



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**Diseño del sistema de agua potable para la comunidad de Kutukus,
cantón San Juan Bosco, provincia de Morona Santiago.**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERA CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

Autora:

CAROLA MARISOL PELÁEZ RUIZ

Director:

JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER

CUENCA - ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por las bendiciones recibidas diariamente, por darme la sabiduría e inteligencia para cumplir un sueño y alcanzar una meta.

A mis padres, Klever y Rosa, por su apoyo incondicional durante el trayecto de mi vida estudiantil, por su esfuerzo para poder cumplir una meta más en mi vida, por ayudarme a cumplir mis objetivos y alcanzar un sueño, por sus consejos en los momentos difíciles, de igual manera a mis hermanos, a mi Esposo Fausto, a mi pequeña Janine que es mi inspiración y fortaleza para poder seguir adelante.

A la empresa Explor Cobres S.A. por el apoyo económico brindado con su programa de becas, desde el inicio de mi carrera universitaria hasta la elaboración de este trabajo. Esperando que continúen con este programa de becas, y ayuden a muchas personas más que inician su carrera universitaria.

A mi Director de tesis, Ing. Javier Fernández de Córdova, por el apoyo brindado para el desarrollo de este proyecto, por la disposición para realizar las revisiones y correcciones.

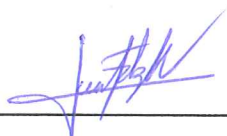
Al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Juan Bosco, en especial al señor Alcalde Arq. Cristiam Saquicela, por darme la oportunidad de realizar este proyecto.

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE
KUTUKUS, CANTÓN SAN JUAN BOSCO, PROVINCIA DE MORONA
SANTIAGO.**

RESUMEN

La comunidad de Kutukus, ubicada en el cantón San Juan Bosco, provincia de Morona Santiago, esta comunidad no cuenta con el servicio de agua potable, por ello, es necesario plantearse una solución definitiva y eficiente, asegurando así que sus habitantes cuenten con este recurso, ya que al no disponer de este servicio se pone en riesgo la salud de sus habitantes. El Gobierno Municipal buscando mejorar el nivel y calidad de vida de las personas que habitan en esta comunidad, hace la propuesta de realizar el proyecto de Diseño del sistema de agua potable, el mismo que es importante para la población. Garantizando que el diseño sea el óptimo, tanto técnica como económicamente.

Palabras Claves: Sistema, agua, potable, tratamiento, conducción, distribución.



Javier Fernández de Córdova Webster

Director de Tesis



Paul Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Carola Marisol Peláez Ruiz

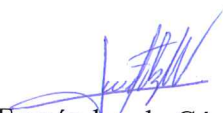
Autora

**DESIGN OF A POTABLE WATER SYSTEM FOR THE *KUTUKUS* COMMUNITY,
SAN JUAN BOSCO CANTON, MORONA SANTIAGO PROVINCE**

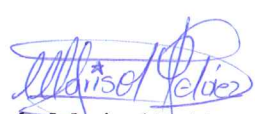
ABSTRACT

The community of Kutukus, located in San Juan Bosco Canton, province of Morona Santiago, does not have access to potable water service; therefore, it is necessary to consider a definitive and effective solution so as to ensure that its people have this resource, because the absence of this service is threatening to the health of its inhabitants. The Municipal Government proposes a design for a drinking water system with the objective to improve the level and quality of life of the people living in this community; ensuring that the design is optimal, both in the technical and economic aspects.

Keywords: System, water, potable, treatment, handing, distribution.


Javier Fernández de Córdova Webster
Thesis Director


Paul Cornelio Cordero Díaz
School Director


Carola Marisol Peláez Ruiz
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Pág.
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
LISTA DE ANEXOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	 2
1.1. Antecedentes.	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Alcance.....	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general.	3
1.4.2. Objetivos específicos.	3
 CAPÍTULO II: ESTUDIO PRELIMINARES.....	 4
2.1. Ubicación y Localización del proyecto.....	4
2.2. Uso actual del Suelo	5
2.3. Uso Potencial del suelo	6
2.4. Vías de acceso.	7
2.5. Clima.....	8
2.6. Características de la población	9
2.6.1. Población.....	9
2.6.2. Vivienda.	10
2.6.3. Salud.	11
2.6.4. Educación.....	12
2.6.5. Actividades económicas.....	12

2.6.6. Servicios públicos e infraestructura.....	13
--	----

CAPÍTULO III: ANALISIS DE FACTIBILIDAD Y ALTERNATIVAS DE DISEÑO14

3.1.Periodo de diseño.....	14
3.2.Población de diseño y población futura	14
3.3.Fuente de abastecimiento	16
3.4.Calidad del agua.....	17
3.4.1. Características físicas	18
3.4.2. Características químicas	19
3.4.3. Características bacteriológicas	19
3.5.Caudales de consumo	20
3.5.1. Caudal medio diario.	21
3.5.2. Caudal máximo diario.	22
3.5.3. Caudal máximo horario.	22
3.6.Caudales de diseño.....	22
3.6.1. Caudal de captación.	23
3.6.2. Caudal de conducción.	23
3.6.3. Caudal de tratamiento.....	23
3.6.4. Caudal de almacenamiento.	23
3.6.5. Caudal de distribución.....	23

CAPÍTULO IV: DISEÑOS DEFINITIVOS25

4.1.Captación.....	25
4.1.1. Cámara húmeda.....	26
4.2.Conducción.....	30
4.3.Tanque rompe presión.....	33
4.4.Tratamiento del agua.....	34
4.4.1. Selección del método de tratamiento.	36
4.4.2. Filtro Lento de Arena (F.L.A)	37
4.4.3. Dimensionamiento	39
4.4.4. Desinfección	42

4.5.Tanque de almacenamiento	43
4.6.Red de distribución	43

CAPÍTULO V: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL53

5.1.Objetivos del estudio de impacto ambiental.....	53
5.2.Alcance del estudio	53
5.3.Factores ambientales a ser evaluados.....	53
5.4.Acciones ambientales a ser evaluadas.....	58
5.5.Metodología de evaluación.....	61
5.6.Resultados del estudio de impacto ambiental.....	73

CAPÍTULO VI: PRESUPUESTO REFERENCIAL Y ESPECIFICACIONES TECNICAS75

6.1.Presupuesto general.....	75
6.2.Análisis de precios unitarios.....	75
6.3.Especificaciones técnicas	76

CAPITULO VII: PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO77

7.1.Mantenimiento planificado o preventivo	77
7.2.Mantenimiento de emergencia.....	77
7.3.Mantenimiento correctivo	77
7.4.Operador	78
7.5.Captación.....	78
7.6.Conducción.....	79
7.7.Planta de Tratamiento.....	80
7.8.Tanque de almacenamiento	85
7.9.Red de distribución	86
7.10.Conexiones domiciliarias	86
7.11.Medidor de agua	86

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del cantón.....	4
Figura 2. Uso actual del suelo.	5
Figura 3. Uso potencial del suelo.	7
Figura 4. Población hombre y mujeres.	10
Figura 5. Población urbana y rural.....	10
Figura 6. Tipo de vivienda.	11
Figura 7. Actividades económicas.....	12
Figura 8. Medición de caudal.	17
Figura 9. Fuente de abastecimiento.	25
Figura 10. Esquema de la cámara húmeda.....	26
Figura 11. Distribución de áreas por nodos.....	46
Figura 12. Diseño de la red de distribución. (Epanet 2.0).....	47
Figura 13. Escala para medir el impacto ambiental.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas Geográficas.	5
Tabla 2. Uso actual del Suelo	6
Tabla 3. Uso potencial del Suelo.	7
Tabla 4. Tasa de crecimiento poblacional.	15
Tabla 5. Cálculo de población futura Método Geométrico	15
Tabla 6. Cálculo de población futura. Método Aritmético.	16
Tabla 7. Aforos. Método Volumétrico.....	17
Tabla 8. Nivel de Servicio.....	20
Tabla 9. Dotación.....	21
Tabla 10. Porcentaje de fugas.....	21
Tabla 11. Resumen de resultados.	24
Tabla 12. Resumen de resultados de la cámara de captación.....	29
Tabla 13. Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el material de la tubería.	32
Tabla 14. Ubicación de los tanques rompe presión.	34
Tabla 15. Resultados de los análisis de laboratorio.	34
Tabla 16. Resultados de los análisis de laboratorio. (Continuación).....	35
Tabla 17. Tratamiento probable.....	36
Tabla 18. Criterios de selección de los métodos de filtración.	36
Tabla 19. Criterios de selección de los métodos de filtración. (Continuación).....	37
Tabla 20. Criterios de diseño para filtración lenta en arena por varios autores	39
Tabla 21. Dimensionamiento del Tanque de almacenamiento.....	43
Tabla 22. Cálculo del caudal unitario.	44
Tabla 23. Distribución del caudal por nodos.....	45
Tabla 24. Resultados de la red de distribución. Datos de presión en los nodos.	48
Tabla 25. Resultados de la red de distribución. Datos de presión en los nodos.	49
Tabla 26. Resultados de la red de distribución. Datos de pérdidas en las tuberías. ...	50
Tabla 27. Resultados de la red de distribución. Datos de pérdidas en las tuberías. ...	51
Tabla 28. Resultados de la red de distribución. Datos de diámetros en las tuberías. .	52
Tabla 29. Factores ambientales a ser evaluados.	54
Tabla 30. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación).....	55

Tabla 31. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación).....	56
Tabla 32. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación).....	57
Tabla 33. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación).....	58
Tabla 34. Acciones consideradas en la Fase de Construcción.	59
Tabla 35. Acciones consideradas en la Fase de Construcción. (Continuación)	60
Tabla 36. Acciones consideradas en la Fase de operación.....	60
Tabla 37. Acciones consideradas en la Fase de Abandono.....	61
Tabla 38. Parámetros de la Matriz de Leopold.....	63
Tabla 39. Resultados de la matriz de Leopold.	73

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Resultados de análisis de calidad del agua.
- Anexo 2. Cálculo de la cámara de captación.
- Anexo 3. Cálculo de la línea de conducción.
- Anexo 4. Cálculo de la línea de conducción por tramos.
- Anexo 5. Cálculo de los caudales por nodos.
- Anexo 6. Diseño del filtro de arena.
- Anexo 7. Diseño de la red de distribución.
- Anexo 8. Presupuesto referencial.
- Anexo 9. Análisis de precios unitarios.
- Anexo 10. Especificaciones técnicas.
- Anexo 11. Planos constructivos.

Carola Marisol Peláez Ruiz

Trabajo de Graduación

Ing. Javier Fernández de Córdova Webster.

Octubre, 2015

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE KUTUKUS, CANTON SAN JUAN BOSCO, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

INTRODUCCIÓN

Contar con el servicio de agua potable es un derecho y una necesidad que tienen los pueblos, por ello se debe brindar este servicio sin importar las dificultades e inconvenientes que se puedan presentar durante el proceso de diseño y ejecución de estas obras. En muchos casos estos proyectos se pueden ver afectados por condiciones como su ubicación, transporte de materiales hacia el lugar de construcción, demanda de la población, tipo de terreno y las actividades económicas de los habitantes, López Cualla Ricardo Alfredo, en su libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados” (López Cualla, 2003), plantea que: *dentro de la problemática del “saneamiento básico” de comunidades, tiene gran importancia el abastecimiento de agua potable, ésta por más pequeña que sea, debe contar como mínimo con los servicios básicos...* Por lo tanto hoy en día se debe pensar en la dotación de infraestructura y servicios necesarios en poblaciones pequeñas.

En este trabajo de graduación se presenta el diseño del sistema de agua potable para la comunidad de Kutukus, ubicada en el cantón San Juan Bosco, comunidad que actualmente no dispone de este servicio. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón San Juan Bosco, en conocimiento de este problema, ve la necesidad de realizar los estudios necesarios para proveer de agua potable a esta comunidad, lo que ayudará a mejorar la calidad y nivel de vida de sus habitantes.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Desde tiempos históricos la disponibilidad de agua ha sido un factor importante para el establecimiento de asentamientos humanos, y en la actualidad esto no ha cambiado, siempre buscando la manera más adecuada para abastecer del líquido, volviéndose casi una obligación para los gobiernos dotar de estos servicios.

Por lo tanto; es importante proteger a los habitantes de las posibles enfermedades que pueden generarse por la falta de agua potable.

1.2. Justificación

Disponer de agua apta para el consumo humano es una necesidad de las personas, por ello es importante abastecer del líquido a cada población, disponiendo así de sistemas adecuados que satisfagan cada requerimiento, de acuerdo a los parámetros de diseños establecidos.

La comunidad de Kutukus es una población que actualmente no cuenta con este servicio, por ello la necesidad de plantearse una solución definitiva y eficiente, tanto técnica como económicamente.

Mediante la propuesta del proyecto “Diseño del sistema de agua potable para la comunidad de Kutukus” se busca dar solución a un problema que ha permanecido durante años sin ser tomado en cuenta.

1.3. Alcance

Este proyecto consiste en la elaboración del diseño del sistema de agua potable, lo que incluye todas sus obras hidráulicas para la captación, conducción, purificación y distribución del agua, con lo cual se pretende concienciar y capacitar a la comunidad sobre la necesidad de disponer del servicio de agua potable, buscando mejorar la calidad y nivel de vida de sus habitantes, logrando así un cambio, para que ellos mismo sean los promotores de nuevos proyectos que ayuden a mejorar el entorno y las condiciones en las que viven.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Diseñar el sistema de agua potable para la comunidad de Kutukus, las obras hidráulicas necesarias para su captación, conducción, purificación, almacenamiento y distribución del agua.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Recopilar y sistematizar la información obtenida en campo.
- Seleccionar el diseño que cumpla con los requerimientos establecidos, de manera que sea eficiente y económico, para el periodo, población y caudales de diseño establecidos.
- Valorar y evaluar el impacto ambiental.
- Determinar el presupuesto referencial para la construcción del sistema de agua potable.
- Establecer las especificaciones técnicas necesarias para la construcción del proyecto.
- Elaborar el plan de operación y mantenimiento para la conservación del sistema.

CAPÍTULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1. Ubicación y Localización del proyecto.

El cantón San Juan Bosco se encuentra ubicado al sur de la provincia de Morona Santiago, con una extensión de 1138.53 Km²., cantón que limita al norte con el cantón Limón Indanza, al sur con el cantón Gualaquiza, al este con el Perú y al oeste con los cantones Gualaceo y Sigüig, de la provincia del Azuay. Este cantón está conformado por 5 parroquias.

- San Juan Bosco (cabecera cantonal)
- Pan de Azúcar
- Santiago de Pananza
- San Jacinto de Wakambeis
- San Carlos de Limón



Figura 1. Ubicación del cantón.

Fuente: (G.A.D.S.J.B, 2015)

El presente proyecto está ubicado en la comunidad Shuar de Kutukus, que cuenta con extensión territorial de 2.90 ha., perteneciente a la parroquia San Carlos de Limón, al sur - oriente del país. Concretamente este proyecto se enmarca conforme a las siguientes coordenadas Geográficas:

Tabla 1. Coordenadas Geográficas.

CANTÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD
		X	Y	
SAN JUAN BOSCO	COMUNIDAD DE KUTUKUS	786578	9649523	780

Fuente: (GADSJB, 2015)

2.2. Uso actual del Suelo

En el siguiente grafico se puede observar que el suelo cultivable es utilizado para el cultivo de pastos, para la producción ganadera en un 90 %, con hierbas como gramalote y cetárea.

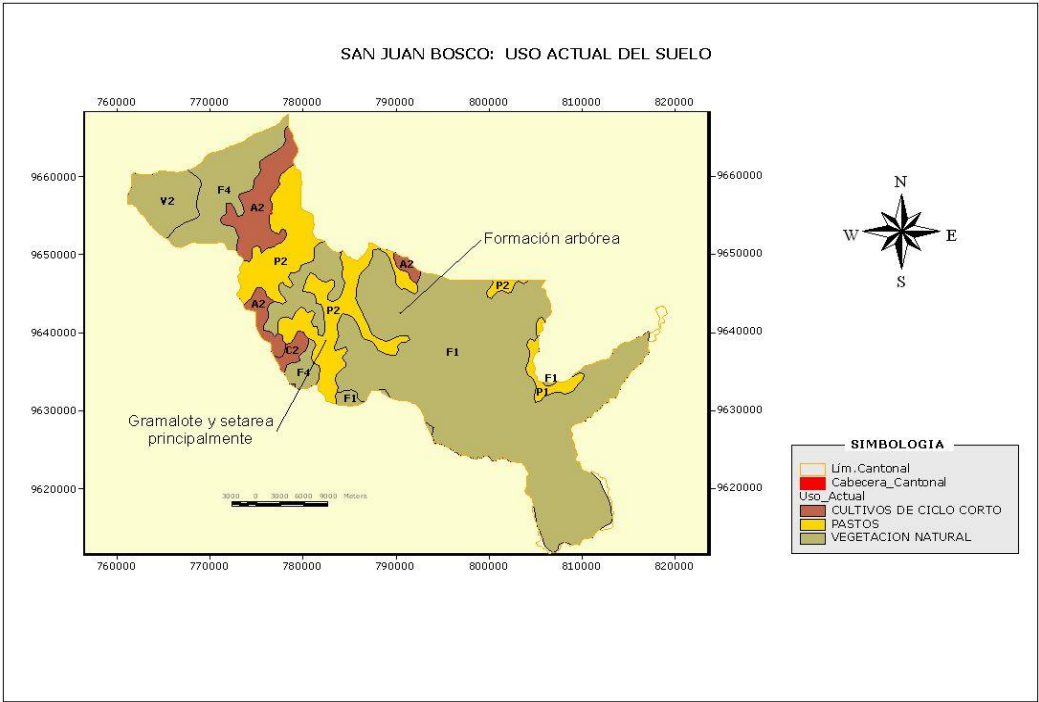


Figura 2. Uso actual del suelo.

