



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
Ingeniero Civil**

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
DE LA “COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO” DE LA PARROQUIA  
RURAL DE EL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO,  
PROVINCIA DE PICHINCHA**

**Autor: Patricio Javier Tipán Charro**

**Director: Ing. Hernán Toledo Jaramillo**

**Quito, Julio de 2015**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Hernán Toledo Jaramillo**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el trabajo de titulación con el tema: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA “COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO” DE LA PARROQUIA RURAL DE EL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA”** del estudiante Patricio Javier Tipán Charro, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, 27 de julio de 2015

EL TUTOR



---

Ing. Hernán Toledo Jaramillo  
C.C.: 1103214985

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Patricio Javier Tipán Charro, con cédula de ciudadanía No. 1713201760, declaro que el trabajo de titulación denominado: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA “COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO” DE LA PARROQUIA RURAL DE EL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA”**, es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Quito, 27 de julio de 2015

EL AUTOR



---

Patricio Javier Tipán Charro  
C.C.: 1713201760

## DEDICATORIA

Con profundo amor, afecto y gratitud a Dios y a la Virgen María en la advocación de El Quinche, y de El Cisne, por bendecirme y darme la fuerza necesaria para no desistir ante las adversidades y ser mi confort en instantes difíciles.

A mi esposa Myriam Irene, a mis hijos Marcos y Michael, quienes me han apoyado incondicionalmente, desde el principio brindándome su valioso tiempo, su voz de aliento, ustedes son el motor principal de mi existencia, les dedico cada día de esfuerzo para alcanzar el objetivo anhelado.

A mi madre María Teresa, quien toda su vida ha demostrado mucha valentía para salir adelante, por su sacrificio, comprensión y aliento.

A mis suegros Carlos y Rosa, por su apoyo incondicional en todo momento.

A todos ustedes dedico el resultado de mi esfuerzo.

Patricio Javier Tipán Charro

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Internacional del Ecuador, por haberme proporcionado la oportunidad de finalizar mi carrera universitaria, educarme y formarme como profesional en sus aulas.

De manera especial al ingeniero Hernán Toledo Jaramillo, tutor del presente trabajo, quien con su predisposición y amabilidad, sin restricción de tiempo ha proporcionado sus valiosos conocimientos, para el desarrollo de este proyecto.

De forma general a todas las personas, compañeros, amigos y colegas, que de una u otra forma contribuyeron desinteresadamente en la elaboración del presente trabajo, Dios les pague.

Para ustedes mi gratitud y respeto.

Patricio Javier Tipán Charro

## ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE CUADROS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
ÍNDICE DE PLANOS.....	xviii
RESUMEN .....	xix

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I .- GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. EL PROBLEMA.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.5. SISTEMATIZACIÓN.....	3
1.6. IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.7. OBJETIVOS.....	4
1.7.1. Objetivo General .....	4
1.7.2. Objetivos Específicos.....	4
1.8. ALCANCE .....	5
1.9. IMPACTOS DEL ESTUDIO.....	5
1.9.1. Impacto Social .....	5
1.9.2. Impacto Práctico .....	6
1.9.3. Impacto Ecológico y Ambiental .....	6
1.10. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	7
1.10.1. Hipótesis .....	7
1.10.2. Variables Independientes.....	7
1.10.3. Variables Dependientes .....	7

1.11. PROYECCIÓN SOCIAL .....	8
1.11.1. Diagnóstico .....	8
1.11.2. Política y Lineamientos .....	8
1.11.3. Metas .....	9
<b>CAPÍTULO II .- MARCO DEL PROYECTO.....</b>	<b>10</b>
2.1. MARCO DEL PROYECTO .....	10
2.1.1. Ubicación Geográfica .....	10
2.1.2. Coordenadas Geográficas .....	10
2.1.3. Límites .....	10
2.1.4. Datos Importantes .....	11
2.2. TOPOGRAFÍA.....	11
2.2.1. Orografía .....	11
2.2.2. Hidrología .....	12
2.3. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE .....	13
2.3.1. Abastecimiento de Agua .....	13
2.3.2. Energía Eléctrica, Telefonía e Internet .....	13
2.3.3. Recolección y Desalojo de Desechos Solidos .....	14
2.3.4. Alcantarillado .....	14
2.3.5. Infraestructura Vial .....	16
2.3.6. Otros Servicios .....	17



2.4. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS, CULTURALES .....	17
2.4.1. Actividades Económicas .....	17
2.4.2. Ingresos Económicos al Núcleo Familiar .....	18
2.4.3. Tipo de Vivienda .....	19
2.4.3. Aspecto Cultural .....	20
<b>CAPÍTULO III .- TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE .....</b>	<b>22</b>
3.1. TRABAJOS DE CAMPO .....	22
3.1.1. Estudios Topográficos .....	22
3.1.2. Levantamiento Topográfico .....	22
3.1.3. Monumentación .....	23
3.1.4. Equipo Utilizado .....	24
3.2. BASES DE DISEÑO.....	25
3.2.1. Tipo de Sistema .....	25
3.2.2. Periodo de diseño .....	26
3.2.3. Cálculo de la Población Futura .....	27
3.2.3.1. Método Geométrico .....	28
3.2.4. Densidad Poblacional .....	30
3.2.5. Dotación de agua .....	30
3.3. CAUDAL DE DISEÑO .....	31
3.3.1. Coeficiente de Reducción o Retorno .....	32

3.3.2. Coeficiente de simultaneidad o Mayoración .....	32
3.3.3. Caudal de aguas servidas .....	33
3.3.4. Caudal de infiltración .....	33
3.3.5. Caudal Aguas Residuales Industriales .....	34
3.3.6. Conexiones Erradas .....	35
3.3.7. Caudal de Diseño .....	36
<b>3.4. HIDRÁULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>36</b>
3.4.1. Velocidades en los Conductos .....	37
3.4.2. Criterios de Velocidad en los Conductos .....	38
3.4.2.1. Velocidad Mínima .....	38
3.4.2.2. Velocidad Máxima .....	38
3.4.3. Geometría de la Sección .....	39
3.4.4. Profundidades para Diseño .....	40
3.4.5. Pozos de Revisión del Proyecto .....	40
3.4.6. Conexiones Domiciliarias de Alcantarillado del Proyecto ....	41
3.4.7. Descarga del proyecto .....	41
<b>CAPÍTULO IV .- DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO .....</b>	<b>42</b>
4.1. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	42
4.1.1. Datos de diseño .....	43
4.1.2. Modelo de Cálculo Hidráulico .....	43

<b>CAPÍTULO V .- PERSPECTIVA DEL PROYECTO</b> .....	<b>46</b>
5.1. ANÁLISIS Y COMPARACION DE ALTERNATIVAS .....	46
5.2. VALORACIÓN DE VOLUMENES DE OBRA .....	47
5.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	47
5.4. CRONOGRAMA VALORADO .....	48
5.5. METODOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN .....	48
5.5.1. Frentes Principales de construcción .....	50
5.5.2. Fuentes de Materiales de Construcción .....	51
5.5.3. Proceso Constructivo en General .....	51
5.5.4. Equipo Mínimo .....	51
5.5.5. Especificaciones Técnicas .....	52
<b>CAPÍTULO VI .- IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>53</b>
6.1. MARCO LEGAL .....	53
6.2. DECLARACIÓN AMBIENTAL .....	55
6.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	56
6.3.1. Antecedentes .....	56
6.3.2. Objetivo .....	57
6.3.2. Estructura .....	57

<b>CAPÍTULO VII .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
7.1. CONCLUSIONES .....	58
7.2. RECOMENDACIONES .....	59
7.2. BIBLIOGRAFÍA .....	60

**ANEXOS**

**PLANOS DE DISEÑO**

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1.: Cuadro de límites del proyecto .....	10
Cuadro 2.2.: Cuadro de servicios básicos .....	15
Cuadro 2.3.: Cuadro de actividad económica .....	18
Cuadro 2.4.: Cuadro de ingresos económicos .....	18
Cuadro 2.5.: Cuadro de tipo de vivienda .....	19
Cuadro 3.1.: Cuadro de población actual .....	28
Cuadro 3.2.: Cuadro de proyección método geométrico .....	29
Cuadro 3.3.: Cuadro histórico dotación de agua .....	30
Cuadro 3.4.: Cuadro dotación de agua potable .....	31
Cuadro 3.5.: Cuadro coeficiente de retorno .....	32
Cuadro 3.6.: Cuadro infiltración .....	34
Cuadro 3.7.: Cuadro contribución industrial .....	35
Cuadro 3.8.: Cuadro conexiones erradas .....	36
Cuadro 3.9.: Cuadro coeficientes de rugosidad .....	37
Cuadro 4.1.: Cuadro datos para diseño .....	42
Cuadro 4.2.: Cuadro descripción de datos para diseño .....	43
Cuadro 4.3.: Cuadro descripción de ecuaciones para diseño .....	44
Cuadro 4.4.: Cuadro características de la red diseñada .....	45
Cuadro 5.1.: Cuadro análisis técnico uso tuberías .....	46

Cuadro 5.2.: Cuadro análisis económico uso tuberías .....	47
Cuadro 5.3.: Cuadro descripción de equipo mínimo .....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1.: Gráfico porcentaje servicios básicos.....	16
Gráfico 2.2.: Gráfico de porcentaje actividad económica .....	18
Gráfico 2.3.: Gráfico de porcentaje de ingresos económicos mensuales .	19
Gráfico 2.4.: Gráfico porcentaje tipos de vivienda .....	19
Gráfico 3.1.: Gráfico sección circular .....	39

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1.: Ubicación geográfica del proyecto.....	11
Fotografía 2.2.: Vista panorámica del área del proyecto.....	12
Fotografía 2.3.: Vía de acceso al área del proyecto.....	13
Fotografía 2.4.: Acumulación de basura y desechos .....	14
Fotografía 2.5.: Problemas de descarga de aguas servidas .....	15
Fotografía 2.6.: Estado del sistema vial.....	16
Fotografía 2.7.: Escuela de la población.....	17
Fotografía 2.8.: Viviendas del área de estudio.....	20
Fotografía 2.9.: Celebraciones culturales .....	20
Fotografía 2.10.: Tradiciones culturales.....	21
Fotografía 3.1.: Instalación de equipos topográficos.....	23
Fotografía 3.2.: Levantamiento topográfico del área de estudio .....	23
Fotografía 3.3.: Monumentación para control topográfico.....	24



## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO 1.** Oficio N° 35, GAD de El Quinche

**ANEXO 2.** Tabulación de encuesta

**ANEXO 3.** Hoja de cálculo Excel

**ANEXO 4.** Presupuesto

**ANEXO 5.** Análisis de Precios Unitarios

**ANEXO 6.** Cronograma Valorado

**ANEXO 7.** Especificaciones Técnicas

**ANEXO 8.** Matriz de identificación y evaluación de los impactos ambientales

Plan de información y educación ambiental

Plan de monitoreo ambiental

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano levantamiento topográfico

Plano implantación general

Plano Implantación de redes de alcantarillado

Plano de perfiles de redes de alcantarillado

Plano de detalles

## Resumen

En el presente trabajo se desarrollaron los estudios y diseños de la red de alcantarillado sanitario para la Comuna San Vicente de Cucupuro de la Parroquia de el Quinche, Provincia de Pichincha, aplicando las normas de diseño emitidas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (Ex-IEOS) y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), obteniendo la modelación hidráulica respectiva, planos de implantación con sus características de diseño, se analizó los materiales de las tuberías que se utilizarían, también se obtuvo el presupuesto referencial que contempla todos los costos que generaría la construcción del proyecto, con su cronograma valorado, finalmente se especificó el plan de manejo ambiental el cual considera las medidas propuestas para mitigar los posibles impactos ambientales y sociales al momento de la ejecución del proyecto.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

La realización del presente trabajo para la obtención de la titulación de Ingeniero Civil, se puso a consideración del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), de El Quinche, manifiesten una de las necesidades urgentes de obras de infraestructura, con el fin de realizar los estudios respectivos, utilizando los conocimientos obtenidos en la carrera universitaria y de esta manera contribuir con el mejoramiento del entorno ambiental, urbanístico, por lo que el GAD de El Quinche, en Oficio N° 35, de 11 de junio de 2014, (ver Anexo 1) expresa la urgencia de dotar de alcantarillado a la Comuna de San Vicente de Cucupuro.

