kilómetros. Estas dos vías de acceso tienen un ancho de 5 m, son lastradas y en la actualidad se encuentran en muy malas condiciones.

1.2.5 Economía.

En esta parroquia predominan las actividades agropecuarias generalmente en un 71.44 % en la ganadería y un 28.56 % en la agricultura. Obteniendo de esta manera ingresos que son utilizados como sustento de la familia.

Figura 1.1 Mapa geográfico de Sumaco.



Fuente: Silva, 2012, p. 10.

1.2.6 Identificación, descripción y diagnóstico del problema del sistema existente de agua en la parroquia Sumaco.

La mayor parte del Ecuador se ve involucrado en problemas de desarrollo social para todas sus parroquias, en especial en el consumo de agua potable, y una de las parroquias que más necesita es Sumaco, ya que todos los habitantes no cuentan con un sistema de distribución de agua que sea de buena infraestructura y calidad para ser consumible.

Debido a este problema, los moradores de Sumaco sufren de problemas de salud, teniendo como consecuencia enfermedades gastrointestinales por motivos de una mala infraestructura en la captación, y almacenamiento (tanques), además de no contar con un buen sistema provocando esto un desperdicio del recurso hídrico.

La Junta Parroquial de Sumaco por medio de la Universidad Politécnica Salesiana ha realizado un convenio, definiendo como prioridad realizar el diseño y estudio de un sistema de distribución de agua para consumo humano en la parroquia.

El sistema actual de abastecimiento de agua de la parroquia no cuenta con una buena estructura y con las normas que regulen los parámetros de salubridad para la dotación permitiendo el mal consumo de esta agua para la población. Teniendo una captación en muy malas condiciones (figura 1.2).

Figura 1.2 Mal estado del tanque y la captación del abastecimiento del agua.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Adicionalmente la parroquia cuenta con una planta de tratamiento de agua que no ha estado en funcionamiento durante 12 años debido a una serie de problemas y dificultades.

Uno de los problemas fue el consumo de energía, su costo era muy elevado así como el de su mantenimiento y del tratamiento (figura 1.3).

Figura 1.3 Planta de tratamiento en mal estado.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Debido a todos estos problemas de economía, contaminación entre otros justifica la realización de este proyecto de grado que servirá para la parroquia de Sumaco, permitiendo abastecer de una buena infraestructura y un sistema adecuado que cuente con todos los parámetros de calidad garantizando el consumo de agua en buenas condiciones para los habitantes de Sumaco.

1.3 Generalidades.

1.3.1 Redes de distribución.

Una red de distribución es un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar a la toma domiciliaria o hidrantes públicos.

La red debe suministrar este servicio durante todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad adecuada y a una presión correcta de servicio. De esta manera proporcionando el agua a las personas para su consumo doméstico, comercial, e industrial.

1.3.2 Componentes de una red.

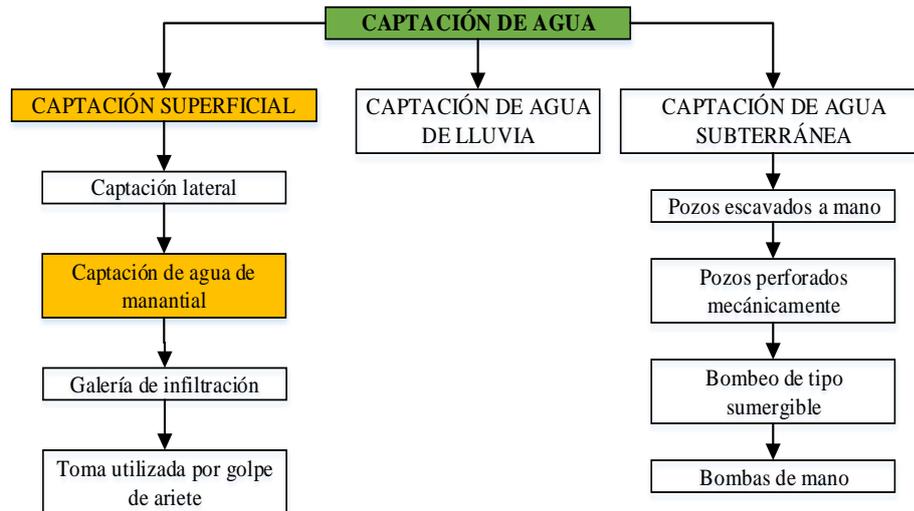
Una red de distribución de agua para consumo humano generalmente se compone de:

1.3.2.1 Captación.

Captación se entiende al punto o puntos de origen de las aguas para ser utilizadas como abastecimiento y de esta manera ser utilizadas para consumo humano.

Las captaciones se clasifican de la siguiente manera tal y como esta detallada en la (figura 1.4), a continuación:

Figura 1.4 Clasificación de las captaciones de agua.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

1.3.2.2 Tuberías.

Se llama así al conjunto compuesto por dos o más tubos que cumplen la función de transportar varios fluidos.

Para la selección de las tuberías intervienen características como: durabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia mecánica, una buena conducción de fluido, fáciles conexiones, y una buena renovación de agua (mejor calidad de agua).

1.3.2.3 Válvulas.

Son dispositivos mecánicos que se utilizan para disminuir, desconectar, conectar, regular, modular o aislar, abrir y cerrar una gran cantidad de fluidos siendo líquidos o gases. Pueden ser accionadas automáticamente o manualmente. Las válvulas pueden ser clasificadas de acuerdo a su función en dos categorías:

1. Aislamiento o seccionamiento: son utilizadas para separar o cortar el flujo. Siendo de compuerta, mariposa, y asiento (cónica o esférico, cilíndrico).

2. Control: son utilizadas para regular el gasto o la presión. Siendo de Altitud, Admisión, Expulsión de aire, Controladoras de presión, Globo, Retención (check), y de vaciado (de desagüe).

1.3.2.4 Piezas especiales (accesorios).

Accesorios son todos aquellos que permiten realizar cambios en la tubería como uniones con diferentes diámetros de tubería, cambios de dirección e intersecciones.

Los accesorios son generalmente fabricados de: polietileno, PVC, concreto presforzado, hierro fundido y acero. En la (figura 1.5), nos indica los diferentes accesorios que se utilizan en las tuberías para agua.

Figura 1.5 Accesorios que se utilizan en las tuberías.



Fuente: Quoteimg.com/accesorios-polietileno, 2014, p. 2.

1.3.2.5 Hidrantes.

El hidrante es un equipo diseñado para proporcionar una gran cantidad de agua. Que permite la conexión de mangueras en casos de incendios.

1.3.2.6 Tanques de distribución.

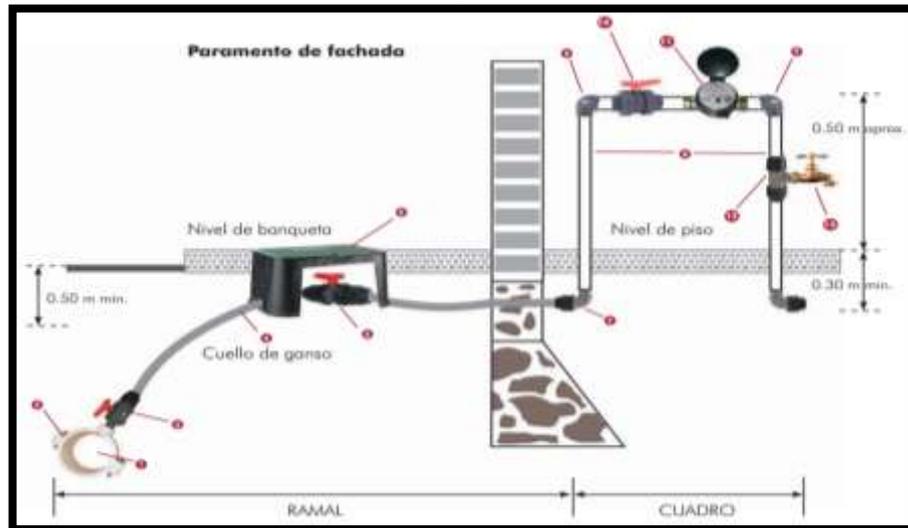
Los tanques de agua son un elemento primordial en un sistema de distribución. Estos tanques están situados generalmente entre la captación y la red de distribución teniendo como objetivo almacenar el agua para su uso.

Los tanques de agua desde su punto de vista de localización pueden ser: enterrados (subterráneos), apoyados sobre superficies del suelo y elevados. Los tanques generalmente se construyen de: ferro cemento, hormigón armado, metálicos, fibra de vidrio y otros.

1.3.2.7 Tomas domiciliarias.

Son el conjunto de piezas, accesorios y tuberías que permiten conducir y abastecer de agua hacia las tomas intra domiciliarias del usuario, constituida por dos elementos básicos que son: el ramal y el cuadro (figura 1.6).

Figura 1.6 Estructura del ramal y cuadro de una toma domiciliaria.



Fuente: Catálogo técnico Cepex Tomas domiciliarias, 2008, p. 25.

1.3.2.8 Bombas.

Son dispositivos que se encargan de extraer, elevar o impulsar fluidos de un lugar a otro por medio de tuberías, accesorios, entre otros.

Las bombas más frecuentemente utilizadas en un sistema de agua son:

- ❖ Las bombas centrífugas horizontales: bombas monobloc, bombas de silla y bombas de caja partida horizontal.
- ❖ Las bombas centrífugas verticales y,
- ❖ Las bombas sumergibles.

1.3.3 Fuentes de agua para abastecimientos.

Para realizar un correcto consumo de agua se debe contar con las fuentes correspondientes las cuales deben tener dos aspectos fundamentales que son:

- 1.) Buena capacidad de suministro.
- 2.) Condiciones de sanidad o calidad del agua para su mejor consumo.

Las fuentes de agua se clasifican en: aguas superficiales y aguas subterráneas.

1.3.3.1 Aguas subterráneas.

El agua subterránea es un recurso vital que es utilizada para la industria, agricultura y consumo humano. Pero también tiene una desventaja que no es de muy buena calidad. Pero es menos contaminante que las de tipo superficial.

Las aguas subterráneas se dividen en: Profundas, Sub superficiales: Freáticas, Subálveas

1.3.3.2 Aguas superficiales.

Son más susceptibles a la contaminación. Sus caudales y propiedades físico-química son variables a escalas estacionales e incluso también a sinópticas.

Estas aguas superficiales se dividen en: pluviales, fuentes, manantiales, ríos, lagos y embalses.

1.4 Tipos de tratamientos de agua.

Los tratamientos para potabilizar el agua se clasifican de acuerdo ha:

- Los componentes o impurezas a eliminar.
- Parámetros de calidad.
- Grados de tratamientos de agua.

1.4.1 Componentes o impurezas a eliminar.

En la tabla 1.1, se verifica los componentes a eliminar y de acuerdo a eso se utiliza el tratamiento.

Tabla 1.1 Contaminantes presentes y tratamientos que se utilizan para eliminar.

Tipo de contaminante	Operación unitaria
Sólidos Gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación + Floculación + Decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia Orgánica	Afino con carbón activo
Amoniaco	Cloración al Breakpoint
Gérmenes Patógenos	Desinfección
Metales no deseados (Fe, Mn)	Precipitación por oxidación
Sólidos disueltos (Cl-, Na+, K+)	Ósmosis Inversa

Fuente: Romero, 2014, p. 4.

1.4.2 Parámetros de calidad.

En la tabla 1.2, se observa los parámetros de calidad de agua que establecen las normas para agua potable. Sabiendo que si uno de estos parámetros sobrepasa en una muestra de agua se debe implementar un tratamiento adecuado para eliminar cualquiera de ellos que tenga más contaminación.

Tabla 1.2 Parámetros de calidad del agua.

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
pH	-	(6.5-8.5)	(5.5-9)	(5.5-9)
Color	UTC	20	100	200
Sólidos en Suspensión	mg/l	(25)	-	-
Temperatura	°C	25	25	25
Conductividad a 20 °C	S/cm	(1000)	(1000)	(1000)
Detergentes	Lauril Sulfato	0.2	0.2	0.5
Plaguicidas Totales	mg/l	.001	.0025	.005
DQO	mg/l O2	-	-	30
Oxígeno disuelto	% Saturación	70	50	30
DBO5	mg/ O2	3	5	7
Coliformes totales 37 °C	100 ml	50	5000	50000
Coliformes fecales	100 ml	20	2000	20000

Fuente: Romero, 2014, p. 5.

1.4.3 Grados de tratamiento de agua.

De igual forma en la tabla 1.3, se encuentra los tipos de grados y de acuerdo a su grado se utiliza el tratamiento.

Tabla 1.3 Procesos a cada grado de tratamiento.

Grado de tratamiento	Composición del tratamiento	Descripción
Tipo A1	Tratamiento físico simple + Desinfección	Filtración rápida + Desinfección
Tipo A2	Tratamiento físico normal + Tratamiento químico + Desinfección	Precloración + Coagulación/Floculación + Decantación + Filtración + Desinfección
Tipo A3	Tratamiento Físico y Químico intenso + Afino + Desinfección	Cloración al Breakpoint + Coagulación/Floculación + Decantación + Filtración + Afino con Carbón Activo + Desinfección

Fuente: Romero, 2014, p. 5.

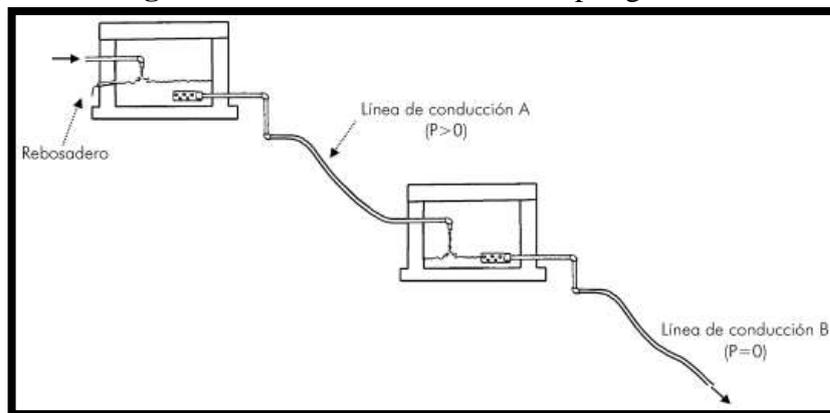
1.5 Tipos de sistemas de distribución de agua.

Existen dos tipos de sistema que son los más utilizados en el área:

1.5.1 Sistema por gravedad.

La distribución de agua por gravedad se aplica cuando la captación o el tanque de almacenamiento se encuentran en un nivel superior a la red de distribución y que garantice presión suficiente en toda la red para tener una buena presión de líquido (figura 1.7).

Figura 1.7 Sistema de distribución por gravedad.

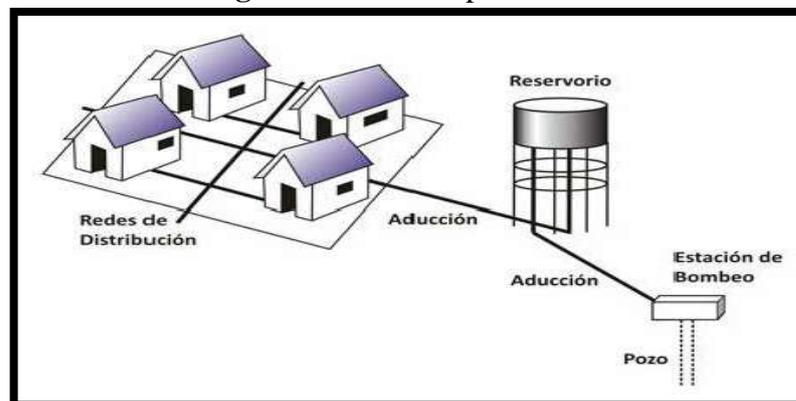


Fuente: Marinof, 2001, p. 41.

1.5.2 Sistemas por bombeo.

La distribución por bombeo se aplica cuando la ubicación de la captación o tanque de almacenamiento no garantiza presión suficiente en toda la red, por lo que es necesario utilizar dispositivos y equipos como bombas que impulsan el agua a través de la red y con eso tener una buena presión de agua (figura 1.8).

Figura 1.8 Sistema por bombeo.



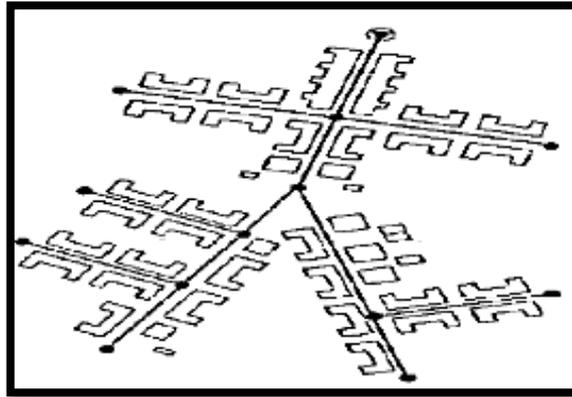
Fuente: hidráulica.blogspot, 2014.

1.6 Redes de distribución.

1.6.1 Red ramificada.

Los sistemas de red ramificada se usan generalmente solo para abastecimientos públicos de poca capacidad. Esta red puede tener o no tener ninguna conexión domiciliaria. El diseño de la red ramificada es directo. En este caso se determina fácilmente la dirección y el flujo de agua en todas las tuberías (figura 1.9).

Figura 1.9 Sistema de distribución ramificado.

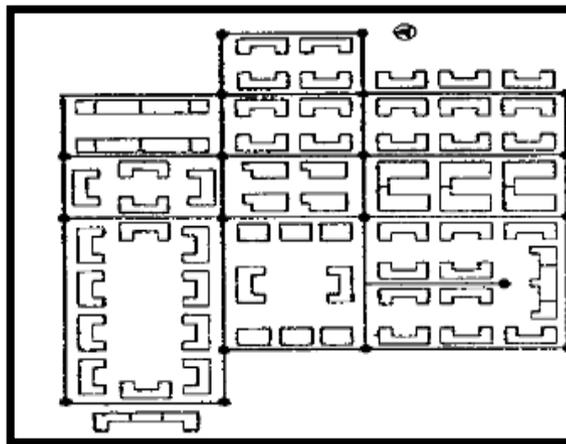


Fuente: bvsacd, p. 290.

1.6.2 Red cerrada.

Para sistemas de distribución más grandes son utilizadas las de red cerrada. En estos sistemas no se puede determinar el flujo y la dirección del agua correctamente debido a que cada tubería secundaria se alimenta desde dos lados. En estas redes si se puede hacer conexiones domiciliares ya que son más utilizadas para abastecimientos de agua en zonas urbanas y rurales (figura 1.10).

Figura 1.10 Sistema de distribución de redes cerradas.



Fuente: bvsacd, p. 290.

CAPÍTULO II

2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1 Introducción.

En este Proyecto se ha dado especial importancia a tres aspectos concretos, tomados en cuenta por el G.A.D. Parroquial de Sumaco, que son: minimizar el impacto ambiental causado por la obra; minimizar los costes de construcción y posibilidad real de obtención de los materiales empleados; y finalmente minimizar el coste de mantenimiento (utilidad).

2.2 Características de las alternativas.

Para tomar la decisión más acertada entre las alternativas descritas a continuación, se realizará una selección de alternativas basado principalmente en tres características que son: su coste, el impacto ambiental y finalmente su utilidad.

2.2.1 Coste.

El costo es fundamental en todo proyecto por lo que se realiza un análisis sobre el costo de adquisición de los materiales, cantidad a utilizar y facilidad de transporte lo cual es importante para la selección de los mismos.

2.2.2 Aspectos ambientales.

Los aspectos ambientales son fundamentales en todo proyecto, lo que se quiere es disminuir el impacto en áreas verdes y pastizales que son ocupados en su mayoría por la comunidad tanto en la agricultura como en la ganadería de la zona, lo que se desea también realizar es un proyecto integral con el entorno natural ya que con este proyecto se quiere potenciar la actividad turística de la zona por medio de la implementación de un sistema eficiente de distribución de agua.

2.2.3 Utilidad.

Dentro de este planteamiento se realiza un análisis sobre el tipo de materiales a ser utilizados, ya que estos deben resistir las presiones hidrostáticas y la agresividad del agua que transportará teniendo en cuenta los costos de adquisición, colocación y

facilidad de transporte. También se tomarán en cuenta que todos estos elementos actúan directamente en el servicio, vida útil y eficiencia del sistema de abastecimiento de agua aumentando a su vez los costos de mantenimiento y teniendo repercusiones en la población.

2.3 Alternativas de los tipos de distribución de agua.

Este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de distribución de agua, que proporcione a los habitantes de la parroquia Sumaco con un servicio eficiente el cual cumpla con todas las normas técnicas como la captación, conducción, tratamiento y almacenamiento de recursos hídricos para convertirlos en agua potable y sistema de distribución hacia los usuarios mediante redes de tuberías o medios alternativos que a su vez mejoraran las condiciones de vida de los habitantes de esta parroquia.

Estos son sistemas diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso establecido para el proyecto. Para ello se han desarrollado tres alternativas de entre las cuales se escogerá la mejor según los criterios presentados más adelante.

2.3.1 Alternativa 1.- por gravedad.

La primera alternativa consiste en un sistema de distribución por gravedad donde el agua se conduce hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población (figura 1.5). Con este sistema se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio a los usuarios. Este es el método más confiable que se puede utilizar ya que se dispone de cotas de terreno suficientemente altas para la ubicación del tanque, para asegurar las presiones requeridas en la red. Las fuentes de abastecimiento son agua subterráneas estas afloran a la superficie como manantiales y estas son captadas a través de galerías filtrantes.

En este tipo de sistema la desinfección no es muy exigente ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica. El sistema por gravedad sin tratamiento tiene una operación bastante simple, sin embargo requiere un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento.

En la tabla 2.1, se observa un resumen de las ventajas y desventajas que presenta esta alternativa.

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del sistema de distribución por gravedad.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento. • Requerimiento de operación y mantenimiento reducidos. • No requiere un operador especializado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por su origen el agua puede contener un alto contenido de sales disueltas.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

2.3.2 Alternativa 2.- por bombeo.

La segunda alternativa consiste en un sistema de distribución por bombeo directo a la red con excedencias a tanques de regulación. Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario (Q_{mh}) en el día de máxima demanda. Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua.

En la tabla 2.2, se observa el resumen de las desventajas y ventajas, que presenta esta alternativa.

Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del sistema de distribución por bombeo directo.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Desinfección poco exigente. • Menor riesgo a contraer enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere personal especializado para operar y mantener el sistema de bombeo. • Mayor inversión para su implementación y mayor costo de servicio eléctrico. • Falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

2.4 Alternativas de los tipos de tubería.

2.4.1 Materiales de la tubería.

Las tuberías comúnmente usadas en sistemas de distribución de agua son de hierro fundido (HF), policloruro de vinilo (PVC). A veces se selecciona el acero galvanizado (A) debido a su elasticidad, para situaciones en las que se espera el hundimiento de las tuberías. Los factores que influyen en la selección del material son el costo, la disponibilidad de diferentes tipos de tubería y la vida útil, la presión señalada en el sistema de distribución, la corrosividad del agua y del terreno en el

que se va a colocar las tuberías y condiciones tales como sobrecarga de tráfico, proximidad a líneas de desagüe y áreas residenciales muy pobladas.

2.4.2 Alternativas.

En la tabla 2.3, se observa las características, ventajas y desventajas de las tres alternativas de tuberías que se proponen para su selección.

Tabla 2.3 Alternativas de los tipos de tubería.

Alt.	Tipo de tubería	Características
1	Tubería de hierro fundido (HF)	<p>Los diámetros comerciales son: de 6 pulg., hasta 48 pulg., y su largo es de 4 m., hasta 6 m. Soporta presiones de 350 psi</p> <p>Ventajas:</p> <p>1) Puede durar más de 100 años en servicio bajo condiciones normales de operación. No tiene problemas de corrosión.</p> <p>Desventajas:</p> <p>1) Es reemplazada ya por la tubería dúctil. 2) La tubería se puede encamisar con polietileno</p>
2	Tubería de policloruro de vinilo (PVC)	<p>La tubería de PVC, es el mejor aliado en el ahorro de recursos hídricos. Es un polímero derivado del gas natural o petróleo. Es fabricada por extracción de los componentes, la resina de policloruro de vinilo. Tiene resistencia mecánica, al impacto y ambientes agresivos. Su fortaleza ante la abrasión es de (1.4 g/cm³). Tiene un gran variedad de dimensión de diámetro que van desde los 16 a 500 mm.</p> <p>Ventajas:</p> <p>1) Su vida útil oscila entre 15 y 100 años. 2) Es totalmente inmune a la corrosión y su material no se altera químicamente mejor permanece intacto. 3) Los desinfectantes que contiene el agua, no ataca a la pared interior del tubo, lo cual mantiene inalterada su vida útil. 4) Es un material inerte frente a todas las sustancias químicas de la naturaleza. 5) Es más económico.</p> <p>Desventajas: Altamente inflamable.</p>
3	Tubería de acero galvanizado	<p>Es un tubo recubierto interior y exteriormente al caliente con 98% de zinc.</p> <p>Los diámetros comerciales de 2.5; 3; 3.5; 4; 5; 6; 8; 10 pulg.</p> <p>El propósito del recubrimiento de la tubería es disminuir la corrosión.</p> <p>Presiones máximas de 10.5 kg/cm² y 21.2 kg/cm²</p>

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

2.5 Alternativas de la línea de conducción.

Son los tramos de tubería y de pequeñas estructuras que conducen el agua desde la captación hasta el reservorio. La tubería a utilizar es PVC por las características anteriormente mencionadas. Pero esta tubería tiene que estar protegida de las acciones físicas y mecánicas del ambiente por lo que se ha tomado en consideración algunas alternativas a utilizar, tomando en cuenta costo, características del suelo y su aplicación diaria dentro de la comunidad. Para ello se han desarrollado dos alternativas de entre las cuales se escogerá la mejor según los criterios presentados más adelante.

2.5.1 Alternativa 1.- tubería instalada por debajo de la superficie del suelo.

La primera alternativa consiste en enterrar la tubería de PVC (figura 2.1), ya que es un material químicamente inerte frente a todas las sustancias químicas de la naturaleza sin correr riesgo y sin la necesidad de poner recubrimientos de protección, con el consiguiente ahorro que supone. Este material nos evita el problema de la degradación, lo que evita fugas de agua o filtración de sustancias al interior de la misma que podrían alterar la calidad y pureza del agua.

Figura 2.1 Tubería enterrada por dentro del suelo.



Fuente: Ramonmoncho89.blogspot, 2009, p. 1.

2.5.2 Alternativa 2.- tubería instalada sobre la superficie del suelo.

La segunda alternativa consiste en construir bases de concreto sobre las cuales se ubicaran una estructura metálica compuesta por unos perfiles dispuestos longitudinalmente donde reposara la tubería de PVC. Dichos perfiles son muy resistentes y transmiten la fuerza a la cimentación (figura 2.2).

Esto indica un alto costo de instalación y mantenimiento anticorrosivo de las estructuras a lo largo de la línea de distribución, también el exponer la tubería a la acción de la radiación solar es muy perjudicial en un sistema de distribución de agua.

Figura 2.2 Prototipo con perfil tubular para el apoyo del tubo PVC.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

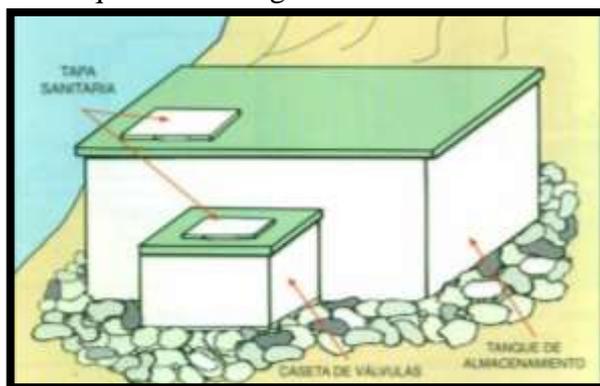
2.6 Alternativas de los tipos de tanques.

Los tanques son sistemas diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados están hechos para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presiones internas relativamente altas o bajas, estos son utilizados para el almacenamiento y abastecimiento de agua para grandes y pequeños asentamientos poblacionales. Para ello se han desarrollado dos alternativas de entre las cuales se escogerá la mejor según los criterios presentados más adelante.

2.6.1 Alternativa 1.- tanques de hormigón.

La primera alternativa se observa en la (figura 2.3), que consiste en un tanque de hormigón armado rectangular que se construirá sobre el nivel del suelo. Estos tanques se emplean preferentemente cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación. La ventaja principal de los tanques es que protegen el agua de las variaciones de temperatura y ofrecen una perfecta adaptación al entorno y costo es aceptable.

Figura 2.3 Tanques de hormigón armados enterrado bajo el suelo.



Fuente: Agua potable en zonas rurales, 2001, p. 22.

2.6.2 Alternativa 2.- tanques plásticos.

La segunda alternativa se observa en la (figura 2.4), que consiste en la instalación de un tanque plástico los cuales tienen una estructura liviana que sirve para almacenar cualquier tipo de líquido, el plástico usado debe tener algunos recubrimientos de materiales como polietileno o fibras resistentes que ayuden a contrarrestar las presiones. Una de las desventajas es que no existe en el mercado tanque más de 10 m³ de capacidad.

Figura 2.4 Tanques de plásticos.



Fuente: PoliPlásticos, 2013, p. 1.

2.7 Alternativas de los tipos de redes de distribución.

Una red de distribución de agua potable se conforma de conexiones, tuberías y accesorios que se encuentran instaladas dentro de las redes de calles las cuales permiten el abastecimiento de agua a cada una de las viviendas de una población.

2.7.1 Alternativa 1.- por ramales cerrados.

La red de distribución cerrada logra la conformación de mallas a través de la interconexión entre los ramales. La ventaja de este tipo de red es que presenta un

servicio eficiente y garantizado. Es decir cuando existe una rotura o daño en alguna de sus tuberías no permite que los usuarios se queden sin servicio de agua, durante el tiempo de reparación, tal y como se observa en la (figura 1.10). Así mismo esta red es recomendada en asentamientos con adecuada distribución de calles y avenidas (Zonas urbanas).

2.7.2 Alternativa 2.- por ramales abiertos.

La red de distribución abierta se caracteriza por contar con una tubería principal desde la cual parten tuberías secundarias o ramales que terminan en puntos ciegos. La desventaja de esta red es que cuando exista una falla o rotura de alguna tubería, se tendrá que dejar sin servicio a los usuarios que se encuentran desde el punto dañado a aguas abajo durante la reparación (figura 1.9). De igual forma este tipo de red es recomendado en asentamientos irregulares o en casos de que no haya una buena alineación de avenidas, es decir en poblaciones rurales. Pero también este sistema es común en orilla de zonas urbanas.

2.8 Soluciones adoptadas.

Las soluciones adoptadas para la selección de cada una de las alternativas planteadas anteriormente se realiza de acuerdo a un análisis multicriterio cuantitativo, es decir el que obtenga la puntuación más elevada en principio será el que mejor se adapte a los criterios escogidos. Para esto se utilizara el método de Scoring el cual es una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio. La fórmula de Scoring para calcular la mejor alternativa es la siguiente:

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij}$$

Donde:

r_{ij} = Alternativa j en función del criterio.

w_i = Ponderación para cada criterio.

S_j = Scoring (selección de la alternativa).

Se considera que el valor de la ponderación se ha determinado por grado de importancia de cada criterio, dando un valor de una escala de 5 puntos:

- 1 = muy poco importante.
- 2 = poco importante.
- 3 = importancia media.
- 4 = algo importante.
- 5 = muy importante.

Dentro de los criterios más importantes a considerar en la selección se presentan en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Valores de ponderación.

Nº	Criterios	Ponderación (Wj)
1	Coste de materiales	4
2	Coste de mantenimiento	4
3	Coste de la construcción	5
4	Coste de energía	4
5	Impacto en la flora y fauna	5
6	Contaminación del agua	5
7	Integración con diseños existentes	2
8	Utilidad de la infraestructura	3
9	Vida útil	4
10	Eficiencia	5

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

La elección de los criterios más importantes se ha realizado según la filosofía del proyecto. Por otra parte hay que tener en cuenta que los recursos económicos de que se dispone son limitados y no se puede plantear cualquier solución. De esta manera se establece el rating de satisfacción para cada alternativa empleando una escala de 9 puntos:

- 1 = extra alto 2 = muy alto 3 = alto
- 4 = poco alto 5 = medio bajo 6 = poco bajo
- 7 = bajo 8 = muy bajo 9 = extra bajo.

Estos valores de numeración fueron seleccionados de acuerdo a la importancia de cada uno de los criterios planteados para cada alternativa.

Una vez planteado el método se realiza las valoraciones globales para cada alternativa. La que obtiene mayor valoración es la seleccionada para el diseño del presente proyecto, las cuales se muestran en la tabla 2.5.

De igual forma cada alternativa presenta su conclusión de porqué fue seleccionada, estas se representan en la tabla 2.6.

La tabla 2.5, representa las valoraciones globales de cada una de las alternativas donde se puede analizar y ver cuáles son las alternativas adoptadas para el diseño del proyecto.

Tabla 2.5 Selección de las 5 alternativas de acuerdo a su valoración más alta.

Tabla de los análisis de alternativas												
Criterios	Ponderación	Tipos de distribución de agua		Tipos de tubería			Línea de conducción		Tipos de tanques		Redes de distribución	
		Alternativas		Alternativas			Alternativas		Alternativas		Alternativas	
		1	2	1	2	3	1	2	1	2	1	2
Coste de materiales.	4	7	6	2	8	3	6	3	8	3	7	5
Coste de mantenimiento.	4	8	6	2	7	3	7	3	7	5	7	4
Coste de la construcción.	5	7	6	5	7	5	7	4	3	4	7	6
Coste de energía.	4	8	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Impacto en la flora y fauna.	5	8	2	3	7	3	7	2	5	4	6	5
Contaminación del agua.	5	---	---	5	7	5	7	3	7	4	---	---
Integración con diseños existentes.	2	2	8	8	3	8	3	8	3	9	4	5
Utilidad de la infraestructura.	3	3	4	4	2	4	3	5	3	4	3	5
Vida útil.	4	2	3	3	2	3	3	6	3	4	3	3
Eficiencia.	5	2	4	4	2	3	3	4	3	4	8	6
Total		198	156	141	195	144	199	144	177	158	190	158
Selección de la alternativa (Sj)		289			195		199		177		190	

Elaborado por: Angel Bautista, Pedro Samaniego.

