



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE DE GUARACZAPAS ANTE DESLIZAMIENTOS,  
PARROQUIA DE ANGOCHAGUA, CANTÓN IBARRA”**

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

**AUTOR:**

Wilson Daniel Santacruz Quinchiguango

**DIRECTORA:**

Ing. Elizabeth Velarde. MSc.

**Ibarra, enero 2018**

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

**TEMA:** “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE GUARACZAPAS ANTE DESLIZAMIENTOS, PARROQUIA DE ANGOCHAGUA, CANTÓN IBARRA”

**AUTOR:** Wilson Daniel Santacruz Quinchiguango

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE GRADO:** Ing. Elizabeth Velarde, MSc

#### **COMITÉ LECTOR:**

Biol. Renato Oquendo, MSc

Ing. Tania Oña, MSc

Ing. Carlos Verdezoto, MSc

**AÑO:** Enero 2018

#### **LUGAR DE INVESTIGACIÓN:**

Parroquia de Angochagua, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

#### **BENEFICIARIOS:**

Técnicos responsables de la gestión del sistema de agua potable Guaraczapas y guardianes operadores.

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**APELLIDOS:** Santacruz Quinchiguango

**NOMBRES:** Wilson Daniel

**C. CIUDADANÍA:** 100371255-9

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 062-946-695

**TELÉFONO CELULAR:** 0990460883

**CORREO ELECTRÓNICO:** santawhite@hotmail.com

**DIRECCIÓN:** provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia San Juan de Ilumán, Carabela “Picuasi Pugro”.

**AÑO:** Enero 2018

## FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO


Guía: FICAYA-UTN  
Fecha: 29 de enero de 2018

**SANTACRUZ QUINCHIGUANGO, WILSON DANIEL**, “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE GUARACZAPAS ANTE DESLIZAMIENTOS, PARROQUIA DE ANGOCHAGUA, CANTÓN IBARRA”/TRABAJO DE GRADO. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Enero 2018. 107 p.

DIRECTORA: Velarde, Elizabeth.

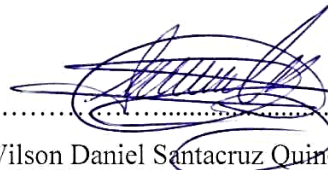
En la presente investigación se analizó la vulnerabilidad físico funcional del sistema de agua potable de Guaraczapas (captación, línea de conducción principal, planta de tratamiento) ante deslizamientos. Bajo este contexto, se propuso medidas y/o actividades que solucionen las debilidades físicas y funcionales detectadas en el sistema a fin de garantizar la continuidad del servicio en tiempo normal y ante la ocurrencia de eventos de deslizamientos.

Ibarra, 29 de enero de 2018



Delia Elizabeth Velarde Cruz

**DIRECTORA**



Wilson Daniel Santacruz Quinchiguango

**AUTOR**

## RESUMEN

Los elementos esenciales del cantón Ibarra en las áreas de conectividad, transporte, suministro de combustibles, abastecimiento de agua potable, entre otros; presentan vulnerabilidad alta en tiempo normal y de crisis. En el área de abastecimiento de agua potable, el área de captación Guaraczapas, la planta de tratamiento Guaraczapas, la línea de conducción Guaraczapas-Caranqui, y la planta de tratamiento y bombeo de Caranqui, se encuentran expuestos a amenazas naturales. Con la finalidad de, realizar el análisis de vulnerabilidad físico funcional del sistema de agua potable Guaraczapas ante deslizamientos en la parroquia de Angochagua, se aplicó la metodología establecida por la Secretaría Nacional de Gestión Riesgos (SNGR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) del año 2012, que consiste en la obtención de la información sobre las variables físicas (estado actual, antigüedad, mantenimiento, material de construcción, y estándares de diseño y construcción) y funcionales (cobertura de servicios, dependencia, redundancia y capacidad de intervención), que posteriormente fueron calificadas y ponderadas hasta la obtención del nivel de vulnerabilidad final de cada uno de los componentes. Se demostró que, el sistema de agua potable Guaraczapas conjuntamente con sus componentes, se encuentran dentro de un territorio susceptible a movimientos de masa (bajo, moderada, mediana y alta). Los componentes captación Guaraczapas, los tramos 1, 2 y 4 de la línea de conducción principal, y la planta de tratamiento Guaraczapas tienen vulnerabilidad física baja, cuyos valores finales son 20, 17,5, y 21, respectivamente; mientras que, el tramo 3 de la línea de conducción principal tiene vulnerabilidad física media con un valor final de 27,5. El sistema en general, presenta vulnerabilidad funcional moderada con un valor final de 7. Finalmente, se presentó el plan de contingencias con los programas de mantenimiento, y de comunicación y capacitación, cuyas actividades garantizan la solución a las debilidades físicas y funcionales del sistema identificadas durante el estudio.

