



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL  
RIESGO**

**TITULO DEL PROYECTO:**

**“ESCENARIOS DE RIESGOS POR FLUJO DE ESCOMBROS EN LA  
COMUNIDAD CRUZ ALTA DE MIGUELILLO EN LA PARROQUIA ABDÓN  
CALDERÓN DEL CANTÓN PORTOVIEJO”.**

**PREVIO A LA OBTENCION AL TITULO DE INGENIERO EN  
ADMINISTACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO.**

**AUTORES:**

**HERNÁNDEZ LOOR JORGE GABRIEL**

**MERA ANDINO FRANCISCO JAVIER**

**TUTOR:**

**ING. NELSON EDDY VÁSQUEZ GUZMÁN MSc.**

**GUARANDA, ECUADOR**

**AÑO 2018**

## DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Hernández Loor Jorge Gabriel y Mera Andino Francisco Javier en calidad de autores del trabajo de investigación: **“ESCENARIOS DE RIESGOS POR FLUJO DE ESCOMBROS EN LA COMUNIDAD CRUZ ALTA DE MIGUELILLO EN LA PARROQUIA ABDÓN CALDERÓN DEL CANTÓN PORTOVIEJO.”**, autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Asimismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:.....

Hernández Loor Jorge Gabriel

C.I. 1311625238

Firma:.....

Mera Andino Francisco Javier

C.I 1309445912

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

A quien interese

**ING. NELSON EDDY VÁSQUEZ GUZMÁN MSc., DOCENTE DIRECTOR  
DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

### **CERTIFICA:**

Que el presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN titulado **“ESCENARIOS DE RIESGOS POR FLUJO DE ESCOMBROS EN LA COMUNIDAD CRUZ ALTA DE MIGUELILLO EN LA PARROQUIA ABDÓN CALDERÓN DEL CANTÓN PORTOVIEJO”**., de autoría de HERNÁNDEZ LOOR JORGE GABRIEL y MERA ANDINO FRANCISCO JAVIER, estudiantes de la Carrera de ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO. Reúne los requisitos correspondientes a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, por lo tanto, faculto a sus autores, para que continúen con los trámites legales pertinentes.

Guaranda, 13 de julio 2018

Ing. Nelson Eddy Vásquez Guzmán MSc

**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado en primera instancia a Jehová, dueño y escultor de todas las formas, por haber moldeado en mi persona, buenos valores como cimiento y base sustancial, a mi Padre Jorge y a mi Madre Cristina quienes guiaron y dieron rumbo definido hacia mi formación académica. A mis hermanos Damaris y David, mis mejores amigos en todo momento. A mi pequeña familia Leticia y Carlos, de los cuales quedo muy agradecido por los consejos y enseñanzas que me transmiten cada día, a mis amigas incondicionales Laura, María Eugenia, Janina y demás amigos y familiares que de alguna u otra manera me motivaron con fuerza y coraje en mis horas de infortunio ayudándome a superar cualquier obstáculo.

**Jorge Gabriel**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por guiarme y cuidarme en toda mi formación académica. A mi Padre José Mera. A mi Madre Teresa Andino por sus sabios consejos. A mis hijos Anthony, Emily, Briana, Mathias por todo su amor, además, de ser los pilares fundamentales que me impulsaron a salir adelante. A mi esposa, hermanos, sobrinos, primos, tíos, amigos que me dieron sus palabras de aliento y motivación cuando más los necesite para poder culminar mis estudios universitarios, para ellos.

**Francisco Javier**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, a su distinguida Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, su cuerpo docente que desinteresadamente brindaron sus conocimientos valiosos, autoridades administrativas y en especial a nuestro tutor Ing. Nelson Vásquez MSc., por ser un eje fundamental y guía en el proceso de elaboración de este proyecto.

Al Ingeniero Alfredo Guerra Luque, amigo y colaborador por brindarnos la oportunidad de conocer y formar parte de la Universidad Estatal de Bolívar. Además, de servirnos como guía para poder progresar con éxito dentro de la institución académica. Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Portoviejo, a su Dirección de Ambiente y Gestión de Riesgos, por consiguiente, al Licenciado Dalton Andrade como su director por acogernos dentro de sus instalaciones, al Jefe Técnico en Gestión de Riesgos Ing. Jhonny García Arias. Demás, compañeros por facilitarnos las herramientas necesarias, como equipos tecnológicos adecuados para dar una mejor atención en tiempo de eventos peligrosos o desastres, por la colaboración, logística, visitas técnicas de campo, al desarrollo de diferentes actividades, aplicando los conocimientos adquiridos en el transcurso de toda nuestra formación profesional y adquiriendo nuevos en todo este proceso de investigación.

