

# ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE EVENTOS SÍSMICOS EN LAS EDIFICACIONES DE LA PARROQUIA SANTA FE, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR, ECUADOR

Karina Elizabeth Amangadi Caspi, Eliza Maribel Yasuma Lazo y Grey Barragán Aroca\*

Escuela de Gestión de Riesgo, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

\*Autor de correspondencia: Email greybarragan@gmail.com

Recibido 14 de julio de 2018, aceptado después de revisión al 24 de octubre de 2018

## RESUMEN

Debido a que la parroquia Santa Fe, está ubicada en una zona de alta sismicidad del país, y que las edificaciones, son antiguas y fueron construidas sin ninguna norma técnica de construcción, hemos visto la necesidad de realizar un estudio de análisis de riesgo dentro de esta parroquia, la misma que está constituida por la cabecera parroquial y nueve comunidades que son: Pianda, Verdepamba, Chagcha, Shunguna, Las Palmas, San Vicente de las Tres Cruces, Curgua y San Rafael del Tusso. Estas comunidades son los objetos de estudio dentro de este proyecto de investigación; el cual tiene por objetivo analizar el riesgo ante eventos sísmicos en las edificaciones de la parroquia, este análisis permitió determinar los escenarios en donde se deben priorizar medidas de intervención. Para la realización del diagnóstico de los elementos estructurales, no estructurales y funcionales en las edificaciones de la parroquia se realizó trabajos de campo en donde se aplicó una encuesta por cada propietario de la vivienda dando un total de 625 encuestas realizadas en la Parroquia Santa Fe, también se determinó el nivel de vulnerabilidad físico estructural de cada una de las edificaciones que constituye la parroquia, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el mismo que consta de 10 variables con sus respectivos indicadores. Esta evaluación tiene una gran importancia ya que permite conocer que tan vulnerable son las edificaciones en caso de que se presente el evento sísmico. Mediante esta investigación se determinó que tanto la infraestructura como la población de la Parroquia son vulnerables ante el evento sísmico por lo cual se formularon medidas enfocados a la reducción de riesgos con el fin de reducir o mitigar pérdidas de vidas humanas y materiales.

**Palabras claves:** Análisis de riesgos sísmicos, vulnerabilidad físico estructural, preparación

## ABSTRACT

Due to the fact that the Santa Fe parish is located in an area of high seismicity in the country, and the buildings are old and have been constructed without any technical construction norms, we performed a risk analysis study within this parish, the same that is constituted by the parish head and nine communities that are: Pianda, Verdepamba, Chagcha, Shunguna, Las Palmas, San Vicente de las Tres Cruces, Curgua and San Rafael del Tusso. These communities are the objects of study within this research project, which aims to analyze the risk of seismic events in the buildings of the parish. This analysis allowed to determine the scenarios where intervention measures should be prioritized. In order to conduct the diagnosis of the structural, non-structural and functional elements in the buildings of the parish, field work has been performed where a survey has been applied for each owner of the house, giving a total of 625 surveys carried out in the Santa Fe Parish. The level of structural physical vulnerability of each of the buildings that constitute the parish has also been determined, for which the proposed methodology by the United Nations Development Program (UNDP) has been used, which consists of 10 variables with their respective indicators. This evaluation has a great importance because it allows to know how vulnerable the buildings are in case of the seismic event. Through this study we determined that both the infrastructure and the population of the Parish are vulnerable to the seismic event, which is why measures were formulated focused on reducing risks in order to reduce or mitigate losses of human and material lives.

**Keywords:** Analysis of seismic risks, structural physical vulnerability, preparation

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador se encuentra en una zona de mayor peligrosidad sísmica del mundo debido a que se ubica en Denominado Cinturón del Fuego del Pacífico en donde existe el enfrentamiento entre la Placa de Nazca con las Placas Sudamericanas y Caribe provocando el fenómeno de subducción, ocasionando sismos de altas magnitudes. Los sismos son movimientos vibratorios en el interior de la tierra que suben a la superficie en forma de ondas sísmicas provocando daños en las infraestructuras, bienes, servicios, recursos y por ende ocasionan pérdidas tanto humanas como económicas; las causas para que las construcciones, pueden sufrir daños o deterioros que afectan su estética, su funcionalidad, o lo más grave, su seguridad estructural, lo cual puede poner en riesgo nuestras pertenencias o nuestra vida y la de nuestra familia (Toulkeridis, 2011; 2013).

El daño en estructuras puede ser causado por fenómenos naturales, o también por la acción humana al darle un uso inadecuado, poner peso excesivo para el cual no estaban diseñadas, por falta de mantenimiento o por construir de manera incorrecta y sin asesoramiento técnico. Entre los fenómenos naturales que pueden afectar a una construcción podemos considerar a los fenómenos geológicos (sismos, volcanes, deslizamientos de tierras y hundimientos) y a los fenómenos hidrometeorológicos (huracanes, lluvias torrenciales, desborde de ríos, e inundaciones (Centro Nacional de Prevención de Desastres , 2017; Toulkeridis, 2015a; 2015b).

Pero en relación al tema nos enfocaremos en lo referente al sismo; uno de los más fuertes ocurridos es el reciente sismo del 16 de abril del 2016 con magnitud de 7.8 grados en la escala de Richter con epicentro en las Parroquias Pedernales y Cojímies del Cantón Pedernales , la misma que afecto a la provincia Bolívar y por ende a la Parroquia Santa Fe, donde las viviendas fueron afectadas, por esta razón es muy importante realizar investigaciones referente a riesgos sísmicos en las edificaciones.

La presente investigación se realiza con el objetivo de analizar el riesgo en las edificaciones frente al evento sísmico, esto permitirá a las autoridades tomar medidas de precaución y seguridad sobre la amenaza. La parroquia Santa Fe cuenta con muchas edificaciones construidas en épocas antiguas, donde no se conocía la existencia de las Norma Ecuatorianas de la Construcción; es evidente que se pueden reducir en gran parte si se toman medidas de intervención para reducir la vulnerabilidad, esta se enmarca en una serie de medidas de mitigación tales como mejoramiento de las estructuras de las edificaciones utilizando las normas NEC en las que hacen énfasis a la construcción sismos resistentes, con una construcción segura; se puede reducir el número de pérdidas de vidas humanas realizando actividades de preparación y respuesta frente al evento.

El mundo es un escenario de riesgos por el cual ha surgido la necesidad de trabajar para minimizarlos con el fin de salvaguardar vidas humanas y minimizar las posibles pérdidas en todos los ámbitos de la sociedad. Ecuador está expuesto a varias amenazas como (erupciones volcánicas, sismos, movimientos en masa, entre otros) estos pueden ocasionar el colapso de infraestructuras, servicios públicos, vías de comunicación y pérdida de vidas humanas, etc.

La Provincia Bolívar está situada en la parte centro oeste del Ecuador ubicándose así en una zona sísmica de 4° que representa alta peligrosidad según el Instituto Geofísico Militar esto se debe a que está rodeada de un sistemas de fallas activas tanto regionales (falla de Pallatanga), como locales (falla del río Chimbo y falla del río Salinas), esto hace que la parroquia Santa Fe sea más susceptible a la ocurrencia de un sismo.

La parroquia Santa Fe presenta diversos problemas que requieren atención, nosotras como autoras de la investigación nos enfocaremos en realizar un análisis de riesgos en las diferentes edificaciones: estructural, no estructural y funcional de la parroquia, esto surgió mediante las

observaciones directas en las que se puede ver a simple vista que han sido construidas de manera irregular, esto quiere decir que no se ha tomado en cuenta ningún tipo de código ni norma de construcción, esto se debe al desconocimiento y la carencia de la divulgación de dichas normas ya sean antiguas o actuales.

El 19 de Agosto del 2014, el Sr. Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda, Econ. Diego Esteban Aulestia Valencia, suscribió un acuerdo en el cual oficializo los primeros capítulos complementados para las normas NEC (Normas Ecuatorianas de la Construcción) con el fin de brindar a sus habitantes: Seguridad estructural en las edificaciones; Habitabilidad y salud; Distribución de servicios básicos; estas normas constan de subcapítulos en los que indican los lineamientos que se deben seguir para una construcción segura de acuerdo al tipo de edificación que se vaya a realizar (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, s.f.)

Los factores citados anteriormente la construcción irregular de edificaciones que en su mayoría están compuesta de adobe, tapial y teja, el deterioro de ciertas viviendas debido a eventos sísmicos pasados, la carencia de estudios, la falta de preparación de la población contribuyen a que la población tenga grandes y cuantiosas pérdidas en caso de un sismo.

Esto se fundamentó con la ocurrencia del último sismo del pasado 16 de abril del 2016, en el cual se evidencio que las personas no están preparadas para enfrentar eventos de gran magnitud, poniendo así en riesgo su propia vida al igual que la de sus seres queridos incluyendo sus bienes tanto económicos como estructurales, esto también se evidencio en la parroquia Santa Fe tanto en sus infraestructuras como en su población, el hecho de haber asentado sus viviendas sin tomar en cuenta ninguna norma NEC (Normas Ecuatorianas de la Construcción), hace que presente daños visibles en sus paredes y techos, de igual manera la carencia de conocimientos acerca del problema nos hace pensar que no están preparados ni en posibilidad de soportar un evento sísmico de medio o gran magnitud por tal razón se plante realizar el presente trabajo para así contribuir al desarrollo sostenible de la Parroquia.

Así, nuestra investigación se centrará en analizar los riesgos ante eventos sísmico en las edificaciones de la Parroquia Santa Fe del Cantón Guaranda, Provincia Bolívar periodo de Mayo – Agosto del 2017. Igual se realizará un diagnóstico de las edificaciones estructurales, no estructurales y funcionales de la Parroquia Santa Fe, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Se evaluará la vulnerabilidad físico-estructural de las edificaciones de la Parroquia Santa Fe, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. También se plantearán medidas de prevención de riesgos ante eventos sísmicos en la Parroquia Santa Fe, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar.

## **ANTECEDENTES GEODINÁMICOS**

El Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que en los últimos años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras, con la muerte de más de miles de personas, escenarios sísmicos probables evaluados muestran la necesidad urgente por emprender programas para la mitigación del riesgo sísmico. La mayoría del territorio Ecuatoriano se encuentra ubicado en una zona de alto riesgo sísmico, la vulnerabilidad o susceptibilidad al daño de muchas edificaciones que tienen un alto grado de exposición por estar en su mayoría situadas en lugares con alta peligrosidad sísmica, de aquellas construidas antes de la promulgación de los códigos de la construcción o de aquellas que no han sido diseñadas apropiadamente y que a lo largo de su vida han sido reformadas, ampliadas o que han sufrido un cambio en el tipo de uso. La parroquia Santa Fe, está ubicada en la zona de alta sismicidad del país; según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, la actividad sísmica de la región se debe principalmente al fenómeno de

subducción (placas de nazca y continental), otro factor constituye la influencia de la falla regional de Pallatanga, así como la presencia de fallas locales. La parroquia de Santa Fe según el mapa elaborado por SENPLADES, en base al Código Ecuatoriano de la Construcción 2002; se ubica en la Zona IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, que abarca un 100% del territorio, donde pueden presentarse aceleraciones en roca de 0.4 grados. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2015)

El objetivo fundamental es analizar los riesgos ante eventos sísmicos en las edificaciones de la parroquia Santa Fe, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Los resultados del presente trabajo servirán para determinar los escenarios en las que deben priorizar medidas de intervención de tal manera que permita minimizar la pérdida de vida, daño a la propiedad, el trastorno social y económico debido a los sismos; incidiendo principalmente dos tipos de medidas: por una parte el diseño sísmo resistente de las edificaciones para que resistan el movimiento esperado; y por otra parte servirá como base para la elaboración de planes de reducción de desastres. Estas medidas de prevención y contingencia son, hoy por hoy, las más eficaces para reducir o mitigar el desastre ante la ocurrencia de fenómenos sísmicos, dado que éstos no se pueden evitar ni predecir. De estudios realizados anteriormente tenemos la: Microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda, en la que mencionan algunos trabajos investigativos relacionados con la Geología, Metodologías para el área Sísmica y Estudios de Amenazas Sísmicas de la Ciudad de Guaranda, que fueron documentos básicos para realizar el estudio de Microzonificación Sísmica. Con la información ya existente y con una previa investigación y estudio realizado por Portuguez & Mena (2012), en el que hablan sobre sísmo tectónica regional y la tectónica local Guaranda:

## **SISMO TECTÓNICA REGIONAL.**

Portuguez & Mena, (2012) en su trabajo de microzonificación sísmica mencionan que: El Ecuador por encontrarse en el borde oeste de la costa del Continente Americano, sufre fenómenos tectónicos muy fuertes y activos, producto de la colisión de la placa oceánica de Nazca y la placa continental sudamericana. Este proceso genera fenómenos de geodinámica interna como vulcanismo, fallas regionales profundas y fallas locales más someras, terremotos y sismos.

En el trabajo del Estudios de Amenaza Sísmica del Cantón Guaranda por parte del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, se redacta ampliamente el Marco sísmo tectónico del Ecuador, enfocado regionalmente a la ubicación del Cantón Guaranda (Figura 2). En este estudio se describe el Marco Tectónico regional del Ecuador, la zona de subducción, El dominio del bloque Norandino, La Sísmo Tectónica de la Región, Las principales estructuras neotectónicas de influencia al sitio, y finalmente los Sistemas de fallas regionales principales.

