

FACTORES GEODINÁMICOS DE LA FALLA GEOLÓGICA PALLATANGA-RIOBAMBA Y SU INFLUENCIA EN LA VULNERABILIDAD DEL ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA SANTIAGO-PROVINCIA BOLÍVAR, ECUADOR

Mariuxi Pamela Llumiguano Yanza y Grey Barragán Aroca*

Universidad Estatal De Bolivar, Guaranda, Ecuador

*Autor de correspondencia: greybarragan@gmail.com

Recibido: 26 de marzo 2018, aceptado después de revisión al 30 de abril de 2018.

RESUMEN

La parroquia Santiago, hace 220 años presenta en su topografía fallas geológicas que atraviesan la Loma de Fátima hacia distintas direcciones, cubriendo la mayor parte urbana, se encuentra ubicada en la Zona IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, también está localizada en una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa, realizando un estudio de los factores geodinámicos de la Falla geológica Pallatanga-Riobamba y su influencia en la vulnerabilidad del área urbana de la Parroquia Santiago. El área urbana de la parroquia tiene un área de 11,5ha como objeto de estudio dentro del proyecto de investigación; analizando la vulnerabilidad física de las viviendas e instituciones públicas del área urbana de la parroquia. Las técnicas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto fueron: revisión bibliográfica en libros, internet, salidas de campo al área de estudio y levantamiento de información a través de encuestas aplicadas a la población de y a los directivos de las instituciones de la parroquia. Para el análisis de la vulnerabilidad en las viviendas e instituciones públicas de la parroquia se realizó trabajo de campo, donde se aplicó una encuesta implementando la metodología del (PNUD 2012) permitiendo recopilar información relevante del sistema estructural de las 130 viviendas y 9 instituciones públicas encuestadas además se determinó los factores geodinámicos más relevantes en la zona de estudio. Mediante la investigación se comprobó que la población es vulnerable y susceptible ante eventos adversos, representada en un rango de vulnerabilidad media por manifestar deterioro de la infraestructura de las edificaciones como: grietas, fisuras, agrietamientos por ende se elabora el manual de protocolo de actuación ante eventos adversos institucional con el fin de reducir o mitigar las pérdidas de vidas humanas y materiales.

Palabras clave: fallas geológicas, intensidad sísmica, Parroquia Santiago, sistema estructural, vulnerabilidad

ABSTRACT

The parish of Santiago, presents since 220 years ago, in its topography geological faults that strike the Loma de Fátima in different directions, covering most of the urban area. The site is located in Zone IV of Very High Seismic Intensity, it is also located in a high zone of susceptibility to mass movements. We performed a study of the geodynamic factors of the Pallatanga-Riobamba geological fault and its influence on the vulnerability of the urban area of the Santiago Parish. The urban area of the parish has an area of 11.5ha, where we analyzed the physical vulnerability of homes and public institutions in the urban area of the parish. The techniques that have been used for the development of the project have been bibliographic, review in books, internet, field trips to the study area and information gathering through surveys applied to the population of and to the directors of the parish institutions. For the analysis of the vulnerability in the homes and public institutions of the parish, field work has been conducted, where a survey has been applied implementing the methodology of the (UNDP 2012) allowing to collect relevant information of

the structural system of the 130 dwellings and 9 public institutions surveyed. In addition, the most relevant geodynamic factors in the study area have been determined. Through the investigation, we were able to prove that the population is vulnerable and susceptible to adverse events, represented in a range of medium vulnerability due to the deterioration of the infrastructure of the buildings such as cracks, fissures and cracks. Therefore, the use of the manual of protocol of action prior adverse institutional events in order to reduce or mitigate the loss of human and material lives is highly recommended.

Keywords: geological faults, seismic intensity, Santiago Parish, structural system, vulnerability

INTRODUCCIÓN

El Ecuador desde el punto de vista geodinámico se ubica en una zona de alta sismicidad, tectonismo y volcanismo activo, debido a que nuestro país se localiza en el límite convergente de dos placas tectónicas, la placa de Nazca y la placa Sudamericana, que forman una zona de subducción. La energía que emite este proceso se manifiesta en los factores geodinámicos internos, pero también existen factores geodinámicos externos (fenómenos de remoción de masa) ya sea por evolución natural del relieve o bien provocados o desencadenados por la actividad antrópica, estos han causado en la mayoría de los casos víctimas y pérdidas económicas. (PILCO, 2013)

La parroquia Santiago, hace 220 años presenta en su topografía fallas geológicas que atraviesan la Loma de Fátima hacia distintas direcciones, cubriendo la mayor parte urbana, se encuentra ubicada en la Zona IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, también está localizada en una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa. (GAD SAN MIGUEL, 2015).

Entre los factores geodinámicos que pueden afectar al deterioro del sistema estructural de las edificaciones 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) (CENAPRED-MEXICO, 2017). En relación al tema nos enfocaremos en los eventos suscitados de mayor relevancia en la parroquia son los siguientes:

- El 4 de febrero de 1797 se produjo el mayor sismo ocurrido en el Valle Interandino, el mismo que ocasiono graves daños en la localidad con una intensidad VIII. (IGEPN, 2017)
- El 17 de marzo del 2014 por las fuertes lluvias se produjo un deslizamiento de un talud de 12 metros el cual afecto a una vivienda. (UEB, 2008)
- El 25 de junio del 2014 se presentó un deslizamiento de un talud de 40 metros afectando la tubería de conducción del agua potable de la parroquia. (UEB, 2008)
- El Sismo del 16 de abril del 2016 afecto varias viviendas de la localidad dejando daños en la infraestructura de las mismas. (UEB, 2008)

El proyecto de investigación se realiza con el fin de determinar los factores geodinámicos y su influencia en la vulnerabilidad de las edificaciones del área urbana de la Parroquia.

La parroquia Santiago evidencia edificaciones construidas en épocas antiguas, donde existía un déficit en las Norma Ecuatorianas de la Construcción (2015); evidenciándose una población altamente vulnerable ante eventos adversos por lo que fue necesario elaborar un

manual de protocolos de actuación ante eventos adversos institucional de la parroquia con el fin de minimizar las pérdidas de vidas humanas, materiales y contaminación ambiental.

El Ecuador desde el punto de vista geodinámico se ubica en una zona de alta sismicidad, tectonismo y volcanismo activo, debido a que nuestro país se localiza en el límite convergente de dos placas tectónicas, la placa de Nazca y la placa Sudamericana, que forman una zona de subducción. La energía que emite este proceso se manifiesta en los factores geodinámicos internos, pero también existen factores geodinámicos externos (fenómenos de remoción de masa) ya sea por evolución natural del relieve o bien provocados o desencadenados por la actividad antrópica, estos han causado en la mayoría de los casos víctimas y pérdidas económicas. (PILCO, 2013)

La Provincia Bolívar está situada en la parte centro oeste del Ecuador ubicándose en la zona sísmica de 4ª escala MKS que representa alta peligrosidad, esto se debe a que está rodeada de un sistema de fallas activas tanto regionales (falla de Pallatanga), como locales (falla del río Chimbo, falla del río Salinas). (NEC, 2015)

El cantón San Miguel, debido a su topografía irregular, suelos poco consolidados ha sido afectado por varios deslizamientos translacionales los mismos que se presentan anualmente, especialmente en períodos de invierno, siendo los años de mayor afectación en 1982-1983, 1997-1998, 2008-2010 (UEB, 2008)

Se encuentra en una zona de alta sismicidad por su cercanía a fallas geológicas como la de Pallatanga y del río Chimbo lo que hace que su mayor parte del territorio presente una alta susceptibilidad a los deslizamientos translacionales y a sismos. La parroquia Santiago, constituida hace 220 años presenta en su topografía fallas geológicas que atraviesan la Loma de Fátima hacia distintas direcciones, cubriendo la mayor parte urbana, se encuentra ubicada en la Zona IV de Muy Alta Intensidad Sísmica (NEC, 2015), también está localizada en una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa. (GAD SAN MIGUEL, 2015).

Por tal razón he visto la necesidad de realizar el presente proyecto de investigación, permitiendo analizar el nivel de vulnerabilidad físico estructural de las viviendas e instituciones públicas del área urbana de la parroquia Santiago y la elaboración del manual de protocolo de actuación ante eventos adversos de las instituciones públicas de la parroquia minimizando las pérdidas de vidas humanas y económicas.

FALLA GEOLÓGICA PALLATANGA-RIOBAMBA

Está ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Pallatanga, parroquia Santiago prolongándose hasta el Golfo de Guayaquil y la isla Puná. Se le atribuye la destrucción total de Riobamba en el año 1797 (GAD PALLATANGA, 2014). El sismo histórico de 1797 en la región de Riobamba (Ecuador) sismo de una magnitud estimada de 7,5 en la escala de Richter se considera como uno de los sismos de corteza más importantes que ha afectado a América del Sur, y se estima que corresponde a la ruptura de una falla sobre una longitud de 100 km aproximadamente (GAD PALLATANGA, 2014)

Los estudios llevados a cabo hasta el día de hoy permitieron atribuir el sismo a la ruptura de un segmento de la falla de Pallatanga (sobre 100 km de distancia), el mismo que forma parte de un sistema más amplio. (GAD PALLATANGA, 2014)

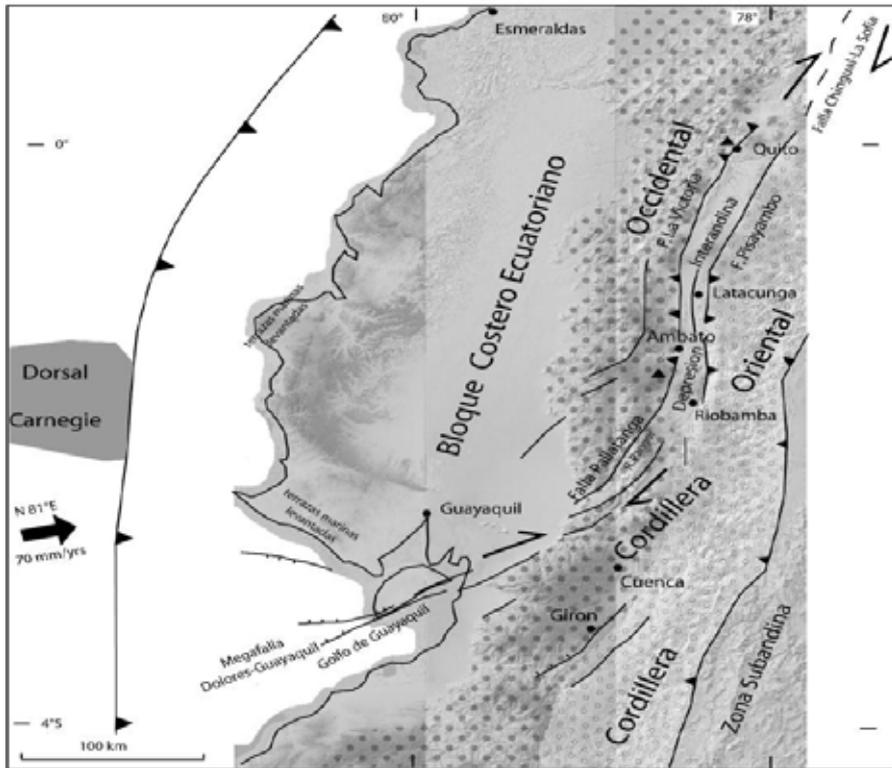


Figura 1. Principales rasgos morfo-estructurales de los Andes de Ecuador (Lavenu, 2006)

TABLA 1. SISMO DE MAYOR INTENSIDAD DE LA PARROQUIA SANTIAGO (4 de febrero de 1797 terremoto de Riobamba). ((IGEPN Catalogo Sísmico, año 2018)

LOCALIDAD		COORDENADAS		ALTITUD	DISTANCIA		ACIMUT	INTENSIDAD
Lugar	Provincia	LAT.	LONG.	(m)	EPI.	HIP.		(MSK)
Santiago	Bolívar	-1.70	-78.99	2600	57	66	238	8

