UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACION PARA DESASTRES Y GESTION DEL RIESGO

ESTUDIO DE CASO

"ALTERACIONES GEODINÁMICAS COLATERALES OCURRIDAS EN EL BARRIO 11 DE DICIEMBRE DEL CANTON SAN VICENTE EN LA COSTA DE MANABI DEBIDO AL SISMO DE 7.8° EN ESCALA RICHTER DEL 16 DE ABRIL DE 2016"

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

AUTORES:

CARLOS JULIO LA MOTA DÁVILA

JONATAN LANFORD MIRANDA ROMERO

TUTORA:

INGENIERA EVA GAVILANES

GUARANDA- ECUADOR

OCTUBRE 2019

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por bendecirme con la familia que tengo y por haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi padre el Sr. Carlos La Mota (fallecido), mi madre la Sra. Dolly Dávila, por ser quienes me dieron la vida; a mis hijas Valentina y Rafaella La Mota quienes son mi fruto de vida, y me estimulan a mejorar día a día.

A mi abuela, la Sra. Elena Orfelina Celi, mientras estuvo en vida, me brindó soporte, hogar, entusiasmo y apoyo logístico hasta antes de egresar.

De manera muy cariñosa, a mi esposa Cristina Yépez, quién ha sido la persona que me ha dado ánimos y me ha levantado aun en las madrugadas para continuar con la redacción del presente proyecto y a los viajes que me ha tocado realizar a las localidades de mi estudio de caso.

A Jonatan Miranda, por ser mi compañero de Tesis, y brindarnos soporte y paciencia, para que juntos logremos la investigación y desarrollo de éste tema investigado.

A mis maestros, quienes desde el primer año supieron darnos la teoría no solo explicada en libros sino también sus experiencias aplicadas en el campo profesional.; principalmente a aquellos docentes, como la Ing. Gloria Iñiguez, Ing. Grey Barragán, Ing. María Vallejo, Ing. Mario Ramos, Ing. Miguel Rojas, Ing. Patricio Medina, Ing. Enrique Acosta, Ing. Carlos Ocampo, Ing. Rodrigo Santillán y el Mgs. Padre Wylper Zaldumbide, y de una manera muy cordial a la Ing. Evita Gavilánez quién ha sido mi tutora en el desarrollo de este proyecto, el cual ha Jonatan Miranda y a mí nos ha fortalecido en carácter y engrandecido en responsabilidad.

Carlos Julio La Mota Dávila

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy a mi asesora de tesis Ingeniera Eva Gavilánez Betancourt por ser quien nos guio y nos acompañó en nuestro proceso de construcción de este estudio de caso, así como por todos los consejos y momentos compartidos.

Así mismo, agradezco a la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar por abrirnos las puertas y ser nuestra segunda casa durante todos estos años de estudio y de duro aprendizaje.

Agradezco también a las personas que participaron de manera desinteresada en la formación de este estudio de caso, ya que sus palabras, ideas, opiniones, son el núcleo de este trabajo.

A Carlos Julio por ser un excelente compañero en este estudio de caso y trabajar hombro a hombro en el desarrollo de este proyecto.

Jonatan Lanford Miranda Romero

DEDICATORIA

A Dios por brindarme sabiduría, amor, paciencia y fortaleza, en especial en los momentos difíciles.

A mis compañeros y amigos de Rescate, a todas esas personas que, durante más de cinco años, entre estudio y presentación de trabajo final, lograron tener paciencia y de igual forma, dar ánimo para que continúe en esta aventura llamada Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, en donde muchos nos molestaban con buenas vibras diciéndonos que saldríamos con mención en residencia por viajar cada quince días desde nuestras ciudades en otras provincias hasta Guaranda.

A las personas fallecidas, heridas, rescatadas con vida, desaparecidos, así como a mis hermanos rescatistas del B.C.B.G., grupos de Socorristas de otras entidades, ciudades y países que formaron parte de la contingencia en las tareas en general post incidente.

A mi familia, ya que no me encontraba en la ciudad con ellos cuando se suscitó la emergencia, pero que aún en la desesperación y caos logramos tener contacto.

Carlos Julio La Mota Dávila

Este estudio de caso está dedicado a Dios, que me dio la oportunidad de vivir y tener fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi esposa e hijas por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, a ustedes por creer en mi capacidad y porque siempre han estado brindándome su comprensión y cariño.

A mi Abuelo quien en vida fue un hombre fuerte, honesto que siempre me motivó con su ejemplo de perseverancia y constancia. Por el valor mostrado para seguir adelante y por su eterno amor.

A mi madre y hermana por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis maestros por compartir sus conocimientos, por todo el tiempo invertido y por impulsar el desarrollo en mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros que compartieron conmigo todos estos años de estudio que ayudaron de una u otra manera a culminar esta carrera universitaria.

Jonatan Lanford Miranda Romero

TEMA

ALTERACIONES GEODINÁMICAS COLATERALES OCURRIDAS EN EL BARRIO 11 DE DICIEMBRE DEL CANTÓN SAN VICENTE EN LA COSTA DE MANABÍ DEBIDO AL SISMO DE 7.8° EN ESCALA RICHTER DEL 16 DE ABRIL DE 2016.

CERTIFICACIÓN DE LA TUTORA

En calidad de Directora del trabajo de Titulación mediante la modalidad de Estudio de caso, elaborado por los estudiantes: Carlos Julio La Mota Dávila y Jonatan Lanford Miranda Romero; titulado "ALTERACIONES GEODINÁMICAS COLATERALES OCURRIDAS EN EL BARRIO 11 DE DICIEMBRE DEL CANTON SAN VICENTE EN LA COSTA DE MANABI DEBIDO AL SISMO DE 7.8° EN ESCALA RICHTER DEL 16 DE ABRIL DE 2016", previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, considero que el trabajo ha sido revisado y reúne los requisitos académicos y legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad Ciencias de Ciencias de la Salud y del Ser Humano. Por lo que autorizo la presentación en las instancias respectivas para el trámite correspondiente en la Facultad para su revisión y calificación.

En la ciudad de Guaranda, octubre 2019

Ing. Eva Enriqueta Gavilanes Betancourt

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO II

DEDICATORIA IV

TEMA VI

CERTIFICACIÓN DE LA TUTORA VII

ÍNDICE GENERAL VIII

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES X

ÍNDICE DE TABLAS XIII

ÍNDICE DE GRAFICOS XIII

ÍNDICE DE MAPAS XIV

RESUMEN XV

ABSTRACT XVII

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA 2

1.1. Planteamiento del problema 2

1.2. Formulación del problema 3

1.3. Objetivos 3

1.3.1. Objetivo general 3

1.3.2. Objetivos específicos 3

1.4. Justificación 4

1.5. Limitaciones de la Investigación 6

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO 7

2.1. Contextualización del área de estudio 7

2.1.1. Barrio 11 de Diciembre 10

Reseña histórica de intervención, hitos importantes 10

2.2. Antecedentes 15
2.2.1. Terremoto de Riobamba de 1797 16
2.2.2. Terremotos de Ecuador 15 y 16 de agosto de 1868 17
2.2.3. Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906. 19
2.2.4. Terremoto de Ambato de 1949 21
2.2.5. Terremoto de Pelileo 5 de agosto de 1949 22
2.2.6. Terremoto de Ecuador y Colombia de 1958 23
2.2.7. Terremoto de Ecuador de 2010 ..... *26*
2.2.8. Terremoto de Quito 12 de agosto de 2014. 27
2.2.9. Réplica del 16 de agosto. 29
2.3.2 Terremoto de Ecuador de 2016. 29
2.3. Bases Teóricas 33
2.4. Definición De Términos 40
CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO 45
3.1. Nivel De Investigación 45
3.2. Diseño de la Investigación 45
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 46
3.4. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 48
3.4.1. Técnica de encuestas 48
3.4.2. Análisis general de los datos obtenidos 49
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 50
4.1. Comparación de los aspectos geomorfológicos del sector objeto de estudio del año 2016 previo y post sismo, como evidencia de los cambios en el paisaje 50
4.2. Identificación de las zonas de riesgo ante las amenazas de grietas y deslizamientos existentes en el cerro donde se encuentra asentado el barrio 11 de Diciembre 57

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 68
5.1. Conclusiones 68
5.2. Recomendaciones 70
BIBLIOGRAFÍA 73
ANEXOS 75
Anexo 1. Cuestionario de encuestas 75
Anexo 2. Alteración geodinámica del cerro donde se encuentra asentado el barrio 11 de Diciembre en el cantón Sn Vicente en la Provincia de Manabí..... 84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Remoción de masa vista lateral cerro barrio 11 de Diciembre, cantón San Vicente 4
Ilustración 2. Grietas considerables producto de fallas geológicas discontinuas a lo largo de la ladera del cerro de San Vicente que supone un potencial peligro geológico a los habitantes de las faldas del barrio 11 de Diciembre. Elaborado por: (Lamota & Miranda, 2018)..... 5
Ilustración 3. Ortofoto cantón San Vicente tomado 2011-2015..... 8
Ilustración 4. Ortofoto cantón San Vicente tomado el 21 de abril de 2016, 5 días posterior al terremoto con epicentro en Pedernales. Fuente: (IGM, 2016) 8
Ilustración 5. Ceviche interoceánico, gastronomía típica cantón San Vicente..... 10
Ilustración 6. Imagen izq. Toma de ortofoto año 2011-2015 y a la derecha 21 de abril 2016 material que bajo del cerro posterior al terremoto del 16 de abril 2016. Fuente: (IGM, 2016) 15
Ilustración 7. Escenas de destrucción en Pelileo luego del temblor..... 22
Ilustración 8. En distintos sitios de Pedernales se observaban los resquebrajamientos del suelo, después del terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter, que afectó a las costas del Ecuador el pasado 16 de abril del 2019". Fuente: (Medina, 2016)..... 31
Ilustración 9. Dirección de la subducción de Nazca bajo Sudamericana 34
Ilustración 10. Imagen del gradiente geotérmico y su papel en el metamorfismo 37

Ilustración 11. Principales rasgos morfo-estructurales de los Andes de Ecuador.....38
Ilustración 12. Compilación de los regímenes de la deformación durante el cuaternario en los Andes de norte y centrales. Fuente: (Lavenu, 2006) 39
Ilustración 13. Mapa geomorfológico de pendientes; donde se aprecia el cerro del barrio 11 de Diciembre, San Vicente, Manabí (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013) 50
Ilustración 14. Deslizamiento activo, barrio 11 de Diciembre. (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013) 51
Ilustración 15. Flujos de lodo, barrio 11 de Diciembre. (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013) 51
Ilustración 16. Sector donde se evidencian las grietas en el cerro del cantón San Vicente, provincia de Manabí. Elaborado por: (Lamota & Miranda, 2018) 52
Ilustración 17. Grieta en el cerro del cantón San Vicente, provincia de Manabí. Elaborado por: (Lamota & miranda, 2018).....52
ilustración 18. Grieta en el cerro del cantón san vicente, provincia de manabí elaborado por: (lamota & Miranda, 2018) 52
Ilustración 19. Ladera que presenta esparpa en el cerro del cantón San Vicente, provincia de Manabí guiados por el señor Alejandro Saltos, habitante del sector del barrio 11 de Diciembre elaborado por. (Lamota & Miranda, 2018) 53
Ilustración 20. Roca de 1mt de diámetro que se deslizó aproximadamente 7 metros, deteniéndose en una vivienda del cerro del cantón San Vicente, provincia de Manabí. Elaborado por: (Lamota & Miranda, 2018) 53
Ilustración 21. Grietas de aproximadamente 40 cm. De ancho por 1mt. De profundidad mayor a 30mt. De longitud (lat. -0.597448, long -80.40054) elaborado por: (Lamota & Miranda, 2018) 54
Ilustración 22. Asentamiento en falda de cerro barrio 11 de Diciembre, San Vicente, Manabí.....55
Ilustración 23. Fotografía satelital tomada en periodo del 10 al 15 de abril del 2016, previo al sismo del 16 de abril de 2016 sector faldas del cerro sector barrio 11 de Diciembre, cantón San Vicente fuente: (GEOCENTO, 2016).....56
Ilustración 24. Fotografía post evento del 16 abril 2016 (imagen actual), sector faldas del cerro sector barrio 11 de Diciembre, cantón San Vicente. Fuente: (Lamota & Miranda, 2018).....56

Ilustración 25. Amenaza de deslizamientos cantón San Vicente, Manabí - leyenda: susceptibilidad a deslizamientos (IGM, 2016).....57
Ilustración 26. Vista aérea de San Vicente identificando el área objeto de estudio - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre (Lamota & Miranda, 2018).....58
Ilustración 27. Vista aérea angular con identificación de área deslizamientos - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre (Lamota & Miranda, 2018).....58
Ilustración 28. Vista aérea del barrio 11 de Diciembre - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre. (Lamota & Miranda, 2018).....59
Ilustración 29. Vista aérea del barrio 11 de Diciembre con demarcación de deslizamiento - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre. (Lamota & Miranda, 2018) 59
Ilustración 30. Demarcación sombreada de deslizamiento del cerro - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre. (Lamota & Miranda, 2018) 60
Ilustración 31. Identificación de cotas de relieve - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel (Lamota & Miranda, 2018) 60
Ilustración 32. Mapa trazado con curvas de nivel en donde se referencia la mayor cantidad de grietas entre los 50 y 90 msnm- provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel (Lamota & Miranda, 2018) 61
Ilustración 33. Imagen 3d vista sur, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre. (Lamota & Miranda, 2018).....62
Ilustración 34. Imagen 3d vista sur oeste, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre. (Lamota & Miranda, 2018).....62
Ilustración 35. Imagen 3d vista oeste, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre. (Lamota & Miranda, 2018).....63
Ilustración 36. Imagen 3d vista aérea desde el oeste, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre (Lamota & Miranda, 2018) 63

Ilustración 37. Mapa base de relieve con curvas de nivel en la actualidad - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel (Lamota & Miranda, 2018) 64
Ilustración 38. Mapa base de relieve con curvas de nivel en la actualidad - provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel (Lamota & Miranda, 2018) 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla referencial 1. Terremoto de Riobamba de 1797 17
Tabla referencial 2. Terremotos del 15 y 16 de agosto de 1868 19
Tabla referencial 3. Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906 20
Tabla referencial 4. Terremoto de Ambato de 1949 21
Tabla referencial 5. Sismo de Ecuador y Colombia de 1958 23
Tabla referencial 6. Primer evento del terremoto de 1987en Ecuador 25
Tabla referencial 7. Segundo evento del terremoto de 1987 en Ecuador 25
Tabla referencial 8. Terremoto de Ecuador de 2010 26
Tabla referencial 9. Terremoto de 2014 en Quito 28
Tabla referencial 10. Terremoto de Manabí de 2016 30
Tabla referencial 11. Terremotos principales en Ecuador 32
Tabla referencial 12. Tipos de estructura de viviendas 65
Tabla referencial 13. Tipos de estructura de paredes exteriores 66
Tabla referencial 14. Número de pisos de las viviendas 67
Tabla referencial 15. Repetición de datos en encuesta 83

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Tipos de estructura de viviendas 65
Grafico 2. Tipos de estructura de paredes exteriores 66
Grafico 3. Números de pisos de las viviendas 67
Grafico 4. Tipos de trabajo. Fuente (Lamota & Miranda, 2018) 80
Grafico 5. Tiempo de residencia en el sector. Fuente: (Lamota & Miranda, 2018) ... 81
Grafico 6. Número de habitantes por vivienda. Fuente: (Lamota & Miranda, 2018). 81

Grafico 7. Índice de satisfacción por vulnerabilidad del sector. Fuente: (Lamota & Miranda, 2018) 82
Grafico 8. Motivo de reubicación. .fuente: (Lamota & Miranda, 2018) 82

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Terremoto en Muisne – Ecuador 2
Mapa 2. Localización geográfica del cantón San Vicente 7
Mapa 3. Ubicación del cantón San Vicente, provincia de Manabí 11
Mapa 4. Epicentro terremoto de Riobamba 1797 16
Mapa 5 Epicentro terremotos de agosto 1868 18
Mapa 6. Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906 19
Mapa 7. Epicentro terremoto de Ambato de 1949 21
Mapa 8. Terremoto de Quito de 2014 27
Mapa 9. Terremoto de Ecuador de 2016 30

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

"Alteraciones geodinámicas colaterales ocurridas en el barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente en la costa de Manabí debido al sismo de 7.8° en escala Richter del 16 de abril de 2016"

RESUMEN

Los Riesgos Naturales evidencian las amenazas y vulnerabilidades a las cuales quedan expuestos los poblados principales y caseríos cercanos a la zona de estudio; considerando que los movimientos telúricos como tal afectan principalmente las estructuras habitables, sin embargo, los daños colaterales que se presentan en su entorno son los aspectos a los que se les debe prestar atención post sismos, ya que son estos los que sin un buen estudio de impacto afectarán en periodos de a corto y mediano plazo a las comunidades ya instaladas y las que vendrían.

¿Por qué este tema?

Cuando nos tocó participar como rescatistas por Bomberos de Guayaquil, al culminar operaciones en Manta, Portoviejo y Bahía, nos asignaron dirigirnos hacia Pedernales, por lo que tuvimos que pasar por San Vicente y detenernos a comer algo para continuar hacia nuestro destino; fue justo ahí cuando mientras conversábamos y escuchábamos los comentarios de los habitantes de San Vicente pudimos observar el cerro y ver a varias casas humildes asentadas a lo largo de la ladera, las cuales nos asombró ver aún en pie, sin embargo, dentro de lo que nos compartían los habitantes cercanos a nosotros, un par de personas que vivían en una de esas casas en mención nos supo mencionar que hacia el otro lado del cerro (cara opuesta a nuestro punto de vista) se habría escuchado un fuerte sonido post sismo, al mismo tiempo que ocurría un corte de energía eléctrica; fue ahí cuando nos preguntamos: "en un futuro cercano

volveremos a ver que realmente pasó aquí?, por qué al encontrarse en medio de los lugares afectados principalmente no hubo una gran afectación visible aquí?"

Seis meses después del terremoto volvimos a San Vicente, recorrimos parte de la ladera principal del cerro como civiles, tan solo con la intención de levantar un poco de información, encontrándonos con que no solo eran unas casas, sino la comunidad del barrio 11 de Diciembre quienes no solo viven, también tienen unas pequeñas áreas circundantes a sus humildes casas que emplean para cultivar plantaciones de ciclo corto para consumo personal y tener unos cuantos animales de corral.

Al subir a la cima del cerro, nos encontramos con una realidad que no creíamos en la información que comenzábamos a recopilar, pero era cierto; durante nuestro ascenso evidenciamos varias grietas en el terreno que avanzaban por varios metros y presentando distintas profundidades y separaciones entre sus bordes: y tal como lo habíamos sospechado en los comentarios posterior al sismo, parte de la ladera posterior se había derrumbado, evidenciando una gran masa de tierra desprendida.

Aquí inicia nuestro Estudio de Caso, "Alteraciones Geodinámicas Colaterales ocurridas en el Barrio 11 de Diciembre del Cantón San Vicente en la Costa de Manabí debido al Sismo de 7.8 en la Escala de Richter del 16 de abril de 2016"

PALABRAS CLAVES

Sismología, Post sismo, Terremoto, Grietas, Derrumbe y Geodinámicas.

ABSTRACT

The Natural Risks show the threats and vulnerabilities to which the main towns and villages near the study area are exposed; considering that the telluric movements as such mainly affect the habitable structures, however, the collateral damages that occur in their environment are the aspects that should be paid attention after earthquakes, since it is these that without a good study of impact will affect in the short and medium term periods the communities already installed and those that would come.

Why this topic?

When we had to participate as rescuers for Guayaquil Firefighters, at the end of operations in Manta, Portoviejo and Bahia, we were assigned to go to Pedernales, so we had to go through San Vicente and stop to eat something to continue towards our destination; It was right there when we talked and listened to the comments of the inhabitants of San Vicente, we were able to observe the hill and see several humble houses settled along the hillside, which we were surprised to see still standing, however, within what we were shared by the inhabitants close to us, a couple of people who lived in one of those houses in question mentioned us that on the other side of the hill (opposite to our point of view) a strong post-earthquake sound would have been heard, at same time as a power outage occurred; It was there when we asked ourselves: "In the near future we will see what really happened here? Why, being in the middle of the affected places, there was not a great visible affectation here?"

Six months after the earthquake we returned to San Vicente, we traveled part of the main hillside as civilians, only with the intention of raising some information, finding that they were not only houses, but the community of the neighborhood of December 11 Those who not only live, they also have small areas surrounding their humble houses that they use to cultivate short-cycle plantations for personal consumption and have a few free range animals.

When we climbed to the top of the hill, we found a reality that we did not believe in the information we were beginning to collect, but it was true; during our ascent we evidenced several cracks in the terrain that advanced for several meters and

presenting different depths and separations between their edges: and as we had suspected in the comments following the earthquake, part of the rear slope had collapsed, showing a large mass of detached earth.

Here begins our Case Study, "Collateral Geodynamic Alterations that occurred in the 11th December District of the San Vicente Canton on the Coast of Manabí due to the 7.8 Earthquake on the Richter Scale of April 16, 2016".

KEYWORDS

Seismology, Post-earthquake, Earthquake, Cracks, Collapse and Geodynamics

INTRODUCCIÓN

Este trabajo aspira evidenciar las alteraciones geodinámicas colaterales ocurridas en el barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente en la costa de Manabí debido al sismo de 7.8° en escala Richter del 16 de abril de 2016, con el objetivo de demostrar las variaciones topográficas ocurridas a partir del terremoto del 16 de abril del 2016.

En el primer capítulo se desarrolla la selección y definición del caso, para lo cual se exponen antecedentes que conllevan a la descripción de la situación problemática por la que está pasando el barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente; lo cual genera una interrogante que permite establecer el tema del caso de estudio en el barrio antes mencionado. De igual forma se detalla la respectiva justificación y los objetivos planteados para dicho estudio.

En el segundo capítulo se despliega el marco referencial, dentro del cual se conceptualiza como punto de partida la definición de terminología básica que tendrá este caso, así como también el sustento legal que lo rige.

En el tercer capítulo se desarrolla la metodología, el tipo y el nivel de la investigación; así como también se realiza una investigación de campo, en donde se aplicó el método de observación bajo el parámetro de línea base para obtener información, posteriormente en el capítulo cuarto se efectúa un análisis general de la información recabada bajo el método anteriormente mencionado.