Observando el mapa de sismicidad realizado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, se puede deducir fácilmente que la mayoría de sismos de magnitud variable se encuentra la denominado zona de subducción, donde se produce la mayor fricción entre la placa oceánica de Nazca y Sudamericana. El otro sector donde se concentran los epicentros de los sismos es en el Bloque Norandino, paralela a la cordillera de los Andes Ecuatorianos en la imagen se observa que la proyección de hipocentros figura 2, se ha efectuado en una banda de 1° de ancho, centrado en los -1.6° correspondiente a la latitud de la ciudad de Guaranda.

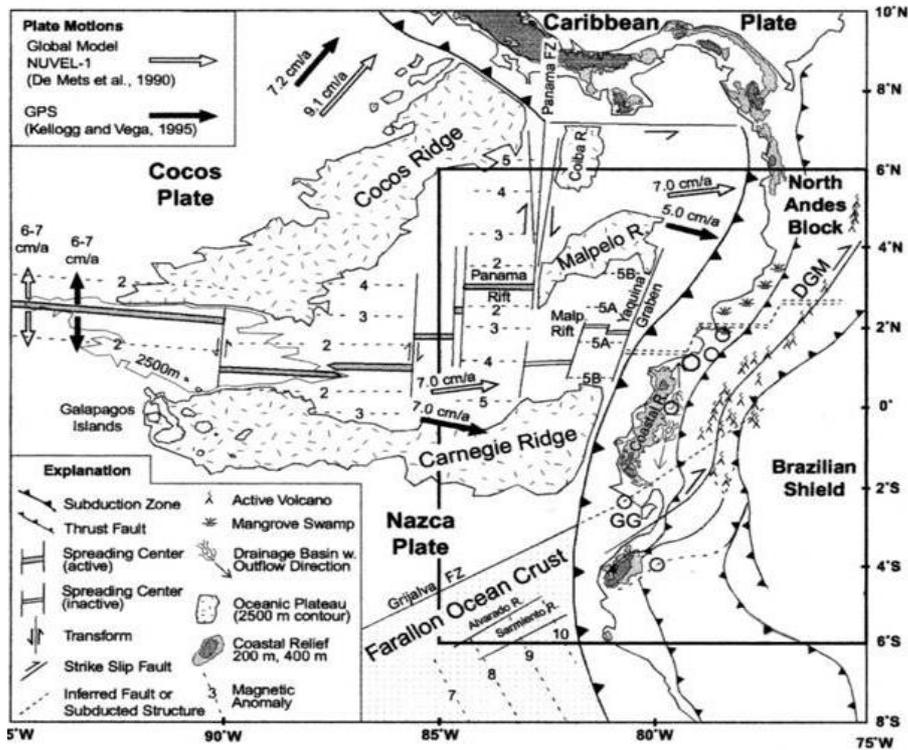


Figura 1: Esquema de la Tectónica Regional. Imagen extraída de Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana del Cantón Guaranda (Portuguez & Mena, 2012).

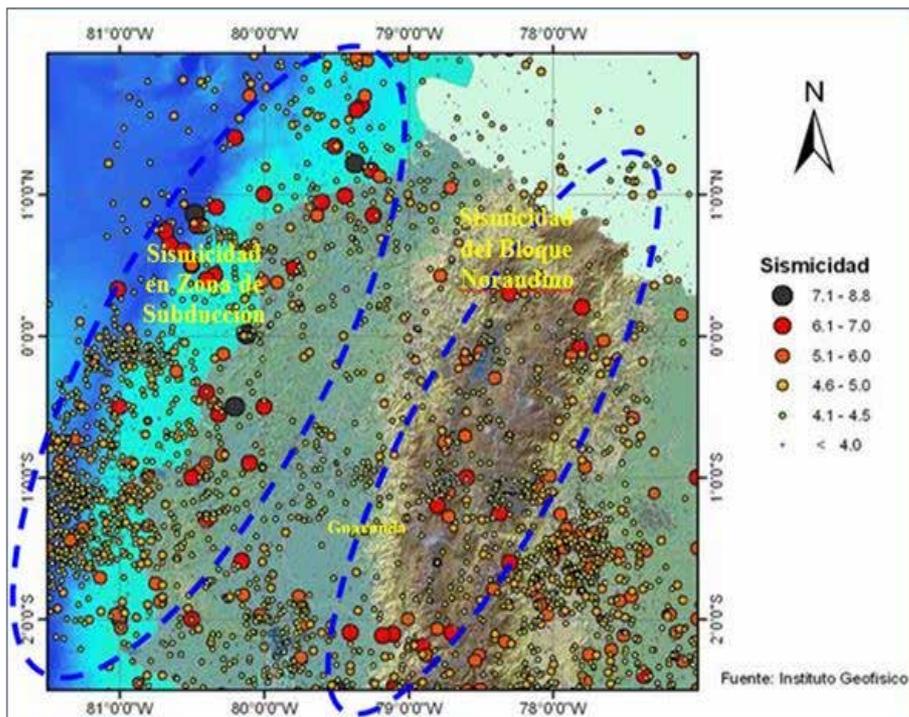


Figura 2: Sismicidad del Ecuador enfocada hacia Guaranda. Imagen extraída de Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana del Cantón Guaranda. (Portuguez & Mena, 2012)

## TECTÓNICA LOCAL DE GUARANDA.

En el levantamiento Geológico de la Depresión de Guaranda, trabajo de tesis, realizado por Luis Escorza se menciona que la ciudad de Guaranda, se encuentra asentada en la denominada zona de “Depresión de Guaranda”, la misma que está limitada por tres fallas geológicas desde la más antigua tenemos: la primera es la Falla de Río Salinas (RS), que es una extensión de la Falla de Río Chimbo, que tiene un rumbo norte sur, y esta falla a su vez puede ser considerada un ramal de la Falla Regional Puná – Pallatanga – Riobamba; la segunda es la Falla Río Guaranda (RG) o Falla Illangama-Guaranda que se localiza paralela a la Cordillera de Chimbo y paralelo al flanco oeste de la Cordillera Occidental; la tercera Falla la de Negroyacu (NG), ver esquema tectónica de la Depresión de Guaranda (Figura 3).

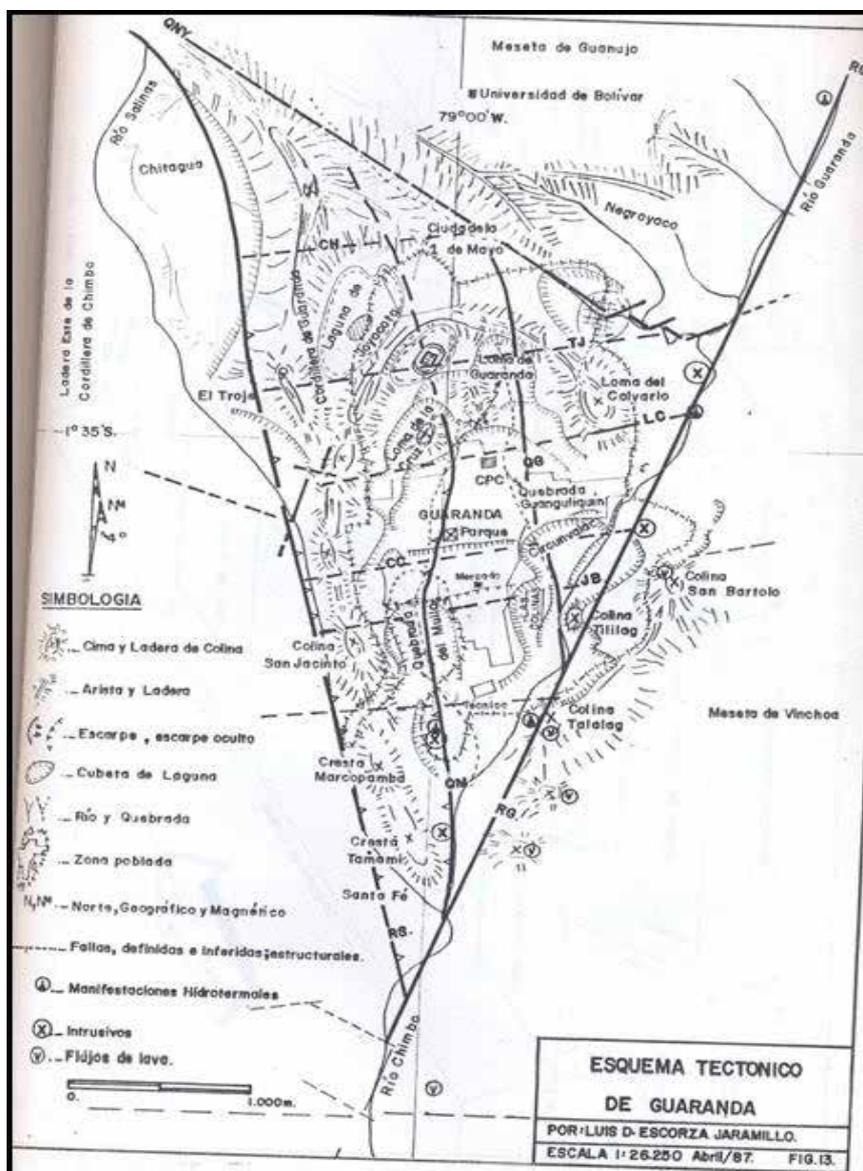


Figura 3: Esquema Tectónico de la Depresión de Guaranda. Imagen extraída de Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana del Cantón Guaranda. (Portuguez & Mena, 2012)

Debido al proceso de subducción de Nazca y Sudamericana; Escorza, plantea que “todo el valle del Río Chimbo sea una posible sutura de la subducción o una depresión del Oligoceno Superior, producto de una tectónica compresiva; pero la Depresión de Guaranda específicamente es producto de un evento tectónico del Neógeno, es decir de las últimas fases del levantamiento de los Andes” Sostiene que la “Depresión de Guaranda es un bloque tectónico acuñado, los esfuerzos horizontales vinieron desde el este, al levantarse el Macizo de Coshuna; la falla del Río Guaranda se generó en este evento tectónico. Al acumularse esfuerzos compresionales el bloque acuñado fue tectonizado; formándose bloques, unos se levantaron y otros se hundieron, este fenómeno le dio el carácter de depresión y la presencia de colinas en Guaranda”. Las Fallas de los ríos Chimbo, Guaranda o Illangama-Guaranda, Salinas y la Falla de Negroyacu, pueden ser mapeadas fácilmente en un mapa geológico, ya que son estructuras locales que deben ser producto o ramales de fallas regionales. Estas fallas locales son muy importantes al momento de hacer la microzonificación sísmica y necesitan ser mapeadas ya que serían un canal de liberación de energía durante un sismo (Portuguez & Mena, 2012).

## **DESTRUCCIÓN CAUSADA POR TERREMOTOS EN ECUADOR.**

En el Ecuador se han registrado cientos de sismos de baja intensidad que no han causado daños de importancia; También se han registrado 40 terremotos de intensidad igual o mayor VIII los mismas que han ocasionado grandes daños tanto en la población como en las infraestructuras y en el peor de los casos han ocasionado la destrucción total del sitio en el que se ha detectado dicho terremoto, estos terremotos han sido registrados en la escala de Medvedev Sponheuer Karnik (MSK), desde 1541, el año en el que se presentó el primer catástrofe debido a un terremoto (Quiroz, 2016).

### **ALGUNOS TERREMOTOS QUE DESTRUYERON CIUDADES EN EL ECUADOR:**

- ***El 31 de Agosto de 1587:*** En San Antonio de Pichincha y pueblos vecinos con gran destrucción dejando 160 muertos y muchos heridos, provocando también grandes y profundas grietas por las que brotó agua negra con muy mal olor exponiendo aún más a las personas sobrevivientes; Desbordamientos e inundaciones en el lago San Pablo. Las crónicas dicen que el sismo duró como media hora, esto producto de réplicas inmediatas que iban disminuyendo al pasar los días.
- ***El 29 de Agosto de 1674:*** registrado en la hoya Chimbo el cual provocó la destrucción del Cantón Chimbo y 8 pueblos circundantes. La mayor destrucción ocurrió en el centro del Cantón dejó pocos sobrevivientes. A pesar de la magnitud, la zona macrosísmica fue bastante restringida, debido a grandes deslizamientos en montes y laderas, abriendo grandes grietas en el terreno y represando el río.
- ***El 04 de Febrero de 1797:*** Este fue uno de los terremotos más destructivos, de mayor magnitud en la historia Ecuatoriana que terminó destruyendo toda la villa de Riobamba. Destruyó totalmente el antiguo Riobamba, razón por la cual se trasladó de sitio y se asentó donde actualmente se encuentra. Causó graves daños en ciudades, pueblos y caseríos que actualmente son las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y parte de Bolívar y Pichincha, las ondas sísmicas (sacudones) duraron aproximadamente 4 minutos provocando grandes caídas de suelo y montes, por esta razón quedaron totalmente sepultados 3 barrios pertenecientes a Riobamba. Además se abrieron grietas anchas y profundas de impresionante longitud. Un ejemplo es el valle de Patate, se dice que las grietas fueron tan grandes que se perdieron muchas haciendas. El paisaje cambió totalmente debido al terremoto puesto que se

destruyeron montes, hubo levantamientos y hundimientos del terreno y los ríos cambiaron su curso. Se estima que este evento dejó de entre 12.833 a 31.000 muertos y que la cifra iba aumentando según se iba realizando los rescates y otros murieron debido a diferentes causas. Como es obvio, el impacto y pérdidas tanto social (personas), económico, infraestructura fue incalculable. Provocó movimientos de masa en taludes y carreteras. Personas cercanas aseguraban que el volcán Sangay, un mes antes del temblor “desapareció el eterno y candente penacho”. Y en Quito el día 24 fue sorprendido por una lluvia de ceniza sin que se haya podido determinar su procedencia

- **El 23 de Septiembre de 1911:** Un violento sismo causó caos en varios cantones de la Provincia de Chimborazo, el cual provocó la afectación del 90% de edificios y casas ya sea de mayor o menor cuantía.
- **El 06 de Marzo de 1987:** Se presentó en la provincia de Napo un gran terremoto con efectos severos que provocó daños en ciudades, poblaciones y provincias cercanas. Destrucción de varios tramos de oleoductos Trans-Ecuatoriano, que obligó a la suspensión del bombeo del petróleo por varios meses, con serios efectos en la economía nacional. (Taringa, 2011)
- **16 de Abril del 2016:** A las 18h58 del 16 de Abril del 2016 tuvo lugar un terremoto de intensidad de 7,8°, con epicentro en Cojímies y Pedernales, el mismo que provocó la destrucción de infraestructura estructural, no estructural y funcional además de cientos de vidas humanas dejando a un Pedernales destrozado, se estima que este desastre superó 2.200 millones en dólares (Toulkeridis et al., 2016a; 2016b; 2017a; 2017b; 2017c; 2017d; 2018).