Con este antecedente se ha planificado en una primera etapa el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la Comuna “San Vicente de Cucupuro”, la cual pertenece a la Parroquia Rural de El Quinche, Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha, población que se encuentra situada al noreste de la cabecera parroquial, según coordenadas UTM N 9987614; E 524461.886, a una cota promedio de 2790 msnm.

Los habitantes de la comuna no cuentan con una red de alcantarillado sanitario, por lo que realizan la descarga de las aguas negras a pozos sépticos, los cuales por no poseer un adecuado mantenimiento y tratamiento se encuentran a punto de colapsar, lo que provocaría la aparición de focos infecciosos, acarreado por consiguiente la aparición de enfermedades a los pobladores y la contaminación del ambiente.

Actualmente San Vicente de Cucupuro constituye uno de los asentamientos con mayor concentración de población, en una área aproximada de 22.52 ha, residen alrededor de 423 habitantes, debido a la cercanía que existe desde y hacia el centro de la Parroquia.

En el presente estudio aportará con el saneamiento ambiental, para lo cual se pondrá al servicio de la comunidad el diseño de una red de alcantarillado sanitario cumpliendo con las normas vigentes de diseño emitidas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (Ex-IEOS) y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), con lo cual se tiene previsto diseñar aproximadamente 2.38 km de redes de alcantarillado.

## **1.2. EL PROBLEMA**

El presente trabajo de titulación, tiene el propósito fundamental de contribuir con el diseño de una red de alcantarillado sanitario para la "Comuna de San Vicente de Cucupuro", y de esta forma solucionar las condiciones sanitarias del sector.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A nivel global se reconoce que un proyecto de alcantarillado sanitario contribuye directamente a la salud humana, mejora el medio ambiente, genera beneficios económicos, fortalece la dignidad humana y el desarrollo social del sector.

Atendiendo a estas políticas y en busca de una solución integral al problema de la disposición de excretas y aguas servidas, se requiere del "Diseño de una red de Alcantarillado Sanitario" para la comuna de San Vicente de Cucupuro.

#### **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Debido a que la población de San Vicente de Cucupuro, de acuerdo al diagnóstico realizado, en la actualidad no cuenta con un adecuado sistema para evacuación de aguas servidas, y en vista que posee una de las mayores concentraciones de población de la Parroquia Rural de El Quinche, se elaborara el estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la Comuna “San Vicente de Cucupuro”

#### **1.5. SISTEMATIZACIÓN**

Con el diseño de la red de alcantarillado sanitario de la Comuna “San Vicente de Cucupuro” en una primera etapa, se proyecta recolectar las aguas servidas producidas por el sector, conducir las por una red de alcantarillado hasta un punto de descarga, en el cual como segunda etapa se deberá diseñar una planta de tratamiento, para aguas residuales, y de esta forma descargar al cuerpo de agua cercano a la comunidad que para este caso sería la quebrada El Quinche.

#### **1.6. IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA<sup>1</sup>**

En la comunidad de San Vicente de Cucupuro, entre los problemas sociales por los que atraviesa están directamente relacionados con la pobreza e insalubridad, la falta de atención de las entidades gubernamentales han provocado el retraso y estancamiento de la población, es el hecho de no existir uno de los servicios básicos como es el alcantarillado.

En vista que la Constitución de la República del Ecuador ha previsto los instrumentos de planificación como son los Planes de Desarrollo y

---

<sup>1</sup> Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD EL Quinche 2012-2025.

Ordenamiento Territorial y los Códigos de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización; el de Planificación y Finanza Públicas - COOTAD y COPFP - los cuales permiten a los Gobiernos Autónomos Descentralizados - GADS - desarrollar la gestión concentrada de su territorio, orientada al desarrollo armónico e integral.

El GAD de la Parroquia Rural de El Quinche preocupado por esta problemática, ha resuelto brindar todo el apoyo necesario para la ejecución del presente estudio ya que de esta forma se propone una solución al problema de insalubridad de la comunidad.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. Objetivo General**

Diseñar la red de alcantarillado sanitario para la Comuna “San Vicente de Cucupuro” de la Parroquia Rural de El Quinche, aplicando normativas técnicas y ambientales con el fin de obtener una solución a los problemas de saneamiento de la población.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico actual del sector y establecer las necesidades de la comunidad.
- Analizar alternativas al problema de saneamiento, desde un punto de vista técnico - económico que permitan la viabilidad para la ejecución del proyecto.

- Considerar mediante el estudio del Impacto Ambiental las posibles afectaciones al entorno natural donde se ejecutará el proyecto.
- Proporcionar el presupuesto referencial con base al cálculo de cantidades de obra respectivo, planos y especificaciones técnicas que permitirá a las autoridades competentes gestionar el financiamiento.

## **1.8. ALCANCE**

Se plantea una solución al problema de saneamiento ambiental de la comunidad de San Vicente de Cucupuro, con el diseño de una red de alcantarillado sanitario, de alrededor de 2.38 km, de redes de alcantarillado, en un área de 22.52 ha, partiendo desde la cota más alta que se encuentra a 2865 m.s.n.m. y forma parte del camino de acceso a la comunidad de San Antonio de Cucupuro y llegando al punto de descarga a una cota de 2715 msnm, en donde en una segunda fase deberá ejecutarse el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales. La cual se ajustara a las necesidades presentes y futuras de la población, aplicando normas de diseño, normas ambientales y procedimientos, vigentes emitidos por el ex Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (ex-IEOS) y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS).

## **1.9. IMPACTOS DEL ESTUDIO.**

### **1.9.1. Impacto Social**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario para la Comuna “San Vicente de Cucupuro”, ayudara y favorecerá de manera substancial al



Buen Vivir de dicha comuna, ya que en pleno siglo XXI, aún continúan utilizando las conocidas letrinas las cuales descargan hacia los pozos sépticos, originándose focos de insalubridad.

Con esta red se realizará una buena recolección, transporte y disposición final de las aguas servidas, alcanzando un funcionamiento óptimo del sistema con una vida útil de 30 años.

### **1.9.2. Impacto Práctico**

Del presente estudio se obtendrán instrumentos significativos como: parámetros de diseño los cuales definirán los rubros y actividades a ejecutar, la memoria de cálculo, los planos de diseño del sistema de alcantarillado, el análisis de los precios unitarios de cada uno de los rubros que intervengan, la programación y cronograma para la construcción, el presupuesto referencial total del proyecto, conclusiones y recomendaciones, documentos que se entregarán al Gobierno Autónomo Descentralizado de El Quinche, con el fin de que gestione su financiamiento y construcción.

### **1.9.3. Impacto Ecológico y Ambiental**

Para el presente estudio se tiene previsto analizar los aspectos ambientales en las diferentes fases del proyecto, teniendo en cuenta las medidas adecuadas enmarcadas dentro de las normas ambientales vigentes, con el fin de minimizar los posibles impactos generados antes, durante y después de la construcción de la obra, para de esta forma no perjudicar al entorno natural y humano del área de intervención.

## **1.10. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER**

### **1.10.1. Hipótesis**

La Hipótesis del estudio es:

La contaminación ambiental en la Comuna “San Vicente de Cucupuro” de la Parroquia Rural de El Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha”, se debe a la inadecuada evacuación de las aguas residuales, provocando la generación de enfermedades infecciosas, debido a la inexistencia de una red de alcantarillado. La creación del presente documento que contiene el estudio y diseño para el drenaje de aguas servidas de la comunidad, permitirá la ejecución de la obra en beneficio de la población.

### **1.10.2. Variables Independientes**

En la elaboración del presente estudio se ha considerado las siguientes variables independientes:

- Crecimiento poblacional
- Relieve
- Tipo de suelo

### **1.10.3. Variables Dependientes**

Para la elaboración de este estudio se identificó como variables dependientes a:

- Gradientes
- Parámetros de diseño

- Tipo y diámetro de tubería, resultado del cálculo.

## **1.11. PROYECCIÓN SOCIAL**

Según el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES, del Gobierno Nacional del Ecuador, el cual contiene 12 objetivos nacionales para el Buen Vivir. El presente estudio se encamina en el Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población determinado por el diagnóstico, políticas y metas que se detallan a continuación:

### **1.11.1 Diagnóstico**

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población dice *“La vida digna requiere acceso universal y permanente a bienes superiores, así como la promoción del ambiente adecuado para alcanzar las metas personales y colectivas. La calidad de vida empieza por el ejercicio pleno de los derechos del Buen Vivir: agua, alimentación, salud, educación y vivienda, como prerrequisito para lograr las condiciones y el fortalecimiento de capacidades y potencialidades individuales y sociales”*.

### **1.11.2 Política y Lineamientos**

La política se expresa en el numeral 3.10 del Objetivo 3 que indica: *Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad de agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural.*

Así mismo los lineamientos se exponen en el literal 3.10.a. que dice: *Generar incentivos que permitan a los distintos niveles de gobierno*

*ampliar la dotación de instalaciones y equipamientos suficientes y eficientes, para la prestación oportuna de servicios de agua y saneamiento, con criterios de sustentabilidad y salubridad.*

### **1.11.3 Metas**

Una de las metas del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, es alcanzar que el 95% de hogares en el área rural cuenten con un sistema adecuado de eliminación de excretas.

Por lo indicado el presente estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se enmarca en contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad de San Vicente de Cucupuro, cumpliendo de esta manera con el Objetivo 3 del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017.

## CAPÍTULO II

### MARCO DEL PROYECTO

#### 2.1. MARCO DEL PROYECTO

##### 2.1.1 Ubicación Geográfica

La Comuna “San Vicente de Cucupuro” pertenece a la Parroquia Rural de El Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, Valle de Tumbaco, Provincia de Pichincha, se encuentra ubicado a 45 km al noreste de Quito y a 1 km de la cabecera parroquial, forma parte de la Región Sierra. La principal vía de acceso es la vía conocida como Panamericana la que en la actualidad conforma la Red Vial Estatal conocida como E35.

##### 2.1.2. Coordenadas Geográficas

El área de estudio se encuentra localizada al noreste de la cabecera parroquial de El Quinche, entre las coordenadas N 9987614; E 524461.886, a una cota promedio de 2790 msnm.