### **Agradecidos**

**Jorge Gabriel Hernández Loor**

**Francisco Javier Mera Andino**

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| DERECHOS DE AUTOR .....  | I     |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....  | II    |
| DEDICATORIA .....  | III   |
| AGRADECIMIENTO .....   | V     |
| ÍNDICE GENERAL.....  | VI    |
| INDICE DE MAPAS .....  | X     |
| INDICE DE GRÁFICOS .....   | XII   |
| INDICE DE TABLAS .....   | XIV   |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....  | XVII  |
| INDICE DE ANEXOS.....  | XVIII |
| RESUMEN EJECUTIVO .....  | XIX   |
| INTRODUCCIÓN .....   | 1     |
| CAPITULO 1 .....   | 2     |
| 1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....   | 2     |
| 1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....   | 4     |
| 1.3.OBJETIVOS .....  | 5     |
| 1.3.1.Objetivo General .....   | 5     |
| 1.3.2.Objetivos Específicos.....   | 5     |
| 1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....   | 6     |
| 1.5.ALCANCE.....   | 8     |
| 1.6.LIMITACIONES .....   | 8     |
| CAPÍTULO II .....  | 10    |
| 2.MARCO TEÓRICO.....   | 10    |
| 2.1.MARCO TERRITORIAL.....   | 10    |
| 2.1.1.Contextualización del área de estudio de caso.....   | 10    |
| 2.1.1.1.Generalidades del Cantón Portoviejo, Parroquia Abdón Calderón Comunidad<br>Cruz Alta de Miguelillo ..... | 10    |
| 2.2.BASES TEÓRICAS.....  | 17    |
| 2.2.3. Prevención y la Mitigación .....  | 18    |
| 2.2.4. Procesos Gravitacionales y Desarrollo de las Formas del Terreno .....                                     | 19    |
| 2.2.5. Procesos Gravitacionales: la Fuerza de la gravedad .....  | 19    |
| 2.2.6. Deslizamientos .....  | 20    |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.6.1. Definición y Terminología .....                                       | 20 |
| 2.2.6.2. Clasificación de los Deslizamientos .....                             | 22 |
| 2.2.6.3. Flujos .....  | 26 |
| 2.2.6.4. Características Generales de los Flujos .....                         | 27 |
| 2.2.6.5. Nomenclatura .....  | 29 |
| 2.2.6.6. Velocidad de los Flujos .....   | 30 |
| 2.2.6.7. Diferencia con las Inundaciones .....                                 | 31 |
| 2.2.6.8. Tipos de Flujo .....  | 31 |
| 2.2.6.8.1. Flujo de Agua .....   | 32 |
| 2.2.6.8.2. Flujo Hiperconcentrado Granular .....                               | 33 |
| 2.2.6.8.3. Flujo de Lodo .....   | 33 |
| 2.2.6.8.4. Flujo de Escombros .....  | 34 |
| 2.2.6.9. Erosión .....   | 35 |
| 2.2.6.9.1. Erosión Laminar o Superficial .....                                 | 35 |
| 2.2.6.9.2. Erosión en Surcos .....   | 36 |
| 2.2.6.9.3. Erosión en Cárcavas .....   | 37 |
| 2.2.7. Susceptibilidad .....   | 38 |
| 2.2.8. Factores Condicionantes y Desencadenantes para Deslizamientos .....     | 38 |
| 2.2.8.1. Factores Condicionantes .....   | 38 |
| 2.2.8.1.1. Factor Geológico-Litológico .....                                   | 39 |
| 2.2.8.1.2. Factor Morfológico .....  | 39 |
| 2.2.8.1.3. Factor Hidrogeológico .....   | 40 |
| 2.2.8.1.4. Pendiente .....   | 40 |
| 2.2.8.1.5. Uso y Ocupación del Suelo .....                                     | 41 |
| 2.2.8.2. Factores Desencadenantes .....  | 43 |
| 2.2.8.2.1. Precipitación .....   | 43 |
| 2.2.8.2.2. Sismicidad .....  | 43 |
| 2.2.9. Medidas de Mitigación para Deslizamientos por Flujos de Escombros ..... | 44 |
| 2.2.9.1. Estructurales y no Estructurales .....                                | 45 |
| 2.2.10. Vulnerabilidad .....   | 61 |
| 2.2.10.1. Vulnerabilidad Física .....  | 61 |
| 2.2.10.2. Vulnerabilidad Social .....  | 62 |
| 2.2.10.3. Vulnerabilidad Económica .....                                       | 62 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.10.4. Vulnerabilidad Política .....   | 62 |