## METODOLOGÍA

Para la presente investigación se enmarca en una metodología sometida a diferentes instrumentos y herramientas, las mismas que nos permite adquirir información relevante para el desarrollo de la investigación. Este proyecto se lo realiza teniendo como guía la metodología del PNUD (Programas de Naciones Unidas para el Desarrollo), que nos permite conocer el grado de vulnerabilidad ante amenazas de sismos de las edificaciones de la parroquia Santa Fe. De la misma manera se utilizó un proceso cuantitativo y de campo donde se aplicaron encuestas, entrevistas a cada propietario en relación a su vivienda además se aplicarán fichas de observación establecidas por PNUD, donde se obtendrán datos que se implementarán a un sistema de Información Geografía.

La población constituye la totalidad de un conjunto de elementos, seres u objetos que se desea investigar donde las unidades de la población poseen una característica en común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. La Parroquia Santa Fe que está conformada por la cabecera parroquial y nueve comunidades que son: Pianda, Verdepamba, Chagcha, Shunguna, Las Palmas, San Vicente de las Tres Cruces, Curgua y San Rafael del Tuso; dando un total de 625 viviendas habitadas, y esta constituye la población de estudio. Debido a que la población es pequeña no se extraerá una muestra, se trabajará con el 100% de la población, esto significa que se trabajará con las 625 viviendas habitadas que constituye la Parroquia Santa Fe.

Se utilizó la Ficha de evaluación de vulnerabilidad sísmica. Esta ficha se la elaboró haciendo relación a la metodológica propuesta por PNUD, la misma que se aplicó a cada una de las edificaciones. Igualmente se aplicó una encuesta por cada propietario de la vivienda dando un total de 625 encuestas realizadas en la Parroquia Santa Fe, esto nos permite realizar el diagnóstico de los elementos estructurales, no estructurales y funcionales en las edificaciones de la parroquia. Para la estimación del nivel o índice de vulnerabilidad físico estructural de

las edificaciones se recolectó información mediante el instrumento fichas de observación de la metodología propuesta por el PNUD; el mismo que consta de 10 variables con sus respectivos indicadores, aplicándola en 625 viviendas habitadas. Las variables a considerarse son: el tipo de sistema estructural, material de paredes, tipo de cubierta, sistema de entre pisos, número de pisos, características del suelo bajo la edificación, topografía del sitio y forma de construcción.

Tabulación y Análisis de datos.

De las encuestas realizadas en la parroquia Santa Fe se obtuvo los siguientes resultados:

**Pregunta N°1.** ¿Sabe usted que es un sismo?

Tabla 1: Conocimientos sobre sismos.

Comunidades	Pregunta 1	
	Si	No
Pianda	18	49
Verdepamba	20	26
Chagcha	20	50
Shunguna	4	21
Santa Fe	135	58
Illapa	4	21
San Vicente	44	42
El Tusso	3	20
Curgua	16	7
Las Palmas	58	9
<b>Total</b>	<b>322</b>	<b>303</b>
<b>Total de habitantes</b>		<b>625</b>

Tabla 2: En relación al sí 322 personas optaron por las siguientes alternativas:

Comunidades	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Total de personas que respondieron sí.
	Movimiento de fallas tectónicas	Activación de un volcán	Ruptura de rocas	
Pianda	14	0	4	18
Verdepamba	16	0	4	20
Chagcha	15	0	5	20
Shunguna	2	0	2	4
Santa Fe	133	0	2	135
Illapa	4	0	0	4
San Vicente	42	1	1	44
El Tusso	2	1	0	3
Curgua	16	0	0	16
Las Palmas	54	1	3	58
<b>Total de habitantes</b>				<b>322</b>

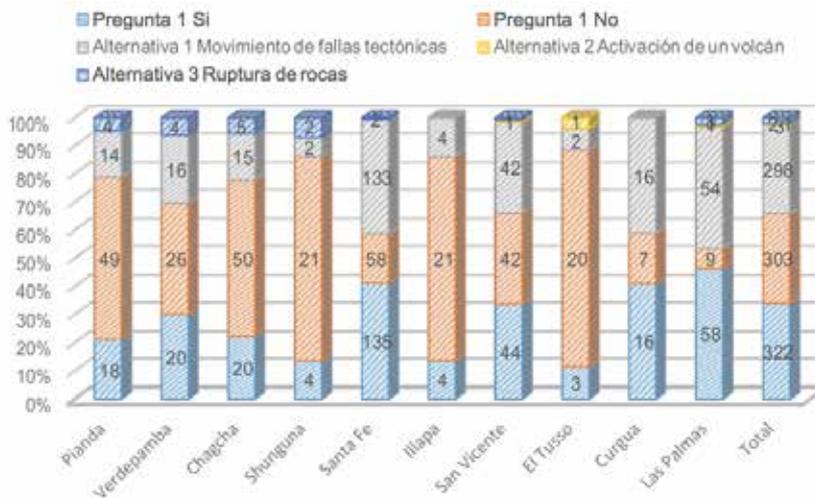


Figura 4. Total numérico por comunidades de la parroquia Santa Fe pregunta 1.

De las encuestas realizadas a las comunidades de la parroquia Santa Fe mencionan que; el 52% de la población si tienen conocimientos básicos acerca del tema de sismos y el 48% de la población no tiene conocimientos acerca de la pregunta, por tal razón se debe difundir más información sobre sismos para que la población conozca más sobre el tema. Los sismos son las perturbaciones en el interior de la Tierra que se producen por el choque de las placas tectónicas o ruptura de rocas estas liberan gran energía que suben a la superficie en forma de ondas sísmicas, la provincia Bolívar y por ende la parroquia Santa Fe se encuentra en una zona sísmica de alta peligrosidad perteneciente al grado IV debido a que se encuentra rodeada de fallas geológicas por tales razones se debe trabajar para minimizar el riesgo sísmico por medio de la mitigación y preparación de la población.

#### Pregunta N°2. ¿Cuál cree usted que fue la magnitud del terremoto del 16 de abril del 2016?

Tabla 3: Magnitud del terremoto del 16 de Abril del 2016

Pregunta 2 Comunidades	Alternativas		
	Alto	Medio	Leve
Pianda	67	0	0
Verdepamba	46	0	0
Chagcha	70	0	0
Shunguna	25	0	0
Santa Fe	193	0	0
Illapa	25	0	0
San Vicente	86	0	0
El Tusso	23	0	0
Curgua	23	0	0
Las Palmas	67	0	0
<b>Total</b>	<b>625</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total de habitantes</b>			<b>625</b>

De las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe, el 100% de la población, indica que el terremoto del 16 de Abril del 2016 con magnitud de 7.8 en la escala de Richter con epicentro entre las parroquias de Pedernales y Cojímies del Cantón Pedernales, Provincia Manabi, fue de una magnitud alta que ocasiono varias pérdidas económicas como pérdidas de vidas humanas y causo la destrucción total del Cantón Pedernales. Ademas fue sentido en todo el Ecuador al igual que en la Parroquia Santa Fe ocasionando varios percances, el colapso de algunas infraestructuras y provocando desesperación en los pobladores, por tal razón se vio la necesidad de realizar el presente proyecto, para participar a las autoridades del problema que se esta sucitando y el desastre que este prodria ocasionar de no evidenciarse la importancia.

**Pregunta N°3.** ¿El terremoto del 16 de Abril del 2016 que daños ocasiono en su vivienda?

Tabla 4: Daños ocasionados por el terremoto.

Pregunta 3	Alternativas			
	Daños Estructurales	Daños no Estructurales	Daños Funcionales	Ninguno
Pianda	51	1	3	12
Verdepamba	25	2	3	15
Chagcha	52	2	3	13
Shunguna	23	0	0	2
Santa Fe	86	7	5	95
Illapa	19	0	0	6
San Vicente	55	0	1	30
El Tusso	16	0	0	8
Curgua	15	0	0	8
Las Palmas	21	0	1	45
<b>Total</b>	<b>363</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>234</b>
<b>Total de habitantes</b>				<b>625</b>

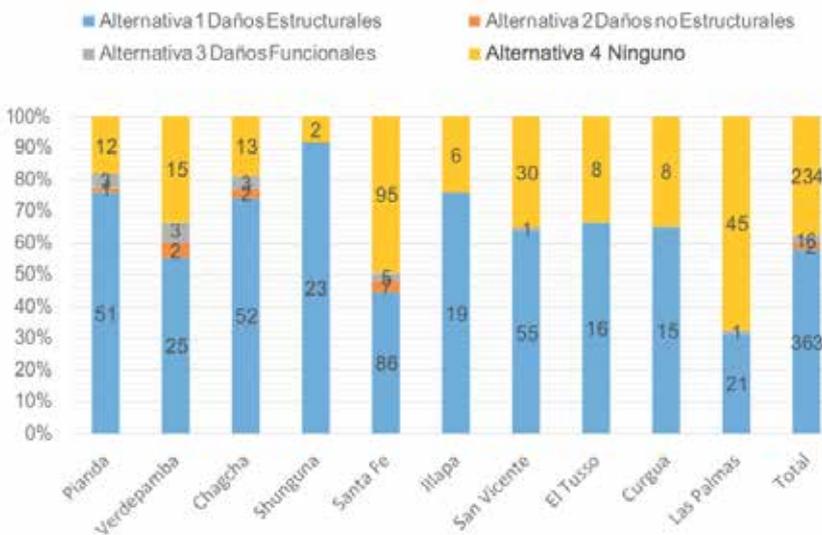


Figura 5. Total numérico por comunidades de la parroquia Santa Fe pregunta 3.

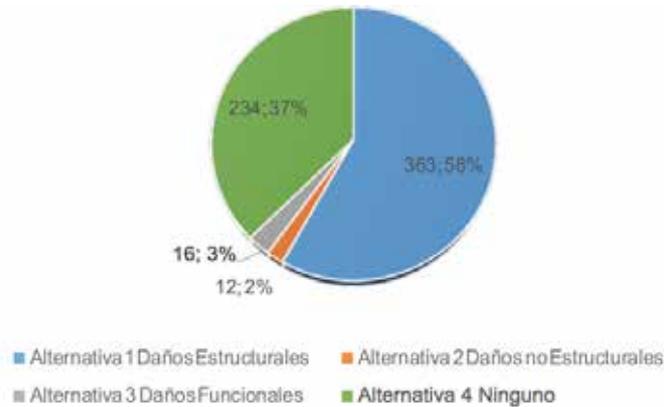


Figura 6. Información de Tabla 8. Total en porcentajes de la parroquia Santa Fe con respecto a la pregunta 3.

De las comunidades de la parroquia Santa Fe mencionan que el terremoto del 16 de Abril del 2016, ocasiono daños estructurales en un 58% de viviendas esto se debe a que la mayoría de viviendas son antiguas, se observó que debido al terremoto las paredes se cuartearon, los techos se rompieron y en algunos casos el suelo de cimentación se hundió, también ocasiono daños no estructurales en un 2% de viviendas con ruptura de vidrios, caída de puertas cuarteamientos en las paredes divisorias y daños al sistema de agua entubada y luz eléctrica, además ocasiono daños funcionales en un 3% de las viviendas provocando el inadecuado funcionamiento de los servicios básicos y el deficiente funcionamiento de puertas y ventanas, mientras que en el 37% de viviendas de la Parroquia no ocasiono ningún daño, esto debido a que las edificaciones son nuevas y resistentes.

Es importante determinar las viviendas que son aptas para vivir a pesar de los daños ocasionados, se realiza el análisis de vulnerabilidad físico estructural que es importante para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica a la que está expuesta cada vivienda, para así poder proponer medidas de prevención, de esta manera salvaguardar las vidas de las personas que habitan en ellas.

#### Pregunta N°4. ¿Considera que su familia es vulnerable ante un evento sísmico?

Tabla 5: Vulnerabilidad de los habitantes de la Parroquia.