**Palabras claves:** vulnerabilidad física, vulnerabilidad funcional, sistema de agua potable, deslizamientos, plan de contingencias.

## SUMMARY

The essential elements of the Ibarra canton in the areas of connectivity, transportation, fuel supply, drinking water supply, among others; they present high vulnerability in normal time and crisis. In the drinking water supply area, the Guaraczapas catchment area, the Guaraczapas treatment plant, the Guaraczapas-Caranqui driving line, and the Caranqui treatment and pumping plant are exposed to natural hazards. With the purpose to do the analysis of the physical and functional vulnerability of the Guaraczapas drinking water system to landslides in the parish of Angochagua, was applied the methodology established by the Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) of the year 2012, which consists of obtaining information on the physical variables (current status, age, maintenance, construction material, and design and construction standards) and functional (service coverage, dependence, redundancy and intervention capacity), which were subsequently rated and weighted until the level of final vulnerability of each of the components was obtained. It was shown that the Guaraczapas potable water system together with its components are within a territory susceptible to mass movements (low, moderate, medium and high). The Guaraczapas catchment components, sections 1, 2 and 4 of the main driving line and the Guaraczapas treatment plant have low physical vulnerability whose final values are 20, 17,5, and 21 respectively; while, section 3 of the main driving line has medium physical vulnerability with a final value of 27.5. The system in general presents moderate functional vulnerability with a final value of 7. Finally, the contingency plan was presented with the maintenance and communication and training programs, whose activities guarantee the solution to the physical and functional weaknesses of the system identified during the study.

**Key words:** physical vulnerability, functional vulnerability, drinking water system, landslides, contingency plan

## INTRODUCCIÓN

En el año 2013 la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el apoyo de la Oficina de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea, iniciaron el proyecto “Análisis de Vulnerabilidad a nivel municipal” orientado en la gestión de riesgos. El desarrollo del proyecto bajo responsabilidad de la Universidad Técnica del Norte fue ejecutado en tres cantones: Ibarra, Esmeraldas, San Pedro de Huaca. De esta manera, en el cantón Ibarra se identificaron 78 elementos esenciales, de los cuales 47 resultaron tener vulnerabilidad alta en relación al nivel de exposición e importancia ante sismos, deslizamientos, inundaciones y erupciones volcánicas, en diferentes áreas (Perfil territorial del cantón Ibarra, 2013). En el área de abastecimiento de agua potable se identificaron 4 elementos esenciales, el área de captación Guaraczapas, la planta de tratamiento de agua potable Guaraczapas, la línea de conducción Guaraczapas-Caranqui, y la planta de tratamiento y bombeo de Caranqui, los cuales están expuestos a amenazas naturales. La Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I) depende de estos componentes que forman parte del Sistema de Agua Potable Guaraczapas para brindar el servicio de abastecimiento a los sectores urbanos y rurales del cantón.

La metodología de la SNGR, se aplicó a un estudio realizado por el equipo técnico UTN (2013), y como continuidad se empleó a un tipo de estudio más específico. Puesto que, para para la EMAPA-I, el estudio integral de la vulnerabilidad del sistema de agua potable del cantón Ibarra frente a sismos, inundaciones y deslizamientos (EMAPA-I, 2016) es una primicia, se prioriza la investigación sobre vulnerabilidad físico funcional del sistema de agua potable Guaraczapas ante deslizamientos, que incluye tres componentes principales: el área de captación Guaraczapas, la planta de tratamiento Guaraczapas y la línea de conducción principal.

Además, el registro de deslizamientos que han afectado el sistema de agua potable

dentro del cantón, justifica la realización del presente estudio. Por consiguiente, la información generada permitió elaborar un plan de contingencia sustentada a la normativa nacional para la reducción de riesgos identificados que garanticen la continuidad del servicio para la población actual y futura de los sectores urbanos y rurales del cantón.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Materiales.** Los principales materiales utilizados en el presente estudio fueron los documentos con información primaria y secundaria referentes al área de estudio, y los equipos y software como el GPS Garmín, cámara fotográfica y el programa ArcGis 10.0.

**Análisis de vulnerabilidad física.** A través de las entrevistas estructuras y no estructuradas, dirigidas a los responsables de la gestión del sistema de agua potable Guaraczapas, se recopiló información sobre las variables de vulnerabilidad física (estado actual, antigüedad, mantenimiento, material de construcción, y estándares de diseño y construcción). La determinación del análisis de vulnerabilidad física se logró a través de la comparación de la información obtenida, en la tabla 1 de calificación de vulnerabilidad física para cada uno de los componentes, que contiene las variables, los indicadores, el ponderador y el valor de vulnerabilidad.

