

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE  
VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES  
ANTE DOS TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA Y DE  
DESLIZAMIENTOS EN LA PARROQUIA HUACA,  
CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA: LILIANA JENNY VÁSQUEZ GARCÍA**

**DIRECTORA: ING. DELIA ELIZABETH VELARDE CRUZ**

**Ibarra, marzo de 2014**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD  
FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES ANTE DOS TIPOS DE  
AMENAZAS: SÍSMICA Y DE DESLIZAMIENTOS EN  
LA PARROQUIA HUACA, CANTÓN  
SAN PEDRO DE HUACA”**

Tesis revisada por la Directora, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

.....  
Ing. Elizabeth Velarde Cruz  
**DIRECTORA**

Ibarra – Ecuador  
2014



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

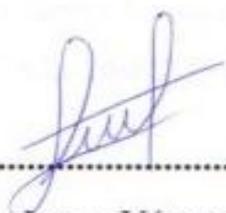
DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE CIUDADANÍA:</b>	100273510-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Vásquez García Liliana Jenny		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Julio Zaldumbide 1-45 y José Mejía		
<b>E-MAIL:</b>	liliana.vasquez@gmx.es		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062952176	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0967283345

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES ANTE DOS TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA Y DE DESLIZAMIENTOS EN LA PARROQUIA HUACA, CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA”
<b>AUTORA:</b>	Liliana Jenny Vásquez García
<b>FECHA:</b>	2014 - 03 - 11

CONSTANTES SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
<b>DIRECTORA:</b>	Ing. Elizabeth Velarde Cruz

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **LILIANA JENNY VÁSQUEZ GARCÍA**, con Cédula de Ciudadanía Nro. 100273510-6; en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del Trabajo de Grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con La Ley de Educación Superior Artículo 144.



.....  
Liliana Jenny Vásquez García

**C.C.: 100273510-6**

### 3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 11 de marzo de 2014

### LA AUTORA

#### ACEPTACIÓN:



.....  
Liliana Jenny Vásquez García

**C.C.: 100273510-6**

Ing. Betty Chávez

**JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **LILIANA JENNY VÁSQUEZ GARCÍA**, con Cédula de Ciudadanía Nro. 100273510-6; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora del Trabajo de Grado denominado “PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES ANTE DOS TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA Y DE DESLIZAMIENTOS EN LA PARROQUIA HUACA, CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA”, que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
Liliana Jenny Vásquez García

**C.C.: 100273510-6**

Ibarra, 11 de marzo de 2014

## FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN  
Fecha: 11 de marzo de 2014

**VÁSQUEZ GARCÍA, LILIANA JENNY.** "PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE REDES VITALES ANTE DOS TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA Y DE DESLIZAMIENTOS EN LA PARROQUIA HUACA, CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA"/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Marzo 2014. 135 p. anex., diagr.

**DIRECTORA:** Velarde Cruz, Elizabeth.

En la presente investigación se analizó el nivel de vulnerabilidad físico funcional de los elementos de las redes vitales (agua potable, alcantarillado y vialidad) de la parroquia Huaca, ello ante la eventual ocurrencia de sismos y deslizamientos. Sobre la base de estos antecedentes se propuso directrices para la aplicación de medidas estructurales y no estructurales, que reduzcan o nulifiquen las vulnerabilidades encontradas y que además conviertan a las redes vitales en elementos seguros, garantizando la provisión de servicios y que en casos adversos apoyen a la rápida recuperación de la dinámica territorial.

Ibarra, 11 de marzo de 2014



Delia Elizabeth Velarde Cruz  
**DIRECTORA DE TESIS**



Liliana Jenny Vásquez García  
**AUTORA**

## **AGRADECIMIENTOS**

La presente investigación fue realizada con el apoyo de instituciones y personas a quienes quiero extender mi sentimiento más sincero de gratitud:

- A la Universidad Técnica del Norte y a la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables por permitirme formar parte de sus aulas, brindándome conocimientos y oportunidades de crecimiento profesional.
- Al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la Comisión Europea de Ayuda Humanitaria, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y el Gobierno Autónomo Descentralizado de San Pedro de Huaca; instituciones que idealizaron, promovieron y auspiciaron el presente trabajo.
- A la Ing. Elizabeth Velarde Cruz, quien no solamente supo dirigir con mucha entrega, dedicación, comprensión y paciencia el presente trabajo; sino que, también se convirtió en mi referente en el mundo profesional al enseñarme la pasión que demanda los quehaceres de nuestra profesión.
- A todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, por haberme compartido sus conocimientos de forma desprendida; en especial al Ing. Oscar Rosales, Ing. Washington Estrada e Ing. Guillermo Beltrán; quienes supieron darme apoyo constante y depositar en mí su valiosa confianza.
- A la Dra. Patricia Aguirre, por su valiosa ayuda y sus acertados consejos a lo largo de mi carrera universitaria, convirtiéndose en mi mentora y amiga.
- A mis compañeros y amigos, en especial a Diego Chulde, Paúl Arias e Irina Salazar, de quienes he recibido siempre apoyo fraterno y el aliento suficiente para perseguir mis sueños; mi eterna gratitud por haber compartido día a día mis inquietudes, logros y desvelos.

**Liliana J. Vásquez García**

## DEDICATORIA

*Con eterna gratitud a mi Dios  
por derramar bondad y amor en cada uno de mis días.*

*Mi corazón y mi esfuerzo para mis padres y hermano,  
quienes son mi guía a través del ejemplo, la compañía,  
la comprensión, el apoyo incondicional, las alegrías,  
y el centro de mi inspiración para perseguir grandes logros.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	2
1.2. PROBLEMA .....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.4. OBJETIVOS .....	7
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
1.5. PREGUNTAS DIRECTRICES .....	7

## CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA .....	9
2.1. TERRITORIO .....	9
2.2. REDES VITALES .....	10
2.2.1. AGUA POTABLE .....	11
2.2.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	11
2.2.2. ALCANTARILLADO .....	12
2.2.2.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	12
2.2.3. VIALIDAD .....	13
2.2.3.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE VIALIDAD .....	13
2.3. EL TERRITORIO COMO EXPRESIÓN DE RIESGO .....	14
2.3.1. AMENAZA NATURAL .....	16
2.3.1.1. AMENAZA SÍSMICA .....	17
2.3.1.2. AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS .....	18
2.3.2. VULNERABILIDAD .....	18
2.3.2.1. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD .....	19
2.3.2.2. VULNERABILIDAD DE REDES VITALES .....	19
2.3.2.2.1. VULNERABILIDAD FÍSICO-ESTRUCTURAL .....	19
2.3.2.2.2. VULNERABILIDAD FUNCIONAL .....	20
2.3.3. RIESGO .....	20
2.3.3.1. GESTIÓN DE RIESGO .....	21
2.3.3.1.1. PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES .....	22
2.4. MARCO LEGAL .....	23

## CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1. MATERIALES .....	25
3.1.1. INFORMACIÓN E INSUMOS .....	25
3.1.2. EQUIPOS Y SOFTWARE .....	26
3.2. METODOLOGÍA .....	26
3.2.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....	27

3.2.2.	ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEGÚN LA SNGR.....	27
3.2.2.1.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....	28
3.2.2.2.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE LA RED DE AGUA POTABLE.....	29
3.2.2.3.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DE LA RED VIAL .....	29
3.2.3.	GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA .....	29
3.2.4.	ELABORACIÓN DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES .....	31

#### CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	32
4.1.1. UBICACIÓN.....	33
4.1.2. GENERALIDADES.....	34
4.1.3. CARACTERÍSTICAS HIDROCLIMÁTICAS.....	35
4.1.4. CLIMA .....	36
4.1.5. FORMACIONES VEGETALES .....	37
4.1.6. RELIEVE .....	37
4.1.7. HIDROGRAFÍA.....	37
4.1.8. DENSIDAD POBLACIONAL.....	38
4.1.9. CARACTERÍSTICAS ÉTNICAS Y CULTURALES .....	38
4.1.10. PRINCIPALES ACTIVIDADES Y RAMAS DE OCUPACIÓN .....	39
4.1.11. ACTORES CLAVES EN EL DESARROLLO.....	39
4.1.12. ELEMENTOS ESENCIALES .....	40
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES VITALES .....	41
4.2.1. RED DE AGUA POTABLE .....	42
4.2.1.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	42
4.2.1.2. SISTEMA DE POTABILIZACIÓN .....	44
4.2.1.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	44
4.2.2. RED DE ALCANTARILLADO .....	46
4.2.2.1. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	48
4.2.3. RED VIAL.....	50
4.3. CARACTERIZACIÓN CRONOLÓGICA DE LAS AMENAZAS NATURALES.....	52
4.3.1. AMENAZA SÍSMICA .....	54
4.3.2. AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS .....	55
4.4. VULNERABILIDAD DE LAS REDES VITALES.....	57
4.4.1. RED DE AGUA POTABLE .....	57
4.4.1.1. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE LA RED.....	62
4.4.2. RED DE ALCANTARILLADO .....	63
4.4.2.1. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE LA RED.....	67
4.4.3. RED VIAL.....	68
4.4.3.1. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE LA RED.....	72

4.5.	VULNERABILIDAD FÍSICA POR EXPOSICIÓN DE LAS REDES VITALES	73
4.5.1.	RED DE AGUA POTABLE	73
4.5.2.	RED DE ALCANTARILLADO	76
4.5.3.	RED VIAL	77
4.6.	LECTURA GENERAL DE LA VULNERABILIDAD DE LAS REDES VITALES	79
4.7.	PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LAS REDES VITALES	81
4.7.1.	PROGRAMA I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARROQUIA HUACA	82
4.7.1.1.	PROYECTO I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED DE AGUA POTABLE	82
4.7.1.1.1.	ACTIVIDADES PROPUESTAS	83
4.7.1.2.	PROYECTO II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES DE LA RED DE AGUA POTABLE	84
4.7.1.2.1.	ACTIVIDADES PROPUESTAS	84
4.7.1.3.	PROYECTO III: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED DE ALCANTARILLADO	86
4.7.1.3.1.	ACTIVIDADES PROPUESTAS	87
4.7.1.4.	PROYECTO IV: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO	88
4.7.1.4.1.	ACTIVIDADES PROPUESTAS	88
4.7.2.	PROGRAMA II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED VIAL DE LA PARROQUIA HUACA	89
4.7.2.1.	PROYECTO I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED VIAL	90
4.7.2.1.1.	ACTIVIDADES PROPUESTAS	90
4.7.2.2.	PROYECTO II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES LA RED VIAL	91
4.7.2.2.1.	ACTIVIDADES PROPUESTAS	92

## CAPITULO V

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1.	CONCLUSIONES	93
5.2.	RECOMENDACIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA	99
	LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	104
	ANEXOS	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del Cantón San Pedro de Huaca .....	34
<b>Figura 2.</b> División Político - Administrativa de la Ciudad de Huaca .....	35
<b>Figura 3.</b> Sistema de captación de agua .....	43
<b>Figura 4.</b> Sistema de potabilización de agua .....	44
<b>Figura 5.</b> Sistema de distribución de agua potable .....	45
<b>Figura 6.</b> Red de alcantarillado de Huaca .....	46
<b>Figura 7.</b> Líneas de alcantarillado principal y colector de Huaca.....	47
<b>Figura 8.</b> Plantas de tratamiento de aguas residuales de Huaca .....	49
<b>Figura 9.</b> Red vial de Huaca .....	50
<b>Figura 10.</b> Tipo de calzada de los sistemas viales de Huaca .....	52
<b>Figura 11.</b> Esquema sísmico del Ecuador y ubicación de la parroquia Huaca ....	55
<b>Figura 12.</b> Susceptibilidad a deslizamientos en la parroquia Huaca .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas de ubicación de la parroquia Huaca .....	33
<b>Tabla 2.</b> Características de la red vial de Huaca .....	51
<b>Tabla 3.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema de captación de agua	58
<b>Tabla 4.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema de tratamiento de agua potable .....	59
<b>Tabla 5.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema de distribución de agua potable .....	60
<b>Tabla 6.</b> Calificación de vulnerabilidad funcional de la red de agua potable .....	61
<b>Tabla 7.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema colector de aguas residuales .....	64
<b>Tabla 8.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema de tratamiento de aguas residuales .....	65
<b>Tabla 9.</b> Calificación de vulnerabilidad funcional de la red de alcantarillado .....	66
<b>Tabla 10.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema vial urbano .....	69

<b>Tabla 11.</b> Calificación de vulnerabilidad física del sistema vial rural .....	70
<b>Tabla 12.</b> Calificación de vulnerabilidad funcional de la red vial .....	71
<b>Tabla 13.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de captación de agua .....	74
<b>Tabla 14.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de tratamiento de agua potable .....	74
<b>Tabla 15.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de distribución de agua potable .....	75
<b>Tabla 16.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema colector de aguas residuales .....	76
<b>Tabla 17.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de tratamiento de aguas residuales .....	77
<b>Tabla 18.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de vialidad urbano .....	77
<b>Tabla 19.</b> Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema vial rural ..	78
<b>Tabla 20.</b> Lectura final de vulnerabilidades de las redes vitales .....	79

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Diagrama ombrotérmico de la parroquia Huaca .....	36
<b>Gráfico 2.</b> Actores claves de desarrollo .....	40
<b>Gráfico 3.</b> Elementos esenciales de la parroquia Huaca .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Entrevistas estructuradas .....	107
<b>Anexo 2:</b> Parámetros de valoración de la vulnerabilidad de las redes vitales .....	110
<b>Anexo 3:</b> Parámetros de valoración de la susceptibilidad a deslizamientos .....	117
<b>Anexo 4:</b> Mapa de ubicación.....	118
<b>Anexo 5:</b> Mapa base .....	119
<b>Anexo 6:</b> Mapa administrativo.....	120

<b>Anexo 7:</b> Mapa climático del Ecuador.....	121
<b>Anexo 8:</b> Mapa de pendientes .....	122
<b>Anexo 9:</b> Mapa geológico.....	123
<b>Anexo 10:</b> Mapa hidrológico.....	124
<b>Anexo 11:</b> Mapa de elementos esenciales .....	125
<b>Anexo 12:</b> Mapa de la red de agua potable .....	126
<b>Anexo 13:</b> Fotografías de la planta de captación de agua .....	127
<b>Anexo 14:</b> Fotografías de la planta de potabilización de agua .....	128
<b>Anexo 15:</b> Mapa de alcantarillado.....	129
<b>Anexo 16:</b> Fotografías de las plantas de tratamiento de aguas residuales.....	130
<b>Anexo 17:</b> Mapa vial .....	131
<b>Anexo 18:</b> Mapa de susceptibilidad a deslizamientos .....	132
<b>Anexo 19:</b> Mapa de redes vitales expuestas a deslizamientos .....	133
<b>Anexo 20:</b> Resumen de actividades propuestas para la reducción de vulnerabilidades en las redes vitales .....	134

## **RESUMEN**

Ecuador es un país altamente expuesto a amenazas de origen natural, eventos que en muchas ocasiones desembocan en desastres, los cuales son responsables de la pérdida de vidas humanas, destrucción de viviendas e infraestructuras (daños económicos que retrasan el desarrollo de los países) y de importantes perturbaciones que alteran la vida social y comunitaria.

Ante este panorama, la presente investigación tuvo como objetivo establecer el nivel de vulnerabilidad de los elementos de las redes vitales (agua potable, alcantarillado y vialidad) de la parroquia Huaca, ello ante la eventual ocurrencia de sismos y deslizamientos. Para lograr el propósito señalado, se utilizó la “Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal” desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el proyecto de Preparación para Desastres de la Comisión Europea de Ayuda Humanitaria y Protección Civil (DIPECHO) y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

En primera instancia, las redes vitales fueron evaluadas en dos parámetros de medición: 1) parámetros físicos, como: la edad y los materiales de construcción, el estado actual, el tipo de mantenimiento y los estándares de diseño; y 2) parámetros funcionales, como: la cobertura, la capacidad de intervención y las alternativas de funcionamiento.

Posteriormente, ambos parámetros fueron ponderados, obteniéndose el nivel de vulnerabilidad física de las redes vitales. Los resultados de esta investigación

establecen que la vulnerabilidad física es predominantemente baja, en contraste con la funcional que tiene un nivel medio, derivaciones que se explican a partir de la baja de cobertura de los servicios y los bajos niveles de gestión en la mantención de las redes vitales de la Parroquia Huaca.

Sobre la base de estos antecedentes se propuso posibles directrices para la aplicación de medidas estructurales y no estructurales, como son la reubicación y reconstrucción de sistemas hasta la formulación de ordenanzas institucionales, las cuales podrían implementarse para la reducción o nulificación de las vulnerabilidades encontradas convirtiendo a las redes vitales en elementos seguros que garanticen la provisión de servicios y que en casos adversos apoyen a la rápida recuperación de la dinámica territorial.

**Palabras clave:** Plan de reducción, vulnerabilidad, redes vitales, agua potable, alcantarillado, vialidad, amenazas naturales, parroquia Huaca.

## **ABSTRACT**

Ecuador is a country highly exposed to natural hazard, events that often lead to disasters, which severely affect population and their livelihoods, infrastructures, economy, public and private goods and consequently delay the development of countries and generate important disturbances of the social and community life.

The present investigation put the emphasis on establishing the level of vulnerability of the major elements of Huaca's public utility systems (water, sewer and roads), before the possible occurrence of earthquakes and landslides. To reach this purpose, we had used the "Methodological proposal for vulnerability analysis at the municipal level", developed by the United Nations Development Programme, DIPECHO and the National Secretariat for Risk Management.

The public utility systems such as water supply, sewer and road network were evaluated on two parameters: 1) physical factors, such as the year and the material of the construction, the current status, the type of maintenance and design standards, and 2) functional factors, such as coverage, response capacity and redundancy. After that, both parameters were weighed to give the level of physical vulnerability of public utility systems.

The results of this study established that physical vulnerability is predominantly low, in contrast to the functional vulnerability which has a middle level, explained mainly for the low coverage of services and low capacity of management of this networks. Based on this background, possible guidelines for the implementation of structural and non-structural measures were proposed, such as the relocation and

rebuilding of systems, even formulation of institutional laws, which could be implemented for the reduction or nullification of the found vulnerabilities as well as giving choices focused essentially on having control over the risks.

**Keywords:** Reduction plan, vulnerability, public utility systems, water supply, sewerage, roads, natural hazards, Huaca.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

En el presente estudio se realiza un análisis sobre las vulnerabilidades físicas y funcionales de las redes vitales, principalmente de los sistemas de agua potable, alcantarillado y vialidad de la parroquia Huaca, perteneciente al cantón San Pedro de Huaca en la provincia del Carchi. A partir de los resultados de la evaluación de vulnerabilidades, se estudió las medidas estructurales y no estructurales más convenientes para la mitigación y nulificación de dichas vulnerabilidades. Con un conocimiento más amplio de los problemas y sus posibles soluciones se logró la realización de un plan de reducción de vulnerabilidades físico funcionales de redes vitales para la parroquia urbana de Huaca, el cual servirá como herramienta de planificación para este territorio, reduciendo el riesgo de desastres e iniciando un desarrollo más sustentable.

Este estudio fue idealizado a partir de varios problemas presentes en esta parroquia ubicada en el norte del país; a partir de la definición de las principales limitaciones se pudo plantear objetivos que lleven a la reducción de la vulnerabilidad de la población de Huaca y a una respuesta clara de la pregunta de investigación.

En este capítulo se presenta el planteamiento del problema que llevó a la realización de este trabajo, además de los objetivos trazados y la pregunta de investigación resuelta a partir de la obtención de los resultados del estudio.

## **1.1. ANTECEDENTES**

Los países de la región Andina, especialmente Ecuador, Bolivia y Perú, están experimentando nuevos procesos de dinámica poblacional que han desembocado en una urbanización mal controlada con varios puntos desfavorables que incluyen impactos ambientales severos, sistemas de edificación inapropiados, extensión del área de asentamientos humanos hacia zonas de riesgo, inexistencia o mala calidad de los servicios de redes vitales; además de la inhabilidad de muchos actores claves y planificadores para seguir estas transformaciones (D'Ercole, Hardy, Metzger, y Robert, 2009).

Para Lavell (2007), es importante considerar un cambio de estrategia en donde se sustituya la atención a desastres por la gestión integral del riesgo, siendo así que la principal preocupación debe referirse a la elaboración de “Planes” fundamentados en la disminución de riesgos y posibles desastres; La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD) (2009), menciona que el proceso de evaluación del riesgo se realiza a través del análisis de las amenazas presentes y de las vulnerabilidades en dimensiones físicas, funcionales, sociales, económicas, ambientales, entre otras.

Según López (2004), el análisis de las amenazas dentro de un territorio determinado es indispensable para poder identificar de una manera adecuada cómo se encuentra distribuida la vulnerabilidad. Además, permite la identificación de las zonas que requieren mayor atención para ser protegidas. A partir de dicho análisis, se puede generar cartografía que ayude a los planificadores a tener en cuenta otros factores importantes al momento de delimitar el uso de suelo.

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) (2012), menciona que Ecuador posee escasos estudios de vulnerabilidad, pero que existen registros recientes de estudios aplicados a la reducción de riesgos en sectores como: vialidad, agua, saneamiento, educación y energía; desarrollados principalmente por

instituciones como la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), el Programa Regional Andino para la Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres (PREANDINO), OXFAM, Cooperazione Internazionale (COOPI) y el Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Cabe mencionar que no existe un registro bibliográfico sobre el análisis de vulnerabilidades físicas y/o funcionales de las redes vitales en la parroquia Huaca.

Los estudios hallados se encuentran realizados a escala nacional como el “Plan Estratégico para la Reducción del Riesgo en el Territorio Ecuatoriano” elaborado por PREANDINO y SENPLADES, con el apoyo financiero de la Corporación Andina de Fomento (CAF). Estas mismas instituciones han desarrollado metodologías para los análisis de vulnerabilidades de redes vitales, así como el “Plan de Reducción de Riesgo del Sector Agua Potable y Saneamiento”, pero que lastimosamente no han sido aplicadas para Huaca.

La SNGR en conjunto con el PNUD y el proyecto DIPECHO; desarrollaron una “Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal”, en donde se incluye el análisis físico funcional de las redes de agua potable, alcantarillado y vías. Se ha tomado como base una escala local bastante puntualizada que la ha convertido en apta para ser tomada como fundamento metodológico principal para el desarrollo del presente estudio.

Siguiendo estos lineamientos, en el presente trabajo se analizó las vulnerabilidades de las redes vitales ante la presencia de las amenazas sísmica y de deslizamientos en la parroquia Huaca, proponiendo finalmente un plan de acciones para la reducción y mitigación de las debilidades identificadas.

## 1.2. PROBLEMA

Las actividades humanas y el crecimiento acelerado de la población han generado en una fuerte antropización del medio natural produciendo un desequilibrio en los procesos normales de los ecosistemas. Se ha aumentado la ocurrencia de eventos naturales que conjugados con los diferentes tipos de vulnerabilidades, amplían en gran medida las probabilidades de riesgo (Organización de Estados Americanos - OEA, 1991).

La parroquia Huaca, cabecera cantonal de San Pedro de Huaca, es un territorio que experimenta un crecimiento poblacional acelerado. Según los censos nacionales de población y de vivienda del 2001 y 2010, se ha evidenciado un incremento poblacional del 13,22% en nueve años, como consecuencia de los movimientos migratorios que aquí se registran. El aumento poblacional en una parroquia genera el desafío de planificar la implementación de una adecuada infraestructura de redes vitales que aseguren servicios suficientes y de calidad a todos los pobladores tanto en situaciones normales de operación como en épocas de crisis y emergencias.

Con respecto a la vulnerabilidad físico funcional de redes vitales, Huaca no dispone de un análisis del estado de sus redes de alcantarillado, agua potable y vialidad. Esta parroquia carece de una delimitación de áreas vulnerables por exposición a amenazas: sísmica y de deslizamientos; a pesar de su proclividad a la manifestación recurrente de este tipo de eventos naturales que cada cierto tiempo afectan a la población e infraestructura. Se hace evidente la carencia de información técnica y cartográfica que permita realizar una lectura completa de las vulnerabilidades del territorio. Éste hecho ha llevado al planteamiento de la interrogante de si en realidad las redes vitales de Huaca son vulnerables y si es posible la realización de una propuesta de un plan de reducción de vulnerabilidades en las redes vitales de la misma parroquia.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El análisis de las vulnerabilidades de un territorio es un factor preponderante para el proceso de gestión de riesgos. La existencia de amenazas dentro del territorio no necesariamente tiene que significar que en la ocurrencia de un evento natural, éste se convierta en desastre. Con una adecuada evaluación de vulnerabilidades y un plan de reducción de las mismas, se puede disminuir los riesgos y a su vez los impactos negativos sobre la población e infraestructura (OEA, 1991).

El proyecto propuesto se idealizó a partir de la necesidad de incluir dentro del campo de acción del GAD - San Pedro de Huaca, la temática de gestión de riesgos, principalmente dentro de los planes de desarrollo cantonales. De esta manera se cumplió con lo establecido por la Constitución Política del Ecuador, en su Art. 389 donde se dispone: “asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente la gestión de riesgo en su planificación y su gestión”.

La situación de recurrentes desastres dentro del cantón, ha sido ocasionada principalmente por las fuertes lluvias que desestabilizan el terreno, generando deslizamientos como los suscitados en año 2005 y 2011 (La Hora, 2011); además de su proclividad a otras amenazas de origen natural como los sismos (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos., Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo., Universidad Técnica del Norte., 2013).

Ante este panorama, las autoridades y otras instituciones no gubernamentales se han visto interesadas en realizar convenios con la Universidad Técnica del Norte (UTN), con el propósito de desarrollar estudios que permitan generar estrategias de gestión de riesgo dentro de San Pedro de Huaca.

Enmarcada en convenios con instituciones como el PNUD, la SNGR y el GAD-SPH; la academia analizó puntos importantes de la dinámica del cantón San Pedro de Huaca, consiguiendo como producto un documento del perfil general del

territorio y sus vulnerabilidades; sirviendo de base para apuntalar la importancia que tiene la provisión de servicios básicos. Éste estudio también arrojó nuevas inquietudes como la perentoriedad de obtener un diagnóstico real de la infraestructura, etapas, procesos y vulnerabilidades de las redes vitales; generando de forma simultánea, recomendaciones para la reducción de las debilidades encontradas.