Pregunta 4		
Comunidades	Si	No
Pianda	67	0
Verdepamba	46	0
Chagcha	70	0
Shunguna	25	0
Santa Fe	193	0
Illapa	25	0
San Vicente	86	0
El Tusso	23	0
Curgua	23	0
Las Palmas	67	0
Total	625	0
Total de habitantes		625

El 100% de los habitantes de la parroquia Santa Fe manifiestan que sus familiares son vulnerables ante la ocurrencia de un evento sísmico, debido a que no se encuentran preparados y no tienen ningún tipo de información concreta del que hacer si se llegara a efectuar el evento.

Es de vital importancia preparar a la población con una campaña de capacitación, teniendo en cuenta que la vulnerabilidad es la debilidad de las personas o bienes, se los pueden preparar en caso de personas mediante talleres, charlas y participación en la elaboración de un plan de Gestión de Riesgos, y, reforzar las viviendas existentes que presentan daños utilizando materiales de buena calidad y para construcciones futuras se debe tomar en cuenta las Normas Ecuatorianas de la Construcción, para de esta manera enfrentar los posibles eventos sísmicos y así minimizar los riesgos de pérdidas tanto económicas como de vidas humanas.

**Pregunta N°5.** ¿En su hogar saben cómo actuar en caso de eventos sísmicos?

*Tabla 6: Capacidad para actuar frente a eventos sísmicos.*

<b>Pregunta 5</b>		
<b>Comunidades</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>Pianda</b>	9	58
<b>Verdepamba</b>	7	39
<b>Chagcha</b>	11	59
<b>Shunguna</b>	2	23
<b>Santa Fe</b>	73	120
<b>Illapa</b>	2	23
<b>San Vicente</b>	24	62
<b>El Tusso</b>	3	20
<b>Curgua</b>	11	12
<b>Las Palmas</b>	37	30
<b>Total</b>	179	446
<b>Total de habitantes</b>		625

*Tabla 7. En relación al sí 179 personas optaron por las siguientes alternativas:*

<b>Comunidades</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>	<b>Total de personas que respondieron sí.</b>
	<b>Sale con seguridad</b>	<b>Se dirige a una zona segura</b>	<b>Se dirige al punto de encuentro</b>	
<b>Pianda</b>		9	0	9
<b>Verdepamba</b>	3	4	0	7
<b>Chagcha</b>	2	9	0	11
<b>Shunguna</b>	0	2	0	2
<b>Santa Fe</b>	11	62	0	73
<b>Illapa</b>	0	2	0	2
<b>San Vicente</b>	2	22	0	24
<b>El Tusso</b>	1	2	0	3
<b>Curgua</b>	0	11	0	11
<b>Las Palmas</b>	0	37	0	37
<b>Total</b>				179

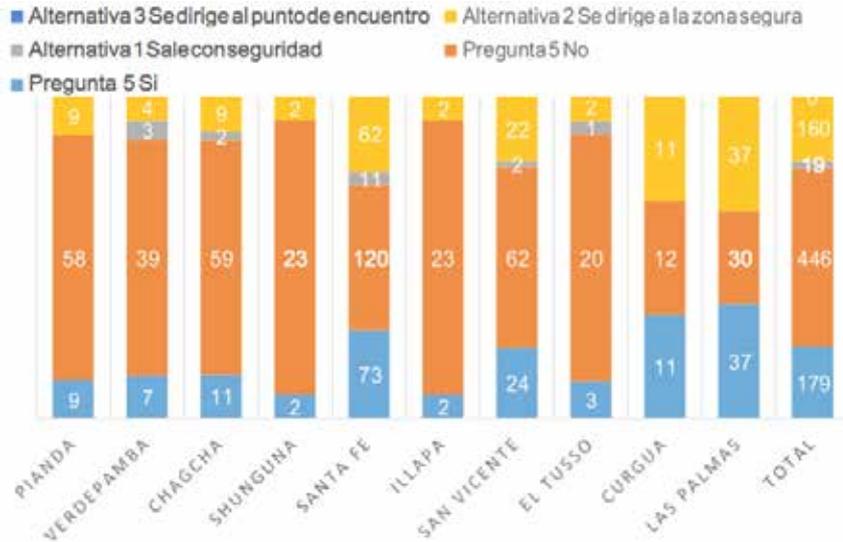


Figura 7. Total numerico de la parroquia Santa Fe con respecto a la pregunta 5.

De las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe; el 71% de la población indican que no saben cómo actuar en caso de eventos sísmicos debido a que no tienen una información concreta de lo que se debe hacer en caso de sismos, además mencionan que ninguna entidad se acercado para informar del problema, en un 29% de la población mencionan que si saben cómo actuar en caso de eventos sísmicos, esto se debe a que ponen en práctica lo que observan en televisión y escuchan en programas radiales, lo que saben es que tienen que dirigirse a una zona segura o ubicarse en un punto seguro. Esto nos indica que la mayoría de la población no está preparada y que se debe dar más importancia al tema, tomando en cuenta las medidas de prevención, mitigación y preparación mencionadas en este documento.

**Pregunta 6.** ¿Su vivienda fue construida en base a las Normas Ecuatorianas de la Construcción?

Tabla 8: Construcción de viviendas con las NEC.

Pregunta 6		
Comunidades	Si	No
Pianda	2	65
Verdepamba	4	42
Chagcha	4	66
Shunguna	2	23
Santa Fe	34	159
Illapa	3	22
San Vicente	15	71
El Tusso	1	22
Curgua	5	18
Las Palmas	24	43
Total	94	531
Total de habitantes	625	

El 15% de los habitantes de la parroquia Santa Fe mencionan que no se ha tomado en cuenta las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) para construir sus viviendas debido al desconocimiento de dichas normas y a que las viviendas son construcciones antiguas, el 16% de los habitantes de la Parroquia indica que sus viviendas si fueron construidas con Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) puesto que su diseño la encargaron a arquitectos e ingenieros, cabe mencionar que existen casas construidas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), esto debido al colapso de algunas estructuras ocasionadas por el terremoto del 16 de Abril del 2016, los habitantes aseguran que los ingenieros y arquitectos diseñan en base a las NEC,

Con respecto a los resultados de esta encuesta resumimos que la mayoría de las construcciones se realizaron sin tener en cuenta ningún lineamiento de construcción por eso es importante difundir las Normas Ecuatorianas de la Construcción para dar a conocer lo importante que es construir tomando en cuenta medidas de protección sismo resistente y vivir en un ambiente seguro.

**Pregunta 7.** ¿Por quién fue diseñada su vivienda?

Tabla 9: Diseño de las viviendas.

Pregunta 7	Alternativas			
	Ingeniero Civil	Arquitectos	Maestros Constructores	Por el mismo dueño
Pianda	1	3	20	43
Verdepamba	5	0	10	31
Chagcha	0	3	10	57
Shunguna	0	0	1	24
Santa Fe	13	21	64	95
Illapa	1	0	3	21
San Vicente	6	8	20	52
El Tusso	1	0	5	17
Curgua	3	3	4	13
Las Palmas	5	21	18	23
<b>Total</b>	35	59	155	376
<b>Total de habitantes</b>				625

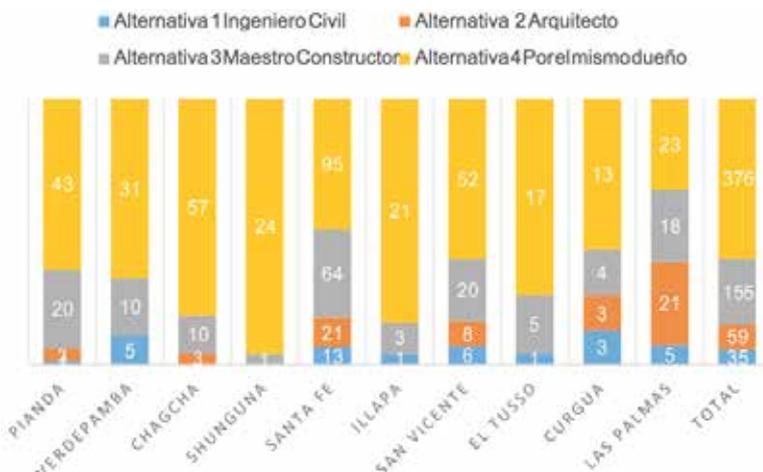


Figura 8. Total numérico por comunidades de la parroquia Santa Fe pregunta 7.

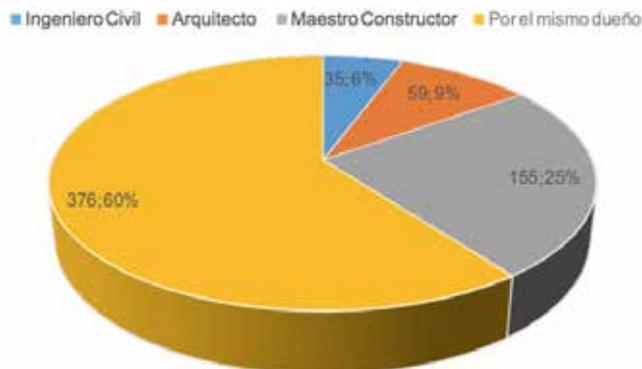


Figura 9. Total en porcentajes de la parroquia Santa Fe con respecto a la pregunta 7.

Con respecto al diseño de las viviendas, los habitantes de la parroquia Santa Fe mencionaron que el 6% de las viviendas fueron diseñadas por ingenieros civiles; el 9% por arquitectos, los mismos que por su trayecto estudiantil adquirieron conocimientos técnicos y por ende la aplicación de normativas establecidas para una construcción segura, estas son las edificaciones nuevas que no sufrieron daños debido al último terremoto, el 25% de los habitantes indican que sus viviendas fueron diseñadas por maestros de la construcción que en su mayoría tienen mucho conocimiento para diseñar y construir ya que la practica hace que cada vez realicen mejores trabajos, mientras que el 60% de los habitantes indican que sus viviendas fueron diseñadas por los mismos dueños esto se debe a la falta de recursos económicos, de empleos y la baja producción agrícola, esto hace que se vean en la necesidad de realizar sus viviendas con conocimientos básicos y sin trabajadores capacitados para realizar la construcción.

Cabe recalcar que aunque los maestros constructores realizan un buen trabajo no tienen los conocimientos técnicos necesarios para una construcción segura esto debido a que no manejan las Normas Ecuatorianas de la Construcción; por tal razón se debe socializar con ellos dichas normas para que implementen técnicas de construcción seguras.

**Pregunta 8.** ¿El suelo de cimentación de su vivienda es estable?

Tabla 10: Viviendas con cimentación estable.

Pregunta 8		
Comunidades	Si	No
Pianda	61	6
Verdepamba	46	0
Chagcha	67	3
Shunguna	25	0
Santa Fe	186	7
Illapa	23	2
San Vicente	86	0
El Tusso	23	0
Curgua	23	0
Las Palmas	65	2
<b>Total</b>	<b>605</b>	<b>20</b>
<b>Total de habitantes</b>		<b>625</b>

Con respecto al suelo de cimentación de las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe mencionaron que el 97% son suelos de cimentación estables puesto que no se ha presentado ningún tipo de daños ni hundimientos; mientras que el 3% de la población indican que el suelo de cimentación de su vivienda no es estable debido a que ya se presentan hundimientos.

Se observó que la mayoría de las construcciones han sido asentadas en un suelo firme de origen volcánico proveniente de cenizas, tobas y otros materiales piroclásticos, estos agentes hacen que el suelo sea más consolidado haciendo que el suelo de cimentación de la vivienda sea menos vulnerable, existe también algunos suelos poco consolidados que han hecho que los suelos de cimentación de algunas viviendas tengan más daños ante los eventos sísmicos y por ende sean más vulnerables.

**Pregunta 9.** ¿Cree usted que los materiales de construcción son de buena calidad?

**Tabla 11:** Calidad de los materiales de construcción.

<b>Pregunta 9</b>		
<b>Comunidades</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>Pianda</b>	16	51
<b>Verdepamba</b>	19	27
<b>Chagcha</b>	13	57
<b>Shunguna</b>	2	23
<b>Santa Fe</b>	88	105
<b>Illapa</b>	7	18
<b>San Vicente</b>	35	51
<b>El Tusso</b>	18	5
<b>Curgua</b>	11	12
<b>Las Palmas</b>	49	18
<b>Total</b>	258	367
<b>Total de habitantes</b>		625

De las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe; el 41% de los habitantes indican que los materiales de construcción de sus viviendas son de buena calidad, porque están construidas de hormigón armado además mencionaron que el tapial es muy resistente porque algunas viviendas que ya tienen varios años de ser construidas no presentan ningún tipo de daño, mientras que el 59% de la población indican que los materiales de construcción no son de buena calidad debido a que presentan daños producidos por el último terremoto y deterioro porque ya son construcciones antiguas. Se debe dar a conocer a los habitantes de la parroquia Santa Fe los tipos de materiales que son adecuados para la construcción de sus viviendas para ello se deben difundir las Normas Ecuatorianas de la Construcción para que las nuevas generaciones las empleen y vivan en un lugar seguro. Un ejemplo es el diseño sismo resistente en la que indica los requerimientos técnicos y las metodologías que se deben aplicar para un diseño que pueda enfrentar eventos sísmicos durante su vida útil.