RIESGOS GEODINÁMICOS INTERNOS

Para la parroquia Santiago, dos son los eventos asociados a la geodinámica de tipo endógena, los sísmicos y volcánicos. El riesgo sísmico es la expresión de la peligrosidad sísmica en términos de pérdidas las cuales son ocasionadas por las acciones sobre las construcciones la geotectónica del Ecuador, está controlado por el mecanismo de subducción de la placa Oceánica de Nazca, bajo la placa Continental Sudamericana (Fig.02). La placa Oceánica se desplaza en sentido Oeste – Este. Lleva consigo la cordillera de Carnegie que se subduce a 57 mm/a con un azimut de -100° bajo el margen ecuatoriano. (Equipo, 2004)

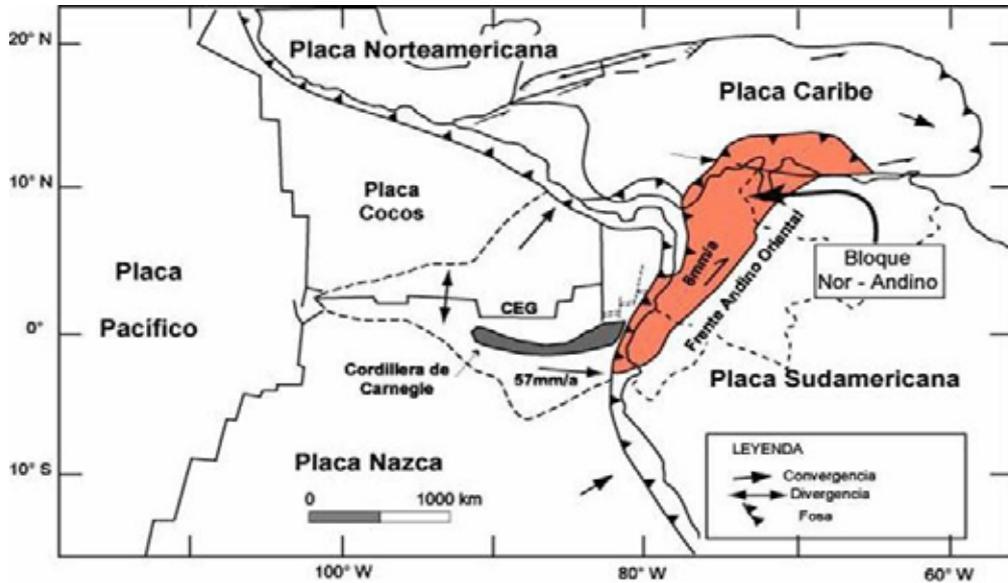


Figura 02. Esquema Geodinámico Actual del Ecuador (IGEPN 2007)

La colisión de estas placas da origen a la generación de esfuerzos de tipo compresional y tensional. La fricción y los procesos termodinámicos en el área de contacto de las dos placas, y en especial en los segmentos más profundos de la placa descendente (Fig.03), son los generadores de una intensa actividad sísmica y de magmas, que posteriormente formarán cuerpos plutónicos, edificios volcánicos o reactivación de los mismos. (Benioff, 1949)

Para la región geográfica de la zona subandina, se identifican 2 familias de eventos, la primera agrupa los eventos superficiales relacionadas con fallas corticales originadas por el levantamiento y convergencia de la cordillera Real hacia el este y, la segunda familia, la que agrupa a los sismos profundos debidos a fenómenos de desgarre de la placa subducida que la zona al norte, se encuentra a una profundidad de hasta unos 240 km. mientras que hacia el sur, es menos profunda, alcanzando valores entre 130 y 170 km. Localmente para la zona de estudio, la parroquia Santiago, los riesgos geodinámicos internos por acción sísmica se pueden agrupar en dos eventos:

Sismos asociados fallas geológicas locales en el territorio provincial se observan muchas fracturas y fallas longitudinales y transversales, generalmente tienen rumbos noreste-suroeste y noroeste - sureste, en ambos casos con pequeños ángulos de inclinación. Sismos profundos producto de la subducción de las placas tectónicas.

La influencia de la falla regional de Pallatanga.

Por lo tanto, la amenaza sísmica para este sector es muy alto. A esto se suma la intervención de factores condicionantes y desencadenantes como la mala calidad de la roca y del suelo, y los espacios vacíos creados en el subsuelo respectivamente. La historia sísmica del Ecuador inicia en 1541, donde en un lapso de 458 años (hasta 1999) ocurrieron en nuestro territorio 37 terremotos de intensidad igual o mayor a VIII (Escala Internacional de Mercalli) grado hasta el cual se presentan daños de consideración, y 96 eventos sísmicos de intensidad VI, grado hasta el cual se presentan daños leves. (IGEPN, 2017)

A continuación, se detallan los sismos de mayor connotación en el área de estudio

TABLA 2: CARACTERIZACIÓN DE SISMOS DE INTENSIDAD VIII (MSK) EN EL ÁREA DE ESTUDIO (IGEPN 2007)

FECHA / MAGNITUD	INTEN- SIDAD EN EPICEN- TRO	INTEN- SIDAD EN GUARANDA	DISTANCIA APROX. DEL EPICENTRO AL ÁREA EN KM.	DESCRIPCIÓN DE PRINCIPALES EFECTOS DE SISMOS REGIONAL Y LOCALES
29/08/1674 Ms=7.0	IX	VIII	11.8	Sismo anterior a la época instrumental. Destrucción de Chimbo, Alausí y pueblos circundantes. Grandes deslizamientos en laderas. Se represó el río Chimbo. Intensidades máximas probables entre VII y VIII Las intensidades se reportan hasta Riobamba antigua, por lo que es seguramente de carácter superficial En la Provincia de Bolívar se reportan intensidades de VIII
04/02/1797 Ms=8.3	XI	VIII	53.4	El 4 de febrero de 1797 se produjo del mayor sismo ocurrido en el Valle Interandino (EMAP-Q, 1988) alcanzando una intensidad de XI alrededor de Riobamba Antigua; esta elevada intensidad puede haberse asignado por los estragos que causó el deslizamiento del cerro Cullca, muy cercano a la ciudad. Se produjeron grandes deslizamientos en una zona muy amplia comprendida entre Guamote hasta Latacunga; lo más grandes parecen haber sido confinados a los valles de los ríos Patate, Chambo y en el Pastaza, aguas abajo del puente de Las Juntas. Juan de Velasco (1970), estima en 40.000 las víctimas causadas por el sismo, aunque en el catálogo de CERESIS (1985), este número es mucho menor. En Quito ubicado a unos 170 km al norte del área
				epicentral, ocasionó gran destrucción, especialmente en las iglesias, por lo que se estimó una intensidad de VII a VIII (CERESIS, 1985). En Guamote intensidad de X, en Guasuntos, Tixán, Alausí, Sibambe y Chunchi, produjo intensidades de VIII. En la provincia de Bolívar se han reportado intensidades de VIII para: Salinas, Simiatug, San Lorenzo, Chimbo, Santiago , Tarigagua, San Miguel y Chimbo, una intensidad de VII en Chillanes.
23/09/1911 Ms=6.3	VIII	VIII	16.3	Sismo sin dato de profundidad, ocurrido el 23 de septiembre, relacionado con la falla de Pallatanga, que causó serios estragos en Cajabamba, Guaranda y Guano, el 90% de las edificaciones quedaron afectadas La intensidad en Alausí llegó a VI grados y a VIII en Guaranda . Por su relación espacial con la falla de Pallatanga y por su patrón de daños, su profundidad debe ser somera. La magnitud puede estar sobrestimada a partir del cálculo de intensidad.

16/04/2016				A las 18h58 del 16 de Abril del 2016 tuvo lugar un terremoto de intensidad de 7,8°, con epicentro en Cojimies y Pedernales, el mismo que provoca 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.
Ms=7.8				

Como se indicó anteriormente, según la base de datos que se detalla, en el área de estudio se han registrado varios eventos sísmicos (de 1674 al 2016), siendo los eventos de intensidad VIII los de mayor connotación:

- Sismo del año 1797, el de mayor intensidad registrada en el país, que en el epicentro fue de XI MSK, la que también podría haber ocasionado graves daños en la localidad el mismo que tuvo intensidad VIII MSK, aunque no se tiene mayores detalles de los daños. (IGEPN, 2017)
- Sismo del 2016 que tuvo grandes afectaciones en las viviendas de la localidad (infraestructura de las viviendas). (IGEPN, 2017)



Cuarreamiento de la mampostería estructural

Figura 3. Viviendas afectadas por el sismo del 16-abril-2016

PARROQUIA SANTIAGO

TABLA 3. DATOS GENERALES DE LA PARROQUIA SANTIAGO (GAD SANTIAGO, 2014)

Nombre del GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Santiago
Fecha de creación de la parroquia	El 24 de octubre de 1837.
Población total	1749 habitantes.
Extensión	5210.86 Ha.
Límites de la Parroquia.	

NORTE	Parroquia San Lorenzo, cantón Guaranda.
SUR	Parroquia San Vicente, cantón San Miguel y parroquia Cañi, cantón Colta, provincia de Chimborazo.
ESTE	Parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.
OESTE	Parroquia Matriz, cantón San José de Chimbo y parroquia Matriz, cantón San Miguel.
Rango Altitudinal	2.302 - 4.320 m.s.n.m.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La parroquia Santiago se localiza geográficamente al nororiente del Cantón San Miguel.



Figura 4: Fotografía 02. PARROQUIA SANTIAGO (Google Earth, año 2018)

ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA PARROQUIA SANTIAGO

Su primer nombre fue San Rafael de Cumbipamba sin embargo según la tradición del poblado, un grupo de españoles pernoctaron en el lugar quienes fieles a su devoción llevaban una imagen del patrono de Galicia y por el buen trato recibido determinaron dejarla y desde allí lleva el nombre de Santiago. La parroquia Santiago tiene una existencia propia a partir del 24 de octubre de 1837 perteneciendo a San Lorenzo. El 10 de enero de 1877 pasa a pertenecer al Cantón San Miguel. La zona en la que se encuentra asentada la Cabecera Parroquial de Santiago es poco plana, de escasa extensión.

La colina que le sirve de apoyo ha resistido múltiples deslizamientos que la han amenazado constantemente. Se registra en 1778, 1908 y 1910 estas amenazas no intimidaron a sus habitantes. Santiago está atravesado por cuatro ríos, Santiago, El Chimbo, Tatahuazo y El Ungubí. La parroquia Santiago tiene una superficie de 71,127.189, 8 m²; expresado en 7.112,72 ha; expresado en 71,12 km². La mínima altura es de 2.302 m.s.n.m y la máxima altitud de la parroquia Santiago es de 4.320 m.s.n.m.

METODOLOGIA

Ficha de evaluación y ponderación de la vulnerabilidad físico estructural de edificaciones urbanas. La ficha se elaboró aplicando la metodología propuesta por el PNUD, la misma que se aplicó a cada uno de los propietarios de las edificaciones de la Parroquia. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos. Se aplicó una encuesta para cada propietario de las viviendas obteniendo información de las:

130 viviendas resididas que conforman el área urbana de la Parroquia Santiago y
9 instituciones Públicas: UPC Santiago, Sub-centro de Salud, Colegio Santiago, Escuela Santiago, Escuela de Educación Inicial “ELIAS POVEDA MESTANZA”, Iglesia, Carpintería y el Coliseo.

Se ha considerado la iglesia y la carpintería como edificación pública por ser un centro de concentración masiva de personas, generando vulnerabilidad en la población al momento de suscitarse un evento adverso. Para la estimación del nivel 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, aplicándose en las 130 viviendas resididas y en las 9 Instituciones Públicas que conforman la Parroquia.

Las variables a considerarse son:

- Sistema estructural de la edificación
- Tipo de material en paredes
- Tipo de cubierta
- Sistema de entresijos
- Número de pisos
- Año aproximado de construcción
- Estado de conservación
- Características del suelo topografía del sitio
- Forma de la construcción

En el presente proyecto se utilizará la metodología propuesta por el (PNUD 2012), el mismo 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, deslizamientos y erupciones volcánicas.