Finalmente, en el quinto capítulo se estructura la elaboración del informe, a fin de que se cumpla el objetivo deseado, con un cronograma y un presupuesto considerable; de igual forma, se plasman las conclusiones y/o recomendaciones que se deben seguir en el presente estudio de caso.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Siendo las 18:58 del sábado 16 de abril de 2016, gran parte del territorio continental ecuatoriano se vio sacudido por un fuerte sismo de categoría 7,8 Mw, registrando su epicentro entre las localidades de Cojimíes y Pedernales, en la zona norte de la provincia de Manabí, donde están las comunidades más afectadas; el cual fué el de mayor intensidad sentido en nuestro país desde el de Colombia en 1979, el más devastador desde 1987, y el de mayor magnitud en el 2016. Dicho sismo, no solo fué sentido en Ecuador, también sus ondas se percibieron en el sur de Colombia y norte de Perú. Un sismo de magnitud 4,8 Mw precedió a este unos 11 minutos antes. (Mapa 1).GR, 2016)

Mapa 1. *Terremoto en Muisne – Ecuador*



Fuente: (USGS, 2016)

Zona del epicentro

Consecuentemente por el sismo se registraron afectaciones importantes en ciudades de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas: sin embargo, en Provincias como Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Imbabura, Azuay, entre otras también reportaron resquebrajamientos en ciertas estructuras y edificaciones. Las más afectadas fueron Guayaquil, Manta, Portoviejo, Bahía de Caráquez, San Vicente, Jama, Pedernales, Esmeraldas y Muisne.

En las fechas entre el 16 de abril hasta el 19 de mayo del 2016 se produjeron 1.570 réplicas, de las cuales 8 fueron mayores a 6º.

Para el 19 de mayo de 2016, se genera el Informe de Situación No. 71 por parte de la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) de 663 fallecidos, 9 desaparecidos, 6.274 heridos entre los tres primeros días, 28.775 albergados y 113 personas rescatadas vivas entre escombros estructurales, y 737.787 raciones alimenticias entregados (KITS), (USGS, 2016))

1.2. Formulación del problema

¿Se generaron alteraciones geodinámicas colaterales en el barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente en la costa de Manabí debido al sismo de 7.8° en escala Richter del 16 de abril de 2016?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Explicar las alteraciones geodinámicas colaterales ocurridas en el barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente en la costa de Manabí debido al sismo de 7.8° en escala Richter del 16 de abril de 2016.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Comparar los aspectos geomorfológicos del sector objeto de estudio del año 2016 previo y post sismo, como evidencia de los cambios en el paisaje.

- Identificar las zonas de vulnerabilidad ante las amenazas de grietas y deslizamientos existentes en el cerro donde se encuentra asentado el barrio 11 de Diciembre.

1.4. Justificación

En los primeros semestres de la Carrera de Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo veíamos las materias que recibiríamos cada ciclo, y cuando leíamos en la cartelera Geografía Física, al siguiente ciclo tocaba Sismología, y luego Vulcanología con Hidrometereología, fue cuando decidimos que el tema de titulación sería relacionado con algún estudio de campo que permita proyectar unos cuantos conceptos y materia de aula aplicadas al terreno.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad describir, evidenciar y correlacionar en la geografía costera manabita del sector mencionado, como se ha visto modificada la topografía de la zona, debido a los sismos suscitados en estos últimos 24 meses aproximadamente. (Ilustración 1).

Una de las amenazas en el área de estudio son las grietas presentes a lo largo del cerro de San Vicente (Ilustración 2), mismas que recurren a lo largo de las faldas y en la cima; así mismo evidenciando hacia la pared que da hacia el este (lado oculto desde la vista principal de San Vicente), varios aludes y desprendimientos de masas considerables.



Ilustración 1. *Remoción de masa vista lateral cerro barrio 11 de Diciembre, Cantón San Vicente*
Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)



Ilustración 2. *Grietas considerables producto de fallas geológicas discontinuas a lo largo de la ladera del cerro de San Vicente que supone un potencial peligro geológico a los habitantes de las faldas del barrio 11 de Diciembre. Elaborado por:* (LaMota & Miranda, 2018)

Son estos efectos los que nos llevan a considerar este Estudio de Caso como tema para iniciar una investigación, que levantará interés en más de una comunidad de investigadores.

Se tomó como estudio y análisis investigativo el sector del barrio 11 de Diciembre porque es uno de los puntos con más alta vulnerabilidad ya que se encuentra en las faldas del cerro en donde se evidencian grietas y separación de terreno en varios puntos analizados en este documento que ponen en riesgo a los moradores que se han asentado deliberadamente en las faldas del cerro sin medir las consecuencias que estas pueden conllevar a pérdidas materiales y de vidas humanas.

La participación desinteresada de la comunidad, han permitido desarrollar planteamientos sociales voluntarios de preparación colectiva ante posibles eventos adversos de origen natural y/o antrópico como parte de su plan de contingencia comunal. Sin embargo, es evidente que no solo es cuestión de preparar a la ciudadanía con charlas y ejercicios de simulacros, sino que también se debe llegar a considerar el equipamiento y logística con la que deberían contar en el supuesto caso de un evento dantesco como, por ejemplo, la posibilidad de que el puente Los Caras que une San Vicente con Bahía de Caráquez colapse.

1.5. Limitaciones de la Investigación.

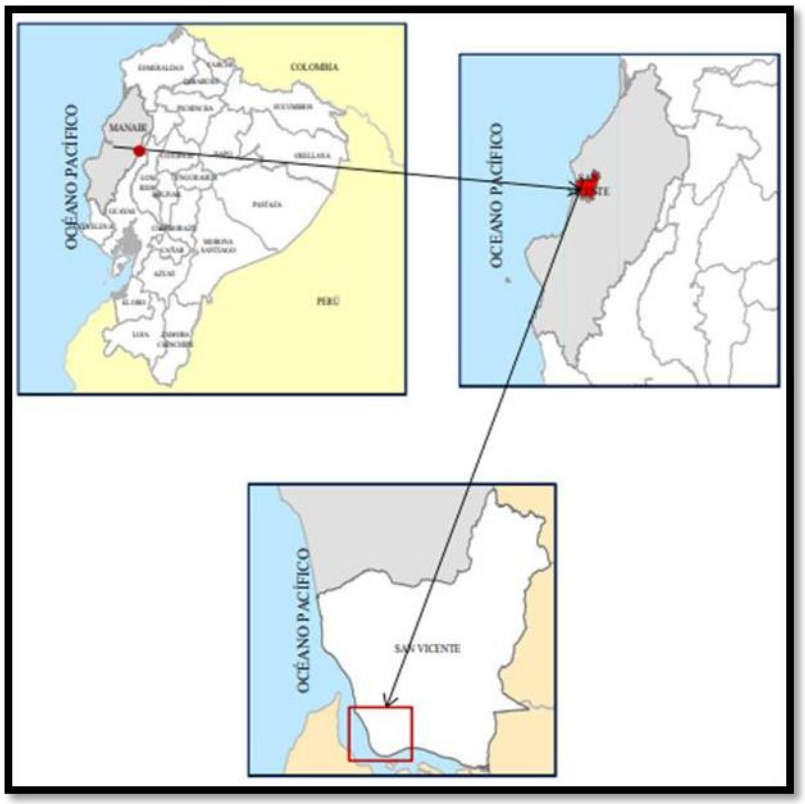
Una vez realizada la recolección de información utilizando las diferentes técnicas e instrumentos, se analizarán las principales causas y los efectos que ocasionarían los riesgos de desastres ante la amenaza de aludes en el ecosistema habitado en el cantón San Vicente de la provincia de Manabí; de igual forma se pretende alcanzar a cumplir cada uno de los objetivos planteados en este proyecto.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Contextualización del área de estudio

El cantón San Vicente se encuentra situado en el sector centro norte de la Provincia de Manabí en las coordenadas desde 0 grados y 30 minutos latitud sur hasta 0 grados y 39 minutos latitud sur, y 80 grados 11 minutos hasta 80 grados 11 minutos de longitud occidental a 340 kilómetros de la ciudad de Quito. (Mapa 2)

Mapa 2. *Localización geográfica del Cantón San Vicente*



Fuente: (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013)

Limites

Al Norte: Océano Pacifico y Cantón Jama

Al Sur: Estuario del Rio Chone y la Isla Corazón

Al este: cantones Sucre y Chone

Al Oeste: Océano Pacifico

(Ilustraciones 3 y 4)



Ilustración 3. *Ortofoto cantón San Vicente tomado 2011-2015.*
Fuente: (IGM, 2015)

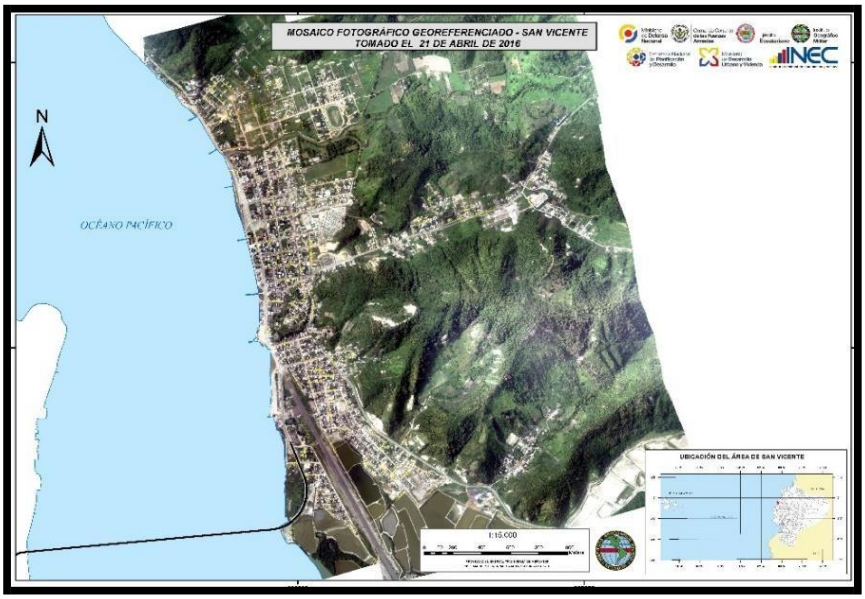


Ilustración 4. *Ortofoto cantón san Vicente tomado el 21 de abril de 2016, 5 días posterior al terremoto con epicentro en Pedernales. Fuente:* (IGM, 2016)

San Vicente es una desmembración del territorio del Cantón Sucre, lo que fue parte del asentamiento de los Caras, cultura que se desarrolló entre los años 700 y 800 años después de Cristo; debe su nombre a la creencia popular de que sus aguas saludables curaban dolencias de la gente y sus habitantes asociaron esta manifestación con San Vicente Ferrer.

Uno de los barrios más antiguos de San Vicente es el sitio Los Perales, el mismo que toma su nombre de un combate de la época Floreana en 1832 entre unos 150 soldados sublevados en Latacunga y al mando de los hermanos sargento Perales y el General Juan Otamendi.

Fue erigida como parroquia rural un 29 de mayo de 1907, San Vicente es elegida parroquia rural con los recintos Briceño, Rosa Blanca y Selva Alegre (hoy desaparecida) siendo su primer Teniente Político el señor Leónidas Vega Lozano, en casa de dicho personero se realizó el primer acto solemne, donde la ciudadanía firmó un acta.

Sus habitantes se dedicaron al cultivo de la palma de coco, motivo que le permitió ser uno de los balnearios más pintorescos de la costa ecuatoriana, lamentablemente por los años 20, el gusano destructor de la gualpa terminó con éste cultivo, una de las riquezas naturales de nuestro pueblo.

Luego de haber pasado 92 años con la categoría de parroquia del cantón Sucre, un 16 de noviembre del año 1999 San Vicente fue elevado a cantón y luego de las elecciones populares el 21 de mayo del 2000 se conformó el primer consejo cantonal y fue elegido como primer Alcalde de este noble cantón el Doctor Omar Hurtado Bravo.

El cantón San Vicente de la provincia de Manabí, tiene más de 40 km. de playa, principal atractivo turístico por la tranquilidad de sus aguas y las opciones de diversión que ofrecen a sus visitantes. Se practican deportes acuáticos, de aventura, extremos y de recreación como paseos a caballos. Durante las noches, especialmente en la parroquia Canoa, se viven verdaderas fiestas al aire libre, atractivo para quienes visitan el lugar.

Su infraestructura es levantada con materiales rústicos y típicos de la zona. Su gastronomía se basa, especialmente, en mariscos. Uno de los platos típicos es el “Ceviche Interoceánico” (Ilustración 5).



Ilustración 5. *Ceviche interoceánico, gastronomía típica Cantón San Vicente*
Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

2.1.1. Barrio 11 de Diciembre.

Reseña histórica de intervención, hitos importantes.

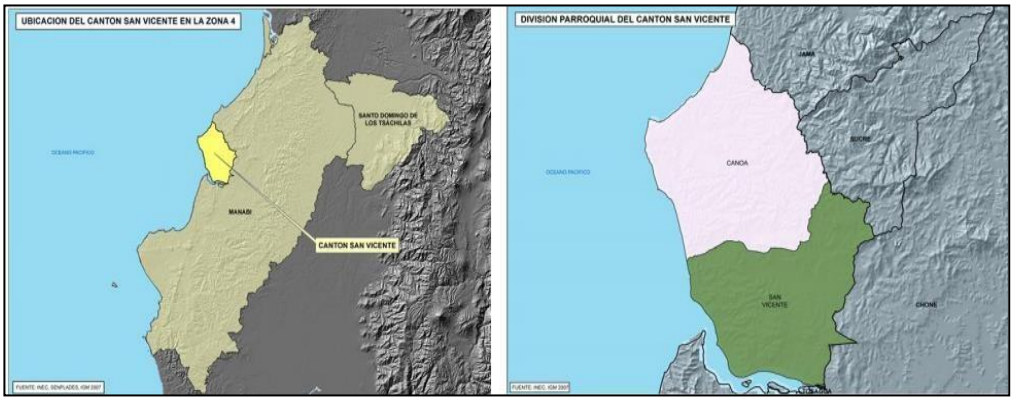
Frente a Bahía de Caráquez se encuentra San Vicente, el cual el 16 de noviembre de 1999 se independiza del cantón Sucre, convirtiéndose así en el cantón más joven de Manabí; en él se encuentra el barrio 11 de Diciembre, lugar donde se realiza el estudio de caso, mismo que se alberga en el cerro principal de San Vicente, y la región agrícola de El Napo y El Naranjal, siendo la Ingeniera Gema Rossana Cevallos Torres su Alcaldesa durante el período de estudio.

Descripción Geográfica del Barrio 11 de Diciembre.

Ubicado en Bahía de Caráquez al norte de Manabí (Mapa 3), de acuerdo al Gobierno de Manabí (2017), limita:

> "Al norte con el Océano Pacífico y el Cantón Jama; al sur con el estuario del Río Chone; al este con: la Parroquia San Isidro del Cantón Sucre y el Cantón Chone; al oeste: Océano Pacífico".
>
> Su extensión de 715 km² (33 km² zona urbana y 682 km² zona rural), (p. 3).

Mapa 3. *Ubicación del cantón San Vicente, Provincia de Manabí*



Fuente: (SENPLADES, 2014)

Aspectos Climáticos, Hidrográficos, Recursos Naturales, Tipo de suelo, Geología y Accesos.

Clima seco, lluvias escasas, ubicada en la orilla norte del estuario del rio Chone, (salida al Océano Pacifico), rodeada de ríos pequeños como el Briceño, canoa, mariano; su terreno escarpado permite que sus llanos puedan pastar a ganado de distinto tipo; así como permitir que la fauna sea diversa y libre en sus bosques. Hay ciertas áreas de manglares que son empleadas como camarones y criaderos de cangrejos, su cercanía al mar faculta la pesca artesanal de corvina, robalo, ostión, mero, cangrejo azul, camarón, pargo entre otros.

<u>Demografía Población Total, Grupos Etarios, Grupos Vulnerables, Migración</u>.

- **Habitantes:**
- Habitantes: 22 mil habitantes según Censo de Población y Vivienda (http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/, 2010). Grupos etarios: 80% de manabitas, 10% de distintas ciudades; y hay una minoría de extranjeros radicados.
- Grupos vulnerables: tercera edad un 30% aproximadamente, madres antes de los 18 años, unas 150 personas aproximadamente con síndrome de Down, indigentes 15% aproximadamente. Existe un hospicio de ancianos, tienen muchas viviendas en las laderas del cerro aproximadamente unas 80.

- **Cultura.**

  Pueblo pequeño, agricultor; católicos en su mayoría y madrugadores.

- **Costumbres.**

  Observadores de los astros, lunas y estrellas, para calcular sus días de pesca, o siembra y cosecha, y hasta fecundar; son amigueros y chismosos.

- **Hábitos.**

  Trabajadores desde temprano del amanecer hasta el atardecer en el campo, los de la ciudad inician su jornada laboral a partir de las 09h00 hasta las 20h00.

- **Religión.**

  Católicos 75%, adventistas 10%, testigos de Jehová 15%,

- **Alimentación.**

  Verde; pescado, yuca, arroz, carne roja de res, carne blanca de aves de corral, queso, leche, mariscos en general.

- **Vestuario.**

  Jean o pantalón con camisa, algunos usan pantalonetas y gorra.

  Campo: camisa manga larga, pantalón, botas caña alta y gorra o sombrero.

- **Economía.**

  Por ser zona afectada se mantuvo el IVA al 12%.

Actividades Económicas Ingresos y Egresos

- **Ciudad:** conductores de tricimotos, almacenes de comercios y tienda de abarrotes, pesca, restaurantes.
- **Campo:** agricultura, ganadería, pesca ya acuacultura.

  Existe un aeropuerto en la parte sur de San Vicente, en donde se da el servicio a helicópteros, avionetas y aeronaves pequeñas ejecutivas; no sufrió daños estructurales primarios.

- **Pobreza y Mendicidad.**

  El 70% de la población se encuentra desempleada, obligándolos a conseguir jornadas laborales en tareas eventuales, y/o emigrar a grandes ciudades.

- **Salud.**

  Chikungunya y dengue en época invernal,

Educación.

Nivel inicial: primaria, segundaria; en frente, en Bahía de Caráquez, está la Universidad Técnica de Manabí, pero solo con las opciones académicas de auxiliar en enfermería, marketing, eco turismo, acuacultura y biología marina.

- **Escolaridad Analfabetismo.**
  La educación es pública, y todos los niños van a la escuela

Infraestructura Básica.

- **Agua potable, energía eléctrica, alcantarillado:** solo el 60% de la ciudad cuenta con este servicio
- **Recolección de basura:** en ciertos sectores se da pasando un día, en otros más periféricos solo una vez por semana.
- **Vías de Comunicación.**
  El puente "Los Caras", que une Bahía de Caráquez y este cantón, se encuentra funcional y 100% operativo; la carretera hacia el norte se encuentra transitable, pese a que el terremoto del 16 de abril del 2016, la afecto considerablemente en varios tramos y longitudes de la vía.

- **Vivienda.**
  La mayoría son de cemento.
  Un 10% están consideradas en estructuras mixtas.
  En las laderas de los cerros habitados, se encuentran viviendas de construcción mixta a desnivel, en las que en su entorno tienen aves de corral, y pequeñas áreas de siembra de maíz y habichuela.

- **Número de Personas por Vivienda.**
  Por vivienda hay un promedio de 5 habitantes; pero en algunas se encuentran habitando hasta 15 miembros de la misma familia.
- **Organización Política Administrativa.**
  Alcalde y Concejales.
- **Marco Legal Jurídico.**

Municipio y estatutos

- **Existencia de Organismos de Cooperación Ambiental.**
  Ministerio del ambiente, se observar palisales acumulados en las partes bajas del puente
- **Indicadores Ambientales.**
  No hay industrias, pero si se observa descuido en sus playas (basura inorgánica)
- **Erosión.**
  Se observa gran cantidad de erosión a nivel de cerro
- **Deforestación.**
  No hay control específico
- **Tratamiento de Desechos Sólidos.**
  No existe
- **Tipos de Contaminación.**
  Desechos orgánicos e inorgánicos, falta de iniciativa en desalojar los maderos y palisales del afluente del rio (rio de Aguas Amargas)
- **Recursos Naturales.**
  Guayacán, bálsamo, pechiche, moral, teca, laurel, samango, cedro; sandia, maíz, habichuelas, melón, zapallo, piñón, café, verde, pastizales; ganado vacuno, búfalo, caballo, asno, cerdos, aves de corral, camarón, peces diversos, cangrejos
- **Uso de Suelo.**
  Lo que no se cosecha, se siembra pastizal para el ganado, lo que se deforesta se emplea para nuevas cosechas

Principales Eventos de Desastres Locales.

- Terremoto de 7.8° el 16 de abril del 2016
- Movimiento de masas originando fallas (talud y alud)
- Sequías
- Marejadas fuertes
- No hay inundaciones; solo se han presentado en la parroquia Salinas, que es hacia el sur

- Sismo de 6° en escala de Richter ocurrido el 3 de diciembre del 2017

Resultante del terremoto ocurrido el 16 de abril en 2016, bastante material descendió de la ladera principal del cerro de San Vicente hacia las faldas donde se inicia el barrio 11 de Diciembre; varias viviendas colapsaron, quedando parcialmente enterradas con aproximadamente un de metro espesor de éste material. (Ilustración 6)

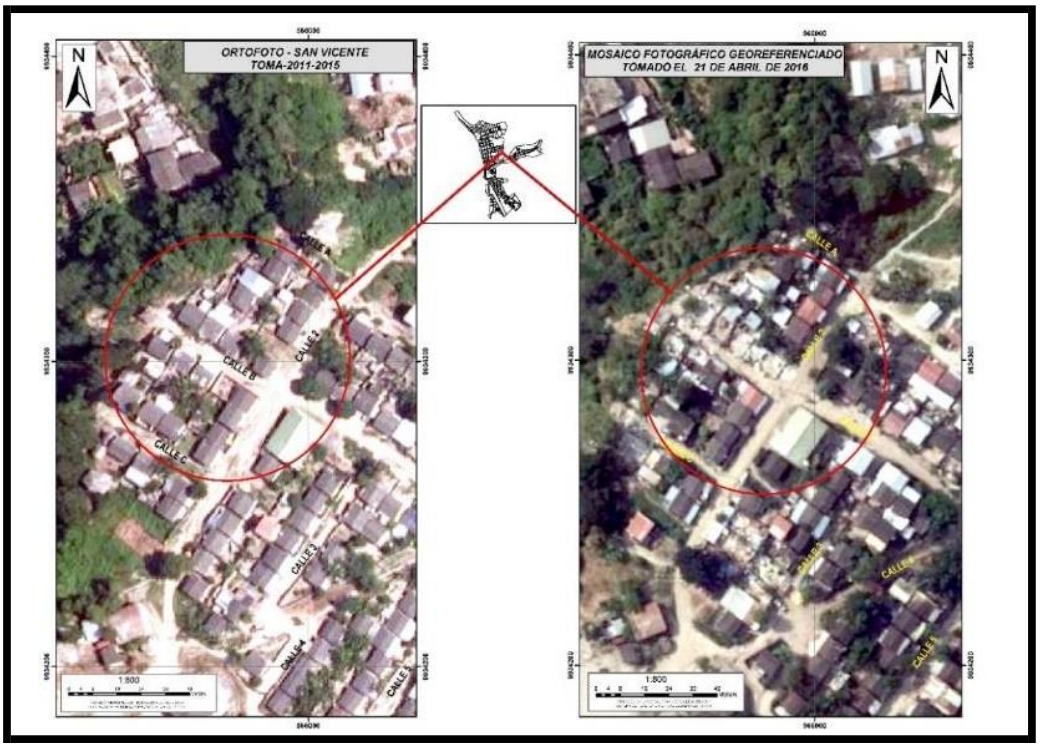


Ilustración 6. *Imagen izq. Toma de ortofoto año 2011-2015 y a la derecha 21 de abril 2016 material que bajo del cerro posterior al terremoto del 16 de abril 2016. Fuente:* (IGM, 2016)

2.2. Antecedentes

Los desastres naturales tales como sismos, terremotos, deslaves entre otros, no son predecibles en la mayoría de los casos, y ha sido una constante lucha del ser humano por tratar de evitarlos o tratar de pronosticarlos inclusive con la evolución de la tecnología, pero a pesar de aquello, éstos fenómenos siguen generando pánico y temor debido a la devastación que en muchos casos los hemos vivido, aunque se han hecho muchas investigaciones, ensayos y pruebas a partir de evento suscitados con el objeto de encontrar el motivo por el cual la corteza terrestre no para de moverse.