La tabla 2.6, presenta las conclusiones de cada alternativa seleccionada de acuerdo a sus valoraciones obtenidas planteadas en la tabla 2.5, realizado por el método aplicado para su selección.

Tabla 2.6 Conclusiones de porque fueron seleccionadas las alternativas para el presente proyecto.

Tipos	Nº	Seleccionada	Conclusión
Sistema de distribución de agua	1	Por gravedad	Para su selección se destacó su bajo costo de construcción y mantenimiento, que es lo que se ha considerado entre lo más importante, porque se busca una larga vida útil de la infraestructura y una alta eficiencia de la misma la cual va a satisfacer las necesidades de los pobladores de la parroquia de Sumaco.
Tipos de tubería	2	PVC	Para su selección se destacó su bajo costo ante los otros dos tipos de tubería propuestos, lo cual es un aspecto importante a ser considerado para la selección del material que se empleará en el proyecto. A más de eso su vida útil también es muy considerable. En cuanto a su contaminación no presenta hechos relevantes.
Línea de conducción	1	Instalada por debajo de la superficie del suelo	Para su selección se destacó su bajo costo de instalación y prácticamente costo nulo de mantenimiento en su vida útil, lo que permite lograr sustanciales ahorros. Por tanto, tiene un precio competitivo comparado con otras alternativas disponibles en el mercado.
Tipos de tanques	1	De concreto rectangular	Para su selección se destacó su bajo costo de materiales para su fabricación y su bajo mantenimiento. Su vida útil es aceptable compara con otras alternativas que existen en el mercado, de igual forma su contaminación del agua es menor en su interior.
Redes de distribución	1	Ramales cerrados	Para la selección de alternativa se ha tomado en cuenta varios aspectos importantes como: el buen servicio que presenta este tipo de red, su buen acoplamiento a asentamientos de calles y avenidas de la parroquia.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Trabajos de campo y estudios complementarios.

3.1.1 Diagnóstico del sistema de agua existente.

El pueblo de Sumaco no cuenta con agua potable para todas las familias, estas reciben agua de una vertiente natural ubicada a 1063 m de la parroquia.

El sitio de la captación se encuentra ubicado en los terrenos del arquitecto Marco Coral el cual da apertura para su utilización. Para llegar a la captación no hay un acceso adecuado, esto evita un mantenimiento continuo. Tampoco existe una protección que evite cualquier tipo de contaminación y destrucción debido a esto se encuentra malograda (figura 3.1).

Actualmente existen dos tanques de almacenamiento el uno se encuentra en el mismo sitio de la captación y el otro unos metros más abajo donde es almacenado el agua. Estos tanques se encuentran en muy malas condiciones, deteriorados en su interior y exterior. De igual forma estos tanques no cuentan con tapas adecuadas, adicional a esto tampoco cuentan con una protección que evite el ingreso de animales, insectos y basura a su interior (figura 3.1).

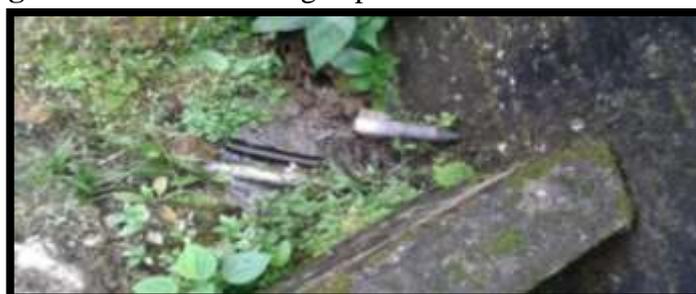
La tubería que conduce el agua es de PVC la cual se encuentra en mal estado teniendo fugas en la captación y en ciertos tramos de la tubería (figura 3.2).

Figura 3.1 Tanque y captación en malas condiciones sin protección.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Figura 3.2 Pérdidas de agua por el mal estado de la tubería.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.1.2 Análisis del agua.

El agua para consumo humano no debe contener ningún tipo de contaminantes como: microorganismos y sustancias tóxicas o nocivas que provoquen enfermedades y perjudiquen a la salud. Por tanto el agua debe cumplir los requisitos de calidad que establece la norma INEN 2200:2008 para todos los parámetros excepto en los mohos y levaduras que se tomó de la norma técnica Colombiana para agua NTC 813.

Para conocer la calidad del agua de la fuente del proyecto, se tomaron las respectivas muestras el 17 de octubre, en una cantidad de $\frac{3}{4}$ en dos frascos estériles y en un frasco limpio de 1 litro. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis físico-químico y microbiológico de alimentos, aguas y afines CENAIN cuyos informes se presentan en el **anexo D**. A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Análisis de resultados de las muestras de agua de acuerdo a INEN 2200:2008 y NTC 813.

Resultado de análisis de calidad del agua del proyecto Sumaco			
Parámetros	Unidad	Val. Referencia	Resultado
pH (Directo a 20°C)		Mín: 6.5; Máx: 8.5	7.54
Dureza Total	mgCO ₃ /l	Máx: 300	25.50
Sólidos Totales	mg/l	Máx: 500 (b)	82
Cloro libre residual	mg/l	Mín: 0.0; Máx:0.0	0.0
Color	UTC	Máx: 5	< 1
Turbidez	NTU	Máx: 3	< 2
Recuento total de aerobios mesófilos	ufc/ml	Máx: 1.0x10 ²	2.7X10 ¹ (27)
Recuento de Mohos y levaduras	upml/ml	Máx: 1/5 ml	1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	Máx: < 1.8	17
Coliformes Fecales	NMP/100 ml		< 1.8

NMP: # + probable por cada 100 ml, **NTU:** Unidades Nefelométricas de Turbidez, **UTC:** Unidades de Color Verdadero, **ufc:** unidades formadas de colinas, **upml:** unidades propagadoras de mohos y levaduras.

Fuente: Informes de laboratorio CENAIN.

3.1.2.1 Conclusiones.

- El agua satisface las normas fisicoquímicas de potabilización en los parámetros establecidos excepto en los coliformes totales, mohos y levaduras.
- El agua presenta una elevada contaminación de coliformes totales sobrepasando del rango de <1.8 a 17 NMP/100 ml, así también en mohos y levaduras sobre pasándose de max 1/5 ml a 1 upml/ml, por lo que se recomienda realizar un tratamiento específico para eliminar los contaminantes.

3.1.3 Tipo de suelo.

El tipo de suelo donde será construido el sistema es HYDRANDEPTS y tiene un área de 4.96 km² equivalente a un 2% siendo un suelo suelto, de fertilidad a menudo con aluminio tóxico y una altitud de 1500-3000. Con baja temperatura isotérmica con pendientes que van desde el 12 a mayores al 70%.

3.1.4 Captación de agua.

Sin realizar análisis de alternativas se tomó a consideración ya la fuente existente que hay en la parroquia siendo un manantial natural que se origina del suelo y entre las montañas (figura 3.3).

Figura 3.3 Manantiales difusos a los cuales se les llamará fuente 1 y fuente 2.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Los manantiales se clasifican por su ubicación y su afloramiento. Por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso.

En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso.

Durante los trabajos de campo se pudo constatar que existen dos manantiales de ladera ya que el agua aflora de forma horizontal y afloran a la superficie por varios puntos en una área mayor, por lo que se tiene un manantial difuso a los cuales se les llamará fuente 1 y fuente 2 respectivamente.

El diseño y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase del manantial; no alterando la calidad y la temperatura del agua ni modificando la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece. Por ello es importante incorporar características de diseño que permitan desarrollar una estructura de captación adecuada que permita una facilidad de sedimentación, inspección y operación.

3.1.5 Levantamiento topográfico.

Una vez ya establecido las alternativas y los estudios pertinentes, se realizó el levantamiento topográfico a lo largo de todo el terreno donde se construiría el sistema de distribución de agua una vez teniendo los estudios correspondientes. La topografía se realizó con la ayuda de los técnicos del G.A.D. Municipal de Quijos y estudiantes tal como se observa en la (figura 3.5). Para el sustento a lo realizado se justifica mediante un certificado el cual se puede observar en el **anexo E**.

El equipo de topografía que se utilizó fue la estación total marca Trimble ACU con memoria interna y sus respectivos accesorios: bastón con prisma, trípode, plomada, cables de conexión USB (figura 3.4). A más de eso se utilizó una cámara fotográfica, flexo metro, estacas, martillo, pintura esmalte color rojo, cinta métrica y un buen equipo de trabajo.

El software utilizado para procesar todos los datos obtenidos de la topografía fue: el Microsoft Excel. También se utilizó el AutoCAD 2014 para la elaboración de los planos que fueron realizados por los técnicos de topografía y los estudiantes.

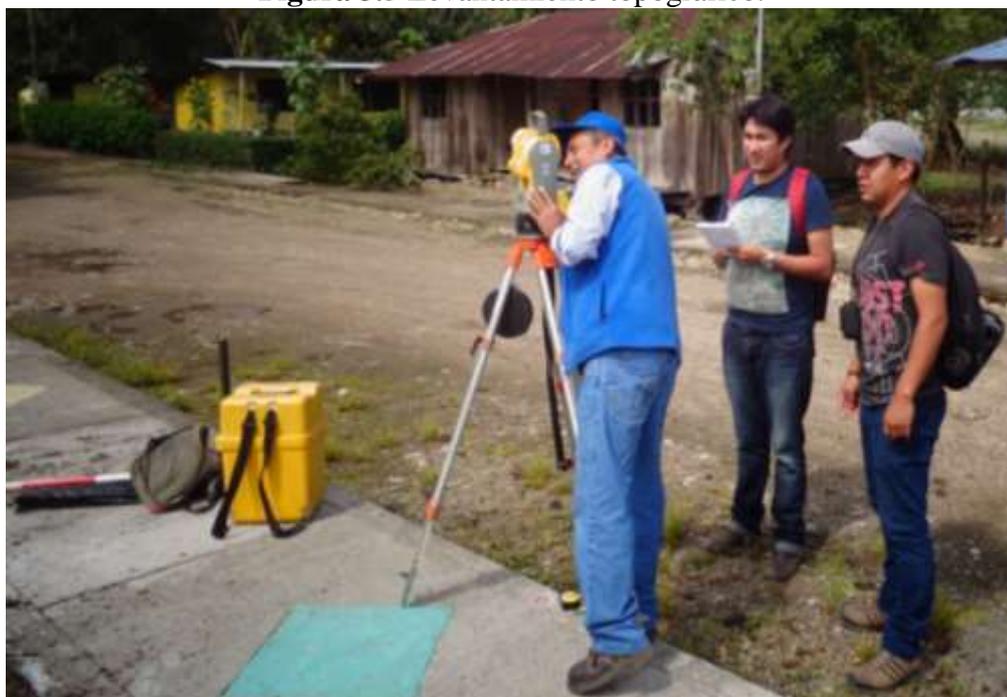
Figura 3.4 Estación total Trimble ACU.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

El levantamiento topográfico se desarrolló a partir de dos puntos y mediante poligonales. Este método ayuda a que si no es posible ver los puntos que fueron tomados introducimos puntos intermedios hasta llegar al punto establecido. Así mismo cada vértice perteneciente a las poligonales, fueron plasmadas con color rojo, su código (E) y junto a las estacas que fueron colocadas en cada estación. Una vez realizado esto se representó con claridad las condiciones que presenta el terreno.

Figura 3.5 Levantamiento topográfico.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Los datos obtenidos durante el tiempo que se llevó a cabo la topografía, fueron descargados y procesados diariamente para ser verificados que estén correctamente o en el caso de que no lo esté realizar sus respectivas correcciones. Para de esta manera ya ser realizado en el programa de AutoCAD 2014.

3.2 Bases de diseño.

De acuerdo al análisis de alternativas y a los datos topográficos obtenidos en el proyecto, las gradientes del terreno definen que el sistema para aplicar sea por gravedad.

3.2.1 Descripción del sistema de agua por gravedad.

Se denomina sistema por gravedad al agua que cae por su propio peso desde un punto elevado al de su llegada, es decir la energía utilizada para su desplazamiento es la energía potencial.

Un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento consta de un conjunto de estructuras para que el agua sea llevada a cada una de las viviendas de una parroquia. De igual forma tiene procesos físicos y químicos para eliminar bacterias, y otras sustancias perjudiciales.

Debido a esto, el sistema propuesto de conducción por gravedad se acoge a las características del proyecto.

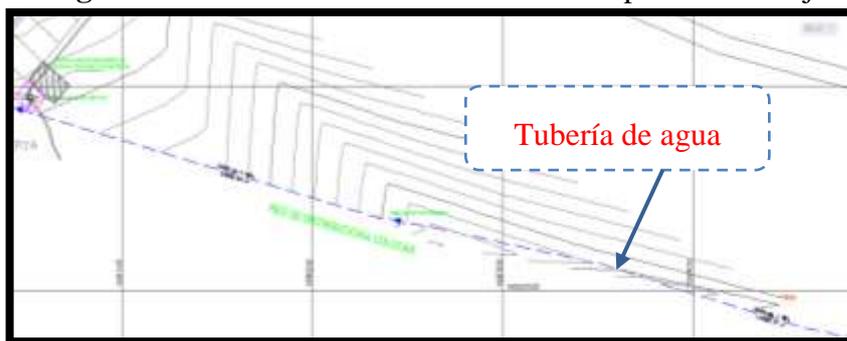
Los elementos que conforman un sistema de distribución de agua por gravedad son los siguientes:

- Captación.
- Línea de conducción.
- Planta de tratamiento.
- Reservorio (tanques).
- Redes de distribución.
- Conexión domiciliaria.

3.2.2 Trazado y montaje de la tubería.

De acuerdo a la topografía realizada y el estado del terreno se estableció la ruta o trazado de la línea de conducción que posee una distancia de 1063 m desde el punto de la captación hasta el punto de llegada del pueblo de donde va a ser distribuido para cada una de las viviendas. La altura de la captación se encuentra a 1626.72 m.s.n.n., y la altura del punto de llegada del pueblo se encuentra a 1604.16 m.s.n.n., teniendo como un resultado una altura de 22.56 m la cual permite una velocidad que satisface las necesidades del usuario como se observa en la (figura 3.6).

Figura 3.6 Línea de conducción establecida para su montaje.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.2.3 Parámetros de diseño

El presente estudio se enfoca en el diseño de un sistema de distribución de agua que involucra el almacenamiento, conducción y distribución de este vital recurso. De esta manera, se analizarán los parámetros de diseño que intervendrán en la realización del presente proyecto.

3.2.3.1 Periodo de diseño.

Se define como el tiempo en el cual un sistema debe estar en funcionamiento eficiente.

A más de esto se debe tomar en cuenta que el proyecto debe satisfacer las necesidades de las personas habitantes en la parroquia, es decir el sistema debe ser 100% funcional sin necesidad de aplicaciones durante el tiempo de vida útil.

“Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñará para un periodo de 20 años”. En cuanto a los equipos su vida útil será de acuerdo a lo especificado por los fabricantes. (SENAGUA, 2010, p. 28)

Los fundamentos de selección de este tipo de proyecto se determinaron de acuerdo a la duración de la vida útil de la tubería, la facilidad de construcción, la tendencia del crecimiento de la población y la capacidad económica de las entidades públicas que van a financiar la construcción del sistema.

3.2.3.2 Análisis poblacional.

De acuerdo a la encuesta realizada por los consultores cuando se realizó el plan de ordenamiento territorial en el 2010 se determinó que la población de Sumaco era de 149 habitantes. Pero ahora en la actualidad de igual forma con la encuesta realizada

por los estudiantes de proyecto de grado se determinó que existen 158 habitantes en un área de 4.96 km².

Población de diseño

Es la población proyectada al final del periodo de diseño y se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente y así poder determinar su crecimiento poblacional o futuro.

Población demanda efectiva al año 2034:

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomarán como base los datos estadísticos proporcionados por la encuesta realizada del plan de desarrollo estratégico y ordenamiento territorial de Sumaco y la encuesta realizada por las autoridades y estudiantes tabla 3.2.

Tabla 3.2 Total de habitantes por años.

Año	Habitantes	Fuente
2010	149	Plan de desarrollo estratégico y de ordenamiento territorial del Cantón Quijos, Silva, 2012, p. 2.
2014	158	Encuesta realizada por estudiantes Pedro Samaniego y Ángel Bautista fecha: 26-11-2014.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Tasa media anual de crecimiento:

$$i = \ln\left(\frac{Pa}{Pi}\right) * \frac{1}{n} * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

$$i = \ln\left(\frac{158}{149}\right) * \frac{1}{4} * 100$$

$$i = 1.47 \%$$

Donde:

Pi = Población del primer censo o encuesta (hab.).

Pa = Población actual (hab.).

i = Tasa media anual de crecimiento (%)

n = Años transcurridos entre el 1er censo, encuesta y la población actual (años).

Crecimiento de la población: Debido a que el proyecto tendrá una vida útil de 20 años, se debe calcular la población futura proyectada para el año 2034, utilizando el método geométrico.

Método del crecimiento geométrico: se basa en la hipótesis de que la tasa anual de crecimiento es constante, su ecuación determina un crecimiento poblacional exponencial.

$$Pf = Pa(1 + i)^n \quad \text{Ec. 2}$$

$$Pf = 158 \text{ hab. } (1 + 0.0147)^{20 \text{ años}}$$

$$Pf = 212 \text{ hab.}$$

Donde:

Pf = Población futura (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

i = Tasa media anual de crecimiento (%).

n = Número de años que se va a proyectar la población (años).

En la tabla 3.3, se observa el crecimiento poblacional anualmente por el método geométrico.

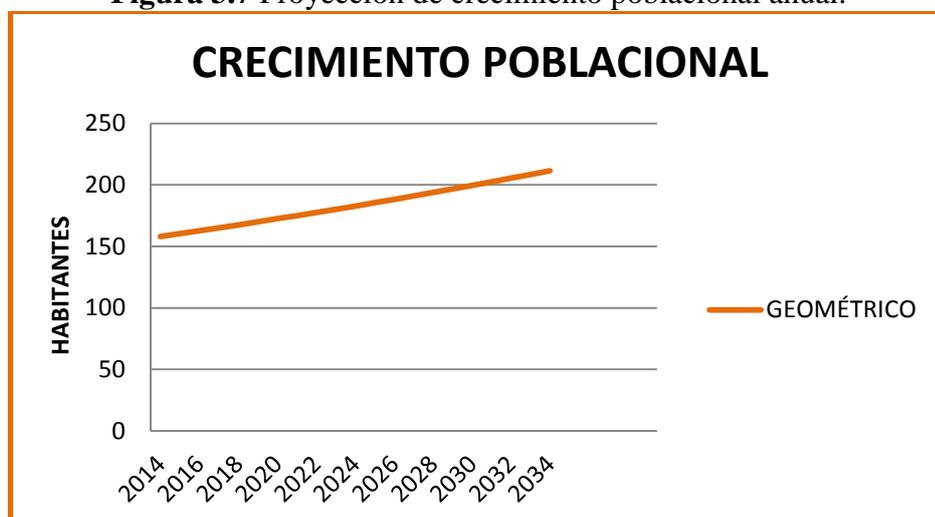
Tabla 3.3 Crecimiento poblacional anual.

Año	n	Población
		Geométrico
2014	0	158
2015	1	160
2016	2	163
2017	3	165
2018	4	167
2019	5	170
2020	6	172
2021	7	175
2022	8	178
2023	9	180
2024	10	183
2025	11	186
2026	12	188
2027	13	191
2028	14	194
2029	15	197
2030	16	200
2031	17	202
2032	18	205
2033	19	208
2034	20	212

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

La (figura 3.7), representa gráficamente su crecimiento poblacional por el método geométrico.

Figura 3.7 Proyección de crecimiento poblacional anual.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.2.3.3 Niveles de servicio.

Son los tipos de facilidad con que cuentan los usuarios para abastecerse de agua. Los niveles de servicio que ofrecen las distintas opciones técnicas se observan en la tabla 3.4. En la que se destaca el nivel **Ila** la cual es la recomendada para la realización del proyecto.

Tabla 3.4 Niveles de servicio para sistema de abastecimiento de agua potable.

Nivel	Sistema	Descripción
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario

Simbología utilizada:
 AP: agua potable
 EE: eliminación de excretas
 ERL: eliminación de residuos líquidos

Fuente: SENAGUA, 2012, p. 30.

3.2.3.4 Caudales de diseño.

Son caudales que se utilizan para las diferentes partes de un sistema de abastecimiento de agua potable para su correcto funcionamiento y servicio.

3.2.3.4.1 Caudal disponible existente para el diseño.

El principal objetivo es captar y aprovechar los dos pequeños manantiales, que se encuentran en la ladera de la montaña, con el fin de llevar el agua a las partes bajas, donde se aprovechará para el consumo humano. La medición del caudal de la fuente se realizó por el método volumétrico; con la ayuda de un recipiente de volumen conocido, 12 litros., se midió 5 veces el tiempo que demoró en llenarse. Los resultados se presentan en la tabla 3.5, obtenidos de la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Q = Caudal (lt/s.).

V = Volumen del recipiente (lt).

t = Tiempo promedio (s.).

Tabla 3.5 Datos volumétricos de la fuente de captación existente.

Nº de mediciones	Volumen V. (lt)	Tiempo t. (s.)	Caudal Q. (lt/s.)	Observaciones
1	12	1.70	7.05	El caudal se obtiene reemplazando los valores de volumen y tiempo en la Ec. 3.
2	12	1.62	7.40	
3	12	1.76	6.81	
4	12	1.74	6.89	
5	12	1.71	7.01	
Total	12	1.70	7.05	

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

El promedio obtenido de la tabla 3.5, y utilizado para el diseño es de 7.05 lt/s. El presente estudio y aforo del manantial indicado se lo realizó el día miércoles 26 de noviembre de 2014 realizado como un trabajo de campo.

3.2.3.4.2 Dotación:

Es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios y necesidades diarias. Se expresa en litros. / habitante-día.

Tabla 3.6 Dotaciones recomendadas.

Nivel de servicio	Clima frío (lt/hab./día)	Clima cálido (lt/hab./día)
la	25	30
lb	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: INEN, 2012, p. 31.

De acuerdo a lo establecido por la norma el valor de dotación para este diseño se determinó de acuerdo al nivel del servicio siendo este un nivel **IIa**, lo cual se tiene un valor de dotación de 85 lt/hab./día, tal como se muestra en la tabla 3.6, el cual brinda las condiciones para la realización del proyecto.

Al ser una comunidad rural y con una población inferior a 5000 habitantes las normas establecen que no debe considerarse volúmenes de protección contra incendios ni de emergencia.

3.2.3.4.3 Caudal medio diario (Q_{MD}):

Es la cantidad de agua que se espera que la población consume durante un periodo de un día (24 horas). La ecuación recomendada por la norma SENAGUA, para obtener el Q_{MD} , es la siguiente:

$$Q_{MD} = \frac{f * (P_f * D)}{86400 \text{ s / día}} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

Q_{MD} =Caudal medio diario. (lt/s.)

P_f = Población futura (hab.)

D = Dotación (lt/hab.* día)

F = Factor de fugas (%).

El factor de fugas (f) se selecciona de acuerdo al nivel de servicio **IIa**, el cual se puede observar en la tabla 3.7, a continuación:

Tabla 3.7 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.

Nivel de servicio	Porcentaje de fugas
la y lb	10 %
IIa y IIb	20%

Fuente: SENAGUA, 2012, p. 32.

Al reemplazar el factor de fugas “f” de la tabla 3.7, en la Ec. 4 se tienen que:

$$Q_{MD} = \frac{(1 + 20\%) * 212 \text{ hab.} * 85 \text{ lt/hab.* día}}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_{MD} = 0.25 \text{ [lt/s]}$$

3.2.3.4.4 Caudal máximo diario ($Q_{Max. Dia}$):

Se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Se considera como el máximo consumo que se espera realice la población en un día y se calcula como un factor de ampliación (K_1), dicho factor está establecido por la norma.

Factor de día máximo (K_1): Es un valor porcentual, indica el promedio del consumo máximo de agua en un período de un año. “Se recomienda utilizar un valor de $k = 1.25$ para todos los niveles de servicio” (SENAGUA, 2010, p. 32). De esta manera el caudal máximo diario se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{Max.Dia} = K_1 * Q_{MD} \tag{Ec. 5}$$

$$Q_{Max.Dia} = 1.25 * 0.25$$

$$Q_{Max.Dia} = 0.312 \text{ [lt./s]}$$

Donde:

K= Factor de día máximo

Q_{MD} = Caudal Medio Diario (lt/s.)

3.2.3.4.5 Caudal máximo horario ($Q_{Max. Hora}$):

Es el máximo gasto que será requerido en una determinada hora del día.

Factor de hora máximo (K_2): Este factor es un valor porcentual que indica el promedio de consumo máximo de agua en el período de un día, se recomienda utilizar un valor de $k = 3$ para todos los niveles de servicio. De esta manera el caudal máximo horario se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{Max. Hora} = K_2 * Q_{MD} \tag{Ec. 6}$$

Donde:

K₂ = Factor de hora máximo

Q_{MD} = Caudal Medio Diario (lt/s.)

$$Q_{Max.Hora} = 3 * 0.25 \left[\frac{lt.}{seg} \right]$$

$$Q_{Max.Hora} = 0.75 \left[\frac{lt.}{seg} \right]$$

3.2.3.5 Datos generales del diseño.

El caudal de diseño es de **0.312 lt/s**, para el sistema de distribución de agua para la población de Sumaco. Con esto se concluye que el caudal proporcionado por la fuente es de **7.05 lt/s**, el cual es mayor al caudal de diseño que es de **0.312 lt/s**, lo cual satisface ampliamente para el diseño a realizar. En la tabla 3.8, se observa los datos de diseño para los determinados cálculos.

Tabla 3.8 Datos de diseño.

Datos de diseño	
Periodo de diseño	20 años
Población de diseño	212 habitantes
Caudal de la fuente de diseño existente	7.05 lt/s.
Dotación	85 lt/hab*día
Caudal medio diario	0.25 lt/s.
Caudal máximo diario	0.312 lt/s.
Caudal máximo horario	0.75 lt/s.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.2.3.6 Caudales de diseño para los elementos del sistema de agua potable de la parroquia de Sumaco.

- Caudal de abastecimiento (Q_A):

La fuente de abastecimiento deberá asegurar un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario calculado. (SENAGUA, 2010, p. 34).

$$Q_A = 2 * Q_{Max. Día.} \tag{Ec. 7}$$

$$Q_A = 2 * 0.312 \frac{lt}{s}$$

$$Q_A = 0.624 \frac{lt}{s}$$

Al tener un caudal disponible de 7 lt/s, mayor al caudal de abastecimiento de 0.624 lt/s, entonces si abastece para la realización del diseño.

- Caudal de captación (Q_C):

La estructura de captación deberá tener una capacidad tal, que permita derivar al sistema de agua potable un caudal mínimo equivalente a 1.2 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño. (SENAGUA, 2010, p. 34).

$$Q_C = 1.2 * Q_{Max. Día.} \quad \text{Ec. 8}$$

$$Q_C = 1.2 * 0.312 \frac{lt}{s}$$

$$Q_C = 0.374 \frac{lt}{s}$$

- Caudal de línea de conducción ($Q_{L.C.}$):

El caudal de diseño será de 1.1 veces el caudal máximo diario calculado al final del período de diseño. (SENAGUA, 2010, p. 34)

$$Q_{L.C.} = 1.1 * Q_{Max. Día.} \quad \text{Ec. 9}$$

$$Q_{L.C.} = 1.2 * 0.312 \frac{lt}{s}$$

$$Q_{L.C.} = 0.343 \frac{lt}{s}$$

- Caudal de la red de distribución:

En este caso el caudal de la red de distribución es igual al caudal máximo horario calculado: $0.75 \left[\frac{lt.}{s} \right]$

3.3 Criterios generales de diseño.

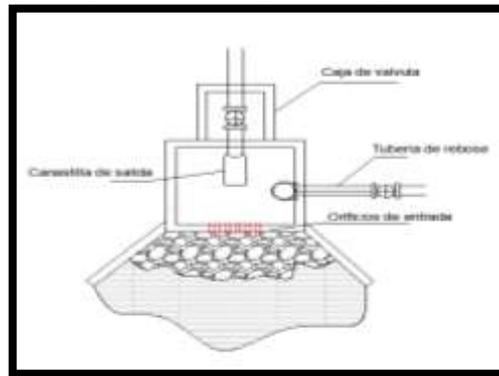
3.3.1 Captación.

Las fuentes de agua son manantiales de ladera difusos, para este tipo de fuente se debe contemplar que la estructura de captación debe abarcar tres partes: la primera protección del afloramiento; la segunda una cámara húmeda que recolecta y regula el caudal; y la tercera una cámara para la válvula de control.

La fuente estará protegida por un muro de hormigón que protege el afloramiento de alguna posible contaminación exterior y junto a esta pared se debe disponer de una cantidad de material granular clasificado, cuya finalidad es evitar la socavación tal como se observa en la (figura 3.3).

En la cámara húmeda de la captación debe contener una canastilla de salida del fluido hacia la conducción, un tubo de ventilación, boca de visita con tapa sanitaria, cono de rebose y válvula de control al inicio de la línea de conducción (figura 3.8). La ubicación de la captación del proyecto está ubicada en la cota 1929 m.s.n.m.

Figura 3.8 Tanque de captación.



Elaborada por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

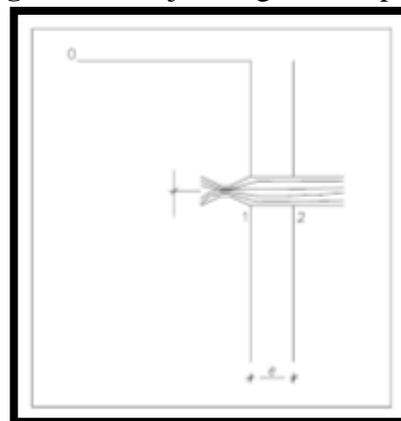
3.3.1.1 Dimensionamiento.

“Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal. Conocido el caudal, se puede diseñar el área de orificio sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios” (Agüero., 2004, p. 10)

- Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda:

Para realizar el cálculo es necesario conocer la velocidad de paso y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. Según la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1 (figura 3.9).

Figura 3.9 Flujo de agua en la pared.



Fuente: Agüero, 2004, p. 10.

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} \quad \text{Ec. 10}$$

Al considerar los valores de P_0 , V_0 , P_1 y h_1 igual a cero, de la Ec. 10, se tiene que:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

h_0 = Altura entre el afloramiento y orificio de entrada (m)

V_1 = Velocidad teórica (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s)

Para la altura entre el afloramiento h_0 y el orificio de entrada se recomienda valores de “0.4 m a 0.5 m”. (Agüero., 2004, p. 10)

Mediante la ecuación de continuidad en la figura 3.4, se consideran los puntos 1 y 2, y se obtiene que:

$$Q_1 = Q_2$$

$$Cd * A_1 * V_1 = A_2 * V_2 \quad \text{Siendo } A_1 = A_2$$

De esta manera se obtiene que:

$$V_1 = \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

V_2 = Velocidad de Paso “se recomienda 0.6 m/s.” (Agüero., 2004, p. 11)

Cd = Coeficiente de descarga en el punto 1 “se asume 0.8” (Agüero., 2004, p. 11)

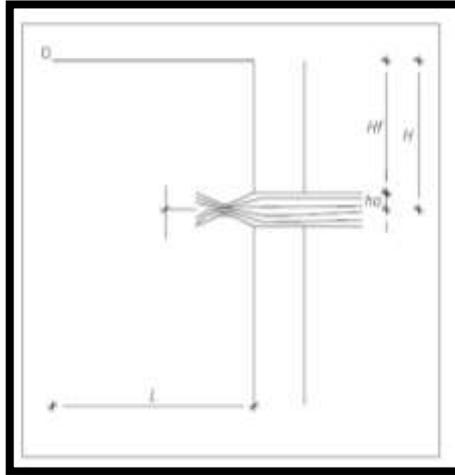
Al reemplazar los valores de V_1 de la Ec. 12 y Cd en la Ec. 11, se tiene:

$$h_0 = \frac{\left(\frac{V_2}{Cd}\right)^2}{2g}$$

$$h_0 = 1.52 * \frac{(V_2)^2}{2g} \quad \text{Ec. 13}$$

Para fines de cálculo, h_0 se define como la carga necesaria sobre el orificio de entrada la cual permite la velocidad de paso a la cámara húmeda.

Figura 3.10 Carga disponible y pérdida de carga.



Fuente: Agüero, 2004, p. 11.