**Tabla 1.** Calificación de vulnerabilidad física

| Captación                  |                 |            |                         |
|----------------------------|-----------------|------------|-------------------------|
| Variable de vulnerabilidad | Indicadores     | Ponderador | Valor de vulnerabilidad |
| Estado actual              | Bueno           | 1          | 5                       |
|                            | Regular         |            | 5                       |
|                            | Malo            |            | 10                      |
| Antigüedad                 | 0 a 25 años     | 1.5        | 1                       |
|                            | 25 a 50 años    |            | 5                       |
|                            | mayor a 50 años |            | 10                      |
| Mantenimiento              | Planificado     | 2          | 1                       |
|                            | Esporádico      |            | 5                       |
|                            | Ninguna         |            | 10                      |
| Material de construcción   | PVC             | 2.5        | 1                       |
|                            | Hormigón armado |            | 1                       |
|                            | Asbesto cemento |            | 5                       |

|                                     |   |   |    |
|-------------------------------------|---|---|----|
|                                     | Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo |   | 10 |
|                                     | Antes del Ex IEOS                               |   | 1  |
| Estándares de diseño y construcción | Entre el Ex IEOS y la norma local               | 3 | 5  |
|                                     | Luego de la norma local                         |   | 10 |

Fuente: SNGR y PNUD (2012)

Finalmente, la determinación del nivel de vulnerabilidad física, se obtuvo mediante la comparación del valor final de vulnerabilidad en la tabla 2 de rangos y niveles de vulnerabilidad.

**Tabla 2.** Rangos y niveles de vulnerabilidad física

| Rangos    | Nivel de vulnerabilidad |
|-----------|-------------------------|
| 0 a 25    | Baja                    |
| 26 a 75   | Media                   |
| más de 76 | Alta                    |

Fuente: SNGR y PNUD (2012)

**Análisis de vulnerabilidad funcional.** A través de las entrevistas estructuradas y no estructuradas, dirigidas a los responsables de la gestión del sistema de agua potable Guaraczapas, se recopiló información sobre las variables de vulnerabilidad funcional (cobertura de servicios, dependencia, redundancia y capacidad de intervención). La determinación del análisis de vulnerabilidad funcional se logró a través de la comparación de la información obtenida, en la tabla 3 de calificación de vulnerabilidad funcional, que contiene las variables, los indicadores, la vulnerabilidad funcional con su respectivo valor.

**Tabla 3.** Calificación de vulnerabilidad funcional

| Variables de vulnerabilidad | Indicadores     | Vulnerabilidad funcional | Valor de vulnerabilidad |
|-----------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|
|                             | > 80%           | Baja                     | 1                       |
| Cobertura de servicios      | 50 al 80%       | Moderada                 | 2                       |
|                             | < 50%           | Alta                     | 3                       |
|                             | Sin servicio    | NA                       | 4                       |
| Dependencia                 | Sin dependencia | Baja                     | 1                       |
|                             | Con dependencia | Alta                     | 2                       |
| Redundancia                 | Más de una      | Baja                     | 1                       |

|                           |                                      |          |   |
|---------------------------|--------------------------------------|----------|---|
|                           | Una                                  | Moderada | 2 |
|                           | Ninguna                              | Alta     | 3 |
|                           | Personal calificado y equipamiento   | Baja     | 1 |
| Capacidad de intervención | Personal calificado sin equipamiento | Moderada | 2 |
|                           | Sin personal ni equipamiento         | Alta     | 3 |

Fuente: SNGR y PNUD (2012)

Finalmente, la determinación del nivel de vulnerabilidad funcional, se obtuvo mediante la comparación del valor final de vulnerabilidad en la tabla 4 de rangos y niveles de vulnerabilidad.