2.2.1. Terremoto de Riobamba de 1797.

El terremoto de Riobamba se produjo un 4 de febrero de 1797 a las 12:30 del día, (Mapa 4), de acuerdo al IGM (2015), menciona que:

> Devastó completamente la ciudad de Riobamba y muchas otras ciudades alrededor del valle interandino, ocasionando la muerte de unas 40.000 personas. Se estimó que las intensidades sísmicas en el epicentro alcanzaron al menos XI en la escala de Mercalli, y que el sismo tuvo una magnitud de 8.3 en la escala de Richter, siendo el sismo más poderoso conocido hasta ahora en Ecuador e incluso uno de los más fuertes a nivel del continente (p. 15).

Mapa 4. *Epicentro terremoto de Riobamba 1797*



Tomado de: (IGM, 2015)

Características.

"El temblor duró de tres a cuatro minutos aproximadamente. La longitud estimada de la ruptura del terremoto es de 70,3 kilómetros, con el acimut de la falla de 067°" (IGM, 2015)

Secuelas

De acuerdo al IGM (2015), menciona que:

> Los daños significativos (intensidad ≥ VII) se extendieron desde la ciudad de Quito, en el norte, hasta más de 60 km al sur de Riobamba, incluyendo las ciudades de Guaranda, Ambato, Saquisilí, Baños y Riobamba fueron

> arrasadas por deslizamientos de tierra, estos no se limitaron a la destrucción de ciudades y pueblos, pues fue tal la energía liberada que alteró la topografía de valles, montes y ríos de la región, el terreno se hundió en algunos lugares y se levantó en otros. Las cifras de víctimas bordeaban de treinta a cuarenta mil, mientras que algunas estimaciones más recientes describen cifras tan bajas como de seis mil víctimas aproximadamente. La ciudad de Riobamba fue reconstruida a casi 20 km al nordeste de su sitio original, que ahora ocupa el pequeño pueblo de Cajabamba (p. 35).

En resumen, a lo anteriormente indicado, se visualiza lo siguiente en la Tabla referencial Nº1

Tabla referencial 1. *Terremoto de Riobamba de 1797*

Fecha	4 de febrero de1797
Hora:	07H45
Magnitud:	8,3 Mw.
Intensidad MSK	11
Coordenadas del epicentro:	1°36′S 78°36′
Zonas afectadas:	Ecuador
Víctimas:	6,000-40,000

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

2.2.2. Terremotos de Ecuador 15 y 16 de agosto de 1868

Los terremotos de Ecuador de 1868 se produjeron de manera consecuente (Mapa 5), según el IGM (2015):

> El 15 de agosto de 1868 a las 19:30 UTC y el 16 de agosto de 1868 a las 06:30 UTC, tenían una magnitud estimada de 6,3 y 6,7 Mw. causaron un total estimado de 40.000 hasta 70.000 víctimas (entre muertos y heridos) y severos daños en la parte noreste de Ecuador y en el suroeste de Colombia. El terremoto del 15 de agosto se produjo cerca de El Ángel, provincia de Carchi, cerca de la frontera con Colombia, mientras que el del 16 de agosto se produjo cerca de Ibarra en la provincia de Imbabura. Los informes de estos terremotos se confunden a menudo con los efectos del terremoto del 13 de agosto en Arica (p. 37).

Mapa 5 *Epicentro terremotos de agosto 1868*



Tomado de: (IGM, 2015)

Entre los daños y víctimas, el IGM (2015), detalló que el 15 de agosto fueron severamente sacudidas las localidades de El Ángel y La Concepción, quedando El Ángel como en ruinas.

De igual forma el IGM (2015), también mencionó que en el terremoto del 16 de agosto dejó:

> La ciudad de Ibarra completamente devastada; todos los edificios fueron destruidos y sólo quedaran en pie unas pocas paredes. En la ciudad de Otavalo todas las casas fueron destruidas y murieron 6000 personas. En la provincia de Imbabura se estimó el número de víctimas mortales en 15.000-20.000 personas (p. 39).

Entre las características principales de los terremotos mencionados anteriormente, el IGM (2015), señala que "hubo un sismo premonitor la tarde anterior (posiblemente el evento sísmico del 15 de agosto), mientras que el sismo principal se produjo a las 01:30 hora local en la madrugada del 16 de agosto, el cual duró un minuto". Y como secuelas dejó a Ibarra en un casi 90% destruido por el terremoto, para lo cual el 28 de abril conmemora lo sucedido (IGM, 2015).

De lo mencionado se visualiza de manera detallada la Tabla referencial Nº2.

Tabla referencial 2. *terremotos del 15 y 16 de agosto de 1868*

Fecha	15 y 16 de agosto de1868
Magnitud:	6.3, 6.7 MW
Profundidad:	20 km
Duración:	1 minuto (16 de agosto)
Coordenadas del epicentro:	0°19′N 78°11′O
Zonas afectadas:	Ecuador / Colombia
Víctimas:	40.000-70.000

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

2.2.3. Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906.

El IGM (2015), menciona que fue "un terremoto que azotó las costas de dichos países, cerca de la ciudad de Esmeraldas el día 31 de enero de 1906 a las 10:36 UTC-5. (Mapa 6) Tuvo una magnitud de 8,8 Mw y provocó un tsunami".

Mapa 6. *Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906*



Tomado de: (IGM, 2015)

"Existe la probabilidad de que, el origen del terremoto haya sido causado por el proceso normal de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana" (IGM, 2015).

La mayoría de los daños "se produjeron por culpa del Tsunami en los pueblos de Río Verde en Ecuador. Se estima que el número de muertes es entre 1000 y 1600 personas" (IGM, 2015)

Reporte de los sucesos.

El IGM (2015), expone un resumen de los diferentes sucesos acontecidos:

- **Terremoto**

  El Terremoto originó la ruptura aproximada de 500 a 600 kilómetros de largo en el terreno e influenció los terremotos de los años 1942 (7,8 Mw), 1958 (7,7 Mw) y el de 1979 (8,2 Mw). La relación entre los tres acontecimientos sugiere la presencia de barreras de propagación de menor tamaño en la ruptura de las placas. (A pesar de que estos tres eventos sucedieron en la misma zona de ruptura, solo alcanzaron una quinta parte de la energía liberada por el terremoto del año 1906), (p. 42).

- **Tsunami**

  En Tumaco, Colombia las olas del tsunami alcanzaron un nivel aproximado de unos 5 metros de altura, alcanzando la mayor altura registrada del tsunami. En Hilo, Hawái las olas alcanzaron una altura de 5,8 metros de altura. Además, el tsunami también alcanzó las costas de Costa Rica, México, Ecuador y Japón (p. 42).

- **Riesgo sísmico**

  Se planteó la hipótesis de que un posible terremoto de una fuerte magnitud podría repetirse en estos países debido a la energía que quedó acumulada del terremoto de 1906. Sin embargo, los análisis sugieren que, con los tres terremotos posteriores a éste, se liberó gran cantidad de la energía acumulada por el terremoto (véase Tabla referencial Nº 3) (p. 42).

Tabla referencial 3. *Terremoto de Ecuador y Colombia de 1906*

Fecha	31 de enero de 1906
Magnitud:	8,8 (MW)
Coordenadas del epicentro:	1.0 Grados de Latitud Norte - 80.3 Grados de Longitud Oeste
Zonas afectadas:	Ecuador y Colombia
Víctimas:	6,000-40,000

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

2.2.4. Terremoto de Ambato de 1949.

El IGM (2015), mencionó que:

> "Un sismo golpeó la provincia de Tungurahua al sureste de la capital, por lo que Ambato sufrió el mayor sismo en el Hemisferio Occidental de los últimos cinco años (Mapa 7), ese 5 de agosto, causando la muerte de 5.050 personas. Tuvo una magnitud de 6, 8º en la escala de Richter, originando un hipocentro a 40 km bajo la corteza terrestre. Las ciudades cercanas como Guano, Patate, Pelileo, y Píllaro fueron destruidas, pero, sufriendo la ciudad de Ambato el más severo daño en sus edificaciones" (p. 45).

Mapa 7. Epicentro terremoto de Ambato de 1949



Tomado de : (IGM, 2015)

El terremoto destruyó inmuebles por todos lados, y el consecuente desplazamiento causando daños a través de las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi, colapsó la red de agua y las líneas de comunicación, y también se abrió una grieta en la que la pequeña ciudad de Libertad se hundió. La agitación moderada del evento se extendió tan lejos que fue sentido tanto en Quito como en Guayaquil. (IGM, 2015) (véase Tabla referencial Nº 4).

Tabla referencial 4. *Terremoto de Ambato de 1949*

Fecha:	5 de agosto de 1949,hora: 06:54 UTC-5-1
Tipo:	Subducción de placas tectónicas
Magnitud:	6,8 Magnitud de ML: 1 MW

Profundidad:	211 km.
Coordenadas del epicentro:	1°30′S 78°12′O
Zonas afectadas:	Ecuador
Víctimas:	5.050 fallecidos

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

2.2.5. Terremoto de Pelileo 5 de agosto de 1949.

Este sismo de acuerdo al IGM (2015), fue:

> Precedido por un temblor premonitorio, modesto como la mayoría de éstos, pero lo suficientemente fuerte como para causar caos, y forzar a los habitantes a salir de sus hogares hacia las calles. El mayor impacto se originó al sudeste de Ambato, (Ilustración 7), la iglesia matriz de Ambato y los cuarteles militares colapsaron junto con la mayoría de los edificios de la ciudad. Un grupo de niñas que se preparaban para la primera comunión murieron aplastadas por las ruinas de la iglesia. El sismo destruyó la red de agua potable y las líneas telefónicas y telegráficas; se abrieron grandes grietas en el suelo, los edificios quedaron reducidos a escombros, y un tren se descarriló. El terremoto también destruyó edificios en aldeas rurales, varios caminos, así como también ríos fueron bloqueados por deslizamientos en laderas. La aldea de Libertad cerca de Pelileo, se hundió a 460 metros de profundidad, dentro de un pozo de alrededor de 800 mts. de diámetro, incluyendo a unos 100 habitantes. Se registraron temblores de hasta una intensidad IV en la escala de Mercalli en puntos tan lejanos como Quito y Guayaquil (p. 47).



Ilustración 7. *Escenas de destrucción en Pelileo luego del temblor*
Tomado de: (IGM, 2015)

Secuelas.

El IGM (2015), menciona como secuelas de este terremoto:

> Estimación de muertos en aproximadamente 2.700 personas. Las ciudades de Patate y Pelileo fueron las que más sufrieron, con 1.000 y 1.300 fallecidos respectivamente. En Ambato se reportaron 400 a 500 fallecidos, y la embajada ecuatoriana en Washington estimó entre 1.000 y más de 2.000 heridos. El pueblo de Píllaro, destruido por el terremoto, tuvo más de 20 fallecidos, y en Latacunga se registraron once fallecidos y treinta heridos; también quedaron destruidas allí 50 viviendas, dos iglesias y los edificios del gobierno. Otros quince pueblos y ciudades cercanas fueron también seriamente afectadas, incluyendo Guano, que fue completamente devastado. Recuentos posteriores calcularon en alrededor de 3.200 víctimas en Pelileo; la cuenta total de fallecidos fue ajustada a alrededor de 4.000 personas. Los reportes oficiales informaron que la mayoría de las muertes ocurrieron dentro de los edificios derrumbados y por las inundaciones causadas por el taponamiento de canales de drenaje. Otras víctimas fueron arrastradas o sepultadas por deslizamientos de tierra. Todas las viviendas en Pelileo resultaron destruidas, muchos edificios quedaron en ruinas, y grandes grietas se formaron en el suelo. Solamente en Ambato el 75% de las viviendas que aún permanecían en pie tuvieron que ser demolidas. El 8 de agosto, una fuerte réplica sacudió nuevamente las cercanías de Ambato. El conteo final de fallecidos de acuerdo al Servicio Geológico de los Estados Unidos fue de 5.050, el terremoto afectó severamente alrededor de 30 localidades y dejó a unas 100.000 personas sin sus hogares. Tras el terremoto, Ambato fué completamente reconstruida. La Iglesia Matriz de Ambato fue reemplazada por una nueva catedral culminando su construcción en el año de 1954 (p. 52).

2.2.6. Terremoto de Ecuador y Colombia de 1958.

El domingo 19 de enero de 1958, a las 9:07 hora local, se registró un fuerte sismo de magnitud entre 7,8 - 8,0 Mw. cerca de la costa norte Ecuatoriana. El Sismo se sintió en gran parte de Ecuador y Colombia y causó daños severos en varios pueblos de ambos países. En total murieron 111 personas (véase Tabla referencial 5).

Tabla referencial 5. *Sismo de Ecuador y Colombia de 1958*

Fecha:	19 de enero de 1958
Hora:	9:07:27 UTC-5
Magnitud:	7,8 MS
Coordenadas del epicentro:	1°30′N 79°30′O
Víctimas:	111 fallecidos

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

Daños

Los daños más graves de acuerdo al IGM (2015), se presentaron en:

> Esmeraldas, donde se reportó el colapso del 30% de las construcciones y el agrietamiento de numerosos edificios. Además, el movimiento sísmico produjo un tsunami que arrasó parte de la población y aumentó los daños causados por el sismo. Allí fallecieron 15 personas y 45 quedaron heridas. En Tumaco quedaron averiados los edificios de la alcaldía, de los ferrocarriles, el terminal marítimo, algunas empresas particulares, escuelas y viviendas. En los corregimientos Boca Grande y Papayal cayeron algunas casas de madera y paja y se agrietaron las calles. Algunos Municipios de la zona andina del departamento de Nariño también se vieron afectados: en el Municipio de Iles hubo daños en el templo y en las casas, en La Florida dos casas se desplomaron y muchas resultaron averiadas, y en Los Andes las torres de la iglesia se derrumbaron y algunos edificios y casas quedaron averiadas (p. 54).

Así mismo menciona el IGM (2015), que:

> El 5 de marzo de 1987 el Ecuador fue sacudido fuertemente por dos terremotos. El primero, a las 20:54, con una magnitud de 6,1 Mw. y, el segundo, a las 23:10, con una magnitud de 6,9 Mw. Los saldos finales fueron aproximadamente de 1.000 fallecidos y daños materiales por US$ 1000 millones. La mayor parte de las pérdidas humanas y de la destrucción material no se produjo por los movimientos de tierra, sino por deslaves posteriores (p. 54), (véase Tablas referenciales 6 y 7).

Tabla referencial 6. *Primer evento del terremoto de 1987en Ecuador*

Fecha:	5 de marzo de 1987
Hora:	20:54 local time (1:54 GMT)
Magnitud:	6.1 MW
Coordenadas del epicentro:	0°05′N 77°22′
Víctimas:	1.000 fallecidos

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

Tabla referencial 7. *Segundo evento del terremoto de 1987 en Ecuador*

Fecha:	5 de marzo de 1987
Hora:	23:10 local time (4:10 GMT)
Magnitud:	6.9 MW
Coordenadas del epicentro:	0°05′N 77°22′
Zonas afectadas:	Noreste de Ecuador, provincias de Sucumbíos y Napo
Víctimas:	1.000 fallecidos

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

Aparte de algunas edificaciones afectadas en las ciudades de Baeza, Ibarra, Otavalo y Cayambe y de daños a edificaciones antiguas, fue poca la destrucción directamente producida por el movimiento telúrico" (IGM, 2015).

Por otra parte, el IGM (2015), indica que:

> El epicentro fue junto al volcán Reventador, en una zona caracterizada por laderas muy empinadas, laderas que, adicionalmente, estaban especialmente húmedas por las copiosas lluvias del mes de febrero de 1987, los terremotos dañaron relativamente pocas estructuras y debilitaron las laderas de la zona cercana al epicentro. Muchas de esas laderas que estaban humedecidas por las lluvias al ser sacudidas se desprendieron y produjeron destructivos deslaves. La infraestructura más importante dañada por los terremotos fueron 70 Km del Oleoducto Transecuatoriano. La reparación del oleoducto demoró únicamente 5 meses, pero el daño a la economía fue grave porque durante ese

tiempo bloqueó la exportación de petróleo en un país altamente dependiente de su extracción (p. 55).

2.2.7. Terremoto de Ecuador de 2010.

De acuerdo al IGM (2015), sucedió en el ecuador que:

> El 12 de agosto del año mencionado a las 06:54 UTC-5 *(Universal Time Coordinated / Tiempo Coordinado Universal)*, cuyo epicentro se localizó a 70 kilómetros al sureste de la localidad de Tena, en la Amazonía ecuatoriana, a una profundidad de 238 kilómetros. El temblor tuvo una duración de 40 segundos y fue sentido en todo el territorio ecuatoriano, norte de Perú y parte sur de Colombia, según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). (Tabla referencial 8).

Tabla referencial 8. *Terremoto de Ecuador de 2010*

Fecha:	12 de agosto de 2010
Hora:	06:54 UTC-51
Magnitud:	7.21 MW
Coordenadas del epicentro:	1°26′00″S 77°31′00″
Zonas afectadas:	Ecuador.
Víctimas:	1 herido

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

También el IGM (2015), indica que:

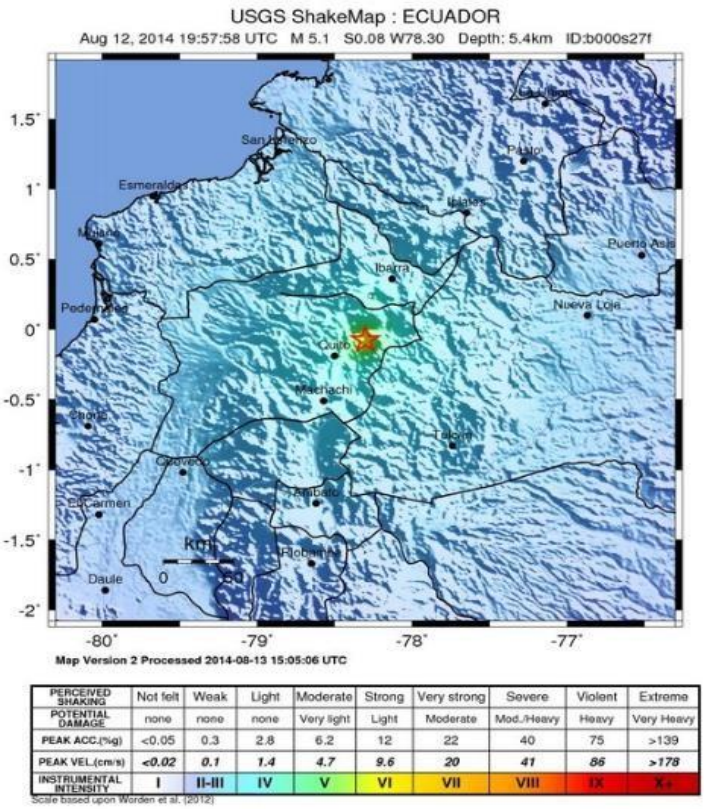
> Fue un movimiento de gran magnitud, y hasta la fecha el sexto más fuerte de 2010 por encima del terremoto de Haití de 2010 (7.0) y por debajo del terremoto de Chile de 2010 (8.8), Islas Nicobar (7.7), Filipinas (7.6, 7.4, 7.3) y Papúa, Nueva Guinea (7.3), es igualado por la réplica del 11/03 en Chile y el de Mexicali (4/4). Sin embargo, no fue sentido en su real dimensión porque el hipocentro se localizó a más de 200 kilómetros de profundidad, en una zona amazónica casi deshabitada. Por su profundidad el sismo pudo sentirse en todo el Ecuador y norte del Perú (Tumbes, Piura, Moyobamba, Tarapoto, Iquitos), dando como resultado un herido y leves daños materiales, por lo que se ubicó, en razón de su impacto físico, entre 2 a 4 grados en la escala de

> Mercalli. El sismo tuvo origen en un proceso de subducción, debido al choque de la placa oceánica de Nazca (que nace en el Pacífico y va al este) contra la placa continental Sudamericana (que se extiende hacia el oeste), por lo que el movimiento se sintió con más intensidad en la zona costera de Ecuador, mientras que en el epicentro en la Amazonía se dio el menor movimiento (p. 58).

2.2.8. Terremoto de Quito 12 de agosto de 2014.

El IGM (2015), indica que fue "un sismo de 5,1 grados de magnitud que se registró en Calderón, Provincia de Pichincha, Ecuador a las 14:57 hora local, el 12 de agosto de 2014. Su intensidad Mercalli fue desde IV hasta el VI" (Mapa 8).

Mapa 8. *Terremoto de Quito de 2014*



Fuente: (IGM, 2015)

Historia

De acuerdo al IGM (2015), el terremoto:

> Tuvo lugar a las 14:57 hora de Quito (19:57 UTC) el 12 de agosto de 2014. El epicentro se situó cerca de Calderón, en la Provincia de Pichincha, Ecuador, que está a unos 7 km de Quito, la capital de ese país. La magnitud

del terremoto fue de 5.1 grados en la escala de Richter y con una intensidad de hasta VI Mercalli. Al conmemorar el 4to aniversario del terremoto anterior de magnitud 7.2 que se registró en Ecuador (Tabla referencial Nº9).

Tabla referencial 9. *Terremoto de 2014 en Quito*

Fecha:	12 de agosto de 2014, 14:57 (hora local)
Magnitud:	5,1 Mw
Mercalli:	Grado VI
Profundidad:	7,7 km
Coordenadas del epicentro:	0°04′34″S 78°18′07″O
Zonas afectadas:	Provincia de Pichincha, Ecuador
Réplicas:	50
Víctimas:	4 fallecidos, 10 heridos y numerosos afectados.