##### 2.1.3. Límites

Orientación	Detalle	Coordenadas	
Al Norte:	San Antonio de Cucupuro	N 9987865.852	E 524499.461
Al Sur:	Cabecera Parroquial El Quinche	N 9987423.019	E 524551.555
Al Este:	Comuna La Esperanza	N 9987702.743	E 524794.092
Al Oeste:	Comuna Molino Alto	N 9987454.295	E 524123.179

**Cuadro 2.1:** Cuadro de límites del proyecto

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.



**Fotografía 2.1:** Ubicación geográfica de la Comuna “San Vicente de Cucupuro”

**Fuente:** Software Google Earth

#### **2.1.4. Datos Importantes**

- Temperatura: El ambiente oscila entre los 16.5 °C y 18.5°C
- Altitud: el punto más alto del área de estudio se encuentra en un promedio de 2865 m.s.n.m
- Población de la Comuna “San Vicente de Cucupuro” está conformada por alrededor de 90 familias (423 habitantes)
- Área de intervención comprende aproximadamente 22.52 ha.

## **2.2 TOPOGRAFÍA**

### **2.2.1. Orografía**

El área de intervención presenta un relieve regular, con pendientes comprendidas entre el 1% al 5%, el mismo que conforma un ramal de la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos, con predominio de

suelos aptos para cultivos temporales y pastoreo para ganado vacuno, presenta pendientes pronunciadas hacia la Quebrada El Quinche.



**Fotografía 2.2:** Vista panorámica de la Comuna “San Vicente de Cucupuro”

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

Al realizar el reconocimiento de la zona, se pudo constatar de forma visual y manual que el material predominante es cangahua, suelo formado por depósitos de ceniza cementada de origen volcánico derivados de materiales piroclásticos.

### **2.2.2. Hidrología**

La hidrología del sector, comprende las descargas de quebradillas de menor caudal provenientes de la parte alta de las comunidades vecinas hasta la quebrada El Quinche cuyo drenaje tiene un sentido de sur-este a nor-oeste, y se encuentra bordeando el ingreso a la Comuna.

En el presente estudio por tratarse de un diseño de una red de alcantarillado sanitario, no interviene el estudio y evaluación hidrológica del sector.



**Fotografía 2.3:** Acceso a la Comuna “San Vicente de Cucupuro”, Quebrada El Quinche  
**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

## **2.3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

Los principales servicios de infraestructura del área de estudio se citan a continuación:

### **2.3.1. Abastecimiento de Agua**

En la actualidad la comunidad de San Vicente de Cucupuro, cuenta con el abastecimiento de agua segura para el consumo humano, ya que por sus propias gestiones y el apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de El Quinche, consolidaron la denominada Junta de Aguas, la misma que provee de líquido vital a esta y a varias comunidades y barrios como El Carrizal, La Esperanza, Altapamba, etc.

### **2.3.2. Energía Eléctrica, Telefonía e Internet**

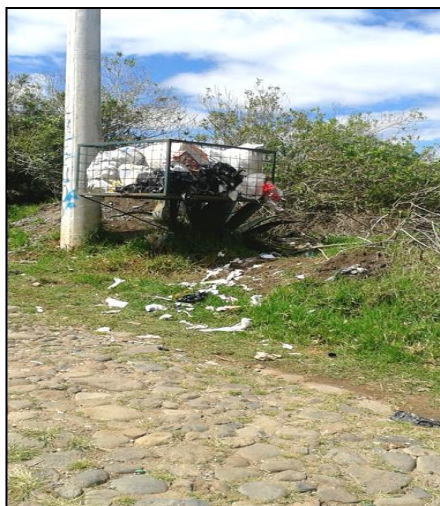
El área de estudio actualmente cuenta con la cobertura total de redes de fluido eléctrico, la cual es administrada y suministrada por la Empresa Eléctrica Quito.



En lo referente a telefonía e internet, un alto porcentaje de habitantes cuenta con el servicio de telefonía móvil (teléfonos celulares), una minoría de la población cuenta con telefonía fija e internet, el cual es principalmente utilizado por jóvenes en etapa escolar de secundaria.

### **2.3.3. Recolección y Desalojo de Desechos Solidos**

El GAD de El Quinche dispone de personal para ejecutar la recolección de los desechos sólidos originados en la comunidad, los mismos que son desalojados semanalmente, en el mejor de los casos, ya que por el difícil acceso debido al mal estado de las vías esta programación puede sufrir alteraciones realizando dicha actividad cada 15 días.



**Fotografía 2.4:** Acumulación de basura y desechos

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

Problema que desarrolla la probabilidad de la proliferación de focos de infección que afectan a la salud pública.

### **2.3.4. Alcantarillado**

Por otro lado en la comunidad de San Vicente de Cucupuro al no contar con el servicio de alcantarillado la descarga de aguas residuales de cada

predio la realizan directamente a pozos sépticos, los mismos que en ocasiones se saturan produciendo el desbordamiento de aguas servidas y por ende la contaminación del medio ambiente, provocando enfermedades hídricas afectando especialmente a los infantes.

Letrinas construidas por el FISE



Derrame de aguas servidas



**Fotografía 2.5:** Problemas de descarga de aguas servidas

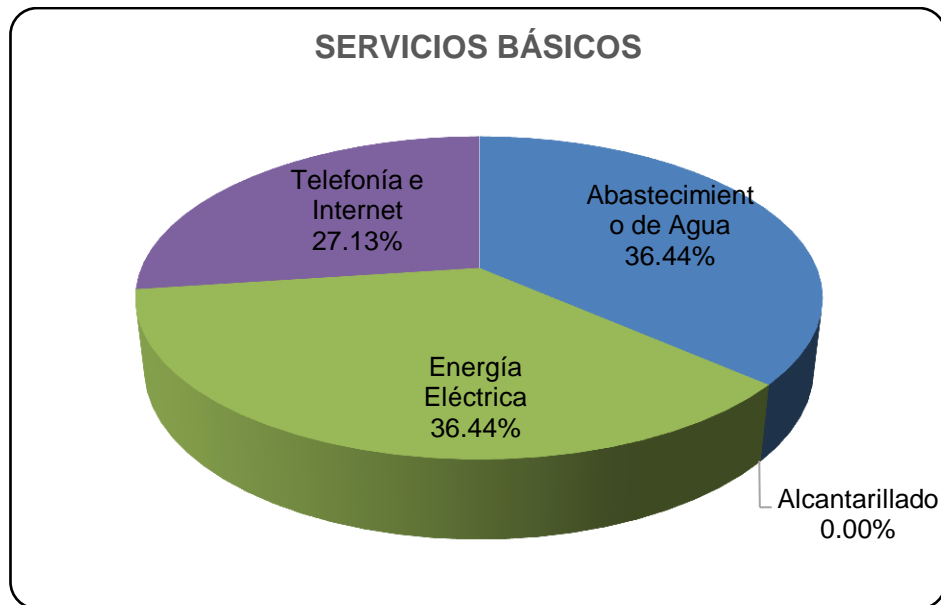
**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

Para evitar este último problema la EPMAPS, ofrece el servicio de desalojo de desechos sólidos de pozos sépticos con equipos especiales, a un costo de US\$ 45.60 por pozo desalojado, lo cual prácticamente afecta notablemente a la economía de las familias que ocupan este servicio.

No.	Servicios Básicos	Cantidad	%
1	Abastecimiento de agua	90	100.00
2	Alcantarillado	0	0.00
3	Energía eléctrica	90	100.00
4	Telefonía e internet	67	74.44

**Cuadro 2.2:** Servicios Básicos

**Fuente:** Patricio Javier Tipán Ch.



**Gráfico 2.1:** Porcentaje de servicios básicos

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

### 2.3.5. Infraestructura Vial

En el área de estudio existe una red vial escasa, definida sin normas técnicas, las cuales están constituidas por carreteras empedradas, sin pavimentar de una vía, para tráfico liviano, la trasportación la realizan en taxis y camionetas.



**Fotografía 2.6:** Estado del sistema vial

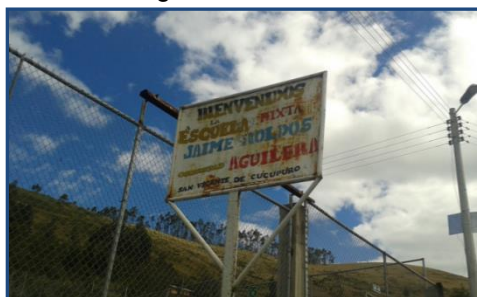
**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

- Sistema vial empedrado 40%
- Sistema vial en tierra 60%

### 2.3.6. Otros Servicios

En la comunidad de San Vicente de Cucupuro, existe un establecimiento educativo fiscal llamado “Escuela Mixta Jaime Roldos Aguilera”, la cual al momento de la investigación se encontraba abandonada, por fuente de moradores del sector indican que la escuelita se cerró porque no existía personal docente y administrativo asignado por el Ministerio de Educación.

Ingreso a la escuela



Parte interna del establecimiento



**Fotografía 2.7:** Escuela de la población.

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

En lo relacionado a prestaciones de salud, los pobladores deben acercarse al subcentro que se ubica a 20 minutos en la cabecera Parroquial de El Quinche.

## 2.4 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS, CULTURALES

En base a las encuestas realizadas in-situ se obtiene los siguientes resultados:

### 2.4.1. Actividades Económicas

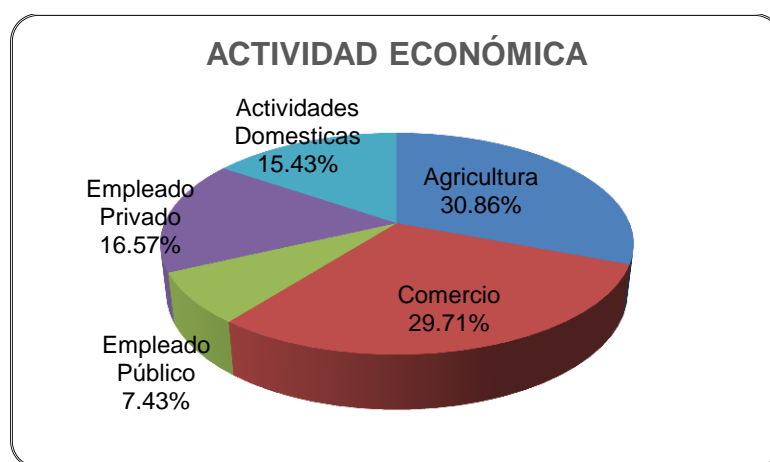
Las actividades económicas más importantes que se desarrollan en el área de estudio son:

No.	Actividad	PEA*	%
1	Agricultura	54	30.86
2	Comercio	52	29.71
3	Empleado Público	13	7.43
4	Empleado Privado	29	16.57
5	Actividades Domesticas	27	15.43

**Cuadro 2.3:** Actividad Económica

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

(\*) PEA: Población económicamente activa



**Gráfico 2.2:** Porcentaje de Actividad Económica

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

#### 2.4.2. Ingresos Económicos al Núcleo Familiar.

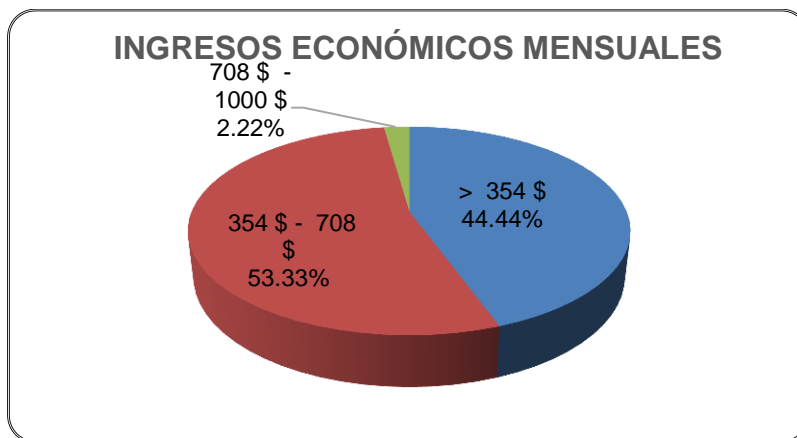
En la población de San Vicente de Cucupuro como se pudo apreciar en el cuadro anterior prevalecen las actividades comerciales y agrícolas de lo cual se desprende la siguiente información:

No.	Ingresos Económicos	Cantidad	%
1	> 354 \$	40	44.44
2	354 \$ - 708 \$	52	53.33
3	708 \$ - 1000 \$	13	2.22

**Cuadro 2.4:** Ingresos económicos

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.