| 2.2.10.5. Vulnerabilidad Institucional.....   | 62 |
| 2.2.10.6. Vulnerabilidad Educativa.....   | 62 |
| 2.3 MARCO LEGAL.....  | 63 |
| 2.3.1 Constitución de la República .....  | 63 |
| 2.3.2 Régimen de Competencias .....   | 63 |
| 2.3.3 Ley de Seguridad Pública y del Estado (2009).....   | 65 |
| CAPITULO III.....   | 72 |
| 3. MARCO METODOLÓGICO .....   | 72 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....  | 73 |
| 3.3.1. Tipo de la Investigación .....   | 73 |
| 3.3.2. Diseño de la Investigación .....   | 74 |
| 3.2. Universo y Muestra .....   | 74 |
| 3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....                                 | 76 |
| 3.4. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de información.....                              | 76 |
| 3.4.1. Procesamiento de la Información.....   | 76 |
| 3.4.2. Ajuste de la Georreferencia.....   | 77 |
| 3.4.2.1. Homogeneización de Información Cartográfica .....                                      | 77 |
| 3.4.2.2. Importación de los Archivos .....  | 78 |
| 3.4.3. Análisis de la Información y Análisis de Resultados.....                                 | 78 |
| 3.5. Parámetros de la Metodología Mora-Vahrson para la Evaluación por Flujos de Escombros ..... | 78 |
| 3.5.2. Factores Condicionantes .....  | 79 |
| 3.5.2.1 Geológico-Litológico .....  | 79 |
| 3.5.2.2. Geomorfológico .....   | 80 |
| 3.5.2.3. Hidrogeología.....   | 80 |
| 3.5.2.4. Pendiente .....  | 80 |
| 3.5.2.5. Uso y Ocupación del Suelo .....  | 80 |
| 3.5.3. Factores Desencadenantes.....  | 81 |
| 3.5.3.1. Precipitación.....   | 81 |
| 3.5.3.2. Sismicidad .....   | 81 |
| 3.6. Valores Ponderados para la Evaluación de la Vulnerabilidad .....                           | 81 |
| CAPITULO IV.....  | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| 4. RESULTADOS ALCANZADOS POR OBJETIVO.....                                     | 88  |
| 4.1. Resultado del Objetivo Específico 1 .....                                 | 88  |
| 4.1.1.1. Análisis de los Factores Condicionantes.....                          | 89  |
| 4.1.1.1.1 Factores Geológicos – Litológicos (S <sub>GL</sub> ) .....           | 89  |
| Evolución Geodinámica de la Costa .....  | 90  |
| Geología Local.....  | 92  |
| Formación Borbón .....   | 93  |
| Formación Onzole (Mioceno Medio-Superior) .....                                | 93  |
| Depósitos Coluvio Aluviales (Cuaternario).....                                 | 94  |
| Depósitos Aluviales (Holoceno) .....   | 94  |
| Litología.....   | 94  |
| 4.1.1.1.2 Factores Geomorfológicos (S <sub>GM</sub> ).....                     | 100 |
| Tectónica.....   | 100 |
| 4.1.1.1.3. Factor Pendiente (S <sub>P</sub> ) .....                            | 106 |
| 4.1.1.1.4. Factor Hidrogeología (S <sub>HG</sub> ).....                        | 109 |
| 4.1.1.1.5. Factor Uso de suelo y Cobertura Vegetal (S <sub>U</sub> ).....      | 111 |
| 4.1.2.1. Análisis de los Factores Desencadenantes .....                        | 117 |
| 4.1.2.1.1. Precipitación (T <sub>P</sub> ).....                                | 117 |
| 4.1.2.1.2. Sismicidad (T <sub>S</sub> ).....                                   | 121 |
| <i>Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.</i> .....                    | 130 |
| 4.2. Resultado del Objetivo Específico 2.....                                  | 131 |
| 4.9.2. Identificación de alternativas de solución con obras de mitigación..... | 197 |
| CAPITULO V .....   | 204 |
| CONCLUSIONES .....   | 204 |
| RECOMENDACIONES .....  | 206 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 208 |
| ANEXOS .....   | 210 |