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, deslizamientos y erupciones volcánicas para calificarla de manera cualitativa y, ponderar los resultados con el objetivo de encontrar el valor o índice de vulnerabilidad para cada edificación Institucional.

Para evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones 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 2012).

El tipo de sistema resistente 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.

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.

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

El sistema de entresijos 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 o mixta.

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.

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

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

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.

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

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

Como se observa en la **tabla 4 los Indicadores de las Variables**, 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 a la amenaza sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas. Acorde el indicador desciende en una característica más débil que otra, el valor aumenta. Los indicadores de cada variable son multiplicados por los pesos de ponderación asignados. En la siguiente tabla se puede observar las ponderaciones asignadas a cada variable:

TABLA 4. INDICADORES DE LAS VARIABLES (PNUD 2012)

DIMENSIÓN	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	ESCALA/ ITEMS	INDICADOR			
SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN	DESCRIBE LA TIPOLOGIA ESTRUCTURAL PREDOMINANTE EN LA EDIFICACIÓN	HORMIGÓN ARMADO	0	1	5	10
		ESTRUCTURA METALICA	0	1	5	10
		ESTRUCTURA DE MADERA	0	1	5	10
		MIXTA(MADERA/HORMIGÓN)	0	1	5	10
		MIXTA(METALICA/HORMIGÓN)	0	1	5	10
TIPO DE MATERIAL EN PAREDES (MAMPOSTERIA)	DESCRIBE EL MATERIAL PREDOMINANTE UTILIZADO EN LAS PAREDES DIVISORIAS DE LA EDIFICACIÓN	PARED DE LADRILLO	0	1	5	10
		PARED DE BLOQUE	0	1	5	10
		PARED DE PIEDRA	0	1	5	10
		PARED DE ADOBE	0	1	5	10
TIPO DE CUBIERTA	DESCRIBE EL TIPO DE MATERIAL UTILIZADO COMO SISTEMA DE CUBIERTA DE LA EDIFICACIÓN	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	1	5	10
		ZINC	0	1	5	10
		FIBROCEMENTO (ETERNIT)	0	1	5	10
		TEJA	0	1	5	10
SISTEMA DE ENTREPISOS	DESCRIBE EL TIPO Y MATERIAL UTILIZADO PARA EL SISTEMA DE LOS PISOS DIFERENTES A LA CUBIERTA	VIGAS DE MADERA	0	1	5	10
		ENTRAMADO MADERA	0	1	5	10
		ENTRAMADO HORMIGÓN	0	1	5	10
NÚMERO DE PISOS	SE CONSIDERA EL NUMERO DE PISOS COMO UNA VARIABLE DE VULNERABILIDAD DEBIDO A QUE SU ALTURA INCIDE EN SU COMPORTAMIENTO	1 PISO	0	1	5	10
		2PISOS	0	1	5	10
		3PISOS	0	1	5	10
AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN	PERMITE TENER UNA IDEA DE LA POSIBLE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO DE DEFENSA CONTRA LA AMENAZA	ANTES DE 1970	0	1	5	10
		ENTRE 1971 Y 1980	0	1	5	10
		ENTRE 1981 Y 1990	0	1	5	10
		ENTRE 1991 Y 2010	0	1	5	10
		ENTRE 2011 Y 2017	0	1	5	10
ESTADO DE CONSERVACIÓN	EL GRADO DE DETERIORO INFLUYE EN LA VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN	BUENO	0	1	5	10
		ACEPTABLE	0	1	5	10
		REGULAR	0	1	5	10
		MALO	0	1	5	10
CARACTERISTICAS DEL SUELO	EL TIPO DE TERRENO INFLUYE EN LAS CARACTERISTICAS DE VULNERABILIDAD FISICA	FIRME, SECO	0	1	5	10
		INUNDABLE	0	1	5	10
		CIENEGA	0	1	5	10
		RELLENO	0	1	5	10
TOPOGRAFIA DEL SITIO	LA TOPOGRAFIA DEL SITIO DE CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION INDICA POSIBLES DEBILIDADES FRENTE A LA AMENAZA	TERRENO A NIVEL PLANO	0	1	5	10
		BAJO NIVEL DE CALZADA	0	1	5	10
		SOBRE NIVEL DE CALZADA	0	1	5	10
		ESCARPE	0	1	5	10
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	LA PRESENCIA DE IRREGULARIDAD EN LA EDIFICACION GENERA VULNERABILIDADES	REGULAR	0	1	5	10
		IRREGULAR	0	1	5	10
		IRREGULARIDAD SEVERA	0	1	5	10

TABLA 5. PONDERACIÓN (SISMICA-DESLIZAMIENTOS-ERUPCIONES VOLCÁNICAS)

DIMENSION	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	ESCALA/ ITEMS	INDICADOR	PONDERACION SISMICA	PONDERACION DESLIZAMIENTO	PONDERACION VOLCANICA
Sistema estructural de la edificación	Describe la tipología estructural predominante en la edificación	Hormigón armado	0 1 5 10	1,2	0,8	0,5
		Estructura metálica	0 1 5 10			
		Estructura de madera	0 1 5 10			
		Mixta(madera/hormigón)	0 1 5 10			
Tipo de material en paredes (mampostería)	Describe el material predominante	Mixta(metálica/hormigón)	0 1 5 10	1,2	0,8	0,8
		Pared de ladrillo	0 1 5 10			
Tipo de cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación	Pared de bloques	0 1 5 10	1,2	0,8	0,8
		Pared de adobe	0 1 5 10			
		Losa de hormigón armado	0 1 5 10			
Sistema de entrepisos	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación	Zinc	0 1 5 10	1	N/A	3
		Fibrocemento (Fibrenit)	0 1 5 10			
Número de pisos	Describe el tipo y material utilizado para el sistema de los pisos diferentes a la cubierta	vigas de madera	0 1 5 10	1	N/A	N/A
		Entramado madera	0 1 5 10			
	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad	Entramado hormigón	0 1 5 10	0,8	0,8	1
		1 piso	0 1 5 10			
		2pisos	0 1 5 10			
	debido a que su altura incide en su comportamiento	3pisos	0 1 5 10			
Año aproximado de construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza	Antes de 1970	0 1 5 10	1	0,8	0,4
		Entre 1971 y 1980	0 1 5 10			
		Entre 1981 y 1990	0 1 5 10			
		Entre 1991 y 2010	0 1 5 10			
Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación	Entre 2011 y 2017	0 1 5 10	1	0,8	0,5
		Bueno	0 1 5 10			
Características del suelo	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad	Aceptable	0 1 5 10	1	0,8	0,5
		Regular	0 1 5 10			
Topografía del sitio	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza	Malo	0 1 5 10	0,8	2	0,8
		Irregular	0 1 5 10			
		Irregularidad severa	0 1 5 10			
Forma de la construcción	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza	Irregularidad severa	0 1 5 10	0,8	4	3
		Regular	0 1 5 10			
		Irregular	0 1 5 10	1,2	N/A	N/A

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 6. Nivel de vulnerabilidad (PNUD, 2012).

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 33 Puntos
Media	34 a 65 Puntos
Alta	66 a 100 Puntos.

Para la correlación de la vulnerabilidad del área urbana con la geodinámica y la Falla Geológica se recolectó información mediante 13 ítems/parámetros considerándose los siguientes:

- Numero de eventos registrados
- Ocurrencia de eventos
- Zona expuesta al evento
- Grietas en el suelo
- Fisuramientos en las viviendas
- Colapso de viviendas
- Colapso de cubiertas
- Grietas en las vías
- Hundimientos
- Agrietamientos
- Ruptura del sistema de alcantarillado
- Taponamiento de alcantarillado
- Afectación al sistema de agua potable

De acuerdo a los datos obtenidos se realizó el manual de protocolo de actuación ante eventos adversos para las instituciones públicas de la parroquia Santiago. Para el procesamiento de información se digitalizó los resultados que arrojaron las encuestas, para lo que se utilizó programas informáticos como Excel, Word. Dando como resultados cada uno de los indicadores en cuadros y gráficos estadísticos

RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en el presente proyecto:

Resultados de la evaluación y ponderación de la vulnerabilidad de las viviendas (particulares)

Tabla 7. Caracterización de la vulnerabilidad física de las viviendas.

1. ¿Cuál es la tenencia de la vivienda?		
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
PROPIA	120	92%
PRESTADA	10	8%
TOTAL	130	100%

Según estadísticas del (INEC, 2010) en Santiago existe: el 68% de viviendas propias, el 3% la están pagando, 11% heredada o donada, el 13% prestada, el 2% por servicios y el 3%

arrendada. En el área urbana de la parroquia Santiago la gran parte de las viviendas son propias, mientras una minoría son prestadas por familiares que emigraron de la parroquia a otras ciudades, esto nos permite conocer el número de familias vulnerables frente a riesgos naturales, antrópicos o tecnológicos y el número de damnificados estimados en el momento de la emergencia.

Tabla 8: ¿Cuál es la vulnerabilidad física de las viviendas de la parroquia?

SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN.		
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
HORMIGÓN ARMADO	10	8%
ESTRUCTURA DE MADERA	110	84%
MIXTA (MADERA/HORMIGÓN)	10	8%
TOTAL	130	100%

Según estadísticas del (INEC, 2010) en Santiago existen 657 viviendas que corresponde al tipo de vivienda: el 92% son casas, el 4% mediagua, el 1% rancho, el 1% covacha y el 2% choza. Las edificaciones que han sido construidas antes de 1970 son bastante vulnerables puesto que las normativas de construcción en el mundo eran deficientes que aquellas construidas desde los años ochenta. En el área urbana de la parroquia la mayoría de las viviendas son de madera las mismas se estima no aplicaron la NEC-SE-MD (Estructuras de Madera), mientras que una minoría de viviendas de material de hormigón armado/ madera-hormigón se considera implemento las NEC-SE-HM (Estructuras de Hormigón Armado), las mismas que son vulnerables frente a riesgos naturales o antrópicos.

TABLA 9. TIPO DE MATERIAL EN PAREDES

	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE LADRILLO	20	15%
	PARED DE BLOQUE	15	12%
	PARED DE ADOBE	95	73%
	TOTAL	130	100%

Las NEC-SE-MP (Estructuras de Mampostería Estructural) presentan criterios y requisitos mínimos para el diseño y construcción de estructuras de mampostería simple, mampostería armada y mampostería confinada de los resultados obtenidos: La mayoría de viviendas que conforman el área urbana de la parroquia están edificadas con material de madera, paredes de adobe, las mismas presentan deterioro en la mampostería de la vivienda; mientras una minoría de viviendas están cimentadas con hormigón armado/madera- paredes de bloque/ladrillo, todas estas son estructuras muy antiguas evidenciándose un grado de vulnerabilidad física alto al momento de suscitarse un evento adverso.

TABLA 10. TIPO DE CUBIERTA DE LAS VIVIENDAS

TIPO DE CUBIERTA	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	LOSA DE HORMIGON ARMADO	5	4%
	ZINC	10	8%
	TEJA	110	84%
	ETERNIT	5	4%
	TOTAL	130	100%

El sistema estructural relevante de las viviendas son de madera, paredes de adobe cubierta de teja evidenciándose estructuras antiguas con vulnerabilidad física estructural alta, con mayor desventaja a sufrir daños e incluso el colapso de la infraestructura al momento de presentarse un evento adverso de origen natural tomando que la Falla Geológica Pallatanga-Riobamba atraviesa la zona de estudio; además de riesgos antrópicos o tecnológicos.