**Tabla 4.** Rangos y niveles de vulnerabilidad funcional

| Rangos   | Nivel de vulnerabilidad |
|----------|-------------------------|
| 4 al 6   | Baja                    |
| 7 al 9   | Moderada                |
| 10 al 12 | Alta                    |

Fuente: SNGR y PNUD (2012)

### Propuesta de un plan de contingencias.

Se logró realizar a través de los valores más bajos o las debilidades detectadas durante el análisis de vulnerabilidad físico funcional. Éste plan contiene los dos programas, el de mantenimiento, y el de comunicación y capacitación. A su vez, cada programa contiene objetivos, responsables de la ejecución, actividades propuestas, indicador, medio de verificación, y presupuesto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La captación registra un valor final de 20, que en comparación en la tabla de rangos y niveles de vulnerabilidad física tiene vulnerabilidad baja. El único problema que se detecta es en la variable antigüedad debido a que las obras de captación fueron construidas en el año de 1969. La captación en general se encuentra en buen estado por el mantenimiento planificado que se realiza, por el tipo de material de construcción que es hormigón armado caracterizado por ser fuerte y resistente; a pesar de que fueron construidas antes de la normativa promulgada por el EX IEOS para la construcción de sistemas de agua

potable y alcantarillado, éstas cumplen con los estándares adecuados que garantizan su normal funcionamiento (Tabla5).

Los tramos 1, 2 y 4 de la línea de conducción principal registran valores finales de 17,5; que en comparación en la tabla de rangos y niveles de vulnerabilidad física tienen vulnerabilidad baja. Los valores de las variables mantenimiento y material de construcción no se aplican. El primero debido a la característica física (diámetro 400 mm), a la constante circulación del agua potable y porque se encuentran bajo el suelo, y segundo porque el material de construcción es hierro dúctil y en la tabla de calificación de vulnerabilidad no aplica (Tabla 5).

Mientras que el tramo 3 registra un valor final de 27,5 que se encuentra en el rango de 26 a 75 definiendo el nivel de vulnerabilidad media. Los valores mantenimiento no se aplica debido a la característica física (diámetros de 63, 90, 110, 160, 250, 315 y 200 mm), a la constante circulación del agua potable y porque se encuentran bajo el suelo. La diferencia de los resultados es debido a que en este tramo el material de construcción es PVC (Tabla5).

La planta de tratamiento Guaraczapas registra un valor final de 21, que en comparación en la tabla de vulnerabilidad física tiene vulnerabilidad baja. El estado de la planta es, buena por el mantenimiento planificado que se lleva a cabo, por el tipo de material de construcción que es hormigón armado caracterizado por ser fuerte y resistente; y construidas entre la normativa EX IEOS y la norma local. La planta tiene una edad aproximada de 18 años (Tabla 5).

**Tabla 5.** Calificación de vulnerabilidad física

| Variables                              | Captación   | Tramo 1, 2 y 4 | Tramo 3      | Planta de tratamiento |
|--|-------------|----------------|--------------|-----------------------|
| Estado actual                          | 5           | 1              | 1            | 1                     |
| Antigüedad                             | 7.5         | 1,5            | 1,5          | 2                     |
| Mantenimiento                          | 2           | 0              | 0            | -                     |
| Material de construcción               | 2.5         | 0              | 10           | 3                     |
| Estándares de diseño y de construcción | 3           | 15             | 15           | 15                    |
| <b>Total</b>                           | <b>20</b>   | <b>17,5</b>    | <b>27,5</b>  | <b>21</b>             |
| <b>Nivel de vulnerabilidad</b>         | <b>Baja</b> | <b>Baja</b>    | <b>Media</b> | <b>Baja</b>           |

El sistema de agua potable Guaraczapas registra un valor final de 7, que en comparación en la tabla de rangos y niveles de vulnerabilidad funcional tiene vulnerabilidad moderada (Tabla 6).

**Tabla 6.** Calificación de vulnerabilidad funcional

| Variables                      | Indicadores                        | Valor de vulnerabilidad |
|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Cobertura de servicios         | > 80%                              | 1                       |
| Dependencia                    | Con dependencia                    | 2                       |
| Redundancia                    | Ninguna                            | 3                       |
| Capacidad de intervención      | Personal calificado y equipamiento | 1                       |
| <b>Vulnerabilidad moderada</b> | <b>Total</b>                       | <b>7</b>                |

La cobertura de servicio de agua potable que presta la EMAPA-I a través del sistema Guaraczapas a las parroquias de Ibarra, San Antonio y La Esperanza es del 33,38%; siendo cubierto la diferencia por otros sistemas. Pese a ello, la cobertura del SAPG a las parroquias es del 100%.

El área de captación no presentó dependencia a elementos externos debido a que la captación y recolección se da por la fuerza de la gravedad, ni de equipos indispensables ya que la estructura física no necesita manipulación para su operación. La capacidad de control es suficiente mediante un guardián operador quién a su vez se encarga de la revisión de las vertientes, operación y mantenimiento de las obras de captación y tanques recolectores. Las vías de acceso son buenas facilitando la rápida respuesta ante cualquier eventualidad.