Fuente: (OFIS 2001.)

Tabla 2. Uso actual del Suelo

COD.	USO ACTUAL	ÁREAS	PORCENTAJE
A2	Asoc. Cultivos de zonas cálidas y subcálidas, Pastos e islotes de bosque	8111.385	7.13
C2	Cultivos de zonas cálidas (maíz, maní, higuera, arroz, soya)	1002.351	0.88
F4	Formación arbórea siempre verde muy húmeda (vertientes exteriores de los Andes)	15744.773	13.84
F1	Formación arbórea húmeda de la Amazonía	628.619	0.55
P2	Pastos cultivados de zonas cálidas y subcálidas	18005.758	15.83
P1	Pastos cultivados y cultivos zonas cálidas (ciclo corto y permanente)	1626.504	1.43
V2	Vegetación herbácea densa de páramo muy húmedo	5514.392	4.85
F1	Formación arbórea húmeda de la Amazonía	63110.303	55.48

Fuente: (OFIS 2001.)

2.3. Uso Potencial del suelo

En el siguiente gráfico se puede observar el uso potencial del suelo, el cual está marcado con vocación eminentemente forestal con un 87% del territorio cantonal destinado para protección total.

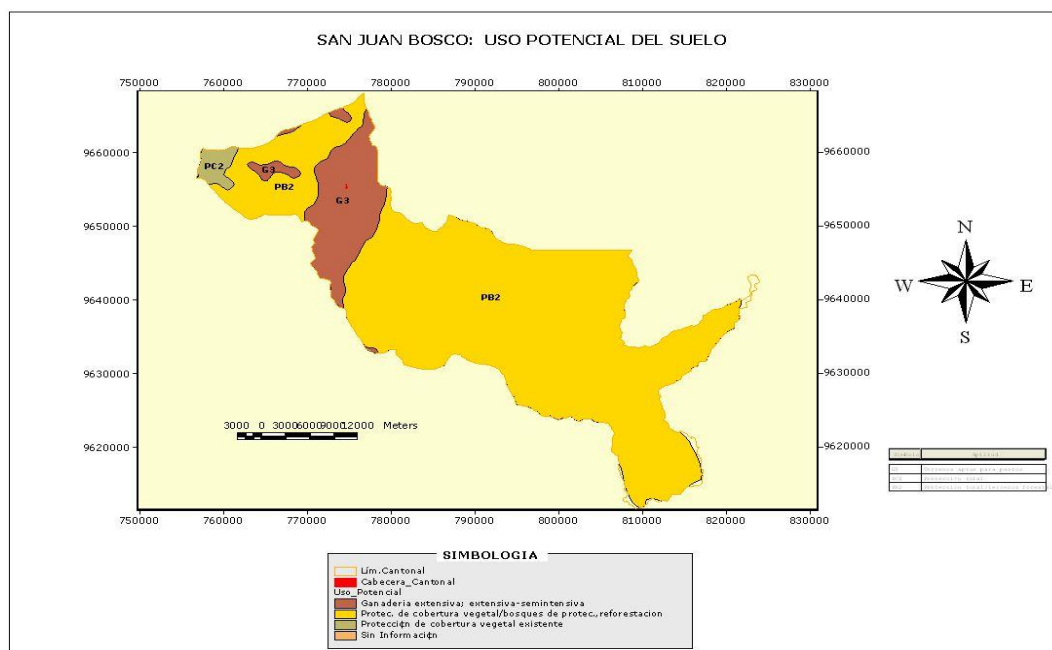


Figura 3. Uso potencial del suelo.

Fuente: (OFIS 2001.)

Tabla 3. Uso potencial del Suelo.

COD.	USO POTENCIAL	APTITUD	ÁREA	PORCENTAJE
G3	Ganadería extensiva; extensiva- semi extensiva	Terrenos aptos para pastos	14793.529	13.00
PC2	Protección de cobertura vegetal existente	Protección total	1806.563	1.59
PB2	Protección de cobertura vegetal/ bosques de protección, reforestación	Protección total/ terrenos forestales	97151.107	85.41

Fuente: (OFIS 2001)

2.4. Vías de acceso.

Por el cantón San Juan Bosco atraviesa la Troncal Amazónica. Sus principales vías de acceso son:

- Desde el norte la carretera Cuenca – Gualaceo - San Juan Bosco con una distancia de 150 km.

- Desde el sur, la carretera Macas – Sucúa - Logroño – Limón Indanza - San Juan Bosco. Con una distancia de 170 km.

Para llegar a la comunidad de Kutukus desde el centro cantonal, se debe tomar la vía San Juan Bosco – San Carlos de Limón, hasta el puente sobre el Río Zamora, con un total de 30 km., posteriormente caminar hacia la comunidad o por medio de caballos durante 30 o 40 minutos.

El estado de las vías son regulares, ya que no todo el recorrido está construido de pavimento flexible (asfalto), se llega hasta la “Y” de Santiago de Pananza recorriendo 7.20 km desde el centro cantonal, desde allí hasta el puente sobre el Río Zamora, en la parroquia de San Carlos de Limón la vía es lastrada. (GADSJB, 2015)

2.5. Clima.

De acuerdo con los datos meteorológicos emitidos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, (INAMHI, 2015) en los cuales se registra la estación de Gualaquiza, una estación climatológica ordinaria, con coordenadas: Latitud 03°24'00” S., Longitud 78°34'00” W.; la estación de San Miguel de Conchay, una estación climatológica principal, con coordenadas: Latitud 03°08'16” S, Longitud 78°28'32” W.

La estación San Miguel de Conchay cuenta con una estación completa desde el año 1990 y tiene datos pluviométricos parciales desde el año 1981, mientras que la estación de Gualaquiza cuenta con datos pluviométricos desde el año 1981 y se complementan a partir del año 1985 hasta la actualidad; el análisis climático se ha realizado con los datos existentes de 1981.

La variación de la temperatura depende de factores como la circulación atmosférica, precipitación, vientos y nubosidad que rigen durante todo el año, además de la topografía, altitud, época del año, hora del día, etc. La temperatura de la zona ha llegado a alcanzar valores de hasta 34°C en los meses de diciembre, enero y febrero y se han registrado temperaturas mínimas de hasta 10°C en los meses de julio, agosto y diciembre. La temperatura media mensual presenta ligeras variaciones entre 17,4°C hasta 19,4°C en la zona norte donde se cuenta con los valores reportados por la estación de San Miguel de Conchay, en tanto que la temperatura es mayor hacia la zona sur

registrada por la estación de Gualaquiza donde se reporta temperaturas medias mensuales entre 21,1°C y 23,7°C, siendo estas variaciones muy ligeras.

2.6. Características de la población

Para tener acceso a información acerca de la comunidad se dialogó con la profesora de la escuela (Emma Chunqush), ya que por conflictos de minería resultó difícil el ingreso a esta comunidad, para realizar las encuestas correspondientes.

2.6.1. Población

El cantón San Juan Bosco cuenta actualmente con 3.908 habitantes de los cuales 1.975 son hombres y 1.933 son mujeres. Pero en la actualidad existe un crecimiento del 0.5% teniendo un aproximado de 5.000 habitantes.

Como en todo cantón de la Amazonía la presencia de grupos étnicos es evidente, en San Juan Bosco la presencia de la etnia Shuar ha aumentado significativamente, teniendo así un total de 572 habitantes, lo que representa el 16% de la población perteneciente a este grupo étnico, en donde 242 habitantes pertenecen a la parroquia de San Carlos de Limón. En el cantón tan solo el 36 % de la población está ubicada en el área urbana, por lo que la mayor parte de su población se encuentra en el área rural con 64%.

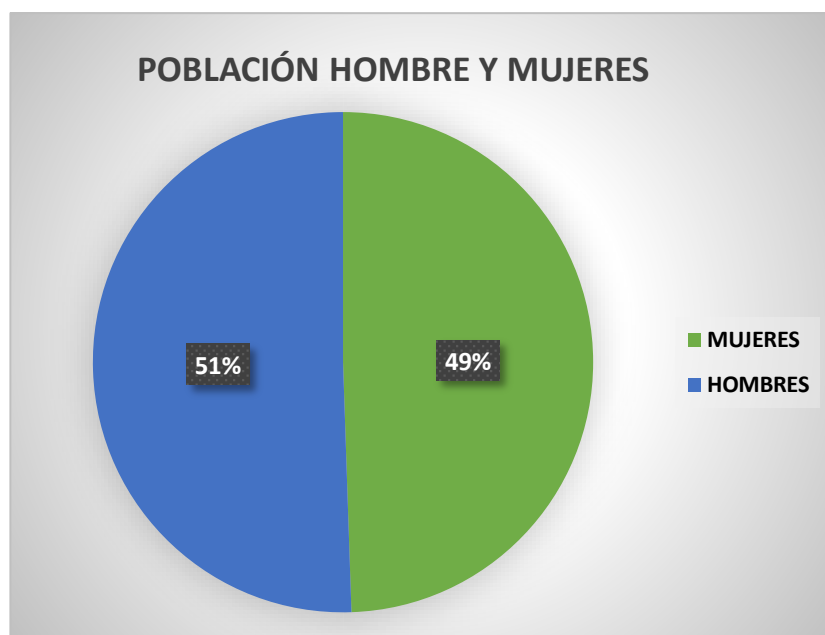


Figura 4. Población hombre y mujeres.

Fuente: (INEC, 2015)

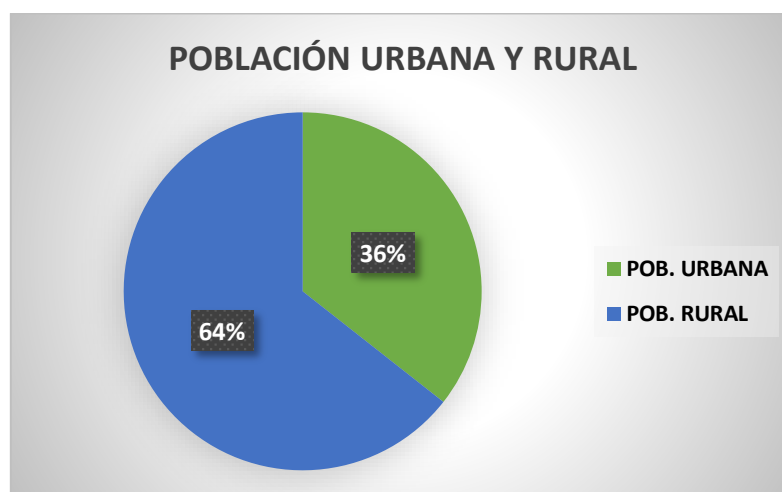


Figura 5. Población urbana y rural.

Fuente: (INEC, 2015)

2.6.2. Vivienda.

En el cantón San Juan Bosco más del 80% posee vivienda tipo villa, construidas de hormigón armado y de madera. En el siguiente cuadro se detalla la tipología de vivienda que existe en el cantón.

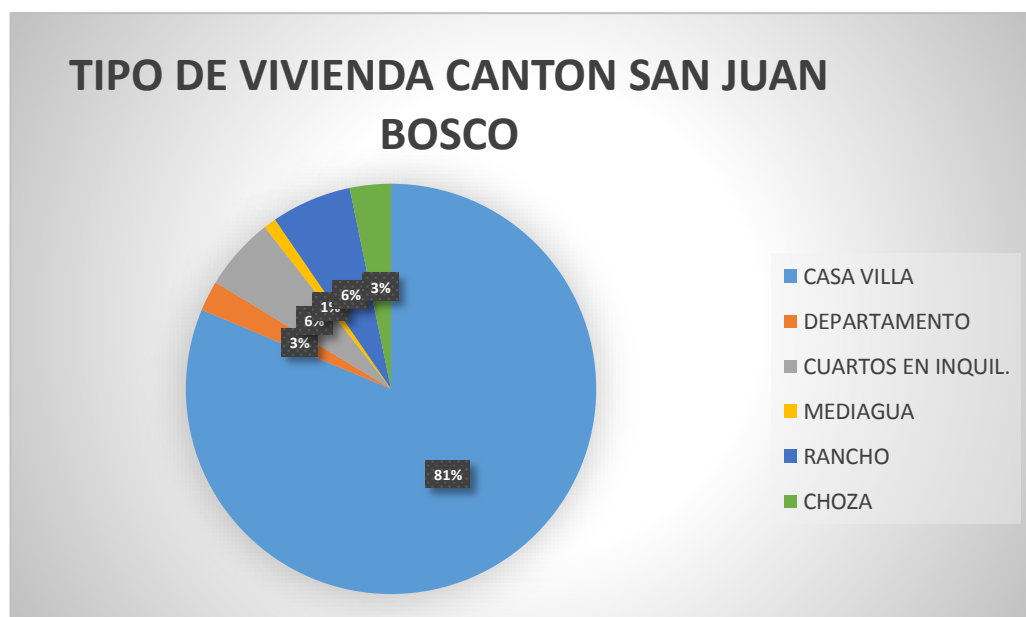


Figura 6. Tipo de vivienda.

Fuente: (INEC, 2015)

Los habitantes de la comunidad cuentan con casas construidas de madera y techo de zinc, ya que dentro de ella no hay centros comerciales para la compra y adquisición de materiales de construcción, necesarios para la construcción de casas de hormigón armado, ésta compra se realizada en la cabecera cantonal incrementando su costo de transporte y por lo tanto aumentando el costo de la construcción.

2.6.3. Salud.

En el cantón existe un centro de salud ubicado en la cabecera cantonal y dispensarios médicos ubicados en las distintas parroquias del cantón, pertenecientes y administradas por el Ministerio de Salud Pública. El centro de salud no cuenta con infraestructura adecuada, tampoco con el personal suficiente ni apropiado para atender todos los requerimientos y necesidades de los pacientes del área urbana y rural, que acuden a este centro médico.

La comunidad de Kutukus actualmente no cuenta con un centro de salud por lo que sus habitantes salen a las parroquias de San Carlos de Limón, Santiago de Pananza, y en el peor de los casos al centro cantonal para realizar sus chequeos médicos, en caso de emergencia el GAD municipal cuenta con una ambulancia para cubrir estas emergencias.

2.6.4. Educación.

La comunidad de Kutukus cuenta actualmente con un espacio físico en buenas condiciones, funcionando normalmente, escuela que está a cargo del Ministerio de Educación, el nombre de la escuela es “Nelson Salvador Padilla González” la escuela tiene modalidad diurna, a la cual asisten 8 estudiantes. Cuenta con una profesora “Emma Chunqush”, ésta escuela consta de 3 aulas.

2.6.5. Actividades económicas.

En el cantón San Juan Bosco las principales actividades económicas se basan en la agricultura, ganadería, caza, pesca, silvicultura, manufactura, construcción, comercio, enseñanza y otras actividades. Otra actividad que se desarrolla en la zona, pero en un menor porcentaje, es la minería. Según estudios realizados por el Observatorio de Conflictos Socio-Ambientales de la UTPL es en un 0.8%.



Figura 7. Actividades económicas.

Fuente: (INEC, 2015)

Las principales actividades económicas de la comunidad de Kutukus como en cualquier lugar de la amazonia ecuatoriana están la agricultura, el cultivo de la yuca, plátano, guineo, papa china, maíz, etc., productos que son utilizados para consumo propio, debido a la falta de vías de acceso no pueden sacar sus productos para ser comercializados en otras parroquias ni en el centro cantonal.

2.6.6. Servicios públicos e infraestructura.

Se debe mencionar que la cobertura de los servicios básicos en el cantón es regular, ya que el 55% de las viviendas poseen servicio de agua potable en el interior de las viviendas, el 40 % cuenta con servicio de eliminación de aguas servidas por red pública de alcantarillado. En cuanto al servicio de luz eléctrica el 87.40% de las viviendas cuenta con este servicio. El servicio de recolección de basura es insuficiente ya que tan solo el 65% se lo hace a través de carro recolector, mientras que el servicio de telefonía fija es del 15.91%.

En la actualidad el 63.81% de la población tiene acceso a la telefonía celular, convirtiéndose de esta manera en una alternativa para los habitantes del cantón.

2.6.6.1. Telecomunicaciones y electricidad

Actualmente la comunidad cuenta con servicio eléctrico llegando a todos los domicilios, disponen también de alumbrado público, empresa a cargo de este servicio corresponde a la Empresa Regional Centro Sur C.A.

La comunidad no cuenta con servicio de internet, pero si con telefonía fija, servicio que provee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). También dispone de señal de celular de la Empresa Claro, televisión satelital “DIRECTV”, “CNT”.

2.6.6.2. Agua potable, Alcantarillado y saneamiento

Esta comunidad actualmente tampoco dispone de ninguno de estos servicios (agua potable, alcantarillado y saneamiento), las aguas residuales son desechadas al Rio Chuncuk sin ninguna clase de tratamiento, el servicio de recolección de basura tampoco se brinda.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Para el diseño del sistema de agua potable se debe tener en cuenta parámetros que ayudan a determinar las bases de diseño como: periodo de diseño, población de diseño, caudales de consumo y caudal de diseño, debido a que el proyecto pertenece a una comunidad ubicada en el área rural se utilizará la NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL CPE INEN 5 (NORMAS SSA) que se utiliza para poblaciones menores a 1000 habitantes.