TABLA 11. NÚMERO DE PISOS DE LAS VIVIENDAS

NÚMERO DE PISOS	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	1 PISO	90	69%
	2 PISOS	25	19%
	3 PISOS	15	12%
	TOTAL	130	100%

Según la guía de práctica de procedimientos mínimos para trabajadores de la construcción (NEC, 2015) al momento de construir las viviendas debemos tener en cuenta las indicaciones que contiene el Plano estructural de la Norma Ecuatoriana de Construcción entre los cuales tenemos: dimensiones de las cimentaciones, columnas, muros, vigas, losas, así como también la calidad de los materiales que se usara en la construcción para minimizar la vulnerabilidad de la población ante eventos adversos. Las mayoría de viviendas en la zona de estudio son de 1 piso deduciendo que fueron edificadas sin normativas de las NEC 2015 por el déficit de las mismas en 1970, mientras una minoría se estima edificaron con las NEC vigentes.

TABLA 12. AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	ANTES DE 1970	30	23%
	ENTRE 1971 Y 1980	55	42%
	ENTRE 1981 Y 1990	35	27%
	ENTRE 1991 Y 2010	10	8%
	TOTAL	130	100%

Las edificaciones tienen una antigüedad de 47 años de construcción las mismas que fueron construidas antes de 1970 siendo bastante vulnerables que aquellas construidas desde los años ochenta, puesto que las normativas de construcción en el mundo eran deficientes. Se estima no cumplieron con las normas de construcción entre ellas:

NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado

NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural **NEC-SE-MD:** Estructuras de Madera

Las mismas presentan deterioro en la infraestructura fisuramientos, grietas, cuarteamientos con el terremoto del 16 de abril del 2016, además, se evidencio 2 viviendas colapsadas por el movimiento telúrico.

TABLA 13. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS VIVIENDAS

ESTADO DE CONSERVACION	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	BUENO	35	27%
	ACEPTABLE	65	50%
	REGULAR	20	15%
	MALO	10	8%
	TOTAL	130	100%

Según las NEC-2015 el estado de conservación depende de las características del terreno en donde se realizó la construcción para evitar daños en los elementos estructurales y no se deteriore con facilidad. En relación con el año de construcción las viviendas proyectan una conservación aceptable acondicionada con necesidad de reforzamiento o reconstrucción de la infraestructura para prevenir futuros daños estructurales, pérdida de vidas humanas y perdidas económicas. La minoría de viviendas evaluadas en estado regular se considera necesitan una nueva construcción, salvaguardando la vida e integridad familiar.

TABLA 14. CARACTERISTICAS DEL SUELO DE LA PARROQUIA

CARACTERISTICAS DEL SUELO	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	FIRME, SECO	75	58%
	RELLENO	50	38%
	INUNDABLE	5	4%
	TOTAL	130	100%

La topografía del cantón San Miguel es irregular, con niveles altitudinales desde los 240 msnm (sub-trópico - Parroquia Balsapamba) hasta los 4329 msnm. En la parroquia Santiago se determina que el 65,35% del suelo está conformado por pendientes abruptas, el 70% montañoso, escarpado 50-70%, por lo tanto, el 90% del territorio es una zona de pendientes muy pronunciadas. (GAD SAN MIGUEL, 2015) En la zona de estudio la mayor parte de la contextura del suelo es firme/seco con escarpes visibles de 8m de largo y 60 cm de ancho evidenciándose 45 de los mismos en la localidad, en una minoría es suelo relleno e inundable.

TABLA 15. TOPOGRAFÍA DE LA PARROQUIA

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
TERRENO A NIVEL PLANO	94	72%
BAJO NIVEL DE CALZADA	25	19%
SOBRE NIVEL DE CALZADA	11	9%
TOTAL	130	100%

La mayoría de viviendas se encuentran en terreno a nivel plano y una minoría sobre nivel de calzada y bajo nivel de calzada, siendo susceptibles a movimientos telúricos, y movimientos en masa.

TABLA 16. FORMA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

FORMA DE LA CONSTRUCCION	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	REGULAR	100	77%
	IRREGULAR	30	23%
	TOTAL	130	100%

La **NEC-VIVIENDA** describe a la forma regular e irregular de la siguiente manera: la forma del sistema de piso en planta debe ser regular y simétrica como sea posible, prefiriéndose formas cuadrangulares o rectangulares, siempre que la relación larga/ancho no supere el valor de 4 m y que ninguna dimensión exceda de 30m.

Las aberturas de piso no deben exceder el 50% del área total del piso y ninguna de ellas debe superar el 25% del área total de piso. La posición de los muros estructurales resistentes a sismo, deben estar balanceados en las 2 direcciones y espaciados en paralelos. Las viviendas tiene forma regular porque antes de 1970 las normativas de construcción en el mundo eran deficientes por ende las viviendas de la localidad se estima no cumplieron con las normas de construcción establecidas en la actualidad, mientras las viviendas irregulares se estima fueron edificadas alterando los indicadores de los planos estructurales.

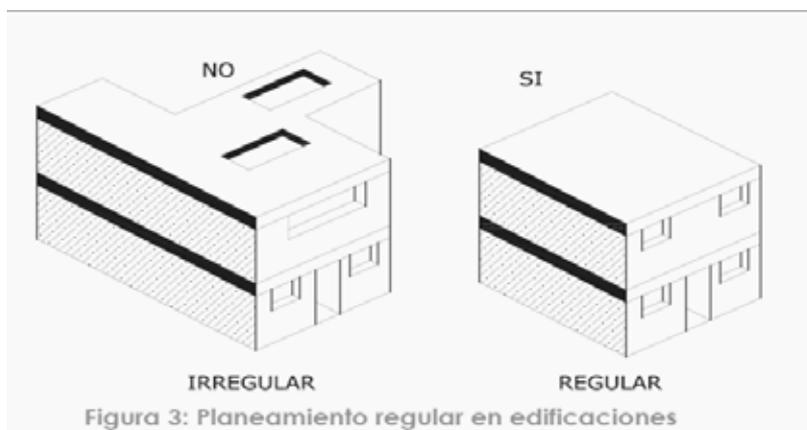


Figura 5. Planeamiento regular en edificaciones (NEC-SE-VIVIENDA-parte-1, 2015).



Figura 6. Forma de construcción de las viviendas de la parroquia

- a. Ponderación de la vulnerabilidad de las viviendas ante la amenaza sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas.

Evaluación de la Vulnerabilidad Físico estructural de una Edificación de la Parroquia Santiago frente a la amenaza sísmica, deslizamiento y erupciones volcánicas. La evaluación se realizó en base a lo detallado en la tabla 5 ponderación respectiva y a continuación en la tabla 17, se muestra un ejemplo del desarrollo de este método en una vivienda de la parroquia Santiago

TABLA 17. Evaluación del índice de vulnerabilidad con la metodología del PNUD en una vivienda de las 130 de la parroquia Santiago.

Nº DE VIVIENDA	18								
COORDENADAS	X	9811900	Y	722626					
ÍNDICES DE VULNERABILIDAD ANTE AMENAZA SISMICA, DESLIZAMIENTOS Y ERUPCIONES VOLCÁNICAS									
VARIABLES	CALIFICACIÓN SISMICA	PONDERACIÓN SISMICA	VALOR SISMICA	CALIFICACIÓN DESLIZAMIENTO	PONDERACIÓN DESLIZAMIENTO	VALOR DESLIZAMIENTO	CALIFICACIÓN ERUPC. VOLCÁNICA	PONDERACIÓN VOLCÁNICA	VALOR ERUP. VOLCÁNICA
SISTEMA ESTRUCTURAL	10	1,2	12	5	0,8	4	5	0,5	2,5
TIPO DE CUBIERTA	10	1,2	12	N/A	N/A	N/A	10	3	30

MATERIAL DE PAREDES	5	1	5	10	0,8	8	1	0,8	0,8
SISTEMA DE ENTREPISOS	5	1	5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
NUMERO DE PISOS	5	0,8	4	5	0,8	4	1	1	1
AÑO DE CONSTRUCCION	10	1	1	10	0,8	8	5	0,4	2
ESTADO DE CONSERVACION	5	1	5	5	0,8	4	10	0,5	5

CARACTERISTICAS DEL SUELO	10	0,8	8	5	2	10	5	0,8	4
TOPOGRAFIA DEL SITIO	5	0,8	4	1	4	4	1	3	3
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	1	1,2	1,2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		TOTAL	57,2		TOTAL	42		TOTAL	48,3
INDICE PROMEDIO /3			49	VULNERABILIDAD	MEDIA				

La vivienda 18 se encuentra en un rango de 49 puntos que nos da como resultado una vivienda con vulnerabilidad media frente a un evento sísmico, a deslizamientos y erupciones volcánicas, conforme describe la tabla 6 del Nivel de Vulnerabilidad según la metodología propuesta por el PNUD. Resultados obtenidos y análisis de la evaluación de la vulnerabilidad (sísmica-deslizamientos-erupciones volcánicas) de las 130 viviendas mediante la metodología propuesta por el PNUD. Con la metodología anteriormente descrita se desarrolla la evaluación de las 130 viviendas, la misma que permite estimar el nivel de vulnerabilidad (sísmica-deslizamientos-erupciones volcánicas) de la parroquia urbana de Santiago, a través de la calificación de las diferentes variables de vulnerabilidad. Los resultados se detallan en la TABLA 18 Matriz de Análisis de Vulnerabilidad Físico Estructural de las viviendas de la Parroquia Santiago:

TABLA 18. NÚMERO DE VIVIENDAS SEGÚN EL NIVEL DE VULNERABILIDAD (PROMEDIO)

NIVEL DE VULNERABILIDAD	No DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
BAJO (0-33)	12	9%
MEDIO (34-65)	115	89%

ALTO (66-100)	3	2%
TOTAL 130 130 100%		

b. Síntesis de la evaluación y ponderación de las viviendas ante la amenaza sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas

Mediante la Metodología propuesta por el PNUD (2012), la investigación realizada de la vulnerabilidad físico-estructural evidencia que la mayoría de viviendas se encuentran con vulnerabilidad media siendo susceptibles ante eventos adversos por lo que es necesario implementar el manual de protocolos de actuación ante eventos adversos institucional para una respuesta inmediata involucrando a todas las instituciones de la parroquia en el momento de suscitarse una urgencia o desastre actuar de manera preventiva minimizando los riesgos, pérdidas económicas y pérdidas de vidas humanas, la vulnerabilidad alta evidencia a las familias más vulnerables de la parroquia con necesidad de reubicación a una vivienda digna y segura para proteger la integridad del núcleo familiar, el área urbana tienen una superficie 11,5ha constando 130 predios resididos con una población de 350 habitantes vulnerables ante eventos adversos por el deterioro del sistema estructural de las edificaciones. **(Fig. 7).**



Figura 7: ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA SANTIAGO



Figura 8: Niveles de vulnerabilidad en el ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA SANTIAGO

Resultados de la encuesta de la percepción de la población sobre la vulnerabilidad

TABLA 19. RESULTADOS DE LA PREGUNTA ¿A qué grupo étnico pertenece?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MESTIZO	128	98%
BLANCO	2	2%
TOTAL	130	100%

Según estadísticas del (INEC, 2010) en la parroquia Santiago incluyendo sus comunidades existe una población de 1749 habitantes donde el 36% se identifica como indígena; 62% mestizo y el 2% blanco. En la zona de estudio la mayor parte de la población se autodefine mestizo y una minoría se autodefine blanco estableciendo que existe una población heterogénea de 350 habitantes.

TABLA 20. RESULTADOS DE LA PREGUNTA ¿Cuántas personas vulnerables existen en la zona de estudio?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NIÑOS	75	21%
NIÑAS	50	14%
MUJERES	125	36%
HOMBRES	100	29%
TOTAL	350	100%

Según estadísticas del (INEC, 2010) en la parroquia Santiago de los 1749 habitantes 874 son mujeres y 875 son hombres. En el área urbana de la parroquia existe una población de 350 personas que residen en las 130 viviendas dándonos una media de 3 personas por familia con mayoría de mujeres como jefes de hogar mientras una minoría de hombres por núcleo familiar.