**Pregunta 10.** ¿Cree usted que existe deterioro en su vivienda?**Tabla 12:** Deterioro en las viviendas.

<b>Pregunta 10</b>		
<b>Comunidades</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>Pianda</b>	55	12
<b>Verdepamba</b>	28	18
<b>Chagcha</b>	57	13
<b>Shunguna</b>	21	4
<b>Santa Fe</b>	90	103
<b>Illapa</b>	19	6
<b>San Vicente</b>	51	35
<b>El Tusso</b>	18	5
<b>Curgua</b>	15	8
<b>Las Palmas</b>	23	44
<b>Total</b>	377	248
<b>Total de habitantes</b>		625

**Tabla 13:** En relación al sí 377 personas optaron por las siguientes alternativas

<b>Comunidades</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>	<b>Total de personas que respondieron sí.</b>
	<b>Fisuras en las paredes</b>	<b>Agrietamientos en el piso</b>	<b>Fallas en el techo</b>	
<b>Pianda</b>	25	4	26	55
<b>Verdepamba</b>	14	0	14	28
<b>Chagcha</b>	34	3	20	57
<b>Shunguna</b>	20	0	1	21
<b>Santa Fe</b>	54	6	30	90
<b>Illapa</b>	10	1	8	19
<b>San Vicente</b>	26	0	25	51
<b>El Tusso</b>	10	0	8	18
<b>Curgua</b>	10	0	5	15
<b>Las Palmas</b>	16	0	7	23
<b>Total</b>				377

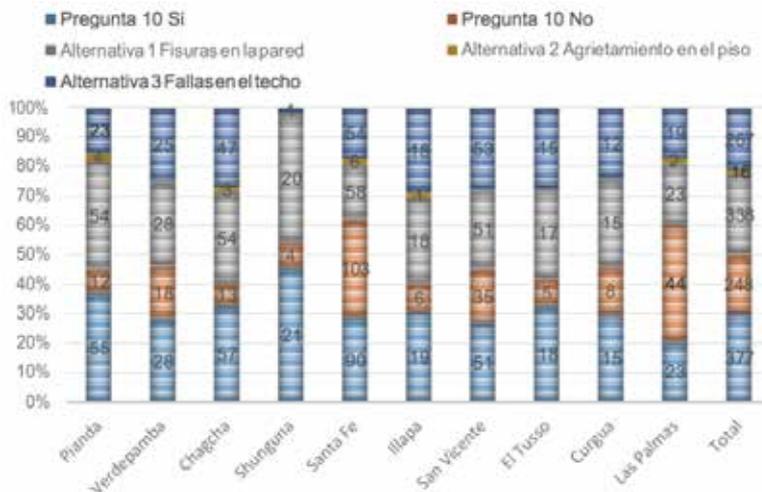


Figura 10. Total numérico por comunidades de la parroquia Santa Fe pregunta 10.

De las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe mencionan que en el 60% de viviendas si existe deterioro debido que son construcciones viejas y el último terremoto provoco el colapso de algunas viviendas; se evidencia el deterioro en paredes y techos, mientras que el 40% de los habitantes indican que no existe deterioro en sus viviendas puesto que son edificaciones nuevas y edificaciones que tienen daños leves que no representan riesgos para los habitantes.

Por estas razones se realiza el análisis de vulnerabilidad sísmica, mediante la evaluación de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones para saber cuál es la vivienda más vulnerable, por sus características constructivas, el año y el estado de conservación, a través de este análisis se puede realizar trabajos de reforzamiento de las infraestructuras que lo necesitan, y la demolición de las infraestructuras que se muestran obsoletas de acuerdo a la evaluación.

Sin importar el grado de vulnerabilidad de las viviendas es de vital importancia preparar a los habitantes para enfrentar el riesgo sísmico, debido a que algunos habitantes no cuentan con los recursos suficientes para realizar reforzamiento de su vivienda y vivir de una manera segura.

**Pregunta 11.** ¿De qué material están construido las paredes divisorias de su hogar?

Tabla 14: Materiales de paredes divisorios.

Pregunta 11	Alternativas				
	Ladrillos y cemento	Bloque y cemento	Madera	Adobe	Tapial
Pianda	10	6	26	14	11
Verdepamba	13	3	2	2	26
Chagcha	9	9	1	4	47
Shunguna	3	0	0	0	22
Santa Fe	78	32	10	10	63
Illapa	3	3	0	0	19
San Vicente	32	6	2	0	46
El Tusso	7	2	4	3	7
Curgua	6	7	0	10	0
Las Palmas	32	17	0	5	13
<b>Total</b>	193	85	45	48	254
<b>Total de habitantes</b>					625

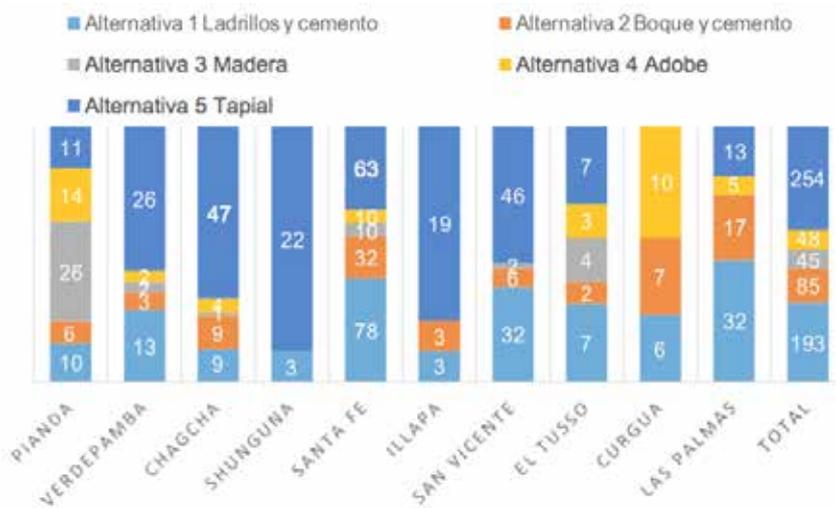


Figura 11. Total numérico por comunidades de la parroquia Santa Fe pregunta 11.

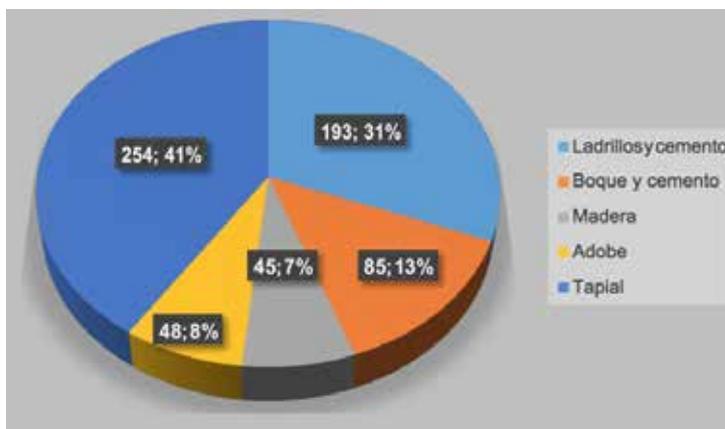


Figura 12. Total en porcentajes de la parroquia Santa Fe con respecto a la pregunta 11.

Según las encuestas realizadas a las comunidades de la parroquia Santa Fe indican que el 41% de las paredes divisorias de las viviendas están construidas de tapial debido a que es el principal material que se utilizaba para construir antiguamente, también las paredes están construidas de ladrillos en un 31% , el 13% de viviendas están construidas de bloques y cemento estas viviendas son de las nuevas generaciones que ya incrementaron estos materiales que son más recomendados para construir; algunos habitantes indican que por la economía solo se ha construido paredes divisorias de madera esto es un 7%; mientras que el 8% de las viviendas tienen paredes divisorias de adobe. Esto nos indica que las paredes divisorias en su mayoría son antiguas y que ya presentan una gran amenaza para sus habitantes poniendo en peligro su vida y sus bienes en caso de que se suscite un evento, por estas razones se deberían reforzar con materiales de mejor calidad que puedan resistir un evento sísmico.

**Pregunta 12.** ¿En qué estado se encuentra las paredes divisorias de su vivienda?

Tabla 15: Estado de las paredes divisorias.

Pregunta 12	Alternativas		
	Bueno	Regular	Malo
Pianda	17	23	27
Verdepamba	19	12	15
Chagcha	19	8	43
Shunguna	4	2	19
Santa Fe	101	43	49
Illapa	6	1	18
San Vicente	34	14	38
El Tusso	8	2	13
Curgua	11	5	7
Las Palmas	46	6	15
<b>Total</b>	<b>265</b>	<b>116</b>	<b>244</b>
<b>Total de habitantes</b>			<b>625</b>

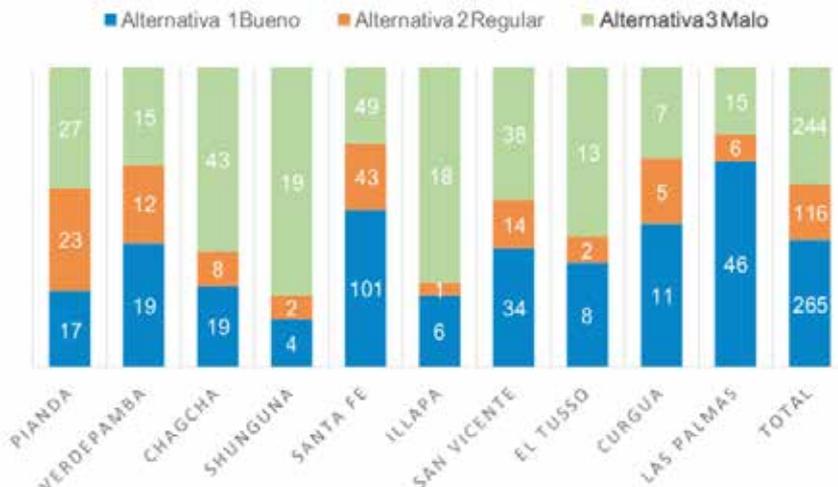


Figura 13. Total numérico por comunidades de la parroquia Santa Fe pregunta 12.

De las encuestas realizadas a las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe mencionan que el 42% de las paredes divisorias de sus viviendas se encuentran en un estado bueno esto en relación a la existencia de viviendas nuevas y a las que no han sido afectadas por el ultimo terremoto del pasado 16 de Abril del 2016, el 19% de las paredes divisorias de las viviendas se encuentran es un estado regular; mientras que el 39% de las paredes divisorias de las viviendas se encuentran en un estado malo esto en relación a las viviendas antiguas que se vieron aún más afectadas por el último terremoto. Se debe realizar obras de mitigación como reforzamiento estructural en las paredes divisorias que están en mal estado para que estas no causen daños a los habitantes, con esta obra se podrá reducir la vulnerabilidad de las personas que las habitan y por ende el riesgo del colapso de su vivienda.

**Pregunta 13.** ¿Cree Ud. que las puertas y ventanas de su vivienda son peligrosas en caso de sismos?

Tabla 16: Peligro en puertas y ventanas.

<b>Pregunta 13</b>		
<b>Comunidades</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>Pianda</b>	62	5
<b>Verdepamba</b>	44	2
<b>Chagcha</b>	63	7
<b>Shunguna</b>	21	4
<b>Santa Fe</b>	180	13
<b>Illapa</b>	16	9
<b>San Vicente</b>	65	21
<b>El Tusso</b>	15	8
<b>Curgua</b>	17	6
<b>Las Palmas</b>	64	3
<b>Total</b>	547	78
<b>Total de habitantes</b>	625	

El 88% de las encuestadas realizadas a los habitantes de las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe, indican que las puertas y ventanas de sus viviendas son peligrosas en casos de sismos debido a que las ventanas se pueden romper por el movimiento brusco, y las puertas se pueden trabar obstaculizando la salida de los habitantes, mientras que el 12% de la población indica que las puertas y ventanas no representan ningún peligro en caso de sismos, esto se debe a que las construcciones son nuevas y por ende el funcionamiento es normal ya que no se presentó este problema con el pasado terremoto del 16 de abril del 2016. Se debe comunicar a la población como evitar este problema que les puede ocasionar varias afectaciones, verificando el funcionamiento de acuerdo al estado de conservación para de este modo reparar aquellas puertas y ventanas que se encuentran deterioradas.

**Pregunta 14.** ¿Cree Ud. que un evento sísmico afecte el funcionamiento de los servicios básicos?

Tabla 17: Afectación de los servicios básicos debido a sismos.

<b>Pregunta 14</b>		
<b>Comunidades</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>Pianda</b>	62	5
<b>Verdepamba</b>	44	2
<b>Chagcha</b>	62	8
<b>Shunguna</b>	17	8
<b>Santa Fe</b>	175	18
<b>Illapa</b>	13	12
<b>San Vicente</b>	61	25
<b>El Tusso</b>	13	10
<b>Curgua</b>	16	7
<b>Las Palmas</b>	60	7
<b>Total</b>	523	102
<b>Total de habitantes</b>	625	

De las encuestas realizadas a las comunidades pertenecientes a la parroquia Santa Fe; el 84% de la población indican que los eventos sísmicos si afectan el funcionamiento de los servicios básicos puesto que provoca rupturas en las tuberías y sistema eléctrico provocando cortocircuitos y esto puede producir un incendio y provocar otro desastre, mientras que el 16% de la población indica que los eventos sísmicos no afectan el funcionamiento de los servicios básicos, esto en base a la ocurrencia del terremoto, del pasado 16 de abril del 2016, ya que no ocasiono ningún daño en relación a los servicios básicos. Es importante que la población conozca algunas recomendaciones que pueden evitar otro desastre para ello se debe cerrar las llaves del gas en caso de que se suscite un sismo de la misma manera de debe bajar los breques para que no ocasiono cortocircuitos y tener en cuenta que se debe dar mantenimiento continuamente a las instalaciones eléctricas antes de que sean sorprendidos por un sismo.