## INDICE DE MAPAS

|  |     |
|--|-----|
| Mapa 1. Delimitación del área de estudio, esta comprende una extensión territorial de 10,46km <sup>2</sup> .....                         | 3   |
| Mapa 2. Modelo Digital de Terreno.....   | 7   |
| Mapa 3. Político del Cantón Portoviejo. ....   | 13  |
| Mapa 4. Comunidades de la Parroquia Abdón Calderón. ....   | 15  |
| Mapa 5. Tectónico estratigráfico de las unidades de antearco de la Costa Ecuatoriana, en el círculo se resalta la Cuenca de Manabí. .... | 91  |
| Mapa 6. Áreas de referencia para deslizamientos por Flujos de Escombros. ....  | 93  |
| Mapa 7. Componentes geológicos presentes en el área de estudio.....  | 94  |
| Mapa 8. Componentes litológicos presentes en el área de estudio. ....  | 98  |
| Mapa 9. Componentes geomorfológicos presentes en el área de estudio. ....  | 104 |
| Mapa 10. Porcentajes de pendientes presentes en el área de estudio.....  | 108 |
| Mapa 11. Hidrogeología presente en el área de estudio.....   | 110 |
| Mapa 12. Nivel de ajuste de las categorizaciones de uso y ocupación de suelos. ...   | 112 |
| Mapa 13. Áreas del factor de uso y ocupación de suelo presentes en el área de estudio. ....  | 113 |
| Mapa 14. Niveles de Susceptibilidad por Flujos de Escombros. ....  | 115 |
| Mapa 15. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas. ....  | 117 |
| Mapa 16. Isoyetas de precipitación máxima en 24 horas que influyen en el área de estudio. ....   | 120 |
| Mapa 17. Isoyetas de precipitación anual que influyen en el área de estudio. ....  | 121 |
| Mapa 18. Diseño sísmico. ....  | 123 |
| Mapa 19. Niveles de Amenaza por Flujos de Escombros incorporando los cauces de quebradas y la zona de depósito de escombros.....         | 128 |
| Mapa 20. Escenario de Amenazas/Exposición por Fenómenos de Flujos de Escombros.....  | 129 |
| Mapa 21. Niveles de Vulnerabilidades totales en las viviendas censadas de la comunidad Cruz Alta de Miguelillo.....                      | 193 |
| Mapa 22. Escenario de riesgo resultante de combinar las amenazas con las vulnerabilidades. ....  | 195 |

Mapa 23. Delimitación de la Parroquia Abdón Calderón, se representa dentro de la mancha roja el alcance del evento por flujo de escombros del 28 de febrero del 2017.

..... 198

## INDICE DE GRÁFICOS

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 1. Tipos principales de movimientos de ladera.....  | 26  |
| Gráfico 2. Formación de un flujo de escombros en una ladera de alta pendiente.....  | 27  |
| Gráfico 3. Esquema de una avalancha de tierra producida por denudación generalizada.<br>.....   | 30  |
| Gráfico 4. Cómo determinar que ocurrió una inundación y no un flujo hiperconcentrado. ....  | 33  |
| Gráfico 5. Cómo identificar que ocurrió un flujo de escombros.....  | 35  |
| Gráfico 6. De Uso y Ocupación de Suelo. ....  | 41  |
| Gráfico 7. Deslizamiento y erosión producidos por actividades antrópicas. ....  | 42  |
| Gráfico 8. Alteración de suelo por infiltraciones antrópicas.....   | 42  |
| Gráfico 9. Ejemplo de combinación de distintas soluciones de protección contra flujos de escombros y Aluviones. ....  | 46  |
| Gráfico 10. Esquema de ubicación y función de presas contenedoras. ....   | 47  |
| Gráfico 11. Función de presas permeables: .....   | 48  |
| Gráfico 12. Barreras laterales.....   | 51  |
| Gráfico 13. Diques desviadores. ....  | 52  |
| Gráfico 14. Componentes vegetales de implantación de céspedes en taludes. ....  | 57  |
| Gráfico 15. Esquema de una barrera viva. ....   | 58  |
| Gráfico 16. Esquema del mecanismo de estabilización de taludes mediante zacate vetiver.....   | 60  |
| Gráfico 17. Contexto geodinámico, margen del Pacífico Este a nivel de América Central y del Sur.....  | 90  |
| Gráfico 18. Unidades morfológicas, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, Dirección General de Geología y Minas. Asistencia Técnica del Gobierno de Gran Bretaña. .... | 100 |
| Gráfico 19. Tipología de viviendas predominantes en el sector. ....   | 132 |
| Gráfico 20. Estado relativo de las paredes de la vivienda.....  | 134 |
| Gráfico 21. Años de construcción de la vivienda. ....   | 136 |
| Gráfico 22. Sistema estructural de la vivienda.....   | 138 |
| Gráfico 23. Materiales y estado del piso de la vivienda. ....   | 140 |
| Gráfico 24. Materiales y estado de la cubierta de la vivienda. ....   | 142 |
| Gráfico 25. Estado relativo de la vivienda. ....  | 144 |