TABLA 21. RESULTADOS DE LA PREGUNTA ¿Cuál es la variación de edad de las personas en la Parroquia?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
0 a 14 AÑOS	65	19%
15 a 65 AÑOS	225	64%
65 AÑOS Y MAS	60	17%
TOTAL	350	100%

En la edad de 0 a 14 años se tiene un total de 65 habitantes y en la edad de 65 años en adelante se tiene un total de 60 habitantes, evidenciándose una población vulnerable ante eventos adversos, antrópicos y tecnológicos. En la edad de 15 a 64 años un total de 225 habitantes que es la población más alta que tiene la Parroquia como talento humano para brindar ayuda ante un evento adverso en una urgencia-emergencia o desastre.

TABLA 22. SERVICIOS BÁSICOS

SERVICIOS BÁSICOS	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	AGUA POTABLE	130	100%
	ALCANTARILLADO	130	100%
	TELEFONO	50	38%
	ENERGIA ELECTRICA	130	100%
	INTERNET	10	8%

Al suscitarse el evento adverso los organismos de respuesta en coordinación con la junta parroquial rehabilitaran los servicios básicos con mayor prioridad mientras restauran los medios de comunicación con menor prioridad atendiendo las necesidades básicas de la población. La parroquia en su totalidad cuenta con servicios básicos: energía eléctrica, alcantarillado, agua potable, mientras una minoría tiene acceso a medios de comunicación y telefonía celular, por ende se evidencia que al momento de suscitarse un evento adverso se verán afectados todos los servicios básicos con los que cuenta la parroquia.

TABLA 23. RESULTADOS DE LA PREGUNTA ¿A qué tipo de amenazas o peligros considera usted que está expuesta su vivienda?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SISMOS	95	73%
DESLIZAMIENTOS	14	11%
ERUPCIONES VOLCANICAS	5	4%
INCENDIOS ESTRUCTURALES	16	12%
TOTAL	130	100%

La población de la parroquia es vulnerable ante la amenaza sísmica por el tipo de material de la infraestructura de las viviendas y el año de antigüedad construidas antes de 1980 con déficit en las normas NEC 2015, además, de encontrarse en una zona de muy alta sismicidad El volcán Tungurahua está situado aproximadamente a 71 km. en línea recta hacia el noreste del cantón siendo susceptibles a la caída de ceniza, si cambiará el escenario del volcán Tungurahua las consecuencias serían otras, un distinto escenario de similares características del Nevado Chimborazo.

TABLA 24. RESULTADOS DE LA PREGUNTA Considera necesario recibir capacitaciones en las áreas de:

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Evacuación-Búsqueda y Rescate	23	18%
Reducción De Riesgos y Desastres	53	41%
Primeros Auxilios	54	41%
TOTAL	130	100%

La falta de una adecuada preparación para enfrentar una situación de urgencia- desastre, pone en mayores riesgos nuestras vidas y nuestro patrimonio. En realidad de esta situación la población estima se les debe capacitar en las áreas de primeros auxilios, evacuación-búsqueda y rescate, reducción de riesgos y desastres en coordinación con las instituciones especializadas: SGR, MSP, PN, MINEDUC, Cuerpo de Bomberos Cantonal y como recurso humano tenemos a la población de 15-30 años de edad. Este principio se sustenta en que la mejor ayuda oportuna y adecuada es la que surge de la persona misma y la comunidad, especialmente en la preparación y en el adecuado auto percepción de exposición al riesgo, preparándose para minimizar los efectos de un desastre.

TABLA 25. RESULTADOS DE LA PREGUNTA¿Cuál ha sido el accionar de las instituciones para la reducción de riesgos y desastres??

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
GAD PARROQUIAL	55	42%
MIDUVI	75	58%
Otras	0	0
TOTAL	130	100%

Luego de suscitado el sismo del 16 de abril del 2016 la oficina técnica del MIDUVI ha realizado sus respectivas inspecciones a las viviendas afectadas, la población afectada se encuentran en proceso que se le otorgué una vivienda nueva para el núcleo familiar, durante la emergencia el GAD Parroquial brindo ayuda humanitaria a través de la entrega de víveres, además la mayoría de personas no ingreso a la base de datos del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda por no cumplir con los requisitos del acuerdo 026-16 de la declaratoria de emergencia del terremoto suscitado en Pedernales y Cojímies.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PÚBLICAS DE LA PARROQUIA SANTIAGO

a. Caracterización de la vulnerabilidad física de las edificaciones publicas

En la parroquia Santiago existen 9 instituciones públicas sobre las cuales surge la dinámica del desarrollo de la población así tenemos:

1. Junta Parroquial,
2. UPC Santiago
3. Sub-centro de Salud
4. Colegio Santiago
5. Escuela Santiago
6. Escuela de Educación Inicial “ELIAS POVEDA MESTANZA”
7. Iglesia
8. Carpintería
9. Coliseo

Con las encuestas aplicadas se procede a realizar la tabulación de los resultados y analizar la vulnerabilidad físico-estructural de las instituciones públicas.

TABLA 26. AÑO DE CONSTRUCCION

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
AÑO 2000	5	56%
AÑO1995	2	22%
AÑO 1990	2	22%
TOTAL	9	100%

Las instituciones se encuentran ubicadas en el centro de la parroquia, es un sector donde confluye las vías principales de la parroquia, por este motivo tiene un alto grado de circulación vehicular y peatonal son edificaciones que cuenta con servicios básicos y medios de comunicación. Las edificaciones públicas de la parroquia como: la Iglesia, Carpintería, el Sub- centro, el Centro De Educación Inicial “ELIAS POVEDA MESTANZA” tienen una antigüedad de 28 años de construcción mientras el Colegio Santiago, la Escuela Santiago, UPC, Junta Parroquial y el Coliseo tienen una antigüedad de 18 años las mismas que fueron construidas en base a las NEC entre ellas:

NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado **NEC-SE-MP:** Estructuras de Mampostería Estructural **NEC-SE-MD:** Estructuras de Madera

Según la guía de práctica de procedimientos mínimos para trabajadores de la construcción (NEC, 2015) al momento de construir las edificaciones debemos tener en cuenta las indicaciones que contiene el Plano estructural de la Norma Ecuatoriana de Construcción entre los cuales tenemos: dimensiones de las cimentaciones, columnas, muros, vigas, losas, así como también la calidad de los materiales que se usara en la construcción para minimizar la vulnerabilidad de la población ante eventos adversos.

Las **NEC-SE-MP** (Estructuras de Mampostería Estructural) presenta criterios y requisitos mínimos para el diseño y construcción de estructuras de mampostería simple, mampostería armada y mampostería confinada de los resultados obtenidos:

- Las edificaciones públicas de la parroquia como: la iglesia, carpintería, el Sub-centro, el centro de educación inicial el sistema estructural es de madera, el material en las paredes son adobe con cubiertas de zinc y teja, evidenciándose edificaciones altamente susceptibles ante eventos adversos.
- Las edificaciones públicas de la parroquia como: el colegio Santiago, la escuela Santiago, UPC, Junta Parroquial y el coliseo tiene un sistema estructural de hormigón armado/ madera-hormigón, el tipo de material en las paredes son de bloque y ladrillo con cubierta de teja y losa de hormigón armado las mismas que evidencian menos antigüedad encontrándose en estado aceptable a excepción del colegio Santiago que presenta cuarteamientos severos en la totalidad de su infraestructura, grietas en el suelo es un punto vulnerable por donde atraviesa la falla geológica existente en la localidad haciendo a la institución educativa altamente vulnerable al momento de suscitarse un evento adverso

La topografía del cantón San Miguel es irregular, con niveles altitudinales desde los 240 msnm (subtrópico- Parroquia Balsapamba) hasta los 4329 msnm Parroquia Santiago donde se

determina que el 65,35% del suelo está conformado por pendientes abruptas, el 70% montañoso, escarpado 50-70%, por lo tanto, el 90% del territorio es una zona de pendientes muy pronunciadas. (GAD SAN MIGUEL, 2015)

- Las instituciones localizadas en suelo firme/seco con escarpes perceptibles son: UPC, educación Inicial, Escuela Santiago, coliseo parroquial siendo instituciones de 1 piso, la iglesia y el colegio Santiago que presenta una estructura de 2 pisos y la Junta Parroquial evidenciando una estructura de 3 pisos.
- Las instituciones localizadas en suelo relleno son: el Sub-centro de salud, la carpintería evidenciando estructuras de un piso.

Pese a lo indicado anteriormente, cabe señalar que, en su mayoría, estos tipos de establecimientos son vulnerables ante eventos adversos (sismos- deslizamientos y erupciones volcánicas). Al correlacionar la vulnerabilidad física de las viviendas con los factores geodinámicos se determina los más relevantes en la parroquia: sismos, deslizamientos y erupciones volcánicas.

Según (GAD SAN MIGUEL, 2015), el cantón San Miguel se encuentra en dos zonas características la mayor parte se encuentra en una zona denominada de **“MUY ALTA INTENSIDAD SISMICA”**, con 50.538,75 Has, ubicada en la parte central y oriental del Cantón cubriendo las parroquias de: Santiago, San Vicente, San Miguel Matriz, San Pablo, la mayor parte de las parroquias: Bilován y Balsapamba. El terremoto del año 2016 de Pedernales causo en el Colegio Santiago cuarteamientos severos en la mampostería estructural de la totalidad de la edificación, el Sub-centro de salud presenta fisuras y cuarteamiento en las paredes de la infraestructura las mismas que son vulnerables y susceptibles ante eventos adversos por ser puntos claves por donde atraviesa la falla existente en la localidad.

TABLA 27. Forma de Construcción de las Instituciones.

FORMA DE LA CON- STRUCCIÓN	VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	REGULAR	6	67%
	IRREGULAR	3	33%
	TOTAL	9	100%

La **NEC-VIVIENDA** describe a la forma regular e irregular de la siguiente manera: la forma del sistema de piso en planta debe ser regular y simétrica como sea posible, prefiriéndose formas cuadrangulares o rectangulares, siempre que la relación larga/ancho no supere el valor de 4 m y que ninguna dimensión exceda de 30m. Las aberturas de piso no deben exceder el 50% del área total del piso y ninguna de ellas debe superar el 25% del área total de piso. La posición de los muros estructurales resistentes a sismo, deben estar balanceados en las 2 direcciones y espaciados en paralelos.

- Las instituciones públicas como: UPC, educación Inicial, Escuela Santiago, coliseo parroquial, la iglesia y el colegio Santiago tienen forma regular existiendo igualdad en la altura del piso y una adecuada localización de abertura de ventanas y puertas
- Las instituciones como: el Sub-centro de salud, la carpintería y la junta parroquial evidenciando forma irregular por la inadecuada localización de abertura de ventanas.

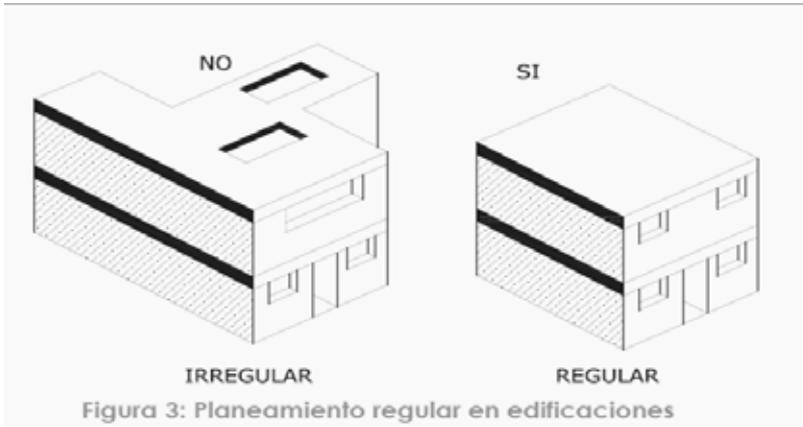


Figura 9. Planeamiento regular en edificaciones (NEC-SE-VIVIENDA-parte-1, 2015).



Figura 10. Forma de construcción de las instituciones de la parroquia.

- b. Ponderación de la vulnerabilidad de las edificaciones publicas ante amenaza sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas.