En la (figura 3.10), se observa que:

$$H = H_f + h_0 \quad \text{Ec. 14}$$

Donde H_f es la pérdida de carga que sirve para determinar (L) distancia entre el afloramiento y la caja de captación del manantial, se despeja H_f de la Ec. 14.

$$H_f = H - h_0 \quad \text{Ec. 15}$$

$$H_f = 0.30 * L$$

$$L = \frac{H_f}{0.30} \quad \text{Ec. 16}$$

Para la determinación de la longitud se calcula la velocidad de paso para su comprobación con la velocidad recomendada de 0.6 m/s., y asumiendo $h_0 = 0.4 \text{ m}$.

$$h_0 = 1.52 * \frac{(V_2)^2}{2g}$$

La velocidad (V) se determina despejando de ecuación h_0 :

$$V = \left[\frac{2gh_0}{1.56} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \left[\frac{2 * 9.81 * 0.4}{1.56} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2.24 \frac{m}{s}$$

En vista de que la velocidad es mayor a la recomendada no satisface y para fines de diseño se utiliza la velocidad recomendada de 0.6 m/s. Se determina la pérdida de carga del orificio reemplazando los valores en la Ec. 13.

$$h_0 = 1.52 * \frac{(0.6)^2}{2 * 9.81} = 0.03 \text{ m}$$

Al obtener el valor de h_0 , se reemplaza en la Ec. 15 y se determina h_f :

$$H_f = 0.4 - 0.03 = 0.37 \text{ m}$$

$$H_f = 0.37 \text{ m}$$

De esta manera al reemplazar H_f , en la Ec. 16, se tiene que la longitud es igual a:

$$L = 0.37 / 0.30 = 1.23 \text{ m}$$

$$L = 1.23 \text{ m}$$

- Ancho de la pantalla:

Para la determinación del ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permiten la entrada de fluido a la cámara húmeda del afloramiento. Para el cálculo de diámetro se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{M\acute{a}x} = V * A * Cd \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

$Q_{M\acute{a}x}$ = Caudal máximo de la fuente (0.624 lt/s)

A = Área de la tubería (m)

V = 0.6 m/s

Cd = 0.8 recomendados

$$A = \frac{Q_{M\acute{a}x}}{V * Cd}$$

$$A = \frac{0.000624 \text{ m}^3/\text{s}}{0.6 \text{ m/s} * 0.8} = 0.0013 \text{ m}^2$$

Se obtiene el diámetro de la tubería de ingreso del afloramiento a la cámara húmeda:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} = 0.041 \text{ m}$$

Número de orificios para la entrada a la cámara húmeda:

“Se recomienda usar diámetros menores o iguales de 2 pulg. Si se obtuvieron diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios siendo”:
(Agüero., 2004, p.12).

$$N_{\text{orificio}} = \left(\frac{\text{Diámetro}_{\text{calculado}}}{\text{Diámetro}_{\text{asumido}}} \right)^2 + 1$$

$$N_{\text{orificio}} = \left(\frac{0.041}{0.0508} \right)^2 + 1$$

$$N_{\text{orificio}} = 1.65 = 2 \text{ orificios}$$

De acuerdo al diámetro calculado se optó por un número de **2** orificios y un diámetro asumido de **2 pulg.**, de acuerdo a la recomendación propuesta.

Una vez obtenido el número de orificios, se calcula el ancho de la pantalla (b) mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2 * (6D) + N_o * D + (3D) * (N_o - 1) \quad \text{Ec. 18}$$

Donde:

No = Número de orificios

D = Diámetro del orificio asumido

b = Ancho de la pantalla

$$b = 2 * (6 * 0.0508 \text{ m}) + 2 * 0.0508 \text{ m} + (3 * 0.0508) * (2 - 1)$$

$$b = 0.95 \text{ m}$$

De acuerdo a los cálculos obtenidos de la longitud y el ancho se asume para el diseño los siguientes valores: **L = 1.50 m X b = 1 m.**

- Altura de la cámara húmeda:

Para determinar la altura total de la cámara húmeda se realiza en base a los elementos identificados en la (figura 3.11), y a la ecuación siguiente:

$$H_t = A + B + H + D + E \quad \text{Ec. 19}$$

Donde:

A = “Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permita la sedimentación de a arena” (Agüero., 2004, p. 13).

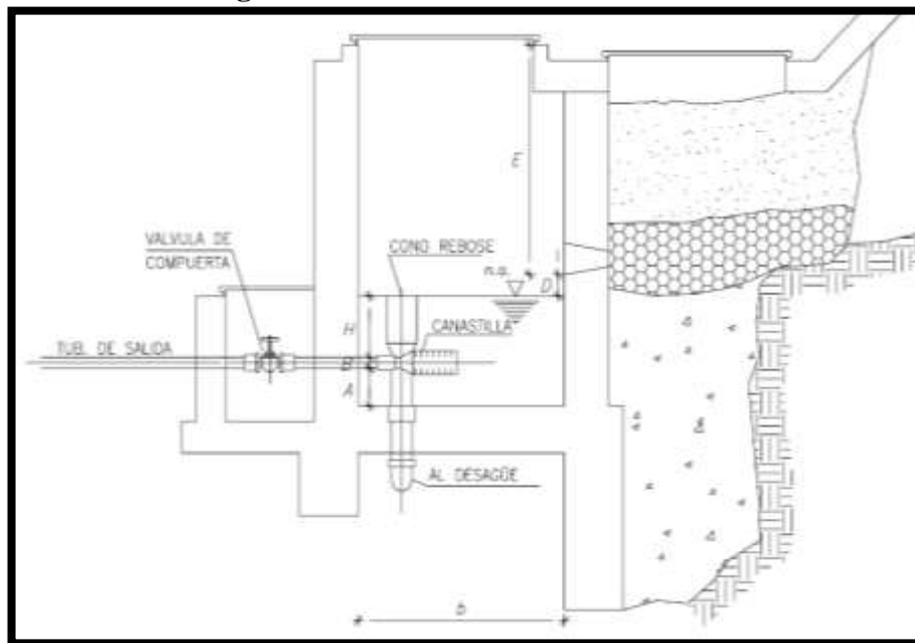
B = Se considera el diámetro de salida de la conducción.

H = Altura de agua sobre la canastilla, “se considera una altura mínima de 30 cm” (Alvarado, 2013, p. 13).

D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda “mínimo 5 cm” (Agüero., 2004, p. 13).

E = “Borde libre se recomienda 30 cm” (Agüero., 2004, p. 13)

Figura 3.11 Altura de la cámara húmeda.



Fuente: Agüero, 2004, p. 13.

Por seguridad del diseño de la captación se considera una altura de agua sobre la canastilla H de 50 cm.

$$H_t = 10 \text{ cm} + 4 \text{ cm} + 50 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + 30 \text{ cm}$$

$$H_{\text{TOTAL DE LA CÁMARA HÚMEDA}} = 99 \text{ cm}$$

- Dimensionamiento de la canastilla:

Para el dimensionamiento del diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la línea de conducción.

$$\mathbf{Diámetro}_{Canastilla} = 2 * \mathbf{Diámetro}_{Línea\ de\ conducción\ adoptado}$$

$$D_{Canastilla} = 2 * 0.040\ m$$

$$D_{Canastilla} = 0.08\ m$$

Para el dimensionamiento de la longitud de la canastilla no debe ser mayor a 3 veces y menor 6 veces el diámetro de la línea de conducción.

$$\mathbf{Longitud}_{Canastilla} = 3 * \mathbf{Diámetro}_{Línea\ de\ conducción\ adoptado}$$

$$L_{Canastilla} = 3 * 0.040\ m$$

$$L_{Canastilla} = 0.12\ m$$

$$\mathbf{Longitud}_{Canastilla} = 6 * \mathbf{Diámetro}_{Línea\ de\ conducción\ adoptado}$$

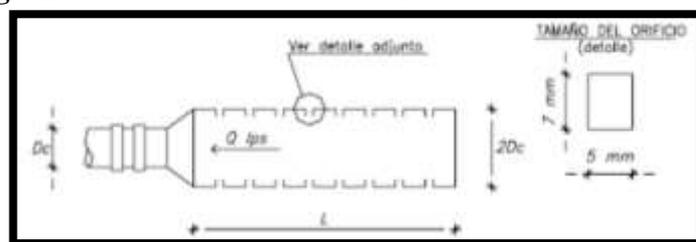
$$L_{Canastilla} = 6 * 0.040\ m$$

$$L_{Canastilla} = 0.24\ m$$

De acuerdo a lo establecido en la longitud de la canastilla se optó por una longitud de 0.20 m.

Al tener el valor de las ranuras: ancho igual a 5 mm y de largo igual 7 mm, tal como se indica en la (figura 3.12).

Figura 3.12 Dimensionamientos de la ranuras de la canastilla.



Fuente: Agüero, 2004, p. 14.

De acuerdo a esto se reemplaza los valores en la ecuación del el área de la ranura:

$$A_r = a * l \qquad \text{Ec. 20}$$

Donde:

A_r = Área de la ranura (m^2)

a = Ancho de la ranura (m)

l = Largo de la ranura (m)

$$A_r = 0.005 * 0.007$$

$$A_r = 0.000035 m^2$$

El área total de las ranuras se considera 2 veces el área de la tubería de conducción:

$$A_t = 2 * A_c$$

Donde:

A_c = Área de la tubería de conducción. (m^2)

A_t = Área total de las ranuras (m^2)

$$A_t = 2 * \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_t = 2 * \frac{\pi * 0.04 m^2}{4}$$

$$A_t = 0.002513 m^2$$

Al conocer los valores del área total de las ranuras y el área de cada ranura se llega a determinar el número de ranuras que constará en la canastilla:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranura}} + 1$$

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{0.002513 m^2}{0.000035 m^2} + 1 = 73 \text{ ranuras}$$

- Tubería de rebose y limpieza:

Para la tubería de rebose y limpieza recomiendan pendientes de 1 a 1.5 % y considera el caudal máximo de la fuente, el diámetro se determina mediante la ecuación de Hazen Williams.

$$D_r = \frac{0.71 * Q_{máx}^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad \text{Ec. 21}$$

$$D_r = \frac{0.71 * 0.000624^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D_r = 0.10 \text{ m} = 4 \text{ pulg.}$$

Donde:

D_r = Diámetro rebose (pulg)

Q_{máx} = Caudal máximo de la fuente (0.624 lt/s = 0.000624 m³/s)

H_f = Pérdida de carga unitaria “valor recomendado 0.015 m/m”.
(Agüero., 2004, p. 14)

Una vez obtenido el diámetro de rebose teórico de 4 pulg., se considera un diámetro comercial de **90 mm. Anexo G.**

3.3.2 Diseño hidráulico de las redes.

El diseño hidráulico es el más importante, pues en base a este se calculan los diámetros, presiones, velocidades, y de acuerdo a esto se selecciona la tubería que tendrá la línea de conducción y la red de distribución.

Para realizar este trabajo se aplicará la fórmula de Hazen-Williams, para obtener las pérdidas la cual se describe a continuación y de la misma se despeja para el cálculo del diámetro teórico.

$$H_f = \left(\frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L_c \quad \text{Ec. 22}$$

$$L_c = 1.03 * L_T \quad \text{Ec. 23}$$

Por ser un terreno intermedio no con muchas irregularidades se recomienda un valor de 1.03 para L_c.

Donde:

H_f = Desnivel topográfico (m)

Q = Caudal de diseño (m³/s)

C = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = Diámetro interno de la tubería (m)

L_c = Longitud de la tubería por tramo (perdidas (m))

L_T = Longitud de la tubería por tramo (diámetro (m))

Para obtener el coeficiente de rugosidad (C) se selecciona de acuerdo al tipo de tubería que se va a utilizar, en este caso se utilizará una tubería PVC. En la tabla 3.9, se puede observar los diferentes tipos de rugosidad y el seleccionado para el diseño.

Tabla 3.9 Valores del coeficiente C de Hazen Williams

Tipo de conducto	Valor de (C)
Acero corrugado	60
Acero galvanizado	125
Asbesto cemento	140
Cobre	130
PVC	140
Hormigón liso	130
Hormigón ordinario	120
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido viejo	90

Fuente: INEN, 1992, p. 117.

3.3.2.1 Cálculo del diámetro de la tubería.

Para calcular el diámetro de la tubería se utiliza la fórmula de Hazen-Williams despejando (D) de la Ec. 22 y reemplazando la Ec. 23:

$$D = \left(\frac{1.03 * L_T}{hf} \right)^{0.2055} * \left(\frac{Q}{0.28 * C} \right)^{0.38023} \quad \text{Ec. 24}$$

En el **anexo L**, se demuestra el despeje del diámetro.

3.3.2.2 Cálculo de la velocidad.

Para calcular de la velocidad se realiza en función del área del diámetro de la tubería como se muestra a continuación:

$$A = \pi * \frac{D_{int.}^2}{4} \quad \text{Ec. 25}$$

Donde:

D int. = Diámetro interior (m)

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m³/s)

A = Área (m²)

3.3.2.3 Cálculo de la presión estática.

$$P_e = C_1 - C_2 \quad \text{Ec. 27}$$

Donde:

P_e = Presión estática en m.c.a.

C_1 = Altura nivel mayor o máximo (m.s.n.m.)

C_2 = Altura nivel menor o mínimo (m.s.n.m.)

3.3.2.4 Cálculo de la presión dinámica.

$$P_d = P_e - hf_{acumuladas} \quad \text{Ec. 28}$$

Donde:

P_d = Presión dinámica (m.c.a.)

P_e = Presión estática (m.c.a.)

$hf_{acumuladas}$ = Pérdidas acumuladas en (m)

3.3.2.5 Cálculo del golpe de ariete.

$$h_a = \frac{C * V}{g} \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

h_a = Golpe de ariete (m.c.a)

C = Velocidad de la propagación de la onda (m/s).

V = Velocidad de la tubería (m/s).

g = Gravedad (9.81 m/s²)

La velocidad de la propagación "C" se determina de la siguiente manera:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{k * D}{e}}} \quad \text{Ec. 30}$$

Donde:

k = Relación entre módulo de elasticidad del agua y el material de la tubería

e = Espesor de la pared del tubo (m)

D = Diámetro interior del tubo (m)

Relación entre módulo de elasticidad del agua y el material de la tubería “k” se obtiene de la siguiente manera:

$$k = \frac{10^{10}}{\varepsilon} \quad \text{Ec. 31}$$

Donde:

ε = Adimensional (kg/m²) (3x10⁰⁸ para PVC)

$$k = \frac{10^{10}}{3 \times 10^{08}}$$

$$k = 33.33$$

La sobrepresión se obtiene de la siguiente manera:

$$S_p = h_a + P_d \quad \text{Ec. 32}$$

Donde:

h_a = Golpe de ariete (m.c.a)

P_d = Presión dinámica (m.c.a.)

Para verificar si es una sobrepresión máxima (maniobra rápida), y una sobrepresión mínima (maniobra lenta), se tiene que:

$$T = \frac{2L}{C} \quad \text{Ec. 33}$$

Donde:

T = Fase o periodo de la tubería (s)

L = Longitud de la tubería en (m)

C = Velocidad de la propagación de la onda (m/s).

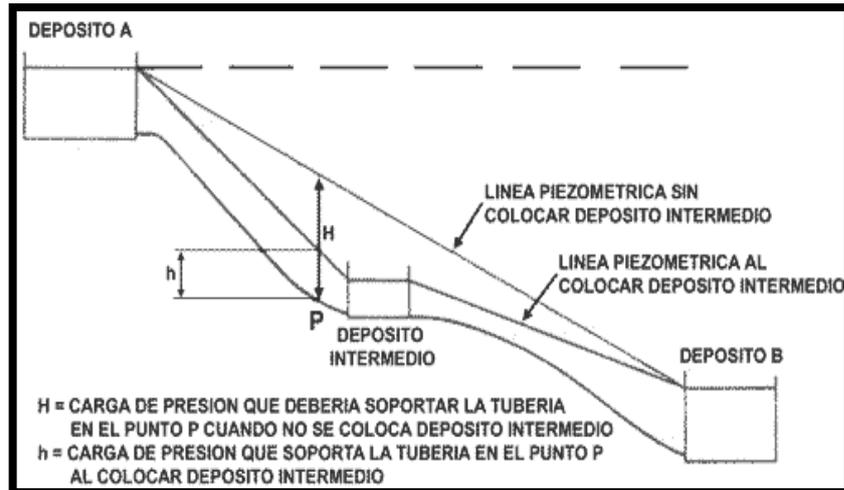
$$T < \frac{2L}{C} \text{ Sobrepresión máxima}$$

$$T < \frac{2L}{C} \text{ Sobrepresión mínima}$$

3.3.2.6 Cota piezométrica.

Es la línea imaginaria que une los puntos hasta donde podría ascender el agua si se insertarán pequeños tubos verticales en distintos puntos de la tubería (figura 3.13).

Figura 3.13 Cota piezométrica.



Fuente: Ingeniero civilinfo, 2011, p. 1.

Su determinación se lo realiza de la siguiente manera:

$$CP = C - hf \quad \text{Ec. 34}$$

Donde:

CP = Cota piezométrica (m)

hf = Pérdidas acumuladas en (m).

C = Cota según el tramo (m.s.n.m)

3.3.2.7 Diseño de la línea de conducción.

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería y dispositivos de control que permiten transportar el agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión desde la captación hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución. La selección adecuada del diámetro de tubería representa una ventaja técnica y económica para el proyecto, sin olvidar las condiciones a las cuales se someterá la línea de conducción.

“La presión dinámica mínima en la línea de conducción será de 5 (m.c.a), y el diámetro mínimo de las tuberías en la línea de conducción será de 25 mm (1pulg.)”. (SENAGUA, 2010, p. 35).

En la tabla 3.10, se muestra las elevaciones a las cuales se encuentran ubicados los tramos, de igual forma el caudal de acuerdo a la captación y distribución, así como también su longitud para su respectivo cálculo de acuerdo a los tramos existentes.

Tabla 3.10 Datos para el cálculo de la línea de conducción.

C	140	Tubería PVC				
	Tramo	Elevación C1 (m)	Elevación C2 (m)	Desnivel (h_f) m	Longitud (m) L_T	Q (m ³ /s)
1	Captación – tanque de distribución	1629	1623	6	213.43	0.000343
2	Tanque de distribución - red conducción 1	1621	1614	7	425.0	0.00075
3	Red conducción 1- red distribución	1614	1603	11	425.0	0.00075

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.3.2.7.1 Tramo 1 (captación – tanque de distribución).

Se determina el diámetro teórico reemplazando los valores de la tabla 3.10, en la Ec. 24:

$$D = \left(\frac{1.03 * 213.43}{6} \right)^{0.2055} * \left(\frac{0.000343}{0.28 * 140} \right)^{0.38023}$$

$$D = 0.025 \text{ m} = 25 \text{ mm}$$

Una vez determinado el diámetro teórico y analizando que no es suficiente para su conducción se toma un diámetro nominal de 40 mm y con un espesor de 1.6 mm, **anexo F**. En la tabla 3.11, se muestra el cálculo respectivo del tramo 1.

Tabla 3.11 Cálculo del tramo captación- tanque de distribución.

Datos	Unidades	Resultado	Observaciones
Serie	S	12.5	Anexo F
Presión Nominal	MPa	1	
Diámetro Nominal (DN)	mm	40	
Espesor (e)	mm	1.6	
Diámetro interno	m	0.0384	Es la diferencia entre en DN y e
Pérdidas (h _{fl})	m	0.73	Ec. 22
Cota piezométrica	m	1628.28	Ec. 34
Presión estática (P _e)	m.c.a	6	Ec. 27
Presión dinámica (P _d)	m.c.a.	5.28	Ec. 28
Velocidad	m/s	0.3	Ec. 26

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Se determina el golpe de ariete reemplazando los valores de la tabla 3.11, en la Ec. 37 y se tiene que:

$$k = 33.33, \text{ referencia a la Ec. 3.}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{k * D}{e}}}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{33.33 * 0.0384}{0.0016}}}$$

$$C = 339.9 \text{ m/s}$$

Al obtener C, se reemplaza en la Ec. 29 y se determina el golpe de ariete:

$$h_a = \frac{C * V}{g}$$

$$h_a = \frac{339.9 * 0.3}{9.81}$$

$$h_a = 10.39 \text{ m. c. a}$$

Se determina la sobrepresión:

$$S_p = h_a + P_d$$

$$S_p = 10.39 + 5.28$$

$$S_p = 15.67 \text{ m. c. a}$$

Para verificar si es una sobrepresión máxima (maniobra rápida), y una sobrepresión mínima (Maniobra lenta), se tiene que:

$$T = \frac{2L}{C}$$

$$T = \frac{2 * 213.43}{339.9}$$

$$T = 1.25 \text{ s.}$$

$$T < \frac{2L}{c} \text{ Sobrepresión máxima} \quad T > \frac{2L}{c} \text{ Sobrepresión mínima}$$

Una vez obtenida la sobrepresión se compara con la presión nominal para ver si no existe el golpe de ariete:

$$S_p = 15.67 \text{ m. c. a.}$$

$$\text{Presión Nominal} = 1 \text{ MPa} = 100 \text{ m. c. a}$$

$$15.67 < 100$$

De acuerdo al cálculo de la tubería seleccionada para el tramo de la captación hasta el tanque de distribución si satisface para su uso.

3.3.2.7.2 Tramo 2 (tanque de distribución – red conducción 1).

Se determina el diámetro teórico reemplazando los valores de la tabla 3.10, en la Ec. 24:

$$D = \left(\frac{1.03 * 425}{7} \right)^{0.2055} * \left(\frac{0.00075}{0.28 * 140} \right)^{0.38023}$$

$$D = 0.038 \text{ m} = 38 \text{ mm}$$

Una vez determinado el diámetro teórico y analizando que no es suficiente para su conducción se toma un diámetro nominal de 63 mm y con un espesor de 2.5 mm, **anexo F**. En la tabla 3.12, se muestra el cálculo respectivo del tramo 2.

Tabla 3.12 Cálculo del tramo tanque de distribución – red de conducción.

Datos	Unidades	Resultado	Observaciones
Serie	S	12.5	Anexo F
Presión Nominal	MPa	1	
Diámetro Nominal	mm	63	
Espesor (e)	mm	2.5	
Diámetro interno	m	0.061	Es la diferencia entre en DN y e
Pérdidas (hfl)	m	0.669	Ec. 22
Cota piezométrica	m	1620.33	Ec. 34
Presión estática (Pe)	m.c.a	7	Ec. 27
Presión dinámica (Pd)	m.c.a.	6.331	Ec. 28
Velocidad	m/s	0.3	Ec. 26

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Se determina el golpe de ariete reemplazando los valores de la tabla 3.12, en la Ec. 37 y se tiene que:

$$k = 33.33, \text{ referencia a la Ec. 3.}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{k * D}{e}}}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{33.33 * 0.061}{0.0025}}}$$

$$C = 338.57 \text{ m/s}$$

Al obtener C , se reemplaza en la Ec. 29 y se determina el golpe de ariete:

$$h_a = \frac{C * V}{g}$$

$$h_a = \frac{338.57 * 0.3}{9.81}$$

$$h_a = 10.35 \text{ m. c. a}$$

Se determina la sobrepresión:

$$S_p = h_a + P_d$$

$$S_p = 10.35 + 6.331$$

$$S_p = 16.68 \text{ m. c. a.}$$

Para verificar si es una sobrepresión máxima (maniobra rápida), y una sobrepresión mínima (maniobra lenta), se tiene que:

$$T = \frac{2L}{C}$$

$$T = \frac{2 * 425}{338.57}$$

$$T = 2.51 \text{ s.}$$

$$T < \frac{2L}{C} \text{ Sobrepresión máxima} \quad T > \frac{2L}{C} \text{ Sobrepresión mínima}$$

Una vez obtenida la sobrepresión se compara con la presión nominal para ver si no existe el golpe de ariete:

$$S_p = 16.68 \text{ m. c. a.}$$

$$\text{Presión Nominal} = 1 \text{ MPa} = 100 \text{ m. c. a}$$

$$16.68 < 100$$

De acuerdo al cálculo de la tubería seleccionada para el tramo del tanque de distribución hasta la red de conducción si satisface para su uso.

3.3.2.7.3 Tramo 3 (red conducción 1- red de distribución).

Se determina el diámetro teórico reemplazando los valores de la tabla 3.10, en la Ec. 24:

$$D = \left(\frac{1.03 * 425}{11} \right)^{0.2055} * \left(\frac{0.00075}{0.28 * 140} \right)^{0.38023}$$

$$D = 0.034 \text{ m} = 34 \text{ mm}$$

Una vez determinado el diámetro teórico y analizando que no es suficiente para su conducción se toma un diámetro nominal de 50 mm y con un espesor de 2 mm, **anexo F**. En la tabla 3.13, se muestra el cálculo respectivo del tramo 3.

Tabla 3.13 Cálculo del tramo (red conducción 1- red de distribución).

Datos	Unidades	Resultado	Observaciones
Serie	S	12.5	Anexo F
Presión Nominal	MPa	1	
Diámetro Nominal	mm	50	
Espesor (e)	mm	2	
Diámetro interno	m	0.048	Es la diferencia entre en DN y e
Pérdidas (hfl)	m	2.064	Ec. 22
Cota piezométrica	m	1611.94	Ec. 34
Presión estática (Pe)	m.c.a	11	Ec. 27
Presión dinámica (Pd)	m.c.a.	8.94	Ec. 28
Velocidad	m/s	0.414	Ec. 26

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Se determina el golpe de ariete reemplazando los valores de la tabla 3.13, en la Ec. 37 y se tiene que:

$$k = 33.33, \text{ referencia a la ecuación 3.}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{k * D}{e}}}$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.37 + \frac{33.33 * 0.048}{0.003}}}$$

$$C = 339.89 \text{ m/s}$$

Al obtener C, se reemplaza en la Ec. 29 y se determina el golpe de ariete:

$$h_a = \frac{C * V}{g}$$

$$h_a = \frac{339.89 * 0.414}{9.81}$$

$$h_a = 14.34 \text{ m. c. a}$$

Se determina la sobrepresión:

$$S_p = h_a + P_d$$

$$S_p = 14.34 + 8.94$$

$$S_p = 23.28 \text{ m. c. a.}$$

En este caso la sobrepresión se suma más la presión dinámica del tramo 2.

$$S_p = 23.28 \text{ m. c. a.} + 6.331$$

$$S_p = 29.61 \text{ m. c. a.}$$

Para verificar si es una sobrepresión máxima (maniobra rápida), y una sobrepresión mínima (maniobra lenta), se tiene que:

$$T = \frac{2L}{C}$$

$$T = \frac{2 * 425}{339.89}$$

$$T = 2.5 \text{ s.}$$

$$T < \frac{2L}{c} \text{ Sobrepresión máxima} \quad T > \frac{2L}{c} \text{ Sobrepresión mínima}$$

Una vez obtenida la sobrepresión se compara con la presión nominal para ver si no existe el golpe de ariete:

$$S_p = 29.61 \text{ m. c. a.}$$

$$\text{Presión Nominal} = 1 \text{ MPa} = 100 \text{ m. c. a.}$$

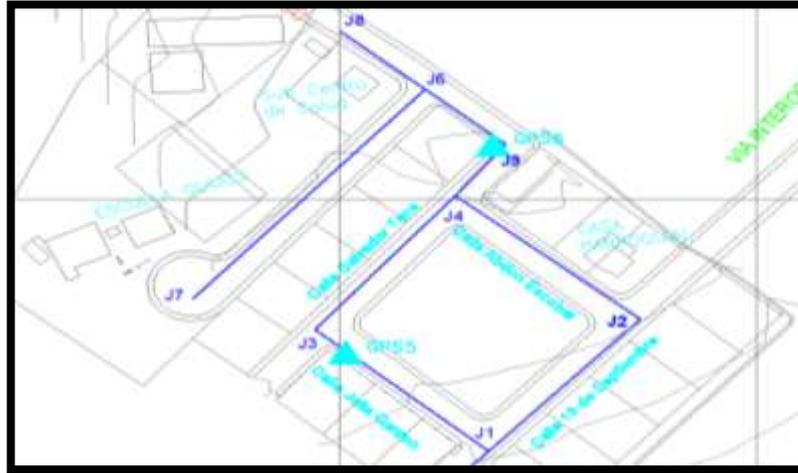
$$29.61 < 100$$

De acuerdo al cálculo de la tubería seleccionada para el tramo de la red de conducción hasta la red de distribución si satisface para su uso.

3.3.2.8 Diseño de la red de distribución.

Se define al conjunto de elementos como: tubos, accesorios, y conexiones domiciliarias que tendrán como objetivo abastecer de agua potable a cada vivienda. Para el proyecto de la parroquia de Sumaco se adoptó por aplicar una red cerrada, que se muestra a continuación en la (figura 3.14), y en el plano # 2 (Diseño de la línea conducción y red de distribución).

Figura 3.14 Esquema del trazado de la red de distribución proyecto Sumaco.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.3.2.8.1 Cálculo de los diámetros de la red.

El cálculo de los diámetros y los nudos para la red de distribución se realizó utilizando la metodología moderna, que incluye el uso de software y programas computacionales avanzados para este caso se utilizó WATERCAD V8i el cual es un programa basado en los principios establecidos por el método de Hardy Cross, ya que este se basa en iteraciones tendientes a buscar el equilibrio de la red.

Para la selección del diámetro en el programa se realizó introduciendo variedad de diámetros hasta obtener el óptimo.

Se seleccionó un diámetro de 32 mm., desde los tramos J1 – J2 – J4 - J3 y un diámetro de 25 mm., desde los tramos J4-J5-J6-J7-J8, tal como se observa en la (figura 3.14). Los diámetros fueron introducidos en el programa de acuerdo a sus longitudes y como resultados se dio las velocidades y caudales las cuales están dentro de las normas establecidas para el diseño, se puede verificar en el **anexo I**.

En la tabla 3.14, se muestra los resultados de cálculos de los diámetros seleccionados con sus respectivos requerimientos.

Tabla 3.14 Resultados de la selección de los diámetros.

Diámetro nominal	Presión nominal	Espesor (E)	Diámetro Interior		Longitud de tubería	Caudal	Velocidad
			mm	m			
mm	Mpa	mm	mm	m	m	lt/S	m/s
32	1.25	1.6	30.4	0.0304	53.85	0.341	0.42
32	1.25	1.6	30.4	0.0304	57.75	0.269	0.33
32	1.25	1.6	30.4	0.0304	55.42	0.340	0.42
32	1.25	1.6	30.4	0.0304	52.39	0.279	0.35
25	1.6	1.5	23.5	0.0235	19.50	0.498	1.01
25	1.6	1.5	23.5	0.0235	27.80	0.208	0.42
25	1.6	1.5	23.5	0.0235	88.00	0.086	0.18
25	1.6	1.5	23.5	0.0235	24.50	0.122	0.25

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

De acuerdo a esto los diámetros escogidos para el diseño de la red de distribución para la Parroquia de Sumaco si establecen sus condiciones de servicio. De igual forma si hay en el mercado tuberías se tipo de diámetro con respectivas reducciones, las cuales se puede observar en el **anexo G y H**.

3.3.2.8.2 Cálculo de los caudales en los nudos.

Para el cálculo de los nudos se realizó mediante la teoría de Hardy Cross y por el método de las aéreas ya que no se tiene establecido el número de habitantes por nudos. Lo cual se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_i = k * d * D * A_i \quad \text{Ec. 35}$$

Donde:

Q_i = Caudal para un área en cada nudo (lt/s).

K = Factor de corrección de caudal por área y densidad poblacional. (Se recomienda un valor de 3,59 establecido en el programa)

d = Densidad (hab. / ha).

D = Dotación (lt/hab.*día).

Para el cálculo de los nudos se obtienen las áreas en hectáreas las cuales están definidas en la tabla 3.15, y obtenidas del plano # 2 (Diseño de la línea de conducción y red de distribución). Para el área del conjunto del plan de urbanización futuro A_c corresponde a 1 hectárea y para el área del estadio se realiza en función de espectadores teniendo una dotación de 1 lt. /espectador.

Tabla 3.15 Cálculo de las áreas en m² y ha.

A = 1.794 Actual (ha)			A = 2.794 Futura (ha)		
Área parcial actual			Área parcial futura		
Área parcial	m ²	ha	Área parcial	m ²	ha
A1	2599.1	0.260	A1	2599.1	0.260
A2	2689.31	0.269	A2	2689.31	0.269
A3	2310.55	0.231	A3	2310.55	0.231
A4	1810.35	0.181	A4	1810.35	0.181
A5	825.84	0.083	A5	825.84	0.083
A6	3201.38	0.320	A6	3201.38	0.320
A7	4500.052	0.450	A7	4500.05	0.450
Total	17936.582	1.794	A c	10000	1.000
			A e	Estadio en función de espectadores	
			Total	27936.582	2.794

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Para la determinación del caudal de salida en cada nudo en base al área a aportar se tiene la Ec. 35:

$$Q_i = k * d * D * A_i$$

Donde: $C = k * d * D$ siendo C constante para la determinación de cada caudal en cada uno de los nudos y de esta manera se tiene que:

$$Q_i = C * A_i \quad \text{Ec. 36}$$

Con la fórmula obtenida se determina los caudales de salida para cada nudo. En la tabla 3.17, se puede observar los cálculos obtenidos.

Para esto se debe determinar la densidad en la situación actual y futuro. La tabla 3.16, se demuestra su valor.

Tabla 3.16 Cálculo de la densidad y recomendación de la dotación.

Datos Actuales			Datos Futuros		
Población	158	Hab.	Población	212	Hab.
Área total	1.794	Ha (hectárea)	Área total	2.794	Ha (hectárea)
Densidad	88.09	Hab./ha	Densidad	75.67	Hab./ha
<p>Dotación = 85.00 lt/hab./día</p> $Densidad = \frac{Población (hab.)}{Área total (ha)}$					

Elaborada por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Al obtener la densidad se determina C, y se obtienen los caudales.

Se demuestra C, por medio de un ejemplo para el caudal actual:

$$C = \frac{3.59 * 88.09 \frac{hab}{ha} * 85 \frac{lt}{hab * dia}}{1000 * 86400}$$

$$C = 0.00031$$

Una vez obtenido C, se multiplica por cada área aportante (en ha) y se obtiene el caudal, de manera que el caudal total futuro debe ser mayor al caudal total actual.

Tabla 3.17 Caudales por área futura y actual.

Caudal parcial actual					Caudal parcial futuro				
Item	C	Ai	Qi	Qi	Item	C	Ai	Qi	Qi
		(ha)	(m ³ /s)	(lt/s)			(ha)	(m ³ /s)	(lt/s)
A1	0.00031	0.260	8.090 E-05	0.081	A1	0.00027	0.260	6.9492 E-05	0.069
A2	0.00031	0.269	8.371 E-05	0.084	A2	0.00027	0.269	7.1904 E-05	0.072
A3	0.00031	0.231	7.192 E-05	0.072	A3	0.00027	0.231	6.1777 E-05	0.062
A4	0.00031	0.181	5.635 E-05	0.056	A4	0.00027	0.181	4.8403 E-05	0.048
A5	0.00031	0.083	2.570 E-05	0.026	A5	0.00027	0.083	2.2080 E-05	0.022
A6	0.00031	0.320	9.964 E-05	0.100	A6	0.00027	0.320	8.5595 E-05	0.086
A7	0.00031	0.450	1.401 E-04	0.140	A7	0.00027	0.450	1.2032 E-04	0.120
Total			0.000558	0.558	A c	0.00027	1.000	2.6737 E-04	0.267
					A e			0.0000 E+00	
					Total			0.0007469	0.747

Elaborada por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Al obtener los caudales por cada área se tiene que, el caudal por cada nudo son los cuales se representa en la tabla 3.18.