**Gráfico 2.3:** Porcentaje de Ingresos Económicos Mensuales

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

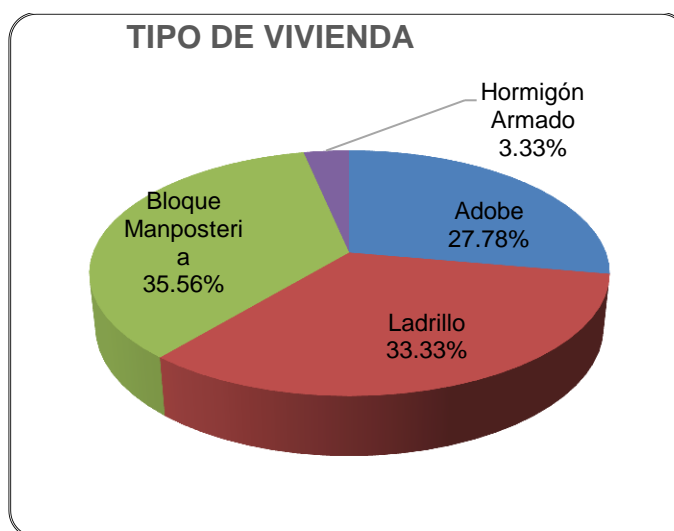
### 2.4.3. Tipo de Vivienda

En San Vicente de Cucupuro, existen viviendas construidas con diferentes tipos de materiales como se detallan a continuación:

No.	Material de Vivienda	Cantidad	%
1	Mampostería de Adobe	25	27.78
2	Mampostería de Ladrillo	30	33.33
3	Mampostería de Bloque	32	35.56
4	Hormigón armado	3	3.33

**Cuadro 2.5:** Tipo de vivienda

**Fuente:** Patricio Javier Tipán Ch.



**Gráfico 2.4:** Porcentaje de tipos de vivienda

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

Vivienda de adobe



Vivienda hormigón armado



Vivienda de ladrillo



**Figura 2.8:** Fotografías de viviendas del área de estudio

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

#### 2.4.4. Aspecto Cultural

La población de San Vicente de Cucupuro, está conformada en su mayoría por antiguas poblaciones indígenas que migraron desde lugares como Cayambe, Otavalo, y en minoría migrantes de las provincias de Loja, Bolívar, Cotopaxi.

Pobladores que mantienen sus tradiciones ancestrales como son los festejos de San Pedro y San Pablo, Carnavales, el Intiraymi en la que se celebra la "Fiesta de la cosecha".

Festividades de San Pedro y San Pablo e Intiraymi



**Fotografía 2.9:** Celebraciones culturales

**Autor:** Archivo Pobladores de la comuna de San Vicente de Cucupuro.

En el sitio también se venera y se rinde tributo a la imagen sagrada de la patrona de la Parroquia que es la mundialmente conocida Virgen de El Quinche.

Imagen de la Virgen de El Quinche



Procesión Virgen de El Quinche



**Figura 2.10:** Fotografías de tradiciones culturales

**Fuente:** Archivo pobladores de la Comuna de San Vicente de Cucupuro.

En el **ANEXO 2**, se podrá apreciar la tabulación de los datos mencionados anteriormente, resultados de una encuesta aplicada al lugar.



## **CAPÍTULO III**

### **TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE**

#### **3.1. TRABAJOS DE CAMPO**

##### **3.1.1. Estudios topográficos**

Se realizó la topografía del sitio de estudio, es decir se llevó a cabo la recopilación de información y descripción del terreno, incluyendo tanto las características naturales, diferencias de altura de los relieves de esa superficie como las que haya hecho el ser humano.

De esta manera se obtuvo la planimetría y la nivelación de las calles de la población de San Vicente de Cucupuro, para determinar cotas y perfiles del terreno, a fin de establecer los cortes o rellenos necesarios para la implantación del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad.

##### **3.1.2. Levantamiento topográfico**

Obtenidas las coordenadas de arranque se procedió a realizar el registro de los detalles de campo, lo que nos llevara a obtener información para posterior análisis de diseños, rediseños o nuevas construcciones civiles, es importante destacar que en la lectura de la medida con estación total y el sistema RTK se obtienen directamente las coordenadas Norte, Este y la Altura de cada punto de detalle topográfico.

La red geodésica y la información de los polígonos principal y auxiliares están debidamente registrados y monumentados en campo; de tal manera que puedan ser utilizados posteriormente de acuerdo a la conveniencia para control de los trabajos posteriores.

Implantación de antena receptora



Obtención de coordenadas de arranque



**Fotografía 3.1:** Instalación de equipos topográficos.

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.



**Fotografía 3.2:** Levantamiento topográfico del área de estudio.

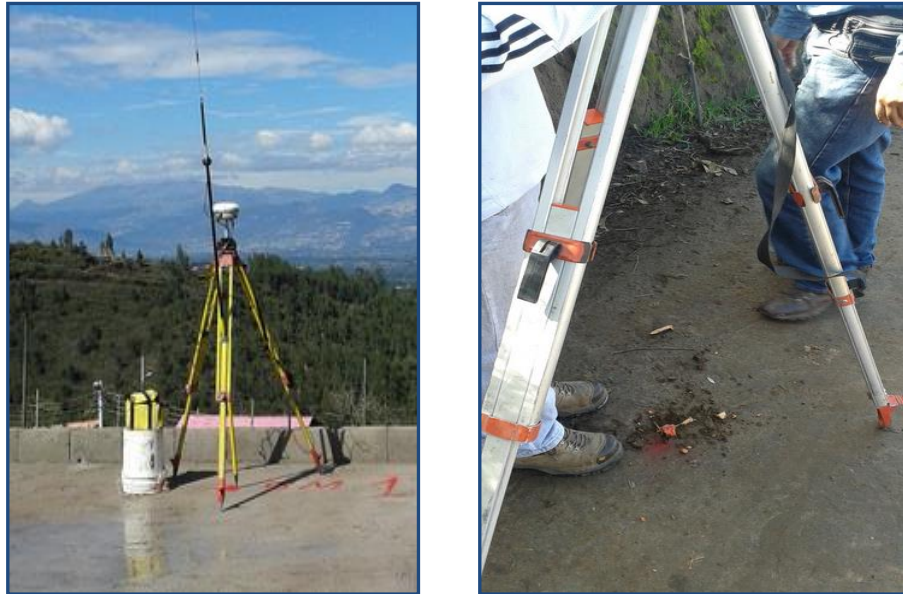
**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

### 3.1.3. Monumentación

Para control del trabajo Topográfico y posterior seguimiento de las obras, se dejaron referencias distribuidas adecuadamente en función de la visibilidad y alcance de los instrumentos topográficos, con estacas y/o

clavos de acero empotrados en zonas perennes debidamente referenciados pintados de color rojo.

Marcación de hitos para referencia



**Fotografía 3.3:** Monumentación para control topográfico.

**Fuente:** Patricio Javier Tipán Ch.

#### **3.1.4. Equipo utilizado**

- Estación Total Trimble M3
- Kid de GPS TRIMBLE R8 RTK doble frecuencia L2
- Computador portátil Lap Top
- Prismas, bastones retráctiles porta prismas.
- Trípode para estación.
- Trípodes para bastón.
- Radio transmisores motorola
- Vehículo para movilización.

## **3.2. BASES DE DISEÑO**

### **3.2.1. Tipo de Sistema**

En base a las especificaciones emitidas por el Ex – IEOS, existen tres tipos de niveles para la selección de sistemas de alcantarillado, los cuales se basan principalmente en la situación económica de la comunidad, topografía, densidad poblacional y tipo de abastecimiento de agua, de acuerdo al siguiente detalle:

- Nivel 1: corresponde a comunidades rurales con casas dispersas y que tengan sin ningún tipo de acabado.
- Nivel 2: se utilizara en comunidades que ya tengan algún tipo de trazado de calles, con tránsito vehicular y que tengan una mayor concentración de casas, de modo que se justifique la instalación de tuberías de alcantarillado con conexiones domiciliarias.
- Nivel 3: es proyectado en ciudades o comunidades más desarrolladas, en las que los diámetros calculados caigan dentro de un patrón de un alcantarillado convencional, es decir en donde se utilizará una red de tuberías y colectores, pozos de revisión.

De acuerdo a lo indicado y debido a las características particulares del área de estudio como son topografía, desarrollo urbanístico y social, se concluye que el tipo de alcantarillado aplicable a la comunidad de San Vicente de Cucupuro es el nivel tres.

Donde las recomendaciones para el nivel tres se citan:

- Que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendente, pues son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.

- Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.
- Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

### **3.2.2. Período de Diseño**

El período de diseño es el número de años en los cuales una determinada obra o estructura presta sus servicios de manera óptima, es decir trabaja al 100% de su capacidad, sin la necesidad de ejecutar ampliaciones o adecuaciones.

Para un proyecto de alcantarillado, el periodo de diseño está definido como la capacidad del sistema para atender la demanda presente y futura, en función de la densidad poblacional actual y de saturación, considerando la vida útil de los materiales, elementos y/o equipos empleados, dentro del proyecto.

La EPMAPS, recomienda como mínimo para sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales debe proyectarse para un periodo de 30 años.

En consecuencia para el proyecto de alcantarillado sanitario para la comuna de San Vicente de Cucupuro se asumirá el periodo de diseño de 30 años, tomando en cuenta la capacidad económica de la población, la densidad poblacional, el tipo de material a emplearse que para este caso la tubería es de PVC (Policloruro de vinilo), por economía, por su rapidez y facilidad en la instalación, por su alta capacidad hidráulica, segura y excelente hermeticidad en las uniones, por su variedad en accesorios.

### **3.2.3. Cálculo de la Población Futura**

El cálculo de la población futura es un parámetro fundamental en la delineación de sistemas de alcantarillado y agua potable, debido a que es el número de habitantes que se tendrá al final del periodo de diseño.

Es importante indicar que este último transcurrirá desde la ejecución del proyecto, por lo que la determinación de la fecha de inicio de la construcción será trascendental para delimitar el año final del periodo de diseño.

En vista de que el GAD El Quinche, se encuentra interesado en este proyecto, las autoridades tienen previsto que la ejecución del mismo será a partir del tercer trimestre del presente año.