Como se observa en la tabla sobre indicadores de las variables, 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 a la amenaza sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas. Acorde el indicador desciende en una característica más débil que otra, el valor aumenta. Los indicadores de cada variable son multiplicados por los pesos de ponderación asignados en la tabla de ponderación se puede observar las ponderaciones asignadas a cada variable. Evaluación de la Vulnerabilidad Físico estructural de las Instituciones Públicas de la Parroquia Santiago frente a la amenaza sísmica, deslizamiento y erupciones volcánicas.

La evaluación se realizó en base a lo detallado en la tabla de ponderación y a continuación se muestra un ejemplo del desarrollo de la metodología del PNUD seleccionando al colegio Santiago tabla 28 por presentar daños severos en su infraestructura.

TABLA 28. Evaluación del índice de vulnerabilidad con la metodología del PNUD en el colegio Santiago

INSTITUCIÓN	COLEGIO SANTIAGO								
COORDENADAS	X	9812245	Y	722304					
ÍNDICES DE VULNERABILIDAD ANTE AMENAZA SISMICA, DESLIZAMIENTOS Y ERUPCIONES VOLCÁNICAS									
VARIABLES	CALIFICACIÓN SISMICA	PONDERACIÓN SISMICA	VALOR SISMICA	CALIFICACIÓN DESLIZAMIENTO	PONDERACIÓN DESLIZAMIENTO	VALOR DESLIZAMIENTO	CALIFICACIÓN ERUPC. VOLCÁNICA	PONDERACIÓN VOLCÁNICA	VALOR ERUP. VOLCÁNICA
SISTEMA ESTRUCTURAL	10	1,2	12	10	0,8	8	5	0,5	2,5
TIPO DE CUBIERTA	10	1,2	12	N/A	N/A	N/A	5	3	15
MATERIAL DE PAREDES	10	1	10	10	0,8	8	1	0,8	0,8
SISTEMA DE ENTREPISOS	10	1	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
NUMERO DE PISOS	10	0,8	8	5	0,8	4	5	1	5
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	10	1	1	10	0,8	8	10	0,4	4
ESTADO DE CONSERVACIÓN	10	1	10	10	0,8	8	10	0,5	5
CARACTERISTICAS DEL SUELO	10	0,8	8	5	2	10	5	0,8	4
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	10	0,8	8	5	4	20	5	3	15
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	5	1,2	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TOTAL			85	TOTAL		66	TOTAL		51,3
ÍNDICE PROMEDIO/3			67	VULNERABILIDAD ALTA					

El Colegio Santiago se encuentra en un rango de 67 puntos que nos da como resultado una institución con vulnerabilidad alta frente factores geodinámicos (sísmico, deslizamientos y erupciones volcánicas), conforme a los niveles de vulnerabilidad descrita en la tabla del nivel de vulnerabilidad según la metodología propuesta por el PNUD evidenciando que la comunidad educativa es altamente vulnerable ante eventos adversos por los daños evidenciados en la infraestructura de la institución. Con la metodología anteriormente descrita se desarrolla la evaluación de las instituciones públicas, la misma que permite estimar el nivel de vulnerabilidad

(sísmica-deslizamientos-erupciones volcánicas), a través de la calificación de las diferentes variables de vulnerabilidad.

Los resultados se detallan en la tabla 29:

TABLA 29. MATRIZ DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICO-ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES PÚBLICAS DE LA PARROQUIA SANTIAGO

MATRIZ DE ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO-ESTRUCTURAL DE LAS INSTITUCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA SANTIAGO.								
INSTITUCIÓN	COORDENADAS		SISMOS	DESPLAZAMIENTOS	ERUPCIONES VOLCÁNICAS	ÍNDICE PROMEDIO	NIVEL DE VULNERABILIDAD	ÁNALISIS DE PONDERACIÓN
	X	Y						
COLEGIO SANTIAGO	9812245	722304	85	66	51,3	67	ALTO	Grietas, cuarteamientos severos en la infraestructura
ESCUELA SANTIAGO	9812048	722702	65	0	65	43	MEDIO	afectaciones (cuarteamientos en paredes- grietas en la infraestructura)
COLISEO	9812300	722221	60	65	70	65	MEDIO	afectaciones (cuarteamientos en paredes- grietas en la infraestructura)
IGLESIA	9811977	722517	60	55	60	58	MEDIO	afectaciones (cuarteamientos en paredes- grietas en la infraestructura)
UPC	9812020	722408	55	0	45	33	BAJO	Edificaciones relativamente nuevas
JUNTA PARROQUIAL	9812023	722403	55	0	45	33	BAJO	Edificaciones relativamente nuevas
ELIAS POVEDA MESTANZA	9812020	722403	55	0	50	35	MEDIO	afectaciones (cuarteamientos en paredes- grietas en la infraestructura)
SUBCENTRO DE SALUD	9811939	722717	70	65	65	67	ALTO	Grietas, cuarteamientos severos en la infraestructura
CARPINTERIA	9811996	725753	70	50	50	57	MEDIO	afectaciones (cuarteamientos en paredes- grietas en la infraestructura)

- c. Síntesis de la evaluación y ponderación de la vulnerabilidad ante amenaza sísmica, deslizamientos y erupciones volcánicas

Una vez realizado el análisis de la vulnerabilidad físico-estructural de las instituciones públicas se evidencia:

TABLA 30. NÚMERO DE INSTITUCIONES SEGÚN EL NIVEL DE VULNERABILIDAD.

NIVEL DE VULNERABILIDAD	No DE INSTITUCIONES	PORCENTAJE	INSTI-TUCIONES
BAJO (0-33)	2	22%	UPC Junta parroquial
MEDIO (34-65)	5	56%	Iglesia Escuela Santiago Carpintería Educación Inicial "Elías Poveda" Coliseo
ALTO (66-100)	2	22%	Colegio Santiago Sub-centro Santiago
TOTAL 9	9	100%	

Debido a esto es necesario introducir un manual de protocolos de actuación ante eventos adversos institucional como cultura de riesgo, haciendo énfasis en tener una respuesta inmediata al momento de suscitarse un evento adverso minimizando las pérdidas económicas, pérdidas de vidas humanas y la contaminación ambiental. El enfoque de este componente fortalece las capacidades en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS), Centros Educativos y Comunidades para la implementación de la gestión de riesgos. Esto permite que las estructuras organizativas de la sociedad, se puedan conformar en redes locales, provinciales, zonales y a nivel nacional con el fin de constituirse instituciones importantes de la generación de una cultura de riesgos que irradie a todo el país y con ello se conviertan en factores claves para el desarrollo humano sustentable y el Buen Vivir. El enfoque de la metodología del PNUD permite fortalecer las capacidades en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS), Centros Educativos y Comunidades para la implementación de la gestión de riesgos. Esto permite que las estructuras organizativas de la sociedad, se puedan conformar en redes locales, provinciales, zonales y a nivel nacional con el fin de constituirse instituciones importantes de la generación de una cultura de riesgos que irradie a todo el país y con ello se conviertan en factores claves para el desarrollo humano sustentable y el Buen Vivir.



Figura 11: MAPA con las EDIFICACIONES PÚBLICAS DE LA PARROQUIA SANTIAGO

Resultados de la entrevista a directivos sobre la percepción de la vulnerabilidad

TABLA 31. ¿Cuál es el número de personas que laboran diariamente en la institución?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
5 PERSONAS	3	33%
10 PERSONAS	4	45%
15 PERSONAS	2	22%
TOTAL	9	100%

De las 9 instituciones de la zona de estudio la escuela Santiago labora con 20 estudiantes (10 niños-10 niñas) y 5 profesores mientras el colegio Santiago labora con 145 alumnos (95 hombres-50 mujeres) y 13 maestros evidenciándose la población educativa más vulnerable ante eventos adversos. La junta Parroquial, el sub-centro Santiago, UPC y la unidad de educación inicial labora con un promedio de 10 personas, mientras la iglesia, el coliseo y la carpintería labora con un promedio de 5 personas con menor número de personas vulnerables ante eventos adversos.

TABLA 32. ¿Cuál es el número de población flotante?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
10 PERSONAS	3	33%
15 PERSONAS	2	22%
20 PERSONAS	4	45%
TOTAL	9	100%

La población flotante altamente vulnerable asiste a los centros educativos por diferentes actividades académicas mientras la minoría de personas vulnerables asisten con regularidad a realizar actividades comerciales, políticas en las diferentes instituciones de la parroquia evidenciando un rango de 10 a 20 personas susceptibles a eventos adversos fuera de su hogar.

TABLA 33. ¿Sabe usted que es un plan de contingencia / plan de evacuación?

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	6	67%
NO	3	33%
TOTAL	9	100%

El plan de contingencia es el conjunto de actividades que el personal de la institución debe realizar para estar preparada y responder de manera planificada y organizada ante una situación de urgencia o desastre. En las instituciones públicas existe un déficit de conocimientos relacionados a los planes de contingencia y a su vez en temas de reducción de riesgos y desastres requiriendo de señalética en las mismas. Para su elaboración se requiere que todo el personal de la institución participe en su elaboración y lo hagan de manera coordinada lo que permite que las personas que laboran en la institución conozcan el rol que deben cumplir y las responsabilidades asumidas tanto en la preparación como en la respuesta y en la rehabilitación.

TABLA 34. LA INSTITUCION TIENE PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	1	11%
NO	8	89%
TOTAL	9	100%

Los protocolos de actuación se basan en coordinar acciones con todas las instituciones existentes en la localidad para brindar una respuesta adecuada y oportuna al momento de suscitarse un evento adverso manteniendo el orden y control de la urgencia o desastre por ende se realiza el protocolo de eventos adversos a nivel institucional de la parroquia Santiago; en relación a la información levantada el 89% de las instituciones desconocen los tipos de protocolos que existen mientras el 11% indica que ellos manejan protocolos de reactivos e integradores cuando se realiza algún evento a nivel parroquial (unidad de policía comunitaria de Santiago).

TABLA 35. REALIZA SIMULACIONES Y SIMULACROS (CADA QUE TIEMPO)

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 VEZ AL AÑO	5	56%
2 VECES AL AÑO	1	11%
NUNCA	3	33%
TOTAL	9	100%

El objetivo de realizar las simulaciones y simulacros es para evaluar, mejorar o actualizar el plan de emergencia existente, en las siguientes instituciones: la iglesia-carpintería y el coliseo no han realizado ningún tipo de simulacro/simulación mientras el UPC, junta Parroquial, centros educativos y el Sub-centro de salud tienen un plan de contingencia que lo actualizan una vez al

año con el ejercicio de una simulación para detectar los puntos débiles o fallas en la puesta en marcha de este, además se identifica la capacidad de respuesta del personal para afrontar una emergencia.

TABLA 36. CON QUE INSTITUCIONES COORDINA LAS ACCIONES DE RESPUESTA INTERINSTITUCIONAL

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
GAD PARROQUIAL	6	30%
SUBCENTRO DE SALUD	5	25%
POLICIA NACIONAL	5	25%
MINISTERIO DE EDUCACION	4	20%

La entidad principal de la toma de decisiones es el GAD Parroquial posteriormente con la intervención de SGR, MINEDUC, MSP, GAD CANTONAL, PN, coordinan acciones de respuesta interinstitucionales frente a eventos adversos naturales, antrópicos o tecnológicos con la aplicación de los correctivos que son emitidos cuando se ejecuta las simulaciones y los respectivos simulacros, para ello se tendrá en cuenta cuales son las nuevas metas a proseguir, y cuáles son las actividades que se vayan a ejecutar para lograr una institución más segura en el ámbito de seguridad de las personas que laboran y también de la comunidad al cual prestan sus servicios, siempre enfocado a la acción que hace mención la misión de cada Institución, para ello también debe contar con toda la información acerca de la situación actual de la misma teniendo como sustento las acciones ya antes planificadas, ejecutadas y las que posteriormente vayan a establecerse y aplicarse con la implementación del plan de protocolo de actuación ante eventos adversos en la parroquia Santiago.

Análisis general de la correlación, la vulnerabilidad del área urbana con la geodinámica y la Falla Geológica Pallatanga-Riobamba.