Tabla 3.18 Caudal en cada nudo en la situación actual y futuro.

Situación actual			Situación futura		
NUDO	Qi	Qi	NUDO	Qi	Qi
	(m ³ /s)	(lt/s)		(m ³ /s)	(lt/s)
J1	8.090 E-05	0.081	J1	6.949 E-05	0.069
J2	8.371 E-05	0.084	J2	7.190 E-05	0.072
J3	7.192 E-05	0.072	J3	6.178 E-05	0.062
J4	5.635 E-05	0.056	J4	4.840 E-05	0.048
J5	2.570 E-05	0.026	J5	2.895 E-04	0.289
J6	0	0.000	J6	0	0.000
J7	0.000 E+00	0.000	J7	8.560 E-05	0.086
J8	1.401E-04	0.140	J8	1.203 E-04	0.120
Total	0.00046	0.459	Total	0.00075	0.747

Elaborado por: Bautista Ángel, Samaniego Pedro.

Una vez determinado los caudales se obtienen las presiones tal como se muestra en la tabla 3.19.

Para calcular las pérdidas en cada tramo se realiza mediante la siguiente Ec. 22:

$$H_f = \left(\frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

D = Diámetro nominal de acuerdo al tramo

C = Coeficiente de rugosidad (140 para PVC)

Q = Caudal de diseño $\frac{lt}{s}$ de acuerdo al nudo

L = Longitud de acuerdo a las distancias en que se encuentra las pérdidas

En la tabla 3.19, muestra el cálculo de cada uno de los tramos.

La presión dinámica (Pd), se obtiene de la Ec. 28 para cada nudo como se muestra a continuación:

$$Pd = (PE) - hf$$

Para la presión estática (PE), se determina con la Ec. 27, la cual es la diferencia de alturas en la que se encuentran los nudos.

$$P_E = C2 - C1$$

Tabla 3.19 Cálculos de la presiones situación actual.

Situación futura							
* N	** D	Elevaciones o alturas ***		Presión estática ****	Longitud +	Pérdidas ++	Presión dinámica +++
		C1	C2	C2 - C1	l	hf	P
	m	m	m	m.c.a	m	m	m.c.a
J1	32	1603	1611.42	8.42	53.85	6.693E-15	8.41
J2	32	1602	1610.98	8.98	57.75	6.710E-17	8.97
J3	32	1601.5	1610.97	9.47	55.42	4.883E-17	9.45
J4	32	1601	1610.68	9.68	52.39	2.875E-17	9.66
J5	25	1600.8	1609.61	8.81	19.50	2.963E-16	8.79
J6	25	1600.5	1609.30	8.62	27.80	2.963E-16	8.79
J7	25	1600	1609.12	9.12	88.00	4.721E-16	9.10
J8	25	1600.1	1609.20	9.10	24.50	2.434E-16	9.09

*Nudos
 Diámetro se obtiene del **anexo F.
 *** Las elevaciones se determinan del plano # 2 (Diseño de la línea de conducción y

Para las pendientes se recomienda que no deba ser menor a 0.30 % y se calcula de la siguiente manera:

$$Pendiente = \frac{\text{Diferencia entre la elevaciones de nudos}}{\text{longitud de la tubería}} \quad \text{Ec. 37}$$

Como se puede observar en la tabla 3.20, que en ningún punto la pendiente es menor a 0.30%, lo cual puede garantizar la buena distribución de agua en la red.

Tabla 3.20 Características de nudos y tuberías

Características de nudos y tuberías				
Tubería	Nudo	Elevación	Longitud Tubería	Pendiente
		(msnm)	(m)	(%)
Punto 1	Captación.	1629	213.4	2.81%
	Tanque	1623		
Punto 2	Tanque	1621	849.9	2.12%
	J1	1603		
Punto 3	J1	1603	53.9	1.86%
	J2	1602		
Punto 4	J2	1602	57.8	1.73%
	J4	1601		
Punto 5	J1	1603	55.4	2.71%
	J3	1601.5		
Punto 6	J3	1601.5	52.4	0.95%
	J4	1601		
Punto 7	J4	1601	19.5	1.03%
	J5	1600.8		
Punto 8	J5	1600.8	27.8	1.08%
	J6	1600.5		
Punto 9	J6	1600.5	88.0	0.57%
	J7	1600		
Punto 10	J6	1600.5	24.5	1.63%
	J8	1600.1		

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.3.3 Planta de tratamiento de agua.

El tratamiento que requiere el agua para el consumo de las poblaciones depende de las características físico-químicas y microbiológicas que presenten las muestras sometidas a ensayos de laboratorio, cuyos resultados se muestran en la tabla 3.1.

De acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio, se establece que los parámetros que deben ser controlados para que estén dentro de los rangos permisibles son: Coliformes totales, mohos y levaduras. Teniendo en cuenta estos contaminantes se ha concluido que se debe realizar un tratamiento de desinfección, esto permite la eliminación de los microorganismos patógenos que contiene el agua.

Para la destrucción de los microorganismos patógenos existen diferentes métodos de desinfección pero el más económico, habitual y el que se utilizará en la realización de este diseño, es la cloración. Además de esto se implementará un proceso de aireación el cual nos permitirá la eliminación de sabores y olores desagradables. Seguidamente se analizarán los tipos de tratamiento a utilizar.

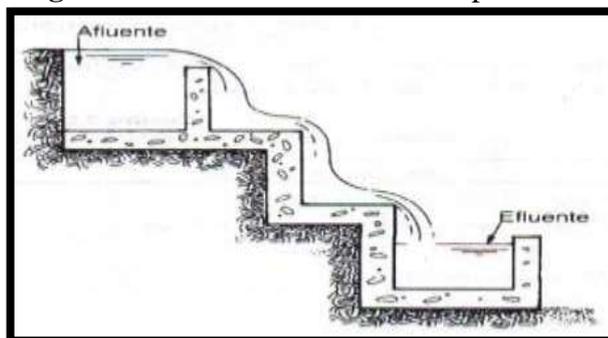
3.3.3.1 Método por aireación.

Es el proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto con el aire, este permite que los gases atrapados en el agua puedan escapar y de esta manera el oxígeno ayuda a destruir los microorganismos anaeróbicos presentes en ella.

Para la aplicación de este método se realiza mediante un aireador, el cual permite mejorar las características del agua. Existen varios tipos de aireadores, dentro de los cuales destacan los de tipo cascada, por su facilidad y bajo costo de construcción dando resultados satisfactorios.

El aireador de cascada se diseña como una escalera (figura 3.16), entre más grande sea el área horizontal más completa es la aireación, de igual forma el agua cae en los escalones de concreto produciendo salpicamiento, similar a lo que ocurre en un río turbulento. En cuanto al mantenimiento del aireador es sumamente sencillo, no requiere de energía adicional.

Figura 3.16 Aireador de cascada tipo escalera.



Fuente: Vera, 2007, p. 31.

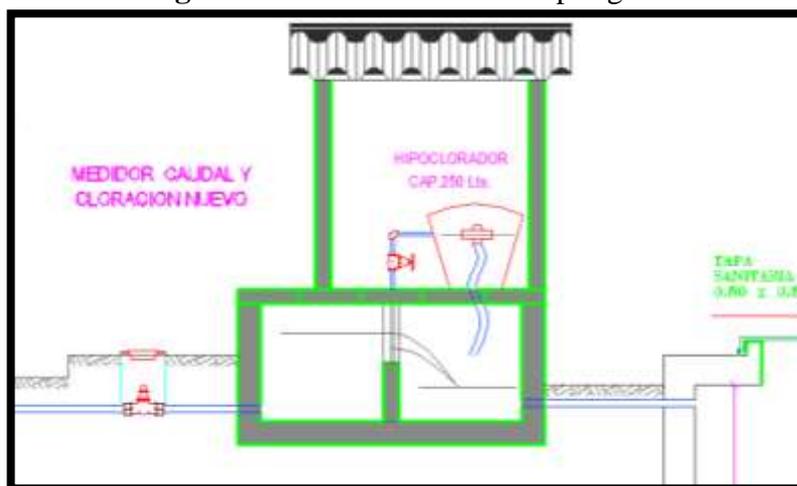
En la tubería de ingreso al aireador se debe instalar una válvula de seccionamiento tipo compuerta, de 2", la cual permitirá controlar el flujo de ingreso al aireador para su mejor funcionamiento, cuyo detalle de construcción e instalación se muestra en el plano # 5 (Planta de tratamiento) del proyecto.

3.3.3.2 Método por cloración.

La cloración es un método que se emplea en la potabilización para destruir microorganismos patógenos, controlar problemas de olor, y para eliminar nitrógeno amoniacal.

En la potabilización del agua para el proyecto de la Parroquia de Sumaco se realizará mediante un clorador artesanal por goteo. El cual consiste en un tanque de material noble construido al costado del reservorio, colocado cerca del ingreso de agua y junto a la tapa del reservorio como se observa en la (figura 3.17). Se recomienda revestir al clorador con una capa de 2 cm de cemento con sika para evitar las fugas.

Figura 3.17 Clorador artesanal por goteo.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Para la instalación consta de una tubería de ½" y un cañón de plástico de ½" con orificios colocados a 3 cm por encima del piso del clorador. De igual forma para la limpieza del clorador consta de una tubería de ½" al ras del suelo para el desfogue de la mezcla del hipoclorito para su limpieza tal como se muestra en la (figura 3.12). Para la desinfección del agua se realizará mediante cloración utilizando hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) el cual contiene el 70% de cloro activo. En cuanto a la dosificación se ha llegado a demostrar que primero parecen las bacterias patógenas y después los coliformes, con dosis que van de 0.1 a 2 mg/litro.

- ✓ El caudal a tratar corresponde al Qmax. Día o caudal de diseño + 10%. Según la norma CPE INEN 5-Parte 2:1997:

Datos:

$$\text{Caudal de diseño (Qd)} = 0.312 + 10\% = 0.343 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

$$\text{Porcentaje de cloro activo} = 70 \%$$

$$V = Q * t$$

Donde:

V: Volumen

Q: Max. Día o caudal de diseño

t: Tiempo en 1 día 24 h.

$$V = 0.343 \frac{\text{lt}}{\text{s}} * 86400 \frac{\text{s.}}{\text{día}}$$

$$V = 29635.2 \frac{\text{lt}}{\text{día}} = 29.63 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

- ✓ Cantidad necesaria de hipoclorito al día.

En nuestro caso, en vista de que el agua, proviene de una vertiente, se utiliza una dosificación de 1,5 mg de cloro por cada litro de agua, de este modo se tiene:

$$29635.2 \frac{\text{lt}}{\text{día}} * 1.5 \frac{\text{mg}}{\text{lt}} = 44452.8 \text{ mg de cloro} = 44.45 \text{ gr de cloro cada día}$$

- ✓ Cada gramo de hipoclorito de calcio contiene 0.7 gramos de cloro, entonces:

$$\frac{44.45 \text{ gr de cloro}}{0.7} = \mathbf{63.5 \text{ gr de hipoclorito de calcio cada día.}}$$

Se disolverán en el tanque clorador tipo SSA de 250 litros diariamente, 63.5 gramos de hipoclorito de calcio al 70%. El tarro de hipoclorito contiene 25 Kg. = 25.000 gr. El mantenimiento del hipoclorador es muy importante para su vida útil y para la entrega de agua en óptima calidad, debido a esto el operario debe realizar las siguientes actividades.

- Verificar que el tanque de hipoclorador esté correctamente tapado para evitar el ingreso de contaminantes y la degradación de la solución.
- Verificar que el goteo de la válvula del hipoclorador esté bien calibrado para evitar sobredosis de la desinfección.
- Revisar el estado de la conservación de las mangueras, llaves de paso y demás accesorios.
- Limpiar cada semana con abundante agua hasta que se vacíe todo el sedimento que se encuentra en el fondo del tanque hipoclorador.

En el plano # 5, del proyecto se muestra el detalle de la instalación. (Planta de tratamiento)

3.3.4 Volumen de almacenamiento (V_A).

Es el volumen de agua que se necesita para abastecer el sistema en su plenitud. De acuerdo a esto la capacidad de almacenamiento es del 50% del volumen medio diario ($0.00025 \frac{m^3}{s}$), referencia a la Ec. 4.

“En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m³”. (SENAGUA, 2010, p. 36).

$$V_A = 50 \% * Q_{MD} \quad \text{Ec. 38}$$

$$V_A = \frac{0.00025 \frac{m^3}{s} * 86400 s}{2}$$

$$V_A = 10.8 m^3$$

De acuerdo a lo anterior, se seleccionó un tanque de 12 m³ por seguridad.

Las medidas del tanque serán de acuerdo al volumen calculado las cuales se determina en la tabla 3.21.

Tabla 3.21 Dimensiones internas del tanque.

Forma rectangular				
Medidas	Calculado	Adoptado	Fórmula	Consideraciones
Base (B)	2.5	2.5		
Longitud (L)	3.20	3.2	$L = V/B/H$	
Altura (H)	1.5	2	$H = H + 0.5$	Por efecto de rebose (0.5)

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.3.5 Diseño del tanque de distribución.

Para el tanque de almacenamiento, se diseñará de hormigón armado, y con losa de hormigón reforzado. Los muros exteriores no requieren un revestimiento, pero para la pared interior se debe alisar y utilizarse una capa de impermeabilizante.

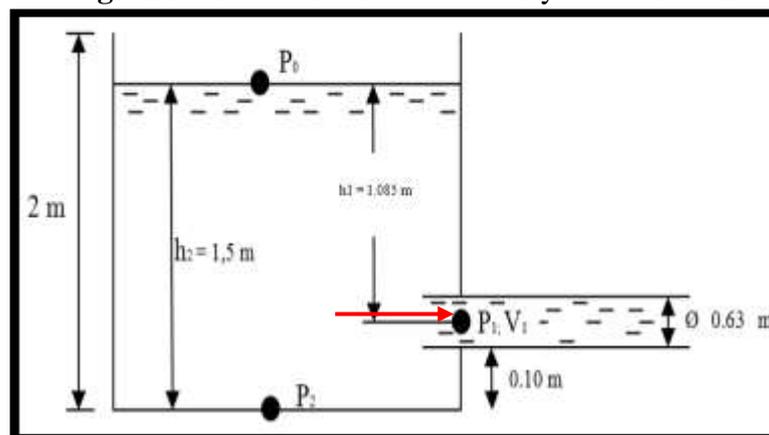
El diseño del tanque de almacenamiento se realizó mediante el método de Portland Cement Association (PCA), el cual determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorio basados en la teoría de Plates and Timoshenko, donde se consideran las paredes empotradas entre sí.

De acuerdo a las condiciones de borde que se fijan existen tres condiciones de selección que son:

- Tapa articulada y fondo articulado.
- Tapa libre y fondo articulado.
- Tapa libre y fondo empotrado.

Para este caso se diseñará con tapa libre y fondo empotrado. El cual se puede aplicar para reservorios apoyados o superficiales típicos para poblaciones rurales. En este caso solo actúa el empuje del agua, esto quiere decir que la presión P_0 , en el borde es cero y la presión máxima (P_2), ocurre en la base donde tal como se observa en la (figura 3.18):

Figura 3.18 Demostración de $P_0 = 0$ y $P_2 = \text{máxima}$.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

La presión máxima P_2 es:

$$P_2 = \gamma_{H_2O} * h_2 \quad \text{Ec. 39}$$

$$P2 = 9800 \frac{N}{m^3} * 1.5 m$$

$$P2 = 1500 \frac{N}{m^2}$$

Donde:

γ_{H2O} = Peso específico del agua (9800 N/m³).

h2 = Altura del agua (m).

La presión P1 en la figura 3.18, es:

$$P1 = \gamma_{H2O} * h1 \tag{Ec. 40}$$

$$P1 = 9800 \frac{N}{m^3} * 1.085 m$$

$$P1 = 10633 \frac{N}{m^2}$$

El empuje hidrostático E actúan como se observa en la figura 3.19 y se determina así:

$$E = \frac{\gamma_{H2O} * h^2 * b}{2} \tag{Ec. 41}$$

$$\mathbf{E = FR}$$

Donde:

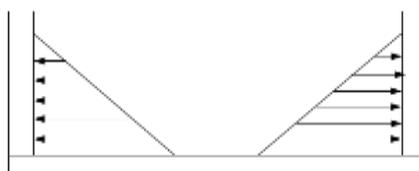
γ_{H2O} = Peso específico del agua (9800 N/m³).

h = Altura del agua (m).

b = Largo ó ancho de la pared (m)

Esta condición de carga representa la situación donde el tanque está lleno y la resistencia externa del suelo se ignora. La consideración que se hace aquí, para los extremos de la pared, es que los bordes laterales se encuentran empotrados, el borde superior simplemente apoyado y el borde inferior articulado (figura 3.19).

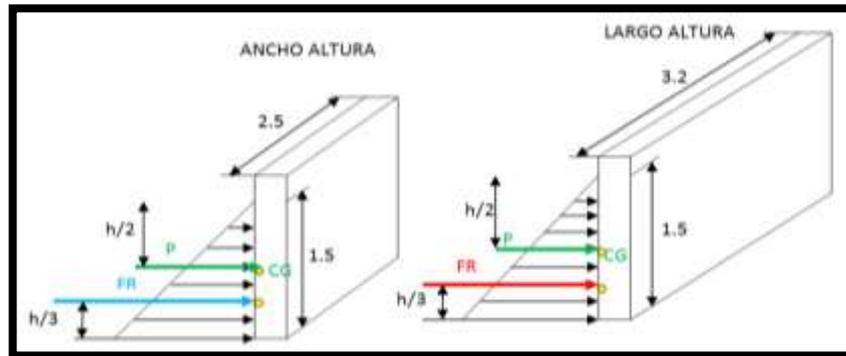
Figura 3.19 Fuerzas actuantes en el interior del tanque.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Las fuerzas cuando un tanque está lleno siempre actúan hacia las paredes del mismo tal como se observa en la figura 3.20

Figura 3.20 Fuerza resultante en cada pared.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Al saber que el empuje es igual a la fuerza resultante se tiene que:

$$FR = \frac{\gamma H_2O * h * A}{2} \quad \text{Ec. 42}$$

Donde:

FR = Fuerza resultante

h = Altura del agua (m).

A = Área (m²).

γH_2O = Peso específico (9800 N / m³).

La fuerza resultante en la pared largo altura (figura 3.20), es:

$$FR = \frac{9800 \text{ N/m}^3 * 1.5 \text{ m} * (1.5 \text{ m} * 3.20 \text{ m})}{2}$$

$$FR = 35280 \text{ N}$$

La fuerza resultante en la pared ancho altura (figura 3.20), es:

$$FR = \frac{9800 \text{ N/m}^3 * 1.5 \text{ m} * (1.5 \text{ m} * 2.5 \text{ m})}{2}$$

$$FR = 27562.5 \text{ N}$$

En la tabla 3.22, se demuestra las cargas actuantes para el diseño de la losa cubierta y losa de fondo.

Tabla 3.22 Cargas actuantes.

Diseño	Cargas actuantes
Losa de cubierta	Peso propio
	Carga viva estimada
Losa de fondo	Empuje del agua (reservorio lleno)
	Momentos en los extremos por empotramiento.
	Peso de losa y pared.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

- Los datos generales de diseño del tanque se representan en la tabla 3.23.

Tabla 3.23 Datos generales de diseño del tanque de entrada

Datos	Medidas	U
Altura de pared	H	2.0 m
Largo de la pared (int)	L = b	3.2 m
Ancho de pared (int)	B = c	2.5 m
Altura de agua	$h_{\text{TIRANTE}} = a$	1.5 m
Volumen	V	12.0 m ³
Borde libre	B.L.	0.5 m
Peso específico agua	γ_{H2O}	1000.0 kg/m ³
Esfuerzo a compresión Hormigón	f'c	210.0 kg/cm ²
Peso específico Hormigón (o densidad)	ρ	2400.0 kg/m ³
Esfuerzo fluencia Hormigón	fy	4200.0 kg/cm ²

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.3.5.1 Cálculo de momentos y espesores.

Se toma como base que el reservorio está lleno y sujeto a presión del agua.

- Relaciones largo/altura y ancho/altura del tanque:

$$a \text{ (m)} = 1.5 \quad \frac{b}{a} = 2.133333333 \quad \text{se asume para } \frac{b}{a} = 2.50$$

$$b \text{ (m)} = 3.2$$

$$c \text{ (m)} = 2.5 \quad \frac{c}{a} = 1.666666667 \quad \text{se asume para } \frac{c}{a} = 1.75$$

Por lo tanto las relaciones calculadas están dentro de los límites establecidos (0.5 a 0.3) para la aplicación de las tablas.

Para las relaciones largo/altura y ancho/altura, $b/a = 2.5$; y $c/a = 1.75$ respectivamente, se presentan los coeficientes (k) para el cálculo de los momentos, cuya información se muestra en las tablas 3.24 y 3.25, respectivamente.

Tabla 3.24 Coeficientes (k) para cálculo de momentos de las paredes del reservorio relación largo-altura (b/a); tapa libre y fondo empotrado.

b/a	x/a	y = 0		y = b/4		y = b/2	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My
		k	k	k	k	k	k
2.50	0	0.00	+0.027	0.00	+0.013	0.00	-0.074
	1/4	+0.012	+0.022	+0.007	+0.013	-0.013	-0.066
	1/2	+0.011	+0.014	+0.008	+0.010	-0.011	-0.053
	3/4	-0.021	-0.001	-0.010	+0.001	-0.005	-0.027
	1	-0.108	-0.022	-0.077	-0.015	0.00	0.00

Fuente: Rivera, 1991, p. 2.

Tabla 3.25 Coeficientes (k) para cálculo de momentos de las paredes de reservorio relación ancho-altura (c/a); tapa libre y fondo empotrado.

c/a	x/a	y = 0		y = c/4		y = c/2	
		Mx	Mz	Mx	Mz	Mx	Mz
		k	k	k	k	k	k
1.75	0	0.00	+0.025	0.00	+0.007	0.00	-0.050
	1/4	+0.012	+0.022	+0.005	+0.008	-0.010	-0.052
	1/2	+0.016	+0.016	+0.010	+0.009	-0.009	-0.046
	3/4	-0.002	+0.005	+0.001	+0.004	-0.005	-0.027
	1	-0.074	-0.015	-0.050	-0.010	0.00	0.00

Fuente: Rivera, 1991, p. 2.

De manera que la fórmula para el cálculo de momentos tanto para los coeficientes (k) de la tabla 3.24 y 3.25 es:

$$M = k * \gamma_{H2O} * h^3 \quad \text{Ec. 43}$$

Donde:

M = Momentos (kg-m)

h = Altura del agua (m)

k = Coeficiente (m)

γ_{H2O} = Peso específico del agua (1000 kgf/m³)

Al saber que se tiene como datos el peso específico del agua y la altura del agua las cuales se mantienen constantes para todos los momentos en “x” y “y” de la pared 1 y 2, mientras que para “k” hay que reemplazar para cada uno de los momentos.

El valor “k” se representa en las tablas 3.24 y 3.25 y se reemplaza en la Ec. 43.

$$M = k * 1000 \frac{kg}{m^3} * (1.5 m)^3$$

- Cálculos de los momentos M_x y M_y en la pared 1:

En la tabla 3.26 se presenta el resumen de los cálculos de momentos M_x y M_y de la pared 1 de la (figura 3.21), obteniendo para los valores de $y = 0; b/4; b/2$, debido al empuje del agua.

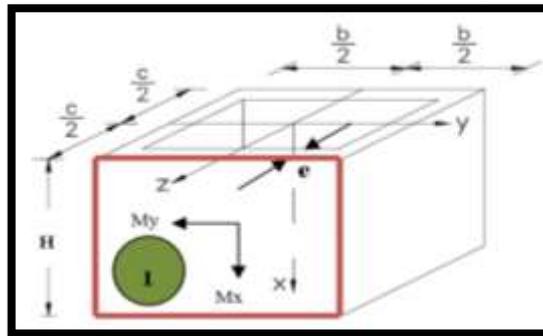
Tabla 3.26 Resumen de los cálculos de los momentos para $y = 0; b/4; b/2$.

b/a	x/a	y = 0		y = b/4		y = b/2	
		M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
2.50	0	0.00	91.125	0.000	43.875	0.000	-249.750
	1/4	40.50	74.250	23.625	43.875	-43.875	-222.750
	1/2	37.13	47.250	27.000	33.750	-37.125	-178.875
	3/4	-70.88	-3.375	-33.750	3.375	-16.875	-91.125
	1	-364.50	-74.250	-259.875	-50.625	0.000	0.000

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

El momento máximo absoluto es: $M_{Max} = 364.50 \text{ kg} - m$

Figura 3.21 Demostración de los momentos y espesor en la pared 1.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

- Cálculos de los momentos M_x y M_y en la pared 2:

En la tabla 3.27, se presenta el resumen de los cálculos de los momentos M_x y M_y en la pared 2 de la (figura 3.22), obtenidos para los valores de $y = 0; c/4; c/2$, debido al empuje del agua.

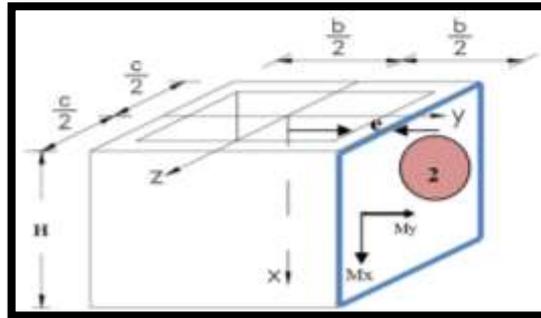
Tabla 3.27 Resumen de los cálculos de los momentos para $y = 0; c/4; c/2$.

b/a	x/a	y = 0		y = c/4		y = c/2	
		M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
1.75	0	0.00	84.375	0.000	23.625	0.000	-168.750
	1/4	40.50	74.250	16.875	27.000	-33.750	-175.500
	1/2	54.00	54.000	33.750	30.375	-30.375	-155.250
	3/4	-6.75	16.875	3.375	13.500	-16.875	-91.125
	1	-249.75	-50.625	-168.750	-33.750	0.000	0.000

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

El momento máximo absoluto es: $M_{Max} = 249.75 \text{ kg} - \text{m}$

Figura 3.22 Demostración de los momentos y espesor en la pared 2.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

- Cálculos de los Espesores en las paredes:

Se realiza mediante el método elástico sin agrietamiento; considerando su ubicación vertical u horizontal, se calculado con la fórmula siguiente:

$$e = \left[\frac{6 * M_{Max}}{ft * b} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 44}$$

Donde:

e = Espesor de la pared (cm).

M_{Max} = Momento máximo (kg-cm).

ft = Esfuerzo por flexión (kg/cm²).

b = 100 cm

El esfuerzo por flexión es:

$$ft = 0.85 \sqrt{f'c} \quad \text{Ec. 45}$$

Donde:

$f'c$ = Esfuerzo a compresión del hormigón (210 kg/ cm²).

Pared 1 en su ubicación vertical:

$$ft = 0.85 \sqrt{210} = 12.32 \text{ kg/ cm}^2$$

$M_{Max} = 364.50 \text{ kg} - \text{m}$, referencia a la tabla 3.26. Se reemplaza en la Ec. 44 y se tiene que:

$$e = \left[\frac{6 * 364.50}{12.32 * 100} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$e = 13.32 \text{ cm}$$

Por fines de seguridad se asume un espesor de **20 cm** en la pared 1.

Pared 2 en su ubicación horizontal:

$$ft = 0.85 \sqrt{210} = 12.32 \text{ kg/cm}^2$$

$M_{Max} = 249.75 \text{ kg} - m$, referencia a la tabla 3.27. Se reemplaza en la Ec. 44 y se tiene que:

$$e = \left[\frac{6 * 249.75}{12.32 * 100} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$e = 11.03 \text{ cm}$$

Por fines de seguridad se asume un espesor de **20 cm** en la pared 2.

De acuerdo al cálculo se concluye que para las medidas largo (L=b) y ancho (B=c), se considera paredes de espesores de apoyos de **20 cm**.

3.3.5.2 Cálculo de losa de cubierta.

Se considera una losa armada en dos sentidos y apoyada en sus cuatro lados.

- Cálculo del espesor de losa (e):

$$e = \frac{\text{Perímetro}}{180} \geq 9 \text{ cm}$$

Al considerar que se tiene las dimensiones de la losa de la cubierta se obtiene el espesor:

El espesor de apoyo es:

$$e_{apoyo} = \frac{20 \text{ cm}}{100}$$

$$e_{apoyo} = 0.20 \text{ m}$$

Largo	L (m)	3.6	$L = 3.2 + 2 * 0.20$	Ly
Ancho	B (m)	2.9	$B = 2.5 + 2 * 0.20$	Lx
Perímetro	P (m)	13	$P = 2*(L+B)$	

Al reemplazar el perímetro en la ecuación de “e” se tiene que:

$$e = \frac{13}{180} \geq 9cm$$

$$e = 0.07m = 7cm \geq 9cm$$

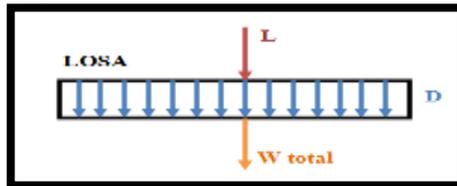
Al no cumplir el espesor calculado se asume un espesor para la losa de $e_{LOSA} = 0.20 m = 20 cm$.

- Cargas actuantes en la losa:

Carga muerta (D): peso específico del hormigón = $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.20 \text{ m}$ (espesor de la losa), resultando 480 kg/m^2 , más la carga viva (L) considerando el peso promedio de una persona = 200 kg/m^2 , teniendo un peso total de la viga de losa de:

$W = 680 \text{ kg/m}^2$, tal como se observa en la (figura 3.23).

Figura 3.23 Viga de la losa distribuida en sus cargas actuantes.

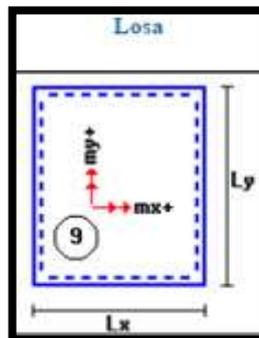


Elaborada por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

- Momentos flexionantes en cada dirección:

Los momentos se consideran en los sentidos tal como muestra la (figura 3.24).

Figura 3.24 Dirección de los momentos flexionantes.



Fuente: Diseño de losas de concreto armado, p. 24.

$$M (y +) = 0.0001 * w * m_{y+} * L_x^2$$

$$M (x +) = 0.0001 * w * m_{x+} * L_x^2$$

Datos:

$$W \text{ losa} = 560 \text{ kg/m}^2$$

$$L_x = 2.9$$

$$L_x/L_y = 0.8$$

$$m_{y+} = 629 \quad m_{x+} = 449$$

Los valores L_x/L_y ; m_{y+} ; m_{x+} se obtienen del **anexo K**.

De manera que:

$$M (y +) = 0.0001 * 680 * 629 * 2.8^2$$

$$M (y +) = 359.713 \text{ kg} - m$$

$$M (x +) = 0.0001 * 680 * 449 * 2.8^2$$

$$M (x +) = 256.77 \text{ kg} - m$$

- Espesor útil (d):

Se calcula mediante el método elástico con la siguiente relación:

$$d = \left[\frac{M}{R * b} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 46}$$

Donde:

d = Espesor útil, considerando revestimiento “3 cm”

M = Momentos flexionantes M_{y+} ; M_{x+}

b = 100 cm

La tabla 3.28, indica el orden de cálculo para llegar a determinar (d).

Tabla 3.28 Cálculo del espesor útil.

Datos	Fórmula	Respuesta
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Esfuerzo a compresión hormigón	$fc = 0.45 * f'c \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$	$fc = 95 \text{ kg/cm}^2$
$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ Esfuerzo fluencia hormigón	$fs = 0.5 * fy$	$fs = 2100 \text{ kg/cm}^2$
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Esfuerzo a compresión hormigón	$n = \frac{2.1 * 10^6}{15100 * \sqrt{f'c}}$	$n = 10$
$fs = 2100 \text{ kg/cm}^2$ $n = 10$ $fc = 95 \text{ kg/cm}^2$	$k = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{fs}{n * fc} \right) \right]}$	$k = 0.302$
$k = 0.302$	$j = 1 - \frac{k}{3}$	$j = 0.899$

$j = 0.899$ $k = 0.302$ $fc = 95 \text{ kg/cm}^2$	$R = \frac{1}{2} * fc * j * k$	$R = 12.8$
$M_{y+} = 359.79 \text{ kg} - m$ $b = 100 \text{ cm}$ $R = 12.8 \text{ cm}$	$d_{y+} = \frac{M_{y+}}{(R * b)^{0.5}}$	$d_{y+} = 0.530 \text{ cm}$
$M_{x+} = 256.77 \text{ kg} - m$ $b = 100 \text{ cm}$ $R = 12.8 \text{ cm}$	$d_{x+} = \frac{M_{x+}}{(R * b)^{0.5}}$	$d_{x+} = 0.448 \text{ cm}$

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Al considerar un recubrimiento de 3 cm, el espesor total de (d) es:

$$e = \text{Recubrimiento} + d_{max.}$$

$$e = 3 \text{ cm} + 0.53 \text{ cm}$$

$$e = 3.53 \text{ cm}$$

Se debe cumplir que:

$$d \geq e - \text{recubrimiento}$$

$$d \geq 20 \text{ cm} - 3 \text{ cm}$$

$$d \geq 17 \text{ cm}$$

Para el diseño se considera que:

$$e = \text{Recubrimiento} + d$$

$$e = 3 \text{ cm} + 17 \text{ cm}$$

$$e = 20 \text{ cm}$$

3.3.5.3 Cálculo de la losa de fondo.

- Cargas actuantes de la losa:

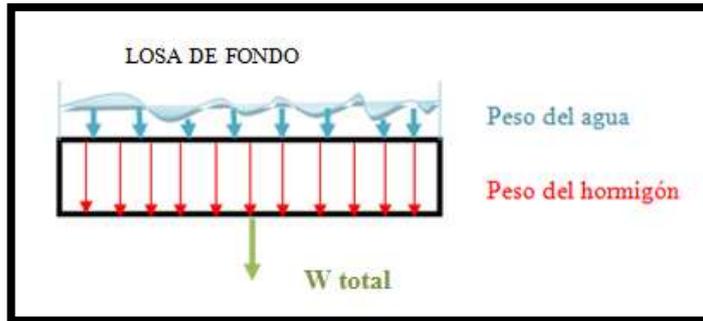
Se asume un espesor de losa de fondo de $e_{losa} = 0.20 \text{ m}$ y conociendo la altura de agua $h_{TIRANTE} = 1.5 \text{ m}$, el valor de la carga muerta (D) será:

✚ Peso específico del agua (1000 Kg/m^3)

✚ Peso específico del hormigón (2400 Kg/m^3)

Las cargas del agua y del hormigón se representan en la (figura 3.18).