Se utilizará también el CÓDIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS.

3.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo estimado para el cual se va realizar el diseño, el tiempo de vida útil del proyecto en donde sus estructuras tendrán un correcto funcionamiento. Para nuestro caso el periodo de diseño será de **20 años** según lo establecido por la normas de nuestro país.

3.2. Población de diseño y población futura

Con el pasar del tiempo y de los años los pueblos tienden a crecer no solo en infraestructura y extensión territorial, sino también aumenta su población, la población de diseño es la determinación aproximada del número total de habitantes para el cual se va realizar el diseño, se debe estudiar sus características sociales, culturales y económicas. Está proyectada en función del periodo de diseño establecido.

Para determinar la población futura, Corcho Romero y Duque Serna en su libro denominado “Acueductos teoría y diseño” establece varias fórmulas de cálculo para determinar la población futura (CORCHO ROMERO & DUQUE SERNA, 1997) de los cuales se utilizará el método geométrico y el método aritmético. La comunidad de Kutukus tiene actualmente una población de 90 habitantes. El Código Ecuatoriano de la Construcción. (C.E.C), Diseño de Instalaciones Sanitarias: Código de practica para

el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997), establece tasas de crecimiento poblacional de acuerdo a la región geográfica.

Tabla 4. Tasa de crecimiento poblacional.

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	
REGIÓN GEOGRÁFICA	i %
Sierra	1
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997)

- **Método geométrico**

Este método supone que la población actual crece a un porcentaje uniforme, la representación gráfica sería la curva de interés compuesto.

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

En donde:

Pf: población futura

Pa: población actual

n: número de años (periodo de diseño)

i: tasa de crecimiento poblacional expresado en %

Tabla 5. Cálculo de población futura Método Geométrico

Pf= Población Futura	Pf =	121
Pa= Población Actual	Pa=	90
i= Tasa de Crecimiento	i=	1.5
n= Periodo de Diseño	n=	20 años

Fuente: Autora

- **Método aritmético**

El método aritmético establece que la población actual aumenta a una tasa constante de crecimiento aritmético aplicando la siguiente fórmula:

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

En donde:

Pf: población futura

Pa: población actual

n: número de años (periodo de diseño)

i: tasa de crecimiento poblacional expresado en %

Tabla 6. Cálculo de población futura. Método Aritmético.

Pf= Población Futura	Pf =	117
Pa= Población Actual	Pa=	90
i= Tasa de Crecimiento	i=	1.5
n= Periodo de Diseño	n=	20 años

Fuente: Autora

Aplicando los dos métodos de proyección se obtienen resultados muy similares por lo tanto la población de diseño será de **121 habitantes**.

3.3. Fuente de abastecimiento

Determinar la fuente de abastecimiento es un paso muy importante en el diseño de sistemas de agua potable, para ello se debe definir su ubicación, cantidad y calidad del agua, para determinar el tipo de tratamiento y las obras hidráulicas necesarias para su captación y conducción.

La fuente de abastecimiento para dotar de agua a esta comunidad es una fuente subterránea, ubicada a 1.2 km aproximadamente del centro de la comunidad.

Para medir el caudal de la fuente se utilizó el método volumétrico tomando la media aritmética entre siete aforos realizados obteniendo los siguientes resultados.

- **Método volumétrico**

Para poder aplicar este método se necesita encauzar el agua de tal manera que se forme un chorro, este método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, después se divide el volumen para el tiempo en segundos y se obtiene el caudal. A continuación se presentan los caudales obtenidos:

Tabla 7. Aforos. Método Volumétrico.

TIEMPO	VOLUMEN	CAUDAL
SEG	LTS	LT/SEG
7.42	4.01	0.54
7.47	4.01	0.54
7.33	4.01	0.55
7.42	4.01	0.54
7.2	4.01	0.56
7.15	4.01	0.56
PROMEDIO=		0.55

Fuente: (GADSJB, 2015)

Por lo tanto el caudal de la fuente de abastecimiento es de **0.55 l/s**



Figura 8. Medición de caudal.

Fuente: (GADSJB, 2015)

3.4. Calidad del agua

Para determinar la calidad del agua se debe analizar características físicas, químicas y bacteriológicas, conociendo estas características se define el tipo de tratamiento que

requiere el agua. Romero Rojas en su libro “Calidad del agua” (ROMERO ROJAS, 2005) define estas características de la siguiente manera:

3.4.1. Características físicas

- **Turbiedad**

Es una expresión de los efectos ópticos causados por la dispersión de los rayos luminosos que atraviesan una muestra de agua. Esta también puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales suspendidos. El método más usado para determinar la turbiedad es el método nefelómetro, el cual mide la turbiedad mediante un nefelómetro, y expresa resultados en unidades de turbidez nefelométrías (UTN).

- **Color**

El color en el agua es causado principalmente por la presencia de hierro y manganeso, el agua también toma color al estar en contacto con desechos orgánicos como hojas, madera, raíces, entre otros. Se puede reconocer dos tipos de color en el agua: el color verdadero es el que toma después de que sea quitado la turbiedad y el color aparente es el que tiene debido a la presencia de material suspendido.

- **Olor y sabor**

La determinación del olor y sabor en el agua es útil para conocer las características y la aceptabilidad, y descartar una posible contaminación de la fuente, ambos factores pueden describirse cualitativamente

- **Temperatura**

Conocer la temperatura exacta del agua es importante para realizar diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, debe tomarse en el lugar de muestreo utilizando un termómetro de mercurio de buena calidad.

- **Sólidos**

Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado del agua a 103 °C.

- Sólidos totales: este valor incluye material disuelto y no disuelto.
- Sólidos suspendidos: Indica la cantidad de sólidos medidos en miligramos por litro (mg/l), en suspensión y pueden ser separados por medios mecánicos, como la filtración o la centrifugación del líquido.

- **Sólidos sedimentables:** es útil para establecer la necesidad de tanques de sedimentación como unidades de tratamiento y sirve para controlar su eficiencia.

3.4.2. Características químicas

- **Alcalinidad**

Es la capacidad que tiene el agua para neutralizar ácidos y para reaccionar con iones de hidrogeno, conocer la alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, control de corrosión entre otros.

- **Acidez**

Puede definirse como la capacidad para neutralizar bases, es la medida de sustancias ácidas en el agua.

- **Dureza**

Se denomina agua dura a aquella que contiene un alto nivel de minerales, requieren grandes cantidades de jabón para generar espuma.

- **Cloruros**

Aparecen en todas las aguas naturales, en aguas superficiales se presentan en menor cantidad. Es un indicador de contaminación de las aguas debido a la acción del hombre.

- **Fluoruros**

La presencia de fluoruros en el agua en su mayoría son de baja solubilidad, por lo tanto su presencia en aguas naturales es baja.

- **Hierro y manganeso**

Debido a que nuestra fuente de abastecimiento es subterránea se debe analizar este parámetro, ya que estas pueden presentar un alto contenido de CO₂. Estos parámetros permiten establecer el tipo de tratamiento, controlar el proceso de purificación.

3.4.3. Características bacteriológicas

- **Coliformes**

Incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas y facultativas anaeróbicas. La presencia de coliformes indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión de suelo. La más relevante es la *Escherichia coli*, bacteria que

pertenece al grupo coliforme fecal, son causantes de enfermedades como diarrea en niños y viajeros.

3.5. Caudales de consumo

Para determinar los caudales de consumo es necesario conocer datos de dotación, determinar el nivel de servicio de acuerdo al Código Ecuatoriano de la Construcción. (C.E.C), Diseño de Instalaciones Sanitarias. (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997)

- **Nivel de servicio**

En la siguiente tabla se puede determinar el nivel de servicio, para el presente diseño se escoge el nivel IIb.

Tabla 8. Nivel de Servicio.

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

Fuente: (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997)

- **Dotación**

En la siguiente tabla se muestra la dotación para cada nivel de servicio. De acuerdo al nivel de servicio escogido, la dotación es de 100 l/hab*día.

Tabla 9. Dotación.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO	CLIMA CÁLIDO
	(L/hab*día)	(L/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997)

3.5.1. Caudal medio diario.

El caudal medio diario o caudal medio se obtiene con la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{P_f * Dot}{86400} * f \quad (l/s)$$

En donde:

P_f	=	población futura
Dot	=	dotación futura
f	=	porcentaje de fugas

El porcentaje de fugas obtenemos de la siguiente tabla:

Tabla 10. Porcentaje de fugas.

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

Fuente: (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997)

Aplicando la formula correspondiente se obtiene un **Q_m = 0.17 l/s**

3.5.2. Caudal máximo diario.

El caudal máximo diario representa el consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año se obtiene con la siguiente expresión:

$$QMD = KMD * Qm$$

En donde:

QMD= caudal máximo diario (lt/s)

KMD= factor de mayoración máximo diario.

Qm= caudal medio diario (lt/s)

El factor de mayoración máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio establecidos, para los cálculos se toma 1.3.

Aplicando la formula correspondiente se obtiene un **QMD= 0.22 l/s**

3.5.3. Caudal máximo horario.

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año se obtiene con la siguiente expresión:

$$QMH = KMH * Qm$$

En donde:

QMH = caudal máximo horario (lt/s)

KMH = factor de mayoración máximo horario.

Qm = caudal medio diario (lt/s)

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio establecidos.

Aplicando la formula correspondiente se obtiene un **QMH= 0.51 l/s**

3.6. Caudales de diseño

Para determinar los caudales de diseño se seguirá lo establecido en el Código ecuatoriano de la Construcción.

3.6.1. Caudal de captación.

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.

Por lo tanto el Q. captación = 0.27 lt/s

3.6.2. Caudal de conducción.

Cuando la conducción no requiera bombeo, el caudal de diseño será de 1,1 veces el caudal máximo diario calculado al final del periodo de diseño.

Por lo tanto el Q. conducción = 0.24 lt/s

3.6.3. Caudal de tratamiento.

La capacidad de la planta de potabilización será de 1,10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño.

Por lo tanto el Q. tratamiento = 0.24 lt/s

3.6.4. Caudal de almacenamiento.

La capacidad del almacenamiento será del 50% del volumen medio diario futuro. En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m³.

Por lo tanto el Q. almacenamiento = 7.34 m³

El Q. almacenamiento es menor a 10 m³ por lo tanto se adopta este como valor mínimo y se toma como valor a construir para el tanque de almacenamiento.

3.6.5. Caudal de distribución.

La red de distribución será diseñada para el caudal máximo horario.

Por lo tanto el Q. de distribución = 0.51 lt/s

Tabla 11. Resumen de resultados.

CUADRO RESUMEN		
TASA DE CRECIMIENTO	1,50	
NIVEL DE SERVICIO	II b	
DOTACIÓN	100,00	lt/hab/día
PERIODO DE DISEÑO	20,00	Años
PORCENTAJE DE FUGAS	20,00	%
NÚMERO DE BENEFICIADOS	18,00	Domicilios
POBLACIÓN ACTUAL	90,00	habitantes
POBLACIÓN FUTURA	121,00	habitantes
CAUDAL MEDIO DIARIO	0,17	lt/seg
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	0,22	lt/seg
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	0,51	lt/seg
CAUDAL DE CAPTACIÓN	0,27	lt/seg
CAUDAL DE CONDUCCIÓN	0,24	lt/seg
CAUDAL DE TRATAMIENTO	0,24	lt/seg
CAUDAL DE ALMACENAMIENTO	10,00	m3
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	0,51	lt/seg
CAUDAL FUENTE	0,55	lt/seg

Fuente: Autora

CAPÍTULO IV

DISEÑOS DEFINITIVOS

4.1. Captación

Se entiende por captación el punto de origen de las aguas para abastecimiento, las estructuras de captación son colocadas directamente en la fuente, estas permitirán recoger agua para luego ser conducidas mediante las tuberías hacia el reservorio de almacenamiento.

El diseño hidráulico y el dimensionamiento de la captación dependen de varios factores como la topografía que presenta la zona, el tipo de suelo y sus características, el diseño y construcción de estas estructuras no debe alterar la calidad ni el caudal de la fuente.



Figura 9. Fuente de abastecimiento.

Fuente: (GADSJB, 2015)

Es importante tomar en cuenta estas consideraciones y diseñar una estructura que permita evitar una futura contaminación y sea fácilmente inspeccionada. Para el diseño

del sistema de agua Roger Agüero en su libro, Agua potable para poblaciones rurales, (AGUERO PITTMAN, 1997), establece la siguiente metodología:

4.1.1. Cámara húmeda

Como la fuente de agua es un manantial la captación constará de una cámara húmeda que sirve para regular el caudal a utilizarse, y de una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. La cámara húmeda tiene un accesorio de salida denominado canastilla y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente. Para el dimensionamiento de la cámara es necesario conocer el caudal máximo que tiene la fuente con la finalidad de dimensionar el diámetro de los orificios.

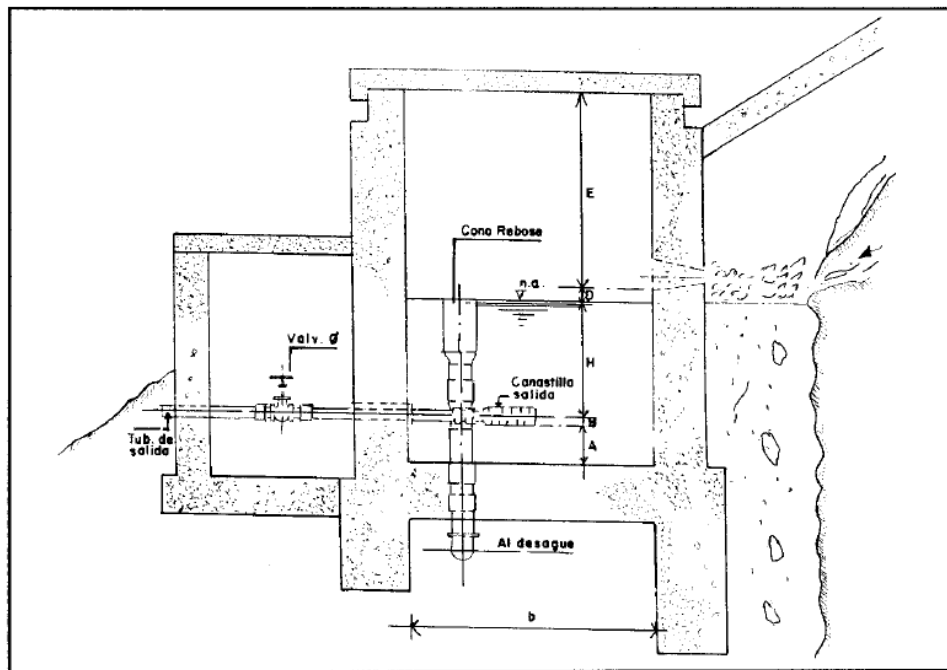


Figura 10. Esquema de la cámara húmeda.

Fuente: (AGUERO PITTMAN, 1997)

- **Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.**

Para determinar esta distancia es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga en el orificio, aplicando la ecuación de Bernoulli se obtiene lo siguiente:

$$h_o = 1.56 \frac{V_2^2}{2 * g}$$

Donde:

h_o = altura entre el afloramiento y el orificio de entrada, se recomienda valores entre 0.4 - 0.5 m.

V_2 = velocidad teórica en m/s. Se recomienda valores menores a 0.60 m/s

g = aceleración de la gravedad 9.81 m/s²

Para determinar la pérdida de carga, determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación se calcula de la siguiente manera:

$$H_f = H - h_o$$

- **Ancho de la pantalla**

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda, utilizando las siguientes ecuaciones.

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{C_d * V}$$

En donde:

$Q_{\text{máx.}}$ = gasto máximo de la fuente en m³/s

V = velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s)

A = área de la tubería en m²

C_d = coeficiente de descarga (0.60 a 0.80)

El valor de D será definido mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

- **Número de orificios**

Se recomienda usar diámetros (D) menores de 2". Si se obtuvieran diámetros mayores, es necesario aumentar el número de orificios (NA), siendo:

$$NA = \frac{\text{Area del diametro calculado}}{\text{Area de diametro asumido}} + 1$$

$$NA = \left(\frac{D1}{D2}\right)^2 + 1$$

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada, se calcula el ancho de la pantalla (b) mediante la siguiente ecuación:

$$b = 9D + 4 * NA * D$$

En donde:

b	=	ancho de la pantalla
D	=	diámetro del orificio
NA	=	número de orificios

- **Altura de la cámara húmeda**

La altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_T = A + B + H + D + E$$

Donde:

A	=	se considera una altura mínima de 10 cm que permite la sedimentación de la arena
B	=	se considera el diámetro de salida en cm
H	=	altura del agua sobre la canastilla en cm
D	=	desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5 cm)
E	=	borde libre (10 - 30 cm)

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el caudal de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. Esta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

H = carga requerida en m. se recomienda valores mínimos de 30cm.

V = velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.

g = aceleración de la gravedad 9.81 m/s²

- **Tubería de rebose y limpieza**

En la tubería de rebose y de limpieza se recomienda pendientes entre el 1% a 1.5 %, tomando en cuenta el caudal máximo de aforo, se calcula el diámetro utilizando la ecuación de Hazen y Williams (para C=140).

$$D_{tl} = \frac{0.71 * Q_{max}^{0.38}}{H_f^{0.21}}$$

En donde:

D_{tl} = diámetro en pulg

Q_{max} = gasto máximo de la fuente en l/s

H_f = pérdida de carga unitaria en m/m, valor recomendado 0.015 m/m

Tabla 12. Resumen de resultados de la cámara de captación.