**Pregunta 15.** ¿Su vivienda cuenta con algún plan enfocado a riesgos, en el que se establezca sistemas de evacuación, salidas de emergencia, señalética y sistema de comunicación?

**Tabla 18:** Viviendas que cuentan con un plan enfocado a riesgos.

Comunidades	Si	No
	0	67
<b>Verdepamba</b>	0	46
<b>Chagcha</b>	0	70
<b>Shunguna</b>	0	25
<b>Santa Fe</b>	3	190
<b>Illapa</b>	0	25
<b>San Vicente</b>	0	86
<b>El Tusso</b>	0	23
<b>Curgua</b>	0	23
<b>Las Palmas</b>	0	67
<b>Total</b>	3	622
<b>Total de habitantes</b>		625

**Tabla 19:** En relación al sí 3 personas optaron por las siguientes alternativas.

Comunidades	Alternativa 1 Cuenta con un plan de emergencia	Alternativa 2 Cuenta con un plan de evacuación	Alternativa 3 Cuenta con un plan de Gestión de Riesgos	Total de personas que aprobaron
<b>Pianda</b>	0	0	0	0
<b>Verdepamba</b>	0	0	0	0
<b>Chagcha</b>	0	0	0	0
<b>Shunguna</b>	0	0	0	0
<b>Santa Fe</b>	0	0	3	3
<b>Illapa</b>	0	0	0	0
<b>San Vicente</b>	0	0	0	0
<b>El Tusso</b>	0	0	0	0
<b>Curgua</b>	0	0	0	0
<b>Las Palmas</b>	0	0	0	0
<b>Total</b>				3

De las encuestas realizadas a las comunidades de la parroquia Santa Fe mencionan que el 99,52% de las viviendas no cuentan con ningún tipo de plan referente a Riesgos; mientras que el 0,48% que representa a tres infraestructuras indicaron que si poseen estos sistemas, estos corresponden al centro de salud, al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial y a la escuela 23 de Abril, estas entidades indican que si cuentan con planes de Gestión de Riesgos en los cuales tienen establecido todo lo que se debe hacer en caso de emergencia y que se encuentran preparados para enfrentar eventos sísmico. Es de vital importancia realizar un plan de emergencia familiar para que se establezcan, las rutas de evacuación, puntos de encuentro y salidas de emergencia, además se establecería un sistema de comunicación el mismo que servirá para alertar a toda la familia en general y de esta manera puedan actuar a tiempo y salvaguardar sus vidas.

## **PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR EL PNUD**

En el presente proyecto se utilizará este método, la misma que permite evaluar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones, basándose en la calificación de las características de la estructura de cada edificación, frente a la amenaza sísmica.

Este método parte de las características físicas de las edificaciones, aquellas que inciden directamente en el comportamiento estructural de la edificación frente a la amenaza sísmica, para calificarla de manera cualitativa y, ponderar los resultados con el objetivo de encontrar el valor o índice de vulnerabilidad para cada edificación. Para evaluar la vulnerabilidad de la edificación se toma en cuenta las siguientes variables: sistema estructural, tipo de material de paredes, tipo de cubierta, sistema de entre pisos, número de pisos, estado de conservación, características del suelo bajo la edificación, topografía del sitio, año y forma de construcción; cada variable dispone de indicadores, a los mismos que se han establecido valores entre 0, 1, 5 y 10, según la condición de la edificación a la cual se está evaluando. Posteriormente se describe las variables para la evaluación de la vulnerabilidad física estructural de las edificaciones ante la amenaza sísmica, según la metodología del PNUD.

- Sistema estructural.

El tipo de sistema resiste estructural es la variable básica a considerarse, que proporciona la información mínima necesaria para iniciar el análisis. Las edificaciones de hormigón armado se consideran menos vulnerables que las de madera, caña, pared portante o mixta.

- Tipo de material de paredes.

El tipo de material de paredes define por un lado si la estructura es de paredes portantes (piedra, adobe, tapial, etc.) o más bien obedece a tipologías menos vulnerables como ladrillo o bloque.

- Tipo de cubierta.

La cubierta de una estructura no solo proporciona confinamiento al sistema estructural sino califica la debilidad de la misma frente a eventos sísmicos.

- Sistema de entrepisos.

El sistema de entrepisos confina el resto de elementos estructurales y proporciona resistencia ante cierto tipo de fallas. Son menos vulnerables los de hormigón armado que la de madera, caña o mixta.

- Número de pisos.

Si la estructura es más alta, típicamente es más vulnerable que la de un piso, pues requiere mayores esfuerzos y cuidados para presentar un buen comportamiento.

- Año de construcción.

El año de construcción está asociado con la resistencia de códigos de construcción apropiados (inexistentes antes de 1970) e inadecuadamente aplicados (antes de 1980).

- Estado de conservación.

El grado de conservación califica el posible deterioro de las propiedades mecánicas de los materiales y de su resistencia a la amenaza.

- Características del suelo.

El suelo donde está construido es susceptible de facilitar que la amenaza afecte a la edificación. Suelo firme y seco implica menor vulnerabilidad que húmedo, blando y/o relleno.

- Topografía del sitio.

Si el terreno donde está construido es escarpado genera vulnerabilidades en la edificación, mientras que el terreno a nivel disminuye la vulnerabilidad.

- Forma de construcción.

Una forma regular presenta menos vulnerabilidad que una forma irregular para la amenaza sísmica. (Estacio et al., 2012)

**Tabla 20.** Variables e indicadores para vulnerabilidad sísmica de edificaciones. (Estacio et al., 2012)

<b>Variable de vulnerabilidad</b>	<b>Descripción de la variable</b>	<b>Indicadores considerados</b>	<b>Amenaza Sísmica</b>
Sistema Estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación.	Hormigón Armado	0
		Estructura Metálica	1
		Estructura de Madera	1
		Estructura de Caña	10
		Estructura de Pared Portante	5
		Mixta madera/ hormigón	5
		Mixta metálica/ hormigón	1
Tipo de Cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación.	Metálica	5
		Loza hormigón	0
		Vigas de madera y zinc	5
		Vigas de madera y teja	5
		Pared de ladrillo	1
Materiales de paredes de la edificación	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación.	Pared de bloque	1
		Pared de piedra	10
		Pared de adobe	10
		Pared de tapia / bahareque /madera	5

Sistema de Entrepiso	Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta.	Losa de hormigón armado	0
		Vigas y entramado de madera	5
		Entramado madera/ caña	10
		Entramado metálico	1
		Entramado hormigón, metálico	1
Número de pisos	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en el comportamiento.	1 piso	0
		2 pisos	1
		3 pisos	5
		4 pisos	10
		5 pisos o más	1
Año de Construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterio de diseño de defensa contra amenaza.	Antes de 1970	10
		Entre 1971 y 1980	5
		Entre 1981 y 1990	1
		Entre 1991 y 2010	0
Estado de Conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.	Buena	0
		Aceptable	1
		Regular	5
		Malo	10
Características de suelo bajo la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física.	Firme, seco	0
		Inundable	1
		Ciénaga	5
		Húmedo, blando, relleno	10
Topografía del Sitio	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posible debilidades frente a la amenaza.	A nivel, terreno plano	0
		Bajo nivel calzada	5
		Sobre nivel calzada	0
		Escarpe positivo o negativo	10
Forma de construcción	La presencia de Irregularidad en La edificación genera debilidades	Regular	0
		Irregular	5
		Regularidad severa	10

Como se observa en la tabla 24, a los indicadores se han estipulado valores de 0 (menos vulnerable) hasta 10 (máxima vulnerabilidad), dependiendo si la característica física de la edificación analizada constituye una debilidad, leve o fuerte frente la amenaza sísmica. Acorde el indicador desciende en una característica más débil que otra, el valor aumenta. Los indicadores de cada variable son multiplicadas por los pesos de ponderación asignados.

En la siguiente tabla se puede observar las ponderaciones asignadas a cada variable:

**Tabla 21:** Ponderación de las variables de vulnerabilidad frente a la amenaza sísmica. (Estacio et al., 2012)

<b>VARIABLES</b>	<b>Valores posibles del indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Valor máximo</b>
Sistema estructural	0, 1, 5, 10	1.2	12
Material de paredes	0, 1, 5, 10	1.2	12
Tipo de cubierta	0, 1, 5, 10	1	10
Sistema de entrepisos	0, 1, 5, 10	1	10
Número de pisos	0, 1, 5, 10	0.8	8
Año de construcción	0, 1, 5, 10	1	10
Estado de conservación	0, 1, 5, 10	1	10
Características del suelo	0, 1, 5, 10	0.8	8
Topografía del sitio	0, 1, 5, 10	0.8	8
Forma de construcción	0, 1, 5, 10	1.2	12
Valor mínimo = 0			100

La valoración de cada una de las variables se multiplica por los pesos de ponderación determinados por la metodología. La respectiva sumatoria de las calificaciones de las variables de vulnerabilidad en cada vivienda, da por resultado el nivel de vulnerabilidad. La vivienda calificada en su nivel de vulnerabilidad, de acuerdo a los puntajes obtenidos en la sumatoria, podrá presentar un máximo de 100 puntos. A mayor puntaje, mayor es la vulnerabilidad estructural de la edificación. Siguiendo esta condición se procederá a calificar a cada edificación en función de la cantidad de puntos obtenidos como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 22:** Nivel de vulnerabilidad. (Buñay Guachizaca & Tenelema Guaranga, 2014)

<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Segura</b>	0 a 33 Puntos
<b>Media</b>	34 a 66 Puntos
<b>Alta</b>	Más de 66 Puntos.

## **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE LA PARROQUIA SANTA FE FRENTE A LA AMENAZA SÍSMICA**

La evaluación se realizó en base a lo detallado en la tabla 23 y a continuación se muestra un ejemplo del desarrollo de este método en una edificación de la parroquia Santa Fe.

**Tabla 23:** Evaluación del índice de vulnerabilidad con la metodología del PNUD en una vivienda de la parroquia Santa Fe.

<b>N° VIVIENDA:</b>	1		
Coordenadas			
<b>X</b>	717515		
<b>Y</b>	9822778		
<b>Altura:</b>	3191m		
<b>ÍNDICES DE VULNERABILIDAD PARA AMENAZA SÍSMICA</b>			
<b>Variable</b>	<b>Calificación</b>	<b>Ponderación</b>	<b>VALOR</b>
Sistema Estructural	5	1.2	6
Tipo de Cubierta	5	1	5
Material de Paredes	1	1.2	1.2
Sistemas de Entrepiso	5	1	5
Número de pisos	1	0.8	0.8
Año de construcción	0	1	0
Estado de conservación	0	1	0
Característica suelo bajo edificación	0	0.8	0
Topografía del sitio	5	0.8	4
Forma de construcción	0	1.2	0
			<b>22</b>

### **ANÁLISIS DEL RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA SEGÚN EL MÉTODO PROPUESTA POR EL PNUD.**

El nivel de vulnerabilidad es de 22 puntos presentando como resultado una vivienda segura frente a un evento sísmico, conforme a los niveles de vulnerabilidad descrita en la tabla 26 según la metodología propuesta por el PNUD.

### **RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA POR COMUNIDADES MEDIANTE LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR EL PNUD**

La Parroquia Santa Fe está constituida por la cabecera parroquial y nueve comunidades que son: Pianda, Verdepamba, Chagcha, Shunguna, Las Palmas, San Vicente de las Tres Cruces, Curgua y San Rafael del Tuso. Con la metodología anteriormente descrita se desarrolla la evaluación, la misma que permite estimar el nivel de vulnerabilidad sísmica asociada a cada una de las viviendas de la parroquia Santa Fe, a través de la calificación de las diferentes variables de vulnerabilidad; y por ende se analiza el nivel de vulnerabilidad de las viviendas por comunidades, mediante tablas y gráficos. Como se indica en la siguiente tabla, la comunidad Shunguna consta de 25 viviendas, cada vivienda tiene un puntaje, el mismo que determina el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda con respecto a la cantidad de puntos obtenidos; los califica como viviendas seguras aquellas que se encuentran dentro de los puntajes que va de 0 a 33 puntos; se considera viviendas con vulnerabilidad media a aquellos que tienen un puntaje de 34 a 66 puntos y las

viviendas con vulnerabilidad alta son aquellas que tienen un puntaje mayor a 66 puntos en este caso no se observa ninguna vivienda con este nivel de vulnerabilidad.

**Tabla 24:** Resultados obtenidos de la Comunidad Shunguna.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	8%	92%	100%
N° Vivienda	2	23	25

De las 25 viviendas que conforman la comunidad Shunguna el 8% representa a viviendas seguras frente al evento sísmico, seguido se representa viviendas con vulnerabilidad media en un 92% evidenciando que existe una mayoría de viviendas vulnerables ante la ocurrencia del evento sísmico, mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alto no representa ningún valor. De acuerdo al puntaje se le determina en qué nivel de vulnerabilidad se encuentra cada vivienda:

**Tabla 26:** Resultados obtenidos de la Comunidad Pianda.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	21%	79%	100%
N° Vivienda	14	53	67

El 21% de las viviendas indican que son seguras en caso de que se presente el evento sísmico las mismas que equivalen a 14 viviendas, mientras que el 79% indica que son viviendas con vulnerabilidad media frente al evento sísmico que corresponden a 53 viviendas, mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alto no representa ningún valor.