Figura 3.25 Losa de fondo con sus cargas distribuidas.



Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

$$\text{Carga hormigón} = 2400 \text{ Kg/m}^3 \times 0.20 \text{ m} = 480 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga de agua} = 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 1.5 \text{ m} = 1500 \text{ Kg/m}^2$$

$$W \text{ total} = 360 + 1500 = 1980 \text{ Kg/m}^2$$

La losa de fondo será analizada como una placa flexible y no como una placa rígida, debido a que el espesor es pequeño en relación a la longitud; además se la considerara apoyada en un medio cuya rigidez aumenta con el empotramiento. Dicha placa estará empotrada en los bordes.

- Momentos en cada dirección:

Debido a la acción de las cargas verticales actuantes para una luz interna $L_{interna}$, se originan los siguientes momentos.

$$L_{interna} = L - 2 * e_{pared} \text{ (m)} \quad \text{Ec. 47}$$

Donde:

$$L_{interna} = \text{Luz interna (m).}$$

$$L = \text{Longitud (m)}$$

$$e_{pared} = \text{Espesor de la pared (m)}$$

Momento de empotramiento en los extremos (M_{ex1}):

$$M_{ex1} = -\frac{W * L_{interna}^2}{192} \text{ (Kg - m)} \quad \text{Ec. 48}$$

Momento en el centro (M_{c2}):

$$M_{c2} = \frac{W * L_{interna}^2}{384} (Kg - m) \quad \text{Ec. 49}$$

Donde:

$L_{interna}$ = Luz interna (m)

W = Peso total de la losa de fondo (kg-m²)

e_{pared} = Espesores de las paredes

L = Largo de la pared (m)

En la tabla 3.29, se encuentra los datos para los cálculos de los momentos en los extremos y centro de la losa de fondo.

Tabla 3.29 Datos para el cálculos de lo momentos en los extremos y centros

Largo			Ancho		
W	1980	kg-m ²	W	1980	kg-m ²
e_{pared}	0.20	m	e_{pared}	0.20	m
L	3.6	m	L	2.9	m

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

- *Largo:*

Se obtiene $L_{interna}$ para (M_{ex1}), reemplazando los valores de la tabla 3.29, en la Ec. 47:

$$L_{interna} = 3.6 - 2 * 0.20 = 3.20 (m)$$

Al reemplazar $L_{interna}$ en la ecuación 48 se tiene que:

$$M_{ex1} = -\frac{1980 * 3.20^2}{192} = -105.6 (Kg - m)$$

Al reemplazar $L_{interna}$ en la ecuación 49 se tiene que:

$$M_{c2} = \frac{1980 * 3.20^2}{384} = 52.80 (Kg - m)$$

- Ancho:

Se obtiene $L_{interna}$ para (M_{ex1}), reemplazando los valores de la tabla 3.29, en la Ec. 47:

$$L_{interna} = 2.9 - 2 * 0.20 = 2.5 (m)$$

Al reemplazar $L_{interna}$ en la ecuación 48 se tiene que:

$$M_{ex1} = -\frac{1980 * 2.5^2}{192} = -64.5 (Kg - m)$$

Al reemplazar $L_{interna}$ en la ecuación 49 se tiene que:

$$M_{c2} = \frac{1980 * 2.5^2}{384} = 32.2 (Kg - m)$$

- Momentos finales:

Para las losas planas rectangulares armadas con armaduras en dos direcciones, Timoshenko recomienda los siguientes coeficientes:

Momento de empotramiento en los extremos = 0.529

Momento en el centro = 0.0513

Los momentos finales se pueden observar en la tabla 3.30, tanto para el largo como el ancho:

Tabla 3.30 Momentos finales.

Largo		Ancho			
M_{ex} = M_{ex1} * 0,529					
M_{cent} = M_{c2} * 0,0513					
M _{ex}	-55.86	kg-m	M _{ex}	-34.10	kg-m
M _{cent}	2.71	kg-m	M _{cent}	1.65	kg-m

Elaborada por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

- Espesor de la pared (e):

Se realiza mediante el método elástico sin agrietamiento, considerando el máximo momento absoluto, el cual se obtiene entre los momentos extremos y centrales.

$$e = \left[\frac{6 * |M_{Max}|}{f_t * b} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 50}$$

Donde:

e = Espesor de la pared (m)

|M_{Max}| = Momento máximo absoluto de los momentos finales en los extremos y centro tanto coma para el largo y ancho (5586.24 kg-m), tabla 3.30.

f_t = 0.85 * $\sqrt{f'c}$ Esfuerzo por flexión (kg/cm²)

f'c = Esfuerzo a compresión del hormigón (210 kg/cm²)

b = 100 cm

$$f_t = 0.85 * \sqrt{f'c}$$

$$f_t = 0.85 * \sqrt{210}$$

$$f_t = 12.32 \text{ kg/cm}^2$$

Se reemplaza los valores en la Ec. 50 y se determina el espesor del fondo de la losa:

$$e = \left[\frac{6 * |5586.24|}{12.32 * 100} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$e = 5.22 \text{ cm}$$

Pero 5.22 cm < 20 cm espesor de la losa de fondo

Al considerar que se tiene un recubrimiento de 3 cm:

Se debe cumplir que $d \geq e - \text{recubrimiento}$

Por lo tanto e = 20 cm y d = 17 cm.

3.3.5.4 Distribución de la armadura.

Para determinar el valor del área del acero de la armadura de la pared, de la losa de cubierta y fondo, se considera la siguiente relación:

$$A_s = \frac{|M_{max}|}{f_s * j * d} \quad \text{Ec. 51}$$

Donde:

As = Área del acero (cm²)

Mmax = Momento máximo absoluto (kg-m)

fs = Fatiga de trabajo (kg/cm²)

j = Relación entre la distancia resultante del esfuerzo de compresión al centro de gravedad de esfuerzos de tensión.

d = Peralte efectivo (cm).

La cuantía mínima es:

$$As \text{ min} = 0.0015 * b * e \quad \text{Ec. 52}$$

Con las ecuaciones mencionadas a continuación se determina k, j y d, tanto para lo largo y ancho de la paredes, losa de cubierta y losa de fondo.

$$k = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{fs}{n * fc}\right)\right]} \quad \text{Ec. 53}$$

$$d = e - \text{recubrimiento} \quad \text{Ec. 54}$$

$$j = \frac{1 - k}{3} \quad \text{Ec. 55}$$

$$fc = 0.45 * f'c \quad \text{Ec. 56}$$

Donde:

f'c = Esfuerzo a compresión del hormigón 210 kg/cm²

- Pared:

Para el diseño estructural de la armadura vertical y horizontal de la pared del proyecto se considera el momento máximo absoluto, por ser una estructura pequeña que dificultaría la distribución de la armadura y porque el ahorro en términos económicos no será significativo. En la tabla 3.31, se demuestra el cálculo de la cuantía mínima.

Para resistir los momentos originados por la presión del agua y tener una distribución de la armadura se considera:

$$f_s = 900 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

$n = 9$ valor recomendado en normas sanitarias de ACI-350.

Al conocer el espesor y el recubrimiento, se define un peralte efectivo “d”, el valor de “j” es definido por “k”.

$$e = 20 \text{ cm; recubrimiento} = 3 \text{ cm; } b = 100 \text{ cm}$$

Tabla 3.31 Determinación de A_s y $A_{s \text{ min}}$.

Datos	Largo		Ancho		Observaciones
	Armadura		Armadura		
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	
	Eje x	Eje y	Eje x	Eje y	
Mmax (kg-m)	364.50	249.75	249.75	175.50	Tablas 3.26 y 3.27
f_s (kg/cm ²)	900	900	900	900	
$f'c$ (kg/cm ²)	210	210	210	210	
f_c (kg/cm ²)	94.5	94.5	94.5	94.5	Se obtiene de la Ec. 56 reemplazando $f'c$.
n	9	9	9	9	
k	0.486	0.486	0.486	0.486	Se obtiene de la Ec. 53, reemplazando f_s , n y f_c .
j	0.838	0.838	0.838	0.838	Se obtiene de la Ec. 55, reemplazando k,
e (cm)	20	20	20	20	
d (cm)	17.0	17.0	17.0	17.0	Se obtiene de la Ec.54, al reemplazar e, recubrimiento
b (cm)	100	100	100	100	
A_s (cm ²)	2.843	1.948	1.948	1.369	Se obtiene de la Ec. 51, reemplazando Mmax., j, d y f_s
A_s mín	3.00	3.00	3.00	3.00	Se obtiene de la Ec. 52, reemplazando b y e

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Una vez determinado el área del acero siempre se escoge el de mayor valoración bien sea a lo largo de (2.843 cm²), como a lo ancho (1.948 cm²).

- Losa cubierta:

Para el diseño estructural de armadura se considera el momento en el centro de la losa cuyo valor permitirá definir el área de acero en base a la ecuación de **As**. En la tabla 3.32, se tiene los datos para la determinación de **As**.

Los momentos **M**, flexionantes en cada dirección son **My** = 359.71 y **Mx** = 256.77 los cuales están propuestos en la tabla 3.32 para su respectivo cálculo.

Tabla 3.32 Datos para calcular **As** y **As min.**, de la losa cubierta.

Datos	Largo	Ancho
M (kg-m)	359.71	256.77
fs (kg/cm ²)	1400	1400
fc (kg/cm ²)	94.5	94.5
n	9	9
d (cm)	17.0	17.0
e (cm)	20	20
b (cm)	100	100

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Se obtiene **k** reemplazando en la Ec. 53, los valores de la tabla 3.32:

$$k = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{fs}{n * fc}\right)\right]}$$

$$k = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{1400}{9 * 94.5}\right)\right]}$$

$$k = 0.378$$

Al reemplazar el valor de “**k**” en la Ec. 55, se obtiene que:

$$j = \frac{1 - k}{3}$$

$$j = \frac{1 - 0.378}{3}$$

$$j = 0.874$$

Se obtiene A_s tanto para el largo como el ancho de la cubierta reemplazando j , f_s , $|M_{max}|$ y d en la siguiente ecuación y se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{largo } A_s &= \frac{M_y}{f_s * j * d} & \text{ancho } A_s &= \frac{M_x}{f_s * j * d} \\ \text{largo } A_s &= \frac{359.71 * 100}{1400 * 0.874 * 17} & \text{ancho } A_s &= \frac{256.77 * 100}{1400 * 0.874 * 17} \\ \text{largo } A_s &= 1.729 \text{ cm}^2 & \text{ancho } A_s &= 1.234 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Se obtiene A_s min., para el largo y ancho reemplazando b y e en la Ec. 52:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * e$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 100 * 20$$

$$A_s \text{ min} = 3.6 \text{ cm}$$

- Losa de fondo:

Como en caso de la armadura de la pared, en la losa de fondo se considera el máximo momento:

Para las longitudes largas y anchas los datos se presentan a continuación en la tabla 3.33:

Los momentos M es el mayor absoluto tanto para el largo 105.60 determinado de la Ec. 48, como el ancho 64,45 determinado de la Ec. 48 los cuales están propuestos en la tabla 3.33, para su respectivo cálculo.

Tabla 3.33 Datos para calcular el A_s y A_s min., de la losa de fondo.

Datos			
Largo		Ancho	
M (kg-m)	105.60	M (kg-m)	64.45
f_s (kg/cm ²)	900	f_s (kg/cm ²)	900
f_c (kg/cm ²)	94.5	f_c (kg/cm ²)	94.5
n	9	n	9
d (cm)	17.0	d (cm)	17.0
e (cm)	20	e (cm)	20
b (cm)	100	b (cm)	100

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Se obtiene k, reemplazando en la Ec 53, los valores de la tabla 3.33:

$$k = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{fs}{n * fc}\right)\right]}$$

$$k = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{1400}{9 * 94.5}\right)\right]}$$

$$k = 0.486$$

Al reemplazar el valor de “k” en la Ec. 55, se obtiene que:

$$j = \frac{1 - k}{3}$$

$$j = \frac{1 - 0.486}{3}$$

$$j = 0.838$$

Se obtiene A_s , tanto para el largo como el ancho de la losa de fondo reemplazando j, fs, $|M_{max}|$ y d:

$$largo A_s = \frac{|M_{max}|}{fs * j * d} \qquad ancho A_s = \frac{|M_{max}|}{fs * j * d}$$

$$largo A_s = \frac{105.60 * 100}{900 * 0.838 * 17} \qquad ancho A_s = \frac{64.45 * 100}{900 * 0.838 * 17}$$

$$largo A_s = 0.824 \text{ cm}^2 \qquad ancho A_s = 0.503 \text{ cm}^2$$

Se obtiene A_s min., para largo y ancho reemplazando b y e:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * e$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 100 * 20$$

$$A_s \text{ min} = 3.6 \text{ cm}$$

En todos los casos, cuando el valor del área de acero (A_s), es menor a la cuantía mínima ($A_s \text{ min.}$), para la distribución de la armadura se utiliza el valor de dicha cuantía.

3.3.5.5 Análisis por esfuerzo cortante.

El chequeo por esfuerzo cortante tiene la finalidad de verificar si la estructura requiere estribos o no, y el chequeo por adherencia sirve para verificar si existe una perfecta adhesión entre el concreto y el acero de refuerzo.

- Paredes:

Esfuerzo cortante:

La fuerza cortante total máxima (V), es:

$$V = \frac{\gamma_{H2O} * h^2}{2} \quad \text{Ec. 57}$$

Donde:

V = Cortante total máxima (kg)

γ_{H2O} = Peso específico del agua (1000 kg/m³)

h = Altura del agua (1.5 m)

$$V = \frac{1000 * 1.5^2}{2}$$

$$V = 1125 \text{ kg}$$

El esfuerzo cortante nominal (v) kg/cm², se calcula mediante:

$$v = \frac{V}{j * b * d} \quad \text{Ec. 58}$$

Datos de pared:

b = 100 cm

d = 17.0 cm

j = 0.838

Al reemplazar valores en (v) se obtiene que:

$$v = \frac{1125}{0.838 * 100 * 17.0}$$

$$v = 0.790 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo permisible nominal en el concreto, para muros no excederá a:

$$V_{max} = 0.02 * f'c$$

Donde:

$f'c$ = Esfuerzo a compresión del hormigón (210 kg/cm²)

$$V_{max} = 0.02 * 210$$

$$V_{max} = 4.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se verifica que: $v \leq V_{max}$

$$1.074 \leq 4.20$$

Por lo tanto, las dimensiones de las paredes por corte satisfacen las condiciones de diseño.

• Losa cubierta:

✓ La fuerza cortante máxima (V_L) para largo es:

$$V_L = \frac{W * S}{3} \quad \text{Ec. 59}$$

Donde:

$S = L$ = Luz interna (3.2 m)

W = Peso total (680 kg/m²)

$$V_L = \frac{680 * 3.2}{3}$$

$$V_L = 725.33 \text{ kg}$$

- ✓ La fuerza cortante (V_A) para ancho:

$$V_A = \frac{W * S}{3} \quad \text{Ec. 60}$$

Donde:

B = S = Luz interna (2.5 m)

W = Peso total (680 kg/m²)

$$V_A = \frac{680 * 2.5}{3}$$

$$V_A = 566.66 \text{ kg}$$

- ✓ Para esfuerzo cortante unitario v_L largo es:

$$v_L = \frac{V_L}{(b * d)} \quad \text{Ec. 61}$$

Donde:

b = (100 cm)

d = Peralte efectivo (17.0 cm)

$$v_L = \frac{725.33}{(100 * 12.50)}$$

$$v_L = 0.427 \text{ kg/cm}^2$$

- ✓ Para esfuerzo cortante unitario v_A ancho es:

$$v_A = \frac{V_H}{(b * d)} \quad \text{Ec. 62}$$

Donde:

b = (100cm)

d = Peralte efectivo (17.0 cm)

$$v_A = \frac{566,66}{(100 * 17.0)}$$

$$v_A = 0.333 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo permisible nominal en el concreto, no debe exceder a:

$$V_{max} = 0.29 * f'c^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 63}$$

Donde:

$f'c$ = Esfuerzo a compresión del hormigón (210 kg/cm²)

$$V_{max} = 0.29 * 210^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{max} = 4.20 \text{ kg/cm}^2$$

Se verifica que: $v \leq V_{max}$

Para (v) se escoge el esfuerzo cortante unitario máximo

$$0.427 \leq 4.20$$

Por lo tanto, las dimensiones de la losa por corte si satisfacen las condiciones de diseño.

La tabla 3.34, representa el resumen de datos y resultados para el tanque de almacenamiento.

Resumen general de datos y resultados para el tanque de almacenamiento

Tabla 3.34 Resumen general de datos y resultados del tanque de almacenamiento.

Descripción	Largo pared		Ancho pared		Losas cubierta		Losas de fondo	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Dimensión interna (m)	3.2		2.5		3.2	2.5	3.2	2.5
Dimensión externa (m)	3.6		2.9		3.6	2.9	3.6	2.9
Altura pared	2.0							
Altura de agua (m)	1.5							
Borde libre	0.5							
Espesor (cm)	20.0		20.0		20.0		20.0	
Peralte efectivo (cm)	17.0		17.0		17.0		17.0	
Recubrimiento (cm)	3.0		3.0		3.0		3.0	
Momentos (kg-m)	364.50	249.75	249.75	175.50	359.71	256.77	105.60	64.45
As (cm ²)	2.843	1.948	1.948	1.369	1.729	1.234	0.824	0.503
As mín (cm ²)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.600	3.600	3.600	3.600
As a usar (cm ²)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.600	3.600	3.600	3.600
Espaciamiento propuesto (m)	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
# varillas	5	4	4	4	4	4	4	4
Diámetro calculado (mm)	8.74	9.77	9.77	9.77	10.70	10.70	10.70	10.70
Diámetro varilla asum (mm)	12.0	12.0	10.0	10.0	12.0	12.0	12.0	12.0
As colocado en 1 ml (cm ²)	5.655	4.524	3.142	3.142	4.524	4.524	4.524	4.524
Distribución	1 d12 @ 20 cm	1 d12 c/25 cm	1 d10 c/25 cm	1 d10 c/25 cm	1 d12 c/25 cm	1 d12 c/25 cm	1 d12 c/25 cm	1 d12 c/25 cm

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

3.3.6 Tomas domiciliarias.

Una toma domiciliaria tiene como función realizar la inducción de la red de agua potable hacia cada una de las viviendas consta de varios accesorios, cuyo detalle de construcción e instalación se presentan en el plano # 7 del proyecto (Acometida domiciliaria)

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 Introducción

Este capítulo tiene por objetivo determinar los costos directos e indirectos del diseño del sistema de distribución de agua potable para la parroquia de Sumaco, con ello determinar el presupuesto total.

4.2 Presupuesto.

El presupuesto de una obra, ayuda a conocer el costo total aproximado que abarca la construcción de una infraestructura, que está compuesta en forma cualitativa (unidades que se requiere para la construcción) y cuantitativa (aplicar los precios a cada una y obtener el valor total).

El presente proyecto requiere determinar los rubros presupuestarios requeridos para su ejecución, determinando el cálculo de volúmenes de la obra, y la cuantificación de los materiales que se utilizarán en la realización del sistema. Esto permite organizar de manera adecuada y correcta de todos los requerimientos y actividades que tiene que tener la construcción de este proyecto.

Para la obtención adecuada de los presupuestos para el proyecto, se ha elaborado el análisis de precios unitarios actualizado al mes de Diciembre de 2014 de la Cámara de la Industria de la Construcción de Quito.

4.2.1 Costos directos.

Es el costo real de la construcción de cada rubro o ítem. Los cuales se detallan a continuación.

- Costos de topografía
- Costo del tanque de captación
- Costo del tanque de almacenamiento
- Costo de la línea de conducción
- Costo de la línea de distribución
- Máquinas, herramientas

- Mano de obra.
- Elementos complementarios.

4.2.2 Costos indirectos.

Son aquellos gastos que no han sido contemplados dentro de los gastos directos y que se producen en la ejecución de un proyecto, los cuales se detallan a continuación:

- Gastos generales y administrativos
- Imprevistos
- Fiscalización

4.2.3 Valoración de volúmenes de obra.

De acuerdo a los planos de diseño realizados del sistema de agua potable para la parroquia de Sumaco se calcularon los volúmenes de obra, los cuales indican todas las especificaciones de cada uno de los materiales y cantidades utilizadas. Esto se hizo en base a las unidades del sistema internacional “S. I.”, con toda esta información se da a conocer los volúmenes de obra de los costos directos estimados, los cuales se representan en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Volúmenes de obra proyecto Sumaco.

Código	Rubro	Cantidad	Unidad
Topografía			
Preliminares			
1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	1442.63	m
2	Replanteo y nivelación para estructuras con equipo topográfico	70.0	m ²
3	Limpieza y eliminación de obstáculos	2885.26	m ²
Tanque de almacenamiento y captación			
Encofrados			
4	Encofrado/desencofrado de estructuras menores	24.0	m ²
5	Encofrado /desencofrado de muros	45.0	m ²
6	Encofrado/desencofrado de losa de reservorio	80.0	m ²
Estructura			
7	Hormigón H.S F'c=180 kg/m ²	15.0	m ³
8	Hormigón H.S F'c=210 kg/m ²	12.0	m ³
9	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm 28 mm	15.0	qq
Sistema de conducción, distribución y contra incendio			
10	Tubo u-PVC EC de 40 mm x 6 m (116 psi)	225.0	m

11	Válvula de compuerta 40 mm	8.0	u
12	Neplo de PVC 40 mm *0,10 mm	8.0	u
13	Union universal PVC 40 mm	20.0	u
14	Codo PVC 40 mm x 90° PG	8.0	u
15	Tee PVC 40 mm	5.0	u
16	Tubo u-PVC EC de 63 mm x 6 m (116 psi)	450.0	m
17	Codo PVC INY EC 63 mm x 90° PG	12.0	u
18	Codo PVC INY EC 63 mm x 45° PG	10.0	u
19	Válvula de compuerta 63 mm	8.0	u
20	Neplo de PVC 63 mm *0,10 mm	15.0	u
21	Tee PVC 63 mm	7.0	u
22	Tapón hembra PVC 63 mm	2.0	u
23	Unión universal PVC 63 mm	9.0	u
24	Reductor Bushing PVC de 63 mm a 50 mm	2.0	u
25	Cruz de PVC 63 mm	3.0	u
26	Tubo u-PVC EC de 50 mm x 6 m (116 psi)	450.0	m
27	Unión universal PVC 50 mm	45.0	u
28	Válvula de compuerta 50 mm	8.0	u
29	Neplo de PVC 50 mm *0,10 mm	8.0	u
30	Codo PVC 50 mm x 90° PG	8.0	u
31	Tee PVC 50 mm	5.0	u
32	Reductor Bushing PVC de 50 mm a 32 mm	2.0	u
33	Tubo PVC de 32 mm , 181 psi	225.0	m
34	Unión PVC de 32 mm	12.0	u
35	Unión universal PVC 32 mm	10.0	u
36	Codo PVC de 90° de 32 mm	10.0	u
37	Tapón macho 32 mm	3.0	u
38	Cruz de PVC 32 mm	2.0	u
39	Tapón hembra PVC 32 mm	2.0	u
40	Neplo de PVC 32 mm *0,10 mm	8.0	u
41	Válvula de compuerta 32 mm	14.0	u
42	Reductor Bushing PVC de 32 mm a 25 mm	3.0	u
43	Tee PVC 32 mm	15.0	u
44	Tubo PVC de 25 mm , 232 psi	210.0	m
45	Unión PVC de 25 mm	12.0	u
46	Tee PVC 25 mm	15.0	u
47	Tapón macho 25 mm	2.0	u
48	Tapón hembra PVC 25 mm	2.0	u
49	Unión universal PVC 25 mm	10.0	u
50	Codo PVC de 90° de 25 mm	10.0	u
51	Polipega PVC	35.0	u
Máquinas y herramientas			
52	Retroexcavadora mixta	7.0	Semana
53	Vibroapisonador	7.0	Semana
54	Barra de 16 lbs.	4.0	u
55	Palas	12.0	u

56	Gafas protectoras. Transparente	12.0	u
57	Chaleco reflectivos	12.0	u
58	Guantes de pupo	80.0	par
59	Carretillas	5.0	u
60	Cascos de Protección	12.0	u
Mano de obra			
MOVIMIENTO DE TIERRA			
61	Excavación a mano de cimientos y desalojo	25.0	m ³
62	Excavación de zanjas a maquina	182.064	m ³
63	Relleno compactado con material de excavación	458.0	m ³
64	Excavación de zanja de (0,60x0,80) mm en tierra	510.4	m ³
65	Colocación cama de arena	55.00	m ³
66	Colocación de señalética	1819.00	m
67	Enlucido	45.00	m ²
68	Limpieza general	2126.66	m ²
Elementos complementarios			
69	Tapa metálica	2.0	u
70	Escalera metálica	1.0	u
71	Caseta de cloración	1.0	u
72	Hipoclorador	1.0	u

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

4.2.4 Análisis de precios unitarios de los rubros.

Es el precio de construcción de cada una de las unidades que van a ser construidas en el proyecto. El análisis se inicia con el estudio del alcance de los rubros o tareas objeto del estimado, para ello debe estudiarse la información técnica disponible: especificaciones técnicas y de detalle que describe el rubro. En la tabla 4.2, se describe el total de cada material.

Tabla 4.2 Valores de precios unitarios.

Código	Rubro	Cantidad	Unidad	Precio/ unitario	Sub-total
Topografía					
Preliminares					
1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	1442.6	m	\$2.00	\$2856.40
2	Replanteo y nivelación para estructuras con equipo topográfico	70.0	m ²	\$2.00	\$138.60

3	Limpieza y eliminación de obstáculos	2885.3	m ²	\$2.00	\$5770.50
Subtotal					\$8765.50
Tanque de almacenamiento y captación					
Encofrados					
4	Encofrado/desencofrado de estructuras menores	24.0	m ²	\$9.10	\$217.90
5	Encofrado /desencofrado de muros	45.0	m ²	\$15.40	\$690.80
6	Encofrado/desencofrado de losa de reservorio	80.0	m ²	\$22.60	\$1804.80
Subtotal					\$2713.50
Estructura					
7	Hormigón H.S F´C=180 kg/m2	15.0	m ³	\$142.20	\$2133.20
8	Hormigón H.S F´C=210 kg/m2	12.0	m ³	\$155.40	\$1864.80
9	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	15.0	qq	\$54.90	\$822.90
Subtotal					\$4820.90
Sistema de conducción, distribución					
Materiales					
10	Tubo u-PVC EC de 40 mm x 6 m (116 psi)	40.0	u	\$8.50	\$340.00
11	Válvula de compuerta 40 mm	8.0	u	\$19.00	\$152.00
12	Neplo de PVC 40 mm *0.10 mm	8.0	u	\$3.50	\$28.00
13	Unión universal PVC 40 mm	20.0	u	\$4.50	\$90.00
14	Codo PVC 40 mm x 90° PG	8.0	u	\$2.50	\$20.00
15	Tee PVC 40 mm	5.0	u	\$5.80	\$29.00
16	Tubo u-PVC EC de 63 mm x 6 m (116 psi)	90.0	u	\$14,50	\$1305.00
17	Codo PVC INY EC 63 mm x 90° PG	12.0	u	\$1.50	\$18.00
18	Codo PVC INY EC 63 mm x 45° PG	10.0	u	\$1.60	\$16.00
19	Válvula de compuerta 63 mm	8.0	u	\$21.00	\$168.00
20	Neplo de PVC 63 mm *0.10 mm	15.0	u	\$3.30	\$48.80
21	Tee PVC 63 mm	7.0	u	\$7.80	\$54.60
22	Tapón hembra PVC 63 mm	2.0	u	\$11.80	\$23.60
23	Unión universal PVC 63 mm	9.0	u	\$11.50	\$103.50

24	Reductor Bushing PVC de 63 mm a 50 mm	2.0	u	\$15.00	\$30.00
25	Cruz de PVC 63 mm	3.0	u	\$12.30	\$36.90
26	Tubo u-PVC EC de 50 mm x 6 m (116 psi)	90.0	u	\$12.50	\$1125.00
27	Unión universal PVC 50 mm	45.0	u	\$4.50	202.50
28	Válvula de compuerta 50 mm	8.0	u	\$19.00	\$152.00
29	Neplo de PVC 50 mm *0.10 mm	8.0	u	\$3.50	\$28.00
30	Codo PVC 50 mm x 90° PG	8.0	u	\$2.50	\$20.00
31	Tee PVC 50 mm	5.0	u	\$5.80	\$29.00
32	Reductor Bushing PVC de 50mm a 32 mm	2.0	u	\$12.00	\$24.00
33	Tubo PVC de 32mm, 181 psi	38.3	u	\$7.00	\$269.30
34	Unión PVC de 32 mm	12.0	u	\$5.10	\$61.40
35	Unión universal PVC 32 mm	10.0	u	\$3.80	\$38.00
36	Codo PVC de 90° de 32 mm	10.0	u	\$0.80	\$8.00
37	Tapón macho 32 mm	3.0	u	\$2.40	\$7.10
38	Cruz de PVC 32 mm	2.0	u	\$9.00	\$18.00
39	Tapón hembra PVC 32 mm	2.0	u	\$4.50	\$9.00
40	Neplo de PVC 32 mm *0.10 mm	8.0	u	\$2.50	\$20.00
41	Válvula de compuerta 32 mm	14.0	u	\$18.00	\$252.00
42	Reductor Bushing PVC de 32 mm a 25 mm	3.0	u	\$4.50	\$13.50
43	Tee PVC 32 mm	15.0	u	\$5.50	\$82.40
44	Tubo PVC de 25 mm, 232 psi	28.3	u	\$4.80	\$135.30
45	Unión PVC de 25 mm	12.0	u	\$4.20	\$49.80
46	Tee PVC 25 mm	15.0	u	\$12.00	\$180.00
47	Tapón macho 25 mm	2.0	u	\$1.20	\$2.40
48	Tapón hembra PVC 25 mm	2.0	u	\$3.10	\$6.20
49	Unión universal PVC 25 mm	10.0	u	\$3.60	\$36.00
50	Codo PVC de 90° de 25 mm	10.0	u	\$1.20	\$12.00
51	Polipega PVC	35.0	m	\$43.40	\$1520.10
Subtotal					\$6764.20
Máquinas y herramientas					
52	Retroexcavadora mixta	8.0	Semana	\$1276.80	\$10214.40

53	Vibroapisonador	8.0	Semana	\$211.7	\$1693.40
54	Barra de 16 lbs.	4.0	unidad	\$22.4	\$89.60
55	Palas	12.0	unidad	\$9.1	\$109.10
56	Gafas protectora transparente	12.0	unidad	\$1.7	\$20.40
57	Chaleco reflectivos	12.0	unidad	\$4.5	\$54.00
58	Guantes de pupo	80.0	par	\$1.0	\$79.20
59	Carretillas	5.0	unidad	\$57.1	\$285.70
60	Cascos de Protección	12.0	unidad	\$9.5	\$114.00
Subtotal					\$12545.80
Mano de obra					
Movimiento de tierra					
61	Excavación a mano sin clasificar y desalojo	25.0	m ³	\$9.60	\$240.00
62	Excavación de zanjas a maquina	182.1	m ³	\$5.90	\$1074.20
63	Relleno compactado con material de excavación	458.0	m ³	\$8.00	\$3664.00
64	Excavación de zanja de (0.60x0.80) mm en tierra	510.4	m ³	\$11.10	\$5660.30
65	Colocación cama de arena	70.0	m ³	\$15.50	\$1085.00
66	Colocación de señalética	1819.0	m	\$1.30	\$2273.80
67	Enlucido	50.0	m ²	\$5.70	\$286.50
68	Limpieza general	2126.7	m ²	\$3.30	\$7018.00
Subtotal					\$21301.70
Elementos complementarios					
69	Tapa metálica	2.0	u	\$110.00	\$220.00
70	Escalera metálica	1.0	u	\$155.00	\$155.00
71	Caseta de cloración	1.0	u	\$1150.00	\$1150.00
72	Hipoclorador	1.0	u	\$450.00	\$450.00
Subtotal					\$1525.00
Total					\$58436.60

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

4.2.5 Análisis de costos indirectos

En la tabla 4.3, representa los costos totales indirectos del proyecto Sumaco.

Tabla 4.3 Costos indirectos totales.

Descripción	%	Total
Gastos generales y Administrativos	10	\$ 5843.70
Imprevistos	8	\$ 4674.90
Fiscalización	12	\$ 7012.40
Total		\$ 17531.00

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

4.2.6 Total del presupuesto de la obra.

El costo total de diseño del sistema de distribución de agua para consumo humano de la parroquia de Sumaco es la suma total de los costos directos mas los costos indirectos y su utilidad tal como se muestra en la tabla 4.4, y sus componentes se encuentran en la tabla 4.5

Tabla 4.4 Costo total de la obra.

Descripción	Valor
Costo directos totales	\$ 58436.60
Costos indirectos totales	\$ 17531.00
Utilidad (20%)	\$ 11687.30
Costo total de la obra	\$ 87654.90

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

Tabla 4.5 Componentes del presupuesto del proyecto Sumaco.

Componentes presupuesto proyecto Sumaco					
Materiales- mano de obra	Utilidad	Gastos administrativos	Imprevistos	Fiscalización	Total
58436.60	11687.30	5843.70	4674.90	7012.40	87654.90
66.7 %	13.3 %	6.7 %	5.3 %	8 %	100 %

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

4.3 Cronograma de la obra.

En esta parte se va a describir la cronología de las diferentes actividades que se van a llevar a cabo en la ejecución del proyecto. El objetivo principal es el de terminar el proyecto en el, menor tiempo posible y al menor costo; en este aspecto los sistemas de programación deben ser capaces de nivelar los recursos al asignarlos a las actividades del proyecto.