Por lo tanto y de acuerdo a las recomendaciones fundamentadas en las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la EPMAPS, se considera un  $\Delta t = 30$  años, siendo el año 2016 como el año inicial del periodo de diseño por lo consiguiente el año final es 2046.

Para la estimación de la población futura de la comuna de San Vicente de Cucupuro, se asume los resultados de los censos de los años 2001 y 2011, elaborados por el INEC, y el valor de la población para el año actual se obtuvo mediante la aplicación de la encuesta y sus valores se presentan así:

<b>AÑO</b>	<b>POBLACION TOTAL</b>	<b>DOCUMENTO REGISTRO</b>
2002	441	CENSO 2001
2010	415	CENSO 2011
2015	423	ACTUAL

**Cuadro 3.1:** Población actual

**Fuente:** Patricio Javier Tipán Ch.

Aplicando las Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales del Ex – IEOS, se realizó la proyección de crecimiento poblacional utilizando el modelo de crecimiento geométrico.

### 3.2.3.1. Método Geométrico

El modelo geométrico consiste en considerar que a iguales periodos de tiempo el porcentaje de incremento de la población es el mismo. Es decir que el crecimiento por unidad de tiempo es proporcional a la población de cada lapso de tiempo.

Proyección geométrica:

$$Pf = Po * (1 + r)^{\Delta t}$$

$$r = \left[ \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} \right] - 1$$

En donde:

- $Pf =$  población final en un momento (f)

- $P_o =$  población inicial en el momento (o)
- $r =$  tasa de crecimiento poblacional (*formula del interés compuesto*)
- $\Delta t =$  tiempo transcurrido entre el momento (f) y el momento (o)
- $n =$  periodo de años entre  $P_f$  y  $P_o$

Aplicando la ecuación expuesta anteriormente se asume el valor de población futura estimado de 594 hab, para el año 2046, tomando en cuenta que la red de alcantarillado sanitario entraría en operación el año 2016, a continuación se detalla el respectivo cuadro

PERÍODO	AÑO	CUCUPURO	PERÍODO	AÑO	CUCUPURO
<b>TASA DE CRECIMIENTO</b>		<b>1.00%</b>			
0	2010	415	19	2029	501
1	2011	419	20	2030	506
2	2012	423	21	2031	511
3	2013	428	22	2032	517
4	2014	432	23	2033	522
5	2015	436	24	2034	527
6	2016	441	25	2035	532
7	2017	445	26	2036	538
8	2018	449	27	2037	543
9	2019	454	28	2038	548
10	2020	458	29	2039	554
11	2021	463	30	2040	559
12	2022	468	31	2041	565
13	2023	472	32	2042	571
14	2024	477	33	2043	576
15	2025	482	34	2044	582
16	2026	487	35	2045	588
17	2027	491	36	2046	594
18	2028	496			

**Cuadro 3.2:** Proyección método geométrico

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.



### 3.2.4. Densidad Poblacional

Para el año 2015, fecha de diseño se tiene una densidad de 24.25 hab/ha, mientras que para el año 2046, que corresponde al final del periodo de diseño se tiene una densidad de 33.01 hab/ha.

### 3.2.5. Dotación de agua

Con el fin de cuantificar la dotación de agua se procedió a cotejar la información obtenida en campo mediante la encuesta y la verificación de las lecturas en el medidor de agua potable, obteniéndose los siguientes datos:

<b>HISTOÓRICO DOTACIÓN DE AGUA</b>					
<b>SAN VICENTE DE CUCUPURO</b>					
<b>Año 2015</b>					
	<b>FEBRERO</b> m3	<b>MARZO</b> m3	<b>DIFERENCIA</b> MAR - FEB	<b>ABRIL</b> m3	<b>DIFERENCIA</b> ABR - MAR
<b>TOTAL CONSUMO</b> m3/mes	13,703.00	14,113.00	410.00	14,528.00	415.00
<b>TOTAL CONSUMO</b> <b>PROMEDIO</b> m3/mes			13.67		13.83
<b>TOTAL CONSUMO DIARIO</b> L/día			13,666.66		13,833.33
<b>NÚMERO DE HABITANTES</b>			144		144
<b>DOTACIÓN</b> l*hab/día			94.91		96.06
<b>DOTACIÓN PROMEDIO</b>				<b>95.49</b>	<b>l*hab/día</b>

**Cuadro 3.3:** Histórico dotación de agua

**Fuente:** Patricio Javier Tipán Ch.

De acuerdo a las normas emitidas por la EPMAPS y el Ex – IEOS, para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado, las dotaciones recomendadas para poblaciones se detallan a continuación:

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN. MEDIA FUTURA
		(l/hab/día)
Hasta 5.000	Frío	120 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5.000 a 50.000	Frío	180 - 200
	Templado	190 - 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50.000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

**Cuadro 3.4:** Dotación de Agua potable

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS

La comuna de San Vicente de Cucupuro, cuenta con una población actual y futura menor a 5000 habitantes y al contar con un clima templado, se adopta una dotación para el presente estudio de 150 l/hab/día

### 3.3. CAUDAL DE DISEÑO

Es el volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de alcantarillado sanitario está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares. Para su estimación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

Una vez que se obtiene la dotación neta, la densidad poblacional, los coeficientes de retorno y mayoración se proceden a calcular los respectivos caudales aportantes al sistema

### 3.3.1. Coeficiente de Reducción o Retorno (R)

Según la EPMAPS, lo define como la fricción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas servidas o residuales. Se puede utilizar los rangos de valores de R descritos en la siguiente tabla:

<b>COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS ( R )</b>	
Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

**Cuadro 3.5:** Coeficiente de retorno

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS

De acuerdo a las actividades y costumbres de la población de San Vicente de Cucupuro, condiciones climáticas, topografía y relieve, el valor R (coeficiente de reducción o retorno) que se adopta es el límite superior 0.7, con un nivel de complejidad medio.

### 3.3.2. Coeficiente de Simultaneidad o Mayoración (M)

Está definido como la máxima aportación de aguas negras al sistema de recolección y evacuación, en un instante por la utilización simultánea del sistema, la misma que se determina a través de fórmulas empíricas y ábacos, valores que a continuación se obtienen.

$$\text{Babbitt} \quad M = \frac{4}{Pf^{0.20}} = \frac{4}{483^{0.20}} = 1.16 \approx 2$$

$$\text{Giff} \quad M = \frac{4}{Pf^{0.17}} = \frac{4}{483^{0.17}} = 1.39 \approx 2$$

$$\text{Flores} \quad M = \frac{7}{Pf^{0.17}} = \frac{7}{483^{0.10}} = 3.77 \approx 4$$

Por recomendaciones propias de las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la EPMAPS, se asume como coeficiente de mayoración a la fórmula del autor Flores la misma que arroja un valor de 4.

### 3.3.3. Caudal de Aguas Servidas

Según las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la EPMAPS, el aporte domestico máximo está dado por:

$$Q_{AS} = \frac{d_{neta} * Pf * R}{86400} * M$$

Donde:

- $d_{neta}$  = dotación neta por habitante (l/ha\*día), para este caso 150 l/hab\*día
- $Pf$  = población futura (hab)
- $R$  = coeficiente de retorno (adimensional), para el proyecto 0,70.
- $M$  = coeficiente de simultaneidad o mayoración

### 3.3.4. Caudal de Infiltración

En los sistemas de alcantarillado es ineludible la infiltración de aguas subterráneas, debido principalmente a la variación del nivel freático presente en el terreno, estas ingresan a la red a través de fisuras en las tuberías, en las juntas ejecutadas deficientemente, en los empates con pozos de inspección y demás estructuras y elementos que no son completamente impermeables.

De acuerdo a las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la EPMAPS, la identificación de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, del suelo, nivel freático y precipitación según se detalla a continuación:

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Infiltración alta (l/s-ha)</b>	<b>Infiltración media (l/s-ha)</b>	<b>Infiltración baja (l/s-ha)</b>
Bajo y medio	0.10 - 0.3	0.1 - 0.3	0.05 - 0.2
Medio alto y alto	0.15 - 0.4	0.1 - 0.3	0.05 - 0.2

**Cuadro 3.6:** Infiltración

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS

Para el presente diseño debido a la topografía propia del terreno existe una diferencia de cotas de 60 m, considerando que es un suelo rural y que las aguas lluvias pueden escurrir para infiltrarse en el terreno e inclusive ser aprovechadas para riego, se asume el valor de 0.10 l/s-ha, teniendo en cuenta que en la etapa constructiva se deberá realizar las respectivas pruebas a la red.

### **3.3.5. Caudal Aguas Residuales Industriales**

La norma de diseño para sistemas de alcantarillado de la EPMAPS, indica que el consumo de agua industrial varía de acuerdo al tipo y tamaño de la industria que se desarrolle en el área de estudio, además depende del reciclaje que se realice a la misma y sea reutilizada en los procesos, es importante indicar que se debe considerar la naturaleza de los residuos industriales, y su aceptación al sistema de alcantarillado estará condicionado por la legislación vigente con respecto a vertimientos industriales.

A continuación se detalla la contribución industrial, según indica las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la EPMAPS.

<b>CONTRIBUCIÓN INDUSTRIAL</b>	
Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (l/s/ha-ind)
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio Alto	0.8
Alto	1.0 – 1.5

**Cuadro 3.7:** Contribución industrial

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS

Para el presente estudio, considerando que se ha adoptado un nivel de complejidad del sistema bajo, se asume como contribución industrial el valor de 0.4 (l/s/ha-ind), pero en vista de que en el área de intervención no se dispone de ningún tipo de industria se determina que el valor del caudal de aguas residuales industriales es 0.00 l/s.

### **3.3.6. Conexiones Erradas (QCE)**

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de conexiones defectuosas de bajantes de tejados y patios, QCE. Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias.

En la comunidad no se dispone de registros de caudales medidos, de acuerdo con las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la EPMAPS, se asume un aporte de conexiones erradas para un nivel bajo de complejidad de los sistemas, equivalente a 0.40 l/hab-día, según se detalla a continuación:

<b>APORTES MÁXIMOS POR CONEXIONES ERRADAS</b>	
Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s-ha)
Bajo y medio	0.2 – 2
Medio alto y alto	0.1 - 1

**Cuadro 3.8:** Conexiones erradas

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS

### 3.3.7. Caudal de diseño

El caudal de diseño está determinado por la suma de las contribuciones domésticas o sanitarias, industriales, comerciales e institucionales, por conexiones erradas, por infiltración en tuberías y pozos, de acuerdo al siguiente detalle:

$$QD = Q_{AS} + Q_I + Q_C + Q_{INS} + Q_{CE} + Q_{INF}$$

Donde:

- QD = caudal de diseño
- $Q_{AS}$  = caudal aguas servidas domesticas
- $Q_I$  = caudal de infiltración
- $Q_C$  = caudal comercial
- $Q_{INS}$  = caudal institucional
- $Q_{CE}$  = caudal de conexiones erradas
- $Q_{INF}$  = caudal de infiltración

En el caso presente no se tomará en consideración las contribuciones industriales, comerciales e institucionales, ya que el área de estudio es una zona rural residencial.

### 3.4. HIDRÁULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO

En el diseño hidráulico de las tuberías, se considera el comportamiento hidráulico en las tuberías en lámina libre, con movimiento permanente,

gradualmente variado, es decir el calado y la velocidad son constantes en el tiempo, pero variables de una sección a otra.