**Tabla 27:** Resultados obtenidos de la Comunidad Verdepamba.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	46%	54%	100%
N° Vivienda	21	25	46

De las 46 viviendas evaluadas el 46% son viviendas seguras para enfrentar el evento sísmico, el 54% representa a las viviendas con vulnerabilidad media, esto significa que las viviendas están inmersas a sufrir daños en las infraestructuras en caso de que se presente el evento sísmico; mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alto no representa ningún valor.

**Tabla 28:** Resultados obtenidos de la Comunidad Verdepamba.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	29%	71%	100%
N° Vivienda	20	49	69

De las 69 viviendas habitadas las mismas que fueron sometidas a la evaluación dieron como resultado que el 29% son viviendas seguras en caso de que ocurra un evento sísmico es decir que pueden soportar los movimientos bruscos ocurridos en el interior de la tierra, el 71%

indican que son viviendas con vulnerabilidades media frente al evento sísmico, las mismas que están propensas a sufrir daños en sus infraestructura, mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alto no representa ningún valor.

**Tabla 29:** Resultados obtenidos de la Cabecera Parroquial Santa Fe.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	66%	34%	100%
N° Vivienda	127	66	193

En la Cabecera Parroquial Santa Fe existen 193 viviendas de las cuales 127 representan a viviendas seguras frente al evento sísmico que equivalen al 66% y el 34% corresponde a las 66 viviendas con vulnerabilidad media; mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alta no representa ningún valor.

**Tabla 30:** Resultados obtenidos de la Comunidad Verdepamba.

	Segura	Media	Alta	Total
Porcentaje	49%	50%	1%	100%
N° Vivienda	42	43	1	86

En relación a las 86 viviendas evaluadas el gráfico representa que el 49% de viviendas se encuentran seguras frente al evento sísmico, mientras que el 50% que equivalen a 43 casas están con vulnerabilidad media, se presenta viviendas con vulnerabilidad alta en el 1% que corresponde a 1 vivienda, esta vivienda no resistirá un movimiento brusco debido a que sus materiales están en muy mal estados y deteriorados.

**Tabla 31:** Resultados obtenidos de la Comunidad Verdepamba.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	24%	76%	100%
N° Vivienda	6	19	25

El presente grafico indica que en la comunidad de Illapa existen 6 viviendas seguras que representa en un 24%, el 76% representa aquellas viviendas con vulnerabilidad media que equivalen a 19 casas, mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alta no representa ningún valor.

**Tabla 32:** Resultados obtenidos de la Comunidad San Rafael del Tusso.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	38%	63%	100%
N° Vivienda	9	15	24

La comunidad San Rafael del Tusso está conformada de 24 viviendas de las cuales el 37% son viviendas seguras que equivalen a 9 casas, las viviendas con vulnerabilidad media está representada con el 63% equivalentes a 15 casas; mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alta no representa ningún valor.

**Tabla 33:** Resultados obtenidos de la Comunidad Las Palmas.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	79%	21%	100%
N° Vivienda	53	14	67

En la comunidad Las Palmas según la evaluación el gráfico muestra que el 79% representa a viviendas seguras frente a un evento sísmico correspondientes a 13 viviendas, el 21% equivalen a las 10 casa con vulnerabilidad media, mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alta no representa ningún valor.

**Tabla 34:** Resultados obtenidos de la Comunidad Curgua.

	Segura	Media	Total
Porcentaje	57%	43%	100%
N° Vivienda	13	10	23

De las 23 viviendas que conforman la comunidad Curgua el 57% de las viviendas se encuentran dentro del nivel de vulnerabilidad segura que corresponden a 13 casas, el 43% equivalen a 10 casas con vulnerabilidad media debido a que las características físicas son débiles frente al evento sísmico, mediante la evaluación se evidencio que la vulnerabilidad alta no representa ningún valor.

## RESULTADOS

### DIAGNÓSTICO DE LAS EDIFICACIONES ESTRUCTURALES NO ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES DE LA PARROQUIA SANTA FE

El presente diagnostico se realiza con la participación de las autoras del proyecto de investigación, con el apoyo del Presidente de la Junta Parroquial Santa Fe con sus comunidades siendo esta el área de estudio. La Parroquia Santa Fe se encuentra ubicado sobre una terminal de una ramificación de la Cordillera de Chimbo a 2.866 m.s.n.m, al sur oeste de la Ciudad de Guaranda y a una distancia de 6km. Tiene una superficie de 26.40km<sup>2</sup>. La parroquia está limitada al Norte con la Parroquia Julio Moreno, al Sur la Parroquia La Asunción – Chimbo, al Este la Parroquia San Simón y la Parroquia Ángel Polibio Chaves – Guaranda, y a Oeste el Cantón Chimbo. La parroquia Santa Fe está conformado por la Cabecera Parroquial y nueve comunidades que son: Pianda, Verdepamba, Chagcha, Shunguna, Illapa, San Rafael del Tusso, San Vicente de las Tres Cruces, Las Palmas, Curgua. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2015).



**Figura 14a-b.** Edificación mixta, construida de: tapial en sus paredes, madera en las paredes (izquierda). Edificación mixta, construida de: tapial en sus paredes, madera en las paredes divisorias y zinc en sutecho (derecha).



**Figura 15a-b.** Esta es una edificación de hormigón armado completa (izquierda). Edificación mixta, con hormigón armado, sus paredes de ladrillo y cemento, su cubierta de zinc metálico (derecha).



**Figura 16.** Daños ocasionados por el sismo del 16 de abril del 2016 en las edificaciones de la Parroquia Santa Fe. Los daños ocasionados a esta vivienda son evidente en su techo y paredes cabe recalcar que debido a su deterioro, sufrió un daño mayor con cuarteamientos de uno hasta tres cm, esta vivienda está ubicada en la Comunidad de Verdepamba.



**Figura 17.** Los daños ocasionados a esta vivienda son evidente en sus paredes tienen cuarteamientos de uno hasta 5 cm, esta vivienda está ubicada en la Comunidad de Illapa.



**Figura 18.** Los daños ocasionados a esta vivienda se debe a su deterioro y a la ocurrencia del terremoto, sufrió un daño en las paredes con cuarteamientos de tres cm, esta vivienda está ubicada en la Comunidad de Chagcha.



**Figura 19.** Los daños ocasionados a esta vivienda son evidentes en el suelo de cimentación puesto que se encontró fisuras debido al pasado terremoto del 16 de abril, se puede evidenciar que esta vivienda ya no soportaría un evento de igual o mayor magnitud, esta vivienda está ubicada en la Comunidad de Chagcha.

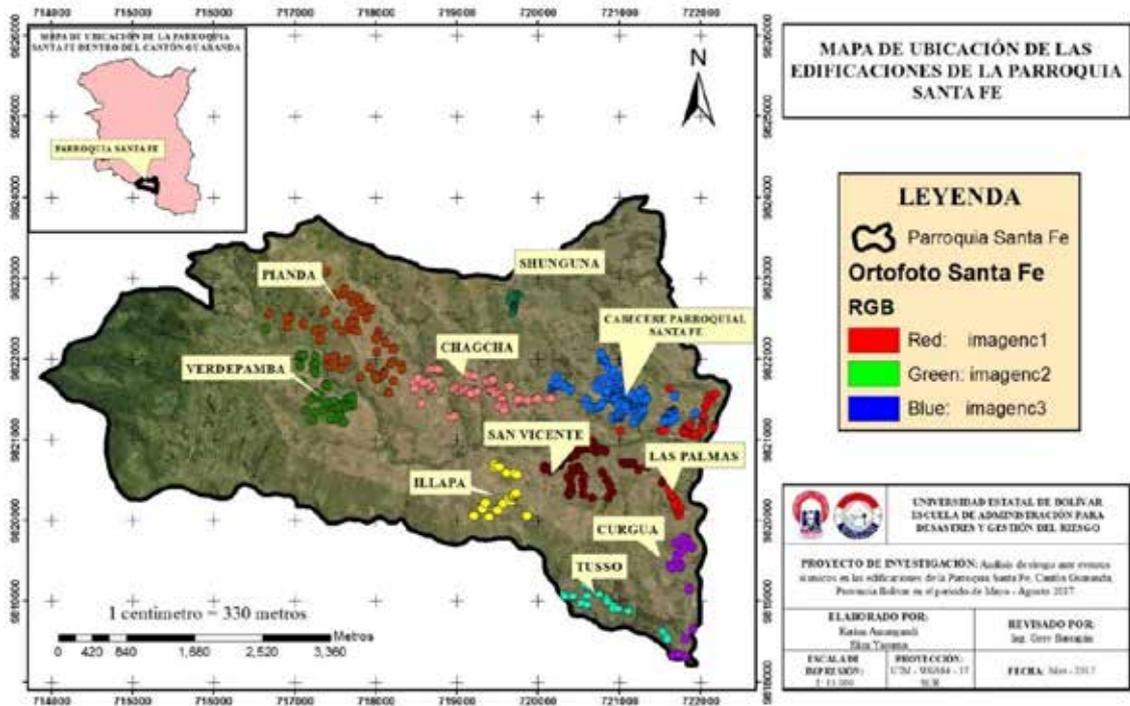


Figura 20. Mapa de ubicación de las Comunidades y Edificaciones de la parroquia Santa Fe.

La población y muestra que se tomó en cuenta en el proyecto es de 625 viviendas en las cuales se aplicó una ficha de observación para obtener datos cuantitativos y una encuesta para obtener datos cualitativos, la ficha nos servirá para realizar la evaluación físico-estructural y la encuesta para realizar el presente diagnóstico:

De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas tenemos que los habitantes de la Parroquia Santa Fe no tienen conocimientos referentes al tema de sismos, esto se debe a la falta de interés por parte de la población de la parroquia en general.

Se evidenció que el terremoto del 16 de abril produjo mayores daños en los componentes estructurales ya que se presenciaron fisuras en las paredes techos y pisos, también se produjeron daños no estructurales como rupturas en las ventanas, puertas y fisuras en las paredes divisorias, fallas en los sistemas eléctricos, agua entubada y alcantarillado en la cabecera parroquial.

La mayor parte de las edificaciones no cuenta con ningún plan relacionado a Gestión de Riesgos, por ende no tienen establecidos las rutas de evacuación, salidas de emergencia, señalética y ni un sistema de comunicación. Por tal razón se sugiere que cada una de las viviendas elabore un plan de emergencia familiar.

El presente diagnóstico indica que tanto la población como la infraestructura de las viviendas de la Parroquia Santa Fe se encuentran vulnerables ante eventos sísmicos, por ende formulamos medidas de reducción de riesgo frente a este evento para de esta manera reducir al máximo el riesgo. Se podría realizar actividades como charlas, talleres en los que se den a conocer temas referentes al problema para conjuntamente realizar un plan de Gestión de Riesgos en el que conste todos los lineamientos que se deben cumplir para salvaguardar las vidas humanas y así poder enfrentar el riesgo, para esta actividad se necesita que la población de la debida importancia y que participen en la ejecución de esta actividad.

Para determinar cuáles son las viviendas que aún pueden ser habitadas con referencia a los daños ya sean ocasionadas por la antigüedad de su construcción o daños provocados por el terremoto del 16 de Abril del 2016 se realiza la siguiente evaluación físico-estructural tomando en cuenta la metodología establecida por PNUD.

### EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES DE LA PARROQUIA SANTA FE

Mediante la Metodología propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se logró evaluar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones de la Parroquia Santa Fe, mediante el análisis de las diferentes variables de vulnerabilidad anexas a cada edificación. Esta evaluación tiene una gran importancia ya que permite conocer que tan vulnerable son las edificaciones en caso de que se presente el evento sísmico. La Parroquia Santa Fe está conformada por la cabecera parroquial y nueve comunidades que son: Pianda, Verdepamba, Chagcha, Shunguna, Las Palmas, San Vicente de las Tres Cruces, Curgua y San Rafael del Tusso. A continuación se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de las viviendas de la parroquia Santa Fe.

Tabla 35: Resultados obtenidos por el método del PNUD en las viviendas de la Parroquia Santa Fe.