Para la realización del presente estudio y establecer el total de las fechas del cronograma se recurrió a procedimientos y criterios que facilitan el análisis, tomando

en cuenta toda la información acerca del alcance, presupuesto, recursos y los plazos de culminación del proyecto. El cronograma de la obra se puede observar en el **anexo M**.

4.4 Medidas de mitigación ambiental

4.4.1 Impacto ambiental.

La gestión de impacto ambiental pretende reducir al mínimo nuestra intrusión en el ecosistema, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde nuestro punto de vista para el equilibrio biológico. Lo que nos permitirá identificar, valorar y clasificar el impacto ambiental en base al tiempo que dura su efecto en un lugar determinado y mitigar los mismos.

4.4.2 Marco legal.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) proporciona el marco legal e institucional que se encargan de cumplir y hacer cumplir el manejo ambiental con normas establecidas dentro de un régimen jurídico tanto en su aplicabilidad y contenido dentro del proyecto.

La ley de Gestión ambiental establece que la autoridad ambiental nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente, que es la instancia rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de Gestión Ambiental.

De esta manera la protección y conservación de las cuencas y depósitos naturales de agua, le corresponde al Estado y a las municipalidades de acuerdo a la ley General del Ambiente del Ecuador.

4.4.3 Plan de manejo ambiental.

La ejecución de la obra se proyectada en las etapas de construcción y funcionamiento, ocasionarán impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos, dentro del ámbito de la influencia directa. En general, las acciones causantes de impacto serán variadas, la afectación más significativa corresponderá a la etapa de construcción, estando está asociada principalmente a la actividad de excavaciones, cimentaciones, movimientos de tierra, apertura o rehabilitación de

accesos, transporte de materiales, apertura o uso de caminos peatonales por la generación de polvo, ruidos, emisiones de los vehículos, etc.

Para contrarrestar los posibles impactos potenciales se diseña un Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual constituye un documento técnico que contiene un conjunto estructurado de medidas destinadas a evitar, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos previsibles durante las etapas de construcción, operación y abandono.

Para la implementación del PMA durante la construcción de la obra, se deberá contar con un Área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (ASSA) cuyo personal será responsable de velar por el cumplimiento de todas las medidas indicadas en los diversos programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental y los programas relacionados a éste.

4.4.3.1 Medidas de control y mitigación de impactos ambientales

En la siguiente tabla se entrega un listado de medidas que se adoptarán frente al impacto ambiental potencial para el Sistema de Distribución y Potabilización de Agua Potable.

Las medidas que se adoptaran, estarán divididas en 3 etapas: antes, durante y después de la ejecución del proyecto las cuales se muestran en la tabla 4.5.:

Tabla 4.6 Medidas de mitigación de impactos ambientales.

Medidas de mitigación de impactos ambientales para el sistema de distribución y potabilización del agua para la parroquia Sumaco.		
Componente	Impacto ambiental	Medidas de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material particulado y polvo	<ul style="list-style-type: none"> • Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra. Transportar el material de excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.
Efluentes líquidos	Generación de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar el efluente producido por la prueba del estanque de regulación y la tubería.
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener contenedores de residuos domiciliarios para un adecuado almacenamiento temporal. Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos de excavaciones. • Retirar, transportar y disponer los residuos sobrantes, en lugares

		autorizados
Ruidos y/o vibraciones	Incremento de los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"> Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Recursos hídricos	Alteración y utilización de agua superficial o subterránea	<ul style="list-style-type: none"> Que las obras no perjudiquen ni entorpezcan el aprovechamiento de agua para otros fines (riego, recreación). Dejar un caudal mínimo de agua, principalmente para la época de estiaje. No afectar los derechos constituidos de terceros
	Contaminación de cursos de agua o cauces por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	<ul style="list-style-type: none"> No almacenar temporalmente, en cauces o lechos de río o en sectores que desemboquen en ellos, material de excavación. No disponer efluentes en cauces o cursos de agua que sirven para abastecimiento. Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustible con materiales adecuados
Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas)	<ul style="list-style-type: none"> No realizar directamente en el suelo las mezclas para obras de concreto. Realizar los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinarias, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo. Remover inmediatamente el suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores. Separar la capa de material orgánico de la del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. Restaurar las zonas afectadas con

		especies establecidas en el lugar.
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo. • Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
	Incremento en los niveles de accidentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. • Mantener una adecuada señalización en el área de obra, en etapa ejecución y operación.
Paisaje	Impacto visual	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra.
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Suspender la obra, delimitar el área e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas estas actividades se puede continuar con el trabajo.

Elaborado por: Ángel Bautista, Pedro Samaniego.

4.5 Especificaciones técnicas.

4.5.1 Especificaciones generales de construcción.

- **Desbroce y limpieza (unidad m²).**

Este trabajo consistirá en efectuar las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro de las áreas de construcción.

Todo material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción de los elementos del sistema. La medición y el pago del desbroce se medirán tomando como unidad el metro cuadrado.

- **Replanteo y nivelación (unidad m²).**

Replanteo es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a las indicaciones de los planos respectivos, como paso previo a la construcción. Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. El replanteo se lo medirá y pagará por metro lineal o

por km en caso de longitudes (conducciones o ramales abiertos), aplicando los precios unitarios estipulados.

- **Excavación a mano (unidad m³).**

Se entiende por excavaciones el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mampostería, tuberías y otras obras.

El material a excavar será removido a pico y pala hasta una profundidad de 0.80 m y un ancho máximo de 0.60m para permitir el libre trabajo de los obreros, dando la forma definitiva del diseño. La excavación se medirá en metros cúbicos, determinándose los volúmenes en obra según el proyecto.

- **Hormigones (unidad m³).**

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla adecuada de cemento portland tipo I, agua y aditivos con la finalidad de obtener características especiales determinadas en los diseños.

- **Colocación del hormigón.**

No se colocará el hormigón mientras los encofrados de obra, no hayan sido revisados y corregidos, y mientras todo el acero de refuerzo no esté completo, limpio y colocado.

El hormigón será compactado al máximo de su densidad, libre de acumulamientos de agregado o aire entrampado y óptimamente acomodado a las formas del encofrado.

No se colocará hormigón fresco sobre otro que haya estado por más de 30 minutos.

El hormigón será depositado en capas horizontales de espesor uniforme, compactando cada capa antes de colocar la otra.

Inmediatamente terminada la compactación, y durante los 7 días siguientes, el hormigón deberá ser protegido contra efectos dañinos, como lluvia, resaca y radiación solar.

- **Curado del hormigón.**

Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante un mínimo de 14 días. El hormigón se mantendrá húmedo con mangueras porosas, tubos perforados o cualquier otro método que mantenga húmeda la superficie continuamente.

El hormigón será medido y pagado en metros cúbicos determinándose en obra las cantidades.

- **Doblado y colocación del acero de refuerzo (unidad kg).**

Es el conjunto de operadores necesarios para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas. El hierro colocado en obra debe estar libre de escamas, oxidación, pintura y llevara una marca de identificación que concordara con la de los planos. El acero será colocado en la posición correcta mediante el uso de espaciadores. La medición y el pago se lo determinaran en kilogramos.

- **Preparación, diseño, construcción y remoción del encofrado. (unidad m²).**

Encofrado son las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera. Estas serán utilizadas para confinar el hormigón y proporcionarle la forma y dimensión indicada en los planos. Los encofrados se medirán y pagarán en metros cuadrados.

- **Enlucidos (m²).**

Es la colocación de una capa de mortero (arena-cemento) en paredes, columnas, vigas, etc. Antes de enlucir las superficies se limpiaran y se humedecerán y se aplicara una capa de 1.5 cm de mortero después de la colocación se hará un curado de 72 horas por medio de humedad. Los enlucidos serán medidos y pagados en metros cuadrados.

- **Herrería.- tapa sanitaria, escaleras.**

Son estructuras construidas con elementos de acero que pueden tener diversas funciones de acuerdo al diseño y función.

La tapa metálica se construirá sobre un marco de hierro tipo L y una lámina de tol e ira soldada a los perfiles y su acabado exterior será con pintura anticorrosiva.

La escalera se construirá con tubería galvanizada 3/4" e ira empotrada en hormigón y se protegerá con pintura anticorrosiva. Los medición para los pagos de la tapa metálica se realizaran en unidades y la escalera la medición se realizara en metros.

- **Revestimiento de paredes en contacto con agua (unidad m²).**

El revestimiento se utilizara para proteger al hormigón de la acción agresiva de los productos de tratamiento del agua y para impermeabilizar los tanques. Se utilizara

pinturas al látex de calidad superior, acabado liso, con buena resistencia al roce y al lavado, previo a la aplicación se lijara el enlucido y se realizara un plastificado.

La medición y pago se medirá en metros cuadrados determinándose la cantidad en obra.

4.5.2 Especificaciones generales de líneas de conducción y distribución

- **Excavación de zanjas (unidad m³).**

Se entenderá como excavación de zanjas las que se realicen según el proyecto para alojar las tuberías de líneas de conducción o redes de agua potable. Se excavarán las zanjas de acuerdo a la profundidad indicada en los perfiles longitudinales y la profundidad de la zanja será de 0.80m y un ancho mínimo de 0.50m. Se medirá y se pagará en metros cúbicos.

- **Relleno de las excavaciones de zanjas (unidad m³).**

El relleno es el conjunto de operaciones necesarias para llenar, hasta completar, las secciones que fije el proyecto, como los vacíos de las excavaciones para la tubería.

La primera parte del relleno se realizara empleando el material de excavación libre de piedra, este primer relleno se efectuara hasta un nivel de 0.30m sobre la parte superior de la tubería. Después se continuara colocando el material de excavación en capas de 0.2m de espesor como máximo, que serán humedecidas y apisonadas. El relleno para fines de pago se medirá en metros cúbicos.

- **Instalación de tuberías de agua potable (unidad m).**

La instalación de las tuberías para agua potable es el conjunto de operaciones que se deberá ejecutar en los lugares que señale el proyecto.

Previa a su instalación la tubería debe estar limpia de tierra, pintura, aceite, polvo y no debe ser sometida a esfuerzos de flexión y cuando se interrumpa el trabajo de los extremos abiertos deberán taparse. La medición para el pago será en metros lineales.

- **Instalación de válvulas y accesorios.**

Es el conjunto de operaciones para colocar las válvulas y accesorios que constituyen parte de la obra. Las uniones, válvulas y demás accesorios serán manejados cuidadosamente para que no se deterioren estas deberán ser limpiadas de la tierra,

pintura, aceite y polvo antes de su instalación. La medición para el pago de las cajas de válvula se la realizara como un solo rubro y los accesorios de forma individual.

- **Instalación de conexiones domiciliarias.**

Es el conjunto de operaciones que se deben ejecutar para conectar mediante tuberías y piezas, la tubería a la red de agua potable con la llave de paso y medidor.

La instalación de conexiones domiciliarias se hará de acuerdo a lo señalado en los planos con un diámetro nominal de tubería de ½". La medición para el pago se lo realizará en unidades completas por cada conexión.

4.5.3 Especificaciones técnicas de planta de tratamiento

- **Aireador.**

El aireador distribuye los materiales aglutinantes simples como el carbono triturado este se suministra desde la parte superior de una torre y se deja escurrir a través de pequeñas aberturas. Los accesorios para el aireador serán medidos como global y el carbón en metros cúbicos.

- **Cámara de contacto.**

La cámara de contacto es un tanque el cual consta de 2 compartimentos, en el primero se encuentra un vertedero a través del cual pasara el agua, la misma atravesara al tanque restante donde se desarrollara y saldrá para su desinfección en la caseta hipoclorada.

Los accesorios para cámara serán medidos globalmente y los demás en precios unitarios.

- **Desinfección.**

Consiste en agregar la cantidad de cloro recomendada en un tanque en el que se almacena agua antes de su distribución, el tanque será de 250 litros que incluirá los accesorios para su instalación. Los accesorios para la desinfección serán medidos globalmente y los demás rubros en precios unitarios.

CONCLUSIONES

- El diseño propuesto fue realizado para que sea eficiente, económico y funcional para que la población de la Parroquia de Sumaco sea abastecida de manera equitativa hasta el año 2034.
- El sistema fue diseñado de tal manera que por posibles cambios en el desarrollo de la comunidad exista facilidad de realizar ampliaciones a la red.
- El material elegido para la tubería de acuerdo a los resultados obtenidos fue de Policloruro de vinilo (PVC), por ser la de menor costo total en comparación con los otros materiales alternativos.
- El sistema de distribución de agua para la parroquia de Sumaco fue diseñado por gravedad mediante tubería de Policloruro de vinilo (PVC), de diámetro 40 mm para el tramo 1 y con diámetros de 50, 40, 32, y 25 mm respectivamente para el tramo 2, considerando una velocidad de diseño para el Tramo 1 (captación-tanque almacenamiento) de 0.30 m/s y para el Tramo 2 (tanque almacenamiento-red de distribución) de 0.646 m/s, las cuales están dentro de los rango recomendadas por la normativa ecuatoriana.
- La dotación adoptada para este diseño fue de 85 l/hab*día, asumido por la recomendación de la norma SENAGUA, este valor se determinó de acuerdo al nivel del servicio siendo este un nivel Ila, el cual brinda las condiciones para la realización del proyecto.
- El caudal de diseño fue obtenido en base al valor de dotación, población futura y los factores K1 y K2 (factor día máximo y factor de hora máximo), estableciéndose en: 0.312 lt/s.
- El costo total de la obra del presente diseño para la comunidad de Sumaco fue de \$ 87654,90.
- Se concluyó que el agua está en óptimas condiciones para su consumo humano ya que se implementó un tratamiento de aireación y cloración para eliminar todo tipo de contaminantes.

RECOMENDACIONES

- El sistema de abastecimiento de agua potable aunque sea diseñado para un período de 20 años es necesario revisar la demanda cada cierto período de tiempo para comparar si está de acuerdo a lo proyectado.
- En el momento de realizar la ejecución del proyecto, el monto de la obra está sujeta a cambios por incrementos en los costos.
- Constatar que una vez instalada la tubería, esta no presente fugas, mismas que podrían ocasionar afectaciones al suelo y estructuras aledañas. Para esto antes de proceder con su funcionamiento se recomienda realizar pruebas de hermeticidad.
- Las piezas y accesorios deben encontrarse perfectamente instaladas, alineadas y niveladas, las mismas que deben quedar apoyadas en el fondo y en las paredes de las zanjas.
- En la línea de conducción y red de distribución se debe emplear tubería que soporten presiones internas de 1 MPa.
- Realizar un mantenimiento periódico de todos los elementos de los sistemas, a fin de garantizar su adecuado funcionamiento y conservación a lo largo de la vida útil de los mismos.
- Cuando se requiera abrir o cerrar las válvulas de seccionamiento tipo compuerta, por cuestiones de mantenimiento, estas acciones no deben realizarse de manera brusca, para evitar que se produzca golpe de ariete en la tubería.
- Ejecutar todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación de impactos propuestas en el Plan de manejo Ambiental.
- Las armaduras en el tanque de almacenamiento se empalmarán con traslapes de 60 veces el diámetro del hierro, con amarres espaciados, para permitir la envoltura de la unión por el concreto.
- Se instalaran válvulas de purga en los tanques para facilitar la evacuación de los sólidos sedimentarios.

LISTA DE REFERENCIA.

- Agüero, R. (2004). Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados.
Recuperado el 09 de Enero. de 2015, de
http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/038_dise%C3%B1o_y_construccion_reservorios_apoyados/dise%C3%B1o_y_construccion_reservorios_apoyados.pdf
- Agüero., R. (2004). Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales.
Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de
http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1ocaptacionmanantiales/captacion_manantiales.pdf
- Alvarado, P. (2013). Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- INEC, C. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Ecuador.: INEC.
- Mott, R. (1996). Mecanica de fluidos aplicada. E.E.U.U.: Pearson Educación.
- SENAGUA. (2010). Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. Ecuador.: SENAGUA.
- Silva, A. (2012). Plan de desarrollo estratégico de ordenamiento territorial del cantón Quijos. Ecuador.: G.A.D. Quijos.
- Streeter, V. (1966). Mecanica de fluidos. E.E.U.U: Pearson Education.
- Viteri, I. (2010). Plan de desarrollo estratégico de ordenamiento territorial de Sumaco. Ecuador.: G.A.D. Sumaco.

ANEXOS

ANEXO A. Manual de operaciones y mantenimiento.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CAPTACIÓN.

- Inspeccionar la estructura de la captación entre ellos las rejillas, tuberías de entrada y compuertas para detectar cualquier situación fuera de lo normal.
- Limpieza y eliminación de materiales extraños sobre el área de la rejilla.
- Deshierbe y limpieza de las zonas verdes alrededor de la captación.
- Reposición de la pintura anticorrosiva en los elementos metálicos que la tuviesen dañada.
- Reparación cuidadosa de las grietas o cualquier clase de fallas que se localizasen en la obra civil de la captación.
- Pintura interior y exterior completa de todas las estructuras que no se encuentren taponadas por tierra o agua en la captación.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

- Inspección completa de las conducciones, en los tramos desde la captación hasta la planta de tratamiento. Se comprobará si hay fugas, obstrucciones u otras situaciones fuera de lo normal esto se hará recorriéndolas a pie.
- Revisión detenida de cada una de las obras, elementos mecánicos y obras civiles en general, comprobando si su funcionamiento se mantiene dentro de los límites normales.
- Limpieza total de matorrales u otros obstáculos que existiesen a lo largo de la línea.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

- Inspección de cada tanque de almacenamiento para determinar si existe alguna circunstancia anormal.
- Vaciado del tanque el cual se someterá a limpieza manual, lavado del fondo y de las paredes interiores y el piso para eliminar la suciedad que se haya acumulado.
- Revisión de posibles fugas, problemas diversos y deterioros importantes en la obra civil.
- Revisión de las válvulas de entrada y salida así como de los otros accesorios.

- Limpieza de las cámaras de válvulas, extrayendo desechos y eliminado cualquier crecimiento vegetal del interior.
- Desinfección cuidadosa de cada uno de los tanques, con solución de hipoclorito, antes de volverlos a poner en servicio. El hipoclorito debe proporcionar 50 a 100 mg/l de cloro.

REDES DE DISTRIBUCIÓN.

- Inspección general de la red para detectar fugas u obstrucciones.
- Se vigilarán los accesos a los elementos de la red, como válvulas de paso y sectorización e hidrantes cada dos meses.
- Efectuar cada dos meses el desfogue de la red por un tiempo de 10 y 20 minutos para eliminar sedimentos de la red.
- Revisión cada año por muestreo de las conexiones domiciliarias y sobre todo el medidor
- También por muestreo se revisarán las instalaciones internas de las viviendas

ANEXO B. Fotografías que constatan los estudios de campo.



ANEXO C. Encuesta realizada de la parroquia de Sumaco 2014.

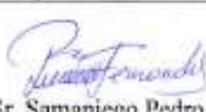
ENCUESTA PARA VERIFICACIÓN DE HABITANTES POR VIVIENDA EXISTENTES ACTUALMENTE EN LA PARROQUIA SUMACO QUIJOS-SUMACO-NAPO

FECHA: Sumaco, 26 de octubre de 2014

FAMILIA	EDIFICIOS PÚBLICOS	TIPO DE VIVIENDA	N° VIVIENDA	NÚMERO DE PERSONAS		TOTAL	OBSERVACIONES
				NIÑOS	ADULTOS		
Alvarado Tanguila		Casa	1	0	5	5	
Alquina Lamifia		Casa	2	1	2	3	
Cumbal Janeta		Casa	3	0	2	2	
Cumbal Villegas		Casa	4	1	2	3	
Cumbal Janeta		Casa	5	2	5	7	
Vinueza Cumbal		Casa	6	1	2	3	
Tituaña Bastidas		Casa	7	3	6	9	
Yarpas Tulcán		Casa	8	1	2	3	
Monta Garela		Casa	9	2	3	5	
Monta Tana		Casa	10	1	7	8	
Gutiérrez Segundo		Casa	11	0	8	8	
Vega Vega		Casa	12	2	4	6	
Cumbal Guambi		Casa	13	0	6	6	
	T. Política	Edificio	14	0	2	2	
Tana Cumbal		Casa	15	2	4	6	
Yanancallo Guerrero		Casa	16	1	3	4	
Quinchimbla Lulluna		Casa	17	0	2	2	
Quinchimbla Marcia		Casa	18	0	3	3	
Catagña Lulluna		Casa	19	1	4	5	
	Iglesia	Edificio	20	0	7	7	
	El G.A.D. Sumaco	Edificio	21	0	10	10	
	Distrito	Edificio	22	0	24	24	Utiliza la Aso. Gran Bretaña 3 dias por Semana
	P.de Salud	Edificio	23	0	5	5	Utiliza 2 veces a la Semana
Erazo Pablo		Casa	24	0	5	5	
Urquiza Tuapanta		Casa	25	2	4	6	
Coral Marco		Casa	26	0	5	5	
Moreno Hidalgo		Casa	27	2	4	6	
TOTAL DE HABITANTES POR VIVIENDA				22	136	158	


Sr. Bautista Angel
Estudiante


Srta. Tipantiza Margarita
Presidenta G.A.D. Sumaco


Sr. Samaniego Pedro
Estudiante



ANEXO D. Resultados del análisis del agua por los laboratorios CENAIN.



Análisis Físico - Químico y Microbiológico de
Alimentos, Aguas y Afines • Servicio Profesional

N° 0935-00-FQ1M1

INFORME DE RESULTADOS

FECHA DE EMISION DEL INFORME:	29-10-2014
CLIENTE:	Parroquia de Sumaco
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Francisco de Borja – Quijos – Napo
MUESTRA:	Agua
DESCRIPCIÓN:	Agua de vertiente
Lote/Identificación:	No consta
FECHA DE ELABORACIÓN:	NA
FECHA DE VENCIMIENTO:	NA
FECHA/HORA DE TOMA DE MUESTRA:	No consta / No consta
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	No consta
RESPONSABLE:	NA
MUESTRA TOMADA POR:	Cliente
FECHA DE RECEPCIÓN:	17-10-2014
PERIODO DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:	17-10-2014 — 29-10-2014
CONDICIONES AMBIENTALES	
TEMPERATURA:	Refrigeración
CONTENIDO DECLARADO:	NA
CONTENIDO ENCONTRADO:	1200ml
TIPO DE ENVASE:	Botella plástica, frascos plásticos estériles

INFORME

ENSAYOS ORGANOLÉPTICOS	
PARÁMETROS	RESULTADO
Sabor	Inobjetable
Olor	Inobjetable
Estado	Líquido
Aspecto	Homogénea – Transparente

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	VALORES DE REFERENCIA
RESULTADOS ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS:				
pH (directo a 20°C)	—	7,54	Potenciometría (Norma INEN 973)	Min: 6,5; Máx: 8,5
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	25,50	Volumétrico (Norma INEN 974)	Máx: 300
Sólidos Totales	mg/l	82	Gravimétrico (Norma INEN 972)	Máx: 500 (h)
Cloro Libre Residual	mg/l	0,0	Semiquantitativo – Colorimétrico (Merck)	Min: 0,0; Máx: 0,0
Color	UTC	< 1	Espectrofotometría	Máx: 5
Turbidez	NTU	< 2	Nefelometría	Máx: 3
RESULTADOS ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS:				
Recuento Total de Aerobios Mesófilos	ufc/ml	2,7 x 10 ¹ (27)	Vertido en placa (Norma INEN 1529-5)	Máx: 1,0 x 10 ²
Recuento de Mohos y Levaduras	upml/ml	1	Vertido en placa (Norma INEN 1529-10)	Máx 1/ 5ml
Coliformes Totales	NMP/100ml	17	Número Más Probable (AOAC 991.15)	Máx: < 1,8
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	Número Más Probable (AOAC 991.15)	—

N° 0935-00-FQ1M1

EQUIVALENCIAS: mg/L= miligramos por litro; ufc= unidades formadoras de colonias; spm= unidades propagadoras de mohos y levaduras; NMP= número más probable por cada 100ml. UTC = Unidades de Color Verdadero. NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez.

NOTAS: b) Valor dado para Sólidos Totales Disueltos. Valores de referencia tomados de Norma INEN 2200:2008 Agua Purificada Envasada, excepto Recuento de Mohos y Levaduras que se toma de la Norma Técnica Colombiana para agua NTC 813.

COMENTARIOS: La muestra analizada No cumple con los valores de referencia para Coliformes Totales y Mohos-Levaduras.

Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada.

RESPONSABLE:



Dra. Vivien Hernández Macías
Gerente Laboratorio Cenain



Este informe no será reproducido excepto en su totalidad con la aprobación de la Gerente

ANEXO E. Certificado de la realización de la topografía.



CERTIFICACIÓN

En mi calidad Director de Obras Públicas del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Quijos

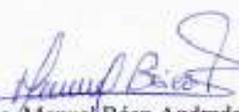
CERTIFICO

QUE, los señores PEDRO FERNANDO SAMANIEGO PARRA, portador de la cédula de ciudadanía No. 150068284-2 y ÁNGEL FERNANDO BAUTISTA BARRERA portador de la cédula de ciudadanía No. 171941741-0, estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Ingeniería en Mecánica Industrial, cumplieron a cabalidad con las actividades de topografía en referencia al proyecto de Mejoramiento del sistema de agua de la parroquia de Sumaco, conjuntamente con el equipo técnico municipal del área de topografía, desde el lunes 10 al jueves 13 de noviembre del 2014.

Es todo cuanto puedo certificar, autorizando a los interesados a emplear la presente en lo que creyere conveniente, excepto casos judiciales.

Baeza, noviembre 13 del 2014

Atentamente,


Ing. Manuel Báez Andrade
DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS



Consorcio de Municipios Amazónicos: Carlos Ibarra 170 y 10 de Agosto
Edificio Yura| Pirca 5ta. Piso, Oficina 501, Teléfono: 2950 729
Quito - Ecuador



Baeza - Quijos - Napo
Av. Los Quijos y 17 de Enero
Teléfono: 06 2 320 158
Telefax: 06 2 320 002

ANEXO F. Selección del diámetro con su respectivo espesor y presión.

TABLA 2. Espesores nominales, e (mm)

Diámetro Nominal D (mm)	Serie del tubo S									
	25	20	16	12,5	10,0	8	6,3	5	4	3,2
	Presión Nominal P (MPa)									
	0,5	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4,0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4
12	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,7
16	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,8	2,2
20	-	-	-	-	-	-	1,5	1,9	2,3	2,8
25	-	-	-	-	-	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5
32	-	-	-	-	1,6	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4
40	-	-	-	1,6	1,9	2,4	3	3,7	4,5	5,5
50	-	-	1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	-	1,6	2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	1,5	1,9	2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	1,8	2,2	2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	2,2	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	2,5	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	3,2	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9
180	3,6	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6
200	3,9	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4
225	4,4	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2	-
250	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9	-
280	5,6	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	25,4	-	-
315	6,3	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	28,6	-	-
355	7,0	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	-	-	-
400	7,9	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	-	-	-
450	8,8	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	-	-	-
500	9,8	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	-	-	-
560	11,0	13,7	17,2	21,4	26,7	33,2	-	-	-	-
630	12,3	15,4	19,3	24,1	30,0	37,4	-	-	-	-
710	13,9	17,4	21,8	27,2	33,9	-	-	-	-	-
800	15,7	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-	-	-
900	17,6	22,0	27,6	-	-	-	-	-	-	-
1000	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-	-	-	-

NOTA 2. Coeficiente de Diseño C = 2, Esfuerzo hidrostático de diseño de 12,5 MPa

NOTA 3. Los espesores nominales de tubería se obtienen de las tablas de espesores universales de la norma ISO 4065:1996 en función de la serie del tubo y el diámetro nominal. En el cálculo de espesores de tubo se utiliza la ecuación de esfuerzo.

NOTA 4. Serie 25, no aplica para uso en sistemas de agua potable

ANEXO G. Catálogo de tuberías que existen en el mercado.

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC

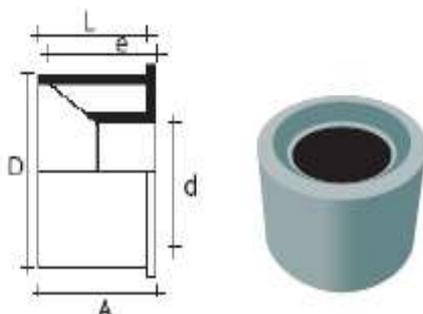
Especificaciones para Tuberías con Unión por sellado elastomérico (UZ) y Unión por cementado solvente (EC) para riego.

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior mm	Espesor Nominal mm	Presión de Trabajo		
UNIÓN UZ	UNIÓN E/C			MPa	PSI (lb/pulg ²)	Kg/cm ²
	20	17.6	1.2	1.25 *	181	12.75
		17.4	1.3	1.60	232	16.32
		17.0	1.5	2.00	290	20.40
	25	22.6	1.2	1.00 *	145	10.20
		22.4	1.3	1.25	181	12.75
		22.0	1.5	1.60	232	16.32
	32	29.6	1.2	0.80 *	116	8.16
		29.4	1.3	1.00	145	10.20
		29.0	1.5	1.25	181	12.75
	40	37.6	1.2	0.63 *	91	6.43
		37.4	1.3	0.80	116	8.16
		37.0	1.5	1.00	145	10.20
		36.2	1.9	1.25	181	12.75
	50	47.4	1.3	0.63 *	91	6.43
		47.0	1.5	0.80	116	8.16
		46.2	1.9	1.00	145	10.20
		45.2	2.4	1.25	181	12.75
	63	60.0	1.5	0.63 *	91	6.43
		59.0	2.0	0.80	116	8.16
		58.2	2.4	1.00	145	10.20
		57.0	3.0	1.25	181	12.75
	75	72.0	1.5	0.50 *	73	5.10
		71.4	1.8	0.63	91	6.43
		70.4	2.3	0.80	116	8.16
		69.2	2.9	1.00	145	10.20
	90	86.4	1.8	0.50 *	73	5.10
		85.4	2.2	0.63	91	6.43
		84.4	2.8	0.80	116	8.16
		83.0	3.5	1.00	145	10.20
	110	81.4	4.3	1.25	181	12.75
		105.6	2.2	0.50 *	73	5.10
		104.6	2.7	0.63	91	6.43
		103.2	3.4	0.80	116	8.16
	125	101.6	4.2	1.00	145	10.20
		99.6	5.2	1.25	181	12.75
		120.0	2.5	0.50	73	5.10
		118.8	3.1	0.63	91	6.43
	140	117.2	3.9	0.80	116	8.16
		115.4	4.8	1.00	145	10.20
		113.0	6.0	1.25	181	12.75
		134.6	2.7	0.50 *	73	5.10
	140	133.2	3.4	0.63	91	6.43
		131.4	4.3	0.80	116	8.16
		129.2	5.4	1.00	145	10.20
		126.6	6.7	1.25	181	12.75
	140	153.6	3.2	0.50 *	73	5.10
		152.2	3.9	0.63	91	6.43
		150.0	5.0	0.80	116	8.16
		147.6	6.2	1.00	145	10.20
		144.8	7.6	1.25	181	12.75

* Producto de fabricación bajo pedido (según norma NEN 1369), sujeto a lote mínimo de producción de acuerdo mutuo, cliente-fábrica, en tiempo de entrega.

ANEXO H. Catálogo de reducciones para la tubería seleccionada.

REDUCTOR BUJE E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	e
		(mm)	(mm)	(mm)
15791	25 A 20 mm	19	19	19
15962	32 A 25 mm	29	22	19
15738	50 A 40 mm	36	32	25
15739	63 A 50 mm	44	44	31
15793	75 A 50 mm	44	44	31
15794	75 A 63 mm	44	44	31
15795	90 A 63 mm	51	51	44
15796	90 A 75 mm	51	51	44
15781	110 A 90 mm	61	61	51
15782	125 A 110 mm	61	61	51
15783	140 A 110 mm	216	86	61
15784	140 A 125 mm	216	86	61
15785	160 A 110 mm	216	86	61
15786	160 A 125 mm	216	86	61
15787	160 A 140 mm	216	86	61
15802	200 A 160 mm	242	106	86
15790	250 A 225 mm	242	106	86

NOTA: Para presiones mayores a 1 MPa consultar con Amanco Plastigama S.A.

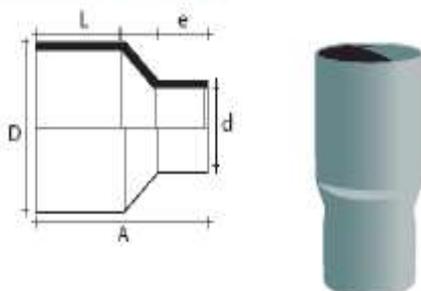
14

Mario Rubio Cía. Ltda. 

TUBERÍAS
PLASTIGAMA
A AMANCO

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

REDUCTOR LARGO E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	e
		(mm)	(mm)	(mm)
15750	25 A 20 mm	40	19	16
15803	40 A 25 mm	55	26	26
15831	40 A 32 mm	71	34	29
15833	50 A 25 mm	64.5	33.5	19.5
15807	50 A 32 mm	80	40	23
15835	50 A 40 mm	80	40	31
15837	63 A 25 mm	113	51	26
15838	63 A 32 mm	113	51	27
15741	63 A 40 mm	113	51	37
15840	63 A 50 mm	113	52	37
15819	90 A 75/63 mm	112	30	37

AMANCO PLASTIGAMA | CATÁLOGO DIVISIÓN AGRÍCOLA

ANEXO I. Resultados del programa WATERCAD v8i.