La exposición a amenazas de las redes vitales de la parroquia Huaca no necesariamente tiene que traducirse en un riesgo y mucho menos en un desastre. En este preámbulo, se planteó la interrogante de si dichos elementos son o no vulnerables física y funcionalmente ante las amenazas de deslizamientos y sismos; y a partir de esto, si es posible la realización de una propuesta de un plan de reducción de las vulnerabilidades encontradas, esto con el fin de disminuir los riesgos y a su vez los impactos negativos sobre la población e infraestructura.

La elaboración de un plan de reducción de vulnerabilidades físico funcionales de redes vitales brinda una ventajosa herramienta de planificación y ordenamiento del territorio, asegurando y garantizando el correcto funcionamiento de los sistemas indispensables para la dinámica normal de la sociedad. También se establecen directrices que buscan una preparación adecuada, conjuntamente con medidas correctivas en caso de situaciones adversas en las cuales la rápida recuperación de la parroquia dependerá directamente del adecuado funcionamiento de las redes vitales.

El resultado de la aplicación de esta metodología permitió la generación de cartografía temática sobre amenazas y su gestión de riesgos a través de la propuesta de un plan que permita mitigar y reducir la vulnerabilidad de las redes de agua potable, alcantarillado y vialidad. Este Plan servirá a los Departamentos de Planificación, Avalúos y Catastros, y Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Pedro de Huaca, como soporte técnico para establecer políticas y estrategias que permitan fortalecer la planificación en el

cantón, beneficiando a la población, al ambiente y promoviendo un desarrollo encaminado hacia la sustentabilidad.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

- Proponer un plan de reducción de vulnerabilidad físico funcional de redes vitales ante dos tipos de amenazas: sísmica y de deslizamientos en la parroquia Huaca del cantón San Pedro de Huaca.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información secundaria dentro del GAD parroquial y municipal, que sirva como base para el análisis del catastro de redes vitales, la determinación de amenazas y la memoria histórica sobre desastres de origen natural y antrópico.
- Adaptar la metodología planteada por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos para evaluar la vulnerabilidad físico funcional de redes vitales de la parroquia Huaca.
- Cartografiar la susceptibilidad a las amenazas: sísmica y de deslizamientos, dentro del territorio de Huaca.

## **1.5. PREGUNTAS DIRECTRICES**

Para el estudio planteado se formuló las siguientes preguntas directrices:

- ¿Son vulnerables física y funcionalmente las redes vitales de la parroquia Huaca?

- ¿Es posible generar un plan de reducción de las vulnerabilidades físico funcionales de las redes vitales ante amenazas sísmicas y de deslizamientos en la parroquia Huaca?

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

En el siguiente capítulo se resume los principales conceptos sobre vulnerabilidad, amenazas naturales, redes vitales, riesgos, entre otros; esto permitirá lograr un entendimiento más amplio sobre el tema desarrollado en el presente Trabajo de Grado. A continuación se explica de una manera sencilla los términos que fueron utilizados con mayor frecuencia durante este estudio, haciendo posible el mostrar los diversos puntos de vista que tienen algunos autores expertos en el tema.

#### **2.1. TERRITORIO**

Según la Real Academia de la Lengua Española (2001) el término territorio se define como una “porción de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, etc.”, y también, como “un terreno o lugar concreto (...) donde vive un determinado animal, o grupo de animales relacionados por vínculos de familia, y que es defendido contra la invasión de otros congéneres”.

Algunos autores como Llanos (2010), expresa un concepto de territorio más relacionado con la parte social, siendo éste un lugar de la sociedad que ayuda en la interpretación y comprensión de las relaciones sociales vinculadas con la dimensión espacial; que además, dentro de sus límites contiene las prácticas sociales y los

sentidos simbólicos que los seres humanos desarrollan en su íntima relación con la naturaleza, algunas de las cuales cambian de manera fugaz, pero otras se conservan adheridas en el tiempo y el espacio.

Para Noriega (2010), el concepto viene dado desde un aspecto más ecológico, siendo el territorio un espacio físico con las condiciones ideales para la formación y desarrollo de un ser vivo, ya sea animal o vegetal.

El territorio, para Lavell (2001), no es solamente un espacio circunscrito y bien definido sino también puede tener connotaciones como “territorio de impacto”, que es el área donde pudieren presentarse las amenazas que posteriormente generan desastres. También propone el concepto de “territorio de la causalidad” que es una zona en donde los factores causales del riesgo y de desastre, como los eventos físicos y la vulnerabilidad, se hacen presentes. Propone además, que estos dos tipos de territorio, no necesariamente deben compartir el mismo espacio, aunque es posible el compartir varios de los parámetros que los definen.

## **2.2. REDES VITALES**

Las redes vitales como su nombre mismo lo expresa son sistemas indispensables para la vida de la población dentro de un territorio, constituyéndose como componentes indefectibles de este espacio. Según Lavell, Mansilla y Smith (2003), las redes o líneas vitales son infraestructuras básicas y esenciales de un territorio, conformándose por los sistemas de agua, energía, transporte y comunicaciones.

Para la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (2012), las redes vitales se constituyen como sistemas que son indispensables para la dinámica normal de la sociedad y el territorio. Además, incluye al abastecimiento de agua potable, saneamiento y vialidad, como las principales redes.

### **2.2.1. AGUA POTABLE**

Para a Albert, L., López Moreno, S., y Flores, J.(1994), se define como agua potable a aquella que es apta para el consumo humano y cuya ingestión no tendrá efectos nocivos para la salud. En cada país, las autoridades establecen las especificaciones que debe cumplir este tipo de agua.

La movilidad del agua potable se realiza a través de sistemas diseñados con criterios técnicos de ingeniería y con resultados precisos para el nivel de servicio para el cual se ha establecido. Para Napurí, Torres, Lampoglia, y Agüero (2009) , estos sistemas poseen criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados; clasificándolos de la siguiente manera:

- Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)
- Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)
- Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)
- Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

#### **2.2.1.1. Componentes del sistema de agua potable**

Los componentes del sistema de agua potable son unidades que se ubican de acuerdo con las características de la fuente de abastecimiento y de la población que se va a abastecer. Lampoglia, Agüero, y Barrios (2008), proponen las siguientes unidades como componentes principales:

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

- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

Se recalca que la estación de bombeo de agua únicamente está presente en los sistemas que requieren de este tipo de unidad.

### **2.2.2. ALCANTARILLADO**

El alcantarillado es una de las técnicas de saneamiento aplicada para la recolección de aguas residuales a través de tuberías. Para Napurí, Torres, Lampoglia, y Agüero (2009), éste es un sistema cuya función principal es la recolección y posterior transporte de las aguas residuales, siendo utilizado principalmente en las zonas urbanas.

Lampoglia, Agüero, y Barrios (2008); proponen tres tipos de sistemas de recolección de aguas residuales, mismos que se muestran a continuación:

- Alcantarillado convencional.
- Alcantarillado condominial.
- Alcantarillado de pequeño diámetro.

Todos los sistemas mencionados son utilizados para casos multifamiliares y para la trasportación de excretas y de aguas residuales.

#### **2.2.2.1. Componentes del sistema de alcantarillado**

Los componentes del sistema de alcantarillado, dependerán del tipo de sistema de recolección que se ha escogido como una solución eficaz para la eliminación de excretas de una población; en general esta red se encontrará constituida por los siguientes elementos:

- Tubo principal.
- Red pública.

- Rama condominial (en caso de ser un alcantarillado condominial).
- Conexión domiciliaria.

### **2.2.3. VIALIDAD**

La vialidad está constituida por los caminos o vías que conforman una red de conexión para un territorio. Según Cal y Cárdenas (1998), la vialidad comprende aquellos medios que sirven como elementos de comunicación y transporte, pudiéndose incluir toda la infraestructura física como: caminos, carreteras, puentes, puertos marítimos y aéreos, entre otros.

El sistema vial puede clasificarse en urbano y rural, dependiendo del área donde se localiza. Para Garber y Hoel (2004), esta es una clasificación primaria del sistema de carreteras, cuando ya se le ha dado esta característica a las vías, se complementa asignándolas a las siguientes categorías:

- Caminos principales.
- Caminos secundarios.
- Caminos colectores principales.
- Caminos colectores secundarios.
- Vías y calles locales.

#### **2.2.3.1. Componentes del sistema de vialidad**

Garber y Hoel (2004), mencionan que el sistema vial está compuesto por elementos que se clasifican de acuerdo con su funcionalidad en categorías que puedan reflejar su uso principal. A continuación se muestra los elementos que proponen para esta red:

- Sistema principal arterial.
- Vías arteriales menores.
- Vías colectoras.

- Vías de servicio local.

### **2.3. EL TERRITORIO COMO EXPRESIÓN DE RIESGO**

El adecuado conocimiento de las amenazas y vulnerabilidades; y la memoria histórica sobre desastres ocurridos en un territorio son aspectos indispensables al momento de incluir dentro de las políticas de desarrollo el concepto de gestión de riesgos.

Los elementos que forman parte del territorio y que se encuentran expuestos a riesgo pueden asimilar de diversas maneras los distintos grados de amenazas establecidas; más aún, pueden alterar de forma trascendental las medidas de planificación o rehabilitación, antes y después de un desastre, incidiendo también en los niveles de desarrollo territorial.

Una herramienta que permite una visualización holística del estado general de un espacio geográfico es el “perfil territorial”. El uso de dicha información permite identificar las amenazas en los territorios a través de la caracterización de los elementos más relevantes, dinámicas de desarrollo, estructura espacial y la realidad a la que se enfrenta toda el área. Además, permite la comparación intercantonal y la determinación de características y parámetros comunes que ayuden al mejoramiento de la toma de decisiones como a la vez ayuda a establecer vacíos de información (SNGR, 2012).

Para comprender el perfil territorial es importante distinguir dos etapas:

- Caracterización de los territorios en cuanto a las amenazas presentes.
- Caracterización de factores territoriales que generan niveles de vulnerabilidad.

El conocimiento íntegro de estas etapas es muy útil al momento de organizar, ubicar y planificar el uso de este espacio; utilizando de manera correcta y eficaz cada porción del territorio, dando lugar a zonas con las condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades más acordes con sus características (Cendrero, 1987).

- Caracterización del territorio en cuanto a amenazas presentes.

El deficiente control para el crecimiento ordenado y bien estructurado de los territorios además de la presencia de fenómenos geodinámicos y climáticos desfavorables han provocado el surgimiento de una serie de vulnerabilidades que afecta a todos los rincones del territorio nacional, siendo en las grandes urbes en donde los desastres han ocasionado mayores impactos (D'Ercole, Hardy, Metzger, y Robert, 2009).

El análisis de las amenazas dentro de un determinado territorio es indispensable para poder determinar de una manera adecuada cómo se encuentra distribuida la vulnerabilidad. Además, permite la identificación de las zonas que requieren mayor atención para ser protegidas. A partir de dicho análisis, se puede generar cartografía que ayude a los planificadores a tener en cuenta otros factores importantes al momento de delimitar el uso de suelo (López , 2004).

Según SNGR., PNUD., UTN., (2013), las amenazas que mayor impacto han causado en la parroquia Huaca son los eventos sísmicos. En el caso de eventos por deslizamientos no se pudo encontrar suficiente información que valide su ocurrencia; a pesar de esto, se consideró importante incluir este tipo de amenaza para el estudio ya que gran parte del terreno de la parroquia posee una pendiente pronunciada que resulta en un notorio foco de desastre.

- Caracterización de factores territoriales que generan vulnerabilidad.

Según la Secretaria Nacional de Riesgos (2012), los factores territoriales que generan vulnerabilidad se identifican de diferentes maneras, pudiendo ser aquellos

que analizan los debilitamientos físicos y funcionales de diferentes infraestructuras a nivel cantonal, ante la presencia o no de amenazas naturales.

En este sentido, es importante el análisis de la centralidad o la policentralidad del cantón y sus atributos como lo patrimonial, la funcionalidad, la dinámica económica, entre otros. Estos datos ayudan a entender la estructura territorial y proporcionan guías para la reducción de las vulnerabilidades y el equilibrio del territorio (Beuf, 2010).

Para D'Ercole, Hardy, y Robert (2009), otro de los factores que generan vulnerabilidad dentro de un territorio es la suma constante de pequeños eventos. En este sentido, existe la imperiosa necesidad de mantener una memoria histórica de cada una de estos sucesos, conjuntamente con cuáles fueron las acciones aplicadas en ese momento. Todo esto con la finalidad de que si en un futuro un fenómeno de gran magnitud se hace presente, la rápida resiliencia sea una de las principales características dentro de esta población.

### **2.3.1. AMENAZA NATURAL**

Las amenazas naturales son consideradas como los procesos o fenómenos naturales que tienen lugar en la biósfera que puede resultar en un evento perjudicial y causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental (SNGR, 2012).

Según la terminología sobre reducción del riesgo de desastres establecida por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres o por sus siglas en inglés UNISDR, se entiende como amenaza a: “Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”, pudiendo tener diferentes orígenes: natural (geológico,

hidrometeorológico y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas). (UNISDR, 2009, p.05)

Además, dentro de dicha publicación, también se ha incluido, de manera más detallada, el concepto de “amenaza natural”, que se la define como: “Un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otro impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”. (UNISDR, 2009, p.07)

Para Keipi, Mora, y Bastidas (2005), las amenazas naturales son consideradas solo aquellas derivadas de la sismicidad, el volcanismo, los deslizamientos de tierra y la hidrometeorología (ciclones, inundaciones, sequías e incendios forestales).

Lavell (2005), explica que para poder entender y hallar una solución a los problemas que generan estos eventos, es importante dejar de lado ciertas concepciones sobre las amenazas que nuestra sociedad ha ido alimentando sin tener una visión más holística de las mismas. Tanto se ha dado connotaciones fatalistas, unidireccionales y parciales que las amenazas naturales se han transformado en nuestro léxico, adquiriendo el mal concebido concepto de “desastres naturales”.

Para el desarrollo del presente trabajo se escogió dos de las amenazas naturales que, según la SNGR., PNUD., UTN., (2013), representan un mayor riesgo para el cantón San Pedro de Huaca. A continuación se conceptualiza dichos eventos.

#### **2.3.1.1. Amenaza sísmica**

La amenaza sísmica se define como la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, distancia y profundidad, que puede causar daño a la población y a sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada; Decreto 423 de 2006 (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2012).

### **2.3.1.2. Amenaza de deslizamientos**

La amenaza de deslizamientos es la condición en la cual existe la probabilidad del movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo, bajo la acción de la gravedad, cuando el esfuerzo de corte excede el esfuerzo de resistencia del material (Van Westen, 2012).

Para Ferrer (1988), los deslizamientos al igual de los desprendimientos, flujos y avalanchas son tipos de movimientos de laderas; el proceso que engloba en general a los movimientos gravitacionales de material que ocurren en las laderas o taludes.

Alcántara (2000), menciona que este término no tiene una correcta utilización si se refiere a otro tipo de movimientos en masa, indicando específicamente que los deslizamientos son los desplazamientos de materiales como: rocas, detritos, suelo o tierra; sobre un plano o superficie.

### **2.3.2. VULNERABILIDAD**

La vulnerabilidad, según Cardona (2001), es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste.

Se ha considerado que la vulnerabilidad es también la propensión de un elemento (o de un conjunto de elementos) a sufrir ataques y daños en caso de manifestación de fenómenos destructores y/o a generar condiciones propicias a su ocurrencia o agravamiento de sus efectos (SNGR, 2012).

Es necesario conocer que la vulnerabilidad se hace presente solamente cuando está relacionada directamente con el hombre. Para Lavell (2007), los entes a los que se trasmite la vulnerabilidad son los seres humanos o colectividades de ellos y sus

medios de vida. Las personas son vulnerables en un sentido físico (propensión a la muerte o la enfermedad) o en un sentido de susceptibilidad a la pérdida o daño de los satisfactores de sus vidas materiales o espirituales.

### **2.3.2.1. Evaluación de la vulnerabilidad**

La evaluación de vulnerabilidades es un proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos económicos, sociales y humanos expuestos ante una amenaza particular, y los factores y contextos que pueden impedir o dificultar de manera importante la recuperación, rehabilitación y reconstrucción con los recursos disponibles en la unidad social afectada (Lavell, Mansilla , y Smith, 2003).

### **2.3.2.2. Vulnerabilidad de redes vitales**

El análisis de la vulnerabilidad de las redes vitales viene desde dos enfoques, mismo que se detallan en los siguientes literales.

#### **2.3.2.2.1. Vulnerabilidad físico estructural**

Este enfoque determina las vulnerabilidades intrínsecas de las redes ante la ocurrencia de la exposición a amenazas, identificando las condiciones generales de funcionamiento de las redes de alcantarillado, agua potable y vialidad. Para el análisis de este tipo de vulnerabilidad se tomó en cuenta los siguientes factores dados por la metodología propuesta por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos de Ecuador (2012):

- Funcionamiento hidráulico (en la red de alcantarillado)
- Estado actual (en redes de alcantarillado y agua potable)
- Antigüedad (en redes de alcantarillado y agua potable)
- Mantenimiento (en redes de alcantarillado, agua potable y vialidad)
- Materiales de construcción (en redes de alcantarillado y agua potable)

- Estándares de diseño y construcción. (en redes de alcantarillado, agua potable y vial)
- Estado de revestimiento (en la red vial)

#### 2.3.2.2.2. Vulnerabilidad Funcional

El enfoque funcional determina las consecuencias o efectos que acarrea la paralización potencial de la red en la oferta del servicio en caso de la ocurrencia de algún desastre natural.

Para el análisis de este tipo de vulnerabilidad se tomó en cuenta los factores dados por la metodología propuesta por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos de Ecuador (2012):

- Cobertura de servicios (en redes de alcantarillado, agua potable)
- Capacidad de intervención (en redes de alcantarillado, agua potable y vial)
- Dependencia (en redes de agua potable y vial)
- Redundancia (en redes de agua potable y vial)

#### 2.3.3. RIESGO

El riesgo es la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro del ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad (SNGR, 2012).

El riesgo es un término clave para la interpretación de la expresión gestión del riesgo de desastre. Ramírez (2008), menciona que este concepto alude a una condición de fragilidad de los seres humanos, ubicándolos en una desventaja notoria que podría traducirse en daños graves, cuando un evento de características naturales y/o sociales llegara a presentarse.

Según el informe de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (2004), se menciona que el riesgo podría ser considerado como una expresión del accionar de una amenaza, la vulnerabilidad y la capacidad. También se establece que ciertas disciplinas incluyen conceptos como exposición o valoración de los objetos expuestos, que harían referencia puntual a los aspectos físicos de la vulnerabilidad. Además considera importantes los contextos sociales que sirven de panorama para que ocurran los riesgos, ya que la población no necesariamente debe compartir la percepción del riesgo y menos aún, sus causas subyacentes.

#### **2.3.3.1. Gestión de riesgo**

La gestión de riesgo es un conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales, desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes. Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales y no estructurales para evitar o limitar los efectos adversos a los desastres (SNGR, 2012).

El conocimiento del riesgo es indispensable como base para el desarrollo sustentable; la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (2009, p. 35), menciona que: “el riesgo de desastres está vinculado a elementos insostenibles del desarrollo tales como la degradación ambiental, y por otro lado, la reducción del riesgo de desastres puede contribuir a alcanzar el desarrollo sostenible por medio de la reducción de pérdidas y la mejora de prácticas de desarrollo”. En este sentido, la gestión del riesgo abarca la evaluación y el análisis del mismo; de igual forma, la ejecución de estrategias y de acciones específicas para controlar, reducir y transferir este peligro a las poblaciones humanas.

Obedeciendo a la lógica y las características de la gestión del riesgo definido genéricamente. Para Lavell, Mansilla , y Smith (2003, p.11), “la gestión local del riesgo comprende un nivel territorial particular de intervención en que los parámetros específicos que lo definen se refieren a un proceso que es altamente participativo por parte de los actores sociales locales y apropiado por ellos, muchas veces en concertación y coordinación con actores externos de apoyo y técnicos. La gestión local como proceso es propio de los actores locales, lo cual lo distingue del proceso más general de gestión de riesgo en los niveles locales, cuya apropiación puede remitirse a distintos actores con identificación en distintos niveles territoriales pero con actuación en lo local”.

#### 2.3.3.1.1. Plan de reducción de vulnerabilidades

Un plan de reducción de vulnerabilidades es un conjunto de medidas que tienen como objetivo disminuir las probabilidades de daño en un elemento o conjunto de elementos, con el fin de reducir y/o nulificar las posibilidades de riesgo ante una amenaza natural o antrópica.

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009), conceptualiza un plan de reducción de riesgos y/o vulnerabilidades ante desastres señalando, que estos son documentos elaborados y enmarcados dentro las actividades de una autoridad, sector, organización o una empresa, con el fin de establecer acciones que permitan planificar, preparar, prevenir y pronosticar posibles desastres dentro de un territorio. También se debe establecer tareas de rehabilitación, reconstrucción y mejoramiento, cuando sea necesario; de los planteles, instalaciones, medios de sustento y condiciones de vida de las comunidades afectadas por los desastres.

Dentro del plan de reducción de vulnerabilidades se debe establecer una serie de medidas estructurales y no estructurales con el fin de mitigar los impactos de las amenazas y descartar posibles desastres. Según el Departamento de Asuntos Humanitarios (1992), las medidas no estructurales son medios de planificación que permitan un mejor ordenamiento del territorio. Un ejemplo de esto es la

planificación del uso de suelo; en cambio las medidas estructurales son aquellos medios que a través de actividades de ingeniería civil se construye obras que reduzcan las probabilidades de desastre para una población, como por ejemplo la construcción de muros de gaviones, canaletas de recolección, entre otros.

## **2.4. MARCO LEGAL**

Todas las actividades relacionadas con la gestión de riesgo deben encontrarse dentro de lo que estipula la instancia política más importante del país. Según la Constitución Política de la República del Ecuador (2008), en la Sección Novena se sistematizan dos artículos en los cuales se detalla el sistema y las atribuciones principales de los actores clave en la gestión de riesgo en el Ecuador; a continuación se transcriben estos artículos:

**Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y

mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.

6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión del riesgo.

**Art. 390.-** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

En el ámbito internacional, existen también actores clave y acuerdos para la gestión del riesgo. El principal organismo internacional es la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD); establecido en el año 1999 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, fue creado con el fin de ser un punto focal para la coordinación y articulación de acciones para la reducción del riesgo de desastres. Dentro de su accionar, se realizó la Conferencia Mundial para la Reducción de Desastres, llevada a cabo en enero del 2005 en Kobe, Hyogo – Japón, en donde se aprobó un Marco de Acción 2005 – 2015 para el aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. En este documento se confirma la responsabilidad de las naciones de llevar a cabo tareas y acciones en un ámbito nacional y local para la reducción de riesgos de desastres. Ecuador forma parte de los estados comprometidos con este convenio; además se constituye como una Plataforma Nacional, que es un ente propio, con un Comité de Trabajo sobre la reducción de riesgos; reflejando el compromiso del gobierno para implementar actividades a nivel local, nacional e internacional en el ámbito de la gestión de riesgos (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2005).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el presente capítulo se recopila y enlista los materiales utilizados a lo largo de todo el estudio; además se explica la metodología utilizada para la obtención de los resultados que se presentan en el Capítulo IV.

#### **3.1. MATERIALES**

Los insumos y equipos que fueron utilizados para el desarrollo del presente trabajo, se detallan en los siguientes ítems.

##### **3.1.1. INFORMACIÓN E INSUMOS**

- Carta topográfica del cantón San Pedro de Huaca. Escala 1: 50000.
- Planos catastrales del cantón San Pedro de Huaca. Escala 1:5000; 1:10000
- Cartografía de redes de agua potable, alcantarillado y vías.
- Información Temática del INEC-REDATAM.
- Plan de Ordenamiento Territorial del cantón San Pedro de Huaca.
- Planes operativos de los departamentos municipales.
- Información sobre plan de mantenimiento, contingencia, etc., que incluya a las redes vitales de Huaca.
- Ordenanzas del GAD Municipal de San Pedro de Huaca.
- Proyectos de diseño de las redes de agua potable, alcantarillado y vialidad.

- Guía de Implementación para el Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.
- Anuarios meteorológicos.
- Normas Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS) para agua potable y alcantarillado.
- Normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) para el diseño vial.
- Insumos de oficina.
- Libreta de campo.
- Insumos para toma de datos en campo, como: flexómetro, herramientas, varas de madera, entre otros.

### **3.1.2. EQUIPOS Y SOFTWARE**

- Computador.
- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Cámara de video.
- Programa ArcGis 10.0
- Programa MapSource.
- Programa AutoCad 2014.
- Programa Microsoft office 2013.

## **3.2. METODOLOGÍA**

La evaluación de vulnerabilidades de las redes vitales de la parroquia Huaca se realizó a través de la adaptación de la metodología planteada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos para el análisis de vulnerabilidades a nivel municipal en el Ecuador, que se detalla en el literal 3.2.2.; posteriormente a través de revisión bibliográfica se logró diseñar un plan para la reducción de las vulnerabilidades encontradas. A continuación se

muestra de manera precisa cuales fueron los pasos seguidos durante el desarrollo de esta investigación.

### **3.2.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

La recopilación de información dentro del GAD Parroquial y Municipal se realizó a través de salidas de campo y de entrevistas estructuradas y no estructuradas a cada funcionario representante de los Departamentos de Planificación, Ambiente, Obras Públicas, Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal. En el Anexo 1, se muestra el modelo de entrevista estructurada aplicada a los funcionarios municipales. Los resultados obtenidos a partir de estas entrevistas, así como los datos obtenidos por observación directa en las salidas de campo; fueron utilizados para complementar la caracterización de cada uno de los sistemas de las redes de agua potable, alcantarillado y vialidad que se muestran en el Capítulo IV.

### **3.2.2. ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEGÚN LA SNGR**

Para la determinación de vulnerabilidades físico funcionales de las redes vitales se adaptó los criterios y procedimientos planteados en la Propuesta Metodológica: Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal (SNGR, 2012). Según lo establecido por ésta misma metodología, la evaluación de vulnerabilidades se realizó a través de los siguientes pasos:

- Determinar la capacidad de conducción hidráulica de la red de alcantarillado, a partir de la información del caudal de diseño.
- Conocer la antigüedad y el tipo de materiales de construcción de las redes de alcantarillado y agua potable.
- Analizar los estándares de diseño para determinar si los sistemas de alcantarillado y agua potable fueron diseñados y construidos a partir de la aplicación de las normas IEOS.
- Examinar los planes de mantenimiento de las redes de alcantarillado, agua potable y vialidad.