### 3.4.1. Velocidades en los Conductos

Para el cálculo de la velocidad se ha empleado la fórmula de Manning Strickler, cuya expresión es:

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$

Donde:

- V= velocidad (m/s)
- J= pendiente del conducto
- R= radio hidráulico (R=A/P)
- n= coeficiente de Manning.

El coeficiente de rugosidad  $\eta$  se ha asumido del siguiente cuadro:

TIPO DE CONDUCTO	RANGO	$\eta$
Tubería de Hormigón Simple	0.012-0.015	0.013
Tubería de Plástico o PVC corrugada	0.013	0.013
Tubería Termoplástico de interior liso o PVC	0.011	0.011
Colectores y tuberías de hormigón armado fundido en sitio	0.013-0.015	0.015
Ladrillo	0.014-0.019	0.016
Mampostería de piedra	0.017-0.020	0.018
Tubería de acero corrugado	0.024-0.027	0.026
Canal en tierra sin revestir	0.025-0.040	0.033
Canal en roca sin revestir	0.030-0.045	0.038
Canal revestido con hormigón	0.013-0.015	0.015
Túnel en roca sin revestir	0.025-0.040	0.033
Túnel revestido con hormigón	0.014-0.016	0.015

**Cuadro 3.9:** Coeficientes de rugosidad

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS



Para el presente estudio, se asumió un coeficiente de rugosidad  $\eta = 0.011$ , que corresponde a una tubería de PVC y un  $\eta = 0.013$ , para una tubería de hormigón simple.

### 3.4.2. Criterios de Velocidad en los Conductos

#### 3.4.2.1. Velocidad Mínima

En casos en los cuales las aguas residuales fluyan por un periodo largo a bajas velocidades, los desechos sólidos transportados podrían depositarse dentro de la tubería, por lo que se debe disponer de una velocidad apta para lavar dichos solidos depositados en periodos de bajo caudal, por esta razón se establece la velocidad mínima como criterio de diseño y debe cumplir la siguiente condición:

V.mín a tubo lleno.....	0,90 m/s
V.mín de autolimpieza.( Para Q sanitario).....	0,35 m/s

#### 3.4.2.1. Velocidad Máxima

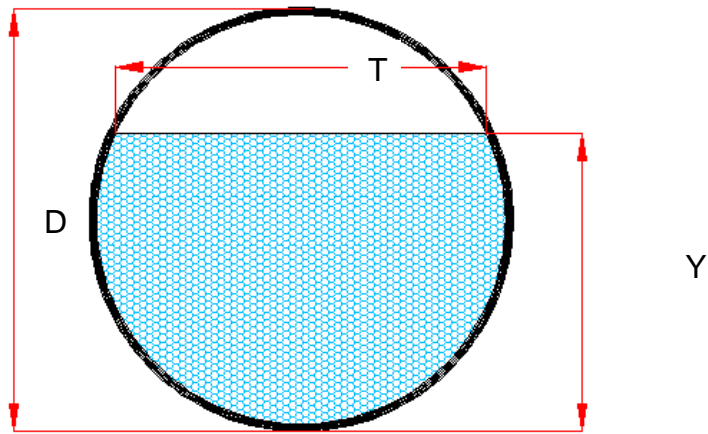
La velocidad máxima en conductos depende del tipo de material de fabricación, está en función de la abrasión, de la misma forma deben cumplir las siguientes condiciones:

- (\*) V. Máxima de diseño en tuberías de hormigón C12.....  $v_d \leq 4.5 \text{ m/s}$
- (\*) V. Máxima de diseño en tuberías de hormigón C13...  $4.5\text{m/s} \leq v_d \leq 6\text{m/s}$
- (\*) V. Máxima de diseño en canales y colectores, de hormigón armado, y tuberías termoplásticos o PVC..  $6\text{m/s} \leq v_d < 9 \text{ m/s}$

Para velocidades superiores a los indicados en (\*), se proyectarán estructuras hidráulicas de disipación de energía que permitan pasar de régimen supercrítico a régimen subcrítico a la salida de dichas estructuras.

### 3.4.3. Geometría de la Sección

Las tuberías han sido diseñadas a tubo parcialmente lleno, con el 80% de capacidad máxima de la sección del tramo. Manteniendo siempre las condiciones de flujo a gravedad en las tuberías.



**Grafico 3.1.:** Gráfico sección Circular

**Fuente:** Normas Diseño EPMAPS

$$A = \frac{1}{2} * D * P * Y - \frac{1}{2} * D * \sqrt{Y * (D - Y)}$$

$$A = \frac{1}{2} * \pi * D + D * \text{sen} \left( \frac{2 * Y - D}{D} \right)$$

$$T = 2 * \sqrt{Y * (D - Y)}$$

Donde:

- A=Área Mojada (m<sup>2</sup>)
- P=Perímetro Mojado (m)
- Y=Calado normal (m)

- D=Diámetro de la tubería (m)
- T=Ancho en la superficie libre (m)

Por lo tanto para el presente estudio el diámetro mínimo en tuberías de acuerdo a los parámetros calculados es de 250mm.

#### **3.4.4. Profundidades para Diseño**

La red de alcantarillado se ha diseñado a profundidades que permita la evacuación de las aguas servidas de los predios a cada lado de las calles, desde los puntos de nivel más bajo referido a las rasantes de la calzada.

En todo caso la profundidad mínima sobre la clave del conducto será de 1.50 m. En condiciones normales, el diseño se realizó entre 1.50 y 6.00 m de profundidad. La profundidad mínima en pozos de salida será de 1.70 m, de acuerdo con las normas de diseño emitidas por la EPMAPS.

#### **3.4.5. Pozos de Revisión del Proyecto**

En una red de alcantarillado sanitario es imprescindible construir pozos de revisión, con el fin de que a futuro se realice un adecuado mantenimiento, además para que el sistema posea una adecuada ventilación al momento de realizar dicha actividad, por esta condición los pozos fueron proyectados en los siguientes casos:

- Al inicio de tramos de cabecera.
- Cambios de dirección.
- Confluencia de tuberías.
- Tramos hasta 80 m.
- Cambios de pendiente.

Los pozos de revisión se construirán en forma cilíndrica de diámetro interior mínimo de 1.00 m o de forma prismática de sección interior mínima 1.00 x 1.00 m, estos se ajustarán de acuerdo a las normas de diseño de la EPMAPS, cuyo detalle se podrá apreciar en el anexo de planos.

#### **3.4.6. Conexiones domiciliarias de alcantarillado del proyecto**

Las conexiones domiciliarias conducirán las aguas servidas desde las viviendas hacia la red de alcantarillado en forma tal que se empaten directamente desde una caja domiciliaria (0.60x0.60m, con tapa de hormigón armado) de profundidad máxima de 1.50 m, mediante tuberías de diámetro igual a 150 mm con un ángulo horizontal de entre 45° a 60° y una pendiente entre el 2% y 11%.

Estas conexiones domiciliarias coincidirán en número con los lotes de la urbanización y están correlacionadas con las áreas de aporte definidas en el proyecto.

#### **3.4.7. Descarga del proyecto**

La descarga no fue diseñada puesto que en una segunda etapa deberán realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales y de esta manera descargar al cuerpo de agua receptor, por lo que en el pozo de revisión PA-25, termina el diseño De la red de alcantarillado sanitario para la Comuna de San Vicente de Cucupuro.

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

#### 4.1. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Para el desarrollo del presente proyecto se aplicarán los siguientes parámetros de diseño adoptados para el dimensionamiento de los diferentes componentes de la red de alcantarillado sanitario, los mismos que se ajustan a lo establecido por la EPMAPS, en las normas de diseño de sistemas de alcantarillado.

PARAMETRO	TIPO / VALOR		JUSTIFICACION
Tipo de sistema	Sanitario		El agua lluvia se aprovecha para riego o escurre hacia las quebradas del sector.
Periodo de diseño	30 años		Para el diseño de una red de alcantarillado sanitario de acuerdo a las normas de la EPMAPS.
Población de diseño	594 habitantes		Calculada por el método geométrico. Tasa de crecimiento 1% anual.
Áreas de aporte	17.99 hectáreas		Se determinó en función de la topografía del terreno y el trazado de la red.
Coeficiente de rugosidad	0.013	tubería de hormigón simple	El sistema se diseñó con tubería plástica PVC.
	0.011	tubería plástica	
Velocidad de diseño	0.40	mínima	
	7.50	máxima	
Capacidad hidráulica	80%	y/d	
	90%	Qd/Q	
Diámetro interno mínimo	250 mm		Para evitar taponamientos en la tubería.
Profundidad	1.50 m		Sobre la clave de la tubería, para permitir la evacuación de aguas servidas de los predios a cada lado de la calle.
Pozos de revisión y de salto	90	m	Distancia máxima
	0.50	m	Salto libre máximo
	B1		Tipo de pozo
Conexiones	0.60x0.60x1.50	m	Dimensiones caja de revisión
	45°		Angulo de empate a la red
	2% - 11%		Pendiente de la tubería

**Cuadro 4.1:** Datos para diseño

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch

#### 4.1.1. Datos de diseño

Estos datos son generales para el desarrollo del cálculo, y son los siguientes:

DESCRIPCION	SIMBOLOGÍA	DATO	UNIDAD
Coeficiente de retorno	R	0.70	-
Dotación	$d_{\text{neta}}$	150.00	l/hab/día
Contribución Industrial (*)	QI	0.00	l/s
Contribución Comercial (*)	QC	0.00	l/s
Contribución Institucional (*)	QIN	0.00	l/s
Conexiones erradas	QCE	0.40	l/s
Infiltración	QINF	0.10	l/s
Densidad actual (2015)		24.25	hab/ha
Densidad de saturación (2046)		33.01	hab/ha

**Cuadro 4.2:** Descripción de datos para diseño

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

(\*)El presente proyecto se ha desarrollado en un área netamente residencial, por lo que no se considera las aportaciones industriales, comerciales e institucionales.

#### 4.1.2. Modelo de cálculo hidráulico

El funcionamiento hidráulico en sistemas de alcantarillado obedece a flujos no permanentes (caudales variables en espacio y tiempo), gradualmente variados (en lámina de agua, velocidades, etc.); pero dadas las condiciones de evaluación de los caudales del proyecto (caudales picos máximos), y como simplificación del diseño de alcantarillado, el procedimiento de cálculo se basa en suponer que el flujo es permanente y uniforme en el conducto; es decir, asumimos que las características dinámicas del movimiento del agua, como la profundidad, velocidad media y distribución de velocidades no cambian a lo largo del conducto.

Las ecuaciones utilizadas para el diseño corresponden a la forma unidimensional o unidireccional, las mismas que se indican a continuación.