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

Consecuencias

Entre las consecuencias que dejó el sismo, el IGM (2015), detalla:

> El sismo dejó saldo de 4 muertos, más de 10 heridos y daños moderados. Las autoridades ecuatorianas se mostraron muy preocupadas por el suceso. Los accesos por carretera a varios poblados cercanos al epicentro, fueron bloqueados, y se informaron sobre colapsos en pocas viviendas y daños en otras. Efectivos de la Policía y de servicios de socorro fueron desplazados a las zonas afectadas. Las víctimas, dos adultos, murieron como consecuencia del desplome de una cantera, el tercer cuerpo sin vida fue hallado en horas de la mañana del 13 de agosto por las autoridades de rescate. El ministro del Interior de Ecuador, José Serrano, indicó a través de su cuenta en Twitter que el cuerpo sin vida estaba en una fosa con agua, en la zona de la cantera de Catequilla, donde previamente fue encontrado el cuerpo de otra víctima, dos adultos, murieron como consecuencia del desplome de una cantera. Otras tres personas están desaparecidas en el norte de la capital, donde también un niño murió tras ser sepultado por costales de arroz (p. 62).

2.2.9. Réplica del 16 de agosto.

El IGM (2015), indica que:

> Aproximadamente a las 10:08 una fuerte réplica de 4.7 grados de magnitud se registró a 11 km de Calderón y a una profundidad de 7.79 km, el sismo fue percibido a una escala de Mercalli de IV y dejó unos 12 heridos y daños moderados. El alcalde de Quito, Mauricio Rodas, informó en su cuenta de Twitter que, a causa del sismo del 16 de agosto, que "tuvo como epicentro el mismo sitio del sismo principal", se reportaron doce heridos en el sector de Guayllabamba. Dos de los heridos estaban en un vehículo en Guayllabamba y los otros 10 en un autobús en la vía Oyacoto, precisó el alcalde en su cuenta de la red social. Asimismo, indicó que se produjeron deslizamientos de tierra en las zonas de Oyacoto y Guayllabamba y que, por razones de seguridad, se suspendieron las actividades en el aeropuerto de Quito, situado en la zona de Tabavela, a unos 60 kilómetros al este de la capital. El temblor fue sentido con claridad en Quito y en valles aledaños, al igual que el sismo del 12 de agosto (p. 64).

2.3.2 Terremoto de Ecuador de 2016.

El IGM (2015), indica que este terremoto:

> Ocurrió el 16 de abril de 2016, a las 18:58 ECT *(Ecuador Time)*, con epicentro en el cantón Muisne de la provincia de Esmeraldas, con una magnitud de 7,8 Mw. Es el sismo más fuerte sentido en el país desde el terremoto de Colombia de 1979, y el más fatal desde los terremotos de Ecuador de 1987 (véase Tabla referencial Nº10). Las ondas sísmicas llegaron al suroccidente de Colombia, sintiéndose en ciudades de ese país como Cali, Pasto, Popayán y Neiva, y a la frontera de Perú con Ecuador en ciudades como Tumbes, Piura y Jaén (p. 65). (Mapa 9).

Mapa 9. *Terremoto de Ecuador de 2016*



Fuente: (IGM, 2015)

Tabla referencial 10. *Terremoto de Manabí de 2016*

Epicentro del sismo	(Ecuador)
Fecha:	16 de abril de 2016, 18:58:37 UTC-5
Magnitud:	7,8 1 2 Mw
Mercalli:	Grado VIII
Profundidad:	20 km
Duración:	1 minuto
Coordenadas del epicentro:	0°22′16″N 79°56′24″O
Zonas afectadas:	Ecuador
Réplicas:	400
Víctimas:	525 fallecidos; 231 desaparecidos; 4.605 heridos.

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

El subsuelo de Pedernales se desplazó siete metros tras el terremoto; según los primeros datos recogidos por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, en su red de estaciones sismográficas (acelerógrafos) y GPS se determinó que el terremoto del pasado 16 de abril de 2016 ocasionó una ruptura que desplazó el subsuelo unos siete metros al sur del país, desde el sitio del epicentro (Pedernales, en la costa del Ecuador), (IGM, 2015).

Es decir, esas fueron las consecuencias de la acumulación de presión entre la placa de Nazca (en el océano) y la continental que se percibió como un terremoto. En la superficie (suelo visible) se determinaron alteraciones de hasta siete centímetros (Medina, 2016), (Ilustración 8).



Ilustración 8. *"En distintos sitios de Pedernales se observaban los resquebrajamientos del suelo, después del terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter, que afectó a las costas del Ecuador el pasado 16 de abril del 2019". Fuente:* **(Medina, 2016)**

Los desastres naturales son eventos que no avisan, un terremoto es un movimiento de tierra que sucede cuando las placas de la corteza terrestre se chocan entre sí. Cuando esto sucede, a veces las placas se traban y comienzan acumular presión y cuando las placas ya no pueden soportar la presión ceden (Rice, 2010).

De acuerdo a Rice (2010) menciona que:

Existen muchos equipos y dispositivos para avisar de la presencia de estos acontecimientos, pero ninguno de ellos nos indica exactamente el momento en que sucederán. Estas amenazas naturales, nos demuestran la vulnerabilidad a las cuales están expuestas las zonas y sus pobladores. Es necesario destacar siempre que los eventos naturales nunca avisan con anterioridad cuando estos se presentan, tal es así que el Ecuador ha sido azotado por eventos de tipo catastrófico (véase Tabla referencial 11) desde hace muchos años atrás teniendo relevancia en aquellos desastres naturales que hicieron historia en nuestro territorio, cabe mencionar que los eventos históricos mencionan los de mayor relevancia con relación a la afectación humana , por lo cual no se puede determinar con exactitud un inventario fidedigno y exhaustivo de los eventos pasados (p. 34).

Tabla referencial 11. *Terremotos Principales en Ecuador*

FECHA	EVENTO
5 de marzo de 1587	Terremoto en San Antonio de Pichincha, Cayambe sufrió el desplome de muchas casas, Quito, más de 160 fallecidos y centenares de heridos, graves daños estructurales, replicas continuas durante varios días
27 de mayo de 1645	Terremoto Quito-Riobamba, centenares de fallecidos, daños notables en estructuras de edificios y viviendas, innumerables replicas
29 de agosto de 1674	Terremoto en Chimbo y afectación en pueblos cercanos, pocos sobrevivientes., deslizamientos en montes y laderas, represamiento del rio Chimbo, agrietamiento del terreno en muchos sectores.
3 de noviembre de 1687	Terremoto Ambato, Pelileo y Latacunga, destrucción masiva de las ciudades y sus comarcas. 7200 fallecidos aproximadamente.
20 de junio de 1698	Terremoto en Riobamba, Ambato y Latacunga, desaparece la comuna de Cacha, más de 6.800 fallecidos, grandes deslizamientos en taludes y laderas, represamiento de ríos y quebradas, grietas de 4 a 5 pies de ancho.
6 de diciembre de 1.736	Terremoto en Cotopaxi, Pujilì, daños graves en casas e iglesias, no se evidencia antecedente de fallecidos.
22 de febrero de 1.757	Terremoto en Latacunga, destrucción de viviendas e iglesias a sus alrededores, replicas continuas de variada intensidad, más de 4.000 fallecidos.
4 de febrero de 1.797	Terremoto más devastador en Ecuador, destruyo toda la ciudad de Riobamba, razón por la cual no pudo ser reconstruida en el mismo sitio, ocupando el lugar en donde se encuentra actualmente, inmensos deslizamientos de laderas y montes, grietas muy profundas y anchas de sorprendente longitud, notable cambio de paisaje por las grietas, levantamientos y hundimientos del terreno, represamiento de varios ríos, posible volcanismo asociado, 12.833 fallecidos contabilizados, según historiadores los fallecidos pudieron haber sobrepasado los 31.000 desaparecidos, centenares de heridos.
22 de marzo de 1.859.	Terremoto en Quito, daños graves en iglesia La merced y casas, serios estragos en valle de los Chillos, grietas grandes, cientos de fallecidos en Machachi, Chillogallo y otras poblaciones del valle.
16 de agosto de 1868	Terremoto en Ibarra (dos), ciudades como Ibarra, Atuntaqui, Cotacachi, Otavalo y Urcuquí fueron destruidas completamente, según Pedro Fermín Cevallos, Otavalo perdió de 2.500 a 3.000 habitantes sin contar heridos y mutilados, Cotacachi 1.300, Ibarra de 1.200 a 1.300, Urcuquí y sus alrededores 1.200; Atuntaqui, Salinas, Tumbabiro e Imantag, algo más de 2300. (IGEPN)
5 de agosto de 1949	Terremoto de Ambato, alto potencial destructivo debido a deslizamientos, grandes grietas en el terreno y derrumbes aproximadamente 6.000 fallecidos y más de 100.000 personas sin hogar
4 de agosto 1998	Terremoto en Bahía de Caráquez, MAGNITUD 7.1

Fuente: (Rivadeneira F. , y otros, 2007)

De acuerdo al Estudio del riesgo sísmico en el Ecuador (s.f.), menciona que:

> A pesar de que el Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba en 1797, Ibarra en 1868 y la muerte de más de 60.000 personas por causa de terremotos, no existe en el país una conciencia real acerca del peligro sísmico que pesa sobre él. Cada nuevo terremoto ocasiona víctimas, las mismas que habrían podido evitarse si se hubieran asimilado las lecciones dejadas por estos eventos telúricos. El 16 de abril de 2016 a las 18:58 ocurrió en las costas del Ecuador un sismo de magnitud 7.8 Mw. Este terremoto fue sentido en 23 provincias del Ecuador, así como en la parte sur de Colombia y norte de Perú. Las localidades más afectadas fueron las más cercanas a su epicentro, localizado frente a las costas de Pedernales, Provincia de Manabí. El sismo se caracterizó por tener un mecanismo de falla inverso, que concuerda adecuadamente con la zona de contacto entre las placas Nazca y Sudamericana. Las características de los sismos, así como en sus localizaciones y profundidad han permitido identificarlos como sismos de subducción, causados por la súbita liberación de energía acumulada por el choque de las placas tectónicas Nazca y Sudamericana (p. 22).

2.3. Bases Teóricas

La actividad sísmica y volcánica de gran parte de Sudamérica proviene según el IGM (2015), que menciona que:

> La subducción de la corteza oceánica placa de Nazca, bajo la continental placa Sudamericana y de la divergencia de la litósfera del Pacífico respecto a la de Nazca. Esta sismicidad se extiende por 6000 kilómetros a lo largo del borde occidental del continente, y probablemente se deriva de una región de falla en rumbo noreste cerca de la trinchera de Ecuador. La región de falla realmente puede funcionar como su propia micro placa (p. 72), (ilustración 9).

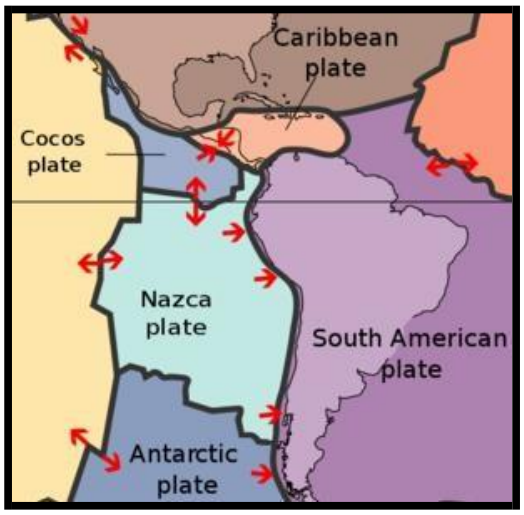


Ilustración 9.*Dirección de la subducción de nazca bajo sudamericana*
Fuente: (IGM, 2015)

La Dorsal de Carnegie se desliza bajo tierras ecuatorianas, causando la elevación de costas y vulcanismo. El movimiento de la dorsal también puede haber cambiado el tipo de falla a lo largo de la costa, causando fallas de desgarre (fallas que se mueven horizontalmente unas sobre las otras).

Podemos encontrar evidencias de esta subducción alterando el curso de las fallas en la falla de Yaquina, la cual, a diferencia del resto de las fallas de la Cuenca de Panamá, está orientada hacia el oeste, en lugar de norte-sur, indicando que la dorsal de Carnegie puede estar colisionando con la masa continental de Ecuador. Esta colisión creó fallas en dirección noroeste-sudeste y noroeste-sudeste, causando fuertes terremotos en Riobamba en 1797 y en Alausí en 1961. Varias de las fallas noroeste-sudeste convergen en los valles interandinos de Colombia y Ecuador, donde tuvo lugar el terremoto de Pelileo de 1949; el hipocentro del sismo ocurrió a 40 km bajo la superficie, debajo de una montaña a 72 km de Ambato. Se rompieron líneas de fallas cercanas, quebrando estratos rocosos y enviando hacia la superficie ondas de choque capaces de derribar edificios enteros. La revista Life, informó que los sismólogos locales asignaron inicialmente al terremoto una magnitud de 7,5, pero las mediciones oficiales fueron luego publicadas como de una magnitud de 6,8 (Marcador De Posición 1).

> En Ecuador son frecuentes los terremotos y su causa es casi siempre atribuible a los procesos tectónicos de las amplias zonas de subducción a lo largo de las costas del Océano Pacífico. El terremoto de abril de 2016, con epicentro en la costa del norte del Ecuador, se inscribe en este mismo contexto de tectónica de placas (IGM, 2016).

Su origen es el cabalgamiento en el límite o cerca del límite entre la placa continental Sudamericana y la del Pacífico (placa de Nazca). En el lugar donde se produjo el terremoto, la placa de Nazca subduce en dirección al oriente a una velocidad de 61 milímetros por año. Este mecanismo de producción de los terremotos es común a toda la zona del borde costero de Chile, Perú y Ecuador (Cinturón de Fuego del Pacífico) y es el origen del mayor terremoto que conoce la historia humana (que alcanzó una magnitud de 9.5 en la escala sismológica de Richter y se produjo en el sur de Chile en 1960) (Alerta Ecuador, 2016)

> Desde comienzos del siglo XX, en Ecuador se han registrado siete terremotos de gran magnitud en esta misma zona (borde de la costa norte de Ecuador), con epicentros ubicados a muy pocos kilómetros, como el de 1906 y el de 1942. El mayor de ellos es el terremoto de 1906 e involucró una zona total de ruptura que se estima en unos 400-500 km y fue acompañado de un tsunami, provocando muchos centenares de muertes. El evento de 2016 se ubica en el límite sur de la zona de ruptura del terremoto de 1906 (IGM, 2016).

En relación con el tema: Los sedimentos en subducción son metamorfizados por el aumento de la presión y la temperatura; en donde las rocas de la corteza poco profunda son metamorfizadas por los cuerpos magmáticos ascendentes como las intrusiones ígneas.

Las rocas metamórficas se forman a partir de rocas ígneas, sedimentarias o incluso de otras rocas metamórficas. Metamorfismo significa “cambio de forma”, el cuál es un proceso que provoca cambios en la mineralogía, la textura y, a menudo, la composición química de las rocas.

El metamorfismo tiene lugar cuando las rocas se someten a un ambiente físico o químico significativamente diferente al de su formación inicial. Se trata de cambios de temperatura y presión (esfuerzo) y la introducción de fluidos químicamente activos.

En respuesta a esas nuevas condiciones, las rocas cambian gradualmente hasta alcanzar un estado de equilibrio con el nuevo ambiente.

El metamorfismo suele progresar de manera incremental, desde cambios ligeros (metamorfismo de grado bajo) a cambios notables (metamorfismo de grado alto). Por ejemplo, en condiciones de metamorfismo de grado bajo, la roca sedimentaria común Lutita se convierte en una roca metamórfica más compacta denominada pizarra.

En el metamorfismo de grado alto, desaparecen rasgos como los planos de estratificación, los fósiles y las vesículas que puedan haber existido en la roca original. La mayor parte del metamorfismo ocurre en uno de estos tres ambientes:

1. Cuando una masa magmática intruye en las rocas, tiene lugar el metamorfismo de contacto o térmico (Ilustración 10). Aquí, el cambio es impulsado por un aumento de la temperatura en el interior de la roca huésped que rodea una intrusión ígnea.
2. El metamorfismo hidrotermal implica alteraciones químicas que se producen conforme el agua caliente rica en iones circula a través de las fracturas de las rocas. Este tipo de metamorfismo suele estar asociado con la actividad ígnea que proporciona el calor necesario para provocar las reacciones químicas y hacer circular estos fluidos a través de la roca.
3. Durante la formación de montañas, grandes volúmenes de rocas están sometidas a presiones dirigidas y a las elevadas temperaturas asociadas con deformaciones a gran escala, del denominado metamorfismo regional.

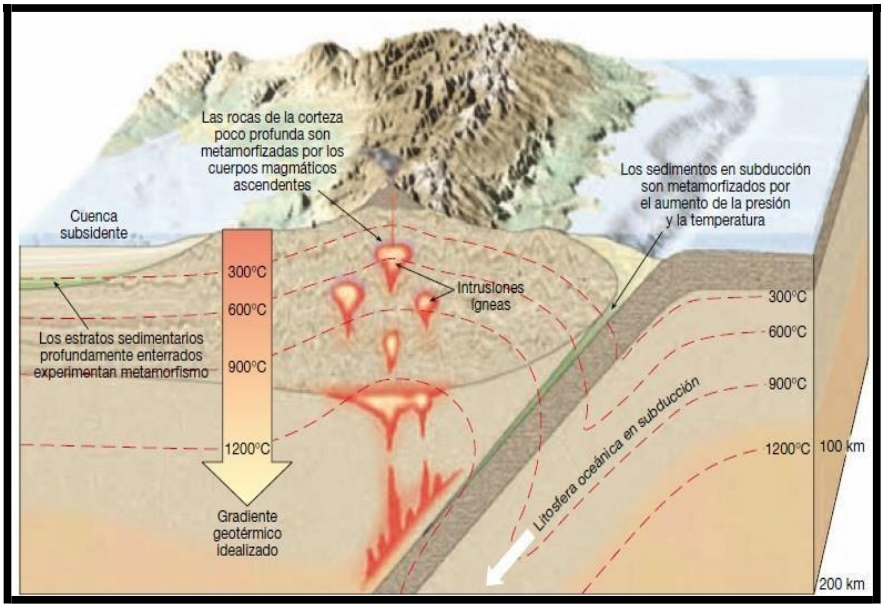


Ilustración 10. *Imagen del gradiente geotérmico y su papel en el metamorfismo*
Fuente: (Tarbuck & Lutgens, 2005)

2.3.1 Importancia en zonas de subducción como indicadores geodinámicos.

La Neotectónica de los Andes entre 1°N y 47°S (Ecuador, Bolivia y Chile): en los Andes, el estudio del estado de deformación instantánea pleistocena permite reconocer diferentes tipos de comportamientos de la placa continental de Sudamérica a lo largo del margen activo. En Ecuador, el bloque costero está empujado hacia el norte. La costa es afectada por una extensión de dirección N-S, resultado del levantamiento del borde del continente por la subducción de la dorsal asísmica de Carnegie.

El vector de convergencia es oblicuo en relación a la zona de contacto de las placas, este modo de acomodación oblicuo es complejo, en particular en lo que concierne a las relaciones entre la deformación de la placa cabalgante y la subducción. Así mismo, la geometría de la costa afecta también la distribución de la deformación y la morfología resultante (véase Ilustración 11).

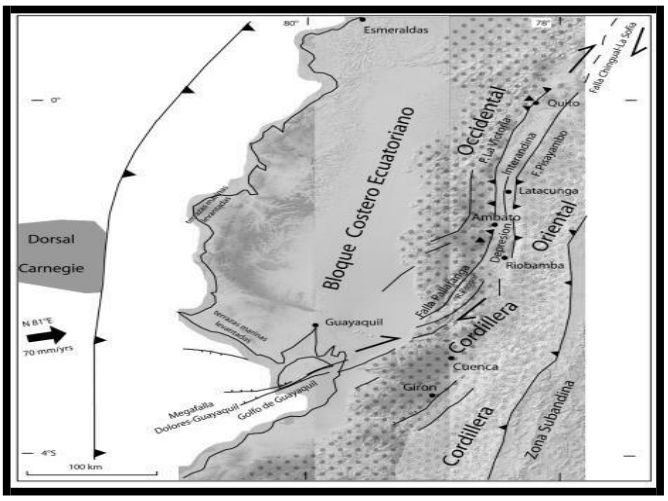


Ilustración 11. *Principales rasgos morfo-estructurales de los Andes de Ecuador*
Fuente: (Lavenu, 2006)

La Megafalla Dolores-Guayaquil es una falla mayor y compleja que limita el Bloque Costero ecuatoriano acrecionado a la cordillera. El bloque costero constituye la parte sur del bloque Nor-andino. Este sistema de falla presenta diversos estados de deformación, normal en el golfo de Guayaquil, de rumbo dextral a lo largo de la falla de Pallatanga y de la falla Chingual-La Sofía y compresivo en la región de la depresión central entre Riobamba y Quito. La dorsal asísmica Carnegie es responsable del levantamiento de la costa formando terrazas marinas cuaternarias. (Lavenu, 2006)

Aunque las estructuras principales de la Cordillera de los Andes se desarrollaron durante el mioceno sus efectos se observan actualmente. Durante este período, se formaron cuencas de altas planicies en Ecuador y en Bolivia (altiplano), se subdujeron las dorsales Nazca y Carnegie, levantando las costas.

La tectónica y la evolución del paisaje puede explicarse y entenderse mediante métodos complementarios: sismología, análisis microtectónico y geomorfología, si se consideran por lo menos dos aspectos diferentes de los métodos y de los estudios neotectónicos.

En el primer caso, se determina el estado de esfuerzo, el cual se analiza por diferentes métodos gráficos o de cálculo, y se deduce este estado de esfuerzo y sus características del análisis de las fallas estriadas. El segundo aspecto concierne a la

geomorfología; la evolución del paisaje, a lo largo de las costas, puede ser resaltada, por ejemplo, con los estudios de las terrazas marinas y sus movimientos verticales en relación con los niveles marinos, así como los sistemas de drenaje.

El estudio del estado de esfuerzo (o de deformación instantánea) reciente a actual en los Andes permite reconocer diferentes tipos de comportamientos de la placa continental de Sudamérica a lo largo del margen activo. Estos comportamientos están relacionados con la pendiente de la placa subducida, el valor del ángulo de la oblicuidad de la convergencia entre las placas oceánica y continental, las fuerzas de volumen (body forces) y las fuerzas de borde (boundary forces), la presencia o la ausencia de zonas de bloqueo en la placa cabalgante y la posibilidad para los bloques costeros de poder escapar libremente. (Lavenu, 2006)

En Ecuador, donde la oblicuidad de la convergencia es muy grande (γ =31 a 43°) el bloque costero es empujado hacia el norte y es afectado por una extensión de dirección N-S. Siendo el levantamiento de la cadena relativamente lento (Ilustración 12), el valor del efecto topográfico resulta débil. Una larga falla de rumbo, la megafalla Dolores-Guayaquil, separa el Bloque Costero Ecuatoriano de la cadena principal y una deformación compresiva de dirección E-O se desarrolló, debida a las fuerzas de borde.