El método utilizado para la comprobación de la hipótesis es el Método del Chi Cuadrado, es un método técnico matemático que valora la diferencia de proporciones según el tamaño de muestra que se tiene, el mismo que es utilizado en la mayoría de proyectos puesto que es un método muy útil que nos ayuda a aceptar o rechazar la hipótesis mediante la fórmula:

$$X^2 = \sum (fo - fe)^2 / fe$$

Dónde:

X^2 = Chi cuadrado

Σ = sumatoria

fo = frecuencias observadas fe = frecuencias esperadas Tabla 37: **Cálculo del Chi cuadrado**

Tabla 37: Cálculo del Chicuadrado

NIVEL DE VULNERABILIDAD	NÚMERO DE EDIFICACIONES	SUMATORIA DE LAS PONDERACIONES	ÍNDICE PROMEDIO	FO	FE	(FO-FE)	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
ALTO	3	207	69	69	43	26	676	15,6
MEDIO	115	4742	41	41	43	-2	4	0,092
BAJO	12	347	29	29	43	-14	196	4,52
TOTAL	130				130	TOTAL	20,22	
PRUEBA CHI	4,38553E-05							
GRADOS DE LIBERTAD	4							
X² TABLA	9,488							
X² CALCULADO	20,22							

El cálculo se lo realizó con un margen de error del 5% que se convierte en el 0,05 de nivel de confianza esto es necesario para buscar en la tabla del Chi Cuadrado establecido conjuntamente con los grados de libertad que se obtiene a través del cálculo del número de columnas menos 1 multiplicado por el número de hileras o filas menos 1 y se representa a través de la fórmula:

$$GI = (C-1) (H-1)$$

Para obtener el Chi Cuadrado según la tabla establecida se procedió a buscar en la tabla X² mas los grados de libertad en este caso es 4, con el nivel de confianza que es de 0,05 el resultado obtenido es X² t = 9,488

TABLA 38. CHI-CUADRADO

n	α									
	0'995	0'990	0'975	0'950	0'900	0'100	0'050	0'025	0'010	0'005
1	0'0000	0'0002	0'0010	0'0039	0'0158	2'706	3'841	5'024	6'635	7'879
2	0'0100	0'0201	0'0506	0'1026	0'2107	4'605	5'991	7'378	9'210	10'597
3	0'0717	0'1148	0'2158	0'3518	0'5844	6'251	7'815	9'348	11'345	12'838
4	0'2070	0'2971	0'4844	0'7107	1'0636	7'779	9'488	11'143	13'277	14'860

Con estos datos se determina la aceptación o rechazo de la hipótesis donde:

Si X^2_c es mayor que X^2_t se acepta la hipótesis de trabajo mientras que la hipótesis nula se rechaza.

Si X^2_t es mayor que X^2_c se rechaza la hipótesis de trabajo mientras que la hipótesis nula es aceptable.

Hipótesis de trabajo.

Los factores geodinámicos se relacionan con la falla geológica Pallatanga- Riobamba e influyen en la Vulnerabilidad del área urbana de la Parroquia Santiago.

Hipótesis Nula.

Los factores geodinámicos no se relacionan con la falla geológica Pallatanga- Riobamba además no influyen en la Vulnerabilidad del área urbana de la Parroquia Santiago. Los resultados obtenidos nos da que: **X^2_c es mayor que X^2_t** lo que indica que la hipótesis del trabajo se acepta mientras que la hipótesis nula se rechaza. $X^2_c = 20.22 > X^2_t = 9.488$

Hipótesis Aceptada

En relación al análisis de la vulnerabilidad físico-estructural de las instituciones públicas, viviendas de la parroquia con la comprobación de la hipótesis se evidencia a modo de ejemplos en las fotografías siguientes:



Figura 13. Agrietamientos de 3cm de la vivienda con el subsuelo.

La presencia de falla geológica en la zona de estudio tiene una distancia de 0.89 km de largo atravesando el área urbana de la parroquia por ende se evidencia la geodinámica existente en la localidad.

Fotografía 14. Escarpes de 8m de largo y 60cm de ancho.

Escarpe de falla. Forma de relieve que aparece como consecuencia de los movimientos tectónicos. Es la desnivelación topográfica entre dos bloques fallados, y que tiene una parte estructural y otra erosiva en la desnivelación topográfica. Según el papel desempeñado por la tectónica y por la erosión diferencial en la formación del escarpe, se pueden distinguir: el escarpe de falla primitivo u original, el escarpe de línea de falla o derivado y el escarpe de falla compuesto. (ESCARPE DE FALLA , 2012).

En la zona de estudio existen 45 escarpes de diferentes dimensiones, la mínima dimensión es de 4 m y 50 cm de ancho, las mismas que se evidencian a lo largo de la calle Bolívar, calle 15 de Mayo, calle 1 Santiago que corresponden al área urbana de la parroquia Santiago con el recorrido de la falla de 0.89 km de distancia.

Los factores geodinámicos relevantes en la parroquia son: deslizamientos, sismos y erupciones volcánicas los mismos que se evidencian a través de la geodinámica antes descrita, contribuyendo al deterioro de las edificaciones; al aplicar el análisis estadístico se proyecta vulnerabilidad alta con 69 puntos, mientras la vulnerabilidad media se mantiene con proyección de 43 puntos (Gráfico 26.), al momento de suscitarse un evento adverso, más la vulnerabilidad alta-media de las edificaciones y el recorrido de 0.89 Km de la Falla Geológica Pallatanga la parroquia Santiago es vulnerable y susceptible a sufrir cuantiosas pérdidas de vidas humanas, materiales y contaminación ambiental. Debido a esto es necesario elaborar el manual de protocolos de actuación ante eventos adversos institucional como cultura de riesgo, haciendo énfasis en tener una respuesta inmediata al momento de suscitarse un evento adverso minimizando las pérdidas económicas, pérdidas de vidas humanas y la contaminación ambiental.

VULNERABILIDAD-CHICUADRADO

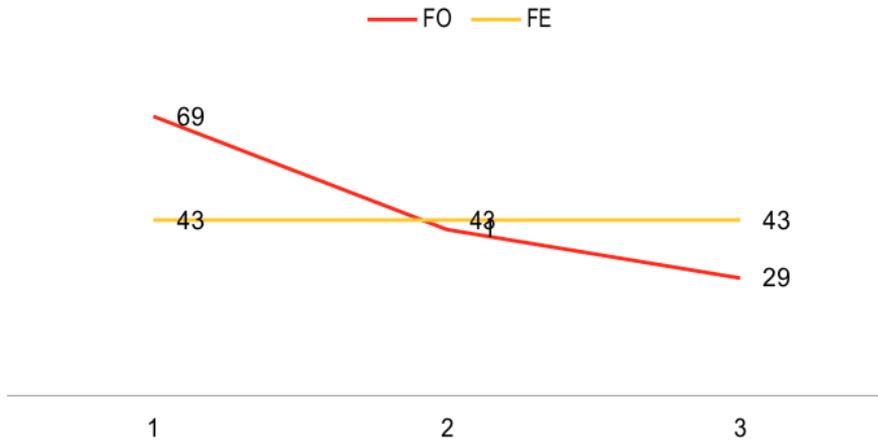


Figura 15. Representación de la vulnerabilidad.

Para evidenciar de forma más clara la correlación, la vulnerabilidad, la geodinámica y la Falla Geológica se implementó la matriz 5x5 ante un evento adverso (sismo) donde el análisis se obtiene a través de funciones estadísticas realizando una prueba lógica resaltando el nivel del riesgo y el daño del sistema estructural de la edificación, la misma que contiene dos ítems EVALUACIÓN Y EVENTO ADVERSO con la ponderación siguiente: MUY ALTA (5), ALTA (4), MEDIA (3), BAJA (2), MUY BAJA (1) (TABLA 4.32).

TABLA 39. Matriz de riesgos ante amenaza sísmica

PARAMETROS DE EVALUACIÓN	EVALUACIÓN (VIVIENDA)	EVENTO ADVERSO-SISMO	VALOR DEL RIESGO	NIVEL DE RIESGO	CONDICIÓN DE LA EDIFICACIÓN
Sistema estructural de la edificación	4	5	20	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Tipo de material en paredes	5	5	25	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Tipo de cubierta	3	5	15	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Sistema de entrepisos	3	5	15	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Número de pisos	3	5	15	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Año aproximado de construcción	5	5	25	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Estado de conservación	3	5	15	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Características del suelo topografía del sitio	3	5	15	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN
Forma de la construcción	4	5	20	Muy grave	COLAPSO DE EDIFICACIÓN

TABLA 40. ¿Cuál es el número de eventos registrados como factores geodinámicos?

FACTORES GEODINAMICOS	VARIABLES	AÑO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
	# de eventos registrados	2007	15	11%
	Ocurrencia de eventos	2	20	15%
	Zona expuesta al evento	siempre	10	8%
	Grietas en el suelo	2015	6	5%
	Fisuramientos en las viviendas	2016	27	21%
	Colapso de viviendas	2014 2016	6	5%
	Colapso de cubiertas	2014 2016	2	2%
	Grietas en las vías	2015	5	4%
	Hundimientos	2015	5	4%
	Agrietamientos	2016	3	2%
	Ruptura del sistema de alcantarillado	2014	3	2%
	Taponamiento de alcantarillado	2012	3	2%
	Afectación al sistema de agua potable	2012 2014	25	19%
	TOTAL		130	100%

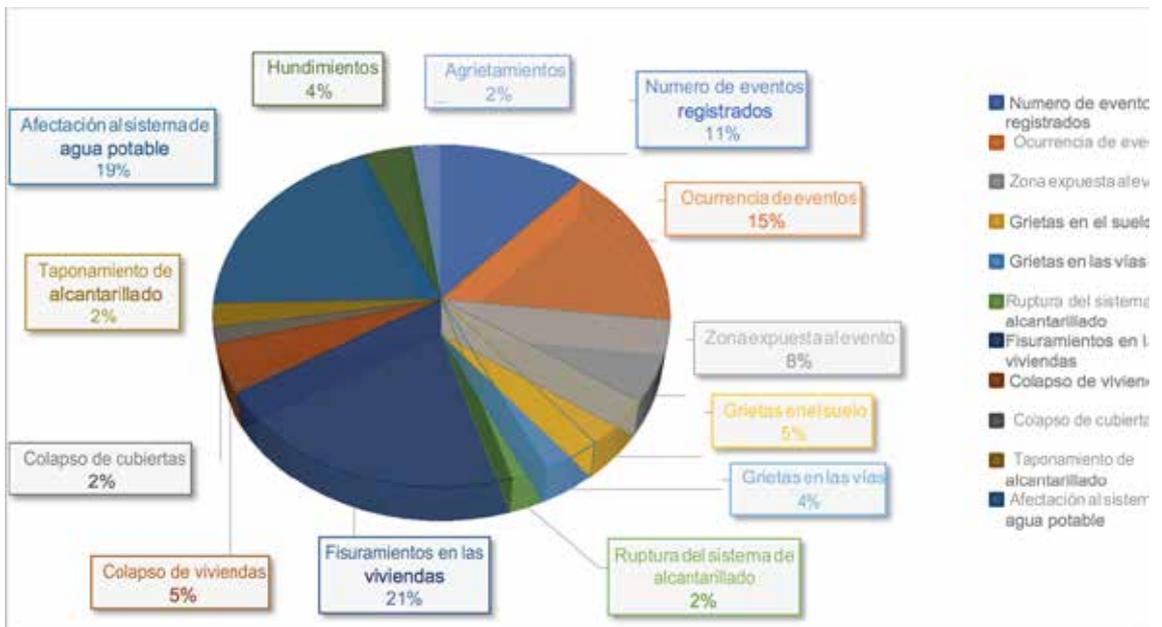


Figura 16. Distribución porcentual de los factores geodinámicos en la parroquia.