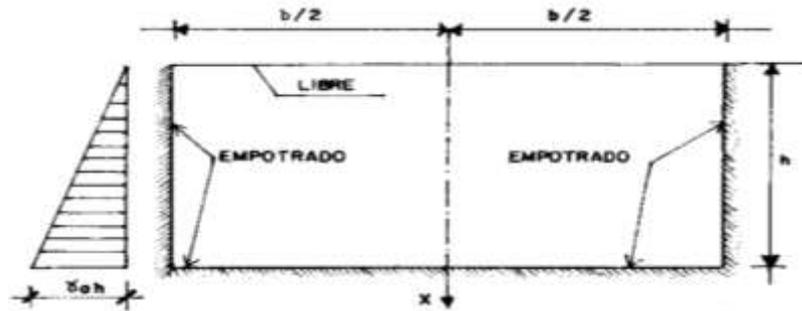
DATOS DE TUBERIAS

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
40: P-1	40	P-1	26.69	R-1	T-1	40.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.346	1.07	0.035	<input checked="" type="checkbox"/>	213.42
41: P-2	41	P-2	43.11	T-1	J-1	40.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.751	0.60	0.012	<input checked="" type="checkbox"/>	844.89
42: P-3	42	P-3	19.92	J-1	J-2	32.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.341	0.42	0.008	<input checked="" type="checkbox"/>	53.85
43: P-4	43	P-4	21.44	J-2	J-4	32.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.269	0.33	0.005	<input checked="" type="checkbox"/>	57.75
44: P-5	44	P-5	22.34	J-1	J-3	32.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.340	0.42	0.008	<input checked="" type="checkbox"/>	55.42
45: P-6	45	P-6	20.34	J-3	J-4	32.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.278	0.35	0.006	<input checked="" type="checkbox"/>	52.39
47: P-7	47	P-7	15.39	J-4	J-5	25.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.498	1.01	0.055	<input checked="" type="checkbox"/>	19.50
48: P-8	48	P-8	20.20	J-5	J-6	25.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.208	0.42	0.011	<input checked="" type="checkbox"/>	27.80
49: P-9	49	P-9	30.11	J-6	J-7	25.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.086	0.18	0.002	<input checked="" type="checkbox"/>	88.00
50: P-10	50	P-10	21.18	J-6	J-8	25.0	PVC	140.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.122	0.25	0.004	<input checked="" type="checkbox"/>	24.50

DATOS DE NUDOS

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32	J-1	1,603.00	<None>	<Collected...>	0.070	1,611.42	8.41
33: J-2	33	J-2	1,602.00	<None>	<Collected...>	0.072	1,610.98	8.97
34: J-3	34	J-3	1,601.50	<None>	<Collected...>	0.062	1,610.97	9.45
35: J-4	35	J-4	1,601.00	<None>	<Collected...>	0.049	1,610.68	9.66
36: J-5	36	J-5	1,600.80	<None>	<Collected...>	0.290	1,609.61	8.79
37: J-6	37	J-6	1,600.50	<None>	<Collected...>	0.000	1,609.30	8.79
38: J-7	38	J-7	1,600.00	<None>	<Collected...>	0.086	1,609.12	9.10
39: J-8	39	J-8	1,600.10	<None>	<Collected...>	0.122	1,609.20	9.09

ANEXO J. Valores de los coeficientes “k” para el cálculo de momentos, tapa libre y fondo empotrado.



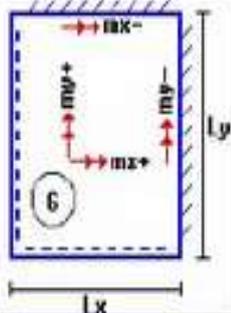
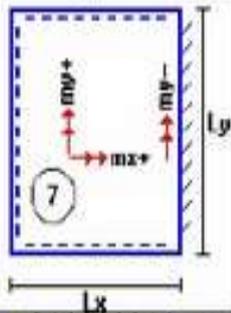
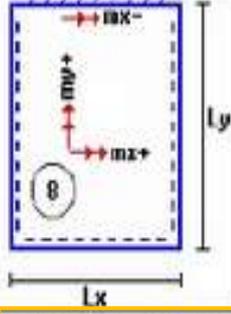
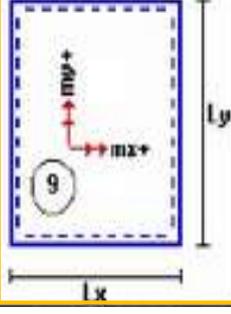
b/h	x/h	y = 0		y = b/4		y = b/2	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My
3.00	0	0	+0.025	0	+0.014	0	-0.082
	1/4	+0.010	+0.019	+0.007	+0.013	-0.014	-0.071
	1/2	+0.005	+0.010	+0.008	+0.010	-0.011	-0.055
	3/4	-0.033	-0.004	-0.018	-0.000	-0.006	-0.028
	1	-0.126	-0.025	-0.092	-0.018	0	0
2.50	0	0	+0.027	0	+0.013	0	-0.074
	1/4	+0.012	+0.022	+0.007	+0.013	-0.013	-0.066
	1/2	+0.011	+0.014	+0.008	+0.010	-0.011	-0.053
	3/4	-0.021	-0.001	-0.010	+0.001	-0.005	-0.027
	1	-0.108	-0.022	-0.077	-0.015	0	0
2.00	0	0	+0.027	0	+0.009	0	-0.060
	1/4	+0.013	+0.023	+0.006	+0.010	-0.012	-0.059
	1/2	+0.015	+0.016	+0.010	+0.010	-0.010	-0.049
	3/4	-0.008	+0.003	-0.002	+0.003	-0.005	-0.027
	1	-0.086	-0.017	-0.059	-0.012	0	0
1.75	0	0	+0.025	0	+0.007	0	-0.050
	1/4	+0.012	+0.022	+0.005	+0.008	-0.010	-0.052
	1/2	+0.016	+0.016	+0.010	+0.009	-0.009	-0.046
	3/4	-0.002	+0.005	+0.001	+0.004	-0.005	-0.027
	1	-0.074	-0.015	-0.050	-0.010	0	0
1.50	0	0	+0.021	0	+0.005	0	-0.040
	1/4	+0.008	+0.020	+0.004	+0.007	-0.009	-0.044
	1/2	+0.016	+0.016	+0.010	+0.008	-0.008	-0.042
	3/4	+0.003	+0.006	+0.003	+0.004	-0.005	-0.026
	1	-0.060	-0.012	-0.041	-0.008	0	0
1.25	0	0	+0.015	0	+0.003	0	-0.029
	1/4	+0.005	+0.015	+0.002	+0.005	-0.007	-0.034
	1/2	+0.014	+0.015	+0.008	+0.007	-0.007	-0.037
	3/4	+0.006	+0.007	+0.005	+0.005	-0.005	-0.024
	1	-0.047	-0.009	-0.031	-0.006	0	0
1.00	0	0	+0.009	0	+0.002	0	-0.018
	1/4	+0.002	+0.011	+0.000	+0.003	-0.005	-0.023
	1/2	+0.009	+0.013	+0.005	+0.005	-0.006	-0.029
	3/4	+0.008	+0.008	+0.005	+0.004	-0.004	-0.020
	1	-0.035	-0.007	-0.022	-0.005	0	0
0.75	0	0	+0.004	0	+0.001	0	-0.007
	1/4	+0.001	+0.008	-0.000	+0.002	-0.002	-0.011
	1/2	+0.005	+0.010	+0.002	+0.003	-0.003	-0.017
	3/4	+0.007	+0.007	+0.003	+0.003	-0.003	-0.013
	1	-0.024	-0.005	-0.015	-0.003	0	0
0.50	0	0	+0.001	0	+0.000	0	-0.002
	1/4	+0.000	+0.005	-0.000	+0.001	-0.001	-0.004
	1/2	+0.002	+0.006	+0.001	+0.001	-0.002	-0.009
	3/4	+0.004	+0.006	+0.001	+0.001	-0.001	-0.007
	1	-0.015	-0.003	-0.008	-0.002	0	0

Fuente: Análisis y diseño de reservorios de concreto armado: Rivera F

ANEXO K. Tablas de la selección tanto My y Mx, para el diseño de la losa.

**TABLAS PARA DISEÑO DE LOSAS MACIZAS RECTANGULARES
SUSTENTADAS PERIMETRALMENTE, SOMETIDAS A CARGAS
DISTRIBUIDAS UNIFORMES**

($\mu = 0.20$)

Losa	Fórmula	Coef	Lx/Ly					
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
 <p>6</p>	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y-} m_{y+} m_{x-} m_{x+}	254	309	371	438	504	561
 <p>7</p>	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y-} m_{y+} m_{x+}	329	380	433	487	538	581
 <p>8</p>	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y+} m_{y-} m_{x-} m_{x+}	329	424	546	698	879	1079
 <p>9</p>	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y+} m_{y-} m_{x+}	468	571	694	838	999	1167

ANEXO L. Demostración de la fórmula para la obtención del diámetro.

DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO

Con la ecuación de Hazen Williams para pérdidas

$$hf = \left(\frac{Q}{0,28 * C * D^{2,63}} \right)^{1,85} * Lc$$

Ecuación 1

$$\frac{hf}{Lc} = \left(\frac{Q}{0,28 * C * D^{2,63}} \right)^{1,85}$$

$$\left(\frac{hf}{Lc} \right)^{1/1,85} = \left(\frac{Q}{0,28 * C * D^{2,63}} \right)^{1,85/1,85}$$

$$\frac{Q}{0,28 * C * D^{2,63}} = \left(\frac{hf}{Lc} \right)^{1/1,85}$$

$$\frac{0,28 * C * D^{2,63}}{Q} = \left(\frac{Lc}{hf} \right)^{1/1,85}$$

$$D^{2,63} = \left(\frac{Lc}{hf} \right)^{1/1,85} * \frac{Q}{0,28 * C}$$

$$D = \left(\frac{Lc}{hf} \right)^{1/1,85 * 2,63} * \left(\frac{Q}{0,28 * C} \right)^{1/2,63}$$

$$D = \left(\frac{Lc}{hf} \right)^{0,2055} * \left(\frac{Q}{0,28 * C} \right)^{0,38023}$$

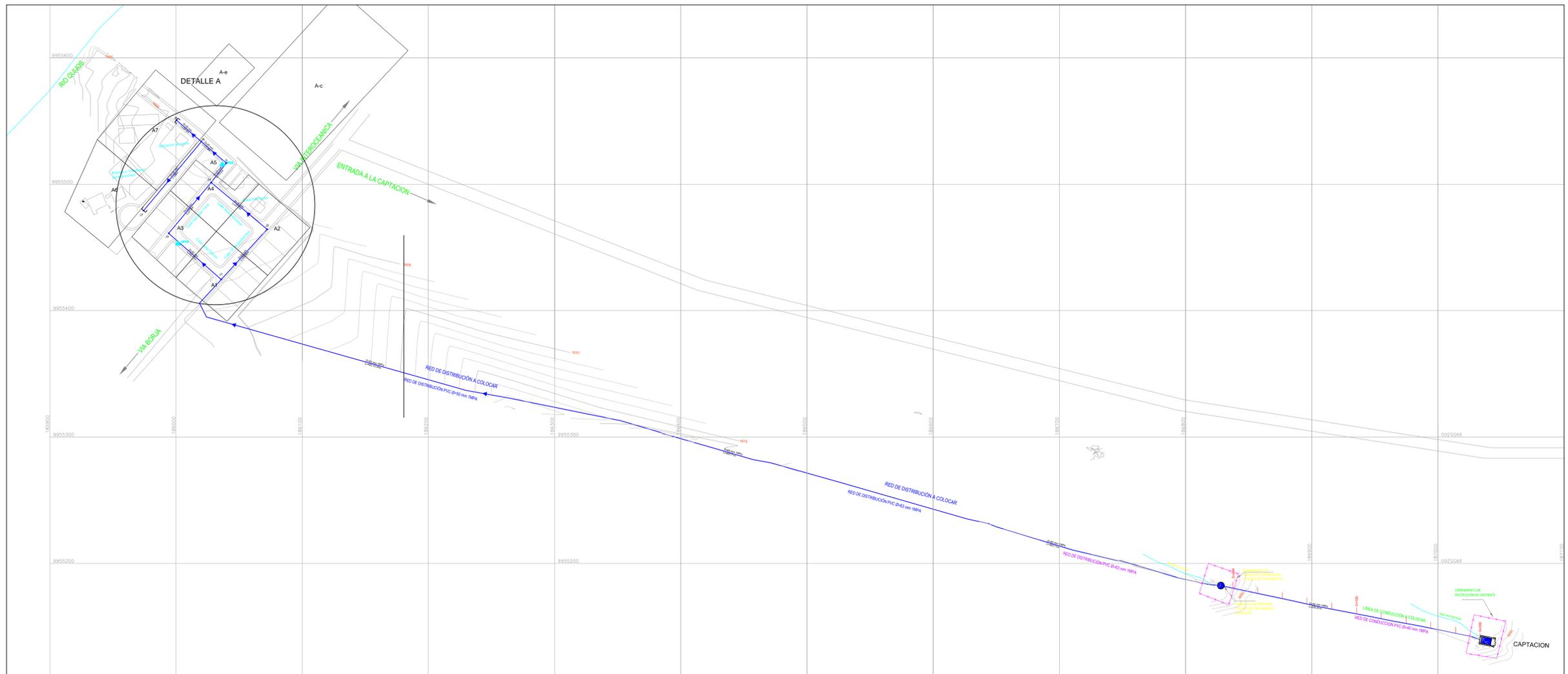
Se reemplaza Lc en La ecuación 1.

$$Lc = (1,02 \text{ a } 1,04) * L_T$$

$$D = \left(\frac{1,03 * L_T}{hf} \right)^{0,2055} * \left(\frac{Q}{0,28 * C} \right)^{0,38023}$$

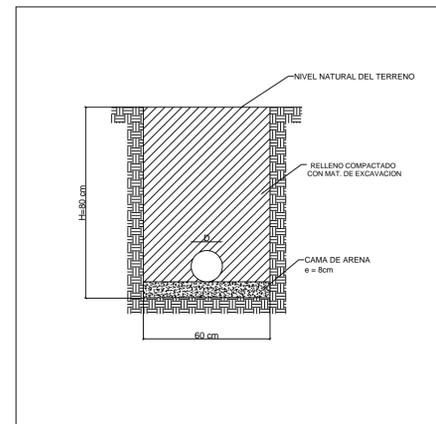
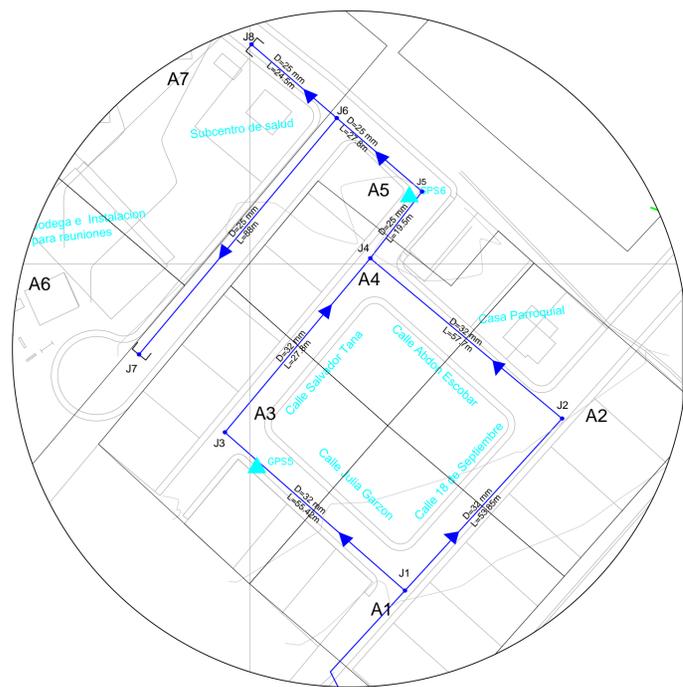
ANEXO M. Cronograma de la obra.

PLANOS



DETALLE A
Esc: 1:100

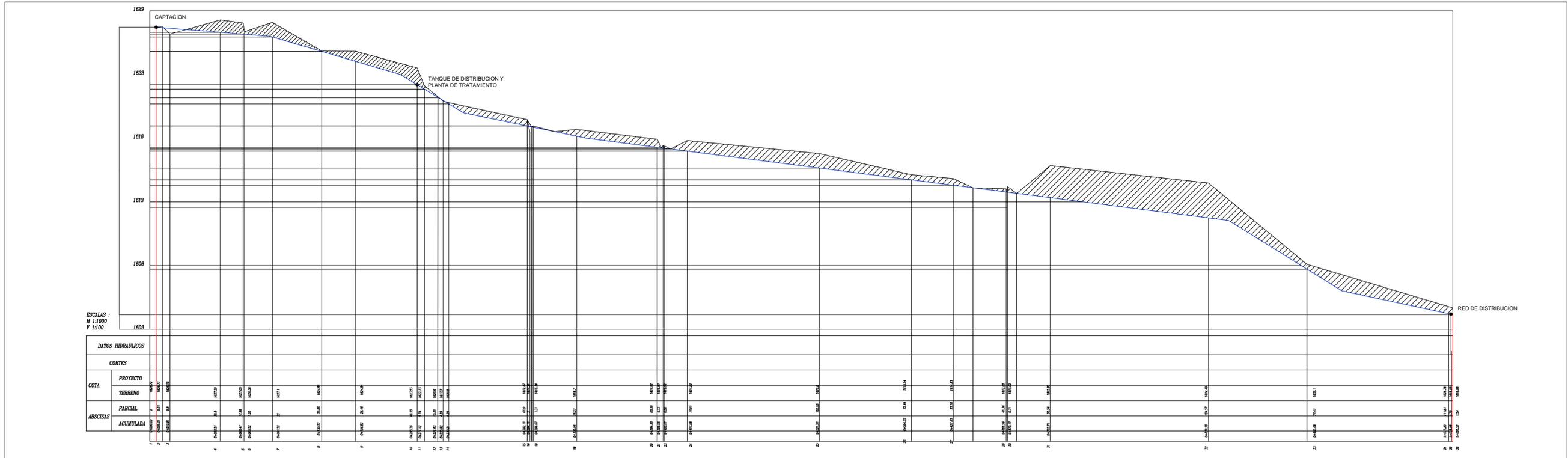
TRAZADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
NUDOS-TRAMOS
Esc: 1:100



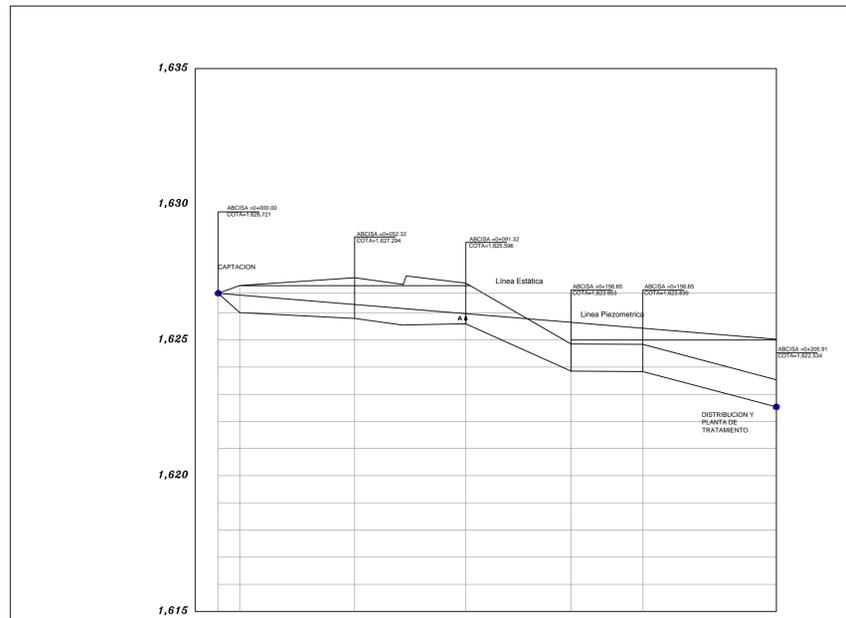
SECCION TIPICA DE ZANJA
RED DE DISTRIBUCION
Esc: S/E

SIMBOLOGIA	
-----	RED DISEÑADA DE CONDUCCION PVC 40 mm
-----	RED DISEÑADA DE CAPTACION PVC 40 mm
-----	RED DISEÑADA DE DISTRIBUCION PVC 25-32mm
-----	DATOS DE TUBERIA
Ac	AREA FUTURA (PLAN DE URBANIZACION)
Ae	AREA FUTURA (ESTADIO)
●	DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISTRIBUCION
■	DISEÑO DEL TANQUE DE CAPTACION
□	CERRAMIENTO CONSTRUIDO
]	TAPON DE ACERO
J	NUDO

Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	. 14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	. 14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	. 14-03-2015	
CONDUCCION Y DISTRIBUCION	Escala:	1:50	10-8921258-8921582.00.03	Tol. Gral.: NA	

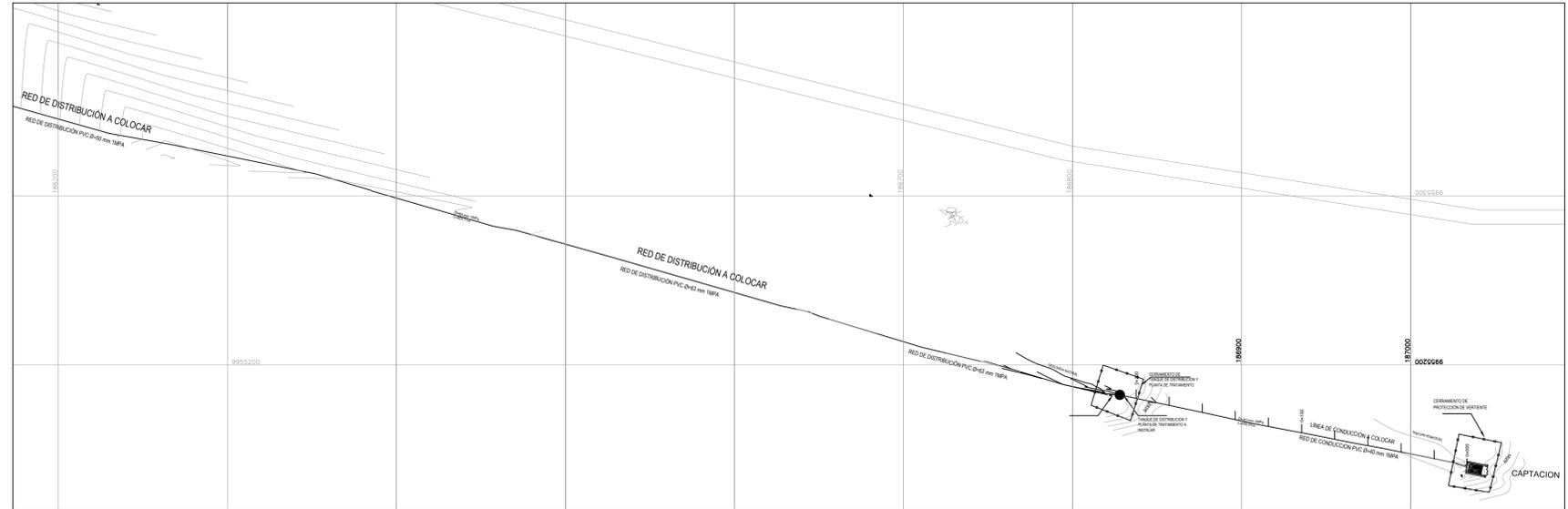


PROYECTO VERTICAL
LINEA DE CAPTACION Y CONDUCCION
Esc: 1:100

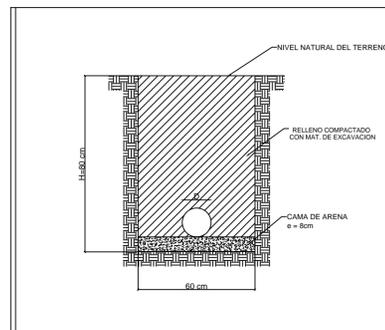


DATOS HIDRAULICOS		CORTES	
COTA	PROYECTO	TERRENO	
		PARCIAL	ACUMULADA
1635	1+000.00	1635.00	1635.00
1630	1+000.00	1630.00	1630.00
1625	1+000.00	1625.00	1625.00
1620	1+000.00	1620.00	1620.00
1615	1+000.00	1615.00	1615.00

PROYECTO HORIZONTAL
LINEA DE CAPTACION
Esc: 1:100

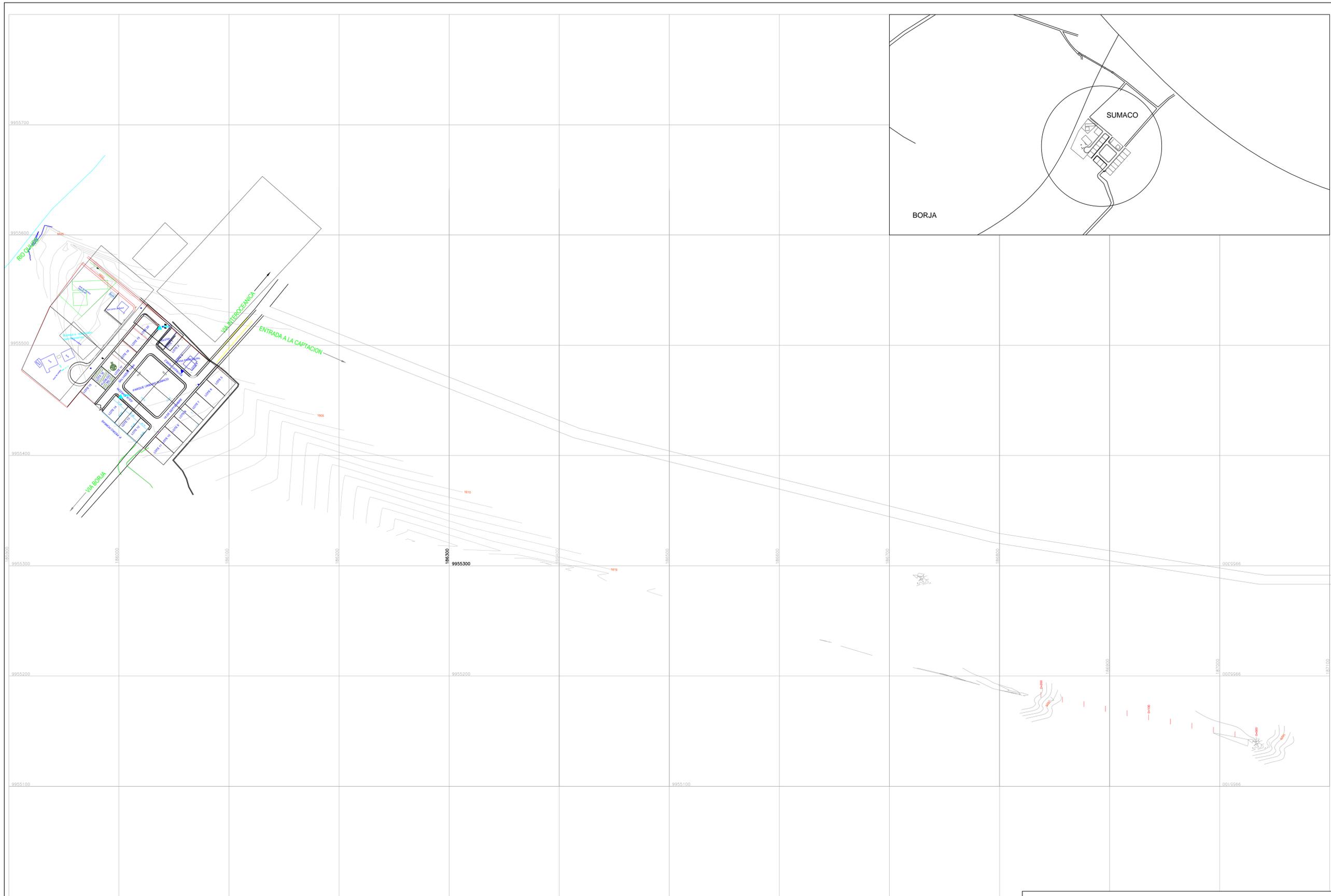


PROYECTO HORIZONTAL
ALTERNATIVA SELECCIONADA
Esc: 1:100

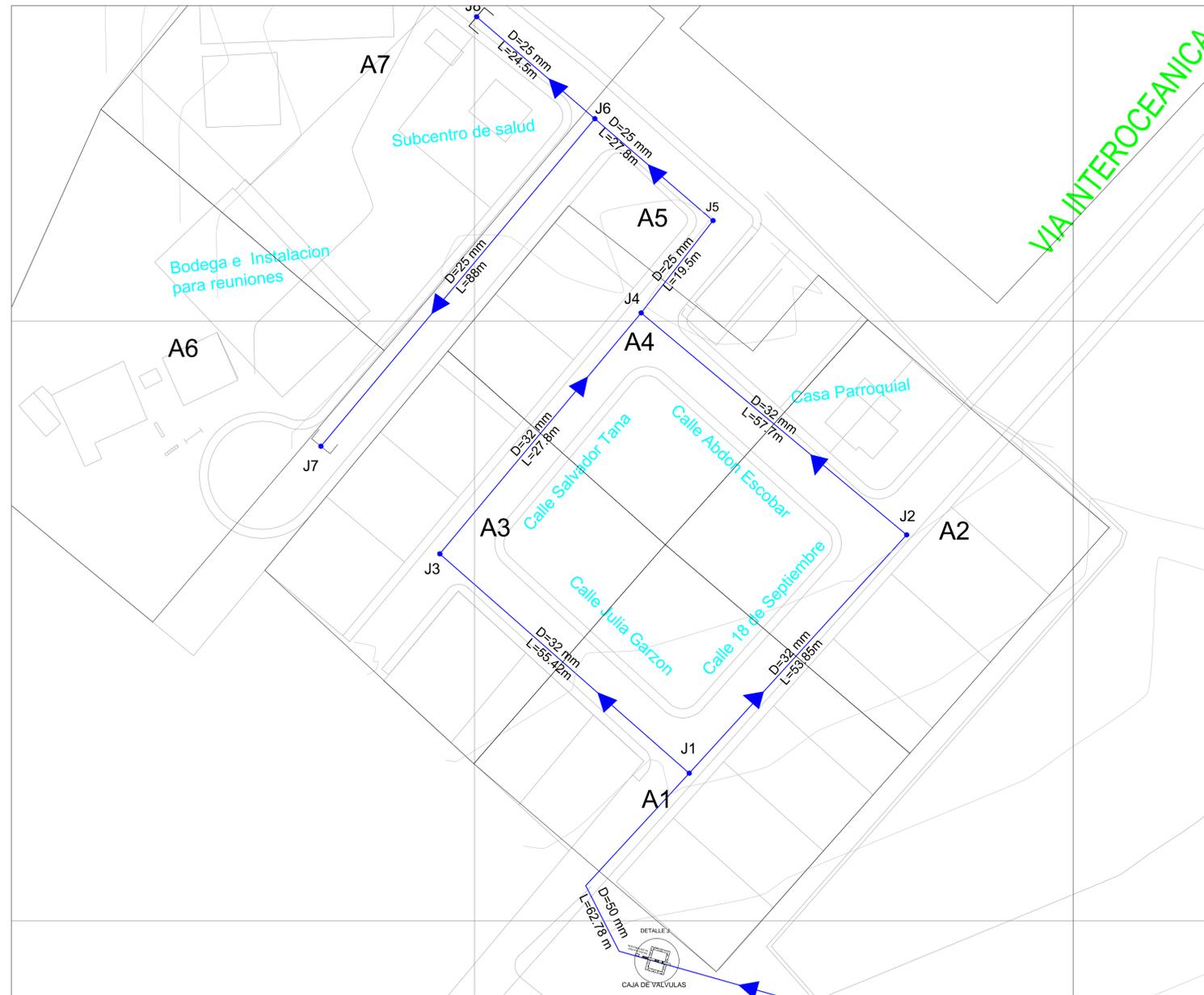


SECCION TIPICA DE ZANJA
LINEA DE CAPTACION
Esc: S/E

Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutas:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	14-03-2015	
LINEA PIEZOMETRICA	Escala:	1:50	10-8921258-8921582.00.02	Tol. Gral.:	NA



Tratamiento térmico:	NA	Materia:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	. 14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	. 14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	. 14-03-2015	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	Escala:	1: 50	10-8921258-8921582.00.01	Tol. Gral.: NA	

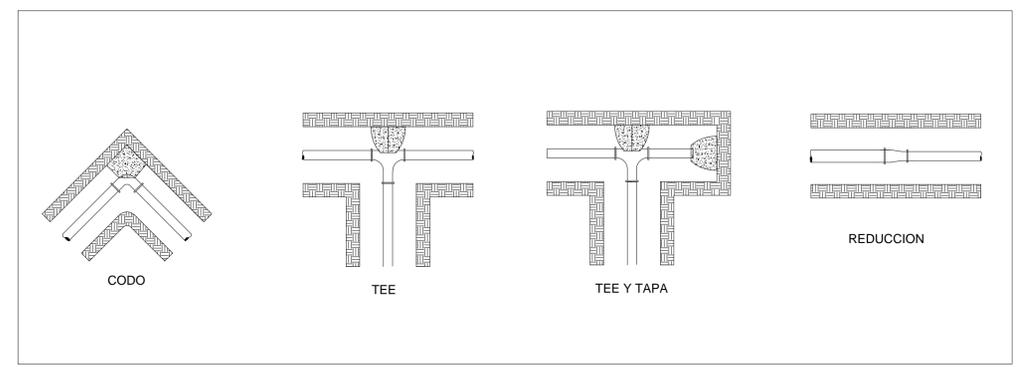


IMPLANTACION DEL TRAZADO DE LA RED DE DISTRIBUCION
OBRAS COMPLEMENTARIAS
Esc: 1:100

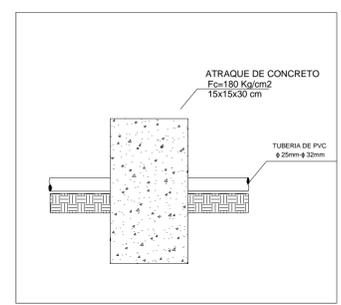
VIA INTEROCEANICA

NOTAS CONSTRUCTIVAS

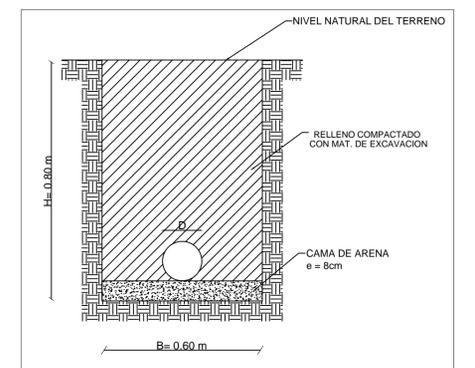
- SE LAVARA LA TUBERIA ANTES E PONERLA EN SERVICIO
- LAS CARGAS DISPONIBLES SE DETERMINARAN A TANQUE VACIO
- EN TODAS LAS TEES, CODOS Y DEMAS PIEZAS SE COLOCARON ATRAQUES DE HORMIGON SIMPLE Fc=180 Kg/cm2
- LAS DEFLEXIONES NO MARCADAS COMO CRUCEROS SE DARAN CON LA TUBERIA.