Ilustración 12. *Compilación de los regímenes de la deformación durante el cuaternario en los Andes de norte y centrales.* ***Fuente:*** **(Lavenu, 2006)**

Al reducir la escala de nuestra perspectiva y enfocarnos en las costas del Océano Pacífico, podemos entender cuáles fueron las fuerzas dinámicas que hacen que el Ecuador se encuentre en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” donde la placa de Nazca se hunde (o se subduce) bajo la placa Sudamericana a una velocidad de 60mm/año y con una dirección aproximada Este-Oeste (Trenkamp, Kellogg, Freymueller, & Mora, 2002), citado en (Rivadeneira F. , y otros, 2007). Consideramos que, según las evidencias, la dirección sería de Oeste a Este.

2.4. Definición De Términos

Riesgo. - Es la magnitud estimada de pérdidas posibles generadas por un determinado evento adverso y sus efectos, sobre las personas, las actividades institucionales, económicas, sociales y el ambiente. Los factores de riesgo pueden ser de origen natural o antrópico (Glosario de Términos SGR, 2017).

Amenaza. - Evento, fenómeno o actividad potencialmente perjudiciales que podrían causar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, sociales o económicos, o degradación ambiental. Las amenazas incluyen condiciones que pueden materializarse en el futuro (Glosario de Términos SGR, 2017).

Riesgos Naturales. - Todos aquellos que son provocados por los fenómenos de tipo natural en los cuales se puede ver afectada la integridad del trabajador, la infraestructura o la continuidad de los procesos. Los riesgos naturales se componen de tres factores esenciales, el primero es la peligrosidad que hace referencia a la probabilidad de que determinado fenómeno natural, de cierta extensión intensidad y duración con consecuencias negativas se produzca. El segundo es la vulnerabilidad, que hace referencia al impacto del fenómeno sobre la organización, y es precisamente el incremento de la vulnerabilidad el que ha llevado a un mayor aumento de los riesgos naturales. Y el tercero es la capacidad de respuesta (Glosario de Términos SGR, 2017).

Huracanes. - Viento muy impetuoso y temible que, a modo de torbellino, gira en grandes círculos, cuyo diámetro crece a medida que avanza apartándose de las zonas de calma tropicales, donde suele tener origen (Glosario de Términos SGR, 2017).

Sismo o Terremoto. - llamado también temblor de tierra o movimiento telúrico, es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o cometas, o incluso pueden ser producidas por el ser humano al realizar pruebas de detonaciones nucleares subterráneas (Glosario de Términos SGR, 2017).

Erupción Volcánica. - es una emisión violenta en la superficie terrestre de materias procedentes del interior del volcán; son consecuencia del aumento de la temperatura en el magma que se encuentra en el interior del manto terrestre. Esto ocasiona una erupción en la que se expulsa la lava hirviendo que se encontraba en el magma. Puede generar derretimiento de hielos y glaciares, los derrumbes, los aluviones, etc (Glosario de Términos SGR, 2017).

Deslizamientos o Aludes de Tierra. - Suceden cuando grandes cantidades de rocas, tierra o detritos (masa sólida descompuesta) bajan por una pendiente. Los aludes de barro, también conocidos como flujos de lodo o deslizamientos de barro, son un tipo común de deslizamiento de tierra a gran velocidad que tiende a desplazarse formando canales; son causados por alteraciones en el equilibrio natural de una pendiente. Pueden ocurrir durante lluvias torrenciales o producirse luego de sequías, terremotos o erupciones volcánicas (Glosario de Términos SGR, 2017).

Tsunami. - Es un evento complejo que involucra un grupo de olas de gran energía y de tamaño variable que se producen cuando algún fenómeno extraordinario desplaza verticalmente una gran masa de agua. Se calcula que el 90% de estos fenómenos son provocados por terremotos, en cuyo caso reciben el nombre más correcto y preciso

de «maremotos tectónicos». La energía de un maremoto depende de su altura, de su longitud de onda y de la longitud de su frente (Glosario de Términos SGR, 2017).

Sequía. - Es una anomalía climatológica transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de lo habitual de un área geográfica. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos que viven en dicho lugar. La causa principal de toda sequía es la falta de lluvias o precipitaciones (Glosario de Términos SGR, 2017).

Heladas. - Es un fenómeno meteorológico que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies (Glosario de Términos SGR, 2017).

Movimientos Sísmicos. - Es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento (Glosario de Términos SGR, 2017).

Movimiento Oscilatorio. - Es un movimiento en torno a un punto de equilibrio estable. Este puede ser simple o completo. Los puntos de equilibrio mecánico son, en general, aquellos en los cuales la fuerza neta que actúa sobre la partícula es cero.
En los temblores oscilatorios el movimiento es horizontal, se produce un balanceo y se siente como si nos moviéramos de un lado a otro (Glosario de Términos SGR, 2017).

Movimientos Trepidatorios. - En los temblores trepidatorios las sacudidas son verticales, es decir, de arriba hacia abajo y viceversa, pudiendo provocar que los objetos sean lanzados al aire (Glosario de Términos SGR, 2017).

Grieta. - Es una abertura larga y estrecha producto de la separación de dos materiales. En geología se pueden distinguir dos tipos comunes de grietas: las grietas de contracción y las grietas en cuña (Glosario de Términos SGR, 2017).

Grieta de Contracción. - Son fisuras relativamente anchas respecto a su longitud, que se abren al contraerse el suelo o una roca. Su formación constituye un fenómeno característico de los suelos arcillosos que, al desecarse, forman una red poligonal de esas grietas de retracción. Ciertas capas del subsuelo conservan la huella de grietas que una vez abiertas se llenaron de arena, lo cual impidió que la humedad ulterior volviera a obturarlas (Glosario de Términos SGR, 2017).

Grieta en Cuña. - Son verticales, producidas mayormente en las regiones frías del globo formadas tras la congelación rápida del suelo. Miden uno o varios decímetros de anchura, uno o varios metros de largo y hasta 10mts de profundidad. Estas cavidades acaban por rellenarse con los derrubios provocados por la acción del hielo y el deshielo (Glosario de Términos SGR, 2017).

Mitigación. - Es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento (Glosario de Términos SGR, 2017).

Prevención. - Es la disposición que se hace de forma anticipada para minimizar un riesgo (Glosario de Términos SGR, 2017).

Exposición. - Es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo (Glosario de Términos SGR, 2017).

Susceptibilidad. - Es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso (Glosario de Términos SGR, 2017).

Resiliencia. - Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (Glosario de Términos SGR, 2017).

Ecosistema. - Se entiende a la comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales están relacionados entre sí (Glosario de Términos SGR, 2017).

Biodiversidad o diversidad biológica. - Es la variedad de formas de vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte, más allá de la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas. Vea también: Especie. Ecosistema (Glosario de Términos SGR, 2017).

Cartografía. - Es la ciencia que se encarga de reunir y analizar medidas y datos de regiones de la Tierra, para representarlas gráficamente a diferentes dimensiones lineales en escala reducida (Glosario de Términos SGR, 2017).

Topografía. - Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de «geodesia» para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geométricamente), mientras que para la geodesia no lo es (Glosario de Términos SGR, 2017).

Curvas de Nivel. - Es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones, normalmente altitud sobre el nivel del mar o profundidad. Las curvas de nivel suelen imprimirse en los mapas en color siena para el terreno y en azul para los glaciares y las profundidades marinas (Glosario de Términos SGR, 2017).

Vulnerabilidad. - Corresponde a las condiciones, factores y procesos que aumentan la susceptibilidad y exposición de una comunidad o sistema al impacto de las amenazas, y a los factores que dañan su resiliencia (Glosario de Términos SGR, 2017).

CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel De Investigación.

La investigación se ubica en tres niveles: exploratorio, descriptivo y explicativo.

En un primer nivel, la investigación es exploratoria permite aclarar conceptos, establecer preferencias, lograr la familiarización con los fenómenos investigados y facilita la formulación del problema.

En un segundo nivel, la investigación fue descriptiva, pues sirvió para detallar las características de interrelación de los elementos y componentes del objeto o fenómeno de estudio. Tal descripción contribuyó a identificar características y elementos del problema; y en un tercer nivel la investigación es explicativa, pues contribuye al desarrollo de los conocimientos científicos al efectuar un análisis de las causas de un problema y sus consecuencias. Ello permitió establecer una relación de multicasualidad, pretendiendo constituirse en un nuevo aporte al modelo teórico de la explicación de hechos ya estudiados.

Investigación de Campo.

Este tipo de investigación consiste en la observación directa, debido a que el investigador acudirá a los sitios en donde ocurrió el terremoto del pasado 16 de abril del 2016 para recolectar los datos y realizar una línea base de lo observado en el lugar.

Investigación Bibliográfica.

La presente investigación bibliográfica, se sustenta con las fuentes de investigación primaria y secundaria que nos permitirán la elaboración de una base teórica como: libros, manuales, artículos publicados, fuentes bibliográficas, electrónicas y páginas web realizando una comparación con el pasado y el presente.

3.2. Diseño de la Investigación

El presente proyecto de investigación se lo desarrolla con un diseño metodológico que nos permite resolver el problema planteado y el cumplimiento de los objetivos dados en tiempo y espacio real.

Investigación No Experimental.

Este tipo de investigación se dedica al estudio de situaciones ya existentes, que se desarrollan bajo sus propias leyes o reglas internas. Por lo general, en estos diseños se abordan fenómenos que han ocurrido con anterioridad y, en los cuales, no puede haber una intervención externa que modificara o controlara los resultados. (Pajares Flores, 2013) Por el período de tiempo; el presente estudio fue longitudinal, ya que se efectuaron observaciones en dos o más momentos o puntos en el tiempo.

Para realizar el Estudio de Caso "Alteraciones Geodinámicas Colaterales ocurridas en el Barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente en la costa de Manabí debido al sismo de 7.8° en Escala Richter del 16 de abril de 2016" se utilizó un enfoque cuantitativo - cualitativo mismo que permite determinar la importancia del riesgo; con sus respectivas técnicas e instrumentos de recolección de información y análisis para calificar los niveles de riesgo del área de estudio.

Para el objetivo 1 se empleó además el método geomorfológico histórico como específico.

Para el objetivo 2 se utilizó además de los métodos detallados previamente, se emplearon la investigación bibliográfica de documentos cartográficos que contienen estudios de la susceptibilidad a deslizamientos, para determinar el área de la unidad de análisis que sería afectada en caso de producirse un evento de esta naturaleza.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Los tipos de técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados en el presente estudio de caso son:

Ante todo proceso de investigación, siempre será importante poder relacionar la validez y confiabilidad del objeto de estudio, por ello dicha información y datos obtenidos son la base importante para no fracasar en el producto terminado.

La recolección de información debe mantener secuencia y responsabilidad del flujo entre las fuentes y técnicas adecuadas para su recolección, puesto que ello permite

aclarar las teorías e hipótesis que surgieron previo al estudio, para proyectar una mejor información concerniente al proyecto.

Entre las técnicas de recolección cuantitativas se emplearon:

- Encuesta
- Análisis de documentos
- Grupos focales
- Estadística descriptiva

Entre las técnicas de recolección cualitativas se emplearon:

- Observación sistemática y no sistemática
- Relatos
- Análisis de documentos
- Fotografías

La encuesta.- Gracias a la interacción con los habitantes se fundamentó para conocer e interpretar la información obtenida sobre su condición socio económica y su forma de vivir (Anexo 1).

Análisis de documentos. - Permitió asociar la información obtenida.

Grupos focales. - Se escogieron aleatoriamente las familias que presentaban mayor exposición a los factores propios del sitio.

Estadística descriptiva. - Para determinar frecuencia y media de los datos de la encuesta.

Observación sistemática y no sistemática. - Desarrollada durante el Trabajo de Campo.

Relatos. - La información formal e informal que logramos recabar de los habitantes, nos permitió conceptualizar aspectos particulares y generales de ellos.

Análisis de documentos. - Se pudo analizar la información obtenida.

Fotografías. - se logró obtener históricas de otros autores, y actuales tomadas por los autores del presente estudio para facultar cierta comparación de los cambios geomorfológicos.

3.4. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Primer objetivo. - La información recabada de los habitantes que ya pernoctaban en el sitio y continúan ahí permitió procesarlas en la herramienta utilitaria Excel plasmándola en tablas y gráficos.

El análisis en dos momentos del paisaje antes y después del terremoto se lo realizó por medio de fotografías y Ortofoto comparativas expresándolas en mapas temáticos.

Segundo objetivo. - En base de Ortofoto colocando curvas de nivel para identificar la topografía y relieve para poder calcular y observar las cotas y pendientes, y el trazo mismo de las curvas de nivel fueron los que evidencian las variaciones geodinámicas, para poder correlacionar previo y post-sismo.

Estudiando la vulnerabilidad física y estructural de las viviendas propensas a amenazas por deslizamiento; se empleó un mapa del IGM (año 2016) donde se evidencia las áreas identificadas propensas a deslizamiento en el Cantón San Vicente, Manabí.

3.4.1. Técnica de encuestas.

Diseño

Investigación cualitativa mediante grupo focales. La población de estudio fué el barrio 11 de Diciembre, del cantón San Vicente en la provincia de Manabí. Mediante muestreo intencional a partir del listado de profesionales y apoyo de informantes claves, se seleccionó una muestra segmentada de acuerdo a personas que viven en la parte alta del cerro.

Del 15 al 21 de mayo de 2017 se realizaron 10 encuestas de duración media de 20 minutos, con un coordinador y un observador. Se solicitó el consentimiento para

grabar y transcribir las encuestas. Participaron 10 familias; el guion de la encuesta realizada en forma individual (anexo 1) fué elaborado a partir de los objetivos e interrogantes planteadas previamente del equipo.

Se realizó el análisis de contenido en tres fases: 1) Codificación: lectura literal de las transcripciones para descomponer el texto separándolo en unidades de registro y posteriormente codificación de los párrafos en categorías predefinidas. 2) Triangulación de categorías: tras la doble lectura en profundidad de la transcripción de las encuestas y de la primera codificación, consensuamos las categorías de análisis según los objetivos planteados, y redefinimos las categorías definitivas. 3) Análisis pragmático: síntesis y agrupación de los datos obtenidos interrelacionando las categorías con los perfiles de los encuestados.

3.4.2. Análisis general de los datos obtenidos.

Una vez realizada la recolección de información utilizando las diferentes técnicas e instrumentos, se analizaron las principales causas y los efectos que ocasiona los riesgos de desastres ante la amenaza de aludes en el ecosistema habitado del barrio 11 de diciembre en el cantón San Vicente de la provincia de Manabí.

De acuerdo a la metodología de observación y bajo la técnica de línea base se pudo determinar que siendo las 18:58 del sábado 16 de abril del 2016, se produjo un sismo de magnitud de 7,8 en la escala de Richter, el cual tuvo su epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales en la provincia de Manabí, ocasionando que sus ondas sísmicas sean percibidas en el territorio continental ecuatoriano, así como en la parte sur de Colombia y la parte norte de Perú.

Este movimiento telúrico desencadenó en la población ecuatoriana, gran alarma por los daños directos y colaterales ocasionados, como diversos tipos de colapsos estructurales parciales y totales, afectaciones en componentes primarios y secundarios de edificaciones y viviendas, personas y animales heridos, atrapados, desaparecidos y fallecidos, y grandes alteraciones en el contorno de la geografía urbana y rural.

CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Comparación de los aspectos geomorfológicos del sector objeto de estudio del año 2016 previo y post sismo, como evidencia de los cambios en el paisaje.

El cantón San Vicente de la provincia de Manabí tuvo poca afectación en la infraestructura global habitacional, sin embargo, el cerro donde se ubica el barrio 11 de Diciembre y la vía a San Felipe que sale del mismo hacia el norte, se vieron afectados por grietas, hundimientos y elevaciones del terreno (Ilustración 13), resultantes de alteraciones geodinámicas propias de movimiento telúrico, como subducción y cizallamiento de las capas tectónicas involucradas.

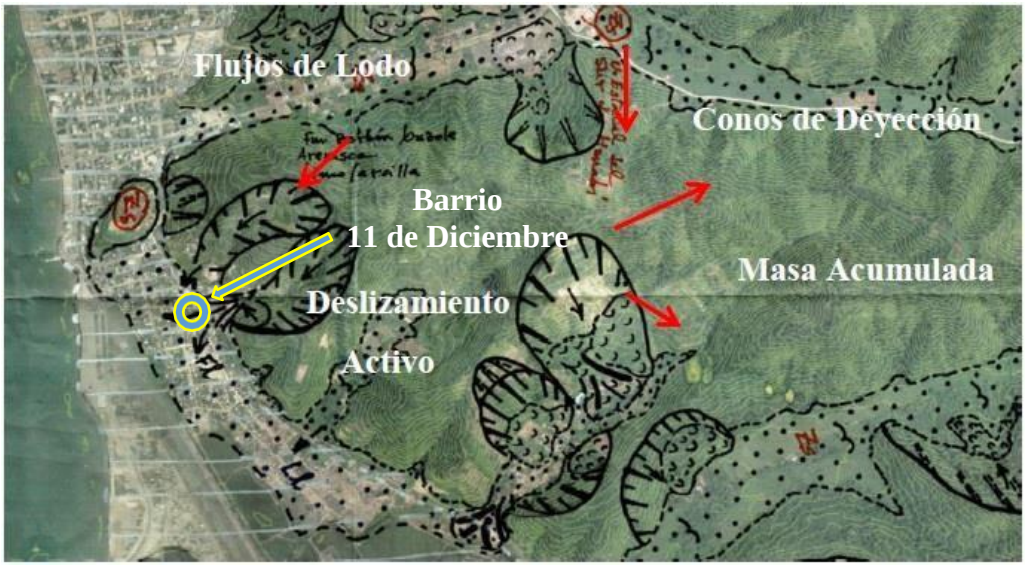


Ilustración 13. *Mapa geomorfológico de pendientes; donde se aprecia el cerro del barrio 11 de Diciembre, San Vicente, Manabí* **(Ramos Romero & Recalde Moya, 2013)**

De acuerdo al trabajo presentado en 2013 por las Ingenieras Gioconda Ramos y Valeria Recalde, ellas exponen que, como resultado de su investigación se pudo evidenciar que varios barrios, entre ellos “11 de Diciembre”, están asentados en las laderas donde existen deslizamientos activos o paleo deslizamientos (Ilustraciones 14 y 15), lo que da lugar que en caso de precipitaciones fuertes se produzca flujos de lodo y conos de deyección, y como consecuencia de ellos el deslizamiento de los

taludes, que perjudicarían a la vía y a la población. (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013)



Ilustración 14. *Deslizamiento activo, barrio 11 de Diciembre.* (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013)

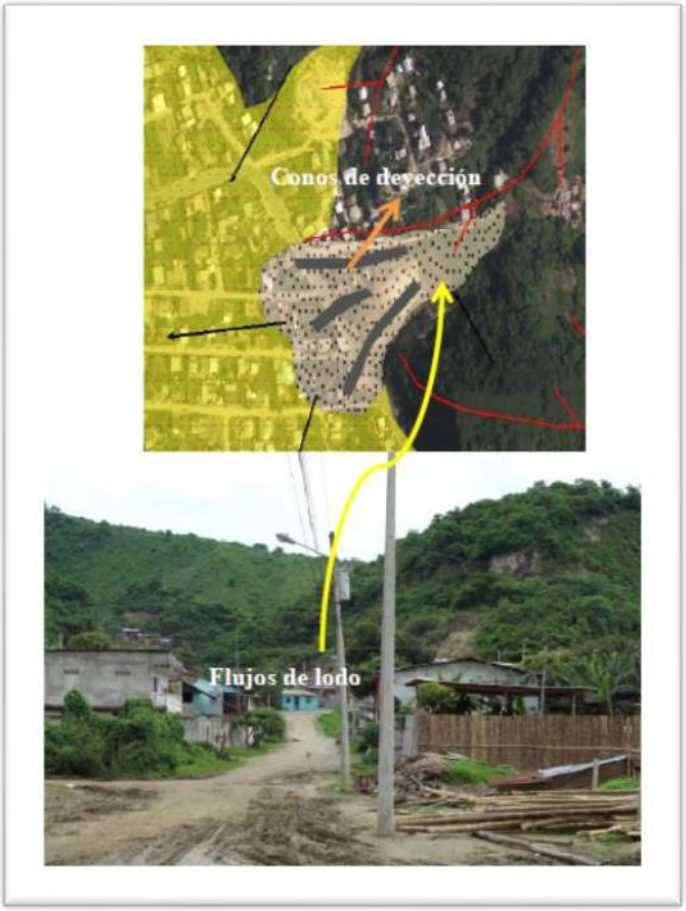


Ilustración 15. *Flujos de lodo, barrio 11 de Diciembre.* (Ramos Romero & Recalde Moya, 2013)

Una vez ocurrido el terremoto, se evidencian grietas en el trayecto hacia la cima y desprendimiento de masa hacia las laderas Nor-este del cerro.
A éstas grietas las podemos ir identificando en varias presentaciones, longitudes y profundidades, tal como se observan en las Ilustraciones 16,17 y 18.



Ilustración 16. *Sector donde se evidencian las grietas en el cerro del cantón San Vicente, Provincia de Manabí. Elaborado por:* **(LaMota & Miranda, 2018)**



Ilustración 17. *Grieta en el cerro del cantón San Vicente, Provincia de Manabí. Elaborado por:* **(LaMota & Miranda, 2018)**



Ilustración 18. *Grieta en el cerro del cantón San Vicente, Provincia de Manabí Elaborado por:* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Varios espacios de la ladera también presentan escarpas con ciertos desplazamientos de rocas cercano a las viviendas asentadas al pie del cerro de hasta de 1mt de diámetro (Ilustraciones 19 y 20).



Ilustración 19. *Ladera que presenta esparpa en el cerro del cantón San Vicente, Provincia de Manabí guiados por el señor Alejandro Saltos, habitante del sector del barrio 11 de Diciembre Elaborado por.* **(LaMota & Miranda, 2018)**



Ilustración 20. *Roca de 1mt de diámetro que se deslizó aproximadamente 7 metros, deteniéndose en una vivienda del cerro del cantón San Vicente, Provincia de Manabí. Elaborado por:* **(LaMota & Miranda, 2018)**

De igual manera, los post sismos han hecho más frecuentes los deslizamientos, incluso algunos, se originan desde grietas; La secuencia identificada de grietas sugiere una dirección nor-este, corroborando la ilustración 21, en donde se observa deslizamiento que deja una superficie cóncava.