- Establecer cuál es la cobertura de servicios de las redes de alcantarillado y agua potable.
- Conocer la capacidad de intervención de las redes de alcantarillado, agua potable y vialidad.
- Analizar la dependencia de las redes de agua potable y vialidad.
- Analizar la redundancia de las redes de agua potable y vialidad.

En el Anexo 2; se muestran las tablas con las valoraciones de cada uno de los parámetros antes mencionados, además de los rangos utilizados para la apreciación tanto de las vulnerabilidades físicas intrínsecas, como de las vulnerabilidades físicas por exposición a deslizamientos y sismos; además de las cuantificaciones dadas para las vulnerabilidades funcionales de las redes vitales.

### **3.2.2.1. Análisis de la vulnerabilidad físico funcional de la red de alcantarillado**

El análisis de la vulnerabilidad físico funcional de la red de alcantarillado, consta de los siguientes pasos:

- Identificar la capacidad máxima de conducción hidráulica de los colectores, establecida en los planos de diseño del sistema.
- Determinar la capacidad de conducción hidráulica actual de los colectores, a través de trabajo de campo en el cual se tomó datos e identificó si el caudal que corre por el sistema es menor o igual al tamaño de la cámara de aire en las tuberías.
- Identificar el material y año de construcción de los colectores.
- Determinar si el sistema se construyó después de la norma promulgada por el IEOS “Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”.

### **3.2.2.2. Análisis de la vulnerabilidad físico funcional de la red de agua potable**

El análisis de la vulnerabilidad físico funcional de la red de agua potable, consta de los siguientes pasos:

- Conocer el año de construcción de los diferentes sistemas.
- Obtener información sobre los procedimientos de mantenimiento y conocer si estos se dan de manera predictiva o correctiva.
- Determinar si el sistema se construyó después de la norma promulgada por el IEOS “Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”.
- Identificar los materiales de construcción de los sistemas.
- Conocer el estado general de la red.

### **3.2.2.3. Análisis de la vulnerabilidad físico funcional de la red vial**

El análisis de la vulnerabilidad físico funcional de la red vial, consta de los siguientes pasos:

- Conocer el estado general del sistema, a través de una visita de campo que ayude en la verificación del estado de revestimiento de las vías.
- Conocer cómo se realiza el mantenimiento del sistema, si es planificado, esporádico o nulo.
- Determinar si el sistema se diseñó y construyó después de la norma promulgada por el MOP en el año 2002, para el diseño vial.

### **3.2.3. GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA**

Se generó cartografía temática mediante análisis y álgebra de mapas, con el fin de identificar el origen de los tipos de amenazas: sísmica y de deslizamientos; para la elaboración de mapas se siguió ciertos pasos generales como:

- a. Organización de la información cartográfica base como los límites cantonales y parroquiales de San Pedro de Huaca, para la generación de un mapa base de este territorio.
- b. Clasificación de la información base, utilizada para la determinación de amenazas sísmicas y de deslizamientos.
- c. Para la generación de un mapa de susceptibilidad a la amenaza de deslizamientos, se adaptó la metodología propuesta por Mora – Vahrson, citada por Abad (2006); en donde se propone al análisis de cinco factores principales:
  - Relieve relativo, el cual se obtuvo a partir del análisis y clasificación de las pendientes del terreno en seis rangos, a los cuales se les dio una calificación cualitativa desde el criterio de Muy Bajo hasta Muy Alto y un valor de 1 a 6 donde 1 es pendiente muy baja y 6 muy alta.
  - Humedad del suelo, este factor se obtuvo a partir de la comparación de las precipitaciones de cada mes con la precipitación promedio mensual, se le asignó un valor de cero si son menores que la precipitación promedio, de uno si el valor es igual o se encuentra en el rango de hasta el doble de la precipitación promedio mensual y un valor de dos si sobrepasa el doble de la precipitación media mensual.
  - Litología, se analizó la estructura de la roca, donde la roca muy suave tuvo un valor de tres, la roca suave de dos y la roca dura, cero.
  - Uso del suelo, dependiendo del nivel de antropización del suelo se asignó un valor por lo tanto el suelo muy intervenido tuvo un valor de tres, el medianamente intervenido un valor de dos, y en suelo con vegetación natural o pastos un valor de cero.
  - Precipitación, factor que se analizó a partir del área entre las isoyetas generadas. Obteniendo un valor de cero la precipitación baja menor a 808 mm anuales, la precipitación media que se encuentra entre los 809 y 1617 mm tiene un valor de uno y la precipitación alta mayor a los 1618 mm alcanza una calificación de dos.

Luego de obtenidos los valores de los parámetros se procedió a multiplicarlos por el porcentaje de relevancia para el análisis de deslizamiento. Los resultados finales se consiguieron a partir de la ubicación de los productos en la tabla de rangos de susceptibilidad a deslizamientos. Cada valoración mencionada se la puede encontrar en el Anexo 3.

#### **3.2.4. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES**

Se propuso un plan de reducción de las vulnerabilidades físico funcionales de las redes vitales de la parroquia Huaca, aplicando los siguientes criterios:

- Una vez obtenidos los resultados sobre los principales factores que hacen vulnerables las redes vitales de la parroquia Huaca, se generó propuestas sobre medidas estructurales y no estructurales que permitan mitigar y/o nulificar cada una de dichas vulnerabilidades.
- Se emitió recomendaciones que puedan servir para casos de emergencia o crisis en donde sea necesaria una rápida recuperación de la población y sus medios de vida.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a través de toda la investigación; a partir de los hallazgos sobre las vulnerabilidades físico funcionales de las redes vitales de la parroquia Huaca. Se pudo proceder a la elaboración de un plan que sirva como un criterio para la reducción de vulnerabilidades. En esta parte del trabajo, también se desarrollan cada uno de los objetivos planteados en un inicio, además se discute los resultados obtenidos en relación con trabajos similares realizados por otros autores.

#### **4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El cantón San Pedro de Huaca está ubicado en la región andina al norte del Ecuador, en la Hoya del río Chota, en las estribaciones de la cordillera oriental; conocido históricamente como "La Esmeralda Andina del Ecuador". Es uno de los seis cantones de la provincia del Carchi. Dentro de este cantón se encuentra dos parroquias, una rural denominada Mariscal Sucre y una urbana denominada Huaca, esta última fue el territorio donde se desarrolló el presente estudio; como se muestra en el Mapa de Ubicación en el Anexo 4.

#### 4.1.1. UBICACIÓN

La parroquia Huaca, está situada al pie del cerro Mirador, en la Cordillera Oriental de los Andes, a una altitud de 2950 msnm. A través de su territorio corren los ríos Huaca al Oeste y el río Obispo al Este, que se muestran en el Mapa Base ubicado en el Anexo 5.

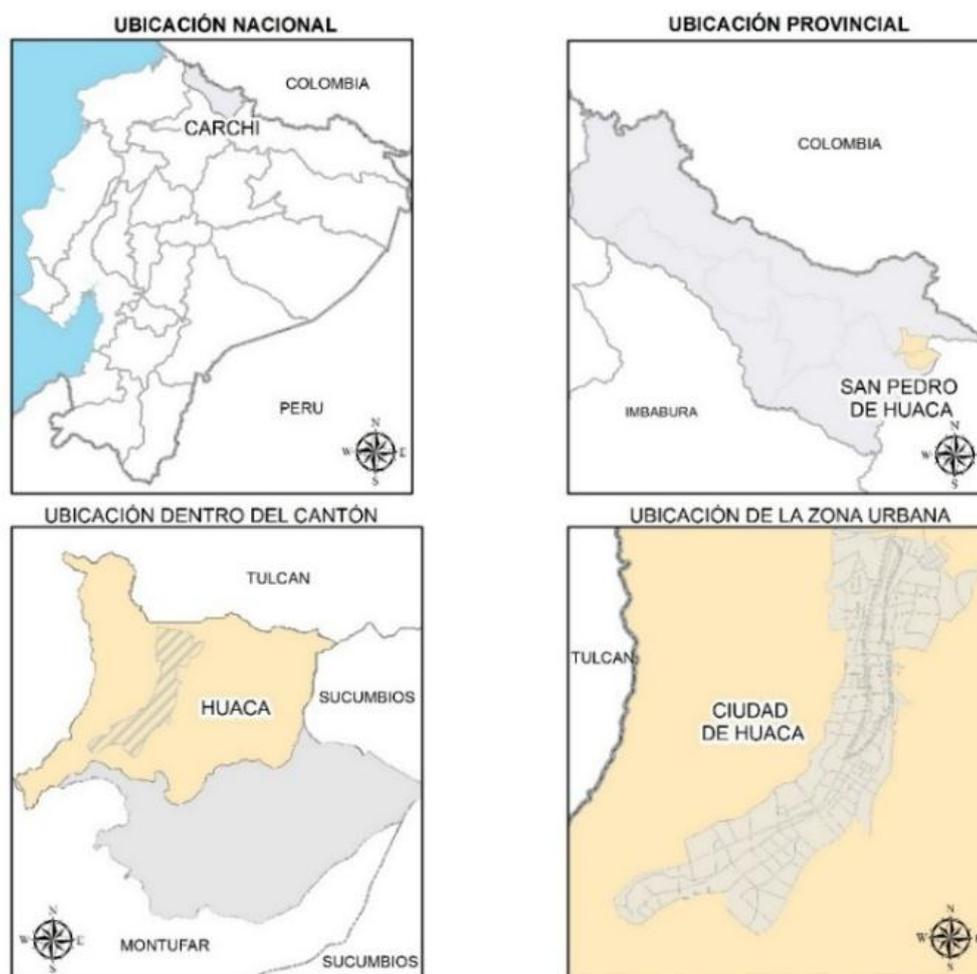
Esta parroquia ubicada al noroccidente del cantón San Pedro de Huaca, se emplaza a 220 km de Quito y 26 km de Tulcán, con una superficie de 36,03 kilómetros cuadrados; limita al norte con el cantón Tulcán y al sur con la parroquia rural de Mariscal Sucre. Se encuentra proyectada en la zona 17 S, según las coordenadas presentadas en la *Tabla 1*.

**Tabla 1.** Coordenadas de ubicación de la parroquia Huaca

<b>LONGITUD X</b> UTM WGS84 – 17 S	<b>LATITUD Y</b> UTM WGS84 – 17 S
860226,207	10071240,78
861327,007	10071240,78
860226,207	10067144,401
861327,007	10067144,401

Elaborado por: Liliana Vásquez

n la *Figura 1*, se muestra la ubicación del cantón en relación con el territorio ecuatoriano.



**Figura 1.** Ubicación del Cantón San Pedro de Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

#### 4.1.2. GENERALIDADES

La parroquia Huaca es la única parroquia urbana del cantón San Pedro de Huaca. Su zona céntrica o urbana se encuentra dividida en nueve barrios y cinco poblados rurales que son: Cuaspud, Yamba, Timburay, Guananguicho Norte y Guananguicho Sur; esto se observa en el Mapa Administrativo del Anexo 6.

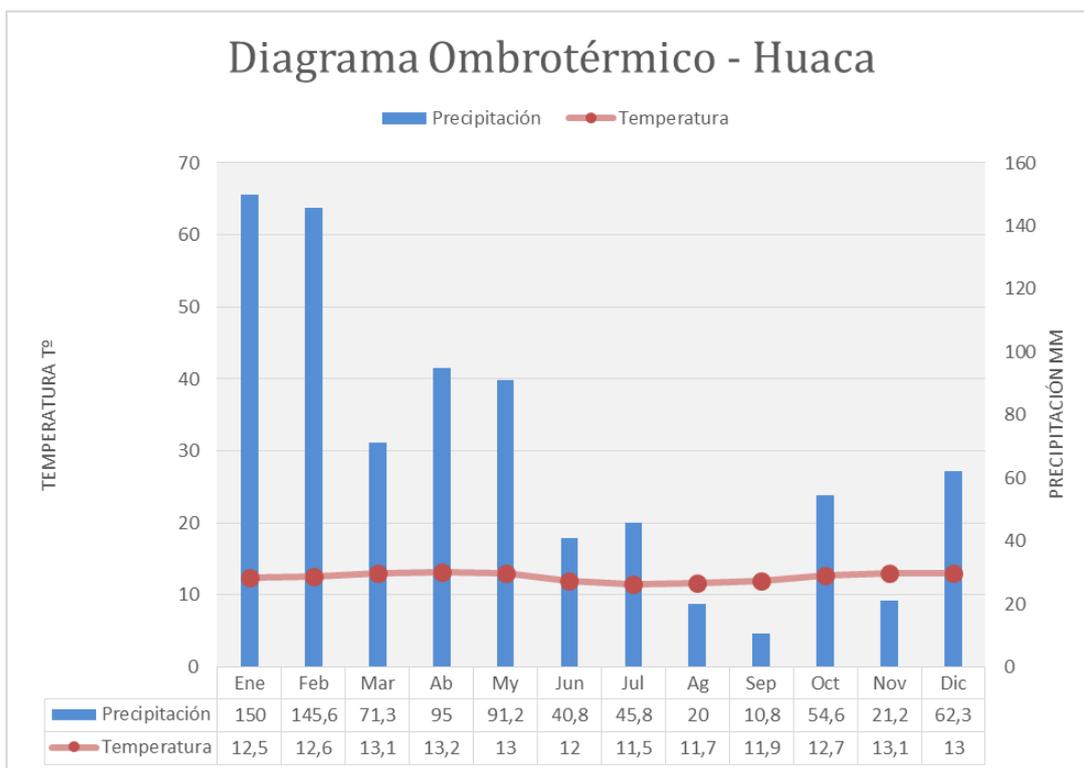
En la *Figura 2* se halla la división político-administrativa del área urbana de la parroquia Huaca, además de los aspectos referidos a: límites cantonales, fecha de creación, superficie, altitud, demografía y división administrativa.



**Figura 2.** División Político - Administrativa de la Ciudad de Huaca  
 (SENPLADES, SIISE, PDOT San Pedro de Huaca, 2012)

#### 4.1.3. CARACTERÍSTICAS HIDROCLIMÁTICAS

A través de un análisis de los registros históricos de los datos hidrometeorológicos de las estaciones cercanas al área de estudio, se ha podido definir el diagrama ombrotérmico que rige para toda el área de la interpolación de las estaciones. Como se aprecia en el *Gráfico 1*, existen eventos de máxima precipitación bien definidos en el año, que corresponden a los meses de enero y febrero, en los que se registran precipitaciones que superan los 60 mm; también se ha determinado que existen tres meses ecológicamente secos, el primer periodo es en agosto - septiembre y el siguiente en el mes de noviembre.



**Gráfico 1.** Diagrama ombrotérmico de la parroquia Huaca

(Registros INAMHI, 2011)

#### 4.1.4. CLIMA

Basados en los estudios de clasificación climática de Pierre Pourrut, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2008), señala que la parroquia Huaca se ubica en la zona de la región interandina, en la sierra norte de Ecuador y presenta un clima ecuatorial de alta montaña; de manera más específica posee un régimen térmico templado frío, un índice hídrico sub húmedo y una variación estacional de la humedad de nulo o pequeño déficit hídrico, como se identifica en el Mapa Climático del Ecuador en el Anexo 7. Se caracteriza por estar situado por encima de los 2900 msnm, con una temperatura media anual menor a 12°C y una precipitación media anual que varía entre 1000 y 2000 mm, por lo tanto la humedad relativa es siempre superior al 80% (PDOT - San Pedro de Huaca, 2012).

#### **4.1.5. FORMACIONES VEGETALES**

Según Sierra (1999), la región andina o Sierra norte del Ecuador incluye las áreas ubicadas sobre los 1300 msnm, hasta la cúspide de las montañas o el límite nival, tanto de la Cordillera Oriental como de la Cordillera Occidental de los Andes.

Para el caso de Huaca encontramos tres formaciones vegetales distribuidas en su territorio, entre ellas encontramos al Bosque Siempreverde Montano de los Andes Occidentales, el Bosque Siempreverde Montano de los Andes Orientales y Matorral Húmedo Montano de los Andes del Norte y Centro (PDOT - San Pedro de Huaca, 2012).

#### **4.1.6. RELIEVE**

Según la SNGR., PNUD., UTN., (2013), la parroquia Huaca tiene como característica principal que su territorio se encuentre influenciado por las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes, la cual atraviesa su territorio longitudinalmente de norte a sur. En cuanto al relieve se han identificado tres tipos principales de relieve: ondulados, montañosos y escarpados. En el sector de Santa Teresita de Cuaspud existen laderas que presentan pendientes de moderadas a escarpadas; las mismas que son susceptibles a fenómenos naturales y antrópicos de tipo erosivos y movimientos en masa, como se observa en los Mapas de Pendientes y Geológico de los Anexos 8 y 9, respectivamente.

#### **4.1.7. HIDROGRAFÍA**

Los principales sistemas hidrográficos presentes en Huaca son los ríos Huaca localizado al Oeste y el río Obispo localizado al Este, fluyendo a través de su territorio con dirección de noreste a suroeste; el recurso hídrico de estos ríos es utilizado mayormente en actividades agrícolas para riego. Como se observa en el Mapa Hidrológico del Anexo 10, dentro de los límites parroquiales se encuentran

las subcuencas del río Obispo, río Huaca y río Chingual; en las cuales se encuentran pequeñas quebradas que confluyen a estos ríos.

#### **4.1.8. DENSIDAD POBLACIONAL**

Según el VII Censo de Población y VI de Vivienda (INEC, 2010), Carchi es una provincia que cuenta con 164524 habitantes, todo el cantón San Pedro de Huaca cuenta con sólo el 4% de la población total de la provincia.

Si se analiza los datos dados por el VII Censo de Población y VI de Vivienda (INEC, 2010) sobre la situación actual de los asentamientos dentro de este cantón, se observa que los sectores concentrados de la población se ubican en la zona urbana de Huaca con 3859 habitantes representando el 61,83% del total parroquial y el 50,62% de la población total cantonal; en las zonas rurales coexisten 2382 habitantes que constituyen el 38,17 % de la población de Huaca y el 98,92 % de la población dispersa en la zona rural cantonal.

#### **4.1.9. CARACTERÍSTICAS ÉTNICAS Y CULTURALES**

Huaca es una parroquia multiétnica; en donde existe una diversidad de etnias o grupos humanos establecidos. De una u otra manera estos grupos establecen sus costumbres, tradiciones, vestimenta y actividades, aunque han recibido mucha influencia externa. Esto se refiere especialmente a los afroecuatorianos que han perdido su organización social, además de muchas de sus costumbres y se han ido adaptando a las costumbres del resto de la población mestiza (PDOT - San Pedro de Huaca, 2012).

Con información general del cantón obtenida a partir del último VII Censo de Población y VI Vivienda (INEC, 2010), se indica que aproximadamente un 1,39% de la población es indígena, un 1,76% afro-ecuatoriano/a, el 0,17% montubio/a, el 93,38% es mestiza, el 3,17% blanco/a y otros el 0,13%.

#### **4.1.10. PRINCIPALES ACTIVIDADES Y RAMAS DE OCUPACIÓN**

El cantón San Pedro de Huaca, según los datos proporcionados por el VII Censo de Población y VI Vivienda (INEC, 2010), tiene entre las principales ramas de actividad económica a la agricultura, ganadería y silvicultura con el 54,77 % de ocupación de la Población Económicamente Activa (PEA); el 7 % se encuentran en la actividad comercial al por mayor y menor, el 4,39% al transporte, el 3,81% a la industria manufacturera y el 11,21% representan a actividades no declaradas. De acuerdo con estos porcentajes se puede afirmar que en general la economía del cantón San Pedro de Huaca, al igual que la de la parroquia Huaca, está concentrada exclusivamente en el sector primario.

#### **4.1.11. ACTORES CLAVES EN EL DESARROLLO**

Los actores claves para el desarrollo tanto para el cantón San Pedro de Huaca como para la parroquia en sí, son principalmente los que están dentro de la Municipalidad, ya que se encargan de coordinar, controlar e impulsar las mejoras del cantón. Huaca no cuenta con sedes estatales como ministerios, secretarías u organizaciones con un amplio espectro de acción. Según la SNGR., PNUD., UTN., (2013), la gestión del riesgo de éste territorio se encuentra bajo la coordinación de representantes como: Jefe Político, Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Secretaria Técnica de Gestión de Riesgos, Juntas Parroquiales, la Iglesia Católica, los representantes de las Asociaciones de Productores, Presidentes de los barrios y comunidades del cantón tanto de la parte urbana como rural. Esto se ha estructurado en el *Gráfico 7*.



**Gráfico 2.** Actores claves de desarrollo

(Elaboración propia, 2014)

#### 4.1.12. ELEMENTOS ESENCIALES

Según D'Ercole y Metzger (2002), los lugares o elementos esenciales son: “Todo lo que permite a la gente vivir, alojarse, trabajar, desplazarse, tener acceso a la educación, a la salud, a la cultura y a la recreación”. Desde una visión más amplia se encuentra que Huaca posee elementos no solo con importancia parroquial sino también que son indispensables para el funcionamiento cantonal.

SNGR., PNUD., UTN., (2013), propone elementos esenciales en época normal para el cantón San Pedro de Huaca; mismos que están ubicados dentro del territorio parroquial coincidiendo con los elementos esenciales con que cuenta Huaca como parroquia, en el *Grafico 8*, se indican dichos elementos. Para una comprensión más

clara, también han sido ubicados en un Mapa de Elementos Esenciales que se encuentra en el Anexo 11.



**Gráfico 3.** Elementos esenciales de la parroquia Huaca  
(SNGR., PNUD., UTN., 2013)

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES VITALES

Huaca es una parroquia que según el VII Censo de población y VI Vivienda (2010), posee un déficit del 53,4% de servicios residenciales básicos, lo que equivale a que 844 viviendas que en este territorio no tienen abastecimiento de agua entubada por red pública dentro de la vivienda, no cuentan con medios de eliminación de excretas conectados a la red pública de alcantarillado o no disponen de suministro eléctrico.

Según el PDOT - San Pedro de Huaca (2012), los principales problemas que muestran los servicios públicos dentro de la parroquia y el cantón en general son:

- **Agua:** Los estudios de calidad han demostrado no ser apta para el consumo humano.

- **Alcantarillado:** Aproximadamente el 13% de unidades habitacionales no tiene conexión a la red pública.
- **Conectividad:** No está masificada la conectividad por internet.
- **Saneamiento:** El servicio de recolección de basura no es eficiente y no se cuenta con un relleno sanitario dentro del cantón.
- **Espacio público:** Es totalmente deficitario.
- **Vialidad:** La red sufre constante deterioro por los períodos de lluvia.

#### **4.2.1. RED DE AGUA POTABLE**

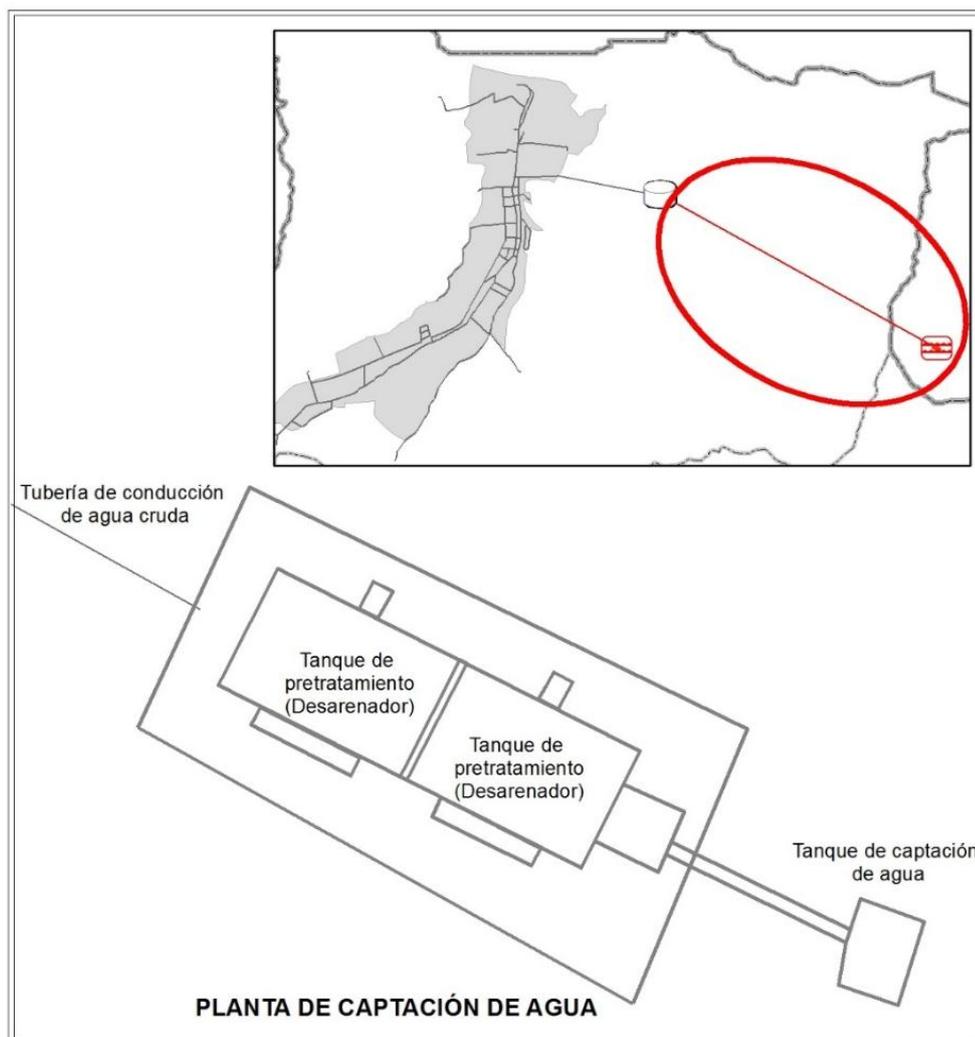
El acceso al servicio de agua potable y a tener agua apta para el consumo humano es un derecho que no para todas las personas y poblaciones se cumple. Huaca, es un territorio en donde según datos del VII Censo de población y VI Vivienda (2010), el 93,2% de las viviendas cuentan con el servicio de agua entubada por red pública y tan solo el 54,2% cuentan con agua entubada dentro de la vivienda, esto se traduce en 3378 personas que cuentan con agua proveniente de la red pública dentro de su vivienda.