Los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre dan lugar a movimientos del terreno de diferente magnitud y características, que pueden constituir riesgos geológicos al afectar, de una forma directa o indirecta, a las actividades humanas. Factores dinámicos tan variados como: movimientos sísmicos, erupciones volcánicas, precipitaciones fuertes que producen deslizamientos, hundimientos; estos movimientos del terreno son el reflejo del carácter dinámico del medio geológico y de la evolución natural del relieve. Al correlacionar la vulnerabilidad física de las viviendas con los factores geodinámicos se determina los más relevantes en la parroquia: sismos, deslizamientos y erupciones volcánicas. Según (GAD SAN MIGUEL, 2015), el cantón San Miguel se encuentra en dos zonas características la mayor parte se encuentra en la zona denominada de “**MUY ALTA INTENSIDAD SISMICA**”, con 50.538,75 has, ubicada en la parte central y oriental del Cantón cubriendo las parroquias de: Santiago, San Vicente, San Miguel Matriz, San Pablo, la mayor parte de las parroquias: Bilován y Balsapamba.

El terremoto del año 2016 de Pedernales en la zona de estudio ocasiono el colapso de dos viviendas, daños en la mampostería estructural, hundimientos en las calles Bolívar y 15 de Mayo además la población expresa que está expuesta a eventos adversos en relación a sismos por la falla geológica existente en la localidad recorriendo lugares importantes de la parroquia como: la carpintería, carretero vía Totoras, Mirador de la Virgen de Fátima hasta el colegio Santiago. La parroquia presenta una alta susceptibilidad a movimientos en masa, debido a la topografía irregular y a suelos de origen volcánico poco consolidados. Dichos eventos se presentan generalmente en los periodos de mayores precipitaciones, el 17 de marzo del 2012 se produjo el deslizamiento de un talud de 12m el cual afecto a una vivienda y el 25 de junio del 2014 se produjo un deslizamiento de un talud de 40m afectando la tubería de conducción del agua potable. La cordillera de los Andes se extiende por más de 9.000 km a lo largo del margen activo pacífico de América del Sur, resulta de la subducción de la placa Nazca bajo la placa Sudamericana. El ancho de los Andes es muy variable, más de 500 km en la parte central de Bolivia y del sur de Perú hasta apenas 150 km en sus extremidades en Ecuador y sur de Chile. (LAVENU, 2006)

Los principales rasgos morfo-estructurales de los Andes del Ecuador entre ellos la mega falla Dolores-Guayaquil es una falla compleja que limita el Bloque Costero ecuatoriano extendiéndose hacia la cordillera, el bloque costero forma la parte sur del Bloque Norandino; este sistema de fallas presenta diversas deformaciones, normal en el golfo de Guayaquil, de rumbo dextral a lo largo de la falla de Pallatanga y de la falla Chincual-La Sofía y compresivo en la región de la Depresión Central entre Riobamba y Quito (LAVENU, 2006). La Falla regional de Pallatanga tiene una extensión de 200 km de largo, (pertenece a la “Dolores-Guayaquil Megashear”), esta falla se extiende hacia el valle encajonado del río Pangor y recorta la Cordillera Occidental hasta el pie del volcán Chimborazo al oeste de la depresión Interandina (LAVENU, 2006). atraviesa la zona de estudio en la parroquia Santiago perteneciente a la Provincia Bolívar.

En el Mapa de figura 17 se puede observar el recorrido de la falla geológica que empieza desde el: Colegio Santiago, Escuela Santiago, Carpintería, Sub-centro de Salud, Vía a Totoras extendiéndose hacia la Loma de Fátima. Las edificaciones del área urbana de la parroquia Santiago se encuentra en un rango alto-medio de vulnerabilidad físico-estructural, presentando en el relieve de la zona de estudio escarpes, hundimientos, agrietamientos, factores geodinámicos que inciden en el deterioro del sistema estructural de las edificaciones. La topografía de la Parroquia es una zona montañosa en la mayoría de su territorio, con un total de 9 Edificios Públicos evaluados donde el 22% pueden ser utilizados para la instalación del COPAE (COMISIÓN PARROQUIAL DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS).



Figura 17. MAPA con las EDIFICACIONES SEGÚN EL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA PARROQUIA SANTIAGO.

CONCLUSIONES

En relación al análisis realizado el sistema estructural de las viviendas de la parroquia Santiago se evidencia que el 89% de las viviendas se encuentran con vulnerabilidad media, el 9% con vulnerabilidad baja y el 2% con vulnerabilidad alta; además, el 73% de la población manifiesta ser vulnerable ante amenazas sísmicas y otro tipo de eventos adversos pretendiendo ser capacitados en áreas de reducción de riesgos y desastres, primeros auxilios conjuntamente con el GAD parroquial y la población activa (15-30 años de edad) como talento humano.

En relación al análisis estructural de las edificaciones publicas obtenemos un 56% de edificaciones con vulnerabilidad media, el 22% con vulnerabilidad baja-alta; el 67% de las edificaciones cuentan con un plan de contingencia, mientras el 89% de las edificaciones no cuentan con un manual de protocolos de actuación realizando simulaciones una vez al año coordinando con el GAD parroquial, subcentro de salud, policía nacional y las unidades educativas de la localidad.

En relación al análisis de la vulnerabilidad física estructural de las edificaciones se evidencia la necesidad de aplicar las normativas del PDOT parroquial en el uso de suelo, por ende se debe ejecutar las construcciones de las edificaciones con las lineamientos de las NEC2015 para minimizar el riesgo a nivel parroquial.

En relación a la geodinámica evidenciada como: hundimientos, escarpes, grietas factores que inciden en el deterioro de la mampostería de las edificaciones, se comprobó a través del análisis estadístico que existe correlación entre la geodinámica, la vulnerabilidad de las edificaciones; además, de la Falla Regional Pallatanga existente en el área urbana hace susceptible y vulnerable a la población de tener pérdidas de vidas humanas, perdidas económicas al momento de suscitarse un evento adverso.

Se procede a elaborar el manual de protocolo de actuación ante eventos adversos con las instituciones públicas de la parroquia Santiago encargados de ejecutar los mecanismos operativos para la atención de la urgencia, emergencia y desastre mediante el planeamiento, organización, manejo de las acciones de respuesta COPAE

BIBLIOGRAFÍA

- Almorox, A. (2010). Degradación de los suelos. Murcia. BARBATO. (1998). ASAMBLEA CONSTITUYENTE. (2008). Ecuador.
- Benioff, H. (1949). Tectónica de Placas. EE.UU.
- Biblioteca Médica Nacional CIDBIMENA. (2017). En: cidbimena.desastres.hn
- Bisbal, A., & Picón, J. (2006). Manual básico para la estimación de riesgo. LIma. BUEN VIVIR. (2013).
- C.E. CONSTRUCCION, C. E. (2002).
- Cabrera, T. (2012). Carga hundimiento zapatas . España. Carenas, M., Giner, J., & Gonzalez, J. (2014). Geología. España.
- CENAPRED-MEXICO. (2017). CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. En: <http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>
- Comité Nacional Técnica para el Conocimiento del Riesgo. (2017).
- Comité Nacional Técnica para el Conocimiento del Riesgo. (2017).
- Comité Nacional Técnica para el Conocimiento del Riesgo. (2017).
- COOTAD. (2010). Código Orgánico Organización Territorial. Quito. COPLAFIP. (2010). Quito.
- Cosano Maldonado, F. (2007). Tectónica de Placas. IES:CAMAS:.
- CRE. (2008). CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008.
- Delgado, M. (2011).
- Equipo. (2004). Ciencias de la Tierra. Complutense.
- ESCARPE DE FALLA . (2012). En: <https://glosarios.servidor-alicante.com/geografia-general/escarpe-de-falla>
- Escobar, M. (2002). técnicas moderadas para el cultivo del café. El Salvador. Estacio, J., Yopez, F., & Ayala, D. (2012). PROPUESTA METODOLOGICA ANALISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL MUNICIPAL. QUITO: AH.
- ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL . (2017). En: <http://www.igepn.edu.ec/glosario>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009).
- GAD PALLATANGA. (2014). PDYOT DEL CANTÓN PALLATANGA. En: www.gadpallatanga.com.ec
- GAD SAN MIGUEL. (2015). PDOT SAN MIGUEL DE BOLIVAR. SAN MIGUEL.
- GAD SANTIAGO. (2014). Plan de ordenamiento territorial. San Miguel.
- George, A. (a mediados del siglo XIX). Modelo de la Tectónica. (2014). MAPAS DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN EL BARRIO LA LIBERTAD DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. En B. GUACHICAZA, & T. GUARANGA. RIOBAMBA.
- HOSPITALARIA. En: <http://cidbimena.desastres.hn>
- IGEPN. (2017). Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de INSTITUTO GEOFISICO: <http://www.igepn.edu.ec/glosario>
- IGM. (2006). Manual de ingeniería de taludes. Madrid. INEC. (2010).
- INEC. (2010). Recuperado el 30 de 01 de 2018, de <http://www.inec.gob.ec>
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1987). Riesgos Geológicos. España.
- Iriondo, M. (2007). Introducción a la geología . Argentina : Brujas .
- Jorge, R. T. (1993). La Erosion Hidrica: Proceso, Factores Y Formas. Quito. Julio, D. (2005). Manual de gestión de riesgo en los gobiernos locales . Peru. Juvenal, M. (1991). Fenomenos Geodinamicos . Peru.

- KERLINGER. (1993). NIVEL DE INVESTIGACIÓN .
- LAVENU, A. (2006). NEOTECTÓNICA DE LOS ANDES . REVISTA DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA.
- Manual de Gestión de Riesgos. (2011).
- Martínez, C. (s/f de s/f de s/f). SCRIBD. En: <https://es.scribd.com/document/355931200/tipos-fallas-pdf>
- Martínez, M. C. (2006). Polo de promoción minero ambiental en el contexto de la agenda local 21: Península de Santa Elena (Ecuador). Santa Elena.
- MELONE. (2003). VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES. BARCELONA.
- Moreno. (2009). Las formas del relieve .
- MSP, M. D. (SEPTIEMBRE de 2007). PLAN INTEGRAL DE SEGURIDAD
- Muñoz, A. (2005). Inestabilidad de laderas . Nicaragua .
- NEC-SE-VIVIENDA-parte-1. (2015).
- NEC. (2015). GUIA PRACTICA DE PROCEDIMIENTOS MINIMOS PARA TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCION.
- PILCO, J. A. (2013). “EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS PROCESOS GEODINÁMICOS QUE INFLUYEN EN EL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GUARANDA”. QUITO.
- PNUD. (2010).
- PNUD. (2014).
- PNUD. (2015). El Salvador.
- PREFECTURA DE BOLÍVAR. (2008). PDOT Plan de ordenamiento territorial Pref. Bolívar. Guaranda.
- Rosales, V. (2000). Vulnerabilidad estructural y no estructural de hospitales .QUITO.
- Salazar, L., & Cortez, L. (2002). Gestión comunitaria de riesgo. Lima.
- SEMPLADES. (2015). Herramientas para la planificación territorial. QUITO. SENPLADES. (2015). Herramientas para la planificación Territorial.
- SENPLADES. (2015). Información cartográfica, “Herramientas para la planificación Territorial” SENPLADES 2015.
- SGR. (2016). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LLEVAR A CABO LOS PROTOCOLOS DE SITUACIONES DE EMERGENCIA.
- SGR. (2017). Manual del Comité de Operaciones.
- SGR. (2017). Manual del Comité de Operaciones.
- Silgado, A., & Tardon, A. (2010). Biología y geología. España.
- Tayupanta, J. (1993). La Erosion Hidrica: Proceso, Factores Y Formas. Quito. UEB. (2008). RIESGOS GUARANDA. GUARANDA.
- UNISDR. (2009). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. En: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- UNIVERSIDAD DE ALICANTE. (2015). UNIVERSIDAD DE ALICANTE. En: <https://web.ua.es/es/urs/peligrosidad/peligrosidad- sismica.html>
- Universidad de Oriente. (2012). en : <http://csudo.sucre.udo.edu.ve/glosario>
- Wagner, A. (1915). La Deriva de los continentes. (1915). En A. WEGNER, DERIVA DE LOS CONTINENTES.
- Washington, O. P. (2000). Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. USA.