CUADRO DE RESUMEN DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN			
PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
CAUDAL MAXIMO DE LA FUENTE	Q max	0,55	lt/s
DISTANCIA ENTRE FUENTE Y CÁMARA	L	1,25	m
DIÁMETRO DEL ORIFICIO	D	1 1/2	Pulg
NÚMERO DE ORIFICIOS	NA	2	-
ANCHO DE LA PANTALLA	b	85	cm
ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA	Ht	145	cm
DIÁMETRO DE TUBERÍA DE LIMPIEZA	Dtl	1 1/4	pulg

Fuente: Autora

4.2. Conducción

La línea de conducción está constituida por la o las tuberías que transportan el agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, incluye también las estructuras, accesorios, válvulas y dispositivos que son colocados en ella.

Para tener un correcto funcionamiento de línea de conducción por gravedad, puede requerirse, válvulas reductoras de presión, válvulas de limpieza, llaves de paso, entre otros.

Para el diseño de la línea de conducción por gravedad se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros: carga estática, carga dinámica, línea piezométrica, pérdida de carga unitaria, golpe de ariete, de ser necesario se colocarán válvulas de purga, válvulas de aire, entre otros.

De acuerdo al (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, establece que:

- A. La presión dinámica mínima en la línea de conducción será equivalente a 5 metros de columna de agua.
- B. De acuerdo a las condiciones más críticas en ningún punto la tubería deberá funcionar a presión superior a la de trabajo especificada por el fabricante.
- C. Para el diseño de la conducción, deberán tomarse en cuenta, las presiones estáticas, dinámicas así como las sobre presiones causadas por el golpe de ariete.
- D. El diámetro mínimo de las tuberías en la línea de conducción será de 25 mm. (1”).

- **Carga estática o carga disponible**

La carga estática está dada por la diferencia de altura que existe entre el punto de captación y el tanque de almacenamiento o inicio de la red de distribución.

- **Carga dinámica**

Se define a la carga dinámica como el incremento de la presión estática debido a la rugosidad de las tuberías, y accesorios como codos, válvulas, entre otros. Para poder determinar la carga dinámica es necesario conocer las distancias que recorren el agua, tipo de material de tubería y su diámetro.

- **Línea piezométrica**

La línea piezométrica se define como el nivel de energía más alto de la conducción, es la suma de las alturas de presión y de posición, y se determina uniendo los puntos que alcanzaría el fluido circulante en distintos piezómetros conectados a lo largo de la tubería.

- **Pérdida de carga unitaria**

La pérdida de carga es al gasto de energía necesario para vencer las fuerzas que se oponen al movimiento del fluido, en una determinada sección de la tubería.

Para determinar la pérdida de carga unitaria se utilizará la ecuación de Hazen – Williams.

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

En donde:

j = pérdida de carga unitaria m/m

Q = caudal m³/s

D = diámetro en m

C = coeficiente de rugosidad que depende de la naturaleza de la paredes del tubo.

Para determinar la pérdida de energía se tiene la siguiente ecuación:

$$J = \frac{10.643 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

En donde:

J = pérdida de energía m

Q = caudal m³/s

D = diámetro en m

C = coeficiente que depende de la naturaleza de la paredes del tubo

L = longitud del tramo de tubería en m

- **Pérdida de carga localizada**

Esta es producida por el cambio de velocidad y movimiento del flujo, provocados por reducciones o incrementos en los diámetros de la sección, accesorios como grifos, codos y válvulas, entre otros.

- **Golpe de ariete**

El golpe de ariete ocurre cuando se cierra bruscamente una válvula de la cual fluye un caudal determinado, se produce un exceso de presión por el cambio de energía.

El exceso de presión producido está en función o depende de la velocidad inicial de agua dentro de la tubería, depende también del módulo de elasticidad de agua y del tipo de material de la tubería y su espesor.

El golpe de ariete se obtiene con la siguiente fórmula:

$$h_a = \frac{9900 * V}{g * \sqrt{48.3 + k \frac{D}{e}}}$$

En donde:

h_a	=	Sobrepresión (m)
V	=	Velocidad (m/s)
g	=	Gravedad (m/s ²)
k	=	Relación entre el Módulo de Elasticidad del agua y el material de la tubería.
D	=	Diámetro interno de la tubería (m).
e	=	Espesor de la pared de la tubería (m).

Tabla 13. Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el material de la tubería.

MATERIAL DE LA TUBERIA	k
ACERO	0,50
HIERRO FUNDIDO	1,00
CONCRETO	5,00
ASBESTO - CEMENTO	4,40
PLÁSTICO	33,30

Fuente: (CORCHO ROMERO & DUQUE SERNA, 1997)

- **Válvulas de purga**

Las válvulas de purga se colocan en los puntos bajos de la conducción y de la red de distribución, con la finalidad de eliminar sedimentos que se acumulan en estos puntos.

- **Válvulas de aire o ventosas**

Una de las principales razones para su instalación es debido a la acumulación de aire en una línea de servicio.

- **Diámetro de la tubería**

Para determinar el diámetro de la tubería se utiliza la ecuación de Hazen – Williams:

$$D = \left(\frac{Q}{0.2785 * C * J^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

En donde:

Q	=	caudal (m ³ /s)
C	=	coeficiente de rugosidad de Hazen – Williams
D	=	diámetro interior de la tubería (m)
J	=	pérdida de carga unitaria o pendiente de la línea de energía (m/m)

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria se utiliza la siguiente ecuación:

$$J = \frac{H}{L}$$

En donde:

H = carga hidráulica disponible (m)

L = longitud real de tubería (m)

4.3. Tanque rompe presión

Son estructuras cuya función principal es reducir la presión en la línea de conducción y en la red de distribución, garantizando así el correcto funcionamiento hidráulico del sistema. Se colocarán tanques rompe presión en los siguientes puntos, según la topografía del terreno se requieren dos tanques.

Tabla 14. Ubicación de los tanques rompe presión.

DESCRPCIÓN	ABSCISA	COTA
T. Rompe presión 1	0 + 253.35	846.698
T. Rompe presión 2	0 + 439.42	811.759

Fuente: Autora

4.4. Tratamiento del agua

Con los cálculos anteriormente realizados el caudal de tratamiento es de 0.24 lt/s de acuerdo a lo que establece la norma (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, se debe considerar como tratamiento mínimo la desinfección del agua. Los procesos de tratamiento deberán garantizar que el agua sea apta para el consumo humano.

- Resultados de los análisis de calidad del agua.

Tabla 15. Resultados de los análisis de laboratorio.

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACI ÓN	UNIDA DES	COMUNI DAD	COMUNI DAD
				KUTUKU S 1 236/01/15	KUTUKU S 2 236/01/15
COLOR APARENTE	SM2120 C	20/05/2015	UC	0	5
COLOR REAL	SM2120 C	20/05/2015	UC	0	0
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	20/05/2015	mg CaCO ₃ /l	21.57	25.49
DUREZA CÁLCICA	SM 3500 Ca B	20/05/2015	mg CaCO ₃ /l	7.84	9.8
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO ₃ E	24/05/2015	mgN/l	0.1	0.12
pH	SM 4500 H B	20/05/2015		5.17	5.62

Tabla 16. Resultados de los análisis de laboratorio. (Continuación)

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACI ÓN	UNIDA DES	COMUNI DAD	COMUNI DAD
				KUTUKU S 1 236/01/15	KUTUKU S 2 236/01/15
SOLIDOS USPENDIDOS	PEEL/LS/F Q/04	20/05/2015	mg/l	0	0
SOLIDOS TOTALES	PEEL/LS/F Q/05	20/05/2015	mg/l	29	43
SULFATOS	SM 4500 SO4 E	27/05/2015	mg/l	3.9	4.19
SULFUROS	SM 4500 S E	20/05/2015	mg/l	menor 0.1	menor 0.1
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	20/05/2015	NMP/10	33	33
		23/05/2015	0 ml		
COLIFORMES TERMOTOLER ANTES	SM 9221 E	21/05/2015	NMP/10	13	13
		24/05/2015	0 ml		
HIERRO	PEEL/LS/ Al/04	20/05/2015	ug/l	42.6	62.3
MANGANESO	PEEL/LS/ Al/04	20/05/2015	ug/l	me 5	5.1
TURBIEDAD	SM2130B	20/05/2015	F.T.U	1.01	1.03
CONDUCTIVI DAD	SM2120C	20/05/2015	Us	112	115
ALUMINIO	SM/3120/I CP	20/05/2015	mg/l	0.02	0.02
ALCALINIDA D	SM2320B	20/05/2015	mg/l	141	148

4.4.1. Selección del método de tratamiento.

Para la selección del método de tratamiento además de la desinfección que se debe realizar, de acuerdo a lo establecido por el Código Ecuatoriano de la Construcción según los resultados obtenidos plantea los siguientes tratamientos para su purificación:

Tabla 17. Tratamiento probable.

Características del agua	Tratamiento probable
Turbiedad media <10 UNT NMP < 1000 col/100ml	Filtración lenta
Turbiedad media <50 UNT NMP < 1000 col/100ml	Filtración lenta con pre tratamiento.
Turbiedad media <150 UNT NMP < 5000 col/100ml	Filtración lenta con sedimentación simple y pre tratamiento.

Fuente: (C.E.C DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1997)

Tabla 18. Criterios de selección de los métodos de filtración.

ALTERNATIVAS	LIMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA ACEPTABLES		
	90% DEL TIEMPO	80 % DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
FILTRO LENTO DE ARENA (FLA) SOLAMENTE	$To \leq 50 \text{ UNT}$ $Co \leq 50 \text{ UC}$ $Cf. \leq (10)^4/100 \text{ ml}$	$To \leq 20 \text{ UNT}$ $Co \leq 40 \text{ UC}$	$To \text{ Max} \leq 100 \text{ UNT}$
FLA + PREFILTRO DE GRAVA (PG)	$To \leq 100 \text{ UNT}$ $Co \leq 60 \text{ UC}$ $Cf. \leq (10)^4/100 \text{ ml}$	$To \leq 60 \text{ UNT}$ $Co \leq 40 \text{ UC}$	$To \text{ Max} \leq 150 \text{ UNT}$
FLA + PG + SEDIMENTADOR (S)	$To \leq 300 \text{ UNT}$ $Co \leq 60 \text{ UC}$ $Cf. \leq (10)^4/100 \text{ ml}$	$To \leq 200 \text{ UNT}$ $Co \leq 40 \text{ UC}$	$To \text{ Max} \leq 500 \text{ UNT}$

Tabla 19. Criterios de selección de los métodos de filtración. (Continuación)

ALTERNATIVAS	LIMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA ACEPTABLES		
	90% DEL TIEMPO	80 % DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
FLA + PG +S + PRESEDIMENTAD OR	$To \leq 500 \text{ UNT}$ $Co \leq 60 \text{ UC}$ $Cf. \leq (10)^4/100 \text{ ml}$	$To \leq 200 \text{ UNT}$ $Co \leq 40 \text{ UC}$	$To \text{ Max} \leq 1000 \text{ UNT}$
Co: COLOR DEL AGUA CRUDA			
Cf: COLIFORMES FECALES			
To: TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA			
UC: UNIDADES DE COLOR CLORO PLATINADO DEL COBALTO			
UNT: UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD			

Fuente: (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2004)

- **Filtración**

La filtración remueve el material suspendido como turbiedad, bloc, microorganismos, el proceso de filtración es muy importante, puesto que muchos de estos microorganismos son resistentes a la desinfección, y se puede remover mediante la filtración, el filtro rápido por gravedad es el más utilizado en tratamientos del agua.

4.4.2. Filtro Lento de Arena (F.L.A)

La filtración lenta en arena es uno de los métodos más antiguos de tratamiento de agua, la finalidad de un filtro lento es eliminar la turbiedad del agua, este método consiste en procesos físicos y bilógicos que destruye los microorganismos patógenos del agua, está conformado por una estructura que contiene un lecho filtrante, una capa de agua sobrenadante, un sistema de drenaje y el control del flujo.

- **La capa de agua sobrenadante**

Esta capa de agua proporciona la carga hidráulica necesaria para permitir el paso del agua a través del lecho de arena, la altura máxima de agua está entre 0.6 – 1.2 m.

- **Lecho filtrante**

El lecho filtrante actúa como una unidad de limpieza de materia orgánica y organismos aeróbicos. Se debe seleccionar la arena de acuerdo al tamaño efectivo (d_{10}), que es el tamaño del tamiz medido en mm, permite el paso del 10% del medio filtrante, el coeficiente de uniformidad (CU), se define como la relación del tamaño de granos que tiene un 60% más fino que el mismo, al tamaño que tiene un 10% más fino que el mismo, es decir debe tener las siguientes características $d_{10} = 0.15 - 0.3$ mm, $C_u < 5$. La profundidad mínima del lecho de arena debe ser de 0.4 – 0.5 m. y esta debe estar limpia y libre de impurezas y arcillas.

- **Sistema de drenaje**

El sistema de drenaje consiste básicamente en una tubería principal con conductos laterales que pueden ser tuberías perforadas. El dren principal debe descargar en una cámara de salida y está cubierta con lecho de grava que constituye una interfase entre la arena fina y los orificios, con la finalidad de impedir que material filtrante se introduzca al sistema de drenaje. El espesor de grava incluyendo la capa de arena gruesa puede estar entre 0.2 – 0.30 m.

- **Criterios de diseño del filtro lento de arena**

A continuación se presenta la tabla de sugerencias para el diseño del filtro lento de arena según varios autores:

Tabla 20. Criterios de diseño para filtración lenta en arena por varios autores

Criterios de diseño	Ten States Standards (1987)	Huisman y Wood (1974)	Visscher, et al. (1987)	Galvis, et al (1998)
Período de diseño (años)	n.e	n.e	10 - 15	8 - 12
Periodo de operación(h/d)	24	24	24	24
Tasa de filtración (m/h)	0.08 - 0.24	0.1 - 0.4	0.1 - 0.2	0.1 - 0.3
Lecho de arena: altura inicial (m)	0.8	1.2	0.9	0.8
altura mínima (m)	n.e	0.7	0.5	0.5
Tamaño efectivo (mm)	0.30 - 0.45	0.15 - 0.35	0.15 - 0.30	0.15 - 0.30
Coeficiente de uniformidad:	n.e	< 3	<5	<4
Aceptable	≤ 2.5	< 2	<3	<3
Preferible				
Altura lecho de soporte con drenaje (m)	0.4 - 0.6	n.e	0.3 - 0.5	0.25
Altura máxima del agua sobrenadante (m)	0.9	1 - 1.5	1	0.75
Borde Libre (m)	n.e	0.2 - 0.3	0.1	0.1
Area superficial máxima (m ²)	n.e	n.e	< 200	< 100

n.e.: no establecida

Fuente: (SANCHEZ, SANCHEZ, GALVIS, & LATORRE, 2007)

4.4.3. Dimensionamiento

- **Hidráulica de filtración (vf)**

Una de las primeras cosas que se debe estudiar es el comportamiento hidráulico dentro del filtro lento de arena, el objetivo es saber la altura de agua necesaria para garantizar que la velocidad de la filtración se encuentre dentro de los valores de 0.1 -0.4 m/h. La velocidad adecuada es 0.2m/h

- **Cálculo del área necesaria del filtro**

Una vez determinado el caudal de diseño y la velocidad de filtración, se debe calcular el área de filtración a través de la siguiente formula:

$$A_{min} = \frac{Q}{v_f}$$

En donde:

Q= caudal de diseño del filtro.

Vf= velocidad de filtración valores entre 0.1-0.4 m/h

- **Sistema de drenaje principal**

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

$$D_p = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

En donde:

A_p= área del dren principal

Q= caudal a ser filtrado

V= velocidad máxima en el colector principal. Valor recomendado 0.25 m/s

D_p= diámetro del colector principal m

- **Cálculo del número de orificios**

Diámetro de los orificios en los laterales 6 -10 mm.

Separación entre orificios 10-30 cm.

Velocidad asumida en cada orificio 0.14 m/s

$$N^{\circ} \text{ Orificios} = \frac{Q}{Q_o}$$

$$Q_o = V * A_o$$

En donde:

Q= caudal a ser filtrado m³/s

Q_o= caudal que ingresa a cada orificio m³/s.

V= velocidad en cada orificio m/s

A_o= área de cada orificio m²

- **Diseño del sistema de drenaje lateral**

Velocidad máxima en los tubos laterales 0.3m/s

$$A_l = \frac{Q_l}{V_l}$$

$$Q_l = N^{\circ} \text{ orificios para cada lateral} * Q_o$$

$$DI = \sqrt{\frac{4Al}{\pi}}$$

En donde:

Al= área del lateral en m².

Ql= caudal que entra en cada lateral m³/s

Vl= velocidad máxima en el lateral. Valor recomendado 0.3 m/s

DI= diámetro del tubo lateral en m.

- **Pérdida de carga en el lecho**

$$HR = \frac{Q * L}{K * A}$$

En donde:

Q= caudal a ser filtrado en m³/s.

L= espesor del filtro en m.

K= coeficiente de permeabilidad del medio filtrante.

A= área del filtro en m².

- **Pérdida de carga producida por los drenes.**

Número de Reynolds

$$Re = \frac{V * D}{u}$$

$$f = \frac{64}{Re}$$

$$dh = \frac{4 * A}{p}$$

$$h = \frac{0.33 * f * V^2}{2 * G * dh}$$

En donde:

V= velocidad en el dren principal en m/s.