Como se muestra en el Anexo 12, la red de agua potable se compone de tres sistemas, que son: captación, tratamiento y distribución.

##### **4.2.1.1. Sistema de captación**

Este sistema se caracteriza por conducir el agua desde las fuentes o vertientes para luego acarrearla de manera “cruda”, es decir, sin ningún tipo de tratamiento, hasta la planta potabilizadora. El punto de captación de agua es accesible solo a través de una carretera que se encuentra dentro de los límites territoriales de la provincia de Sucumbíos; se encuentra ubicado en el sector de Chingual por donde corre el río del mismo nombre del cual se encauza un caudal de 20 l/s para la parroquia Huaca, y 20 l/s para la parroquia Julio Andrade del cantón Tulcán.

Los canales y la planta de captación se encuentran contruidos en hormigón armado, las tuberías de transporte son principalmente de PVC y poseen diámetros de 200mm, estas conducen el líquido hasta la planta potabilizadora ubicada en el sector de Yamba. En la *Figura 3*, se observa la estructura general del sistema de captación de agua y en el Anexo 13, se encuentran fotografías del mismo.

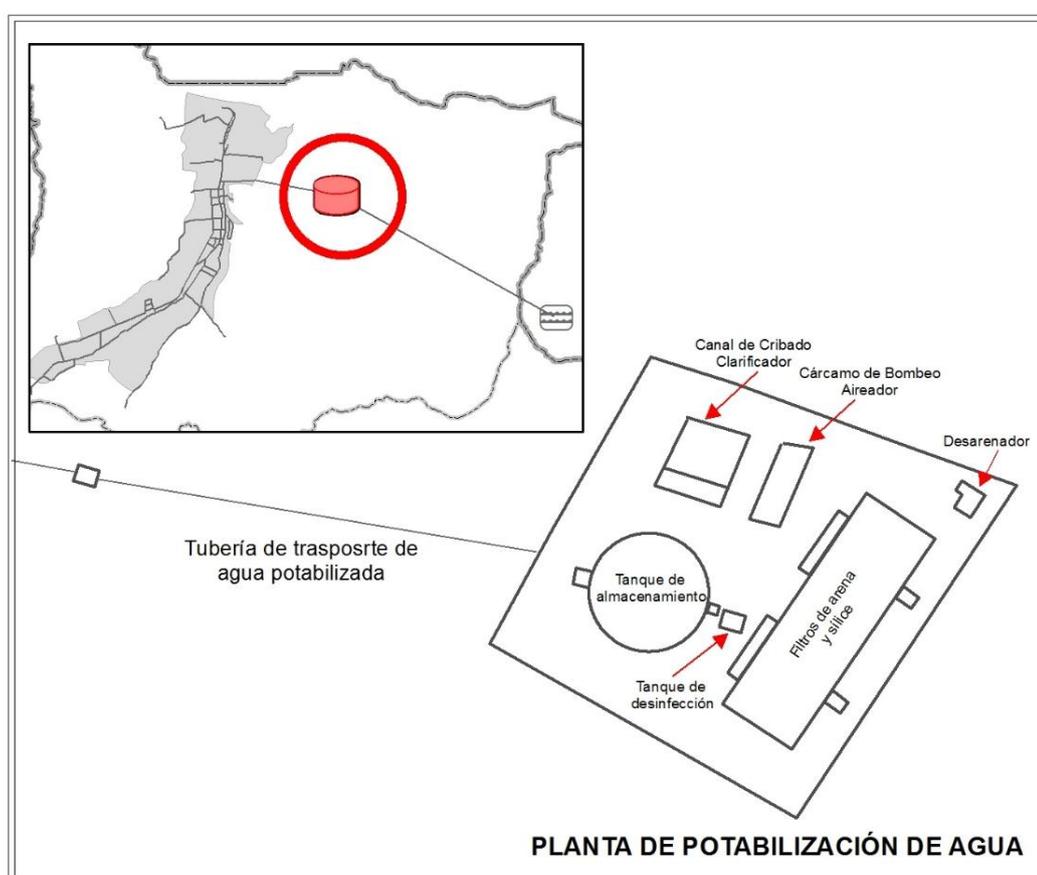


**Figura 3.** Sistema de captación de agua  
(Elaboración propia, 2014)

En general solo existe una línea para el funcionamiento del sistema de captación de agua potable, lo que la convierte en indispensable e imprescindible para el funcionamiento de toda la red de agua potable.

#### 4.2.1.2. Sistema de potabilización

El agua luego de haber sido conducida desde los puntos de captación, llega a los tanques de reserva ubicados en la planta potabilizadora (*Figura 4*). En este sistema el agua es tratada mediante procesos físicos y químicos, que le permiten que cumpla con los parámetros necesarios para ser apta para el consumo humano. Las fotografías de este sistema se pueden observar en el Anexo 14.



**Figura 4.** Sistema de potabilización de agua  
(Elaboración propia, 2014)

#### 4.2.1.3. Sistema de distribución

Una vez que el agua ha sido potabilizada, se procede a su distribución. Según el VII Censo de población y VI Vivienda (2010), este sistema es el encargado de conducir el líquido vital directamente a 856 hogares ubicados en la zona urbana consolidada

de la parroquia y a otros 616 hogares de forma indirecta ya sea fuera de la vivienda, edificio, lote o terreno.

Como se observa en la *Figura 5*, la distribución del agua potable se realiza principalmente a través de tuberías de PVC de diferentes diámetros que van desde los 25 mm hasta los 200 mm.

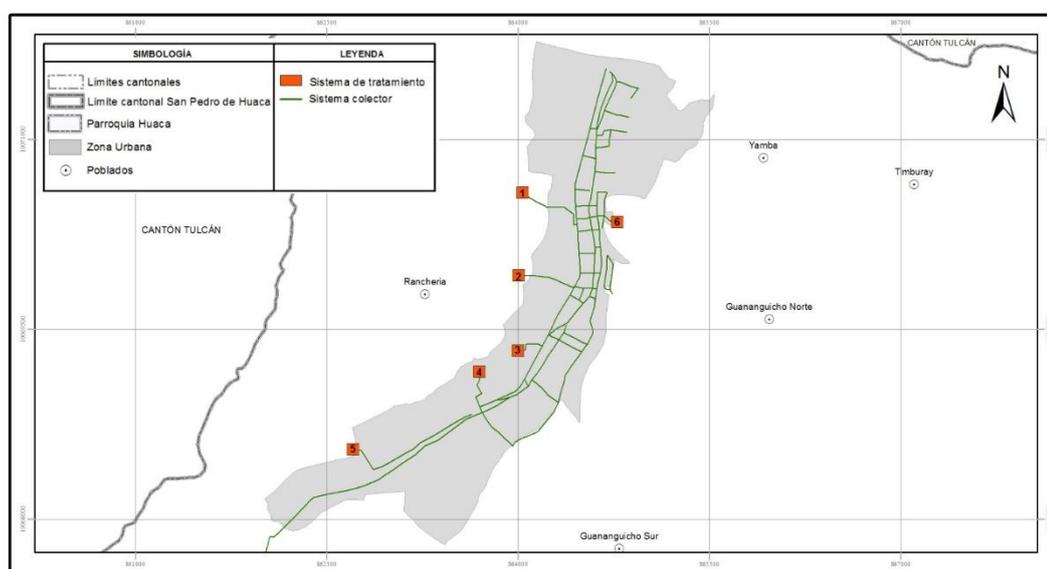


**Figura 5.** Sistema de distribución de agua potable  
(Elaboración propia, 2014)

#### 4.2.2. RED DE ALCANTARILLADO

Según el ex Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (1992), el sistema de alcantarillado es “un conjunto de tuberías y obras complementarias necesarias de recolección de aguas residuales y/o pluviales”. Según el VII Censo de población y VI Vivienda (2010), el 96,7% de viviendas de Huaca poseen algún medio de eliminación de excretas pudiendo ser una conexión a la red pública de alcantarillado, pozos ciegos, pozos sépticos o letrinas. Para el año 2010, 1091 viviendas poseen conexión a la red pública de alcantarillado lo cual representa el 69,1% de las edificaciones.

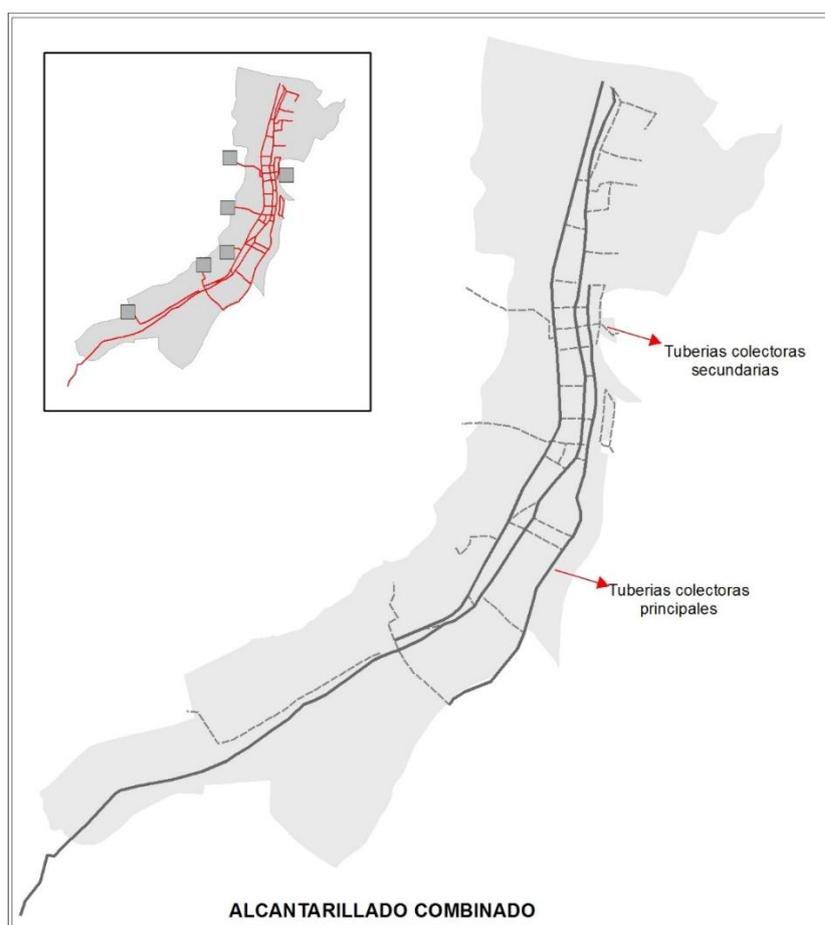
El PDOT - San Pedro de Huaca (2012), describe al alcantarillado como una red de reciente intervención, la cuál posee seis unidades encargadas del tratamiento de aguas residuales antes de realizarse la descarga a los rios que recorren la ciudad, en este caso el Río Huaca y Río Obispo, ubicados al lado izquierdo y derecho respectivamente, como se observa en la *Figura 6* y en el Anexo 15.



**Figura 6.** Red de alcantarillado de Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

Además, el PDOT - San Pedro de Huaca (2012) menciona que el sistema de tratamiento existente, abarca el 75% de aguas residuales residenciales procedes

del sistema de alcantarillado. La mayor parte de la red de alcantarillado se encuentran construídas a base de tuberías de hormigón simple y armado, con diámetros que varían entre los 200mm a los 500mm.



**Figura 7.** Líneas de alcantarillado principal y colector de Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

La parroquia Huaca cuenta con un sistema de recolección de aguas residuales sanitario convencional; es decir, existe una línea central a la cual se enlazan las conexiones domiciliarias. Como se muestra en la *Figura 7*, existen tres líneas principales de alcantarillado que atraviesan la ciudad de forma longitudinal, la más importante se ubica en el centro de la misma; se encuentra a un costado de la calle “8 de Diciembre”, a una profundidad promedio de 1,80 metros y tiene una longitud aproximada de 5,38 km; en el lado izquierdo de la urbe a un costado de la carretera Panamericana se encuentra la segunda línea más importante por longitud, que

recorre alrededor de 3,02 km; y en el lado derecho a un costado de la calle García Moreno se halla una tercera línea con una prolongación entorno de 2,27 km.

Otras líneas colectoras se ubican bajo las calles paralelas, éstas tuberías se encargan de llevar el agua residual proveniente de las edificaciones hasta las líneas principales y posteriormente hasta los conductos de las plantas de tratamiento. Es importante recalcar que la diferenciación entre alcantarillado sanitario y pluvial es mínima, existen 430 metros de alcantarillado pluvial en el barrio Centro y 550 metros en el barrio Norte, estas dos líneas se encuentran bajo la calle “8 de diciembre”. La carencia de líneas de alcantarillado pluvial en toda la parroquia y la unión de las líneas existentes con el alcantarillado sanitario, hacen que de manera general se trate a la red como un alcantarillado de tipo combinado. A lo largo de la ciudad se puede encontrar sumideros ubicados en cada esquina, los cuales se conectan con el sistema combinado antes descrito.

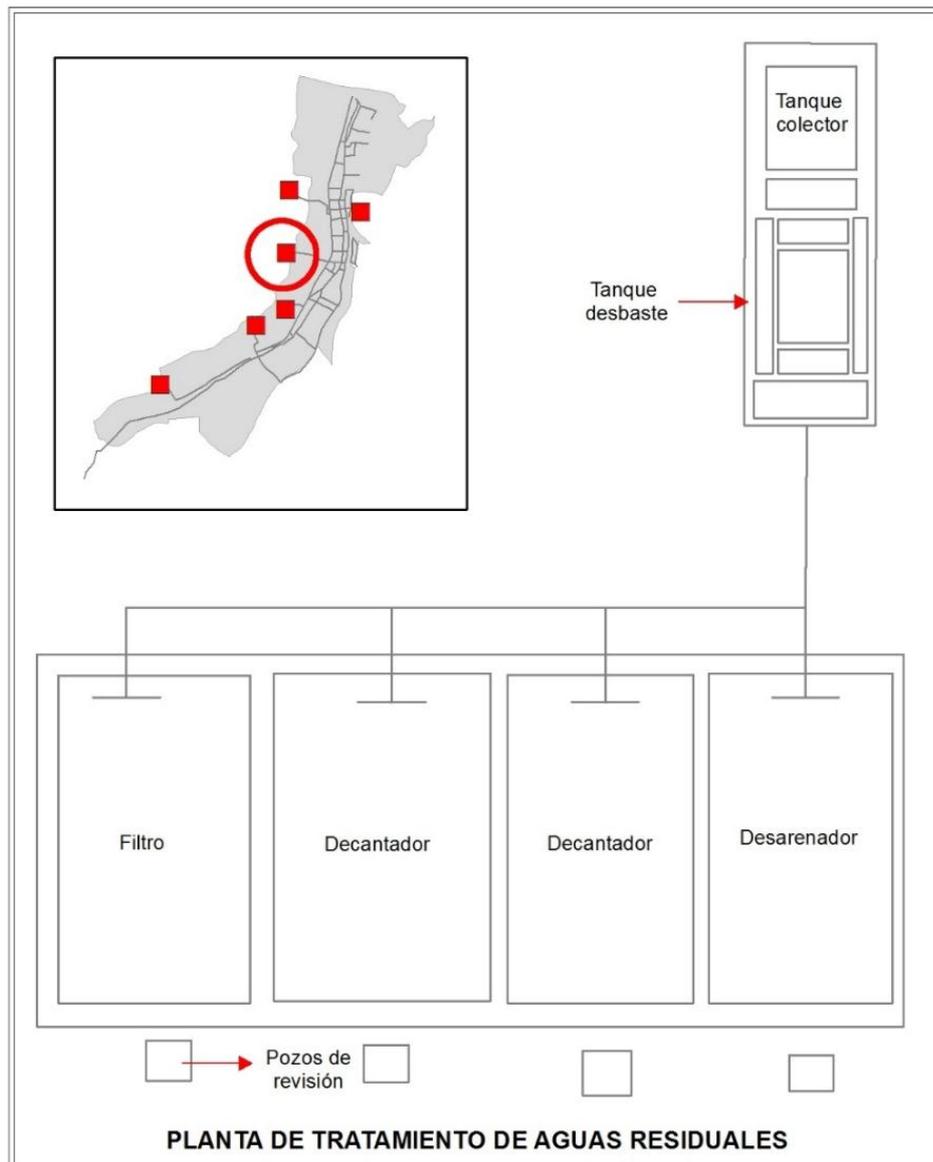
#### **4.2.2.1. Sistema de tratamiento de aguas residuales**

La parroquia Huaca posee seis plantas de tratamiento de aguas residuales, cinco de las cuales están ubicadas a lo largo del flanco izquierdo y una al lado derecho de la ciudad, como se observa en la en la *Figura 8*. Actualmente ninguna de esas plantas se encuentran en funcionamiento principalmente por falta de recursos para el mantenimiento y su readecuación. A partir de la información primaria obtenida de las visitas de campo, se conoció que en las zonas donde se ubican dichas estructuras, el agua residual procedente del sistema colector es vertida directamente a los cauces sin tratamiento previo. Referirse a las fotografías en el Anexo 16.

Las seis plantas de tratamiento de aguas residuales, cuentan con las estructuras para los siguientes procesos:

- Colector.- Conexión con el sistema colector del alcantarillado.
- Desbaste.- Tanque de eliminación de desechos sólidos gruesos.

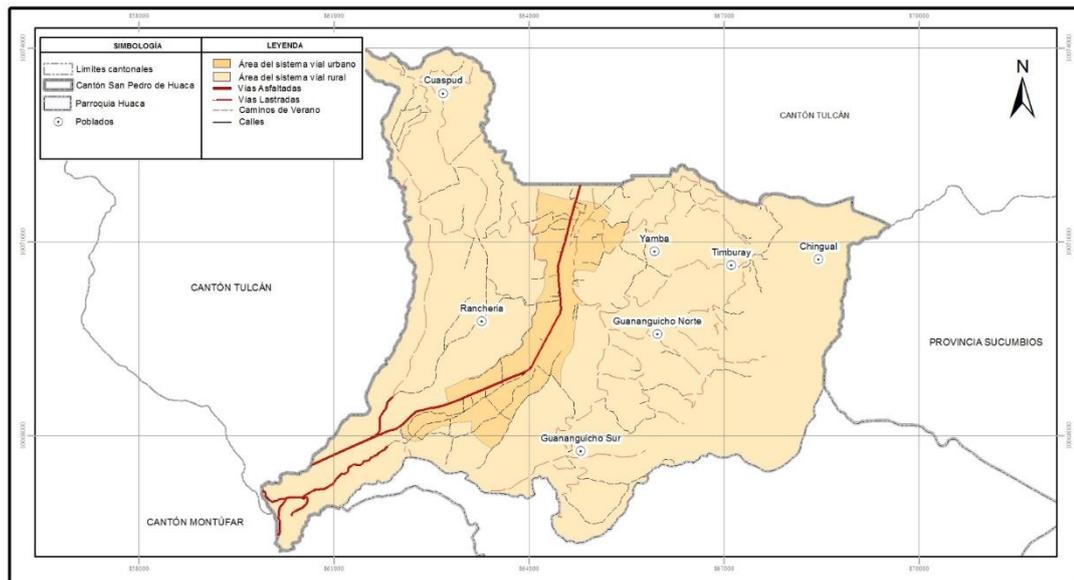
- Desarenador.- Sedimentación de partículas pequeñas con una velocidad alta de sedimentación y posiblemente abrasivas.
- Decantador.- Tanques para el desarrollo de procesos de coagulación y floculación para la eliminación de materia coloidal.
- Filtro.- Retiene posibles sólidos residuales del proceso.



**Figura 8.** Plantas de tratamiento de aguas residuales de Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

### 4.2.3. RED VIAL

Según el Departamento de Transporte del Reino Unido (2013), la red vial es un punto estratégico y de importancia nacional, constituyéndose como una herramienta clave en la sostenibilidad de la economía, permitiendo el desarrollo de negocios y comunidades. En la *Figura 9*, se observa la red vial parroquial.



**Figura 9.** Red vial de Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

Según el Mapa del Vialidad en el Anexo 17, Huaca posee una red vial constituida por un sistema de vías urbanas y otro de vías rurales, las cuales según su tipo de calzada pueden ser adoquinadas, lastradas, empedradas y de tierra. En la *Tabla 2* de la página 52, se describe el sistema vial urbano y rural de la parroquia.

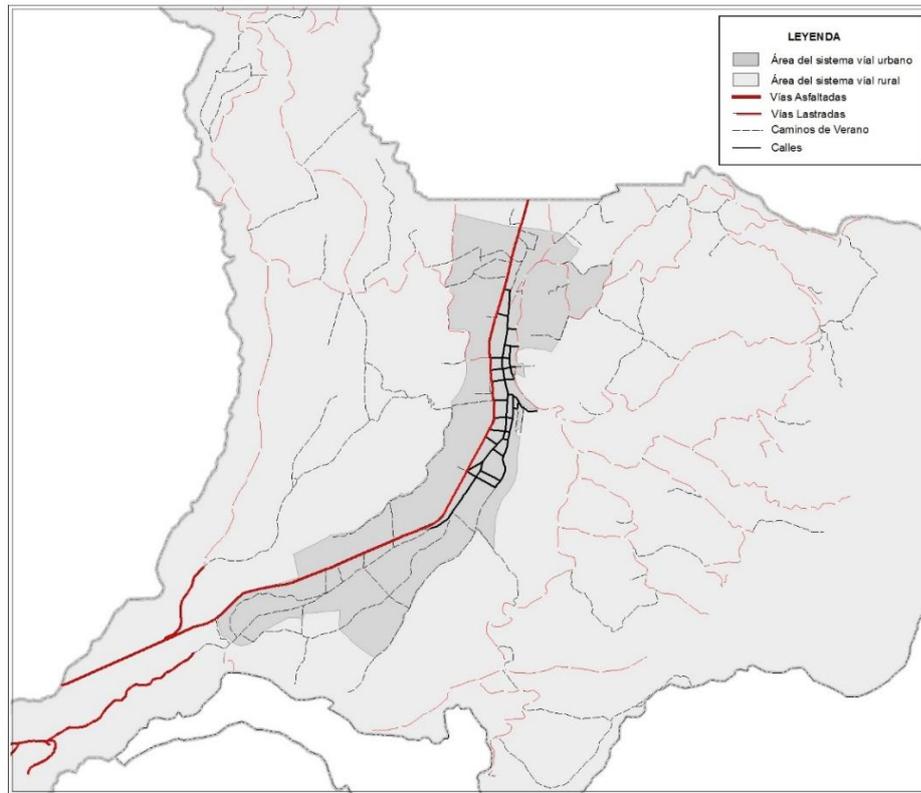
**Tabla 2.** Características de la red vial de Huaca

SISTEMA	TIPO DE CALZADA	LONGITUD	PORCENTAJE
URBANAS	Adoquinadas	8120 m	19.45%
	Lastradas	13250 m	31.74%
	Empedradas	6960 m	16.67%
	En tierra	13420 m	32.14%
	Total	41750 m	100,00%
RURALES	Adoquinadas	0,00	0,00%
	Lastradas	0,00	0,00%
	Empedradas	37459 m	68,00%
	En tierra	17607 m	32,00%
	Total	55077 m	100,00%

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de San Pedro de Huaca 2012

La principal arteria del sistema vial de la parroquia y del cantón en sí, es la carretera Panamericana Norte que dirigiéndose en forma longitudinal (Norte a Sur), atraviesa la ciudad de Huaca por la parte céntrica de su límite urbano; al ser una vía concesionada a la empresa Panavial, ésta se encuentra en excelentes condiciones, con una adecuada señalización y con un mantenimiento continuo. La importancia de este camino radica en que se constituye como la principal y única forma de conectividad con otros cantones y provincias, además de ser un paso indispensable hacia la frontera norte del país.

Articulando con la vía principal se halla el sistema vial urbano constituido principalmente por caminos lastrados y en tierra. En la parte más céntrica de la ciudad las calles se encuentran en buen estado y su tipo de calzada es adoquín. Conectado a este sistema vial se ubica el rural compuesto por un 68% de caminos empedrados y un 32% de caminos en tierra; esto se puede apreciar de mejor manera en la *Figura 10*.



**Figura 10.** Tipo de calzada de los sistemas viales de Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

### 4.3. CARACTERIZACIÓN CRONOLÓGICA DE LAS AMENAZAS NATURALES

Para este estudio se ha tomado como referencia las dos amenazas más significativas para el territorio, según lo mencionado por la SNGR., PNUD., UTN., (2013), estas son: los sismos y los deslizamientos; esto obtenido a partir de registros documentales y la memoria histórica de los habitantes del cantón. Los eventos más signifiactivos relacionados con estas amenazas son:

- 1834, ENERO 20 – TERREMOTO: Epicentro ubicado en la frontera Ecuador- Colombia; fue perceptible en el Ecuador hasta la ciudad de Ibarra. En Tulcán (la ciudad más próxima) los efectos fueron severos y por la cercanía a la que Huaca se encuentra ubicada, es bastante probable que se produjeron daños de similar magnitud en esta parroquia.

- 1868, AGOSTO 15 – SISMO: Con epicentro en la provincia del Carchi, ocasionó graves daños dentro de este territorio. Las localidades más afectadas fueron: El Ángel, Huaca y El Chota. Como saldo de este desastre se contabilizaron decenas de muertos, solo en la parte céntrica de El Ángel se encontraron 32 víctimas. Unas horas más tarde se produjo un terremoto en la provincia de Imbabura, hecho que agravó aún más la situación en la que se encontraba Huaca.
- 1923, DICIEMBRE 16 – TERREMOTO - DESLIZAMIENTOS: Este evento fue uno de los más severos dentro de la provincia del Carchi ocasionando grandes daños en las estructuras de los poblados principalmente en los más rurales del territorio. Como efectos adversos también se produjo deslizamientos en montes, laderas y taludes, dejando varios caminos inhabilitados. Se logró contabilizar que sólo en seis horas se produjeron 20 réplicas y un total de 55 en todo el día del evento, siendo 12 los de mayor magnitud.
- 1987, MARZO 6 – TERREMOTO: Con epicentro en la provincia de Napo, presentó una fuerte magnitud que produjo daños severos en la mayoría de provincias del norte del país; en Huaca afectó las estructuras de las viviendas y destruyó varias edificaciones, además de víctimas mortales. Un hecho importante fue el colapso total de la cúpula del templo de la “Virgen de la Purificación” ubicada en el parque principal de la parroquia.
- 2011, ABRIL 13 – DESLIZAMIENTO: Según la información mostrada por Corporación OSSO (2013), en los sectores de El Tambo, Solferino, y las quebradas Guandera y Bretaña, se produjo graves deslizamientos de tierra, causando daños en las estructuras de los tanques de agua, destrucción de un puente de aproximadamente 5 metros de longitud, además de la eliminación de los pasos elevados de la red de agua potable (tuberías rotas y mangueras).