Ilustración 21. *Grietas de aproximadamente 40 cm. de ancho por 1mt. de profundidad mayor a 30mt. de longitud (lat. -0.597448, Long -80.40054) Elaborado por:* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Las grietas y deformaciones del suelo fueron más evidenciadas en las carreteras que eran circuladas como vías de evacuación y como vías de acceso por los socorristas y ayuda humanitaria; las deformaciones que se generaron en el terreno del rededor, como las fincas y haciendas, laderas y cumbres del cerro fueron inobservadas por casi la totalidad de personas.

Las faldas del cerro de San Vicente se encuentran pobladas por el barrio 11 de Diciembre (Ilustración 22), en el cual sus habitantes tienen sus viviendas en su mayoría de construcción mixta y que en el propio terreno de su parcela suelen tener criaderos de aves de corral, y pequeños cultivos; las diferentes entidades gubernamentales de asistencia en estos casos no han logrado tener un resultado positivo para movilizarlos hacia un sector de menor riesgo, debido a que a pesar de las grietas muy marcadas también se evidencia deforestación y erosión, así como deslizamiento de taludes evidenciando obvias fallas geológicas, los cuales son dignos para poder sugerir la elaboración de mapas cartográficos de amenazas, y con ello poder mitigar peligros y riesgos geológicos; haciendo de esto que las curvas de nivel de un mapa del terreno y con fecha previo al terremoto, muestren diferencias o alteraciones geodinámicas comparándonos con uno actual.



Ilustración 22. *Asentamiento en falda de cerro barrio 11 de Diciembre, San Vicente, Manabí*
Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018).

Se realizó el registro en ortofotos de las grietas descubiertas en la zona de investigación, mismas que desencadenaron el incremento de áreas susceptibles a deslaves.

La apreciación desde la ortofoto del 2015 muestra que su ladera nor-oeste presentaban una mayor deforestación con socavamiento descrito por trabajos investigativos previos por las Ingenieras Ramos y Recalde en 2013; en comparación con la del 2016 que presenta arborización donde se veía previamente el deslave, pero también se observan desprendimientos en la ladera nor-este del cerro, modificando el relieve y geoforma de la estructura (Ilustraciones 23 y 24).

La altura hasta donde se realizó el ascenso para el trabajo de campo fue hasta los 135 msnm, y la casa más alta asentada se encuentra en los 66 msnm; a partir de la cumbre hacia su ladera nor-este, inician los actuales desprendimientos y flujos de materiales, llevando un circuito que bordea hasta la ladera oeste (Anexo 2).

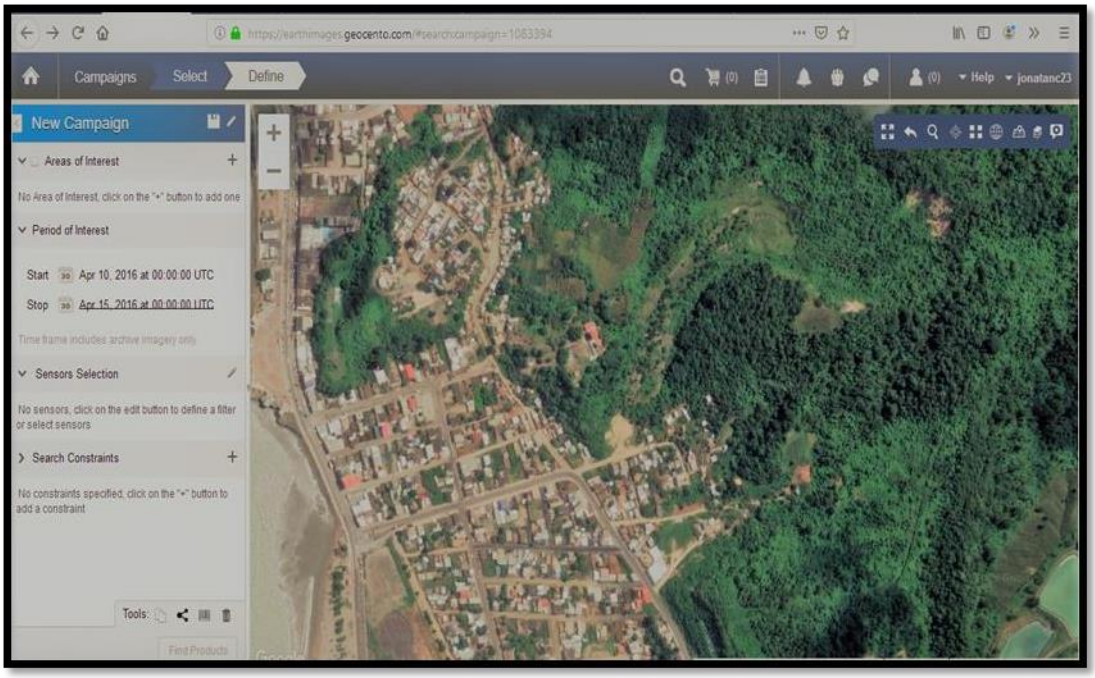


Ilustración 23. *Fotografía satelital tomada en periodo del 10 al 15 de abril del 2016, previo al sismo del 16 de abril de 2016 sector Faldas del cerro sector barrio 11 de Diciembre, Cantón San Vicente* ***Fuente:*** **(geocento, 2016)**

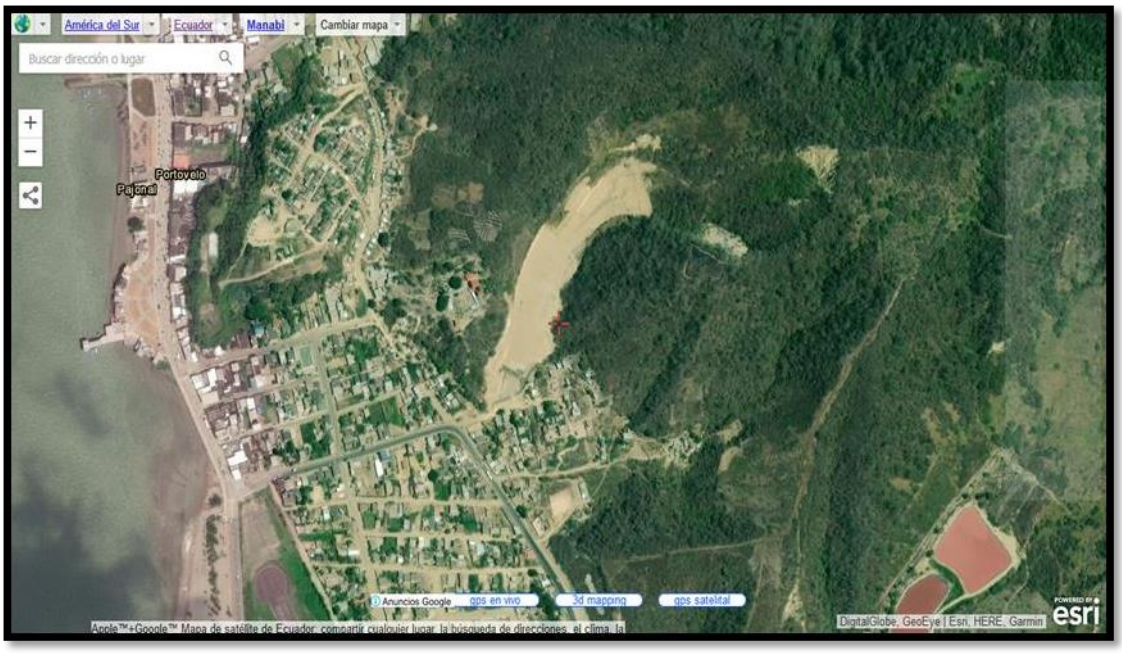


Ilustración 24. *Fotografía post evento del 16 abril 2016 (imagen actual), sector Faldas del cerro sector barrio 11 de Diciembre, Cantón San Vicente.* ***Fuente:*** **(LaMota & Miranda, 2018).**

4.2. Identificación de las zonas de vulnerabilidad ante las amenazas de grietas y deslizamientos existentes en el cerro donde se encuentra asentado el barrio 11 de Diciembre.

La vulnerabilidad que existe ante las amenazas de deslizamientos con presencia de grietas en el cerro donde se encuentra asentado el barrio 11 de Diciembre, en el cantón San Vicente de la provincia de Manabí, nos permiten relacionar el tema del estudio de caso ante la amenaza ya detectada y referenciada por varios autores y estudios presentados previo al sismo del 16 de abril de 2016; es decir, los habitantes conocen y conviven aceptando dicho riesgo como parte de su vida cotidiana (Ilustración 25).

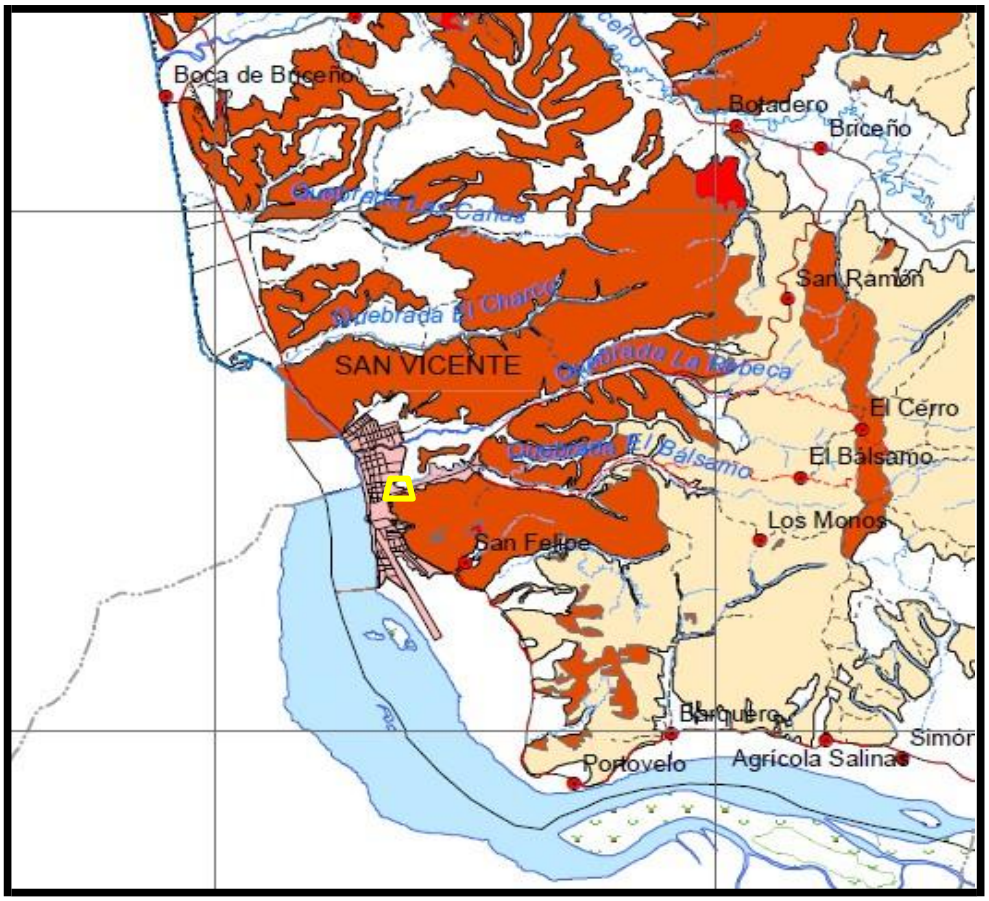


Ilustración 25. *Amenaza de deslizamientos cantón San Vicente, Manabí - Leyenda: susceptibilidad a deslizamientos Alto Medio Bajo barrio 11 de Diciembre* ***Fuente:*** **(IGM, 2016)**

El barrio 11 de Diciembre se encuentra asentado dentro de la zona de susceptibilidad ante deslizamientos con un nivel medio de ocurrencia; sin embargo, desde la vista

aérea se puede identificar el socavamiento de las paredes (laderas) del cerro en diferentes ángulos, incrementando en la actualidad la ocurrencia de deslaves mayores con impacto socio-económico (Ilustraciones 26 y 27).



Ilustración 26. *Vista aérea de San Vicente identificando el área objeto de estudio - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre* **(LaMota & Miranda, 2018)**



Ilustración 27. *Vista aérea angular con identificación de área deslizamientos - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre* **(LaMota & Miranda, 2018)**

La determinación de las áreas de susceptibilidad a deslizamientos lleva una secuencia metodológica de captar la imagen del sector objeto de estudio, luego se

grafica el perímetro en ella identificado como amenaza los movimientos de masas, en donde se demarca esta área con una coloración que permita precisar los agrietamientos encontrados en distintos puntos del cerro, para así interpolar los hitos de las curvas de nivel (Ilustraciones 28, 29 y 30).



Ilustración 28. *Vista aérea del barrio 11 de Diciembre - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre.* **(LaMota & Miranda, 2018)**



Ilustración 29. *Vista aérea del barrio 11 de Diciembre con demarcación de deslizamiento - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre.* **(LaMota & Miranda, 2018)**



Ilustración 30. *Demarcación sombreada de deslizamiento del cerro - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre.* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Los puntos de control de altura sobre el nivel del mar se exponen en el siguiente mapa (Ilustración 31).



Ilustración 31. *Identificación de cotas de relieve - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Interpolando los puntos de control se obtiene el mapa topográfico de la zona de estudio, en el mismo, de acuerdo a la referencia de 10 metros entre los hitos, se evidencia que la pendiente entre las cotas de 10 a 50 msnm son de aproximadamente 3º, de las cotas entre 50 a 90 msnm son de aproximadamente 29º, y de 90 msnm hasta la altura máxima a la que se llegó durante el trabajo de campo es de 18º, demostrando así, que existe un cambio brusco de pendiente entre las alturas entre los 50 y 90 msnm en la ladera sur oeste; que coincide con ser el sector en donde se logró encontrar la mayor cantidad de grietas (Ilustración 32).

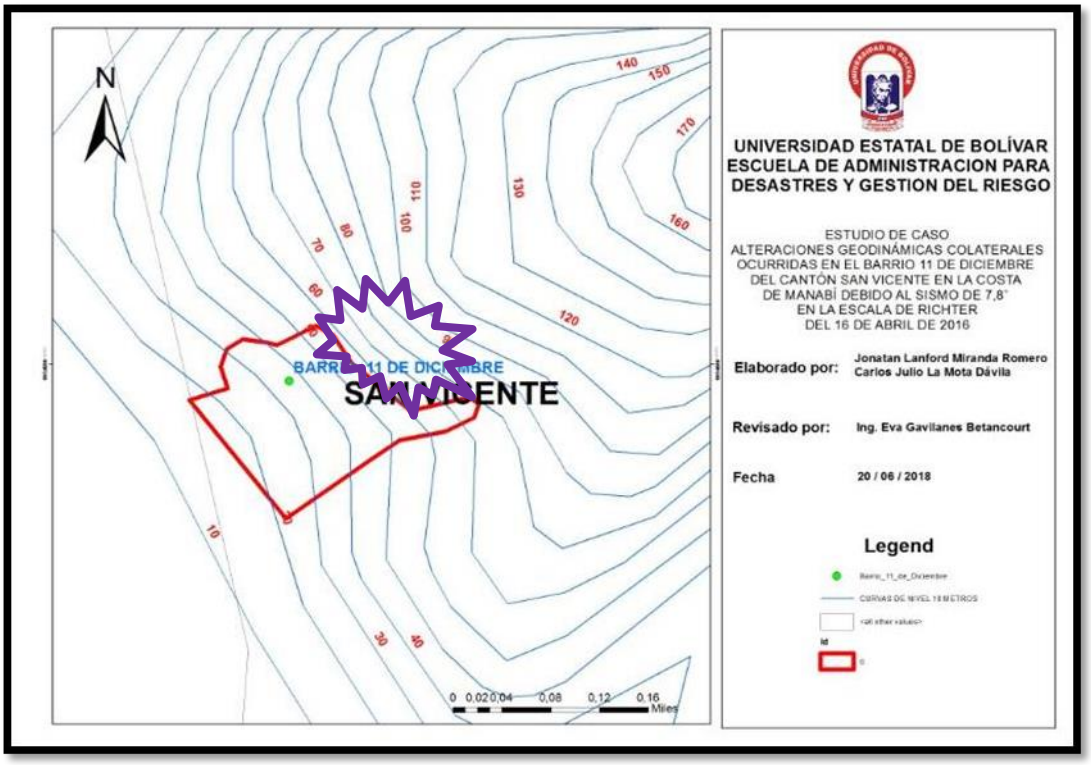


Ilustración 32. *Mapa trazado con curvas de nivel en donde se referencia la mayor cantidad de grietas entre los 50 y 90 msnm- Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Los análisis de la forma de las curvas de nivel revelan la existencia de escarpe, dado por los deslizamientos presentados a lo largo de los eventos sísmicos que han afectado dicha zona hasta la actualidad; que se evidencian en los cortes 3D con demarcación en líneas de color rojo, sobre las áreas de las laderas afectadas, visualizadas desde distintos ángulos para observar la pendiente alterada geomorfológicamente por los deslizamientos, dejando la evidencia de la

susceptibilidad del terreno a nuevos desprendimientos de material que incluso afectarían a los moradores del barrio 11 de Diciembre (Ilustraciones 33, 34, 35 y 36).

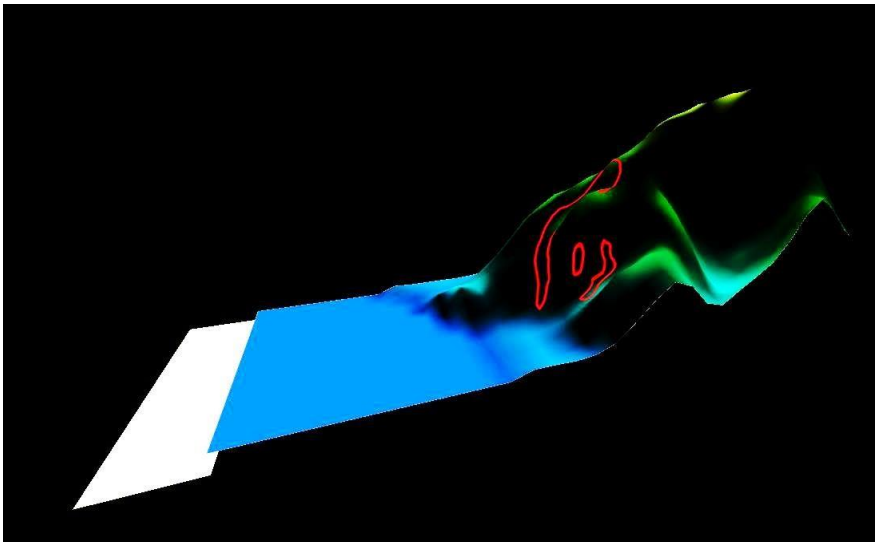
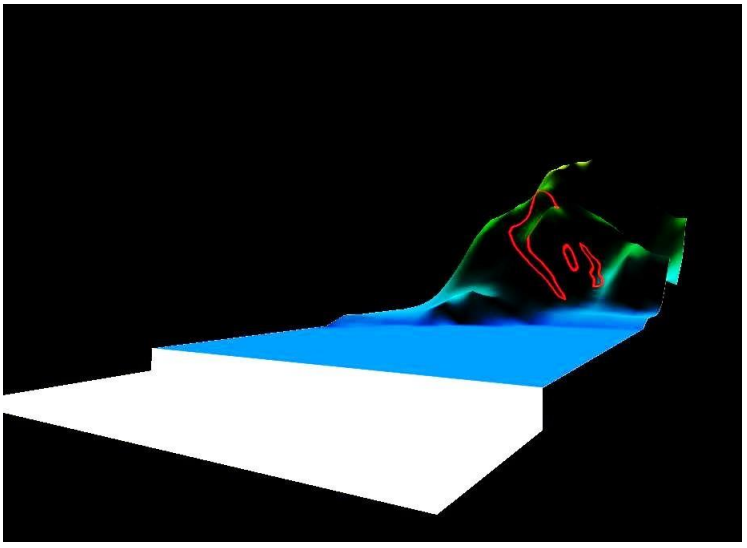


Ilustración 33. *Imagen 3D vista sur, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre.* **(LaMota & Miranda, 2018)**



.

Ilustración 34. *Imagen 3D vista sur oeste, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre.* **(LaMota & Miranda, 2018)**

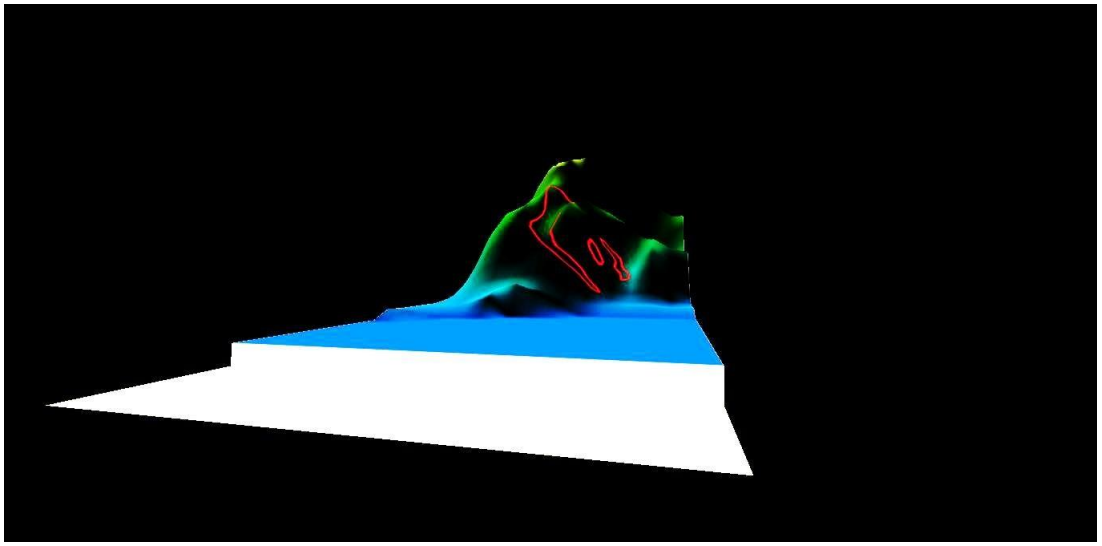


Ilustración 35. *Imagen 3D vista oeste, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre.* **(LaMota & Miranda, 2018)**

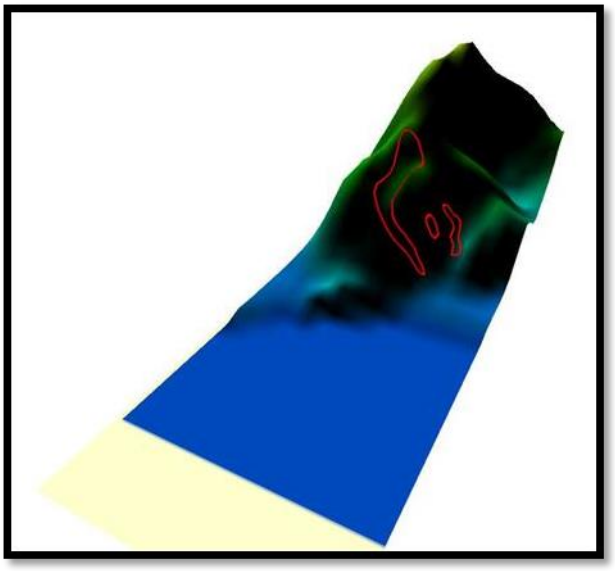


Ilustración 36. *Imagen 3D vista aérea desde el oeste, identificando las zonas de deslizamiento en el cerro del barrio 11 de Diciembre - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Se obtiene el mapa de susceptibilidad a amenazas de deslizamientos, empleando la forma del relieve y la pendiente del terreno, involucrando el impacto antrópico de los mismos moradores sobre la ladera sur oeste por encima de sus viviendas, siendo un factor con daño colateral al suelo por no considerar su accionar como incremento

erosivo donde ya existen grietas, propiciando la aparición de nuevos rasgos estructurales de éstas características (Ilustración 37).