D= diámetro del dren principal en m.

u= viscosidad cinemática temperatura 14°C.

f= coeficiente de fricción.

dh= diámetro hidráulico en m.

A= área del dren principal en m².

G= gravedad 9.81 m/s².

- **Pérdida en los orificios de descarga.**

$$q_o = C_d * A_o * \sqrt{2 * G * H_R}$$

En donde:

C_d= coeficiente de descarga igual a 0.45

A_o= área del orificio m².

G= valor de gravedad igual a 9.81 m/s²

H_R= pérdida de carga en el lecho.

4.4.4. Desinfección

La desinfección tiene como objetivo principal asegurar la calidad sanitaria de agua, los elementos que más se utilizan para la desinfección son el hipoclorito de calcio que tiene una mayor concentración de cloro que varía entre 30-70 % y el cloro gasificado. En la desinfección se destruyen microorganismos patógenos, causantes de varias enfermedades.

- **Cloración**

Utilizar el cloro como desinfectante se debe principalmente a que es relativamente barato, fácil de aplicar, provee protección sanitaria en el sistema de distribución, es tóxico para los microorganismos causantes de enfermedades.

Para la purificación y tratamientos del agua para el consumo humano, se utiliza el cloro líquido denominado Hipoclorito de Sodio (NaOCl).

- **Dosificación del Hipoclorito de sodio (NaOCl)**

Los hipocloritos se usan especialmente en plantas de tratamiento pequeñas, contiene alrededor del 12-15 % de cloro. Para dosificar el hipoclorito de sodio es necesario diluir la concentración inicial de cloro de 0.5 -1.0% en peso.

- **Cálculo de la dosificación de Hipoclorito de Sodio.**

Para el cálculo de la dosificación se aplicará la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q * ds}{C}$$

Donde:

V= volumen de hipoclorito de sodio (l/día).

Q= caudal de diseño en l/día.

ds= dosificación (mg/l)

C= concentración de cloro activo (ppm)

4.5. Tanque de almacenamiento

El objetivo de almacenar agua es garantizar un servicio eficiente en función de las necesidades, según Código Ecuatoriano de la Construcción C.E.C. Diseño de Instalaciones Sanitarias éste no debe ser menor a 10 m³.

Esta estructura será construida de ferro cemento, con todos los accesorios y obras necesarias que garanticen su operación y mantenimiento.

El ferro cemento es un concreto reforzado, compuesto principalmente de un mortero de consistencia frágil y su refuerzo consiste en mallas metálicas, estas estructuras son de poco espesor, entre sus principales ventajas está que son de bajo costo y muy resistentes a la corrosión, las mallas que se utilizan tienen diámetros de 0.5 a 5 mm. La función principal de esta malla es sostener el mortero y de absorber los esfuerzos de tensión.

El tanque de almacenamiento tendrá las siguientes dimensiones:

Tabla 21. Dimensionamiento del Tanque de almacenamiento.

Diámetro (D)=	3,00	m	Área (A)=	7,06	m ²
Altura (H)=	1,50	m	Volumen (Vol.)=	10	m ³

Fuente: Autora

4.6. Red de distribución

Larry W. Mays en su libro Manual de sistema de distribución de agua, (W. MAYS, 2000), establece que el objetivo principal de un sistema de distribución de agua, es entregar al consumidor individual, en la cantidad requerida y a presión suficiente, esta distribución debe transportar agua a residencias, instituciones, centros comerciales e industriales. Para evaluar el sistema de distribución se debe tomar en cuenta la

demanda máxima horaria, con ello se genera información del funcionamiento del sistema a pleno rendimiento.

Basándonos en las especificaciones del (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, establece que: El diámetro nominal mínimo de los conductos de la red será de 19 mm (3/4").

- **Caudal de diseño**

Cualquiera sea el nivel de servicio, la red de distribución será diseñada para el caudal máximo horario. Siendo este igual a 0.51 l/s.

- **Presiones de servicio para el diseño**

La presión estática máxima será de 4 kg/cm².

La presión dinámica máxima será de 3 kg/cm².

La presión dinámica mínima será de 0,7 kg/cm².

- **Distribución del caudal**

Para la distribución del caudal se utilizará el método de las áreas, método que consiste en determinar el área de influencia de cada nodo, al multiplicar esta área por un caudal unitario se obtiene de demanda de cada nodo. El caudal unitario se obtiene con la siguiente ecuación:

$$q \text{ unitario} = \frac{\text{caudal máximo horario}}{\text{área total de influencia}}$$

Mientras que el caudal requerido en cada nudo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q \text{ nudo} = q \text{ unitario} * \text{área de aporte al nudo}$$

Por lo tanto se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 22. Cálculo del caudal unitario.

ÁREA TOTAL DEL PROYECTO =	2,902	ha
CAUDAL MÁXIMO HORARIO =	0,51	lt/s
CAUDAL UNITARIO =	0,176	lt/s

Fuente: Autora

Tabla 23. Distribución del caudal por nodos.

NODO	Q. UNITARIO (lts/seg/ha)	ÁREA PARCIAL (ha)	Q/NODO (l/t/s)
1	0,176	0,206	0,036
2	0,176	0,196	0,034
3	0,176	0,201	0,035
4	0,176	0,434	0,076
5	0,176	0,413	0,073
6	0,176	0,180	0,032
7	0,176	0,166	0,029
8	0,176	0,359	0,063
9	0,176	0,342	0,060
10	0,176	0,149	0,026
11	0,176	0,131	0,023
12	0,176	0,124	0,022
		2,902	0,509

Fuente: Autora

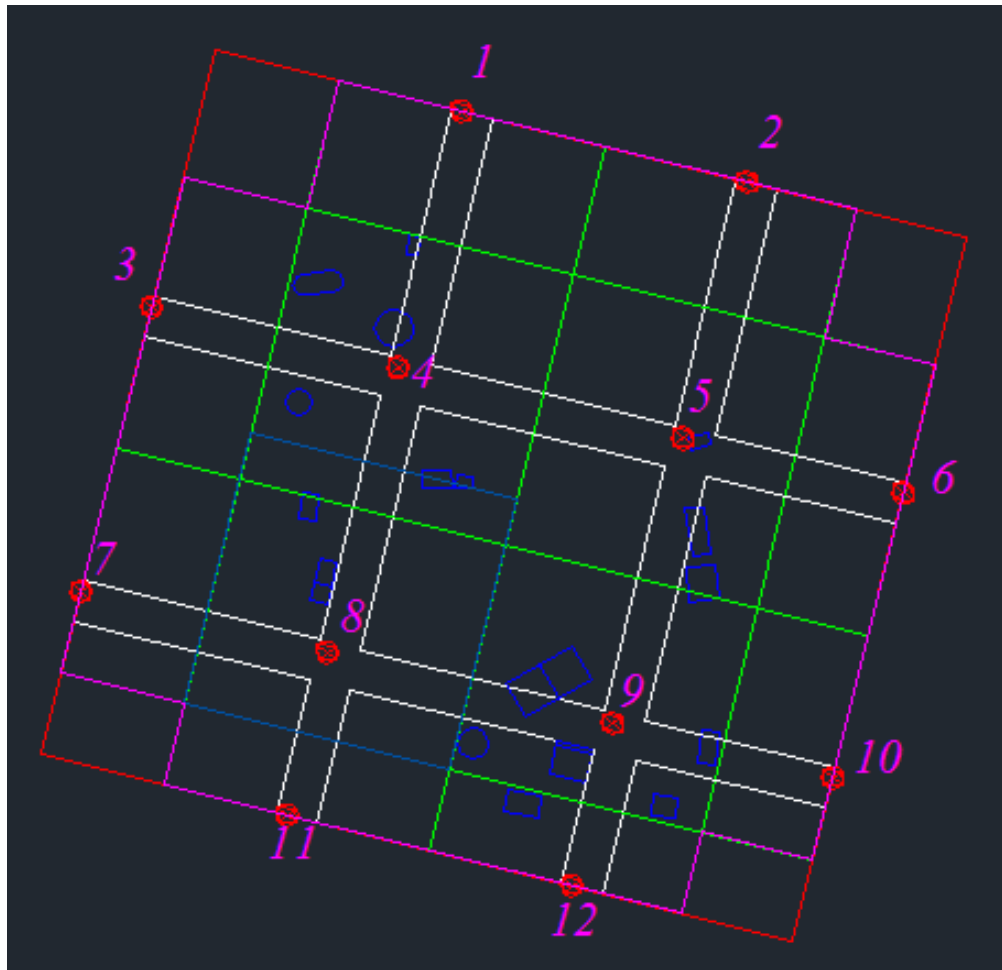


Figura 11. Distribución de áreas por nodos.

Fuente: Autora

- **Diseño de la red de distribución. EPANET 2.0**

Para el diseño de la red de distribución se utilizó el software Epanet 2.0, este software permite realizar el análisis hidráulico de redes de distribución, conociendo las características físicas de las tuberías y las características dinámicas de los nudos, para obtener como resultado datos de presión, caudales, velocidad en nodos y tuberías.

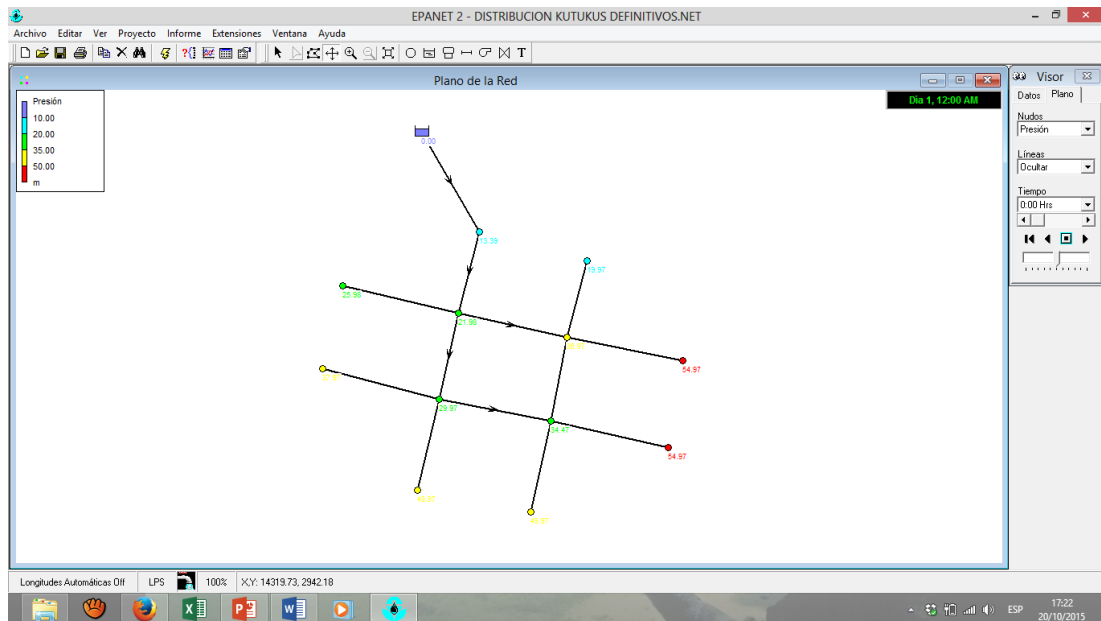


Figura 12. Diseño de la red de distribución. (Epanet 2.0)

Fuente: Autora

Tabla 24. Resultados de la red de distribución. Datos de presión en los nodos.

Tabla de Red - Nudos en:			00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
	Cota	Demanda Base	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón	Presi ón
ID Nudo	m	LPS	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Conexión 1	744	0.035	25.98	25.92	25.92	25.82	25.7	25.54	25.36	24.91	25.15	25.36	25.36	24.35	25.15
Conexión 2	748	0.076	21.98	21.92	21.92	21.82	21.7	21.54	21.36	20.91	21.15	21.36	21.36	20.36	21.15
Conexión 3	733	0.073	36.97	36.91	36.91	36.81	36.67	36.5	36.3	35.81	36.07	36.3	36.3	35.2	36.07
Conexión 4	735.5	0.06	34.47	34.41	34.41	34.3	34.17	34	33.79	33.3	33.56	33.79	33.79	32.68	33.56
Conexión 5	740	0.063	29.97	29.91	29.91	29.81	29.67	29.5	29.3	28.81	29.07	29.3	29.3	28.21	29.07
Conexión 6	732	0.029	37.97	37.91	37.91	37.81	37.67	37.5	37.3	36.81	37.07	37.3	37.3	36.2	37.07
Conexión 7	715	0.026	54.97	54.91	54.91	54.8	54.67	54.5	54.29	53.8	54.06	54.29	54.29	53.18	54.06
Conexión 8	715	0.032	54.97	54.91	54.91	54.81	54.67	54.5	54.3	53.8	54.06	54.3	54.3	53.19	54.06
Conexión 9	720	0.023	49.97	49.91	49.91	49.81	49.67	49.5	49.3	48.81	49.07	49.3	49.3	48.2	49.07
Conexión 10	720	0.022	49.97	49.91	49.91	49.8	49.67	49.5	49.29	48.8	49.06	49.29	49.29	48.18	49.06
Conexión 11	756.6	0.036	13.39	13.36	13.36	13.31	13.25	13.18	13.09	12.87	12.98	13.09	13.09	12.59	12.98
Conexión 12	750	0.034	19.97	19.91	19.91	19.81	19.67	19.5	19.3	18.8	19.06	19.3	19.3	18.19	19.06
Embalse 13	770	No Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Autora

Tabla 25. Resultados de la red de distribución. Datos de presión en los nodos.

Tabla de Red -			13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
Nudos en:			H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	Cota	Demanda Base	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Conexión 1	744	0.035	25.36	25.54	25.54	25.7	25.82	25.36	25.15	25.36	25.54	25.82	25.92	25.98
Conexión 2	748	0.076	21.36	21.54	21.54	21.7	21.82	21.36	21.15	21.36	21.54	21.82	21.92	21.98
Conexión 3	733	0.073	36.3	36.5	36.5	36.67	36.81	36.3	36.07	36.3	36.5	36.81	36.91	36.97
Conexión 4	735.5	0.06	33.79	34	34	34.17	34.3	33.79	33.56	33.79	34	34.3	34.41	34.47
Conexión 5	740	0.063	29.3	29.5	29.5	29.67	29.81	29.3	29.07	29.3	29.5	29.81	29.91	29.97
Conexión 6	732	0.029	37.3	37.5	37.5	37.67	37.81	37.3	37.07	37.3	37.5	37.81	37.91	37.97
Conexión 7	715	0.026	54.29	54.5	54.5	54.67	54.8	54.29	54.06	54.29	54.5	54.8	54.91	54.97
Conexión 8	715	0.032	54.3	54.5	54.5	54.67	54.81	54.3	54.06	54.3	54.5	54.81	54.91	54.97
Conexión 9	720	0.023	49.3	49.5	49.5	49.67	49.81	49.3	49.07	49.3	49.5	49.81	49.91	49.97
Conexión 10	720	0.022	49.29	49.5	49.5	49.67	49.8	49.29	49.06	49.29	49.5	49.8	49.91	49.97
Conexión 11	756.6	0.036	13.09	13.18	13.18	13.25	13.31	13.09	12.98	13.09	13.18	13.31	13.36	13.39
Conexión 12	750	0.034	19.3	19.5	19.5	19.67	19.81	19.3	19.06	19.3	19.5	19.81	19.91	19.97
Embalse 13	770	No Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Autora

Tabla 26. Resultados de la red de distribución. Datos de pérdidas en las tuberías.

Tabla de Red - Líneas en:			00:00 H	01:00 H	02:00 H	03:00 H	04:00 H	05:00 H	06:00 H	07:00 H	08:00 H	09:00 H	10:00 H	11:00 H	12:00 H
	Cota	Demanda Base	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.
ID Línea	m	LPS	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km
Tubería 1	744	0.035	0.19	0.67	0.67	1.42	2.42	3.66	5.13	8.74	6.83	5.13	5.13	13.22	6.83
Tubería 2	748	0.076	0.03	0.11	0.11	0.23	0.4	0.6	0.84	1.43	1.12	0.84	0.84	2.16	1.12
Tubería 3	733	0.073	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03
Tubería 4	735.5	0.06	0	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.1	0.05
Tubería 5	740	0.063	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.11	0.09	0.07	0.07	0.17	0.09
Tubería 6	732	0.029	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02
Tubería 7	715	0.026	0	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.11	0.05
Tubería 8	715	0.032	0.03	0.12	0.12	0.25	0.42	0.64	0.9	1.52	1.19	0.9	0.9	2.3	1.19
Tubería 9	720	0.023	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.05	0.03	0.03	0.09	0.05
Tubería 10	720	0.022	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.08	0.04
Tubería 11	756.6	0.036	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.09	0.12	0.21	0.16	0.12	0.12	0.31	0.16
Tubería 12	750	0.034	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.03
Tubería 13	770	No Disponible	0.21	0.77	0.77	1.63	2.77	4.19	5.88	10.02	7.82	5.88	5.88	15.14	7.82

Fuente: Autora

Tabla 27. Resultados de la red de distribución. Datos de pérdidas en las tuberías.