A partir de la sistensis cronológica de los acontecimientos sucitados en la parroquia Huaca, se puede comprender que la sismicidad y los deslizamientos son las principales amenazas que aquejan a este territorio. Haciendose imperiosa la necesidad de desarrollar planes que ayuden a la preparación de la población y de las diferentes infraestructuras, principalmente las de los elementos esenciales y de las redes vitales del cantón; ante la posible ocurrencia de eventos de origen natural.

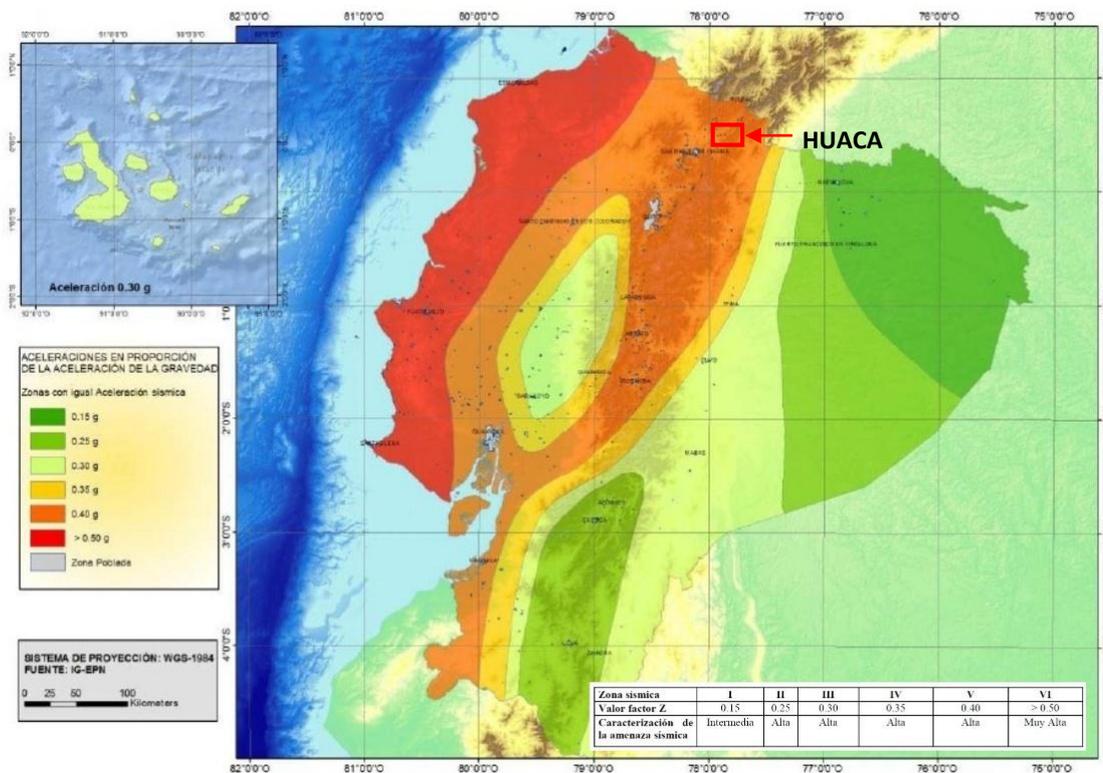
#### **4.3.1. AMENAZA SÍSMICA**

Debido a la ubicación geográfica del Ecuador, los numerosos volcanes y fallas geológicas dentro de su territorio; la sismicidad es una amenaza latente que en ciertas zonas, como en la parroquia Huaca, representan un serio peligro para las poblaciones si no se toman medidas preventivas.

La *Figura 11*, muestra las aceleraciones en proporción de la aceleración de la gravedad dada como factor Z, el cual ayuda a caracterizar la amenaza sísmica en diferentes áreas del territorio ecuatoriano. Se observa que la mayor parte de la Región Costa se encuentra en una zona con característica sísmica muy alta. Lo contrario sucede en la Región Amazónica, en el lado más oriental del Ecuador la sismicidad tiene a ser media con un factor Z de 0,15; en una zona I. En las estribaciones de la Cordillera Oriental se observa un territorio en ubicado en una zona sísmica III con un factor Z de 0,30 lo que se traduce en una amenaza alta. La Región Sierra, excepto la Sierra centro del Ecuador, se ubica predominantemente en una zona de sismicidad V, con un factor Z de aceleración de 0,40; lo que manifiesta la susceptibilidad a una alta amenaza sísmica.

Dentro de la parroquia Huaca se ubican una serie de fallas geológicas, que se traducen en una alta susceptibilidad; si se hace referencia a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2011), esta parroquia se encuentra en una zona V, con un factor Z de 0,40; características que la ubican dentro de una zona de amenaza sísmica alta.

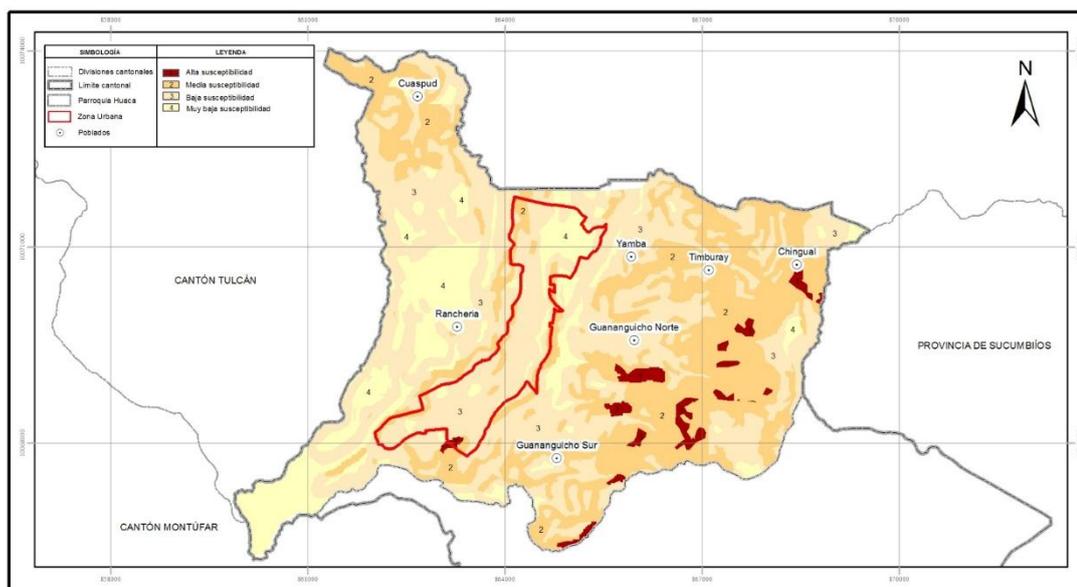
Esta caracterización indica también que todas las estructuras que conforman las redes vitales de la parroquia Huaca si se encuentran expuestas a una amenaza sísmica.



**Figura 11.** Esquema sísmico del Ecuador y ubicación de la parroquia Huaca (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2013)

#### 4.3.2. AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS

La amenaza de deslizamientos es el resultado de la suma de factores que vuelven vulnerable al terreno; para determinar esta amenaza Abad (2006), ensayó con metodologías encontrando que la pendiente, geología, vegetación, precipitaciones, humedad del suelo, entre otros; son características importantes para la zonificación de amenazas por deslizamientos.



**Figura 12.** Susceptibilidad a deslizamientos en la parroquia Huaca  
(Elaboración propia, 2014)

Dentro de la parroquia Huaca encontramos que existen zonas que van desde muy baja hasta zonas con alta susceptibilidad a deslizamientos, como se observa en la *Figura 12*. Dentro de este estudio las escalas han sido factores limitantes para una adecuada zonificación de áreas expuestas a diferentes grados de amenaza, la falta de información cartográfica a una misma escala, ha ocasionado la generación de un mapa de susceptibilidad (Anexo 18), y más no un mapa de amenaza o riesgo de deslizamientos.

El Mapa de redes vitales expuestas a deslizamientos ubicado en el Anexo 19, indica que la zona urbana, en donde se encuentran la mayor parte de los sistemas que componen las redes vitales, presenta una baja susceptibilidad a deslizamientos, lo que da una idea general sobre el bajo grado de amenaza que representan los deslizamientos para estas redes. A pesar de ello existen puntos en la red vial de exposición media y alta a deslizamientos en el sector de Guananguicho Norte. Los sistemas de captación y potabilización de agua también presentan tramos en los que la susceptibilidad a deslizamientos es media. Estos resultados no necesariamente indican que éstas son zonas de riesgo para las redes vitales, ya que la diferencia de

escalas con las que se trabajó, impiden señalar con exactitud los puntos críticos de presencia de la amenaza.

#### **4.4. VULNERABILIDAD DE LAS REDES VITALES**

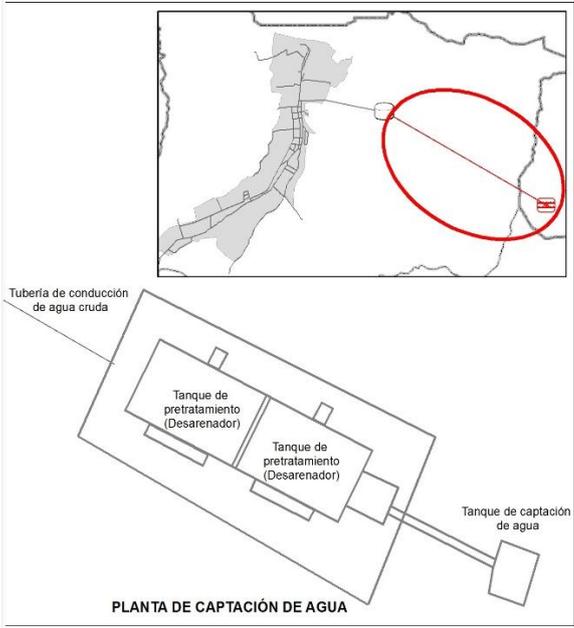
Según la SNGR (2012), el análisis de la vulnerabilidad de las redes vitales se encuentra directamente relacionado con la capacidad de gestión de riesgo que poseen los gobiernos y actores locales. La vulnerabilidad es la consecuencia de los vacíos y debilidades de las organizaciones territoriales y sociales; pudiendo presentar importantes implicaciones en la salud y bienestar de los ciudadanos; además de comprometer servicios y recursos significativos para el desarrollo del territorio.

Las vulnerabilidades de las redes vitales de la parroquia Huaca, han sido evaluadas principalmente de forma cualitativa ya que se ha calificado criterios físicos, funcionales y de gestión que contribuyen a tener una idea más clara de cómo estas redes son susceptibles ante amenazas principalmente de carácter natural.

##### **4.4.1. RED DE AGUA POTABLE**

La red de agua potable de la parroquia Huaca se encuentra dividida en tres sistemas principales que son: captación, tratamiento y distribución; por lo tanto es importante que los análisis de vulnerabilidad se realicen por cada uno de estos sistemas. En las *Tablas 3, 4, 5 y 6*; se caracterizan los sistemas de la red de agua potable a partir de la información obtenida en campo y por las entrevistas realizadas a funcionarios municipales. También se calificó cada parámetro adjudicándole un valor de vulnerabilidad, cifra que se analiza posteriormente en el literal 4.4.1.1., y que llevó a realizar una mejor lectura de la vulnerabilidad en la red de agua potable.

**Tabla 3.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema de captación de agua

<b>SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA</b>				
 <p style="text-align: center;">PLANTA DE CAPTACIÓN DE AGUA</p>		 <p style="text-align: center;">Tanque de captación</p>  <p style="text-align: center;">Planta de captación de agua</p>		
<b>VULNERABILIDAD FÍSICA</b>				
<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
	Estado actual	El sistema se encuentra en buen estado, cumpliendo con las exigencias técnicas para un correcto funcionamiento.	Bueno	0
	Antigüedad	Sistema relativamente nuevo, construido inicialmente hace más de 25 años pero renovado en el año 2008, en donde se realizó un rediseño y cambio de todos los elementos.	0 a 25 años	0
	Mantenimiento	El mantenimiento suele ser esporádico, comúnmente se lo realiza cuando el sistema lo amerita y no se posee un plan estricto de mantenimiento.	Esporádico	5
	Material de construcción	La estructura es fuerte, construida en hormigón armado, posee la capacidad suficiente para recibir el actual caudal de 20l/s.	Hormigón armado	1
	Estándares de diseño y construcción	Por su reciente renovación y readecuación el sistema cumple con las normas propuestas por el Ex IEOS y además cumple con las normas actuales para sistemas de agua potable.	Entre el IEOS y la norma local	1
<b>TOTAL</b>				<b>7</b>

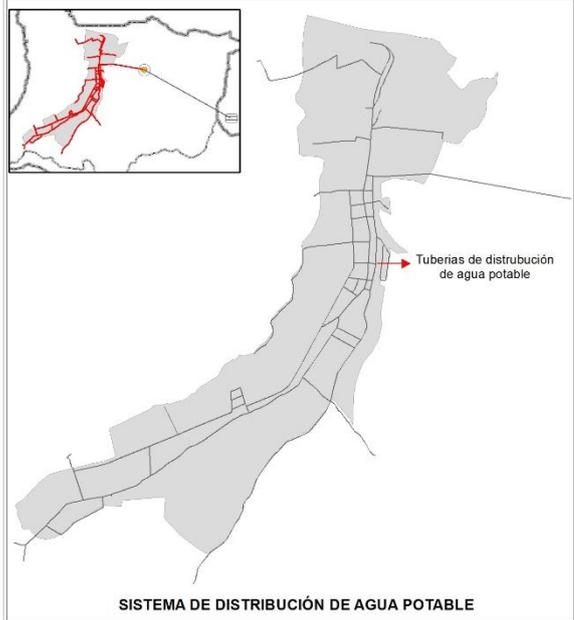
Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 4.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema de tratamiento de agua

<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>				
<p style="text-align: center;"><b>PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA</b></p>		<p style="text-align: center;">Tanque de almacenamiento</p>		
		<p style="text-align: center;">Filtros de arena y sílice</p>		
<b>VULNERABILIDAD FÍSICA</b>				
<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
	Estado actual	El sistema se encuentra en buen estado, cumpliendo con las exigencias técnicas para un correcto funcionamiento.	Bueno	0
	Antigüedad	A partir de las necesidades de la población se comenzó su construcción en el año 2008 con el fin de dotar agua potable para la parroquia.	0 a 25 años	0
	Mantenimiento	El mantenimiento suele ser esporádico, comúnmente se lo realiza cuando el sistema lo amerita y no se posee un plan estricto de mantenimiento	Esporádico	5
	Material de construcción	Los tanques principales se encuentran contruidos en hormigón armado, las demás estructuras se encuentran erigidas en ladrillo, bloque y cemento, con columnas estructurales a lo largo del complejo, constituyéndose así en una estructura fuerte.	Hormigón armado	0
	Estándares de diseño y construcción	El sistema cumple con las normas propuestas por el Ex IEOS y además cumple con las normas actuales para sistemas de agua potable.	Entre el IEOS y la norma local	1
	<b>TOTAL</b>			

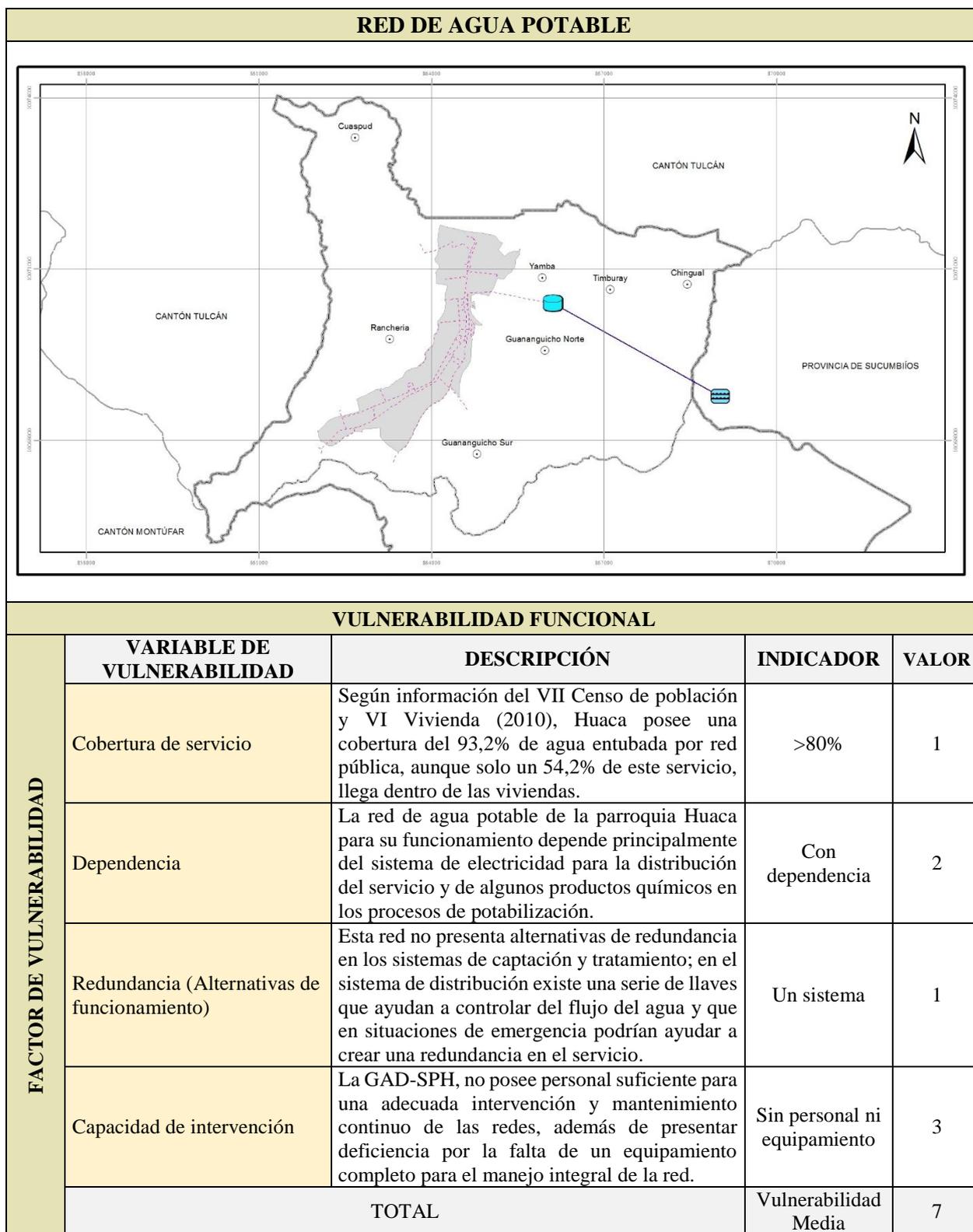
Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 5.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema de distribución de agua

<b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA</b>				
 <p style="text-align: center;">Tuberías de distribución de agua potable</p> <p style="text-align: center;">SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</p>		 <p style="text-align: center;">Llaves de paso de agua por sectores</p>  <p style="text-align: center;">Medidores de agua en las viviendas</p>		
<b>VULNERABILIDAD FÍSICA</b>				
<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
	Estado actual	El sistema presenta características que muestran el buen estado del mismo, las tuberías y demás accesorios se encuentran en buenas condiciones para su correcto funcionamiento.	Bueno	0
	Antigüedad	Sistema relativamente nuevo, construido inicialmente hace más de 25 años pero renovado en el año 2008, en donde se realizó un rediseño y cambio de todos los elementos.	0 a 25 años	0
	Mantenimiento	El mantenimiento suele ser esporádico, comúnmente se lo realiza cuando el sistema lo amerita y no se posee un plan estricto de mantenimiento.	Esporádico	5
	Material de construcción	La mayoría de tuberías que conforman el sistema, son de policloruro de vinilo, un material termoplástico bastante versátil y de gran durabilidad.	PVC	0
	Estándares de diseño y construcción	El sistema cumple con las normas propuestas por el Ex IEOS y además cumple con las normas actuales para sistemas de agua potable.	Entre el IEOS y la norma local	1
<b>TOTAL</b>				<b>6</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 6.** Calificación de vulnerabilidad funcional de la red de agua potable



#### **4.4.1.1. Análisis de la vulnerabilidad intrínseca de la red**

La red de agua potable y los sistemas que la componen presentan una serie de características que la muestran como un servicio poco vulnerable ya sea en forma intrínseca o funcional; a pesar de esto existen puntos importantes que denotan cierto grado de fragilidad y que si no se les otorga la importancia debida podrían causar daño o debilitar a la red en general.

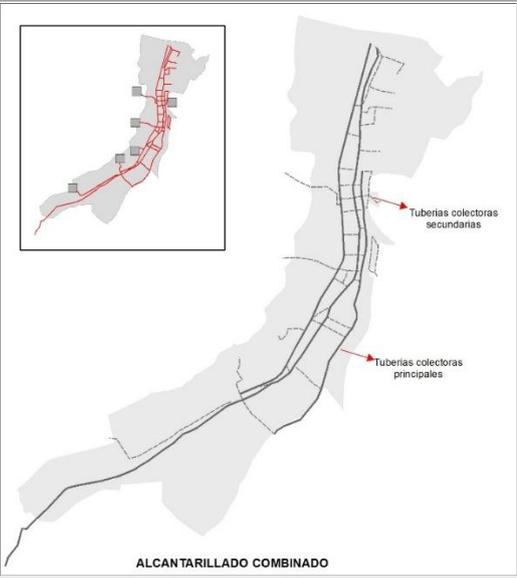
El sistema de captación de agua potable acumula un valor de 7 en la calificación de vulnerabilidad intrínseca, encontrándose en el rango de vulnerabilidad baja, el principal problema dentro de este sistema es el tipo de mantenimiento que recibe, ya que al ser esporádico se hace propenso al deterioro y por ende a un mal funcionamiento. Lo mismo sucede con el sistema de potabilización en donde a pesar de su baja vulnerabilidad la falta de un mantenimiento planificado ocasiona problemas importantes. Según el PDOT - San Pedro de Huaca (2012), la calidad del agua distribuida por la red pública no es de buena calidad; este inconveniente podría ser vencido con actividades sencillas como es un monitoreo y el mantenimiento planificado. En el sistema de distribución de agua, la vulnerabilidad se presenta baja, pero al igual que en los demás sistemas, la falta de mantenimiento ocasiona problemas en la calidad del servicio.

Con un valor acumulativo de 7, esta red muestra una vulnerabilidad funcional media. La capacidad de intervención, la dependencia y la redundancia presentan los valores más altos de debilidad, ya que el servicio de agua potable depende de otros elementos como la electricidad, productos químicos para el sistema de tratamiento, vías de acceso pertenecientes a otras provincias, etc. La red de abastecimiento de la parte urbana de la parroquia Huaca que se ha analizado, no cuenta con alternativas de redundancia pero se ha encontrado puntos de control de caudal a lo largo del todo el sistema de distribución lo que constituye una ventaja en situaciones de crisis.

#### **4.4.2. RED DE ALCANTARILLADO**

La parroquia Huaca cuenta con una red de alcantarillado nueva y además posee plantas que sirven para el tratamiento de aguas residuales, esto se considera como una potencialidad de todo el cantón en la misión de responsabilidad ambiental. Esta red se divide en un sistema colector y seis sistemas de tratamiento; a continuación en las *Tablas 7 y 8*, se analiza por separado las vulnerabilidades físicas, en la *Tabla 9* se analiza en forma general la vulnerabilidad funcional de la red. Estos valores serán analizados posteriormente en el literal 4.4.2.1., junto con una lectura general de la vulnerabilidad intrínseca de la red.