La planta de tratamiento Guaraczapas presentó dependencias de elementos externos como cloro gas, cloro granulado y energía eléctrica, indispensables para el proceso de tratamiento. La sustitución del cloro gas es mediante el transporte desde la bodega de EMAPA-I hasta la planta de tratamiento. Durante este intervalo de tiempo o algún corte de energía eléctrica se procede al proceso manual. El reducido espacio existente en el cuarto de cloración automática y en la casa del guardián operador no permite almacenar el cloro gas.

Los equipos indispensables para el normal funcionamiento como válvulas, dosificador, manguera, cilindro, no presentan remplazos inmediatos; solamente la bomba de succión es sometida a mantenimiento,



para el resto de equipos es necesario comunicar al jefe inmediato en caso de alguna irregularidad. A pesar de ello, los guardianes operadores permanecen en constante comunicación a través de la radio y línea convencional, y realizan revisiones controladas.

**En conclusión.** El sistema de agua potable de Guaraczapas y sus cuatro componentes (captación, planta de tratamiento Guaraczapas, línea de conducción y distribución) se encuentran dentro de un territorio con diferentes niveles de susceptible a movimientos de masa (baja, moderada, mediana, alta). El área de captación de Guaraczapas tiene vulnerabilidad baja (valor final 20), los tramos 1, 2 y 4 de la línea de conducción principal tienen vulnerabilidad baja (valor final 17,5); mientras que, el tramo 3 tiene vulnerabilidad media (valor final 27,5), la planta de tratamiento de Guaraczapas tiene vulnerabilidad baja (valor final 21). El sistema de agua potable de Guaraczapas tiene vulnerabilidad funcional moderada (valor final 7). Finalmente, la propuesta del plan de contingencia con los programas de mantenimiento, y de comunicación y capacitación, garantizan la solución a las debilidades físicas y funcionales del sistema identificadas durante el estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, D. (2014). *Determinación de la Vulnerabilidad Físico Estructural de edificaciones ante cuatro tipos de Amenazas: Sísmica, Volcánica, Inundaciones y Deslizamientos en la ciudad de Ibarra* (tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Cano, W. (2006). *Análisis de Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable de Santa Catarina Pinula*, Guatemala (trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- D'Ercole y Trujillo. (2003). *Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgo en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo*. Quito, Ecuador.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2008-2010). Guía Técnica para la Reducción de la Vulnerabilidad en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Nicaragua.
- Ministerio de Desarrollo urbano y Vivienda. (2003). *Guías Técnicas para la Reducción de la Vulnerabilidad en los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. Ecuador.
- Narváez, J. (2002). *Diagnóstico de la Vulnerabilidad Física y Funcional del Sistema de Acueducto y Alcantarillado de Santa Rosa de Cabal*, Risaralda. Empresa de Obras Sanitarias de Santa Rosa de Cabal, Risaralda.
- Narváez, L. Lavell, A. y Pérez, G. (2009). *Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina. La Gestión del Riesgo de Desastre: un enfoque basado en procesos*. Perú.
- Organización Panamericana de la Salud. (1998). *Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*.
- Organización Panamericana de la Salud. (2002). *Mitigación de Desastres en Sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. Lima, Perú.
- Román, M. (2006). *Plan de Prevención para Emergencias por Desastres Naturales en la provincia de Pichincha, su Organización y Aplicación en la educación Básica en la próxima década*. Instituto de Altos estudios Nacionales, Quito.
- Ruiz, M. (2016). *Plan de Gestión de Riesgos de Elementos Esenciales de Importancia Alta ante Deslizamientos en el Área de Influencia de la Quebrada Rumipamba, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura* (tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Comisión Europea, Global Risk Identification Programme, y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Propuesta Metodológica para el*

Análisis de Vulnerabilidades en  
Función de Amenazas a Nivel  
Municipal. Ecuador.

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos,  
y Programa de las Naciones  
Unidas para el Desarrollo (2012).  
Guía de Implementación Análisis  
de Vulnerabilidades a Nivel  
Municipal. Ecuador.

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos,  
y Programa de las Naciones  
Unidas para el Desarrollo. Escuela  
Superior Politécnica de  
Chimborazo. (2016). Análisis de  
Vulnerabilidad del cantón  
Latacunga. Ecuador.

Vásquez, L. (2014). *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 de grado).*  
Universidad Técnica del Norte,  
Ibarra.

Yépez, R. (2015). *Análisis de  
Vulnerabilidad de los Elementos  
Esenciales frente a las Amenazas  
de Deslizamiento y Vulcanismo en  
el área de influencia de la  
Quebrada Rumipamba, parroquia  
La Esperanza, provincia de  
Imbabura (tesis de grado).*  
Universidad Técnica del Norte,  
Ibarra.