Tabla de Red - Líneas en:			13:00 H	14:00 H	15:00 H	16:00 H	17:00 H	18:00 H	19:00 H	20:00 H	21:00 H	22:00 H	23:00 H	24:00 H
	Cota	Demand a Base	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.	Pérd. Unit.
ID Línea	m	LPS	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km	m/km
Tubería 1	744	0.035	5.13	3.66	3.66	2.42	1.42	5.13	6.83	5.13	3.66	1.42	0.67	0.19
Tubería 2	748	0.076	0.84	0.6	0.6	0.4	0.23	0.84	1.12	0.84	0.6	0.23	0.11	0.03
Tubería 3	733	0.073	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0
Tubería 4	735.5	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.04	0.05	0.04	0.03	0.01	0	0
Tubería 5	740	0.063	0.07	0.05	0.05	0.03	0.02	0.07	0.09	0.07	0.05	0.02	0.01	0
Tubería 6	732	0.029	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0
Tubería 7	715	0.026	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.04	0.05	0.04	0.03	0.01	0	0
Tubería 8	715	0.032	0.9	0.64	0.64	0.42	0.25	0.9	1.19	0.9	0.64	0.25	0.12	0.03
Tubería 9	720	0.023	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.05	0.03	0.02	0.01	0	0
Tubería 10	720	0.022	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.02	0.01	0	0
Tubería 11	756.6	0.036	0.12	0.09	0.09	0.06	0.03	0.12	0.16	0.12	0.09	0.03	0.02	0.01
Tubería 12	750	0.034	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0	0
Tubería 13	770	No Disp.	5.88	4.19	4.19	2.77	1.63	5.88	7.82	5.88	4.19	1.63	0.77	0.21

Fuente: Autora

Tabla 28. Resultados de la red de distribución. Datos de diámetros en las tuberías.

Tabla de Red - Líneas		
	Longitud	Diámetro
ID Línea	m	mm
Tubería 1	63.1	32
Tubería 2	70	32
Tubería 3	57.5	32
Tubería 4	63.1	32
Tubería 5	70	32
Tubería 6	57.5	32
Tubería 7	62.5	32
Tubería 8	70	32
Tubería 9	77.5	32
Tubería 10	62.5	32
Tubería 11	70	32
Tubería 12	77.5	32
Tubería 13	53.4	32

CAPÍTULO V

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Objetivos del estudio de impacto ambiental

- Identificar y predecir las acciones positivas y negativas que pueden ocasionar cada una de las actividades que se realicen durante la construcción y operación del proyecto.
- Valorar los impactos identificados y estudiar a detalle sus componentes físicos, bióticos y socio económicos.
- Determinar el nivel del impacto ambiental con la ejecución del proyecto.

5.2. Alcance del estudio

El estudio del sistema de agua potable pretende dotar de este servicio a la población de Kutukus, el estudio de impacto ambiental (EIA) del proyecto se identificará y se evaluará los impactos que tendrán lugar durante el proceso de construcción, operación y mantenimiento de la obra.

5.3. Factores ambientales a ser evaluados

Cualquier actividad que realice el ser humano genera cambios e impactos en el ambiente. La evaluación de impacto ambiental de acuerdo a los requerimientos se han seleccionado varias características ambientales a ser evaluadas según su componente, se encuentra clasificado de acuerdo al componente que pertenecen y a la definición de su inclusión en la caracterización ambiental las que serán evaluadas durante las etapas de construcción, operación y abandono de la obra.

Tabla 29. Factores ambientales a ser evaluados.

CÓDIGO	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
AB 1	ABIÓTICO	Aire	Calidad del Aire	Variación de los niveles de emisión e inmisión en el área de influencia del proyecto.
AB 2			Nivel sonoro	Variación de presión sonora (Disgustos) en el área circundante del proyecto.
AB 3		Suelo	Características físico-mecánicas	Cambios en la textura, estructura, composición del suelo en el área de ejecución del proyecto
AB 4			Destrucción de suelos	Alteración de la calidad del suelo debido a la pérdida de la capa de suelo arable.

Tabla 30. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación)

CÓDIGO	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
AB 5			Erosión	Proceso de meteorización e intemperismo del suelo.
AB 6			Permeabilidad	Pérdida de infiltración por disminución de porosidad en el suelo del área intervenida por el proyecto.
AB 7		Agua	Calidad del Agua	Alteración de los parámetros de calidad del agua subterránea principalmente en la etapa de operación.
BI 1	BIÓTICO	Flora	Árboles, arbustos	Pérdida de los remanentes de árboles que actualmente existen en la zona del proyecto.

Tabla 31. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación)

CÓDIGO	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
BI 2		Fauna	Terrestre y acuática	Afectación a las especies de aves, peces en general, que ante la implementación del proyecto emigrarán a zonas aledañas al mismo.
BI 3		Ecosistemas	Terrestres	Afectación a los espacios de fauna terrestre que ante el retiro de la capa vegetal emigraran a zonas aledañas al lugar.
AN 1	ANTRÓPICO	Medio perceptual	Paisaje	Alteración del paisaje actual, especialmente en el área de influencia directa del proyecto.
AN 2	ANTRÓPICO		Morfología	Alteración de las condiciones del relieve actual.

Tabla 32. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación)

CÓDIGO	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
AN 3		Infraestructura	Red Vial	Interferencia con el sistema vial existente.
AN 4		Humanos	Calidad de Vida	Interferencia en aspectos de salud, económicos y ecológicos y de conservación del medio ambiente de la población.
AN 5			Seguridad laboral	Afectación a la seguridad del personal involucrado en el manejo y operación.
AN 6			Tranquilidad y armonía	Alteración ambiental derivada de la ejecución del proyecto, evidenciada por efecto del ruido; olores; emanaciones de gases a la atmósfera.

Tabla 33. Factores ambientales a ser evaluados. (Continuación)

CÓDIGO	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
AN 7			Suspensión Servicios Básicos	Afectación a la calidad de vida por acciones del proyecto y relacionada directamente con la suspensión de los servicios básicos.
AN 9			Valor del suelo	Variación del costo real del suelo en función de la oferta y demanda debido a la ejecución del proyecto.

Fuente: (G.A.D.S.J.B, 2015)

5.4. Acciones ambientales a ser evaluadas

Para realizar el Estudio de Impacto Ambiental, se ha elaborado una lista de actividades principales que se realizarán durante la ejecución del proyecto, en sus etapas de construcción, operación y abandono de la obra, de tal manera que sean los más representativas posibles para el estudio.

En esta lista constan las acciones a ser consideradas y su definición para la fase de construcción del proyecto, así como también para la fase de operación y para la fase de cierre o abandono.

Tabla 34. Acciones consideradas en la Fase de Construcción.

ACCIONES CONSIDERADAS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN		
CÓDIGO	ACCIÓN	DEFINICIÓN
FC 1	Replanteo y Nivelación	Visita y mediciones de campo para definir el trazado del sistema de agua potable y planta de tratamiento.
FC 2	Limpieza y desbroce del terreno para el Sistema de Agua Potable.	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en el área de influencia del proyecto, a fin de permitir el replanteo y nivelación, construcción de las obras de infraestructura para el sistema de agua potable.
FC 3	Movimiento de maquinaria y equipos	Comprende el movimiento o trabajo de la maquinaria y los equipos que intervendrán en la ejecución de los diferentes trabajos previstos para el proyecto.
FC 4	Excavación para tendido red de tuberías y planta de tratamiento	Comprende los trabajos de excavación para el tendido de la matriz, domiciliarias, planta de tratamiento, etc. para la construcción del proyecto.
FC 5	Desalojo de tierras, escombros y otros materiales	Comprende todo el trabajo de desalojo de tierra, escombros y otros materiales conforme a los trabajos realizados en todas sus etapas para la implementación de todo el proyecto.
FC 6	Provisión de materiales para la construcción del proyecto	Se refiere a la acción de transportar los diversos materiales desde su punto de origen al sitio de los trabajos para la implementación del sistema de agua potable y plantas de tratamiento.

Tabla 35. Acciones consideradas en la Fase de Construcción. (Continuación)

ACCIONES CONSIDERADAS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN		
CÓDIGO	ACCIÓN	DEFINICIÓN
FC 7	Preparación de materiales para la ejecución del Proyecto.	Es referido en la preparación de materiales, especialmente hormigón necesario para la construcción de la captación, planta de tratamiento, tanque rompe presión, etc. como todo lo necesario para el sistema de agua potable.
FC 8	Colocación de Tubería Sistema de Agua Potable.	Referido a la construcción de las instalaciones respectivas para la formación de las diferentes áreas del sistema del agua potable.
FC 9	Colocación de accesorios y acabados de la obra en general.	Referido a la conformación de todo lo necesario para la terminación del proyecto y colocación de accesorios como válvulas, codos, tees, uniones, llaves de paso, medidores, etc.

Fuente: (G.A.D.S.J.B, 2015)

Tabla 36. Acciones consideradas en la Fase de operación.

ACCIONES CONSIDERADAS EN LA FASE DE OPERACIÓN		
CÓDIGO	ACCIÓN	DEFINICIÓN
FO 1	Mantenimiento del Sistema de agua potable	Comprenden las acciones involucradas en el mantenimiento de toda la infraestructura que comprende el proyecto del sistema de agua potable.
FO 2	Actividades operativas y administrativas de la planta de tratamiento.	Comprende todas las acciones relacionadas con el control administrativo y operativo de la planta de tratamiento.

Fuente: (G.A.D.S.J.B, 2015)

Tabla 37. Acciones consideradas en la Fase de Abandono.

ACCIONES CONSIDERADAS EN LA FASE DE ABANDONO		
CÓDIGO	ACCIÓN	DEFINICIÓN
FA 1	Desmontaje de Equipos.	Comprende al desmontaje de todos los equipos instalados para la ejecución del proyecto.
FA 2	Rehabilitación del Área	Son acciones o actividades a ejecutar para dejar el lugar de implantación del proyecto en las mismas o mejores condiciones a las encontradas inicialmente.

Fuente: (G.A.D.S.J.B, 2015)

5.5. Metodología de evaluación

Existen varios métodos que ayudan a medir el impacto ambiental de un proyecto a desarrollarse, para iniciar la evaluación se definirá primero las áreas de influencia directa e indirecta que tendrá el proyecto, para posteriormente desarrollar una matriz causa – efecto o también denominada Matriz de Leopold, en donde su análisis según filas posee los factores ambientales que caracteriza el entorno, mientras que según las columnas corresponde a las acciones de las distintas fases.

5.5.1. Área de influencia directa

Se define como área de influencia aquella zona sobre la cual una actividad o acción, genera un impacto o influencia, éste podrá catalogarse como positiva o negativa.

El área de influencia permite definir los límites espaciales en los cuales se efectuará la descripción de la línea base, también permite identificar el área de los efectos ambientales producidos, por la ejecución de una actividad o acción.

El área de influencia para las actividades a desarrollarse durante la ejecución del proyecto, se ha definido en base a criterios físicos, socio – económicos y ambientales. El área de influencia directa está dada por la repercusión que las actividades llevadas a cabo durante la construcción, operación y abandono del proyecto, puedan tener sobre el entorno físico y abiótico circundante como el suelo, aire, flora y fauna.

- **Área de influencia directa sobre el entorno Físico – Biótico**

El suelo ubicado y considerado dentro de las distintas zonas para la implementación del proyecto, es considerado área de influencia directa,

El suelo considerado y ubicado dentro de las zonas para la implementación del proyecto,

se considera como de influencia directa, en caso de presentarse derrames accidentales producto de las actividades de la obra, debido a las excavaciones, disposición final de los desechos, material utilizado para la construcción y aquel que queda como producto de la actividad constructiva.

En el agua subterránea la influencia de impacto puede originarse por vertidos o derrames de sustancias peligrosas, que puede transmitirse a los cuerpos de agua superficial, por la conexión existente a través de las líneas de drenaje, con esto dentro del área de influencia directa que comprende este proyecto, no se identifican cuerpos de agua superficiales que pudieran verse afectados directamente.

El factor biológico se verá afectado por las actividades que se realizarán en la etapa de construcción del proyecto, el cual comprende la remoción de la cobertura vegetal existente a lo largo de la conducción y planta de tratamiento del sistema de agua potable. Para esto se considerará toda la longitud de la tubería de conducción, como el área ocupada por la planta de tratamiento correspondiente.

La calidad del aire se verá afectada debido a la dispersión de las emisiones provenientes de la operación de maquinaria pesada, además, los efectos de ruido serán evidentes para la población del área circundante en donde se vaya avanzando e implementando el sistema de agua potable, de tal manera este factor será influenciado directamente por la puesta en marcha del sistema.

- **Área de Influencia Directa sobre el entorno Socio-económico**

El área de influencia social está dada por los cambios que ocurrirán dentro de la comunidad producto de la construcción, operación y abandono de la obra, en este sentido en el área de influencia directa del proyecto se encuentra la población cercana de interés, la cual presenta un grado de influencia directa por la ejecución del proyecto.

5.5.2. Área de influencia indirecta

- **Área de Influencia Indirecta sobre el entorno Físico- Biótico**

En cuanto al entorno físico y biótico se debe recalcar que la zona se caracteriza por presentar flora y fauna propia del sector, dentro de toda el área que se considera para el proyecto, no se encuentra con áreas naturales de interés ecológico o de importancia biótica.

- **Área de Influencia Indirecta sobre el entorno Socio-económico**

Desde el punto de vista socio-económico, el área de influencia indirecta se considera a aquella área de asentamiento urbano más cercano al lugar, concretamente para este tipo de proyecto no existe ninguna zona urbana cercana, la que más se aproxima es el sector de Santa Rosa.

5.5.3. Método Matriz de Leopold

Para la evaluación de los impactos ambientales se aplicará una Matriz de Leopold en donde sus filas son las condiciones del medio susceptible de recibir impactos y sus columnas son las acciones del proyecto que pueden causar efectos o daños ambientales.

Los factores ambientales a introducir en la matriz de Leopold se agrupan de la siguiente manera:

Tabla 38. Parámetros de la Matriz de Leopold.

Características físico – químicas.	Tierra, agua, atmosfera y procesos
Condiciones biológicas.	Flora y Fauna
Factores culturales	Usos de territorio, recreativos, estéticos y de interés humano, nivel cultural, servicios e infraestructura.
Relaciones ecológicas.	Salinización, eutrofización, vectores de enfermedades, cadenas alimenticias, invasiones de maleza.
Otros	

Fuente: (DELLAVEDOVA, 2011)

- **Valoración de la matriz**

En el desarrollo de la matriz se indica la magnitud del impacto, es decir, el grado de extensión o escala, precedido del signo más o menos (+ o -), si el impacto es positivo o negativo, la magnitud se puntúa del 1 al 10, mientras tanto para indicar la importancia, es decir, el grado de intensidad o grado de incidencia de la acción impactante sobre un factor, se valora del 1 al 10, como se muestra a continuación:

Magnitud

- 1 – 2: Los efectos son fácilmente asumibles por el medio.
- 3 – 4: Son efectos considerables pero asumibles por el medio.
- 5 – 6: Alteración ambiental corregible.
- 7 – 8: Efectos considerables e importantes pero aún corregibles.
- 9 – 10: Efectos irreversibles. No existe posibilidad de corrección. Se considera que las obras o proyecto no pueden ser realizados.

Para el caso de impactos positivos se considerará una escala del 1 al 10.

Importancia

- 1 – 2: La importancia es mínima.
- 3 – 4: Los efectos no suponen gran alteración sobre los factores ambientales.
- 5 – 6: Existe cierta incidencia y efectos sobre los factores ambientales.
- 7 – 8: La relevancia de los efectos es considerable.
- 9 – 10: Afecta a toda la zona.

- **Categorización de los impactos ambientales**

La Categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se ha realizado en base al Valor del Impacto, determinado en el proceso de predicción. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

- I. Impactos no significativos (beneficios): son aquellos impactos de carácter positivos que pueden beneficiar al proyecto
- II. Impactos Bajos (despreciables): son aquellos de carácter negativo con un valor menor a 4.5.
- III. Impactos Medios (significativos): son aquellos de carácter negativo con un valor de menor a 6.5.

- IV. Impactos Altos (altamente significativos): son aquellos de carácter negativo cuyo valor de impacto es mayor o igual a 6.5.

- **Análisis de la matriz**

A continuación se analizará los impactos positivos y negativos causados por las acciones descritas anteriormente, mediante el método escogido, se ha elaborado la matriz, en la que se destacan las celdas en que se producen interacciones proyecto – ambiente.

- **Componente Abiótico**

- a. **Aire**

Se encuentra caracterizado por la calidad del aire y nivel sonoro.

- **Etapas de Construcción**

Correspondiente a la calidad del aire los trabajos de movimiento de maquinaria y equipos; las excavaciones para la implementación del sistema de agua potable y planta de tratamiento; el desalojo de escombros, tierra y otros materiales; la provisión y preparación de materiales, provocarán impactos establecidos entre valores de -1.4, -2.4, -2.4, -1.4, -1.4, los cuales corresponden a impactos de carácter Despreciable, debido a que estas actividades durante esta fase corresponden a impactos eventuales. El nivel sonoro, se verá afectado con una calificación de impacto de carácter despreciable, las actividades consideradas en esta fase corresponden al movimiento de equipos y maquinaria, las excavaciones para la implementación del sistema de agua potable y planta de tratamiento, el desalojo de escombros, tierras y otros materiales, la provisión y preparación de materiales, los acabados en general, se identifican con valores entre -1.4, -3.0, -2.0, -2.0, -2.0, -1.0 sobre los diversos factores ambientales.

- **Etapas de Operación**

La calidad del aire y el nivel sonoro, no se verán afectados ya que por ser un sistema de agua potable pequeño sus impactos son prácticamente nulos.