**Tabla 7.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema colector de aguas residuales

<b>SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES</b>				
 <p style="text-align: center;">ALCANTARILLADO COMBINADO</p>		 <p style="text-align: center;">Puntos de revisión del Alcantarillado</p>  <p style="text-align: center;">Sumidero</p>		
<b>VULNERABILIDAD FÍSICA</b>				
<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
	Funcionamiento hidráulico	El caudal de diseño del sistema es basto para captar todas las aguas residuales provenientes de las edificaciones, a pesar de no haberse contemplado el caudal de las aguas pluviales que se dirigen a la misma red, este sistema tiene una capacidad de colección suficiente para que no existan desbordamientos o rebotes incluso en la época de lluvia.	Caudal real menor al caudal de diseño	0
	Estado actual	El sistema se encuentra en buen estado, cumpliendo con las exigencias técnicas para un correcto funcionamiento.	Bueno	0
	Antigüedad	Sistema relativamente nuevo, construido inicialmente hace más de 30 años pero renovado en el año 2009, en donde se realizó un rediseño y cambio de todos los elementos.	0 a 25 años	0
	Mantenimiento	El mantenimiento suele ser esporádico, comúnmente se lo realiza cuando el sistema lo amerita y no se posee un plan estricto de mantenimiento	Esporádico	5
	Material de construcción	Para el nuevo sistema colector se priorizó el uso de tuberías de hormigón simple y armado.	Hormigón armado	1
	Estándares de diseño y construcción	Por su reciente renovación y readecuación el sistema cumple con las normas propuestas por el Ex IEOS y además cumple con las normas actuales para sistemas de alcantarillado.	Entre el IEOS y la norma local	1
<b>TOTAL</b>				<b>7</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

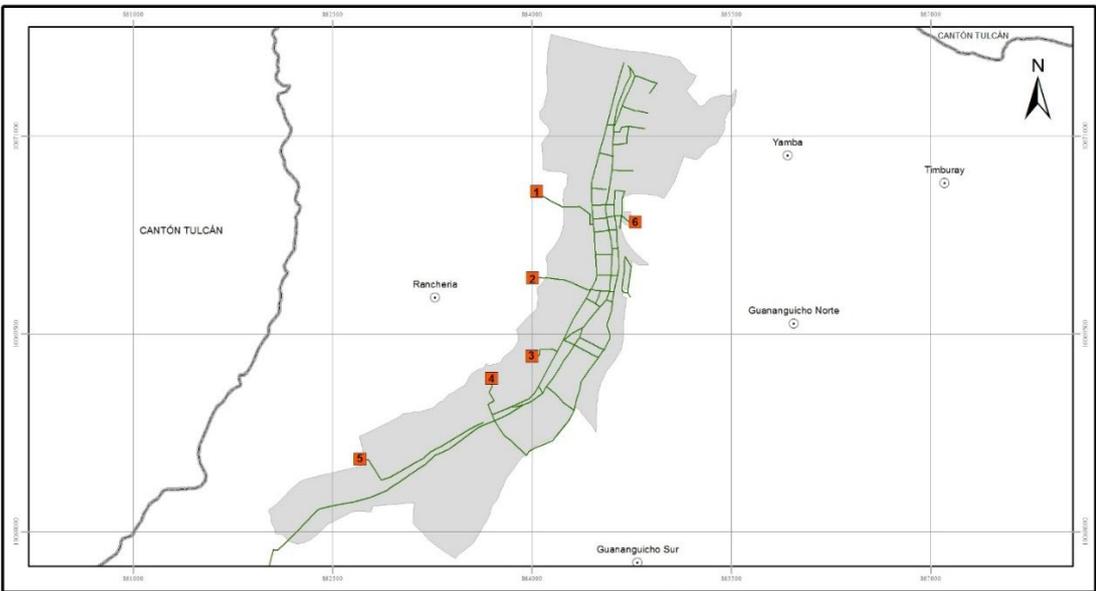
**Tabla 8.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema de tratamiento de aguas residuales

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA				
<p>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</p>		<p>Tanque colector</p> <p>Planta de tratamiento de aguas residuales</p>		
VULNERABILIDAD FÍSICA				
FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	VALOR
	Funcionamiento hidráulico	En época lluviosa las plantas de tratamiento presentan desbordamientos ya que fueron diseñadas para recibir caudales de aguas residuales y no de los de aguas pluviales	Caudal real puede ser mayor al caudal de diseño	10
	Estado actual	El sistema cuenta con 6 plantas de tratamiento de las cuales ninguna se encuentra en funcionamiento, haciendo que el agua residual colectada no sea tratada y se vierta directamente a cuerpos naturales de agua, ocasionando contaminación en los ríos Obispo y Huaca.	Malo	10
	Antigüedad	Las plantas de tratamiento son de reciente construcción es decir no más de 3 años, 1 de ellas aún se encuentran en proceso de edificación.	0 a 25 años	0
	Mantenimiento	No se cuenta con un plan estricto de mantenimiento, y según lo observado en salidas de campo ninguna de las plantas recibe algún tipo de mantenimiento lo que ha llevado a su deterioro y posteriores falta de funcionamiento	Ninguno	10
Material de construcción	Las estructuras principales se encuentran erigidas en hormigón armado, presentando una estructura fuerte y bien cimentada.	Hormigón armado	0	

	Estándares de diseño y construcción	Según su año de construcción, el sistema cumple con las normas propuestas por el Ex IEOS y además cumple con normas actuales propuestas para sistemas de tratamiento de aguas residuales.	Entre el IEOS y la norma local	1
	TOTAL			31

Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 9.** Calificación de vulnerabilidad funcional de la red de alcantarillado

<b>RED DE ALCANTARILLADO</b>				
				
<b>VULNERABILIDAD FUNCIONAL</b>				
FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	VALOR
	Cobertura de servicio	Según información del VII Censo de población y VI Vivienda (2010), Huaca posee una cobertura del 69,1% de viviendas conectadas a la red pública del alcantarillado.	50 al 80%	2
	Capacidad de intervención	La GAD-SPH, no posee personal suficiente para las diferentes labores en el departamento de agua potable y alcantarillado, además de no contar con el equipamiento completo para el manejo integral y permanente de la red.	Sin personal ni equipamiento	3
	TOTAL			Vulnerabilidad media

Elaborado por: Liliana Vásquez

#### **4.4.2.1. Análisis de la vulnerabilidad intrínseca de la red**

La red de alcantarillado que posee Huaca cuenta con dos sistemas: el colector y el de tratamiento de aguas residuales. El colector es un sistema nuevo, con no más de cuatro años desde su construcción, se encuentra en buen estado y originalmente diseñado para captar las aguas residuales aunque actualmente trabaja como uno combinado; es decir, que también colecta las aguas pluviales; a pesar de lo mencionado, esta característica no ocasiona debilidades en época de lluvia en donde el sistema trabaja normalmente sin sobrepasar su límite de capacidad. Con una calificación de 7, este sistema posee una baja vulnerabilidad física, aunque se hace indispensable prestar atención a las actividades de mantenimiento y la búsqueda de alternativas para la separación del caudal sanitario del pluvial.

El sistema de tratamiento presenta mayores problemas ya que a pesar de ser de reciente construcción ya se encuentra en mal estado, principalmente por falta de un adecuado manejo y mantenimiento. Además, este no fue construido teniendo en cuenta los excedentes del caudal pluvial lo que ocasiona que en época de lluvia se sobresaturen los diferentes tanques de tratamientos y existan desbordamientos. Este sistema presenta un valor de 31, lo cual se traduce en una vulnerabilidad física media, por lo cual se considera indispensable una pronta acción para evitar inconvenientes mayores.

En la parte funcional, el alcantarillado posee una vulnerabilidad media ya que el servicio que prestan no está extendido más allá del 69,1% de las viviendas, originando posibles problemas de salud dentro de la población que cuenta con sistemas de eliminación de excretas más simples. Los elementos que componen la red se encuentra bien comunicados y al alcance del personal técnico del gobierno municipal aunque no se cuenta con todas las herramientas necesarias para tener una amplia capacidad de intervención y control dentro de la red.

#### **4.4.3. RED VIAL**

La red vial en la parroquia de estudio, se ha dividido en un sistema rural y un sistema urbano; en conjunto los tipos de vías más importantes en el territorio son las empedradas, las de tierra y las lastradas, solamente en la parte urbana se puede encontrar vías adoquinadas y asfaltadas. Para el análisis de vulnerabilidad, la vialidad se separó por sistemas como se presenta en las *Tablas 10 y 11*, en la *Tabla 12* se realizó un análisis de la red vial en general. Los valores generados serán analizados posteriormente en el literal 4.4.3.1., junto con una lectura general de la vulnerabilidad intrínseca de la red.

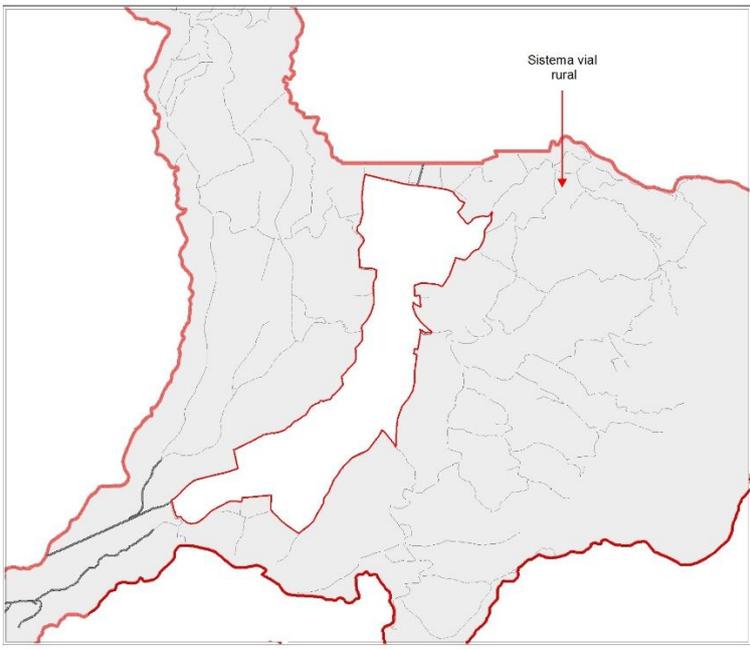
**Tabla 10.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema vial urbano



<b>VULNERABILIDAD FÍSICA</b>				
<b>FACTOR DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
	Estado actual	Las vías principales y las que constituyen la parte céntrica urbana se encuentran en perfectas condiciones, los caminos adyacentes de tierra y empedrados están en buen estado la mayoría del año.	Bueno	0
	Mantenimiento	El mantenimiento solo en la vía principal es constante y preventivo, en la demás vías es esporádico, comúnmente se lo realiza de manera correctiva.	Esporádico	5
	Estándares de diseño y construcción	La vía principal fue edificada con altos estándares de construcción y las vías de la zona céntrica urbana cumplen con las especificaciones técnicas emitidas por el MOP.	Aplica la normativa MOP (2002)	0
<b>TOTAL</b>				<b>5</b>

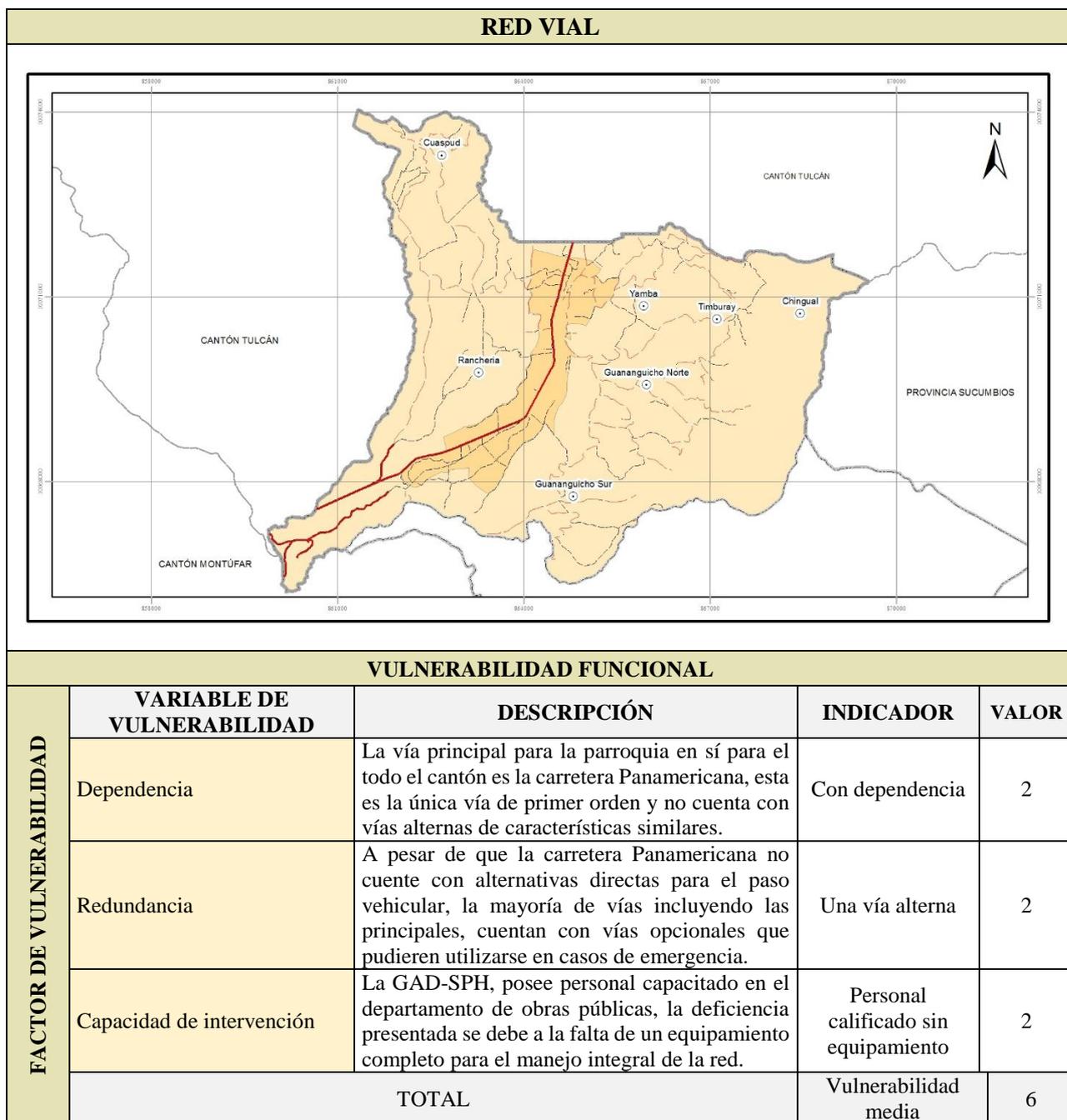
Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 11.** Calificación de vulnerabilidad física del sistema vial rural

SISTEMA VIAL RURAL				
		 <p style="text-align: center;">Camino de verano</p>  <p style="text-align: center;">Caminos empedrados</p>		
VULNERABILIDAD FÍSICA				
FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	VALOR
FACTOR DE VULNERABILIDAD	Estado del revestimiento	El sistema constituido principalmente por caminos empedrados y de tierra, tiende a deteriorarse en época lluviosa, ocasionando problemas a los usuarios.	Regular	5
	Mantenimiento	El mantenimiento suele ser esporádico, comúnmente se lo realiza cuando el sistema lo amerita y no se posee un plan estricto de mantenimiento.	Esporádico	5
	Estándares de diseño y construcción	La mayoría de vías del sistema fueron construidas antes del 2002, año en el cual el MOP emitió especificaciones técnicas para la construcción de caminos y puentes; a pesar de esto, las vías cumplen con normativas locales.	Versión anterior al 2002	5
	TOTAL			

Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 12.** Calificación de vulnerabilidad funcional de la red vial



Elaborado por: Liliana Vásquez

#### **4.4.3.1. Análisis de la vulnerabilidad intrínseca de la red**

Luego de realizado el análisis de vulnerabilidades de cada uno de los sistemas de la red vial se encontró que el sistema vial urbano obtuvo una calificación de 5 lo cual significa que por sus características presenta una baja vulnerabilidad física, esto debido a que las vías se encuentran en excelentes condiciones, en la zona centro las vías son adoquinadas y la carretera principal es asfaltada y por parte del gobierno central se proyecta la construcción de una vía de 6 carriles. El mantenimiento en ciertos casos es preventivo, pero mayoritariamente se plantea como correctivo debido a la falta de un plan estricto de este tipo de actividades.

El sistema vial rural, es muy importante debido a la naturaleza de actividad económica predominante en el cantón, ya que conecta los lugares de producción con los centros de comercio. A pesar de ello las vías se encuentran en medianas condiciones presentando deterioro en los diferentes temporales; el mantenimiento que se encuentra a cargo del Gobierno Provincial del Carchi (GPC) no es realizado de manera continua sino de forma esporádica. Además, muchas de las vías no cumplen de manera estricta las especificaciones técnicas del MOP; este conjunto de características ha hecho que el sistema obtenga una ponderación de 15 puntos, que se encuentra dentro del rango de una vulnerabilidad física media.

Respecto a la parte funcional, se ha obtenido una calificación de 6 puntos que significa una vulnerabilidad media para toda la red. Describiendo este resultado, se puede mencionar que existe un nivel de dependencia alto para las carreteras principales ya que no se cuenta con vías de circunvalación de similares características que sirvan de reemplazo o alternativa en situaciones adversas; a pesar de esto, los caminos en general se presentan con una redundancia media porque cuentan con vías opcionales aunque muchas veces no se encuentren en óptimas condiciones o el recorrido sea mucho más largo. El control y mantenimiento de esta red es responsabilidad del GAD-SPH en la parte urbana y del GPC en la zona rural; esta división de actividades dificulta en cierto grado la capacidad de intervención, para el Gobierno Municipal es una dificultad contar con

personal calificado pero no tener el equipamiento necesario para el mantenimiento de las vías, lo cual crea dependencia con las acciones del GPC.

#### **4.5. VULNERABILIDAD FÍSICA POR EXPOSICIÓN DE LAS REDES VITALES**

Las redes vitales no solamente poseen vulnerabilidades intrínsecas como las físicas y las funcionales, sino también poseen otros factores como la exposición a amenazas que también las hacen vulnerables. A partir de la caracterización de las amenazas se ha encontrado que el territorio de Huaca presenta un alta susceptibilidad a la sismicidad y una susceptibilidad predominantemente media a los deslizamientos. Esta información ayuda a entender que este tipo de fenómenos transmiten fragilidad a los elementos de la parroquia, si no se indentifican las debiliades y se toman medidas preventivas.

##### **4.5.1. RED DE AGUA POTABLE**

Como se ha venido señalando, el agua potable está compuesta por tres sistemas: captación, tratamiento y distrubución; cada uno de ellos se encuentra en los lugares precisos para cumplir con sus funciones.

Es así que por ejemplo el sistema de captación recolecta el agua procedente de fuentes y vertientes que se encuentran en la zona alta del sector de Chingual, donde a diferencia de los otros sistemas, el terreno puede presentar peculiaridades que lo hagan más propenso a los deslizamientos.

**Tabla 13.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de captación de agua

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD			DESGLIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1	5	10	5
Antigüedad	0 a 25 años	5	25	12,5	1	15	1,5
Mantenimiento	Esporádico	1	15	1,5	5	20	10
Material de construcción	Hormigón armado	1	30	3	1	25	2,5
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	5	20	10	5	30	15
<b>Vulnerabilidad MEDIA</b>		<b>TOTAL</b>		<b>28</b>	<b>TOTAL</b>		<b>34</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

En la *Tabla 13*, se observa las ponderaciones por exposición a amenaza sísmica y a deslizamientos del sistema de captación de agua potable; como análisis final se halla que posee una vulnerabilidad media, en casos adversos donde alguna de estas amenazas se hicieran presentes dentro del territorio, el sistema podría sufrir daños de baja gravedad y de fácil recuperación.

En la *Tabla 14*, se observa las ponderaciones por exposición a amenaza sísmica y a deslizamientos del sistema de tratamiento de agua potable; en donde se halla que el sistema posee una vulnerabilidad media a estas dos formas de eventos y que en caso de presentarse la amenaza, la red podría sufrir daños de baja gravedad y de fácil recuperación.

**Tabla 14.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de tratamiento de agua potable

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD			DESGLIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1	1	10	1
Antigüedad	0 a 25 años	1	25	2,5	1	20	2
Mantenimiento	Esporádico	10	10	10	10	10	10
Material de construcción	Hormigón armado	0	30	0	1	30	3
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	5	25	12,5	5	30	15
Vulnerabilidad MEDIA		TOTAL		26	TOTAL		<b>31</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

La *Tabla 15*, muestra las ponderaciones por exposición a amenaza sísmica y a deslizamientos del sistema de distribución de agua potable, presentando una vulnerabilidad media a estas amenazas lo que hace que el sistema sea propenso a sufrir daños menores pero fácilmente recuperables en situaciones adversas.

**Tabla 15.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de distribución de agua potable

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD			DESGLIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1	1	10	1
Antigüedad	0 a 25 años	5	25	12,5	1	15	1,5
Mantenimiento	Esporádico	5	10	5	5	25	12,5
Material de construcción	PVC	1	30	3	5	20	10
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	5	25	12,5	5	30	15
Vulnerabilidad MEDIA		TOTAL		34	TOTAL		<b>40</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

#### 4.5.2. RED DE ALCANTARILLADO

En Huaca, la mayoría de estructuras que componen la red de alcantarillado se encuentran predominantemente dentro de la zona urbana y sus límites, edificándose a una profundidad bastante considerable, que la protege en caso de presencia de deslizamientos, haciendo innecesario este análisis. En contraste con lo anterior, la vulnerabilidad sísmica dependerá mayoritariamente de las características físicas de los diferentes sistemas ya que no existe diferenciación en el nivel de exposición a sismos en las áreas de ocupación de esta red.

**Tabla 16.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema colector de aguas residuales

SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES				
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1
Antigüedad	0 a 25 años	1	20	2
Mantenimiento	Esporádico	5	15	7,5
Material de construcción	Hormigón armado	1	30	3
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	5	25	12,5
Vulnerabilidad MEDIA		TOTAL		<b>26</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

Las *Tablas 16 y 17*, muestran el análisis de la vulnerabilidad por exposición sísmica del sistema colector y el de tratamiento de aguas residuales; en ambos casos se ha obtenido un valor medio para estas estructuras, situación que las convierte en propensas a sufrir daños leves.

**Tabla 17.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de tratamiento de aguas residuales

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE
Estado actual	Malo	10	10	10
Antigüedad	0 a 25 años	1	20	2
Mantenimiento	Ninguno	10	15	15
Material de construcción	Hormigón armado	1	30	3
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	5	25	12,5
Vulnerabilidad MEDIA		TOTAL		<b>42,5</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

### 4.5.3. RED VIAL

La vialidad es importante para la comunicación de los pueblos y en casos de emergencia de su condición dependerá la ayuda y la fácil intervención para la recuperación de los medios de vida. En Huaca esta red cuenta con un sistema vial urbano y uno rural, los dos caracterizándose por ser indispensables para el desarrollo y normal funcionamiento de la dinámica no solo parroquial sino también cantonal.

El sistema vial urbano, como se observa en la *Tabla 18*, presenta un nivel de vulnerabilidad bajo ante la amenaza sísmica y un nivel medio ante la amenaza a deslizamientos. Estos resultados indican la importancia de los planes de mantenimiento que ayuden a conservar siempre el buen estado de las vías y así reducir esfuerzos en situaciones de crisis.

**Tabla 18.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema de vialidad urbano

SISTEMA VIAL URBANO							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD			DESIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	20	2	5	20	10
Mantenimiento	Esporádico	5	30	15	5	40	20
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	1	50	5	5	40	20
Vulnerabilidad sísmica BAJA Vulnerabilidad a deslizamientos MEDIA		TOTAL		22	TOTAL		<b>50</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

**Tabla 19.** Calificación de vulnerabilidad por exposición del sistema vial rural

SISTEMA VIAL RURAL							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADOR	SISMICIDAD			DESIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Regular	5	20	10	5	20	10
Mantenimiento	Esporádico	5	30	15	5	40	20
Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS y la norma local	5	50	25	5	40	20
Vulnerabilidad MEDIA		TOTAL		50	TOTAL		<b>50</b>

Elaborado por: Liliana Vásquez

La *Tabla 19*, muestra que el sistema vial urbano posee una vulnerabilidad media ante las amenazas sísmicas y de deslizamientos, esto significa que en situaciones donde se hagan presentes los eventos naturales, el sistema será proclive a sufrir

daño en sus estructuras y por ende se convierte en trasmisor de vulnerabilidad para otros sistemas y redes.

#### 4.6. LECTURA GENERAL DE LA VULNERABILIDAD DE LAS REDES VITALES

Un lectura general sobre la vulnerabilidad de las redes vitales incluye un análisis combinado de las debilidades intrínsecas y las que se generan por exposición a amenazas. A partir de los resultados obtenidos se pudo definir el verdadero grado de peligro que suponen la sismicidad y los deslizamientos para cada red.

Mediante la interpretación de la *Tabla 20*, se encuentra que la vulnerabilidad física tiende a ser baja en las redes vitales, pero es necesario actuar en el sistema de tratamiento de aguas residuales y en el sistema vial rural que obtuvieron valores medios principalmente por el tipo de mantenimiento esporádico o nulo que reciben.

La vulnerabilidad funcional es media para todas las redes, necesitando afinarse el tipo y la calidad de servicio que se presta, la principal debilidad encontrada es la deficiente capacidad de intervención ya que se cuenta con el personal calificado pero no suficiente, además de la carencia de algunas herramientas necesarias para una eficaz intervención ya sea en tiempo normal o de crisis.

**Tabla 20.** Lectura final de vulnerabilidades de las redes vitales

RED	SISTEMA	VULNERABILIDAD FÍSICA	VULNERABILIDAD FUNCIONAL	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN SÍSMICA	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN A DESLIZAMIENTOS
Agua potable	Captación	Baja	Media	Media	Media
	Tratamiento	Baja		Media	Media
	Distribución	Baja		Media	Media
Alcantarillado	Colector	Baja	Media	Media	No aplica
	Tratamiento	Media		Media	No aplica
Vial	Urbana	Baja	Media	Baja	Media
	Rural	Media		Media	Media

Elaborado por: Liliana Vásquez

A pesar que la sismicidad representa una amenaza latente dentro del territorio de Huaca, emite una vulnerabilidad mayoritariamente media para las redes vitales, significando daños leves y de fácil recuperación en casos de ocurrencias de eventos sísmicos; pudiendo nulificarse anticipadamente estos perjuicios, a través de planes de acción y procesos de gestión del riesgo, que también pueden ayudar a reducir otras debilidades como la vulnerabilidad media por exposición a deslizamientos que poseen las redes de agua potable y vial.

La metodología aplicada para la obtención de estos resultados también fue utilizada por Romero, Alarcón , Segovia, y Cuadrado (2012), para el análisis de las vulnerabilidades del cantón Latacunga, en donde se encontró valores similares a los aquí obtenidos, siendo así que la red de agua potable presenta niveles de vulnerabilidad media o moderada respecto a su exposición a amenazas. El sistema de alcantarillado tiene una vulnerabilidad baja ante movimientos en masa y se lo considera dentro del estudio ya que las descargas de aguas residuales son directas hacia los cauces naturales, ocasionando que este mismo hecho genere socavamiento de los márgenes del río y por ende desestabiliza taludes. Respecto a la red vial se presenta una vulnerabilidad baja a media.

Otro estudio similar es el realizado por Aldeán e Hidalgo (2012), en el cantón Francisco de Orellana, en donde las calificaciones de vulnerabilidad física de la red de alcantarillado se encuentra entre baja y moderada, como las que se obtuvo en los sistemas colectores y de tratamiento en la parroquia Huaca. En la vulnerabilidad por exposición a las diferentes amenazas naturales, la red de agua potable del cantón Francisco de Orellana posee una vulnerabilidad predominantemente media; en la red vial este territorio, de manera opuesta al los resultados mostrados de la parroquia Huaca, posee una vulnerabilidad baja respecto a sus características física y por exposición a amenazas.

En general, se puede expresar que la metodología utilizada para la evaluación de las vulnerabilidades físicas y funcionales de las redes vitales es completamente válida y ya ha sido aplicada en otros territorios del país, en los cuales las

características físicas de estas infraestructuras son muy similares debido a la aplicación de los mismos estándares de diseño, existiendo solamente pequeñas variaciones en el nivel de vulnerabilidad debido principalmente al diferente grado de gestión de los gobiernos seccionales.

#### **4.7. PROPUESTA DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES**

Los análisis de las vulnerabilidades intrínsecas y de exposiciones a amenazas han permitido obtener una idea general de las principales debilidades y los puntos críticos que necesitan de una intervención precisa para mejorar la calidad de las redes vitales y por ende de sus servicios, así como la reducción de riesgos y futuros desastres por eventos naturales que causen pérdidas de los medios de vida.