Ilustración 37. *Mapa base de relieve con curvas de nivel en la actualidad - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel* **(LaMota & Miranda, 2018)**

En este mapa se puede identificar los niveles de amenazas ante deslizamientos en el área de estudio (Ilustración 38). Reconociendo así que, dentro de los polígonos marcados, se categorizan al Nº2 y Nº3 como amenaza ante deslizamiento con afectación social como Alto, y del Nº1 solo el lado oeste como Alto y hacia el norte como Medio.

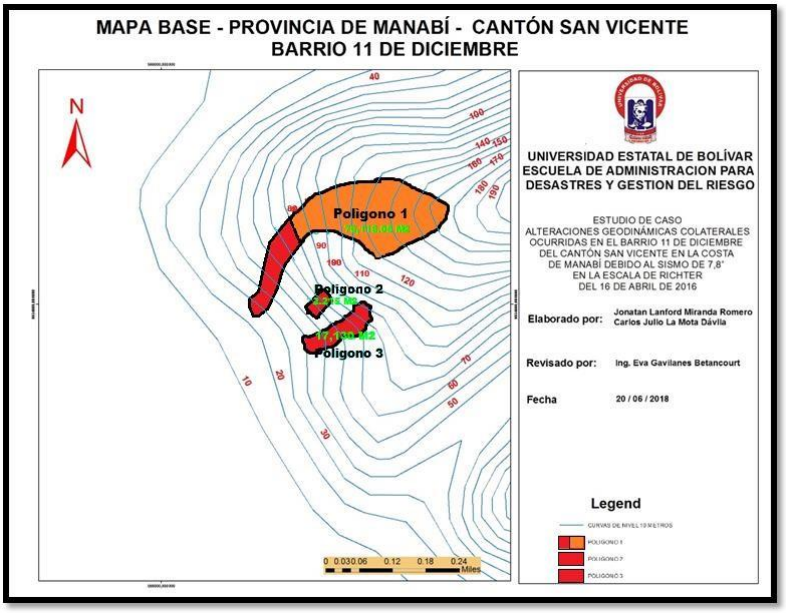


Ilustración 38. *Mapa base de relieve con curvas de nivel en la actualidad - Provincia de Manabí - cantón San Vicente, barrio 11 de Diciembre - curvas de nivel* **(LaMota & Miranda, 2018)**

Comentario post evento:

Se observan que las curvas de nivel revelan una tendencia a incrementar sus escarpas con la aparición de grietas y aumento de pendiente.

4.2.1 Vulnerabilidad Física y Estructural del Barrio 11 de Diciembre.

Por lo general las edificaciones familiares en el sector del Barrio 11 de Diciembre están constituidas por hormigón armado (cemento, bloque/ladrillo) (23,29%), en tanto que el (30,14%) son de constitución tipo mixta (madera/cemento, caña/cemento) con una susceptibilidad alta de colapso, el (46,58%) son de tipo madera, madera/caña o caña con techos montados de hojalata de zinc. (tabla referencial 12, grafico 1)

Tabla referencial 12. *Tipos de estructura de viviendas*

TIPO DE ESTRUCTURA DE VIVIENDAS	CANTIDAD	%
Cemento, bloque/ladrillo	17	23,29%
Madera	23	31,51%
Caña	11	15,07%
Mixta (cemento/madera)	12	16,44%
Mixta (cemento/caña)	4	5,48%
Mixta (madera/caña)	6	8,22%
Total	**73**	**100%**

Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

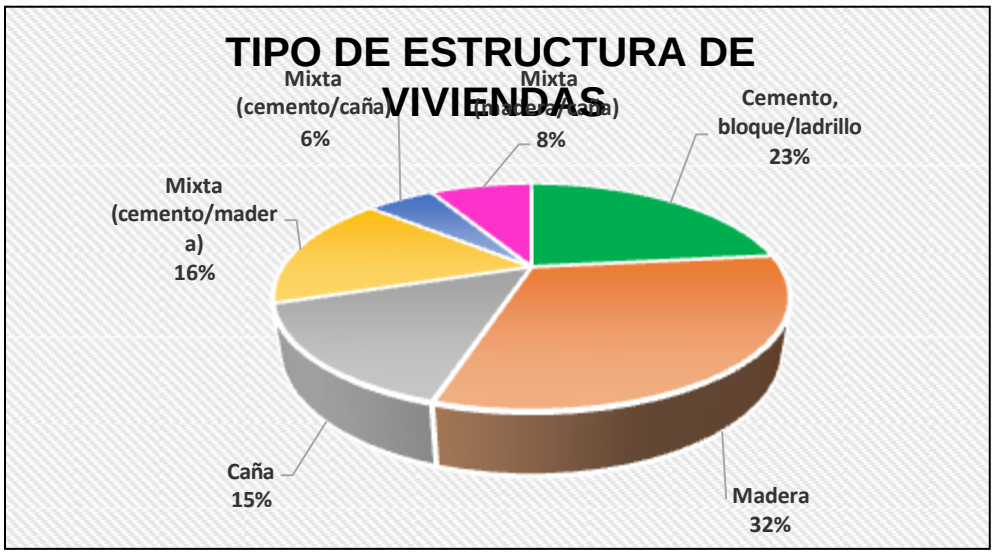


Grafico 1. Tipos de estructura de viviendas
Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

Este tipo de viviendas han sido construidas en esta área de alta susceptibilidad a deslizamientos, donde se vuelve más relevante a la amenaza implícita.

La estructura de las paredes de la mayoría de viviendas está conformada por bloques de cemento (32,81) y ladrillo (18,75%), seguido por las paredes de madera nativa del sector (laurel, Fernán Sánchez, etc.) (31,25%) y por su facilidad de adquisición y moldeo la caña (17,19%). (tabla referencial 13, grafico 2).

Tabla referencial 13. *Tipos de estructura de paredes exteriores*

ESTRUCTURA DE PAREDES EXTERIORES	CANTIDAD	%
Ladrillo	12	18,75%
Bloque	21	32,81%
Piedra	0	0,00%
Arcilla	0	0,00%
Madera	20	31,25%
Caña	11	17,19%
Total	**64**	**100%**

Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

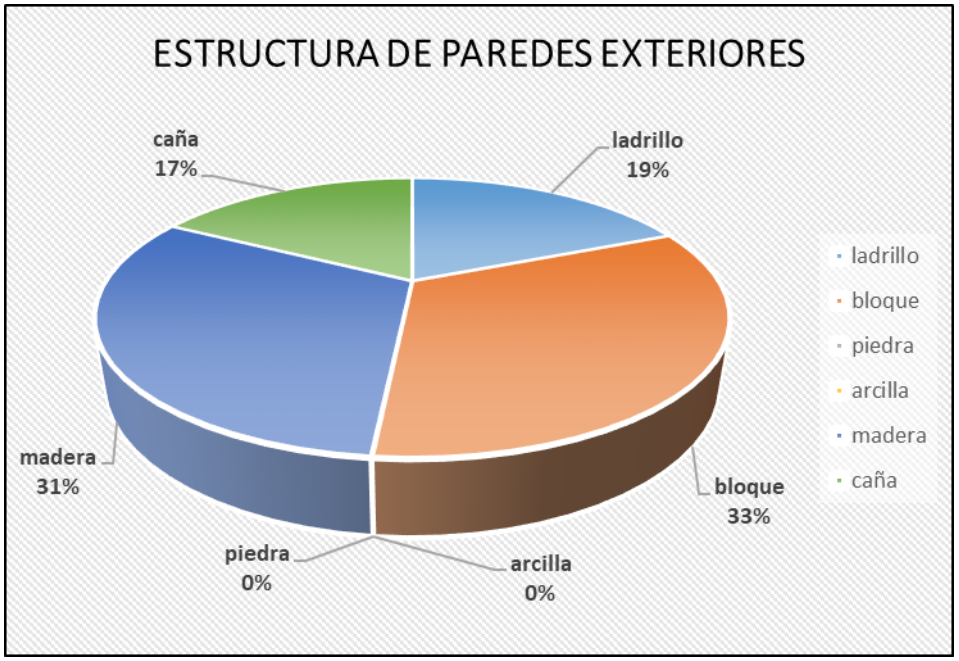


Grafico 2. Tipos de estructura de paredes exteriores.
Fuente: **(LaMota & Miranda, 2018)**

El mayor porcentaje de las viviendas (83,56%) están constituidas por una sola planta, mientras que el resto (16,44%) la constituyen con un piso superior, en términos generales todas tiene un alto riesgo de vulnerabilidad producto de deslizamientos por movimientos de flujos de escombros. (tabla referencial 14, grafico 3)

Tabla referencial 14. *Número de pisos de las viviendas*

NUMERO DE PISOS DE LAS VIVIENDAS	CANTIDAD	%
planta baja	61	83,56%
piso 1	12	16,44%
piso 2	0	0,00%
Terraza	0	0,00%
Total	**73**	**100%**

Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

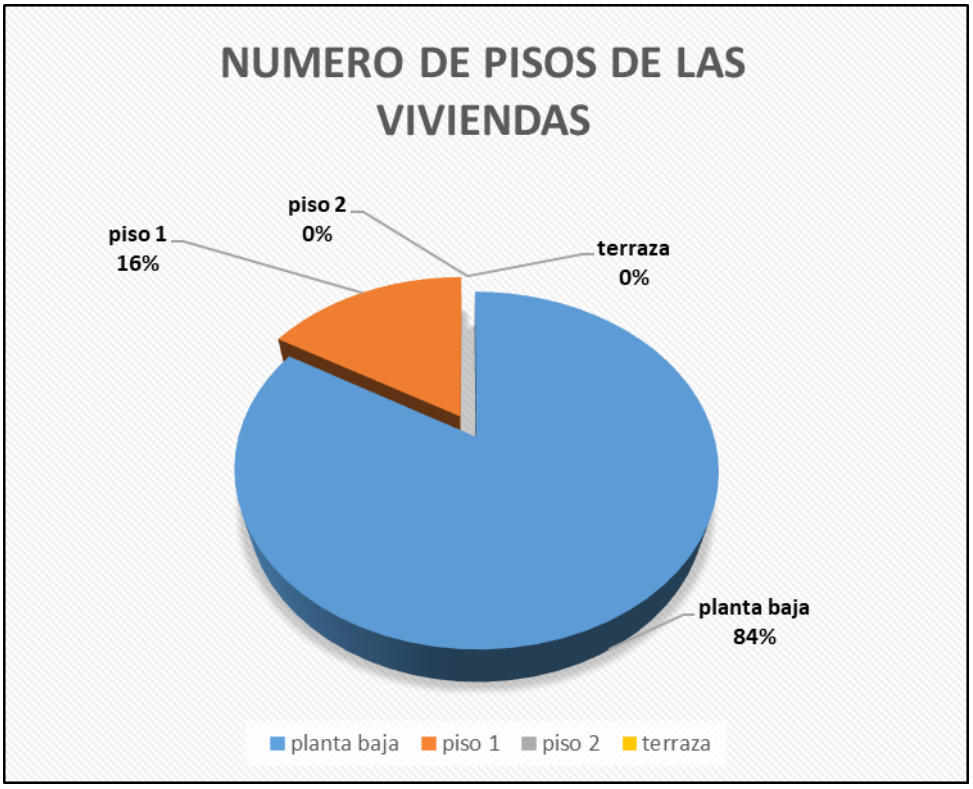


Grafico 3. Números de pisos de las viviendas
Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los cambios en el paisaje, originados por las alteraciones geodinámicas y presencia de grietas en el cerro, son la causa primordial de los aspectos de impacto, considerando los conos de deyección y flujos de lodo que previamente ya existían, sin embargo el incremento de actividad sísmica logra evidenciar que la geomorfología del cerro continua resquebrajándose, llevando a que el relieve como lo conocemos sea modificado de una manera en la que sus deslizamientos y fraccionamientos cambien contundentemente su apariencia.

Los estudios de riesgos sísmicos post-evento conllevan una problemática con grados de consecuencia evidénciables a nivel estructural y de pérdida de vidas humanas, sumados a una considerable cantidad de efectos por daños colaterales, por lo que se recomienda que los resultados de este trabajo se deben analizar e interpretar de manera que no se consideren exagerados y se puedan estimar de absoluta confianza.

La foto interpretación del área evidenciada es útil y necesaria, ya que ayuda a tener una información precisa de la zona de estudio en cuanto a los posibles niveles de amenazas ante deslizamientos con impacto.

Las instituciones con responsabilidad en la protección, coordinación y planificación de emergencias deben analizar y documentar los resultados de este tipo de estudios a fin de establecer parámetros que prevengan riesgos potenciales antes, durante y posterior a un evento por desastres naturales que involucren sismos o terremotos con el fin de optimizar la planificación de gestión de emergencias , por lo general los terremotos que han ocurrido en zonas con poca previsión por fenómenos sísmicos ponen en evidencia que los daños superarían lo que podría ser previsible si no se ponen de manifiesto las buenas prácticas de prevención de riesgos en desastres.

Se describieron las características de daños y afectaciones sobre las viviendas del barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente de Manabí, observándose que existen fisuras notables en mampostería sin comprometer la integridad de la estructuras de

las casas ubicadas en las faldas del cerro, esto ha generado alerta y temor en un porcentaje de la población que vive en ellas, y que aun conociendo de las potenciales consecuencias que a futuro por desprendimiento o deslizamiento de material del cerro puedan afectarlos, se niegan a salir y dejar abandonadas sus viviendas, debido a que ninguna institución gubernamental o privada les brinda el apoyo o ayuda para buscar alternativas o propuestas para habitar en otro sector más seguro.

Con las visitas de campo se evidenció que en el sector del barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente, los servicios básicos son escasos , sumado el sistema vial de la zona urbana que se encuentra en mal estado, a pesar de que las vías principales están pavimentadas existen baches, rupturas de pavimento y presencia de polvo en el verano y obviamente en invierno el lodo y sedimentación en las calles, lo que perjudica a los habitantes y vehículos que circulan por el sector, este problema también genera desidia en la población ya que afecta a la parte turística y socioeconómica en el cantón.

Hay un bajo nivel de conocimiento en la población aledaña al sector, en referencia sobre la preparación y actuación ante desastres naturales, como es el caso de los sismos, terremotos y deslizamientos de tierra, por lo que se deberá pensar en la inducción de la población en referencia.

Posterior a la ocurrencia de eventos naturales que afectan socialmente con impacto general, se debería crear una ideología concientizada a generar estudios profesionales y técnicos sobre los aspectos extrínsecos y factores intrínsecos que conllevan a la ocurrencia de un incidente; ya que, sería más eficiente y eficaz el direccionamiento a prevenir con sensatez, y no solo actuar para remediar, pues con ello, estaríamos desarrollando los principios elementales de la Gestión del Riesgo basados en la investigación aplicada para estar preparados y no solo ser reactivos.

Esta problemática local requiere especial atención mediante control permanente sobre los asentamientos indiscriminados de viviendas en las faldas del cerro ya que, la topografía del cerro presenta inclinaciones con pendientes entre los 35º a 45º, también se observó en el sector objeto de estudio grandes grietas a lo largo de todo el

terreno, lo que incrementa potencialmente la vulnerabilidad de las familias asentadas en las faldas del cerro del barrio 11 de Diciembre.

Ha sido comprobada la situación de amenaza y vulnerabilidad local del sector denominado Barrio 11 de Diciembre por lo cual se establecen medidas de prevención y mitigación estructurales de las viviendas con el fin de reducir el impacto de afectación, sin embargo, la reubicación de los habitantes del sector sería una solución integral.

Este trabajo fue posible gracias a la colaboración de los habitantes del sector del cerro del barrio 11 de Diciembre, quienes nos retroalimentaron con sus testimonios evidénciales dando las facilidades y guiándonos para acceder a la cima del cerro y documentar con imágenes y medidas de longitud y profundidad el comportamiento y alteración geodinámica del terreno, sin embargo, se recalca el poco interés de las instituciones involucradas en aspectos relacionados con la temática que en ellos se aborda para obtener información que ayude a sustentar el presente estudio de caso, no obstante los resultados de este trabajo pasarán a disposición de quienes estén interesados como institución o a título personal para ayudar a reducir la problemática evidenciada esperando que el presente análisis sume en dirección hacia un mejor estado de vida y progreso futurista.

5.2. Recomendaciones.

Se debe difundir un plan de gestión en prevención de riesgos ante desastres naturales, como parte de un sistema de gestión de prevención a todo el cantón, ya que al momento los recursos para atención a estos eventos es muy bajo , se debe hacer énfasis y darle vital importancia a los movimientos de masa del cerro del barrio 11 de Diciembre, ya que como resultado, gran parte del sector costero es arenoso y esta es una de las razones principales por la cual el cerro tuvo deformaciones en las laderas cercanas a las viviendas asentadas al pie del mismo, cuando ocurre un temblor, la vibración genera un conjunto de ondas, unas viajan por la superficie y otras por debajo del suelo, estas ondulaciones causarían más

movimiento generalmente en suelos arcillosos o muy arenosos, esto produce una posible amplificación de la onda sísmica debido al terreno que es más suelto y estas se mueven más fácilmente, este fenómeno se lo conoce como licuación de arenas.

De la experiencia recogida en este trabajo relacionado estrechamente con la gestión de riesgos, se pone de manifiesto la dificultad de este tipo de análisis y estudios de amenazas y riesgos, donde se involucran edificaciones y vidas humanas a nivel de asentamientos urbanos de manera indiscriminada y sin ningún criterio técnico, por lo que se requiere la colaboración de entidades estatales involucradas, debido a que la rentabilidad potencial de este tipo de estudios es costosamente alto, ya que se concentra en la reducción del riesgo.

La única variable resaltable que apunta para reducir la afectación por daño sísmico que reside hacia las viviendas del sector es la reubicación de las mismas, apartados de donde se encuentran actualmente, ya que ningún tipo de edificación construida y edificada con la mejor tecnología podría soportar los embates de un futuro deslizamiento de masas, por lo que como se menciona en párrafos anteriores es muy importante y decisivo la intervención de la autoridad local competente en conjunto con la Secretaria de Gestión de Riesgos el tomar acciones inmediatas y eficaces para evitar hechos lamentables que conlleven pérdidas humanas a futuro.

Se debe realizar análisis de vulnerabilidad del terreno a manera de censo por cada una de las viviendas y evaluar la posibilidad de amenaza potencial mediante herramientas avanzadas que permitan realizar simulaciones y ensayos desarrollando una interacción con el terreno y las estructuras de las viviendas asentadas al pie de las faldas del cerro del barrio 11 de Diciembre.

El cumplimiento a las disposiciones de la Ley de Ordenamiento Territorial en lo que respecta al uso y gestión del suelo es primordial impedir a futuro la autorización por parte de las autoridades competentes para otorgar los permisos correspondientes para permitir asentamientos humanos en zonas consideradas vulnerables causados por factores de origen natural y antrópico

Debemos aclarar que este estudio es desarrollado de manera parcial ya que solo analiza los comportamientos y alteraciones geodinámicas colaterales ocurridas debido al sismo de 7.8° en escala Richter del 16 de abril de 2016, por lo cual permite complementar otros tipos de datos tales como información del resto de aspectos fundamentales de riesgos sísmico, económico, social, psicosocial, entre otros.

Por lo cual, es importante resaltar que a partir de este estudio de caso se efectúen estudios similares o proyectos en el sector del barrio 11 de Diciembre del cantón San Vicente encaminados a la importancia y valoración socio-económico del costo que podría conllevar las amenazas por deslizamiento o movimiento de masas, si es que no se implementan de forma responsable y con criterio escrupuloso las medidas reglamentarias y técnicas de manera adecuada y oportuna.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Geofísico EPN, I. G. (2018). *Insituto Geofísico EPN*. Recuperado el 22 de febrero de 2018, de http://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1312-informe-sismico-especial-n-8-2016
- Municipio, S. V. (2017). *Gobierno Autónomo Descentralizado de San Vicente*. Recuperado el 23 de abril de 2018, de http://www.sanvicente.gob.ec
- SENPLADES, S. N. (25 de febrero de 2014). *Ficha de cifras generales del cantón San Vicente.* Recuperado el 22 de abril de 2018, de SRI - Servicio de Rentas Internas: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/1322_SAN%20VICENTE_MANABI.pdf
- SGR, S. d. (18 de mayo de 2016). *Secretaría de Gestión de Riesgos.* Recuperado el 16 de marzo de 2018, de Informe de situación - réplicas: http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/INFORME-de-R%C3%A9plicas-18-de-Mayo-13h30.pdf
- *Estudio del riesgo sísmico en el Ecuador*. (s.f.). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/236143718_Estudio_del_riesgo_sismico_en_el_Ecuador
- IGEPN. (s.f.). *Noticias.* Obtenido de https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1505-el-terremoto-de-ibarra-del-16-de-agosto-de-1868

- Instituto Geofísico EPN, I. G. (2018). *Insituto Geofísico EPN*. Recuperado el 22 de febrero de 2018, de http://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1312-informe-sismico-especial-n-8-2016
- Municipio, S. V. (2017). *Gobierno Autónomo Descentralizado de San Vicente*. Recuperado el 23 de abril de 2018, de http://www.sanvicente.gob.ec
- SENPLADES, S. N. (25 de febrero de 2014). *Ficha de cifras generales del cantón San Vicente.* Recuperado el 22 de abril de 2018, de SRI - Servicio de Rentas Internas: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/1322_SAN%20VICENTE_MANABI.pdf

- SGR, S. d. (18 de mayo de 2016). *Secretaría de Gestión de Riesgos.* Recuperado el 16 de marzo de 2018, de Informe de situación - Réplicas: http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/INFORME-de-R%C3%A9plicas-18-de-Mayo-13h30.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de encuestas.