- Etapa de cierre

El desmontaje de equipos no producirá impactos debido a que no será necesario el montaje o implementación de maquinaria de gran dimensión para la construcción del sistema de agua potable y planta de tratamiento. La rehabilitación del área intervenida generará un impacto de carácter positivo con un valor de 3.0, esto con respecto a la calidad del aire.

El nivel sonoro tampoco no se verá afectado por las actividades consideradas en esta etapa, debido a que todos los procesos que se realicen para el desmontaje será un generador despreciable de ruido.

b. Suelo

El suelo se lo caracteriza por características físico-mecánicas, destrucción de suelos, erosión, permeabilidad.

- Etapa de Construcción

Las características físico mecánicas, destrucción de suelos, erosión y la permeabilidad se verán afectadas de manera despreciable por los trabajos de desbroce y limpieza del terreno, excavación para tendido de tuberías, desalojo de escombros, tierra y otros materiales, la preparación de materiales con un valores relativos de -1.4, -2.4, -2.4, -1.0, -3.0, -1.0, -2.0, -2.0.

Las actividades de replanteo y nivelación, movimientos de equipos y maquinaria, la provisión de materiales, la colocación de tuberías para el sistema de agua potable, como acabados de la obra en general tanto para el sistemas de agua potable como para la planta de tratamiento, no producirán impactos en los subcomponentes del suelo.

En cuanto a la preparación de materiales producirá un impacto despreciable con un valor relativo de -1.0 sobre las características físico-mecánicas debido a cualquier residuo de hormigón que pueda quedar en el suelo.

- Etapa de Operación

Durante esta etapa, los subcomponentes del suelo no se verán afectados por las actividades planteadas en esta fase, debido a que las descargas producto de la planta de tratamiento se lo hará directamente a fuentes superficiales de agua en movimiento.

- **Etapas de cierre**

El desmontaje de equipos no afectará a los factores ambientales del suelo, por lo expuesto con anterioridad. La rehabilitación del área intervenida para la construcción del sistema de agua potable producirá impactos positivos sobre el factor ambiental erosión y permeabilidad, con un valores relativos de 3.5 y 3.0.

c. Agua

El subcomponente agua, se encuentra caracterizado por: calidad del agua.

- **Etapas de Construcción**

La calidad del agua se verá afectada por las acciones limpieza y desbroce del terreno para la implementación del sistema de agua potable como para la planta de tratamiento, las excavaciones para tendido de tuberías así como para planta de tratamiento, la preparación de materiales, con impactos despreciables de valoración -1.0, -1.4, -1.7 respectivamente.

Las demás acciones consideradas en nuestro análisis no provocarán impactos directos de ningún tipo a la calidad del agua.

- **Etapas de Operación**

La calidad del agua no se verá afectada por las actividades de mantenimiento del sistema ni de la planta de tratamiento. La otra acción o actividad considerada tampoco generará afectación a la calidad del agua por su interferencia indirecta.

- **Etapas de cierre**

Durante esta etapa de cierre y abandono, las actividades consideradas: desmontaje de equipos y la rehabilitación de las áreas afectadas, no podrían ocasionar impactos de carácter negativo de manera directa y relacionados con la evaluación planteada ya que el retiro o desmontaje de todo lo que comprende el proyecto no generará descargas o infiltraciones que puedan causar alteración a la calidad del agua. Hay que mencionar también que dentro de la comunidad inmersa en el proyecto no se identifican cuerpos de agua superficial representativos.

Componente Biótico

a. Flora

Se halla caracterizado por: árboles y arbustos.

- Etapa de Construcción

Las diferentes acciones consideradas: desbroce y limpieza del terreno establecido para la construcción del sistema de agua potable, las excavaciones para la implementación de las tuberías, el desalojo de escombros y materiales producto de las excavaciones, la preparación de materiales para la implementación de la planta de tratamiento, generarán impactos de carácter despreciable con valores relativos de -1.4, -1.0, -2.4, -1.4 por las características del lugar donde se ejecutarán éstas actividades.

- Etapa de Operación

Debido a que en la etapa de construcción se presenta la intervención a la flora del área circundante al proyecto, por tal motivo dentro de la etapa operativa no se generará ningún tipo de afectación o de impactos directamente relacionados a la alteración de árboles y arbustos.

- Etapa de cierre

Dentro de la correspondiente etapa no se identifica impactos de carácter negativo sobre este componente ambiental; pero si un impacto positivo debido a la rehabilitación del área intervenida con un valor relativo de 3.5.

b. Fauna - Ecosistemas

El subcomponente fauna, se encuentra caracterizado por: fauna terrestre y acuática.

- Etapa de Construcción

Las acciones consideradas: desbroce y limpieza del terreno establecido para la construcción del sistema de agua potable, las excavaciones para la implementación de las tuberías, la preparación de materiales para la implementación de la planta de tratamiento, generarán impactos de carácter despreciable sobre la fauna, identificados con los valores -1.4, -1.4, -1.0.

- **Etapas de Operación**

En esta etapa se registra un impacto de carácter despreciable dirigido a la fauna terrestre debido al mantenimiento del sistema de agua potable con ponderación relativa de -1.0, producto de las actividades del mismo.

- **Etapas de cierre**

En la rehabilitación del área se identifican impactos positivos sobre los mencionados factores con una valoración de 2.4 respectivamente, ya que mediante esta actividad se trata de regenerar a estos componentes. El desmontaje de equipos no generará impactos.

Componente Antrópico

a. Medio Perceptual

El subcomponente medio perceptual se halla caracterizado por: paisaje y morfología.

- **Etapas de Construcción**

Las diferentes acciones consideradas en esta etapa, únicamente generarán impactos negativos despreciables sobre el paisaje, lo cual es comprensible si se considera que el proyecto se implantará sobre una zona que ya presenta intervención, sin embargo se destaca en las acciones desbroce y limpieza del terreno, el movimiento de equipos y maquinaria, la excavación para tendido de tuberías, el desalojo de tierras producto de excavaciones, la provisión y preparación de materiales generará impactos despreciables con valoraciones relativas de -1.4, -1.4, -3.5, -3.0, -1.4 y -1.0.

La morfología se verá afectada por el desbroce y limpieza del terreno para la implementación del agua potable como de la planta de tratamiento con un valor despreciable de -1.0, de igual manera en las acciones de excavación para tuberías, el desalojo de tierras y escombros con valores ponderados de -2.4, -2.0.

- **Etapas de Operación**

Durante la etapa de operación, el mantenimiento del sistema de agua potable, así como las actividades operativas y administrativas no generarán ningún impacto sobre la zona de influencia del proyecto.

- Etapa de Cierre

En esta fase las acciones de rehabilitación del área de influencia y desmontaje de equipos producirán impactos positivos sobre el paisaje con valores relativos de 2.0 y 4.5. Los demás factores ambientales no experimentarán ningún tipo de impacto durante esta etapa.

b. Infraestructura

La infraestructura del área de influencia del proyecto ha sido caracterizada por la red vial. Debemos indicar que cerca de la zona del proyecto del sistema de agua potable se encuentra ubicado el Proyecto Hidroeléctrico Mazar.

- Etapa de construcción

El desalojo de escombros, tierra, y otros, la provisión y preparación de materiales para la construcción generan impactos negativos sobre la red vial debido a que en todas estas actividades es necesario el uso de vehículos y maquinaria, pero por la magnitud de nuestro proyecto se consideraron irrelevantes estas acciones, ya que el flujo vehicular que se genere producto de las mismas será mínimo.

Por lo expuesto con anterioridad la única acción que producirá un impacto de carácter despreciable con un valor de -3.0 será la excavación para el tendido de tuberías (red de distribución) debido a que la red vial es de primer orden. Las demás acciones consideradas no generarán impactos negativos.

- Etapa de operación

En cuanto a las afectaciones a la red vial se ha detectado que no se producirán impactos por actividades de mantenimiento y limpieza del sistema, así como por gestiones o labores administrativas y operativas.

- Etapa de cierre

Dentro de las actividades propuestas o planteadas para la rehabilitación del área de influencia, se deberá reconstruir el tramo de vía que se verá afectado producto de las excavaciones para el tendido de tubería, generándose de esta manera un impacto positivo con un valor relativo de 3.0, por la importancia que tiene la misma para la comunidad y el austro en general.

c. Humanos

Este subcomponente ambiental ha sido caracterizado por: calidad de vida; tranquilidad y armonía de la población; seguridad laboral, suspensión de servicios básicos.

- Etapa de Construcción

Las diferentes acciones consideradas generarán únicamente impactos negativos de carácter despreciable sobre los factores ambientales señalados anteriormente, con valores relativos menores a -2.0; lo cual es comprensible si se considera que el proyecto se implantará sobre una zona que presenta localidades de bajo índice poblacional y presenta también terrenos sin presencia considerable de asentamientos humanos dentro del área de influencia directa del proyecto.

- Etapa de Operación

Durante esta etapa se identifica impactos considerados como despreciables, por las mencionadas actividades, sobre los diversos factores ambientales con valores de ponderación de -2.0 respectivamente.

- Etapa de cierre

El desmontaje de equipos del sistema de agua potable sanitario y rehabilitación del área de influencia, generará impactos positivos sobre el factor ambiental calidad de vida y tranquilidad y armonía con valores ponderados de 4.0 y 4.0, mientras que, en los demás factores ambientales no se producirá ningún tipo de impacto.

d. Economía

Los aspectos socioeconómicos se encuentran caracterizados por los siguientes factores ambientales: generación de empleo y valor del suelo.

- Etapa de Construcción

Las acciones consideradas durante la etapa de construcción generarán un impacto negativo de carácter despreciable de ponderación -1.4. Las demás acciones definidas para la fase constructiva no generarán impactos negativos de ningún tipo.

Se generarán impactos de ponderación positiva sobre el factor ambiental generación de empleo ya que todas sus actividades son generadoras directas o indirectamente de

este factor la valoración está dada con ponderaciones de 1.4, 2.4, 2.0, 3.5, 2.4, 3.0, 3.5, 2.4, 2.0 respectivamente.

- Etapa de Operación

Las actividades como la presencia y mantenimiento del sistema de agua potable y las actividades operativas y administrativas de la planta de tratamiento no generan impactos negativos de ninguna clase debido a la función que presentan las diferentes actividades sobre estos factores ambientales.

Las actividades contempladas en esta etapa generarán impactos positivos sobre el factor citado (Generación de empleo) ya que por el concepto del proyecto estas serán beneficiosas para el área de influencia directa del mismo, los valores representativos citados en esta actividad presentan ponderaciones de 2.4, 2.4 relativamente.

- Etapa de cierre

Las diferentes acciones de esta fase generarán impactos de carácter positivo sobre los factores ambientales generación de empleo y valor del suelo ya que se identifica valores de 2.0, 2.4 y 3.0 respectivamente ya que las actividades citadas se relacionan directamente con estos factores ambientales.

5.6. Resultados del estudio de impacto ambiental

Tabla 39. Resultados de la matriz de Leopold.

MATRIZ CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS																		
VALORACIÓN				ACCIONES														
				FASE DE CONSTRUCCIÓN									FASE DE OPERACIÓ		FASE DE ABANDON			
				Replanteo y Nivelación	Desbroce, Limpieza del	Movimiento de equipos y	Excavación para tendido de	Desalajo de escombros,	Provisión de materiales	Preparación de Materiales	Colocación de Tuberías	Acabados de la Obra en general	Mantenimiento del Sistema	Actividades operativas y	Desmontaje de Equipos.	Rehabilitación del área		
FACTORES AMBIENTALES	ABIÓTICO	AIRE	Calidad del Aire		X	X	X	X	X	X			X				X	8
			Nivel sonoro			X	X	X	X	X		X			X			7
		SUELOS	Características físico-mecánicas		X		X	X		X								4
			Destrucción de suelos				X	X										2
			Erosión		X											X		2
			Permeabilidad		X		X	X			X							4
	AGUA	Calidad del Agua		X		X			X			X				X	5	
	BIÓTICO	FLORA	Árboles, arbustos		X		X	X		X							X	5
		FAUNA	Terrestre, acuática		X	X	X	X		X			X				X	7
	ANTRÓPICO	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje		X	X	X	X	X	X						X	X	8
			Morfología		X		X	X										3
		INFRAESTRUC TURA	Red Vial			X	X				X							3
		HUMANOS	Calidad de Vida														X	1
			Seguridad laboral				X				X	X	X					4
			Tranquilidad y armonía			X	X				X		X	X		X	X	7
			Suspensión servicios básicos				X											1
		ECONOMÍA	Generación de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13
	Valor del suelo						X									X	2	
				1	10	7	15	11	4	10	4	4	5	1	4	10	86	

Fuente: Autora

De acuerdo a la metodología utilizada el valor más alto que puede tener un factor ambiental por efecto de una acción ambiental será de magnitud ± 10 e importancia 10, por consiguiente su producto máximo será ± 100 , según sea el caso. En la matriz de caracterización de impactos se determinó 86 acciones, por lo que el máximo valor negativo que pudiera producirse en la matriz será de -86, y el valor máximo positivo será de +86. De acuerdo con estos criterios se estableció la siguiente escala:

Figura 1. Escala para medir el impacto ambiental.

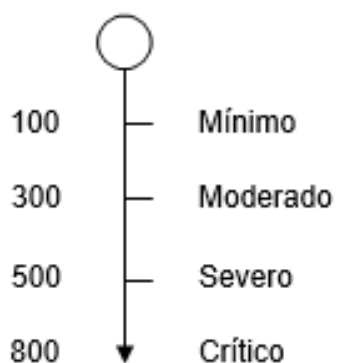


Figura 13. Escala para medir el impacto ambiental.

Fuente: (DELLAVEDOVA, 2011)

Con el estudio realizado concluimos que la construcción del Sistema de Agua Potable para la comunidad de Kutukus es viable desde el punto de vista ambiental, debido a que genera un **IMPACTO MÍNIMO** en el medio ambiente.

CAPÍTULO VI

PRESUPUESTO REFERENCIAL Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1. Presupuesto general

El presupuesto es un documento contractual que constituye un instrumento importante para la ejecución de un proyecto, es el costo aproximado de una obra. Para determinar este costo es necesario conocer los rubros de cada proyecto, es decir, las actividades que se realizarán, también es necesario determinar la cantidad que se realizará para cada rubro.

Una vez culminado con el diseño del sistema de agua potable, se procede a determinar el presupuesto general y el análisis de precios unitarios, para ello se utilizó el software INTERPRO con las cantidades de obra y rubros que tiene el proyecto.

6.2. Análisis de precios unitarios.

La base de datos para realizar el presupuesto referencial y el análisis de precios unitarios pertenece al GAD del cantón San Juan Bosco.

Para el análisis de precios unitarios se analizaron los costos directos e indirectos, y considerando una utilidad para el Contratista.

Los costos directos son todos aquellos que intervienen directamente en la ejecución o construcción de la obra o proyecto como: equipo/ herramientas, materiales, transporte y mano de obra.

Para establecer los costos directos del rubro, hay que analizar su participación dentro del proyecto, su unidad, precio, cantidad, rendimiento para la mano de obra y equipo, y distancia para transporte.

Los costos indirectos son generados por recursos que son difíciles de cuantificar su participación exacta en un rubro, dentro de estos costos indirectos puede estar estudios, planificación, diseños, gastos administrativos y financieros, fiscalización.

La utilidad del contratista está incluida dentro de los costos indirectos como un porcentaje adicional.

6.3. Especificaciones técnicas

El desarrollo de las especificaciones técnicas son normas o disposiciones que se plantean para la ejecución del proyecto, estas normas permiten el correcto funcionamiento del proyecto, además se definen todas las exigencias y procedimientos de construcción que deberá seguir el constructor. Este documento servirá de guía para el fiscalizador, para controlar el avance de la obra, calidad de los materiales y formas de pago, tiene por objeto vigilar y cuidar los intereses de la entidad contratante.

Las especificaciones técnicas utilizadas para este proyecto, se tomó como base las especificaciones técnicas proporcionadas por el GAD del cantón San Juan Bosco, por el departamento de obras públicas.

CAPITULO VII

PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La elaboración de un plan de operación y mantenimiento permite aumentar la vida útil del sistema, de modo que no se vea afectada la calidad del agua, para ello se debe realizar un mantenimiento adecuado. En este manual se encuentran las principales actividades a seguir para una adecuada operación y mantenimiento de las obras que son parte del sistema de agua potable, con el objeto de que tengan un correcto funcionamiento durante el tiempo para el cual fueron diseñados.

Existen tres clases de mantenimiento, el mantenimiento planificado o también denominado preventivo, que incluye todas las actividades preventivas y predictivas, también está el mantenimiento de emergencia y el mantenimiento correctivo.

7.1. Mantenimiento planificado o preventivo

Este tipo de mantenimiento es el que se realiza con la finalidad de evitar problemas en el funcionamiento de los sistemas y obras hidráulicas correspondientes. (LARRY W. MAYS, 2002)

7.2. Mantenimiento de emergencia

El mantenimiento de emergencia es aquel que se realiza cuando los sistemas o equipos, han sufrido daños por causas imprevistas como accidentes, y requieren de solución inmediata para que el sistema se ponga nuevamente en operación. (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2004)

7.3. Mantenimiento correctivo

Dentro del mantenimiento correctivo están las actividades y acciones que se realizan para reparar daños que no se han podido evitar con el mantenimiento preventivo. (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2004)

7.4. Operador

Es la persona calificada y responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable. (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2004)

Las actividades que debe cumplir el operador son las siguientes:

- Operar y mantener en condiciones adecuadas el servicio así como los equipos instalados.
- Inspeccionar periódicamente cada elemento o componente que integra el sistema de agua potable.
- Presentar informes mensualmente del trabajo realizado y del estado general del sistema.
- Responder ante el comité/comisión sobre el estado general del sistema.
- Informar al comité/comisión sobre las necesidades de adquisición de nuevos materiales, repuestos y herramientas para el correcto funcionamiento del sistema.