Se propone dos programas uno para las redes básicas de agua potable y alcantarillado y otro para la red vial, dentro de estos constan proyectos que buscan articular las actividades que realizan las autoridades del cantón con los procesos de gestión de riesgo para la reducción de vulnerabilidades en las redes vitales, organizándolas de una manera sistemática y acorde a las necesidades de intervención en cada red. En el Anexo 20, se encuentra una tabla de resumen del plan de reducción de vulnerabilidades propuesto. En ésta tabla no se ha podido determinar montos, cronogramas o responsables, ya que con el presente trabajo se ha pretendido generar un plan conceptual que ayude a una mejor comprensión de la dimensión de las acciones necesarias para la reducción de vulnerabilidades en las redes vitales de la parroquia Huaca. Pudiendo ser implementado de mejor manera si se lo vincula con proyectos de desarrollo a los que se les adjudique presupuestos.

Para puntualizar e implementarse las estrategias para la reducción de vulnerabilidades y riesgos, deben primero perfilarse como aspectos transversales, que ameritan un cruce de planteamientos y propuestas sectoriales, temáticas o

territoriales; en lugar ser consideradas como un programa o conjunto de acciones y mecanismos de acción aislada. (Lavell, 2007)

#### **4.7.1. PROGRAMA I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARROQUIA HUACA**

Este programa tiene como fin específico apuntalar a la parroquia Huaca, como uno de los territorios que han logrado cumplir con lo establecido en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, específicamente con la Meta 10 que busca: “Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios de saneamiento básicos” (Organización de las Naciones Unidas, 2000, p.29), y a su vez superar las metas nacionales propuestas para el 2015, año en el que se pretende lograr en zonas rurales y urbanas: 1. “Aumentar al 69% el número de viviendas con acceso a agua entubada por red pública dentro de la vivienda” y 2. “Aumentar al 92% el número de viviendas con acceso a sistemas de eliminación de excretas” (Sistema de las Naciones Unidas en el Ecuador, Gobierno Nacional del Ecuador, 2007, p. 262 y 265).

Para el cumplimiento de las metas planteadas, es necesario que el accionar de los gobiernos seccionales se enfoquen en el mejoramiento de los servicios y por ende en las estructuras de las redes de agua potable y alcantarillado; el análisis de las vulnerabilidades físicas y funcionales son una primera pauta para saber puntualmente en qué ámbito de estas redes se debe actuar.

##### **4.7.1.1. Proyecto I: Reducción de vulnerabilidades físicas de la red de agua potable**

Este proyecto busca como fin el reducir las vulnerabilidades físicas, encontradas en la red de agua potable, a través de la propuesta de actividades que permitan fortalecer las características intrínsecas de esta red, asegurando así la provisión del servicio para toda la parroquia Huaca.

#### 4.7.1.1.1. Actividades propuestas

- **Plan de mantenimiento.-** Las ponderaciones más altas dentro de los sistemas de la red de agua potable han sido dadas por la falta de planificación en el mantenimiento de sus estructuras, por lo cual es importante la generación de plan de mantenimiento que sea ordenado, metódico y periódico, que además incluya toda la información para que pueda ser utilizada principalmente por los técnicos del departamento de agua potable. Dentro de éste plan, también debe tomarse en cuenta el mantenimiento de las fuentes de captación de agua e incluso la microcuenca, con la finalidad de salvaguardar la cantidad y la calidad de las aguas.
- **Revisión e instalación de Válvulas.-** Es indispensable tener una continua vigilancia de las válvulas instaladas a lo largo de toda la red, esto permitirá controlar tramo a tramo la presión adecuada con la que debe moverse el caudal, reduciendo el desgaste en la mayoría de estructuras. En el sistema de tratamiento es importante tener aún mayor control de cada uno de las válvulas, especialmente la del tanque de reserva ya que será el más útil en casos de contaminación, para evitar una mayor propagación o aislar el líquido que aún se encuentra limpio.
- **Planificación de nuevas líneas que complementen los sistemas actuales.-** A través de una adecuada planificación el GAD – SPH, será capaz de administrar de mejor manera su territorio, determinando con anticipación la ubicación y profundidad de posibles líneas de distribución de agua potable en las zonas predeterminadas para expansión urbana; esto permitirá ubicarlas en zonas más seguras y aptas.
- **Sostenibilidad del sistema.-** La vía más adecuada para obtener fondos para invertirlos en la red de agua potable es mantener un sistema tarifario real y

no subsidiado, que cubra en forma completa los gastos de mantenimiento e inclusive considere emergencias en el caso de necesidad de recambio de equipos, piezas y aditamentos.

#### **4.7.1.2. Proyecto II: Reducción de vulnerabilidades funcionales de la red de agua potable**

El Proyecto II busca como fin el reducir las vulnerabilidades funcionales, encontradas en la red de agua potable, a través de la propuesta de actividades que permitan fortalecer el servicio que brinda esta red, mejorando la calidad y asegurando la provisión del caudal de agua potable requerido por los hogares de la parroquia Huaca.

##### **4.7.1.2.1. Actividades propuestas**

- **Plan de monitoreo de la calidad del agua.-** Asegurar la calidad del agua potable distribuida por la red, debe ser una de las principales prioridades para las autoridades cantonales, esto es realizable a través de una continua y estricta vigilancia de los parámetros físico-químicos del agua que es distribuída por la red. Actualmente el GAD - SPH cuenta con un laboratorio equipado para la realización de este tipo de análisis, pero se hace necesaria la contratación de personal calificado que se encargue específicamente del desarrollo de esta actividad. En caso de no contar con el presupuesto que esto demanda, estambién es posible incorporar indicadores biológicos de calidad de agua, como son las truchas (*Oncorhynchus mykiss*). De esta manera se podría incorporar una pequeña piscina con esta especie de pez, abaratando costos en el monitoreo de agua.
  
- **Diseño de un sistema de redundancia.-** La redundancia de la red de agua potable es un punto principal para poder asegurar un servicio permanente ya sea en tiempo normal o en época de crisis. El diseño y construcción de nuevas líneas ayudan a reducir la importancia, cobertura y utilidad de la

línea principal, compartiendo caudales y convirtiéndose en una alternativa de uso en caso de daño de alguna de sus partes. Actualmente Huaca posee otro punto de captación ubicado en el sector de Solferino, agua que posteriormente es distribuida en forma cruda, solo a los sectores rurales del sur de la parroquia; con mantenimiento adecuado y el tratamiento del agua proveniente de esta fuente, este sistema se convierte en una buena alternativa para crear una redundancia a la red de agua potable; interconectando solamente los sistemas de distribución, tendiendo así la posibilidad de reducir gastos de construcción y alcanzando a corto plazo los objetivos planteados.

- **Diseño de líneas para zonas de expansión urbana.-** Es importante realizar estudios que nos ayuden a entender la dinámica poblacional dentro de la parroquia y cómo esta se proyecta en aproximadamente 20 años, a partir de los resultados es necesario planificar la distribución del servicio para los actuales y futuros pobladores, diseñando el trazado de nuevas líneas, los tamaños de tuberías, posibles conexiones, capacidad de abastecimiento, etc.
- **Proyectos de forestación y reforestación en las zonas altas y áreas de captación.-** Una forma de asegurar el funcionamiento de la red, es prever un caudal suficiente para cubrir las necesidades poblacionales y que además sea sostenible en el tiempo; para ello es importante conservar la vegetación de las zonas altas y proteger con especies vegetales idóneas las fuentes y captaciones. Esta actividad además ayuda a evitar el acarreo por escorrentía de sedimentos que en las plantas de captación pudieran ocasionar daños y taponamientos. Para la conservación de las fuentes de agua, se debería comprar las tierras aledañas a las vertientes a fin de que pasen a ser administradas por las autoridades locales; además, se debería proceder al cerramiento de estos terrenos con la finalidad de anular la posibilidad de contaminación del recurso.

- **Actualización de información del catastro de la red.-** Conocer el número exacto de los actuales beneficiarios del servicio ayudará a identificar su consumo real brindando la oportunidad de planificar y elaborar políticas que aseguren la provisión actual y futura del servicio, así como la equidad en el acceso a agua potable tanto en las zonas urbanas como en las rurales.
  
- **Incorporación de un sistema tarifario equitativo.-** Con el fin de evitar un mal uso o desperdicio del recurso, es necesario el establecimiento de tarifas que sean equitativas, en las cuales pague más el que gasta más. Las tarifas pueden ser diferenciadas para quienes superarían un gasto medio mensual. El promedio de consumo mensual puede calcularse para una familia con cinco miembros, a partir de la dotaciones diarias recomendadas por el IEOS (1992), para poblaciones en clima frío y menores a 5000 habitantes. La cantidad de 180 m<sup>3</sup> de agua potable, se puede considerar como un monto razonable de consumo por hogar. Es importante también diferenciar las tarifas domésticas de las tarifas comerciales.
  
- **Legalización de las fuentes de agua.-** Para asegurar la provisión del servicio, es necesario mantener debidamente legalizadas la fuentes de agua utilizadas en el sistema, y en caso de no ser suficientes para abastecer la demanda, se debe solicitar con premura la legalización de nuevas fuentes.

#### **4.7.1.3. Proyecto III: Reducción de vulnerabilidades físicas de la red de alcantarillado**

El Proyecto III, se enmarca en la reducción de las vulnerabilidades físicas, encontradas en la red de alcantarillado, proponiendo actividades que permitan fortalecer las características intrínsecas de esta red, asegurando así el servicio de saneamiento básico para las viviendas de la parroquia Huaca.

#### 4.7.1.3.1. Actividades propuestas

- **Plan de mantenimiento.-** Las ponderaciones más altas dentro de los sistemas de alcantarillado han sido dadas por la falta de planificación en el mantenimiento de sus estructuras, ocasionando un deterioro constante que ha desembocado en un colapso de las plantas de tratamiento; por este motivo es importante la generación de plan de mantenimiento que sea ordenado, metódico y periódico, que además incluya toda la información para que pueda ser utilizada por cualquier persona que pudiera encontrarse al frente del departamento de agua potable y alcantarillado.
  
- **Capacitaciones en centros educativos.-** Campañas de concienciación ambiental dirigidas a mantener una ciudad limpia, no solamente mejorará la calidad de vida de los habitantes de Huaca, sino también ayudará a reducir o anular uno de los principales problemas de la red de alcantarillado, ya que a pesar de los esfuerzos de los recolectores, la basura que se encuentra en las calles se acumula tapando los sumideros, ocasionando que en temporada de lluvia, el agua no ingrese al sistema colector y se escurra por las calles de la ciudad.
  
- **Realización de estudios de factibilidad para la construcción de una planta integral de tratamiento de aguas residuales.-** La deficiente gestión de las plantas de tratamiento de aguas residuales ha ocasionado su colapso e inhabilitación, convirtiendo a estas infraestructuras en un simple derroche de los recursos del cantón. Actualmente se planifica la construcción de nuevas plantas en el flanco derecho de la ciudad, pero para que su utilidad y funcionamiento sea el adecuado se necesitará realizar estudios de factibilidad en el cual se incluya la variable de exposición a amenazas.
  
- **Realización de obras civiles.-** Es indispensable una rápida intervención en la planta de tratamiento N° 1, con la construcción de muros de contención que soporten a esta infraestructura, siendo su reubicación una alternativa

posiblemente más factible. Las plantas N° 2, 3 y 5; precisan la construcción de tanques adicionales para cumplir la demanda de caudales que ingresan, además de la edificación de muros de concreto en el lado occidental de los cerramientos de por lo menos 1 metro de altura por sobre el nivel del terreno de la planta, con el fin de precautelar de posible contaminación a los terrenos agrícolas aledaños, en situaciones adversas o de desbordamiento.

#### **4.7.1.4. Proyecto IV: Reducción de vulnerabilidades funcionales de la red de alcantarillado**

El Proyecto IV se establece a partir de la necesidad de reducir las vulnerabilidades funcionales encontradas en la red de alcantarillado, a través de la propuesta de actividades que permitan asegurar el servicio de saneamiento básico de eliminación de excretas, garantizando un buen nivel de higiene de las viviendas, previniendo así la proliferación de plagas y enfermedades que afecten a la población.

##### **4.7.1.4.1. Actividades propuestas**

- **Diseño y construcción de alcantarillado pluvial.-** La separación del alcantarillado sanitario del pluvial puede convertirse en una alternativa prominente para convertir a Huaca en una ciudad más sustentable; en este territorio llueve constantemente teniendo unos altos niveles de precipitación anual, estos caudales se contaminan y desperdician al mezclarse con las aguas residuales provenientes de los hogares. La conducción por separado de los caudales pluviales de la ciudad, hacen posible un tratamiento eficaz resultando en agua con una alta calidad, que podría ser reutilizada para cumplir con la demanda de agua en el sector ganadero de la parroquia.
- **Monitoreo del agua vertida a los cauces.-** Antes del vertido del agua residual tratada, a los cauces naturales, es necesario realizar un monitoreo continuo de los parámetros físico-químicos, que permita identificar posibles anomalías en los sistemas de tratamiento y así prevenir una posible

contaminación de ecosistemas acuáticos o campos agrícolas donde se pudiere reutilizar este recurso.

- **Control del vertido de aceites y combustibles a la red de alcantarillado.-** Con el propósito de abaratar los costos de depuración de las aguas residuales es necesario evitar la incorporación de aceites, combustibles y lubricantes al sistema colector. El GAD-SPH debe presentar alternativas para el reciclaje de este tipo líquidos generados por establecimientos como lavadoras, mecánicas y lubricadoras.
- **Elaboración de protocolos de acción en situaciones de emergencia.-** El daño de alguna de las estructuras de la red de alcantarillado puede traducirse en una significativa fuente de contaminación, exponiendo a amenazas biológicas a los habitantes de la ciudad de Huaca; en base a esto es necesario elaborar una descripción detallada de las acciones que faciliten una intervención rápida y precisa en situaciones de emergencia. La adecuada preparación y la acción oportuna de los técnicos municipales pertenecientes al departamento de agua potable y alcantarillado, ayudará a evitar poner en riesgo la salud de la población.

#### **4.7.2. PROGRAMA II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED VIAL DE LA PARROQUIA HUACA**

El Programa II tiene como objetivo apoyar al desarrollo parroquial a través de la emisión de directrices que promuevan la participación del Gobierno local y nacional en el fortalecimiento de la vialidad y conectividad. La infraestructura vial es de vital importancia para el desarrollo principalmente rural desde líneas estratégicas como la agricultura, favoreciendo el acceso de los pequeños agricultores desde los terrenos productivos hacia los mercados locales; además de otras actividades como las agroforestales, ecoturísticas y artesanales, así también otras vinculadas a la

piscicultura, la reforestación y la prestación de servicios ambientales (Sistema de las Naciones Unidas en el Ecuador, Gobierno Nacional del Ecuador, 2007).

En la parroquia Huaca, el fortalecimiento de la vialidad apoyará a lograr la igualdad al acceso a recursos y a sectores como salud, educación; además de reforzar los diferentes sectores económicos principalmente al sector primario que caracteriza a esta parroquia.

#### **4.7.2.1. Proyecto I: Reducción de vulnerabilidades físicas de la red vial**

Para la reducción de las vulnerabilidades físicas de la red vial es importante generar pautas que puedan ayudar al desarrollo de actividades y obras ya sean estructurales o no estructurales, que permitan mantener a toda la red en buen estado para asegurar el acceso y la conectividad desde y hacia todos los elementos de la parroquia y el cantón.

##### 4.7.2.1.1. Actividades propuestas

- **Plan de mantenimiento.-** Tanto para el sistema vial urbano como rural es preciso mantener un continuo monitoreo del estado en el que se encuentran estas estructuras de conectividad; su posible deterioro disminuye la accesibilidad del territorio y por ende dificulta el desarrollo normal de la dinámica económica parroquial y cantonal. Para ello es posible la elaboración de un plan de mantenimiento ordenado, metódico y periódico que pueda aplicarse al sistema vial urbano con el fin de asegurar que siga mateniendo una adecuada funcionalidad; para el caso del sistema vial rural este plan no sería aplicable ya que se encuentra fuera de la jurisdicción del GAD municipal entrando a formar parte de las competencia del GPC, a pesar de esto con el monitoreo antes planteado se puede conocer con prontitud los lugares que necesitan intervención para que puedan ser reportados a la entidad competente. Para una mayor eficacia en el proceso de mantenimiento, se debería contratar a personal local de la comunidad en

forma permanente para que realice mantenimiento diario de las vías, eliminando la vegetación, limpiando cunetas y deslizamientos de tierra; también que sirva de alerta temprana para las autoridades en caso de daños mayores.

- **Establecimiento de acuerdos entre instituciones.-** El sistema vial rural se encuentra manejado por dos entidades públicas, lo cual hace necesario reafianzar los lazos colectivos entre las instituciones involucradas, en este caso el GAD-SPH y el GPC, todo con el objetivo de lograr intervenciones eficientes que ayuden a mantener el buen estado del sistema y en futuro cercano mejorar la calidad del sistema basado en planificar para el desarrollo a la vez que se mitigan vulnerabilidades y posibles riesgos.
- **Estabilización de taludes.-** La manera más idónea de asegurar la funcionalidad y proteger la infraestructura vial en zonas aledañas a taludes es a través de la implementación de obras civiles como la construcción de terrazas o revestimiento de los taludes con hormigón.
- **Construcción y mantenimiento de cunetas de coronación.-** Este tipo de infraestructuras ayudarán a prevenir los deslizamientos de tierra y otros materiales de los taludes aledaños, que podrían afectar a los revestimientos de las vías.

#### **4.7.2.2. Proyecto II: Reducción de vulnerabilidades funcionales de la red vial**

Para la reducción de las vulnerabilidades funcionales de la red vial es importante generar pautas que puedan ayudar al desarrollo de actividades y obras ya sean estructurales o no estructurales, que permitan asegurar el funcionamiento íntegro de la red ya sean en tiempo normal o adverso, asegurando el acceso y la conectividad desde y hacia todos los puntos fuera o dentro de la parroquia.

#### 4.7.2.2.1. Actividades propuestas

- **Adecuación y/o construcción de nuevas vías de redundancia.-** Una de las principales vulnerabilidades encontradas en la red es la falta de redundancia, para ello es necesario adecuar y si es el caso, construir nuevas vías que además de servir de desfogue, son alternativas de conectividad para caminos principales como la carretera Panamericana Norte, que es el único punto de acceso tanto de entrada como de salida del cantón. La construcción de corredores viales ayudará el desarrollo cantonal mejorando la dinámica del territorio y apoyando principalmente al sector primario, facilitando el acceso de los productores a los mercados de comercialización.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el presente capítulo se concluyen los hallazgos más importantes de la investigación; también se incluyen recomendaciones que podrían ser tomadas en cuenta para futuros estudios o por los mismos beneficiarios de éste Trabajo de Grado.

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- El desarrollo natural de la población tiene como uno de sus ejes principales la necesidad de mejorar sus condiciones de vida, reduciendo o eliminando cualquier amenaza que pudiere afectar de una u otra forma su integridad física o sus medios de vida, buscando así la superación de precariedades a través de acciones colectivas que desemboquen en el bienestar comunitario con equidad de acceso a recursos, salud, educación, entre otros. Además, se busca asegurar la provisión de los servicios públicos, entre ellos: al agua potable, el alcantarillado y el acceso vial. En el Ecuador, algunas poblaciones principalmente pobres aún no han llegado a dicha conciencia, ni tampoco han realizado intentos de gestión o aplicación de políticas que ayuden a la reducción de los riesgos a los que día a día se enfrentan.
  
- Las vulnerabilidades y las amenazas a las que se encuentra expuesto un territorio no necesariamente son características intrínsecas del mismo; sino

más bien, deberían considerarse como consecuencias normales vinculadas al desarrollo de la población que dentro de sus límites habita. Por tal motivo, es indispensable buscar una forma asertiva de gestión territorial, que logre dirigirse hacia un verdadero desarrollo sustentable, preparado a las comunidades para las amenazas y construyendo un futuro libre de desastres.

- El presente trabajo se constituye no solamente como un levantamiento y análisis de información en cuestiones de redes vitales y vulnerabilidades, sino también como una herramienta que facilita a los actores claves de la parroquia y el cantón, la toma de decisiones acertadas en materia de gestión de riesgo, con un respaldo técnico y metodológico.
- Siguiendo sistemáticamente la propuesta metodológica para análisis de vulnerabilidades desarrollada por la SNGR, PNUD y el proyecto DIPECHO; se ha logrado identificar que la vulnerabilidad física tiende a ser baja en las redes vitales, pero es necesario actuar en el sistema de tratamiento de aguas residuales y en el sistema vial rural que obtuvieron valores medios, principalmente por el tipo de mantenimiento esporádico o nulo que reciben.
- La vulnerabilidad funcional es media para todas las redes, necesitando afinarse el tipo y la calidad de servicio que se presta; la principal debilidad encontrada es la deficiente capacidad de intervención que se tiene sobre cada uno de los sistemas ya que se cuenta con el personal calificado pero no en el número adecuado para desarrollar todas las actividades que estas redes requieren; se puede mencionar la carencia de algunas herramientas necesarias para una eficaz intervención ya sea en tiempo normal o de crisis, pero también cabe recalcar que el GAD-SHP cuenta con otros equipos y estructuras (como el laboratorio para análisis de agua y suelos) que podrían llegar a convertirse en una potencialidad si se contará con el personal idóneo para su manejo.

- A pesar que la sismicidad representa una amenaza latente dentro del territorio de Huaca, emite una vulnerabilidad mayoritariamente media para las redes vitales, significando daños leves y de fácil recuperación en casos de ocurrencias de eventos sísmicos; pudiendo nulificarse anticipadamente estos perjuicios, a través de planes de acción y procesos de gestión del riesgo, que también pueden ayudar a reducir otras debilidades como la vulnerabilidad media por exposición a deslizamientos que poseen las redes de agua potable y vial.
- La reducción de vulnerabilidades principalmente de las redes vitales, es una medida eficaz y de mayor aplicabilidad en la prevención y mitigación de desastres. Los estudios encaminados dentro de esta línea, apoyan al involucramiento de actores de los diferentes sectores para la toma de decisiones a fin de transformar factores de riesgo y vulnerabilidad en fortalezas de gestión política con grandes beneficios no solo para la parroquia y el cantón, sino también para sus aledaños.
- La propuesta de plan de reducción de vulnerabilidades presentada es un documento enmarcado dentro las actividades de la institución competente del manejo de las redes vitales de la parroquia y el cantón San Pedro de Huaca, en este caso el GAD – SPH; aquí se han establecido acciones que permitan planificar, preparar, prevenir y pronosticar posibles desastres que la falta de estos servicios públicos podrían ocasionar dentro del territorio.
- Se ha sugerido distintas tareas como rehabilitación, reconstrucción y mejoramiento de las estructuras; como punto principal, se ha determinado la necesidad de planes de mantenimiento para la reducción de las vulnerabilidades físicas en cada uno de los sistemas. El planteamiento de la necesidad de monitoreos permanentes será la solución más viable para mantener una buena calidad en los servicios de las redes vitales, además permitirá detectar a tiempo posibles anomalías causantes de afectaciones a la funcionalidad del agua potable, alcantarillado o las vías.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Los verdaderos procesos de reducción de vulnerabilidades vienen dados desde un punto más epistémico, vinculados con temas concretos y prioritarios para la sociedad como salud, vivienda, educación, provisión de alimentos, etc. Las acciones de gestión de riesgo deben implementarse junto con los procesos de desarrollo, siendo así que al mismo tiempo que se planifica para el futuro se esté asegurando las condiciones para la seguridad humana integral.

Desde un punto de vista más técnico es importante no permitir que el nivel de vulnerabilidad de las redes vitales vaya más allá que el que se ha determinado a través de este estudio, ya que entre más tiempo transcurra mayores serán los esfuerzos demandantes para planificar y obrar a favor de su reducción, así como el crecimiento de los costos económicos y sociales, exponiendo a un número mayor de pobladores al peligro de un desastre.

La inexistencia de información cartográfica con mayor detalle y a una misma escala, convierte en imperiosa la necesidad de la realización de estudios principalmente geológicos y geomorfológicos que ayuden a la generación de nueva cartografía temática válida y que a partir de su interpretación permitan comprender a mayor detalle la dinámica de las amenazas naturales presentes dentro del territorio; mejorando así los criterios de mitigación y prevención a implantarse en el territorio.

La incertidumbre de información ha limitado en gran manera que el presente trabajo muestre puntos de vulnerabilidad crítica en los sistemas de abastecimiento de servicios, por lo cual se recomienda realizar estudios más específicos y a mayor detalle sobre las áreas más expuestas a amenazas naturales y cuáles serían los efectos que estos eventos tendrían sobre sitios puntuales de las redes vitales.

El desarrollo de estudios integrales sobre la dinámica parroquial (aspectos social, económico, político, cultural, demográfico, estructural), pueden ayudar a mejorar la visión general de este territorio facilitando una información más acorde al contexto en el que se desarrolla Huaca, también ayudará a tener una mejor visión de los riesgos y cuáles serían las alternativas para su gestión, desplegando instrumentos que generen alternativas para la acción temprana y reducción de vulnerabilidades en todos los ámbitos.

Para un entendimiento más holístico de la realidad parroquial en cuanto a sus necesidades de servicios públicos es importante analizar otro tipo de parámetros como la vulnerabilidad social, política, institucional, legal, etc., estos estudios contribuirán a obtener indicadores más precisos para la reducción de vulnerabilidad en las redes vitales, ayudando a un análisis más profundo y completo para la toma de decisiones por parte de los planificadores cantonales.

Para una efectiva reducción de las vulnerabilidades de las redes vitales, es importante implantar actividades con la variable temporalidad; es decir, se debe buscar que los proyectos desarrollados para la gestión del riesgo tengan sostenibilidad. Una de las maneras de lograr este objetivo será la creación de un Departamento de Gestión de Riesgos dentro del GAD – SPH, en donde recaerá la responsabilidad de cambiar los patrones de riesgo que se han venido dando a través del tiempo.

Es necesario considerar a la academia como parte de los actores claves para el desarrollo de la sociedad, siendo la llamada a generar iniciativas que busquen promover procesos integrales en entornos sectoriales articulados entre sí, y que a través de la cooperación permitan multiplicar los impactos positivos de los proyectos, con una coordinación eficiente que además sirva de guía para mejoramiento en la toma de decisiones.