PARROQUIA SANTA FE	
Nivel de Vulnerabilidad	Nº Vivienda
Segura	307
Media	317
Alta	1
Total	625

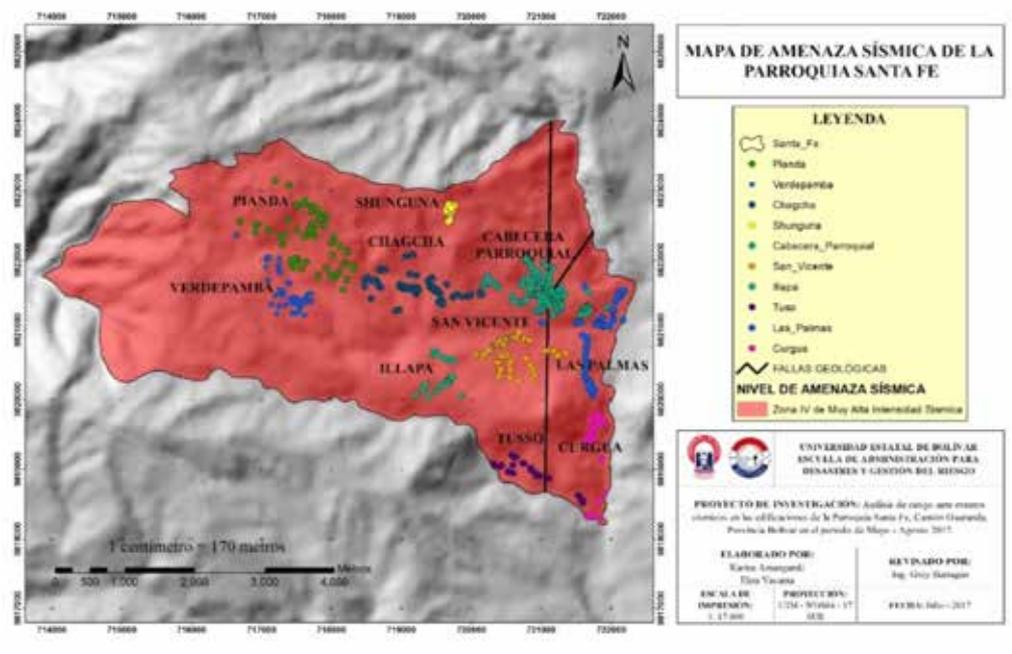


Figura 21. Mapa de amenaza sísmica de la parroquia Santa Fe

El gráfico indica la distribución porcentual de las viviendas por nivel de vulnerabilidad de toda la Parroquia Santa Fe; en la misma se puede observar que de las 625 viviendas estudiadas el 49.12% corresponden a viviendas seguras en caso de que el evento sísmico ocurra, que equivalen a 307 viviendas, luego sigue las edificaciones con vulnerabilidad media frente al evento sísmico que está representado con el 50.72% de la población total que equivale a 317 viviendas, y por último se observa que la vulnerabilidad alta de la edificación está representado con el 0.16% equivalente a 1 vivienda. Ya obtenidas los resultados de la evaluación del índice o valor de vulnerabilidad se elabora los mapas de riesgo sísmico; mediante el programa de ArcMap 10.2, que es un programa que utiliza la tecnología Sistemas de Información Geográfica (SIG), el mismo que incorpora la información obtenida de las edificaciones de la Parroquia Santa Fe; permitiendo de esta manera obtener una base de datos sobre los índices de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas.

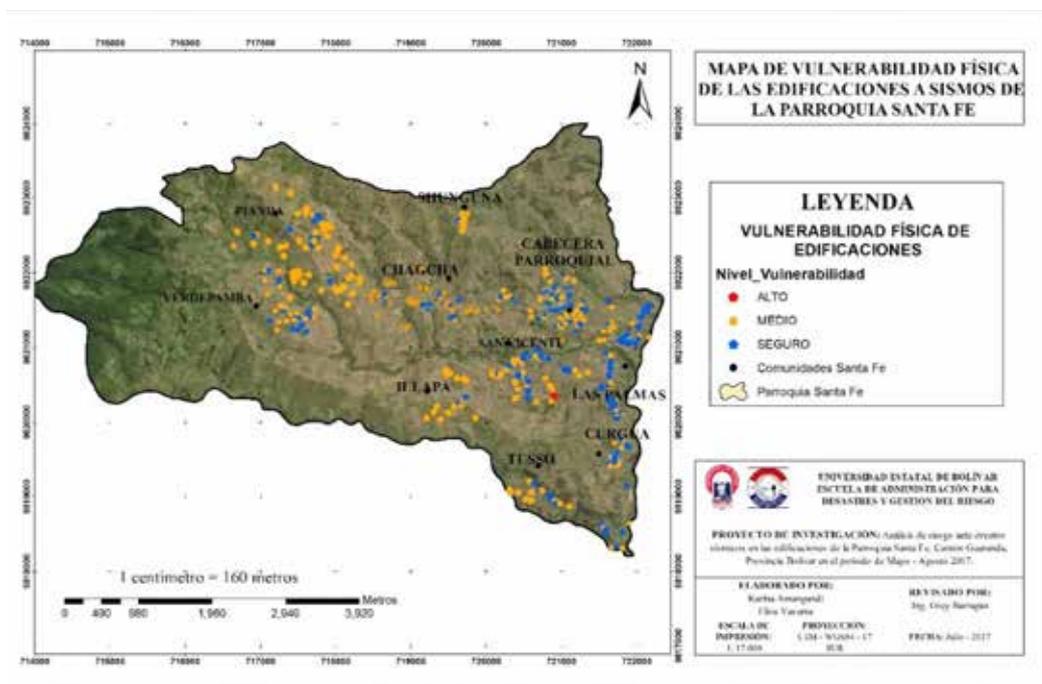


Figura 22. Mapa de Vulnerabilidad Física de las Edificaciones a Sismos de la Parroquia Santa Fe

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ANTE EVENTOS SÍSMICOS EN LA PARROQUIA SANTA FE.

Una vez realizado el diagnóstico y evaluado la vulnerabilidad de las edificaciones de la Parroquia Santa Fe, procedemos a formular medidas de reducción y prevención de riesgos ante eventos sísmicos con el fin de reducir el nivel de riesgo. Para reducir los riesgos frente al evento sísmico se debe tomar en cuenta y poner en práctica los siguientes tres componentes básicos:

El tema de gestión del riesgo es un tema que debe abrirse en las diferentes áreas e instancias; por ende el GAD-Parroquial y el GAD-Cantonal deben asumir el análisis de riesgo como una herramienta que permite diseñar y evaluar alternativas de acción con la finalidad de mejorar la toma de decisiones en los planes de desarrollo, para ello se requiere que se asuman estrategias y acciones para la gestión del riesgo a través de:

- Planificación y ordenamiento territorial con enfoque de gestión de riesgo.
- Códigos de construcción considerando las normas sísmos resistentes correspondientes. En estas normas hacen referencia a las medidas de construcción necesarias en cada una de las zonas potencialmente afectadas para de esta manera reducir los daños en las edificaciones.
- Mecanismos financieros para la finalización de las infraestructuras que se encuentran ubicados en los niveles de riesgo alto.
- Promoción de reforzamiento estructural de la infraestructura.
- Programas de culturización y gestión de riesgo. Ampliar la cultura del riesgo sísmico de tal manera que la población conozca las diferentes medidas que se pueden adoptar en los planes de emergencia; puntos de reunión, vías de evacuación, e incluso las medidas que pueden adoptar personalmente para reducir el daño en sus familias y bienes.

Según el artículo 140 de la ley del COOTAD indica que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD) adoptaran obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgo en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial. Para el caso de riesgo sísmico, los Municipios expedirán ordenanzas que reglamente la aplicación de normas de construcción y prevención. (Secretaria Gestión de Riesgo , 2014)

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Mediante la investigación se determinó que los componentes estructurales, no estructurales y funcionales de las edificaciones son vulnerables frente a eventos sísmicos, esto se evidencio en las diferentes edificaciones de la Parroquia debido a que son construcciones antiguas que en la mayoría fueron diseñadas por los mismos dueños y sin tomar en cuenta ninguna Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Mediante la evaluación de vulnerabilidad físico estructural, se determinó el nivel de vulnerabilidad a la que están expuestas las diferentes viviendas, esta evaluación fue muy importante ya que nos permitió conocer que tan vulnerables son las edificaciones en caso de que se presente el evento sísmico.

Se formularon medidas de prevención, mitigación y preparación ante eventos sísmicos para que la población tenga en cuenta lo importante y necesario que es conocer sobre los lineamientos que se debe seguir para actuar con prudencia y enfrentar los eventos sísmicos y salvaguardar sus propias vidas.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda al GAD Parroquial proporcionar charlas y capacitaciones a los propietarios, diseñadores y constructores para socializar y difundir las Normas Ecuatorianas de la Construcción para diseñar medidas técnicas y cumplir con los estándares establecidos por los códigos de construcción y además prepararse y adquirir habilidades para enfrentar el evento adverso, esto se realizara mediante el reforzamiento de viviendas que poseen daños, implementando materiales de buena calidad.

Se recomienda a los propietarios de las diferentes viviendas que de acuerdo a la evaluación físico estructural se intervenga con la reconstrucción de las viviendas que se encuentran en un estado de vulnerabilidad media, puesto que estas estructuras necesitan que se las mejoren

incrementando materiales de buena calidad, para que puedan resistir un evento sísmico y no pongan en peligro la vida de las personas que habitan en ellas.

Se recomienda que el GAD Parroquial socialice las medidas de prevención mitigación y preparación con todos los habitantes de la Parroquia, para que tengan conocimientos referentes al tema y que las futuras generaciones creen una cultura de prevención y construcción segura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alicante, U. d. (2015). Universidad de Alicante. En: <https://web.ua.es/es/urs/peligrosidad/peligrosidad-sismica.html>
- Biblioteca Médica Nacional CIDBIMENA. (2017). Universidad Autónoma de Honduras. Obtenido de [cidbimena.desastres.hn](http://cidbimena.desastres.hn)
- Buñay Guachizaca, L. G., & Tenelema Guaranga, F. A. (2014). Obtención de mapas del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas en el barrio la libertad de la ciudad de Riobamba. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Centro Nacional de Prevención de Desastres (2017). CENAPRED - MEXICO. En: <http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html> Comité Escuela Politécnica Nacional. (2017). Instituto Geofísico, Glosario. En: <http://www.igepn.edu.ec/glosario>
- Estacio, J., Yepez, F., & Ayala, D. (2012). Propuesta Metodológica Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal. Quito: AH/Editorial.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009). UNISDR Terminología sobre reducción del Riesgo de Desastres. En: [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- García Lopez, Y. G. (2014). Geografía. Una visión de tu espacio. México: Patria.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda. (2015). PDOT de la Parroquia Santa Fe. Guaranda.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2007). Microzonificación Sísmica y Estudios de Amenaza Sísmica de la Ciudad de Guaranda. Guaranda.
- James, D., & Vervaeck, A. (2017). En: <https://es.earthquake-report.com/>
- Lozano, O. (2011). Riesgo Sísmico y Medidas de Reducción del Riesgo en el Centro Histórico de Lima. Lima: Peru.
- Lutgens, F. K., & Tarbuck, E. J. (2005). Ciencias de la Tierra. Pearson Educación.
- Mejía Delgado, H. (2011). Gestión Integral de Riesgos y Seguros. Bogotá: Eco Ediciones.
- Melone, S. (2003). Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s.f.). En: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec>
- Ministerio de Salud Subdirección de Urgencias, Emergencias y Desastres. (2007). Plan integral de seguridad hospitalaria. En: <http://cidbimena.desastres.hn>
- Nacional Técnica para el Conocimiento del Riesgo. (2017). Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. Bogotá.
- Portal Educativo (2009). Portal Educativo. En: <https://www.portaleducativo.net/cuarto-basico/745/Sismos>
- Portuguez, C., & Mena, D. (2012). Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana del Cantón Guaranda. Guaranda.
- Quiero Aprender (s.f.). En: <http://www.eird.org/fulltext/ABCDesastres/teoria/terremoto.htm>
- Quiroz, G. (18 de Abril de 2016). El Comercio. Obtenido de <http://www.elcomercio.com>
- Secretaría Gestión de Riesgo (2014). Secretaría Gestión de Riesgo. En: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/reformas-al-cootad-se-publico-en-registro-oficial/>
- Taringa. (13 de Marzo de 2011). Taringa. Obtenido de Historia de los terremotos en el Ecuador: <http://www.taringa.net>
- Toulkeridis, T. (editor), 2015a: Amenazas de Origen Natural y Gestión del Riesgo en el Ecuador. Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador: 180 pp.

- Toulkeridis, T. (editor), 2015b: Algunos elementos fundamentales en el manejo de reducción de riesgo de desastres. Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador: 182 pp.
- Toulkeridis, T., 2011: Volcanic Galápagos Volcánico. Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364 pp
- Toulkeridis, T., 2013: Volcanes Activos Ecuador. Santa Rita, Quito, Ecuador: 152 pp
- Toulkeridis, T., Chunga, K., Rentería, W., Rodríguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D´Howitt, M., Besenon, D., Ruiz, H., Parra, H. and Vera-Grunauer, X., 2017c: The 7.8 Mw Earthquake and Tsunami of the 16<sup>th</sup> April 2016 in Ecuador - Seismic evaluation, geological field survey and economic implications. Science of tsunami hazards, 36: 197-242.
- Toulkeridis, T., Mato, F., Toulkeridis-Estrella, K., Perez Salinas, J.C., Tapia, S. and Fuertes, W., 2018: Real-Time Radioactive Precursor of the April 16, 2016 Mw 7.8 Earthquake and Tsunami in Ecuador. Science of tsunami hazards, 37: 34-48.
- Toulkeridis, T., Parra, H., Mato, F., Cruz D´Howitt, M., Sandoval, W., Padilla Almeida, O., Rentería, W., Rodríguez Espinosa, F., Salazar martinez, R., Cueva Girón, J., Taipe Quispe, A. and Bernaza Quiñonez, L., 2017b: Contrasting results of potential tsunami hazards in Muisne, central coast of Ecuador. Science of tsunami hazards, 36: 13-40
- Ugalde, A. (2009). Terremotos: Cuando la Tierra tiembla. Madrid: CSIC-CSIC Press.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2015). Unidad Nacional para la Gestión del riesgo de Desastres- Colombia. Obtenido de <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co>
- Universidad de Alicante (2015). Universidad de Alicante. En: <https://web.ua.es/es/urs/peligrosidad/peligrosidad- sismica.html>
- Universidad de Oriente (2012). Centro de Sismología. En: <http://csudo.sucru.edu.ve/glosario>
- Zobin, V. (2003). Los Terremotos y sus Peligros: ¿Cómo sobrevivir a ellos? México.
- Zúñiga Dávila, R. (2011). Posgrado en Ciencias de la Tierra Centro Geociencias. Madrid.