DETALLE DE LOS ATRAQUES LATERALES
Esc: S/E

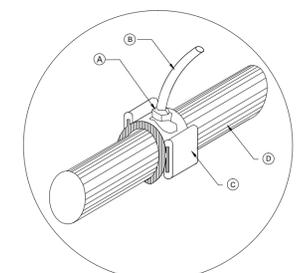


DETALLE DE ATRAQUE TIPO
Esc: S/E



DETALLE TIPICO DE ZANJA RED DE DISTRIBUCION
Esc: S/E

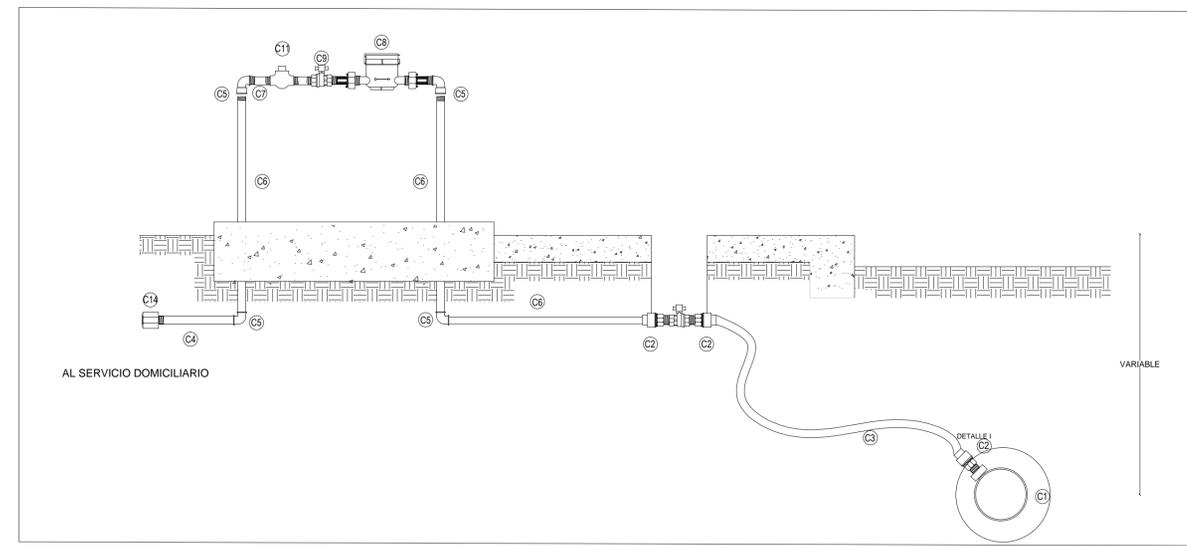
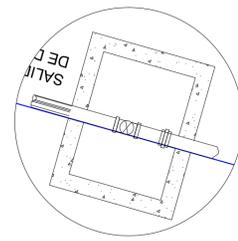
DETALLE I
Esc: S/E



DETALLE DE COLLARIN PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS

CONEXIONES DOMICILIARIAS DE Ø 1/2"			
COLLAR DE DERIVACION PVC	C1		1
UNION DOS PARTES BRONCE	C2	1/2"	3
MANGUERA DE POLIPROPILENO	C3	20 mm	
TUBERIA PVC	C4	1/2"	1
CODO 90° PVC	C5	1/2"	3
TUBO PVC	C6	1/2"	3
NEPLO PVC	C7	1/2"	5
MEDIDOR VOLUMETRICO 3m3/h (TAVIRA o SUPERIOR)	C8	1/2"	1
VALVULA CORTE CON CAPUCHON DE SEGURIDAD	C9	1/2"	1
VALVULA CHECK (PESADA)	C11	1/2"	1
TAPON HEMBRA PVC	C14	1/2"	1

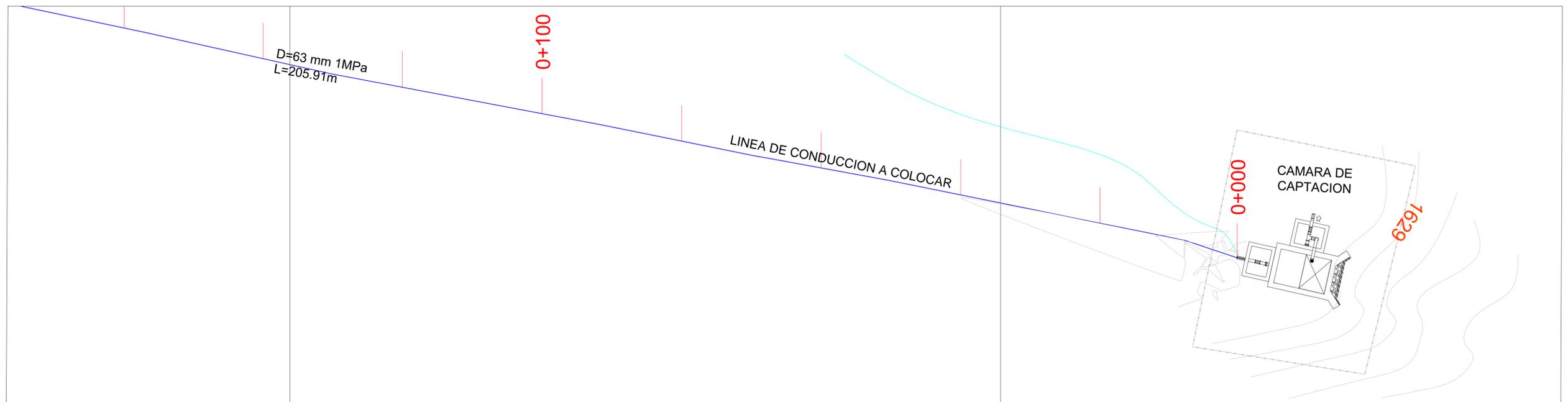
DETALLE J
Esc: 1:50



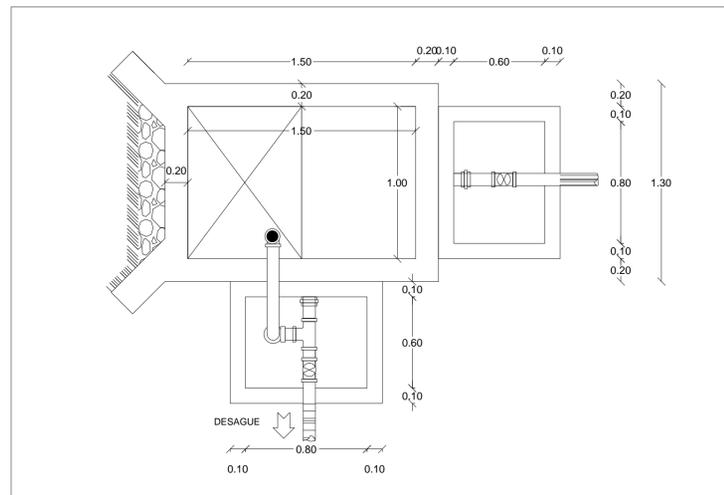
DETALLE DE TOMA DOMICILIARIA
Esc: 1:50

COLLARIN	
TOMA DE INCORPORACION BUGATTI φ 1"	A
TUBO DE POLIETILENO PEHD8" φ 20 mm	B
COLLARIN ALPRENE	C
TUBO PVC	D

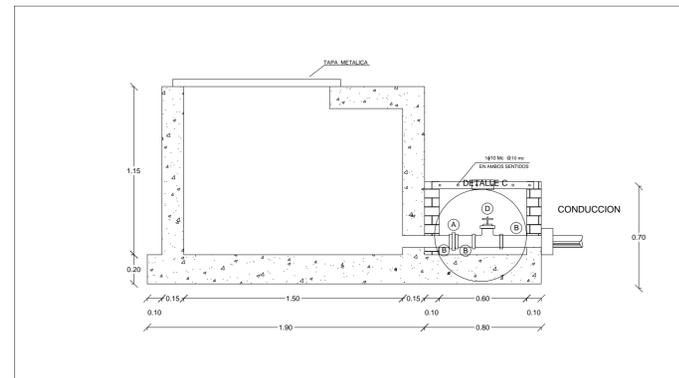
Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	14-03-2015	
ACOMETIDA	Escala: 1:50		10-8921258-8921582.00.07	Tol. Gral.:	NA



IMPLANTACION DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CAPTACION
OBRAS COMPLEMENTARIAS
Esc: 1:100

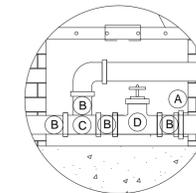


DETALLE DE CAMARA DE CAPTACION TIPO
PLANTA
Esc: 1:50

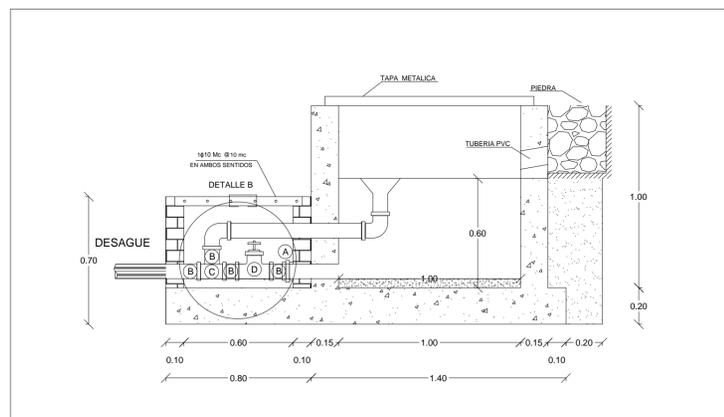
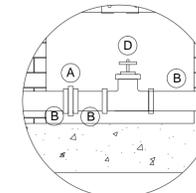


DETALLE DE CAMARA DE CAPTACION TIPO
CORTE A-A - DETALLE DE CAJA DE SALIDA A DESAGUE
Esc: 1:50

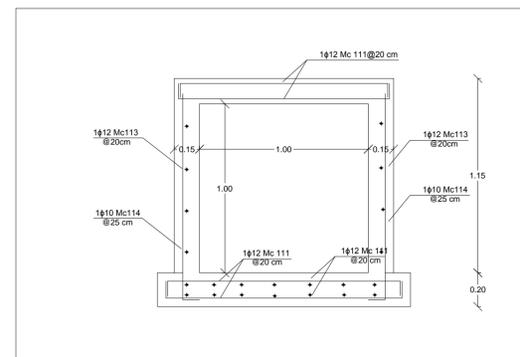
DETALLE B
Esc: 1:50



DETALLE C
Esc: 1:50



DETALLE DE CAMARA DE CAPTACION TIPO
CORTE B-B- DETALLE DE CAJA DE SALIDA A DESAGUE
Esc: 1:50

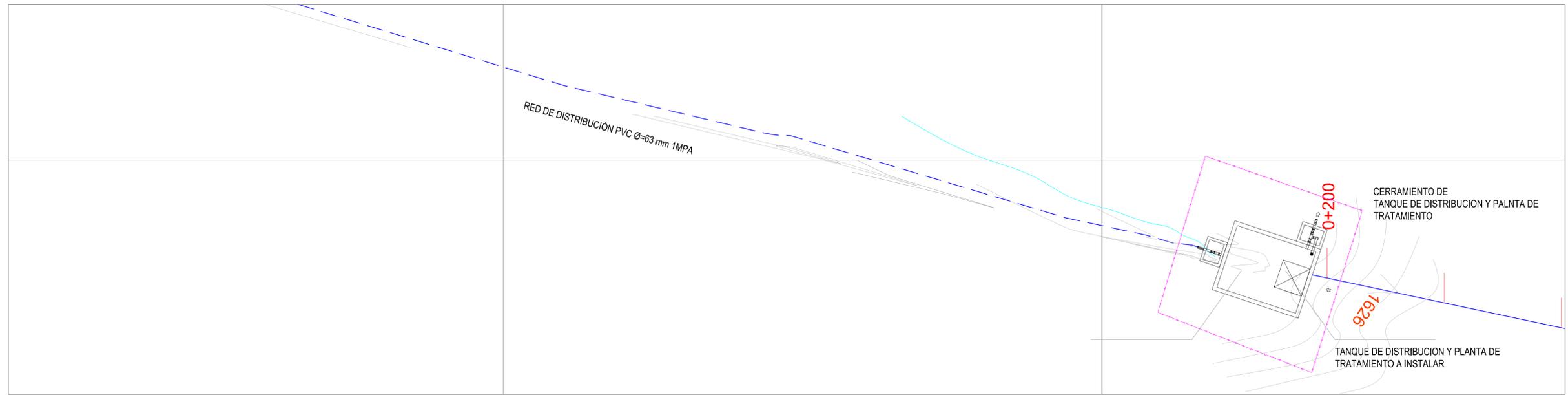


DETALLE DE ARMADO CAMARA DE CAPTACION TIPO
CORTE B-B
Esc: 1:50

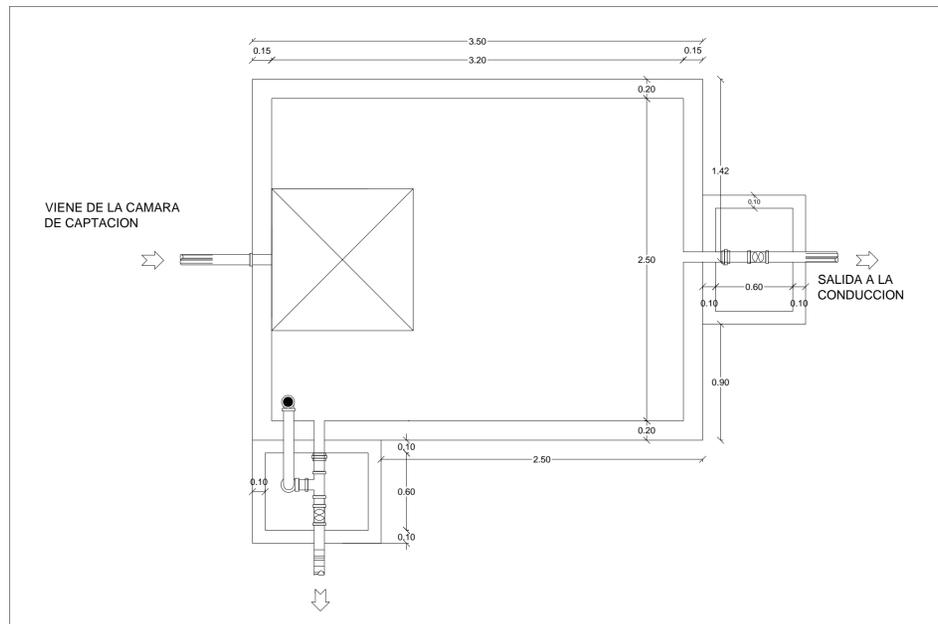
TIPOS DE HIERRO	
①	②
③	④
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ACERO ESTRUCTURAL	HORMIGON
ACERO CORRUGADO LAMINADO EN CALIENTE: Fy=4200 kg/cm ² DEFORMACION MINIMA A LA ROTURA=18% DIAMETRO 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25 mm ESPAESORES MINIMOS: SI NO SE ESPECIFICAN EN PLANOS =40 (NO MENOS DE 60 cm) ESPACIAMIENTOS MINIMOS: LOSAS = 3cm, MUROS=5cm RECUBRIMIENTOS MINIMOS: LOSAS = 3cm, MUROS=5cm DIMENTACIONES Y SUPERFICIES EXPUESTAS A LA INTemperie O EN CONTACTO CON EL SUELO O CON EL AGUA = 5cm.	RESISTENCIA CILINDRICA A LOS 28 DIAS EN PROBETAS ESTANDAR DE 6 pulg. DE DIAMETRO Y 12 pulg. DE ALTURA: F' = 210 Kg/CM ² TAMAÑO MAXIMO DE LOS AGREGADOS=1.0 PULGADA CONSISTENCIA DEL HORMIGON= NO MAYOR A 3.0 PULG. TOMA DE MUESTRAS PARA ENSAYOS: NO MENOS DE 6 PROBETAS POR CADA 120 M ³ DE HORMIGON, O 450 m ² DE SUPERFICIE DE HORMIGONADO O NO MENOS DE 6 POR DIA.

LISTADO DE PIZAS		
	SIMBOLO	CANTIDAD
VÁLVULA UNIVERSAL DE: (40)mm	②	3
NIPLE DE PVC HID. DE: (40)mm x 10mm	③	10
TEE DE PVC HID. DE: 40 x 40 mm	④	5
VALV. DE SECC. TIPO COMPUERTA: 40 x 40 mm	①	3
CODO DE PVC HID. DE: 40 x 40 mm 90°		8
CODO DE PVC HID. DE: 40 x 40 mm 45°		4
TUBO PVC HID. DE: 40 mm x 6m.		3
TUBO PVC HID. DE: 40 mm x 6m. Sistema (L Tot = 213.33)		36

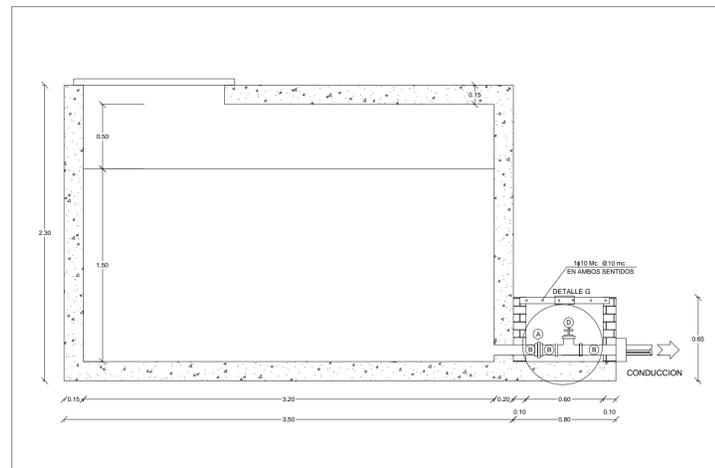
Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	14-03-2015	
SISTEMA DE CAPTACION	Escala: 1:50		10-8921258-8921582.00.04	Tol. Gral.: NA	



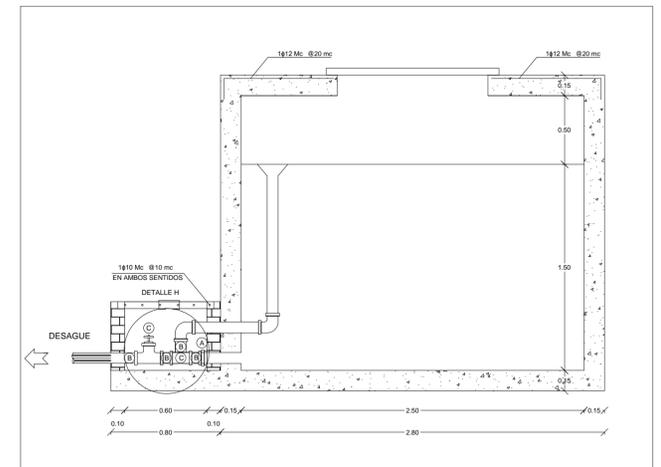
IMPLANTACION DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION
OBRAS COMPLEMENTARIAS
Esc: 1:100



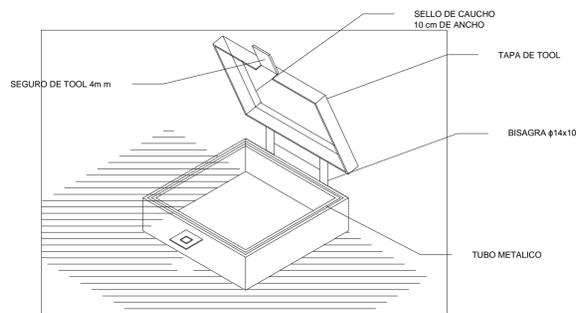
DETALLE DE CAMARA DE DISTRIBUCION TIPO
PLANTA
Esc: 1:50



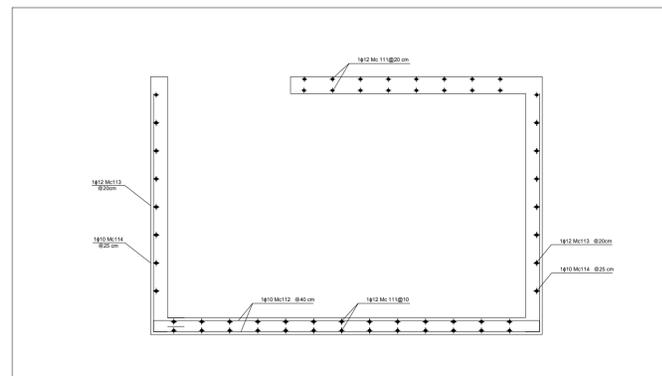
DETALLE DE CAMARA DE DISTRIBUCION TIPO
CORTE C-C DETALLE DE CAJA DE DISTRIBUCION
Esc: 1:50



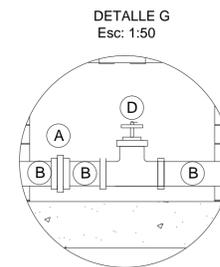
DETALLE DE CAMARA DE DISTRIBUCION TIPO
CORTE D-D DETALLE DE CAJA DE SALIDA DESAGUE
Esc: 1:50



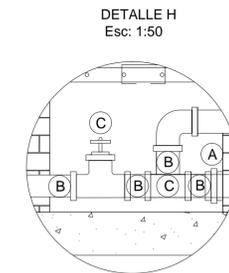
DETALLE DE TAPA METALICA PARA INSPECCION
Esc: 1:50



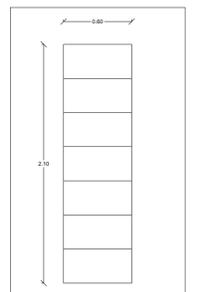
DETALLE DE ARMADO CAMARA DE DISTRIBUCION TIPO
CORTE C-C
Esc: 1:50



DETALLE G
Esc: 1:50

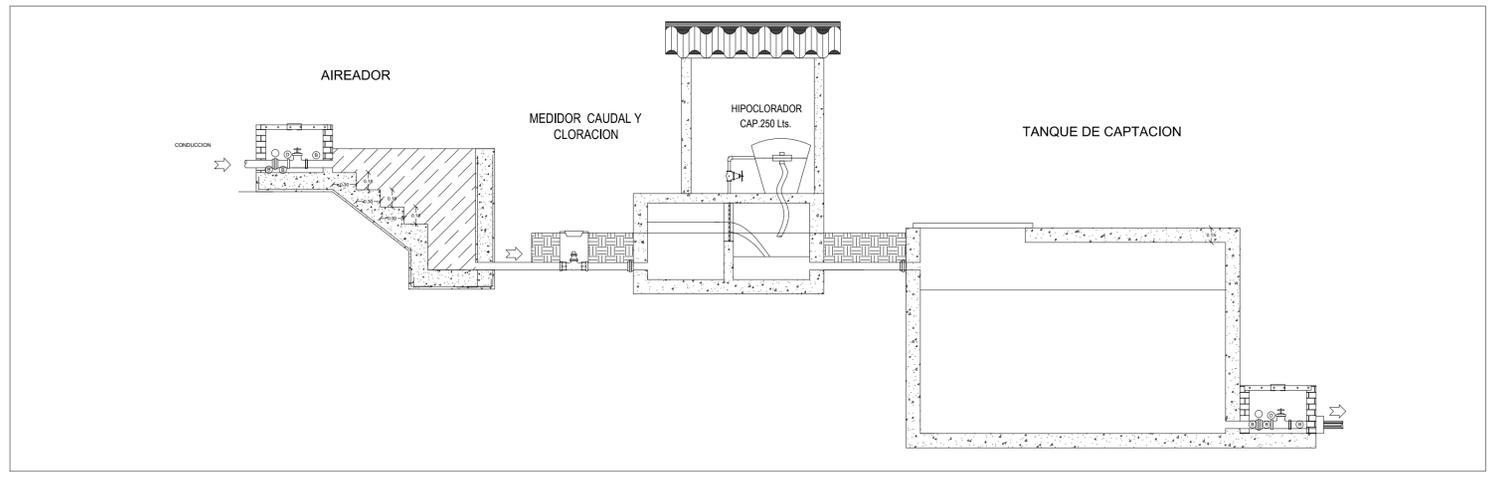


DETALLE H
Esc: 1:50

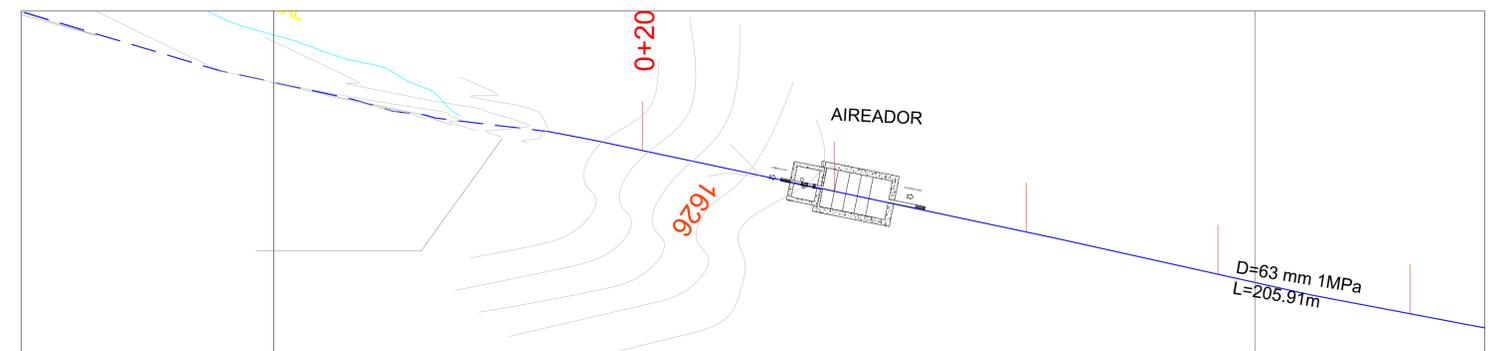


DETALLE DE ESCALERA
Esc: 1:50

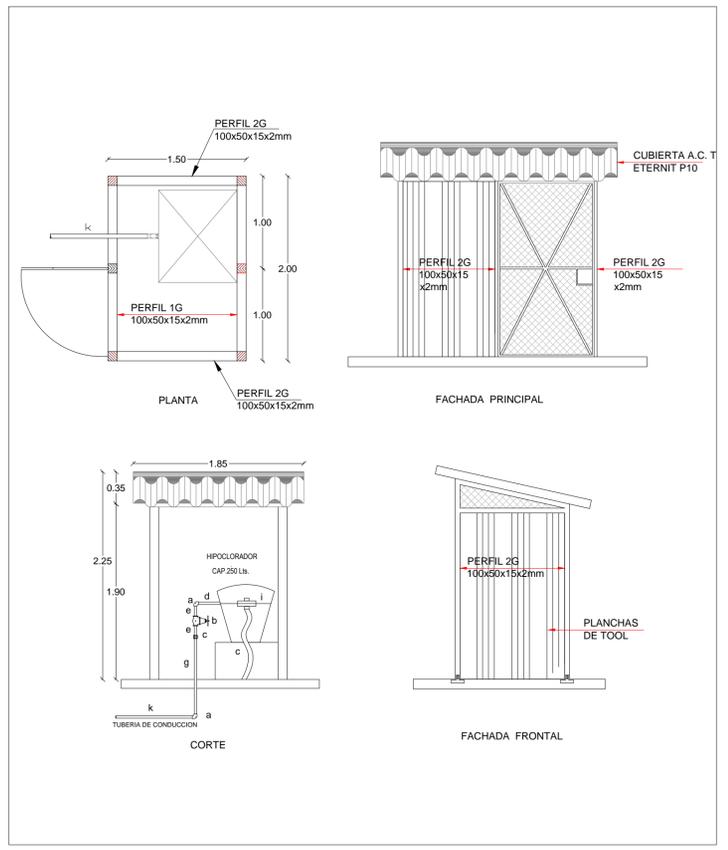
Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	14-03-2015	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Escala:	1:50	10-8921258-8921582.00.06	Tol. Gral.: NA	



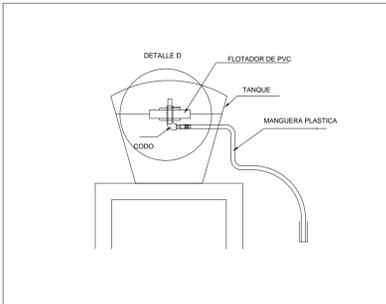
IMPLANTACION Y DETALLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
Esc: 1:50



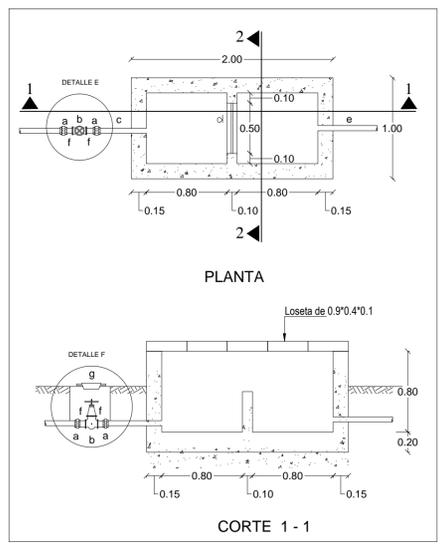
IMPLANTACION DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CAPTACION
OBRAS COMPLEMENTARIAS
Esc: 1:100



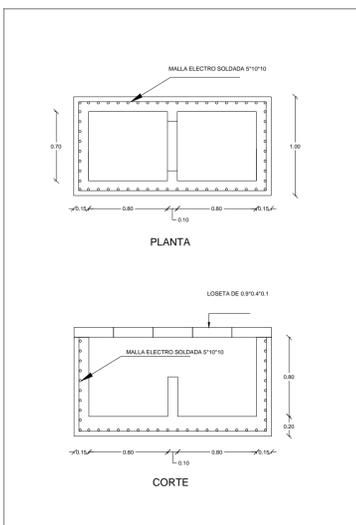
IMPLANTACION Y DETALLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
Esc: 1:50



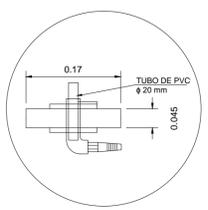
DETALLE DEL HIPOCLORADOR
Esc: 1:50



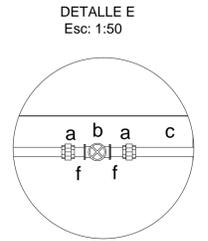
DETALLE DE ARMADO DE LA CLORACION
Esc: 1:50



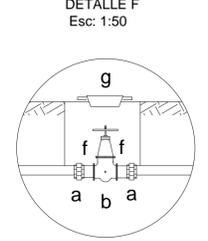
DETALLE DE ARMADO DEL MEDIDOR DE CAUDAL
Esc: 1:50



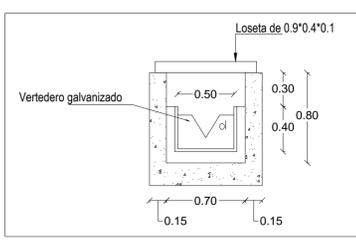
DETALLE D
Esc: 1:50



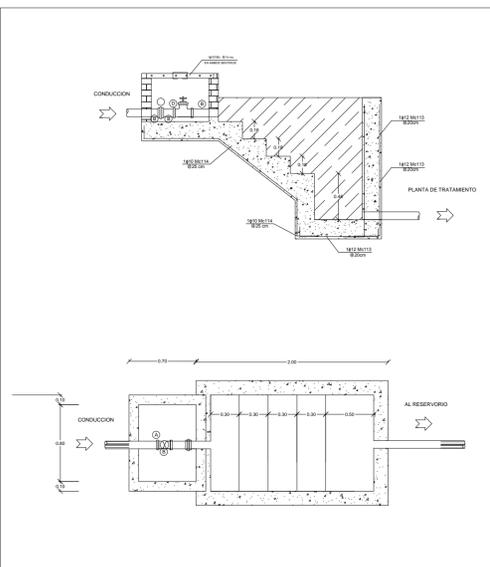
DETALLE E
Esc: 1:50



DETALLE F
Esc: 1:50



DETALLE DEL VEREDERO
Esc: 1:50



DETALLE DEL AIREADOR
Esc: 1:50

SIGNO	DIAMETRO	LONG. (m)	CANT.	DESCRIPCION
a	1/2"		2	CDD 90° PVC
b	1/2"		1	VALVULA COMP. BRONCE
c	1/2"		1	UNIVERSAL PVC
d	1/2"	0.25	1	TRAMO CORTO PVC
e	1/2"	0.10	2	TRAMO CORTO PVC
g	1/2"	0.90	1	TRAMO PVC
h	50mm-1/2"		1	TEE REDUCTORA PVC
i			1	DISFICADOR
j	1/2"	1.40	1	TUB. PLASTICA
k	1/2"	3.50	1	TRAMO PVC

LISTA DE ACCESORIOS DE LA CLORACION

SIGNO	DIAM.	CANT.	LONG.	DESCRIPCION
a	1 1/2"	2		UNION UNIVERSAL PVC
b	1 1/2"	1		VALVULA DE CUBIERTA DE BRONCE
c	1 1/2"	1	0.25	TRAMO DE PVC
d		1		VERTEDERO TRIANGULAR DE 90°/40°
e	2"	1	1.00	TRAMO DE PVC
f	1 1/2"	2	0.10	TRAMO DE PVC
g	6"	1		CAJA DE VALVULAS

LISTA DE ACCESORIOS MEDIDOR DE CAUDAL

Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutos:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Dibujo:	BAUTISTA-SAMANIEGO	14-03-2015	
		Revisó:	OLGER-PEREZ	14-03-2015	
PLANTA DE TRATAMIENTO	Escala:	1:50	10-8921258-8921582.00.05	Tol. Gral.: NA	