PARAMETRO	ECUACIÓN
Diámetro teórico de la tubería	$D = 1,548 \left( \frac{nQ}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$
Caudal a tubo lleno	$Q_o = 312 \left( \frac{D^{8/3} S^{1/2}}{n} \right)$
Velocidad a tubo lleno	$V_o = \frac{Q_o}{A}$
Relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno	$\frac{Q}{Q_o}$
Velocidad real en la sección de flujo:	$V = \frac{V}{V_o} \times \frac{Q_o}{A}$
Altura de velocidad:	$\frac{V^2}{2g}$
Radio hidráulico para la sección de flujo:	$R = \frac{R}{R_o} \times \frac{D}{4}$
Esfuerzo cortante medio:	$\tau = \gamma RS$
Altura de la lámina de agua:	$d = \frac{d}{D} \times D$
Energía específica:	$E = d + \frac{V^2}{2g}$
Profundidad hidráulica en la sección de flujo:	$H = \frac{H}{D} \times D$
Número de Froude:	$NF = \frac{V}{\sqrt{gH}}$

**Cuadro 4.3:** Descripción de ecuaciones para diseño

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

En el siguiente cuadro se resumen las principales características del sistema diseñado.

Área servida:	22.52	ha
Población actual:	423	habitantes
Población de diseño:	594	habitantes
Tipo de sistema:	Sanitario	
Longitud de la red:	2381.50	m
Diámetro:	250	mm
Material:	Tubería plástica PVC	
Conexiones domiciliarias	90	unidades
Pozos de revisión	52	unidades

**Cuadro 4.4:** Características de la red diseñada

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

En el **ANEXO 3**, se presenta la Memoria de Cálculo de la red de alcantarillado sanitario de la Comuna de San Vicente de Cucupuro.



## CAPÍTULO V

### PERSPECTIVA DEL PROYECTO

#### 5.1. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente estudio fue encaminado a cubrir las necesidades de saneamiento de la Comuna de San Vicente de Cucupuro, en tal razón se procedió a realizar el diseño hidráulico, y se ha considerado el uso de tuberías fabricadas con distintos materiales, por lo tanto se realiza el siguiente análisis y comparación, basados en criterios técnicos y económicos.

<b>ANÁLISIS TÉCNICO USO TUBERÍAS PVC vs TUBERÍAS HORMIGÓN</b>	
TUBERÍAS PVC	TUBERÍAS HORMIGÓN
<b>Coefficiente de rugosidad:</b> 0.011, las suaves superficies interiores de las tuberías de PVC, aseguran bajas pérdidas por fricción y proporcionan movimiento de flujos altos.	<b>Coefficiente de rugosidad:</b> 0.013, por el tipo de acabado interior (abrasivo), los flujos que transporta la tubería, presentan pérdidas de movimiento.
<b>Velocidad máxima de diseño:</b> para tuberías de PVC, se encuentra en el rango de $6\text{m/s} < v_d \leq 9\text{ m/s}$	<b>Velocidad máxima de diseño:</b> para tuberías de hormigón, está limitada por esta condición $v_d \leq 4.5\text{ m/s}$
<b>Resistencia a la corrosión:</b> El PVC resiste el ataque químico de la mayoría de los ácidos, álcalis, sales y medios orgánicos tales como los alcoholes e hidrocarburos alifáticos.	<b>Resistencia a la corrosión:</b> son susceptibles a la corrosión interna y externa, en presencia de sulfuros.
<b>Instalación:</b> las tuberías de PVC, son sumamente ligeras en peso, lo que hace que sea más manejable, relativamente flexible, y fácil de instalar.	<b>Instalación:</b> exige un número considerable de juntas, lo que propicia las infiltraciones, ya sea desde adentro de la tubería, con lo cual puede contaminarse el suelo, o desde el externo del tubo, lo que produce un incremento del caudal transportado.

**Cuadro 5.1:** Análisis técnico uso tuberías

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO USO TUBERÍAS PVC vs TUBERÍAS HORMIGÓN</b>	
<b>TUBERÍAS PVC</b>	<b>TUBERÍAS HORMIGÓN</b>
Costo del metro lineal de tubería plástica alcantarillado D.N.I. 250mm, en el mercado local es de USD \$ 17.91	Costo del metro lineal de tubería hormigón simple 250mm, en el mercado local es de USD \$ 16.82

**Cuadro 5.1:** Análisis económico uso tuberías

**Fuente:** Patricio Javier Tipán Ch.

Comparando estos dos tipos de materiales, los conductos de PVC, presentan mejores ventajas técnicas y económicas, por lo que se justifica el uso de este material en el diseño, y por ende para la ejecución del proyecto.

## **5.2. VALORACIÓN DE VOLUMENES DE OBRA**

Los volúmenes de obra fueron estimados una vez que se obtuvo el diseño de la red de alcantarillado, para esto se desglosó todos los elementos y productos a utilizarse en sus componentes unitarios, utilizando como unidad de medida el sistema métrico.

En el **ANEXO 4**, se puede apreciar un resumen del presupuesto referencial con las respectivas cantidades de obra a ejecutarse.

## **5.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Para el análisis de precios unitarios del presente proyecto se consideraron las condiciones:

- Los precios de los materiales que intervienen en la ejecución de este proyecto, fueron asumidos de la publicación realizada por la Cámara de la Construcción de Quito.
- Los costos de mano de obra fueron asumidos de la base establecida por la Contraloría General del Estado vigentes para el año 2015.
- Los rendimientos para mano de obra, equipo y maquinaria, fueron calculados de acuerdo al clima y terreno del sector de la Parroquia de El Quinche.

En el **ANEXO 5**, se podrán apreciar el desglose de cada uno de los rubros que intervienen en el presupuesto del presente proyecto.

#### **5.4. CRONOGRAMA VALORADO**

En el **ANEXO 6**, se detalla el cronograma valorado, de los rubros a ejecutarse en el proyecto, cuyas actividades fueron desglosadas en meses.

#### **5.5. METODOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

El objetivo principal de esta actividad es determinar el proceso de construcción de las obras que conforman cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario de la Comuna San Vicente de Cucupuro: redes de PVC, pozos, estructuras de descarga; y, el programa de construcción general de una manera técnica y coherente que posteriormente sirva de referencia para el proceso precontractual y de ejecución de las obras a fin de facilitar el control del avance de los

Proyectos de una manera lógica y estructurada, brindando información y el soporte técnico necesario.

Este cometido se logró mediante la definición de un proceso de construcción que, partiendo de los diseños, las cantidades de obra, rendimientos y producción del material esperados o definidos en los análisis de precios unitarios de los rubros más representativos, da como resultado un programa detallado de las etapas de construcción.

El propósito de la definición del proceso constructivo es también determinar el plazo total de ejecución de la obra, basado en una metodología y un programa de construcción consistente, aspecto fundamental para la preparación de los documentos precontractuales, construcción de los proyectos y definición de un programa de inversiones.

El proceso consideró las condiciones meteorológicas medias o normales imperantes en las zonas de ubicación de la obra que fueran caracterizadas en el estudio de meteorología e hidrología del proyecto. El régimen de lluvias se caracteriza por una época invernal y otra de estiaje, que ocurren anualmente. Debido a la naturaleza de las obras, a las condiciones de los materiales de cimentación y a los materiales a ser utilizadas, se ha asumido que un período invernal medio o normal interferirá en la ejecución general de las obras, en especial en la ejecución de excavaciones, rellenos y estructuras de descarga.

En base a los diseños, cantidades de obra y especificaciones técnicas, se determinan los procedimientos, secuencias de construcción, métodos, clase de materiales y equipos necesarios para implementar los trabajos de construcción de cada una de las obras del Proyecto.

El programa de construcción es uno de los elementos básicos para la determinación de los programas de contratación, administración y fiscalización de las obras; es decir, del programa general de ejecución del Proyecto. Se consideró que los servicios de ingeniería y fiscalización se

realizarán por parte de una empresa consultora para asistir al GAD de El Quinche en la ejecución del proyecto en la fase de construcción.

El equipo mínimo fue determinado en base a los equipos y maquinarias pesados necesarios para cumplir con la ejecución de los trabajos, de acuerdo al proceso constructivo y al programa de construcción del proyecto.

### **5.5.1 Frentes Principales de Construcción**

- Estructuras de descarga y pozos de revisión

Replanteo de los ejes de las calles y estructuras

Excavación de zanjas y estructuras

Cambio de suelo y replantillos

Encofrado de estructuras

Hormigón en estructuras

Extracción de encofrados

Rellenos tras de las estructuras

- Redes de tuberías:

Replanteo de los ejes de las calles

Roturas de pavimentos

Excavación de zanjas

Cambio de suelo y replantillos

Instalación de tuberías

Pozos de revisión

Conexiones domiciliarias

Pruebas de tuberías

Rellenos

### **5.5.2 Fuentes de Materiales de Construcción.**

El cemento, el hierro, material pétreo, tuberías y accesorios de PVC, etc, podrán ser adquiridos en las distribuidoras de la ciudad de Quito o conforme convenga al profesional que se encargara de la construcción.

### **5.5.3. Proceso constructivo en general**

El constructor estará en capacidad de ejecutar los trabajos preliminares de topografía, verificación de puntos de control, ubicación de puntos auxiliares y replanteo de ejes de las obras que vayan a dar inicio a la construcción, se necesitará la aprobación de Fiscalización.

Una vez concluida esta actividad, el Constructor estará en capacidad de movilizar equipos y personal para dar inicio a la construcción de las redes de recolección, planificará la obra y su ejecución evitando en lo posible no suspender los servicios básicos existentes (agua potable, recolección de basura, transporte público y privado), dará soluciones alternativas que deberán estar señalizadas.

### **5.5.4. Equipo Mínimo**

El equipo mínimo necesario para la construcción de la red de alcantarillado sanitario se detalla a continuación:

<b>Descripción del Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
Retroexcavadora	2
Concreteira de un saco	2
Volqueta 12 m3	2
Vibropisonador	1
Martillo neumático	1
Equipo de topografía	1

**Cuadro 5.3:** Descripción de equipo mínimo

**Autor:** Patricio Javier Tipán Ch.

#### **5.5.5. Especificaciones Técnicas.**

Las presentes especificaciones son lineamientos generales a aplicarse en la construcción del sistema de alcantarillado de la Comuna de San Vicente de Cucupuro, se las dispone en el **ANEXO 7**.

## **CAPÍTULO VI**

### **IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

#### **6.1. MARCO LEGAL**

Las normas fundamentales que impulsa el desarrollo ambiental del país, se hallan consagradas en la Constitución Política de la República del Ecuador, publicado en el Registro Oficial N° 1 de 11 de Agosto de 1998.

La Carta Magna vigente, en el Capítulo 5, de los derechos colectivos, sección Segunda: Del medio ambiente: Art. 86 proclama que " Se declaran de interés público y se regularán conforme a la Ley: Numeral 1: la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; Numeral 2: La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberá cumplir las actividades públicas y privadas. Otras directrices ambientales legales se consagran en los Art. 87 al 91.

**Ley de Gestión Ambiental**, publicada en el Registro Oficial N° 245 de 30 de julio de 1999, en el TITULO III, Capítulo II, Art. 19 a 27, define la normativa para la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental.

El Art. 19.- dispone que " las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio".

Igualmente, el Art. 21.- indica que " Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental;



evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. .."

Además, la Ley de Gestión Ambiental, para su aplicabilidad efectiva, se apoya en las siguientes Leyes y Códigos (Disposiciones generales, reformas y derogatorias):

**Ley de Régimen Municipal.** Registro Oficial N° 331 de 15-10-197, con agregados y reformas a los Art. 212 y Art. 213 y la inclusión de dos Art. Innumerados, a fin de fortalecer los contenidos ambientales de esta Ley.