La universidad como centro de generación de conocimiento, debe continuar con el diseño de proyectos y estudios con una lógica de procesos de intercambio y

coordinación con la comunidad; además, de incorporar ciencias un poco más empíricas como el conocimiento local, que ayudan a estructurar nuevas metodologías más acordes con la realidad de los territorios.

Respecto a la Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal (SNGR, 2012), utilizada para el desarrollo del presente trabajo se puede mencionar que en la parte de análisis de vulnerabilidades físicas y funcionales de redes vitales por exposición a amenazas a deslizamientos o sismos, podría mejorarse los resultados obtenidos si dentro de la metodología se desarrolla más la influencia que tienen las amenazas, incluyendo nuevos parámetros que generen valores de vulnerabilidad a partir de la intensidad con la que podrían presentarse dichos eventos naturales.

El involucramiento de la comunidad es indispensable en los procesos de gestión de riesgo, por este motivo se sugiere fortalecer la participación ciudadana en temas de capacitación y preparación para eventos naturales, así como su inclusión en la toma de decisiones; solo así se podrá generar conciencia e implantar a la sociedad actual “la cultura del riesgo”.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ABAD, Francisco (2006). Ensayo metodológico para la evaluación y zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa, cuenca de Loja. Quito: Tesis de ingeniería geológica, Escuela Politécnica Nacional.
2. ALBERT, Lilia., LÓPEZ, Sergio., y FLORES, Julio. (1994). Diccionario de la contaminación. México DF: Centro de Ecología y Desarrollo.
3. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (29 de Noviembre de 2012). Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE. Obtenido de <http://www.fopae.gov.co>
4. ALCÁNTARA, Irasema. (abril de 2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Investigaciones Geográficas (Mx), 7-25.
5. ALDEÁN, Wilmán., e HIDALGO, Ismael. (Noviembre de 2012). Aplicación Y Sistematización De La Propuesta Metodológica Para El Análisis De Vulnerabilidades De La Parroquia Urbana Puerto Francisco De Orellana, Cantón Francisco De Orellana, Mediante El Uso De Herramientas SIG. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejercito.
6. BEUF, Alice. (2010). Nuevas centralidades y acceso a la ciudad en las periferias bogotanas. Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines, 147-178.
7. CAL, Rafael., y CÁRDENAS, James. (1998). Ingeniería del tránsito: fundamentos y aplicaciones. Mexico: Alfaomega.
8. CARDONA, Omar. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: "Una crítica y una revisión necesaria para la gestión". Bogotá: Universidad de los Andes, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos (CEDERI).
9. CENDRERO, Antonio. (1987). Riesgo geológicos, ordenación del territorio y protección del medio ambiente. Riesgos Geológicos.
10. Corporación OSSO. (16 de Julio de 2013). Sistema de inventario de efectos de desastres. Obtenido de DESINVENTAR online: <http://online.desinventar.org/#>

11. D'ERCOLE, Robert., y METZGER, Pascale. (2002). Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito, colección Quito Metropolitano. Quito: IRD/DMTV-MDMQ.
12. D'ERCOLE, Robert., HARDY, Sébastien., y ROBERT, Jérémy. (2009). Balance de los accidentes y desastres ocurridos en La Paz, Lima y Quito (1970-2007). Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines, 433-465.
13. D'ERCOLE, Robert., HARDY, Sébastien., METZGER, Pascale., y Robert, Jérémy. (2009). Vulnerabilidades urbanas en los países andinos: Introducción General. Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines, 401-410.
14. Departamento de Asuntos Humanitarios (DAH). (1992). Glosario multilingüe de términos convenidos internacionalmente relativos a la gestión de desastres. Ginebra: Naciones Unidas.
15. Departamento de Transporte del Reino Unido. (2013). Consultation on "The Strategic Road Network and the Delivery of Sustainable Development". Londres: The Department for Transport.
16. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). (2004). Vivie con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Ginebra: Naciones Unidas.
17. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2005). Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres: Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015. Kobe: Naciones Unidas.
18. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra: Organización de las Naciones Unidas.
19. FERRER, Mercedes. (1988). Delizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas. En I. G. España, Riesgos Geológicos (págs. 175-190). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
20. GARBER, Nicholas, y HOEL, Lester (2004). Ingeniería de tránsito y de carreteras. Mexico: Thomson.
21. INEC. (2010). VII Censo de población y VI Vivienda. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
22. Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). (1992). Proyecto de código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias.

Abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana. Quito: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias. Ecuador.

23. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología . (2008). Climas del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

24. KEIPI, Kari., MORA, Sergio., y BASTIDAS, Pedro. (2005). Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo: lista de preguntas de verificación (“Checklist”). Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

25. La Hora. (08 de junio de 2011). A un paso de desplomarse. Diario La Hora, pág. 3.

26. LAMPOGLIA, Teresa., AGÜERO, Robert., y BARRIOS, Carlos. (2008). Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales. Lima: Organización, Panamericana de la Salud, Asociación Servicios Educativos Rurales.

27. LAVELL, Allan. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS, 4.

28. LAVELL, Allan. (2005). Los conceptos, estudios y práctica en torno al tema de los riesgos y desastres en América Latina; evolución y cambio, 1980-2004: el rol de la red, sus miembros y sus instituciones de apoyo. La gobernabilidad en América Latina. Balance reciente y tendencias a futuro. Secretaría General, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales-FLACSO.

29. LAVELL, Allan. (2007). Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. Lima: Proyecto de apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina - PREDECAN.

30. LAVELL, Allan., MANSILLA, Elizabeth., y SMITH, David. (2003). La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Guatemala: CEPREDENAC - PNUD.

31. LLANOS, Luis. (2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. Agricultura, sociedad y desarrollo, 207 - 220.

32. LÓPEZ, Daniel. (2004). Utilización de un SIG para establecer zonas de afectación por amenazas naturales: sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos. Posibles consecuencias en la salud de la población en la parroquia Tababela. Tesis de grado de Maestría en Salud Pública. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

33. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción. En CAPITULO II: Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente (pág. 78). Quito: MIDUVI.
34. NAPURÍ, Carlos., TORRES, Ricardo., LAMPOGLIA, Teresa., y AGÜERO, Robert. (2009). Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Lima: Organización Panamericana de la Salud, Asociación Servicios Educativos Rurales.
35. NORIEGA, Samuel. (2010). La Ordenación del Territorio. Oviedo, España: Universidad de Oviedo.
36. Organización de Estados Americanos (1991). Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de amenazas naturales para la reducir los daños . Washington, D.C.: Organización de Estados Americanos (OEA), Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).
37. Organización de las Naciones Unidas. (2000). Declaración del Milenio. Cumbre del Milenio.
38. PDOT - San Pedro de Huaca. (2012). Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón San Pedro de Huaca. Huaca: GAD Muicipald de San Pedro de Huaca.
39. RAE, Real Academia de la Lengua Española. (2001). Diccionario de la lengua española (22da ed.). Madrid, España.
40. RAMÍREZ, Manuel. (2008). La educación en la gestión del riesgo de desastre: Una experiencia de todas y todos. Republica Dominicana: Comisión Nacional de Emergencias.
41. ROMERO, Fernando., ALARCÓN, Pamela., SEGOVIA, Capito., y CUADRADO, Franklin. (2012). Análisis de Vulnerabilidades del Cantón Latacunga. ESPOCH, SNGR, PNUD, DIPECHO.
42. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (29 de Agosto de 2012). Mapa de amenazas sísmicas del Ecuador 1:250.000. Ecuador.
43. SIERRA, Rodrigo. (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental ( 2da Impresión (2001) ed.). Quito: Proyecto INEFAN/GEF y Ecociencia.
44. Sistema de las Naciones Unidas en el Ecuador, Gobierno Nacional del Ecuador. (2007). II Informe Nacional de los Objetvos de Desarrollo del Milenio. Quito: PNUD.

45. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo. (2012). Guía para implementar el análisis de vulnerabilidades a nivel cantonal. En S. N. Riesgos. Quito: AH/editorial.
46. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo. (2012). Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a nivel municipal. Quito: AH/editorial.
47. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Universidad Técnica del Norte. (2013). Análisis de vulnerabilidad del Cantón San Pedro de Huaca. Perfil Territorial. Quito-Ecuador.
48. VAN WESTEN, Cees. (2012). Introducción a los deslizamientos, tipos y causas. Dynamic numerical run - out modelling for quantitative landslide risk assessment (pág. 39). Enschede: University of Twente Faculty of Geo-Information and Earth Observation (ITC).

## LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A continuación se muestra la lista de los acrónimos utilizados en el presente trabajo:

- **CAF:** Corporación Andina de Fomento.
- **COOPI:** Cooperazione Internazionale
- **DGGM:** Dirección General de Geología y Minas de Ecuador.
- **DIPECHO:** Disaster Preparedness European Commission for Humanitarian Aid and Civil Protection
- **DMQ:** Distrito Metropolitano de Quito.
- **DMTV:** Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda.
- **ECHO:** European Commission - Humanitarian Aid and Civil Protection.
- **EIRD:** Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.
- **EPN:** Escuela Politécnica Nacional.
- **FLACSO:** Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- **GAD – SPH:** Gobierno Autónomo Descentralizado de San Pedro de Huaca.
- **GPC:** Gobierno Provincial de Carchi.
- **GPS:** Global Positioning System.
- **IEOS:** Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.
- **IGM:** Instituto Geográfico Militar.
- **INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- **IRD:** Institut de Recherche pour le Développement.
- **MIDUVI:** Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- **MOP:** Ministerio de Obras Públicas.
- **N/A:** No aplica.

- **OEA:** Organización de Estados Americanos.
- **OPS:** Organización Panamericana de la Salud.
- **PDOT:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- **PREANDINO:** Programa Regional Andino para la Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres.
- **PVC:** Policloruro de Vinilo.
- **Qr:** Caudal real.
- **Qd:** Caudal de diseño.
- **REDATAM:** Retrieval of Data for small Areas by Microcomputer.
- **SENPLADES:** Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- **SIISE:** Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador.
- **SNGR:** Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.
- **UNISDR:** United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- **UTN:** Universidad Técnica del Norte.

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS

### CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

- Dirigida a los funcionarios de los departamentos de Planificación, Obras Públicas, Ambiente, Agua Potable y Alcantarillado, del GAD Municipal de San Pedro de Huaca.

**OBJETIVO:** Recabar información relevante que contribuirá al diagnóstico de la red de abastecimiento de agua potable de la parroquia Huaca.

**ÁREA O DEPARTAMENTO:** .....

### DESARROLLO

1. **¿Cuál es el material de construcción de las tuberías que conforman el Sistema de Agua Potable?**
  - a) Hormigón armado
  - b) PVC
  - c) Asbesto o cemento
  - d) Tierra
2. **¿En qué año se construyó el sistema de agua potable?**  
Especifique el año exacto para cada tramo si es posible
3. **Indique los procedimientos que se siguen para efectuar el mantenimiento de cada elemento del sistema.**  
(Si tienen el plan de mantenimiento, Solicitar el plan de mantenimiento por escrito)
  - a) Planificada
  - b) Esporádico
  - c) Ninguna
4. **Especifique si existe una normativa local, generada por el GAD, para la construcción y diseño de los sistemas de agua potable.**
5. **Para la construcción del sistema de agua potable se siguió la normativa promulgada por el IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias)**
6. **Bajo su criterio (necesariamente del técnico que administra el sistema) el estado del sistema es:**
  - a) Bueno
  - b) Malo
  - c) Regular

## CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

- Dirigida a los funcionarios de los departamentos de Planificación, Obras Públicas, Ambiente, Agua Potable y Alcantarillado, del GAD Municipal de San Pedro de Huaca.

**OBJETIVO:** Recabar información relevante que contribuirá al diagnóstico de la red de alcantarillado de la parroquia Huaca.

**ÁREA O DEPARTAMENTO:** .....

### DESARROLLO

- 1. ¿Cuál es el material de construcción de los colectores que conforman el Sistema de Alcantarillado?**
- 2.**
  - a) Hormigón armado
  - b) PVC
  - c) Asbesto o cemento
  - d) Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo.
- 3. ¿En qué año se construyó el sistema de agua potable?**  
Especifique el año exacto para cada tramo si es posible
- 4. Indique los procedimientos que se siguen para efectuar el mantenimiento de cada elemento del sistema.**
  - a) El Plan de mantenimiento consta por escrito y es para cumplir estándares de mantenimiento.
  - b) El mantenimiento se lo realiza por iniciativa de los técnicos o como respuesta a un evento adverso
- 5. Especifique si existe una normativa local, generada por el GAD, para la construcción y diseño de los sistemas de agua potable.**
- 6. Para la construcción del sistema de agua potable se siguió la normativa promulgada por el IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias)**
- 7. Bajo su criterio (necesariamente del técnico que administra el sistema) el estado del sistema de alcantarillado es:**
  - a) Bueno
  - b) Malo
  - c) Regular

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

## CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA VIAL

- Dirigida a los funcionarios de los departamentos de Planificación, Obras Públicas, Ambiente, Agua Potable y Alcantarillado, del GAD Municipal de San Pedro de Huaca.

**OBJETIVO:** Recabar información relevante que contribuirá al diagnóstico de la red vial de la parroquia Huaca.

**ÁREA O DEPARTAMENTO:** .....

### DESARROLLO

- 1. Indique los procedimientos que se siguen para efectuar el mantenimiento de cada elemento del sistema.**
  - a) El Plan de mantenimiento consta por escrito y es para cumplir estándares de mantenimiento.
  - b) El mantenimiento se lo realiza por iniciativa de los técnicos o como respuesta a un evento adverso
- 2. Para la construcción del sistema vial se siguió la normativa promulgada por el MOP(Ministerio de Obras Públicas)**
- 3. Bajo su criterio (necesariamente del técnico que administra el sistema) el estado del sistema vial es:**
  - a) Bueno
  - b) Malo
  - c) Regular

**¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

## ANEXO 2

### PARÁMETROS DE VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS REDES VITALES

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE		
VARIABLE DE VULNERABILIDAD FÍSICA INTRÍNSECA	INDICADOR	VALOR DE VULNERABILIDAD POR INDICADOR
Estado actual	Bueno	0
	Regular	5
	Malo	10
Antigüedad	0 a 25 años	0
	25 a 50 años	5
	> 50 años	10
Mantenimiento	Planificado	0
	Esporádico	5
	Ninguna	10
Material de construcción	PVC	0
	Hormigón armado	1
	Asbesto cemento	5
	Mampostería de piedra y ladrillo	10
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	0
	Entre el IEOS y la norma local	1
	Antes del IEOS	10
Valor máximo		50

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE		
VARIABLE DE VULNERABILIDAD FÍSICA INTRÍNSECA	INDICADOR	VALOR DE VULNERABILIDAD POR INDICADOR
Estado actual	Bueno	0
	Regular	5
	Malo	10
Antigüedad	0 a 25 años	0
	25 a 50 años	5
	> 50 años	10

Mantenimiento	Planificado	0
	Esporádico	5
	Ninguna	10
Material de construcción	Hormigón armado	0
	Asbesto cemento	1
	Mampostería de ladrillo	5
	Mampostería de piedra	10
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	0
	Entre el IEOS y la norma local	1
	Antes del IEOS	10
Valor máximo		50

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE		
VARIABLE DE VULNERABILIDAD FÍSICA INTRÍNSECA	INDICADOR	VALOR DE VULNERABILIDAD POR INDICADOR
Estado actual	Bueno	0
	Regular	5
	Malo	10
Antigüedad	0 a 25 años	0
	25 a 50 años	5
	> 50 años	10
Mantenimiento	Planificado	0
	Esporádico	5
	Ninguna	10
Material de construcción	PVC	0
	Hormigón armado	1
	Asbesto cemento	5
	Tierra	10
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	0
	Entre el IEOS y la norma local	1
	Antes del IEOS	10
Valor máximo		50

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMAS COLECTOR Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
VARIABLE DE VULNERABILIDAD FÍSICA INTRÍNSECA	INDICADOR	VALOR DE VULNERABILIDAD POR INDICADOR
Funcionamiento hidráulico	$Q_r < Q_d$	0
	$Q_r = Q_d$	5
	$Q_r > Q_d$	10
Estado actual	Bueno	0
	Regular	5
	Malo	10
Antigüedad	0 a 25 años	0
	25 a 50 años	5
	> 50 años	10
Mantenimiento	Planificado	0
	Esporádico	5
	Ninguna	10
Material de construcción	PVC	0
	Hormigón armado	1
	Asbesto cemento	5
	Mampostería de piedra o ladrillo	10
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	0
	Entre el IEOS y la norma local	1
	Antes del IEOS	10
Valor máximo		60

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMAS VIALES URBANO Y RURAL		
VARIABLE DE VULNERABILIDAD FÍSICA INTRÍNSECA	INDICADOR	VALOR DE VULNERABILIDAD POR INDICADOR
Estado actual	Bueno	0
	Regular	5
	Malo	10
Mantenimiento	Planificado	0
	Esporádico	5
	Ninguna	10
Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	0
	Versión anterior al 2002	5
	No aplica la normativa	10
Valor máximo		30

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADOR EXPUESTO	SISMICIDAD			DESPLAZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1	5	10	5
	Regular	5		5	5		5
	Malo	10		10	10		10
Antigüedad	0 a 25 años	5	25	12,5	1	15	1,5
	25 a 50 años	10		25	5		7,5
	> 50 años	10		25	10		15
Mantenimiento	Planificado	0	15	0	1	20	2
	Esporádico	1		1,5	5		10
	Ninguna	5		7,5	10		20
Material de construcción	PVC	0	30	0	1	25	2,5
	Hormigón armado	1		3	1		2,5
	Asbesto cemento	10		30	5		12,5
	Mampostería de piedra o ladrillo	10		30	10		25
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	1	20	2	1	30	3
	Entre el IEOS y la norma local	5		10	5		15
	Antes del IEOS	10		20	10		30

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADOR EXPUESTO	SISMICIDAD			DESPLAZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1	1	10	1
	Regular	5		5	5		5
	Malo	10		10	10		10
Antigüedad	0 a 25 años	1	25	2,5	1	20	2
	25 a 50 años	5		12,5	5		10
	> 50 años	10		25	10		20
Mantenimiento	Planificado	0	10	0	0	10	0

	Esporádico	10		10	10		10
	Ninguna	10		10	10		10
Material de construcción	Hormigón armado	0	30	0	1	30	3
	Asbesto cemento	5		15	5		15
	Mampostería de ladrillo	10		30	5		15
	Mampostería de piedra	10		30	10		30
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	1	25	2,5	1	30	3
	Entre el IEOS y la norma local	5		12,5	5		15
	Antes del IEOS	10		25	10		30

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADOR EXPUESTO	SISMICIDAD			DESLIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	10	1	1	10	1
	Regular	5		5	5		5
	Malo	10		10	10		10
Antigüedad	0 a 25 años	5	25	2,5	1	15	1,5
	25 a 50 años	10		12,5	5		7,5
	> 50 años	10		25	10		15
Mantenimiento	Planificado	0	10	0	1	25	2,5
	Esporádico	5		5	5		12,5
	Ninguna	10		10	10		25
Material de construcción	PVC	1	30	3	5	20	10
	Hormigón armado	1		3	1		2
	Asbesto cemento	5		15	5		10
	Tierra	10		30	10		20
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	1	25	2,5	1	30	3
	Entre el IEOS y la norma local	5		12,5	5		15
	Antes del IEOS	10		25	10		30

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMAS COLECTOR Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADOR EXPUESTO	SISMICIDAD			DESGLIZAMIENTOS
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR
Funcionamiento hidráulico	$Q_r < Q_d$	N/A	N/A	N/A	N/A
	$Q_r = Q_d$	N/A		N/A	N/A
	$Q_r > Q_d$	N/A		N/A	N/A
Estado actual	Bueno	1	10	1	N/A
	Regular	5		5	N/A
	Malo	10		10	N/A
Antigüedad	0 a 25 años	1	20	2	N/A
	25 a 50 años	5		10	N/A
	> 50 años	10		20	N/A
Mantenimiento	Planificado	1	15	1,5	N/A
	Esporádico	5		7,5	N/A
	Ninguna	10		15	N/A
Material de construcción	PVC	0	30	0	N/A
	Hormigón armado	1		3	N/A
	Asbesto cemento	5		15	N/A
	Mampostería de piedra o ladrillo	10		30	N/A
Estándares de diseño y construcción	Luego de la norma local	1	25	2,5	N/A
	Entre el IEOS y la norma local	5		12,5	N/A
	Antes del IEOS	10		25	N/A

Fuente: SNGR, 2012

SISTEMAS VIALES URBANO Y RURAL							
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADOR EXPUESTO	SISMICIDAD			DESGLIZAMIENTOS		
		VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL INDICADOR	PONDERADOR	VALOR FINAL DE VULNERABILIDAD
Estado actual	Bueno	1	20	2	0	20	0
	Regular	5		10	5		10
	Malo	10		20	10		20
Mantenimiento	Planificado	1	30	3	0	40	0
	Esporádico	5		15	5		20
	Ninguna	10		30	10		40
Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	50	5	1	40	4
	Versión anterior al 2002	5		25	5		20
	No aplica la normativa	10		50	10		40

Fuente: SNGR, 2012

VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN	PUNTAJE
Baja	0 - 25
Media	26 - 75
Alta	más de 76 puntos

Fuente: SNGR, 2012

**ANEXO 3**  
**PARÁMETROS DE VALORACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A**  
**DESLIZAMIENTOS**

PARÁMETRO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD	VALOR DE PARÁMETRO	% DE RELEVANCIA	VALOR MIN	VALOR MAX
Pendiente	0 – 5%	Baja	1	40	0,4	2,4
	6 – 12%		2			
	13 – 25%		3			
	26 – 40%	Media	4			
	41 – 70%		5			
	70 – 100%		6			
Geología	Roca dura	Bajo	0	30	0	0,6
	Roca suave	Medio	1			
	Roca muy suave	Alto	2			
Uso de Suelo	Vegetación natural	Baja	0	20	0	0,6
	Pastos	Medio	1			
	Vegetación arbustiva		2			
	Urbano	Alto	3			
Precipitación	< 808 mm	Bajo	0	5	0	0,1
	809 - 1617 mm	Medio	1			
	> 1618 mm	Alto	2			
Humedad del suelo	Menor precipitación media	Bajo	0	5	0	0,1
	Igual – doble precipitación media	Medio	1			
	Mayor que el doble de precipitación media	Alto	2			
<b>TOTAL</b>				<b>100%</b>	<b>0,4</b>	<b>3,8</b>

Fuente: Elaboración propia, 2014

RANGO	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS
0,4 – 1,08	Muy baja
1,09 – 1,76	Baja
1,77 – 2,44	Media
2,45 – 3,12	Alta
3,13 – 3,8	Muy alta

Fuente: Elaboración propia, 2014

**ANEXO 4**  
**MAPA DE UBICACIÓN**

**ANEXO 5**  
**MAPA BASE**

**ANEXO 6**  
**MAPA ADMINISTRATIVO**

**ANEXO 7**  
**MAPA CLIMÁTICO DEL ECUADOR**

**ANEXO 8**  
**MAPA DE PENDIENTES**

**ANEXO 9**  
**MAPA GEOLÓGICO**

**ANEXO 10**  
**MAPA HIDROLÓGICO**

**ANEXO 11**  
**MAPA DE ELEMENTOS ESENCIALES**

**ANEXO 12**  
**MAPA DE LA RED DE AGUA POTABLE**

## ANEXO 13

### FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA DE CAPTACIÓN DE AGUA



Zona de captación de agua



Tanque de captación



Río Chingual



Canal de captación



Planta de pre-tratamiento de agua



Tanques desarenadores

**ANEXO 14**  
**FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA**



Desarenador



Filtros de arena y sílice



Aireador



Clarificador



Tanque de desinfección



Tanque de almacenamiento de agua

**ANEXO 15**  
**MAPA DE ALCANTARILLADO**

**ANEXO 16**  
**FOTOGRAFÍAS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS**  
**RESIDUALES**



Planta 1 – Susceptible a deslizamiento



Planta 2 – Tanques de tratamiento sin funcionamiento



Planta 3 – Tanque colector con agua estancada



Planta 4 – Abandonada en construcción



Planta 5 – Tanques abandonados



Planta 6 - Abandonada

**ANEXO 17**  
**MAPA VIAL**

## **ANEXO 18**

### **MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS**

## **ANEXO 19**

### **MAPA DE REDES VITALES EXPUESTAS A DESLIZAMIENTOS**

## ANEXO 20

### RESUMEN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES EN LAS REDES VITALES

<b>PLAN DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES</b>	
<b>PROGRAMA I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARROQUIA HUACA</b>	
PROYECTO I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE AGUA POTABLE	PROYECTO II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES DE AGUA POTABLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plan de mantenimiento.</li> <li>▪ Revisión e instalación de válvulas.</li> <li>▪ Planificación de nuevas líneas que complementen los sistemas actuales.</li> <li>▪ Sostenibilidad del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plan de monitoreo de la calidad de agua.</li> <li>▪ Diseño de un sistema de redundancia.</li> <li>▪ Diseño de líneas para zonas de expansión urbana.</li> <li>▪ Proyectos de forestación y reforestación en las zonas altas y áreas de captación.</li> <li>▪ Actualización de información del catastro de la red.</li> <li>▪ Incorporación de un sistema tarifario equitativo.</li> <li>▪ Legalización de las fuentes de agua.</li> </ul>
PROYECTO III: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED DE ALCANTARILLADO	PROYECTO IV: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plan de mantenimiento.</li> <li>▪ Capacitaciones en centros educativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diseño y construcción de alcantarillado pluvial.</li> <li>▪ Monitoreo del agua vertida a los cauces.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realización de estudios de factibilidad para la construcción de una planta integral de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>▪ Realización de obras civiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Control del vertido de aceites y combustibles a la red de alcantarillado.</li> <li>▪ Elaboración de protocolos de acción en situaciones de emergencia.</li> </ul>
<b>PROGRAMA II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES DE LA RED VIAL DE LA PARROQUIA HUACA</b>	
<b>PROYECTO I: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FÍSICAS DE LA RED VIAL</b>	<b>PROYECTO II: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDADES FUNCIONALES LA RED VIAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plan de mantenimiento.</li> <li>▪ Establecimiento de acuerdos entre instituciones.</li> <li>▪ Estabilización de taludes</li> <li>▪ Construcción y mantenimiento de cunetas de coronación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adecuación y/o construcción de nuevas vías de redundancia.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2014