Preguntas:

¿Qué tipo de trabajo tiene?

¿Cuánto tiempo lleva viviendo en ese lugar?

¿Cuantas personas viven con usted?

Se siente seguro en donde vive, detalle

¿Ha pensado en cambiarse de sector?

- **Redacción de encuestados**

Encuesta 1: Encuestado es agricultor, no posee estudios. Lleva viviendo en dicho lugar por mucho tiempo (no especificó en años) e indica no sentir seguridad para él y su familia pero que no tiene otro lugar a donde trasladarse. Afirmó que la ayuda no ha llegado del todo y que le gustaría la posibilidad de que le ofrezcan otro terreno en el cual vivir.

Encuesta 2: Encuestado posee estudios en educación básica, vive con 2 personas adicionales y tiene unos cuantos animales de corral. Menciona que, a partir del terremoto, su vivienda se ha vuelto insegura y teme porque suceda otro terremoto, y pierda lo poco que le queda.

Encuesta 3: Encuestada vive con su 2 hijas mayores y 4 nietos, a diario se dedica a vender sus hortalizas cosechadas en su pequeño terreno de 9mts. Indica que su casa la construyó hace unos 30 años cuando se asentó en la ladera, pero que con el terremoto se cayeron sus adornos y sus nietos se asustaron mucho y lloraron, por ello, esa noche bajaron del cerro e hicieron velada en el parque del malecón de San Vicente. Actualmente sienten inseguridad en su vivienda y que si tuvieran las posibilidades se cambiarían a otro sector que le ofrezca los mismos beneficios de tener vivienda y terreno para realizar sembríos.

Encuesta 4: Encuestado refiere que su casa la comparte con sus padres y hermanos, pero que la tarde y noche del terremoto él no se encontraba ahí por estar trabajando en su tricimoto en el poblado. Nos cuenta que, luego del fuerte temblor intentó llegar corriendo hasta su casa que se encuentra a la mitad de la ladera del cerro, pero que se le hacía muy difícil subir por estar a oscuras todo el barrio y se tropezaba con la irregularidad del terreno; nos dijo que más rápido lograron bajar sus padres con uno de sus hermanos. Adicionalmente expresó que necesitan ayuda, las condiciones de vida no son seguras en el sector.

Encuesta 5: Encuestada nos narra que la noche del terremoto se encontraba trabajando en un cibercafé en el centro de San Vicente, y que salió corriendo de ese sitio hacia su casa en el cerro, pero no pudo subir por asustarse de los gritos de las demás personas, y que luego de un buen rato se encontró con sus familiares abajo del cerro. A la mañana siguiente que pudieron subir a su casa vieron que estaba un poco inclinada pero aún en pie, y descubrieron una grieta en su pequeña parcela; les gustaría encontrar otro lugar para vivir.

Encuesta 6: El encuestado es un adulto mayor que vive solo con su hijo quien congénitamente tiene capacidades especiales, pero desde hace unos 15 años él es quien se ha hecho cargo del joven. Al momento del terremoto fue a abrazar a su nieto quien se encontraba temeroso y lo sostenía muy fuerte, luego del temblor encendió una vela y pedía ayuda a sus vecinos para que les ayuden a bajar la ladera. Al día siguiente, se dieron cuenta de que parte de su techo había caído sobre el dormitorio. Actualmente viven en el mismo lugar; con unos vecinos lograron adecuar y sujetar las planchas de zinc. Sigue teniendo sus gallinas, las cuales le proporcionan huevos para la venta diaria y sustentar su bajo ingreso para subsistir. Preferiría poder cambiarse a un lugar más seguro, junto con su familia y gallinas, pero no cuenta con la parte económica necesaria para efectuarlo.

Encuesta 7: La encuestada es la menor de 4 hermanos, vive con ellos y sus padres en la parte alta de la ladera del cerro. Durante el terremoto tuvieron que abandonar su casa, debido a que ésta temblaba mucho. Bajaron el cerro, y pasaron la noche reunidos con muchas personas en el parque del malecón de San Vicente. Dice que su casa no sufrió daños estructurales importantes, pero que el terreno de su área de sembrío tiene un desnivel de casi medio metro (0,50mts), y unos 0,30mts de separación entre los bordes. Tiene predisposición para ser reubicada con su familia siempre y cuando el lugar tenga también un terreno y así pueda continuar sembrando.

Encuesta 8: Encuestado vive con su esposa e hijo, posee estudios en educación básica y es agricultor. Lleva más de diez años viviendo en dicho barrio, comenta que a partir del terremoto su vivienda quedó inestable e insegura para él y su familia, le gustaría poder ofrecerle a su familia un lugar más seguro para vivir con la ayuda de las autoridades del sector.

Encuesta 9: La encuestada trabaja en una panadería, el día del terremoto estaba en su casa junto a su familia, se asustaron bastante y comentó que salieron corriendo porque quedaron sin iluminación y una ventana se desplomó. Después de ese terrible y lamentable episodio lograron arreglar su ventana para continuar con su vida normal. Aún sienten temor por las noches dado que existen muchas grietas en la vivienda; es por ello que anhelan recibir ayuda por parte de las autoridades, a fin de ser reubicados a sectores seguros.

Encuesta 10: Encuestado, se dedica a la venta de huevos de gallina y de leche de vaca. Tras el terremoto se extravió una de sus seis vacas, bajó la venta de huevos y se desplomó una pared de su casa; junto a la ayuda de sus vecinos lograron volver a construir la pared pero que su vaquita nunca apareció. Espera en algún momento, con la ayuda de autoridades poder cambiarse de lugar, dado que su casa quedó desnivelada y teme que en cualquier momento se venga abajo.

- **Codificación**

Encuesta 1

A. Agricultor
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Vivienda insegura
E. Bajos recursos económicos
F. Se requiere ayuda de autoridades
G. Mudarse

Encuesta 2

A. Ganadero
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Vivienda insegura

Encuesta 3

A. Cosecha y venta de hortalizas
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Vivienda insegura
E. Bajos recursos económicos
F. Cambiar de sector
G. Temor y miedo
H. Contar con los mismos beneficios

Encuesta 4

A. Trabaja en su tricimoto
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Irregularidad del terreno
E. Se requiere ayuda

Encuesta 5

A. Trabaja en Cibercafé

B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Vivienda con grietas e inclinada
E. Temor y miedo
F. Necesita ayuda de autoridades
G. Mudarse

Encuesta 6

A. Venta de huevos de gallina
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Bajos ingresos
E. Se desplomó el techo
F. Necesita ayuda de autoridades
G. Mudarse
H. Contar con los mismos beneficios

Encuesta 7

A. Agricultora
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Temor y miedo
E. Daños en vivienda
F. Sembrío con desnivel
G. Necesita ayuda de autoridades
H. Mudarse
I. Contar con los mismos beneficios

Encuesta 8

A. Agricultor
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Vivienda y terreno inestable e insegura
E. Necesita ayuda de autoridades
F. Mudarse

Encuesta 9

A. Trabaja en una panadería
B. Terremoto

C. Vive con familiares
D. Temor y miedo
E. Daños en vivienda, tiene grietas
F. Necesita ayuda de autoridades
G. Reubicarse a sectores seguros

Encuesta 10

A. Venta de huevos de gallina y leche de vaca
B. Terremoto
C. Vive con familiares
D. Temor y miedo
E. Vivienda desnivelada
F. Se desplomó una pared
G. Cambiarse a otro sector

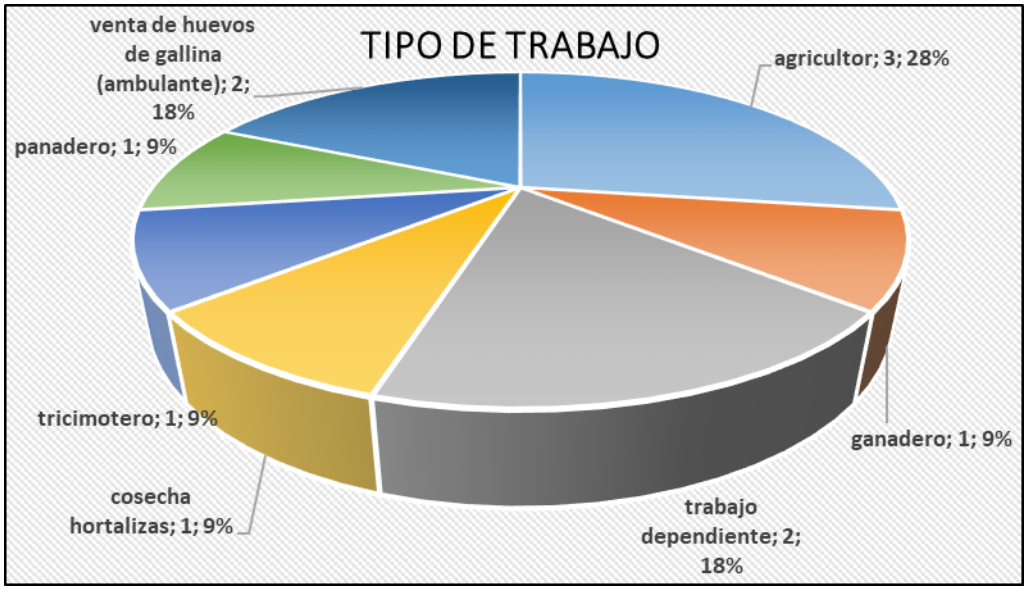


Grafico 4. *Tipos de trabajo.* Fuente (LaMota & Miranda, 2018).

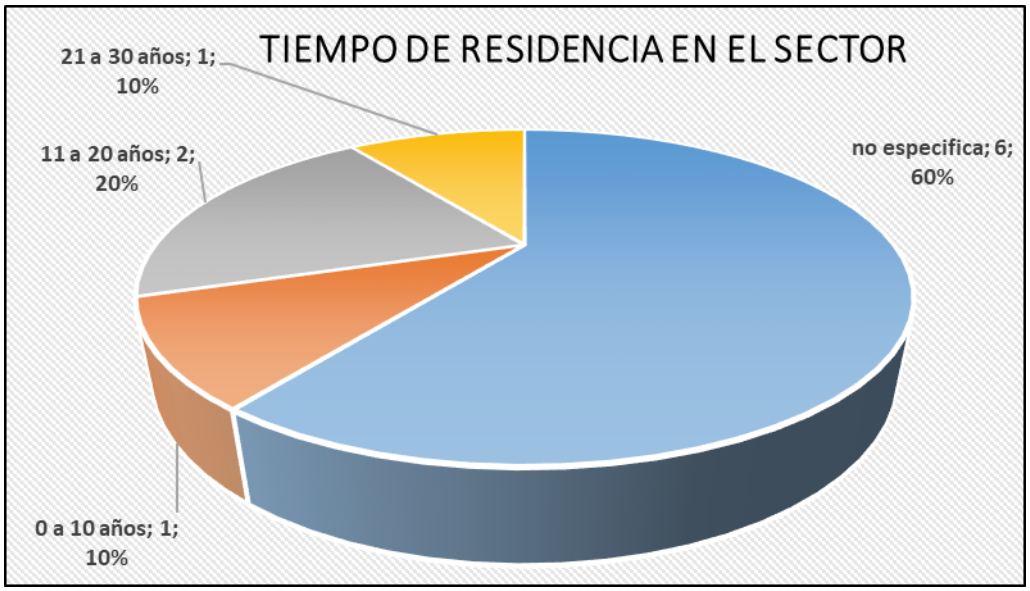


Grafico 5. *Tiempo de residencia en el sector*. Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

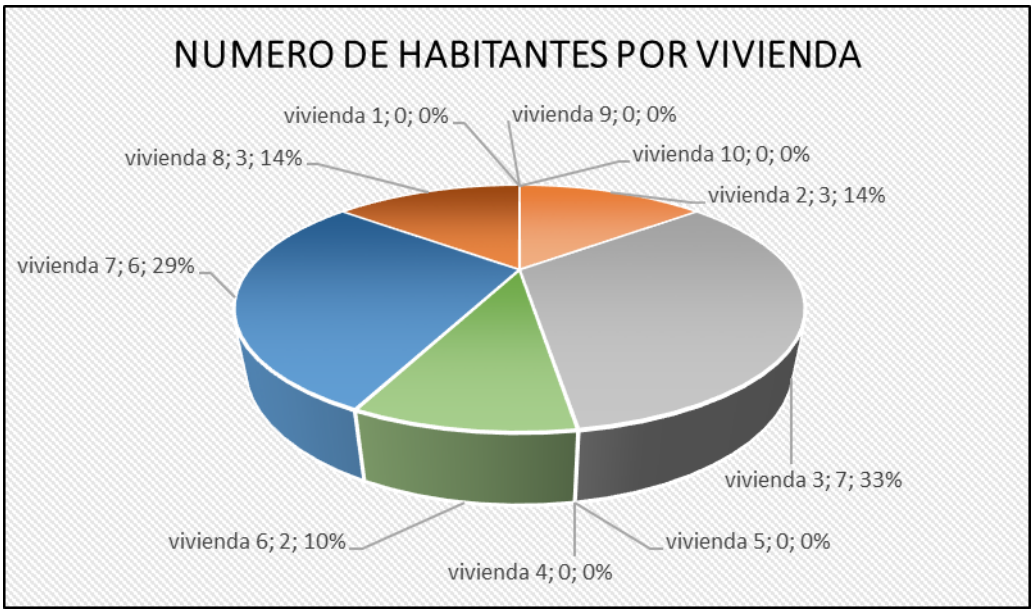


Grafico 6. *Número de habitantes por vivienda*. Fuente: (LaMota & Miranda, 2018).

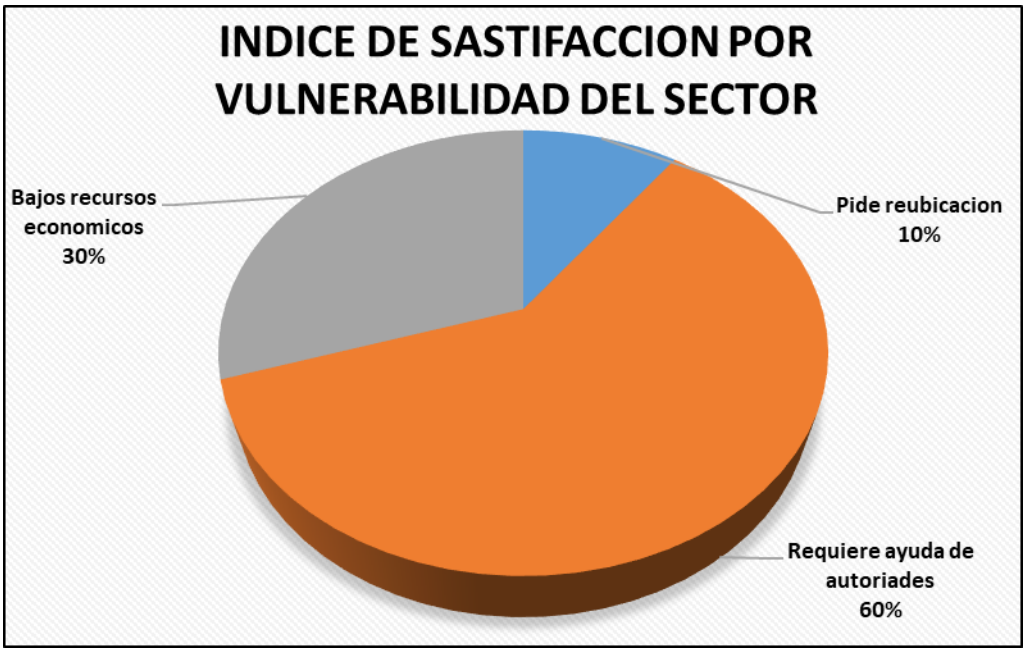


Grafico 7. *Índice de satisfacción por vulnerabilidad del sector.* Fuente: (LaMota & Miranda, 2018).

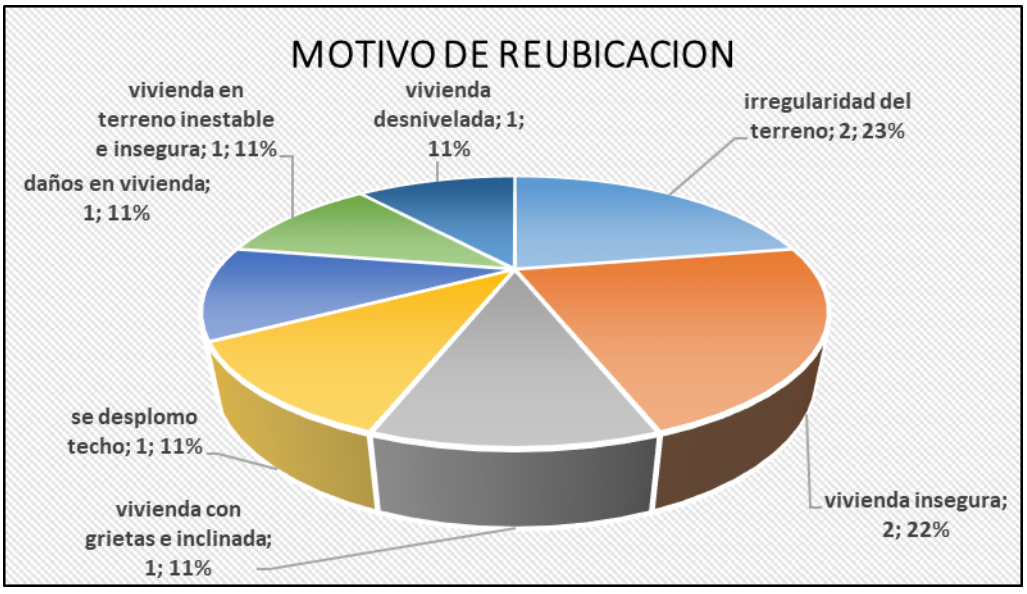


Grafico 8. *Motivo de reubicación.* .Fuente: (LaMota & Miranda, 2018)

- **Categorías**

  Se seleccionó las que tenían un alto nivel de repetición, a continuación, el detalle (Tabla referencial 15):

Tabla referencial 15. *Repetición de datos en encuesta.*

Cant. Veces repetidas	Principal	Secundaría
10	Desastre natural (A)	Terremoto
5	Temor y miedo (B)	Otro Terremoto
		Perder todo
8	Vivienda insegura (C)	Grietas
		Techo inestable
		Desnivel
		Pared desplomada
3	Terreno inestable (D)	Desnivel
		Separación entre los bordes
		Irregularidad
		Pared desplomada
9	Petición de reubicación (E)	Autoridades del sector
		Sector seguro
		Terreno y vivienda

Elaborado por: (LaMota & Miranda, 2018)

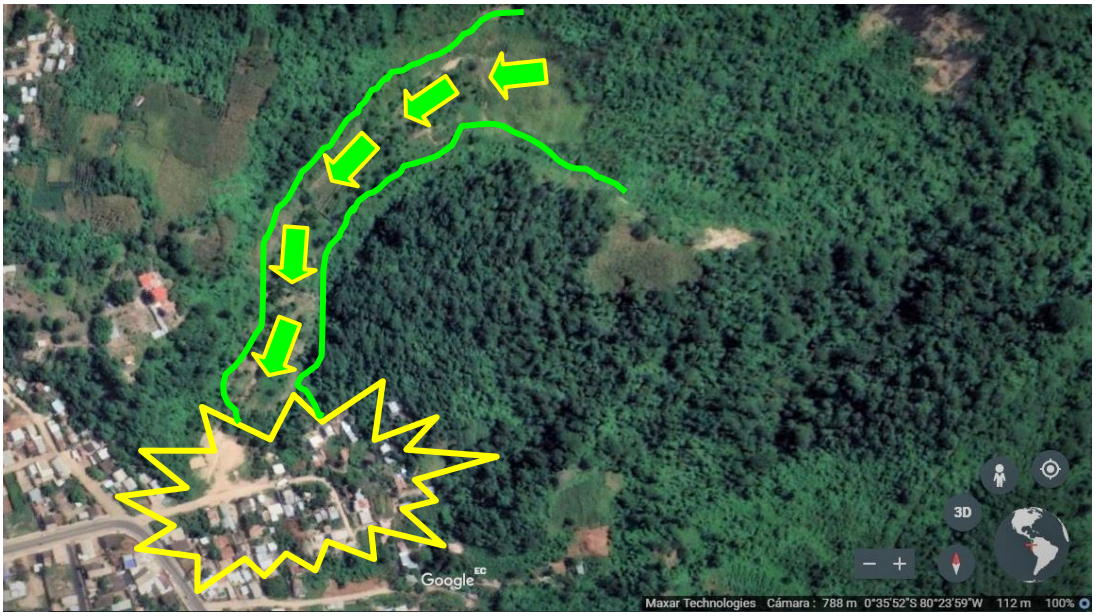
- **Relación**

Un desastre natural causa que las viviendas y terrenos se vuelvan inseguros e inestables, lo cual lleva al temor y miedo entre los ciudadanos, ocasionando la solicitud de ayuda a las autoridades para ser reubicados.

Cuando se presenta un desastre natural, en este caso un terremoto, ocasiona diversos daños en viviendas y terrenos del sector afectado, ya sea porque existen derrumbes, grietas, desnivel, irregularidad, entre otros aspectos; afectando las condiciones de vida de la población y llenándolos de temor y miedo a que ocurra otro desastre y terminar perdiendo lo poco que tienen. Por lo anterior expuesto, es que en su mayoría piden la ayuda necesaria para que puedan ser reubicados en sectores seguros

y que estos cuenten con los mismos beneficios que actualmente poseen, es decir terrenos o lugar para su ganado.

Anexo 2. Alteración geodinámica del cerro donde se encuentra asentado el barrio 11 de Diciembre en el cantón Sn Vicente en la Provincia de Manabí.



Borde de circuito que se genera en la ladera noreste hacia el sector oeste del cerro donde se acenta el barrio 11 de Diciembre en el cantón San Vicente en la Provincia de Manabí. Fuente: (Google Earth, 2019)

Aspectos administrativos

Recursos

Los recursos que utilizamos en la realización de este proyecto investigativo son los siguientes:

- **Institucionales**

  Docentes de la escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos
  de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Humano**

  Carlos Julio La Mota Dávila – Investigador de Universidad Estatal de Bolívar; Jonatan Lanford Miranda Romero – Investigador de Universidad Estatal de Bolívar; José Alejandro Saltos Figueroa – Voluntario de Protección Civil de San Vicente ,Barrio 11 de Diciembre de la comunidad de San Vicente, cantón San Vicente

- **Técnico**

  Entrevistas y línea base; Fotografía del área de estudio; Elaboración de mapas de susceptibilidad

- **Tecnológicos**

  Laptop, memorias externas portátiles, Software ARGIS 10.3, Shp Cantonal, Shp Pendientes, Shp de carreteras, Shp región litoral o costa, Gps.