**Ordenanza Metropolitana N° 0146.-** Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", Libro II, Del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, en cuyo Art. II.381.i. e Art. II.381.j. de la Sección II, se establece los lineamientos para la Declaratoria Ambiental de las obras o proyectos, que a pesar de generar impactos ambientales, Art. II.382.13, Capítulo VI, no sean los previstos en el Art. II.381.g. del Capítulo V.

**Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre,** publicada en el Registro Oficial N° 416: de 22-11-83 en la cual, para fortalecerla, introduce reformas a los Artículos: 28, 81, 83, y 89.

**Código de Salud,** publicado en el Registro Oficial N° 158 de 08-02-1971. Art. 9. Ley Reformatoria al Código de la Salud. Ley N° 100. Registro Oficial 506 de 23-08-1990, en el cual, la Ley de Gestión Ambiental, modifica el Art. 2, indicando que "En aquellas materias de salud vinculadas con la calidad del ambiente, regirá como norma supletoria de este Código, la Ley de Medio Ambiente"

Complementan el Marco Legal, descrito las siguientes Leyes y Códigos:

**Ley de Aguas,** publicada en el Registro Oficial N° 69 de 30-05-1972. Decreto ejecutivo N° 369 de 18-05-1972, define la normativa para la

conservación y contaminación de las aguas; Capítulo I, Art. 20 y Capítulo II, Art. 22.

**Código Penal.** Registro Oficial N° 260 de 29-08-1985

- Reglamento General para la aplicación de la Ley de Aguas. Registro Oficial N° 233 de 26-01-1973.
- Reglamento del Aire del Ecuador, Acuerdo Ministerial No. 181. RO/ 156 de 26 de Marzo de 1993.
- Reglamento a la Ley Forestal, Áreas Naturales y Vida Silvestre. Decreto Ejecutivo No. 1529. RO/ 436 de 22 de Febrero de 1983.
- Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos. Registro Oficial N° 991. Acuerdo N° 14630 de 03-08-1992.

## **6.2. DECLARACIÓN AMBIENTAL**

La evaluación y análisis ambiental del Proyecto “Alcantarillado Sanitario para la Comuna de San Vicente de Cucupuro de la Parroquia de El Quinche”, concluye que en el área de influencia directa e indirecta del proyecto no existen recursos bióticos en riesgo de ser afectados por la obra.

Sin embargo, durante la fase de construcción, el proyecto generará algunos impactos moderados, comunes en este tipo de obras, tales como:

- Interrupción de tráfico en los tramos de construcción
- Peligro de derrumbes de las zanjas y hundimientos del suelo a causa de las excavaciones de zanjas.
- Deterioro de la calidad del aire por ruidos, vibraciones y polvo.
- Inadecuado relleno de zanjas y deficiente restauración de superficies de la calzada.

- Alteración de la seguridad ciudadana.
- Deterioro e interferencia de los servicios públicos: agua potable, etc. Riesgo de conexiones cruzadas entre redes de agua potable y de alcantarillado.

Estos Impactos, lejos de causar contaminación o daños irreversibles a alguno de los componentes del ambiente o el entorno socioeconómico de los vecinos de la obra, causará mayormente molestias temporales, evitables en la mayoría de las ocasiones pero en todo caso mitigables mediante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental previsto y en la aplicación de las medidas identificadas en el Plan de Monitoreo que forman parte de la presente Declaración. El plan de manejo ambiental se halla debidamente financiado.

Según el análisis expuesto, la construcción de las obras y la operación del proyecto, no se tipifica entre los proyectos u obras indicados en el Art. II.382.13., ni producirá ninguno de los efectos indicados en el Art . II.381.g. de la Ordenanza Metropolitana No.0146 vigente.

En consecuencia, y según lo previsto en el Art. II.381.j de la misma Ordenanza N° 0146 citada, esta obra no amerita la realización de un Estudio de Impactos Ambientales (EIA) y en su lugar corresponde la elaboración e implementación de una Declaración Ambiental.

### **6.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)**

#### **6.3.1 Antecedentes**

El presente Plan de Manejo, considera las medidas propuestas para evitar o de darse el caso, mitigar la acción de los impactos ambientales y sociales negativos, que puedan ocurrir durante la construcción de las obras del proyecto y, posteriormente, cuando el servicio entre en funcionamiento.

Para su instrumentación en la fase correspondiente a la ejecución de las obras, este plan se complementa con las especificaciones técnicas ambientales establecidas en el numeral 5.5.5.

### **6.3.2. Objetivo**

El objetivo del presente plan de manejo ambiental es facilitar la aplicación de las medidas ambientales preventivas, mitigantes y de remediación de los impactos socios ambientales que genere la construcción y la operación de la obra.

### **6.3.2. Estructura**

Para el presente Plan de Manejo Ambiental contiene la línea base, la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales significativos que ocasionará la obra, y el Plan de Manejo Ambiental propiamente dicho, el cual, además se complementa con un plan de Educación Ambiental y otro de Monitoreo.

También se incluye un cronograma preliminar para la ejecución de las medidas ambientales. Este cronograma será afinado al inicio de la construcción de las obras con la firma adjudicataria del proyecto. Finalmente, se hace constar el presupuesto estimado para la ejecución del PMA.

En el **ANEXO 8**, se podrá encontrar la siguiente información:

- Matriz de identificación y evaluación de los impactos ambientales
- Plan de información y educación ambiental
- Plan de monitoreo ambiental

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

- La red de Alcantarillado está enfocado a mejorar la calidad de vida de la población a la que servirán, por lo que es necesario realizar estudios preliminares en los que se investigue acerca de características socioeconómicas y culturales para realizar un diseño acorde a las necesidades de cada población.
- La ejecución del proyecto de alcantarillado beneficiara a una población futura de 594 hab, con una vida útil del proyecto de 30 años, para lo cual deberá considerarse que el inicio de construcción será el tercer trimestre del año 2015.
- Las condiciones topográficas del sitio en donde se diseñará un sistema de alcantarillado, resultare crítico se deberán proyectar las redes lo más apegadas a la topografía, con el fin de disminuir la magnitud de las excavaciones y afectaciones al entorno natural.
- El costo de los proyectos que se construyen en zonas alejadas de los focos urbanos, aumentará en función de la distancia entre las fuentes de abastecimiento y el sitio de la construcción. Por esta razón se deberá ajustar los costos de materiales, maquinaria y mano de obra al mercado de la zona.
- De acuerdo al análisis y comparación de alternativas de los materiales de conductos, la tubería de PVC, presenta varios puntos a favor como su capacidad para hacer fluir fácilmente los desechos

que normalmente se arrojan, esto se debe a que los tubos y las conexiones que se dan entre ellos tienen una superficie bastante lisa, lo cual a su vez impide por completo que se produzcan obstrucciones o atascamientos, otra de las ventajas de las tuberías en PVC es su peso ligero y sus distintas longitudes, esto último siempre se constituye en un punto a favor si tenemos en cuenta el proceso de instalación, que muchas veces puede tornarse en una tarea sumamente ardua.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

- Para el presente estudio se procesaron dos alternativas como son la utilización de tubería de hormigón simple y tubería de PVC, para la construcción de la red de alcantarillado sanitario, por lo que la segunda alternativa es la más provechosa, debido a la facilidad de transporte e instalación y menor coeficiente de rugosidad que permite alcanzar mayores velocidades en pendientes bajas, se recomienda para el presente proyecto la instalación de tubería plástica PVC.
- El contratista que presente su oferta deberá tener en cuenta las especificaciones dadas para cada elemento y en el caso de que no fuera posible cumplir con las mismas deberá informar a la fiscalización para determinar alternativas que no afecten el proyecto.
- Cumplir con las medidas propuestas para el control ambiental durante las etapas de construcción y operación del proyecto. Estas medidas están en caminadas a minimizar los impactos ambientales considerables dentro de la población.

## BIBLIOGRAFÍA

1. NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q. Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. Quito.2009.
2. RINCÓN Manuel, FAJARDO Miyerlandi. “Teoría y métodos demográficos para elaboración de estimaciones y proyecciones de población”. Bogotá. 2007.
3. NOVAFORT. Manual Técnico Novafort. Tubos de PVC para alcantarillado REV. 2014-10-30
4. GAD EL QUINCHE “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD EL Quinche”. 2012-2025.
5. CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. Manual de Análisis de Precios Unitarios Referenciales. Quito. 2015.
6. EX – IEOS, “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”. R.O.N°6. Quito. 1992.
7. ROCHA FELICES, Arturo. “Hidráulica de Tuberías y Canales”. 2007.
8. INEC. Ecuador en Cifras 2010 ([www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)).
9. Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Versión resumida ISBN 978-9942-07-691-5 ([www.buenvivir.gob.ec](http://www.buenvivir.gob.ec)).

# **ANEXO 1**

Oficio N° 35, GAD de El Quinche





# Gobierno Parroquial de El Quinche

*"Hogar de la Virgen"*



Oficio N° 35

El Quinche, 11 de junio de 2014

Asunto: Necesidades relacionadas con obras de infraestructura - Parroquia El Quinche

Señor  
Patricio Javier Tipán Charro  
**EGRESADO - ING. CIVIL**  
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
Ciudad

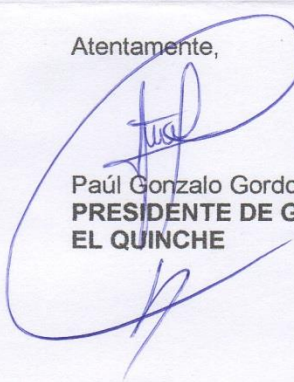
De mi consideración:

Hago referencia a su Oficio N° 001 PT 2014, de 27 de mayo de 2014, mediante el cual solicita se indique una necesidad urgente relacionada con obras de infraestructura que posea la población de El Quinche.

Al respecto, me permito informar que al momento la Parroquia de El Quinche posee varias necesidades urgentes relacionadas con obras de infraestructura de interés institucional y comunitario, por lo que pongo a su consideración se realice los estudios y diseños para dotar de alcantarillado a la Comuna de San Vicente de Cucupuro, la misma que actualmente cuenta con alrededor de 400 habitantes, y de esta forma nos ayudaría con el engrandecimiento y contribuiría con el buen vivir de nuestra población.

Por lo expuesto estamos dispuestos a colaborar con la información que usted estime conveniente, para el desarrollo de su proyecto.

Atentamente,

  
Paul Gonzalo Gordon Palacuzán  
**PRESIDENTE DE GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO**  
**EL QUINCHE**



Cuenca s/n y Bolívar - Parque Central  
Telefax: 238-7181 / 2388-414  
jpquinche@hotmail.com  
El Quinche - Ecuador

## **ANEXO 2**

Tabulación de encuesta

# **ANEXO 3**

Cálculo de caudales

Modelación hidráulica

# **ANEXO 4**

Presupuesto Referencial

# **ANEXO 5**

Análisis de Precios Unitarios

# **ANEXO 6**

Cronograma Valorado

# **ANEXO 7**

Especificaciones Técnicas

## **ANEXO 8**

- ✓ Matriz de identificación y evaluación de los impactos ambientales
- ✓ Plan de información y educación ambiental
- ✓ Plan de monitoreo ambiental



# PLANOS

- ✓ Plano levantamiento topográfico
- ✓ Plano implantación general
- ✓ Plano Implantación de redes de alcantarillado
- ✓ Plano de perfiles de redes de alcantarillado
- ✓ Plano de detalles