7.5. Captación

Operación

- Previo a la puesta en marcha la captación, deberá hacerse la limpieza y desinfección de la caja que reunirá el agua.
- Inspeccionar la calidad del agua en la captación que no exista presencia de basura y desechos que alteran la calidad del agua.
- Supervisar las válvulas de pase (abrir o cerrar) para regular el caudal.
- Lavar, limpiar y desinfectar el interior de la caja de captación antes de la puesta en marcha del sistema.

Mantenimiento

Actividades a realizarse cada mes.

- Revisar la caja de captación para evitar que se introduzcan sedimentos a la tubería de salida.
- Revisar la estructura de captación para verificar si hay grietas o filtraciones, si en caso de que existiera se procederá a la reparación inmediata.
- Revisar la tubería de salida para evitar fugas o taponamientos.

- Inspeccionar el área alrededor de la captación para eliminar basura, desechos y limpieza en general.
- Revisar el cerramiento de protección, en caso de existir daños repararlos inmediatamente.

Actividades a realizarse cada seis meses.

- Desinfectar con cloro la caja de captación y los elementos que la componen.

7.6. Conducción

Operación

- Previo a la puesta en marcha la línea de conducción, se debe realizar la desinfección de la tubería, esto se hará únicamente cuando se pone en operación por primera vez.
- Verificar el funcionamiento normal de la conducción.
- Revisar las tuberías para descartar posibles roturas.
- Controlar y evitar que las tuberías de PVC queden expuestas, cuando se tenga profundidad de excavaciones pequeñas.

Mantenimiento

Actividades a realizar cada mes.

- Revisar la tubería de conducción para controlar la presencia de fugas o taponamientos de la tubería.
- Revisar los tanques rompe presión para el control de grietas y filtraciones, en caso de presentar estos problemas repararlos inmediatamente.
- Verificar el correcto funcionamiento de válvulas.
- Observar si hay deslizamiento o hundimientos del terreno para que no se vea afectada a tubería.
- Observar si existen conexiones ilícitas.
- Verificar si existen obstrucciones en las válvulas.

Actividades a realizarse cada trimestre.

- Lavar el interior de los tanques rompe presión.
- Limpieza de los exteriores de los tanques rompe presión.

- Limpieza de los alrededores del área donde se encuentra instalada la tubería retirando basura, hojas, entre otros, con el objetivo de facilitar la inspección.
- Verificar si existen lugares en los cuales la conducción no esté instalada a suficiente profundidad.

Actividades a realizarse cada semestre.

- Desinfectar el interior de los tanques rompe presión con cloro, o realizar esta actividad cuando se haya realizado alguna reparación.
- Inspección del funcionamiento hidráulico y mantenimiento de la línea.

7.7. Planta de Tratamiento

Operación

- Control del caudal a ser clorado.
- Medir la solución del químico que va a utilizar
- Preparación y aplicación de la dosificación.
- Control y registro del cloro residual.

Mantenimiento

Actividades a realizarse semanalmente.

- Limpieza y control de los dosificadores y equipos de control de cloración.

Actividades para el filtro lento

Previo a la puesta en marcha del filtro se debe realizar las siguientes actividades.

- Iniciar la operación del filtro lento con el 25% del caudal y manténgalos así durante 3 semanas.
- Si al cumplir las tres semanas la turbiedad del agua es menor que 5, aumente el caudal hasta la mitad (50%) y manténgalos así otras tres semanas.
- Si al cumplir seis semanas de estar funcionando, la turbiedad continúa siendo menor que 5, aumente el caudal al 75% y manténgalos así por tres semanas más.
- Si al cumplir las 9 semanas, la turbiedad es menor que 5, poner a funcionar los filtros con el caudal normal.
- Si al cumplir cada período de 3 semanas encuentre que la turbiedad del agua a la salida del filtro lento es mayor que 5, continúe operando el filtro con el

mismo caudal que tiene en ese momento, hasta que la turbiedad sea menor o igual que 5.

- Recuerde asegurar la desinfección del agua que sale de los filtros lentos; si esto no es posible, avise a la comunidad para que hierva el agua.
- Debe asegurarse de seguir esta secuencia para evitar que se queden atrapadas burbujas de aire en la arena que luego no dejarán que el agua se filtre.
- Llene el filtro por la cámara de salida utilizando agua limpia.
- El agua debe entrar por la tubería del fondo del filtro, hasta que el nivel de agua esté por encima de la arena.
- Abrir la válvula de entrada de agua al filtro y la de salida al tanque de almacenamiento mantenga el filtro lento trabajando con este caudal durante 24 horas.
- Asegúrese de realizar la desinfección del agua que sale de los filtros lentos. Si esto no es posible, bote el agua que sale del filtro raspado, durante estas 24 horas.
- Es importante registrar en qué fecha se raspo el filtro, para tener control sobre su funcionamiento.

Tareas en el filtro lento

a) Control y registro diario del caudal de entrada.

Todo Filtro Lento ha sido diseñado para trabajar con una cantidad de agua determinada. Para saber si está funcionando bien hay que medir en la regla de aforo el caudal que está entrando al filtro. Si el caudal no es el adecuado, controlar con la válvula de entrada.

Registre el caudal de entrada para controlar el funcionamiento del filtro.

b) Medición y registro diario de la turbiedad del agua.

La medición de la turbiedad se realiza en la cámara de salida del Filtro Lento utilizando el turbidímetro. El agua que sale del filtro debe tener una turbiedad menor de 5 unidades.

Si no hay turbidímetro, se puede comparar el agua que llega (cámara de entrada) y el agua que sale (cámara de salida) del filtro utilizando dos vasos de cristal. Es importante

registrar la turbiedad del agua para controlar el funcionamiento del filtro y tomar decisiones sobre su operación y mantenimiento.

c) Retiro diario del material flotante

Retire con una nasa o colador de cabo largo las hojas, palos a algas que flotan en el filtro, para evitar que se peguen a la arena. Asegúrese de ubicar este material en un sitio adecuado para las basuras.

d) Revisión y registro diario de la pérdida de carga.

La pérdida de carga se produce a medida que la capa biológica se hace más gruesa y se observa cuando el nivel del agua en el filtro se aumenta.

Si al observar el filtro la pérdida de carga es tan alta que el nivel de agua está a la altura del rebose, es el momento de hacer el Raspado del filtro.

Registre la pérdida de carga del día, para tener control sobre el funcionamiento del filtro.

e) Limpieza de las canaletas y cámaras de entrada

Por lo menos una vez a la semana debe efectuar la limpieza de las canaletas y cámaras de entrada. Para realizar la limpieza de las canaletas y cámaras de entrada se realiza lo siguiente:

- Destape los desagües de las canaletas y cámaras de entrada.
- Cepille las paredes, el fondo de las canaletas, los vertederos y las cámaras de entrada y enjuague.
- Coloque de nuevo los tapones en los desagües para poner a funcionar el filtro.

f) Raspado del filtro lento

El Filtro Lento se debe raspar cuando la pérdida de carga es tan alta que el nivel de agua ha llegado al rebose raspar el filtro lento es quitarle parte de los microorganismos que se acumulan en la superficie de la arena para que el agua se vuelva a filtrar fácilmente.

Como los microorganismos se acumulan en la superficie de la arena, es suficiente con raspar 2 o 3 centímetros de arena en toda la superficie del filtro. Esta arena se lava. Para realizar el raspado del filtro se realiza las siguientes actividades:

- Aliste y lave los implementos de lavado

Los palines, baldes, botas y la carreta que se van a utilizar deben lavarse muy bien antes de empezar el raspado para evitar que la suciedad que tengan afecte la capa biológica.

- Suspende la entrada de agua al filtro

Cierre la entrada de agua al filtro que va a lavar y la salida al tanque de almacenamiento.

- Lave las canaletas y las cámaras de entrada y salida

Destape los desagües de las canaletas y cámaras, cepille y enjuague el fondo y las paredes.

- Limpie las paredes del Filtro

Desprenda el material pegado a las paredes internas del filtro utilizando un cepillo de cabo largo.

- Raspe el Filtro

Vacíe el agua acumulada sobre la arena utilizando el cuello de ganso. Abra la válvula de desagüe del filtro para completar el vaciado hasta que la superficie de la arena quede seca. Coloque las tablas limpias sobre la arena para pararse y poner los baldes y los palines. Raspe con el palín dos centímetros de arena en toda la superficie del filtro. Lleve la arena que sacó del filtro a la cámara de lavar. Empareje la superficie de la arena utilizando una llanta (tabla Lisa con cabo largo).

g) Lavado de arena

La arena que se seca del Filtro Lento debe lavarse el mismo día que se realiza el raspado para evitar que los microorganismos que contiene se descompongan y produzcan malos olores. Esta arena debe quedar muy limpia y se debe almacenar para que se pueda volver a usar en el rearenamiento del filtro. Para facilitar esta labor es mejor lavar la arena en pequeñas cantidades.

Para el lavado de arena realice las siguientes actividades.

- Ponga una cantidad pequeña de arena en la cámara de lavado, abra la llave y revuelva con una pala hasta que el agua salga clara.
- Para comprobar si está bien lavada, eche arena y agua en botella de cristal limpia y agite, espere que desaparezcan las burbujas y mire si el agua está clara.
- Una vez lavada la arena, déjela secar en la cámara de lavado o en un sitio limpio.
- Cuando la arena esté seca guárdela en la caseta de almacenamiento. Allí debe permanecer hasta que se vaya a usar en el rearenamiento.

Rearenamiento del filtro lento

- Al comienzo el Filtro Lento tiene 1 metro de arena fina y después de varias raspadas, la arena de los filtros llega a su nivel mínimo (69 centímetros). En muchos filtros esta se puede ver cuando se llega a la primera señal roja marcada en una de las paredes del filtro. Cuando esto ocurre hay que rearenar el filtro para completar su máximo de 1 metro. Para realizar el rearenamiento del filtro se debe seguir los siguientes pasos:
- Avise a la Entidad Administradora y planifique con ellos la fecha para realizar esta actividad.
- Aliste los implementos y herramientas que van utilizar: palas, baldes, carreta y botas.
- Raspe el filtro de la misma manera como lo hace en la tarea periódica, pero vaciando completamente el agua del filtro.
- De acuerdo al tamaño del filtro divida la superficie en varias partes y rearen una por una. Saque la arena de una parte del filtro y amontónela a un lado.
- No saque la arena gruesa ni la grava que están en el fondo.
- Nivele con una llana (tabla lisa con cabo largo) la superficie del filtro.
- Ponga a funcionar el filtro llenándolo por la cámara de salida con agua limpia de otro Filtro Lento. El agua debe entrar por la tubería del fondo del filtro, hasta que el nivel del agua esté por encima de la arena.
- Abra la válvula de entrada de agua al filtro que rearenó y controle que sólo entre la mitad del caudal.

- El resto del caudal debe entrar al otro filtro lento.
- Deseche el agua que sale del filtro que rearenó por un periodo mínimo de 15 días.

Desinfección

Equipo hipoclorador de sodio

- Limpiar los dosificadores, orificios y tuberías pequeñas.
- Si existen tuberías obstruidas repararlas inmediatamente.

7.8. Tanque de almacenamiento

Operación

- Previa a la puesta en marcha del sistema debe abrir y/o cerrar válvulas de pase ubicadas en las tuberías de entrada y salida del tanque.

Mantenimiento

Actividades a realizarse cada mes.

- Limpiar los alrededores del tanque de almacenamiento como maleza, basura y desechos para facilitar la inspección.
- Verificar la estructura de almacenamiento para determinar la presencia de fugas y grietas en los muros o losas, en caso de presentarse estos daños proceder a la reparación inmediata.
- Manipular las válvulas dándole unos pequeños con la finalidad de que no se endurezcan con el paso del tiempo, de ser posible colocar gotas de aceite.
- Revisar la seguridad de la estructura, que su tapa de inspección esté cerrada y asegurada con un candado para evitar el ingreso de animales y desechos al interior del tanque.

Actividades a realizarse semestralmente.

- Limpieza y desinfección del interior (paredes y losa) del tanque, o cuando se haya realizada alguna reparación se procederá a esta acción.
- Pintar la escalera de acceso, la tapa de inspección, paredes externas y el techo del tanque de almacenamiento.

7.9. Red de distribución

Operación

- Previo a la puesta en marcha del sistema, en la red de distribución debe hacerse la limpieza y desinfección de la tubería, se hará únicamente cuando la red de distribución se pone en operación por primera vez.
- Abrir válvulas para la distribución del agua de acuerdo a la red.

Mantenimiento

Actividades a realizarse cada mes.

- Revisar todas las conexiones individuales para corregir fugas de aguas tanto en tuberías y válvulas
- Revisar la red de distribución para detectar roturas de tuberías y válvulas.
- Realizar la inspección sanitaria y el monitoreo de la calidad del agua para determinar la concentración de cloro.
- Abrir las válvulas de limpieza en las menores horas de consumo, para eliminar los depósitos.
- Inspección de conexiones clandestinas.

7.10. Conexiones domiciliarias

Mantenimiento

Se debe supervisar constantemente que:

- La tubería de conexión no esté sobre la tierra.
- Que el medidor de agua no esté cubierto con lodo o desechos.
- Verificar que las llaves de agua este en correcto funcionamiento.

7.11. Medidor de agua

Mantenimiento

- Mensualmente cuando se realice la lectura de los medidores, se debe verificar que no existan fugas.
- Limpieza general de las cajas y los medidores.

- Verificar que el medidor esté funcionando correctamente.

Todas las medidas redactadas anteriormente están basadas en:

(MANUAL DE ADMINISTRACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO)

(ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD, 2004)

(COMISION NACIONAL DEL AGUA MEXICO, 2007)

(MOLINA N., BARRIOS, & CERRON, 2009)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones:

- Para la elaboración del diseño se tomaron en cuenta las recomendaciones y especificaciones descritas en la normativa del Código ecuatoriano de la Construcción; Diseño de instalaciones Sanitarias, cumpliendo así con todos los parámetros y criterios de diseño establecidos.
- Al ser la fuente de abastecimiento, una fuente subterránea, se diseñó una cámara para la recolección del agua, para un caudal de 0.27 lt/s.
- Debido a la topografía del sector se optó por colocar dos tanques rompe presiones en la línea de conducción, así como también la implementación de dos válvulas de aire y una válvula de purga, para un mejor funcionamiento del sistema.
- De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental realizado, el presente proyecto es factible ya que los impactos negativos que se generarán durante las etapas de construcción y abandono son mínimos, es decir no causan daños importantes en el ecosistema, ni a la comunidad.
- Según el análisis físico, químico y bacteriológico realizado, se determinó que la calidad del agua a captar es relativamente buena, por lo que para su purificación se diseñó un filtro lento de arena y grava, y para completar su proceso de purificación, la desinfección se realizara mediante hipoclorito de sodio.

Recomendaciones:

- Una vez culminada la etapa de construcción del sistema, se recomienda realizar mantenimiento preventivo y correctivo, de acuerdo al manual de operación y mantenimiento, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y su vida útil para el periodo de diseño.
- Capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.
- Realizar de manera periódica análisis de calidad del agua para verificar el buen funcionamiento de la planta de tratamiento, y de más accesorios.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUERO Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales* . Lima.
- C.E.C., D. d. (1997). *Código Ecuatoriano de la Construcción. (C.E.C), Diseño de Instalaciones Sanitarias: Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Quito.
- COMISION Nacional del Agua Mexico. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México.
- CORCHO Romero, F. H., & DUQUE Serna, J. I. (1997). *Acueductos teoria y diseño*. Medellin: Universidad de Medellin.
- DELLAVEDOVA, M. G. (2011). *Guia Metodologica para la Evaluacion de Impacto Ambiental*. La plata.
- G.A.D.S.J.B, S. J. (28 de 3 de 2015). *SAN JUAN BOSCO*. Obtenido de <http://www.sanjuanbosco.gob.ec>
- INAMHI. (21 de 04 de 2015). *Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia*. Obtenido de www.serviciometeorologico.gob.ec
- INEC. (22 de ABRIL de 2015). *Instituto Nacional de Estadisticas y Censos (INEC)*.
- LARRY W. Mays. (2002). *Manual de Sistema de Distribucion de Agua*. Madrid: McGraw-Hill.
- LÓPEZ Cualla, R. A. (2003). *Elemetos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- MARRON, C. (1999). *Plantas de tratamiento por filtracion*. Lima: ITDG.
- MOLINA N., A., Barrios, C., & Cerron, W. (2009). *Manual de Operacion y Mantenimiento y Desinfeccion Sanitaria*. Lima.
- ORGANIZACIÓN Panamericana de salud. (2004). *Operacion y Mantenimiento para lineas de conduccion e impulsion de sistemas de abastecimiento de agua ruraL*. Lima.
- ROMERO Rojas , J. A. (2006). *Purificacion del agua*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- ROMERO Rojas, J. A. (2005). *Calidad de agua*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- SALUD, O. P. (18 de 06 de 2015). *Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental* . Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo5.pdf>

SANCHEZ, L. D., Sanchez, A., Galvis, G., & Latorre, J. (2007). *Filtracion en multiples etapas*. Cali: Cinara.

W. MAYS, L. (2000). *Manual de sistemas de distribucion de agua*. Madrid: Mc Graw Hill.