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 26. Tipología de la vivienda. ....                                     | 146 |
| Gráfico 27. Topografía del terreno.....  | 148 |
| Gráfico 28. Servicios básicos.....   | 150 |
| Gráfico 29. Estado de las vías de acceso.....                                  | 152 |
| Gráfico 30. Número de familias que habitan dentro de la vivienda.....          | 154 |
| Gráfico 31. Número de personas que habitan dentro de la vivienda. ....         | 156 |
| Gráfico 32. Número de personas con discapacidad que habitan en el sector. .... | 158 |
| Gráfico 33. Adquisición de la vivienda.....                                    | 160 |
| Gráfico 34. Personas con actividad productiva.....                             | 162 |
| Gráfico 35. Personas con actividad productiva.....                             | 164 |
| Gráfico 36. Nivel de educación.....  | 166 |
| Gráfico 37. Campañas de Educación. ....  | 168 |
| Gráfico 38. Comité Comunitario de Gestión de Riesgos. ....                     | 170 |
| Gráfico 39. Plan familiar de emergencia.....                                   | 172 |
| Gráfico 40. Puntos de encuentro y rutas de evacuación.....                     | 174 |
| Gráfico 41. Vulnerabilidad por servicios básicos. ....                         | 176 |
| Gráfico 42. Vulnerabilidad por familia. ....                                   | 179 |
| Gráfico 43. Vulnerabilidad social. ....  | 183 |
| Gráfico 44. Vulnerabilidad social. ....  | 186 |
| Gráfico 45. Vulnerabilidad total física.....                                   | 188 |
| Gráfico 46. Vulnerabilidad total. ....   | 191 |

## INDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Identificación de las Parroquias Rurales y Urbanas del Cantón Portoviejo.                                  | 11  |
| Tabla 2. Identificación de las comunidades de la Parroquia Abdón Calderón. ....                                     | 15  |
| Tabla 3. Identificación de los sectores rurales de la Parroquia Abdón Calderón. ....                                | 16  |
| Tabla 4. Identificación de los sectores urbanos de la Parroquia Abdón Calderón.....                                 | 16  |
| Tabla 5. Correlación entre clasificaciones de deslizamientos de tipo de flujos. <i>Fuente:</i><br>Hungu, 2001. .... | 24  |
| Tabla 6. La clasificación abreviada de movimientos de ladera. ....  | 25  |
| Tabla 7. Distancias entre barreras vivas según su pendiente. ....   | 58  |
| Tabla 8. Flujos de Escombros. ....  | 69  |
| Tabla 9. Vulnerabilidad Físico - Estructural. ....  | 70  |
| Tabla 10. Vulnerabilidad Socioeconómica. ....   | 71  |
| Tabla 11. Sistema de proyección cartográfica adoptado para la compilación de<br>información SIG. ....               | 77  |
| Tabla 12. Matriz de Vulnerabilidad. ....  | 82  |
| Tabla 13. Variables e indicadores para la vulnerabilidad física ante amenaza de<br>deslizamiento. ....              | 83  |
| Tabla 14. Calificación de vulnerabilidad de edificaciones ante la amenaza de<br>deslizamientos. ....                | 84  |
| Tabla 15. Vulnerabilidad de las Redes de Servicios Básicos. ....  | 85  |
| Tabla 16. Vulnerabilidad Económica. ....  | 85  |
| Tabla 17. Vulnerabilidad Educativa. ....  | 86  |
| Tabla 18. Vulnerabilidad de Elementos Esenciales. ....  | 87  |
| Tabla 19. Clasificación y descripción de los niveles de susceptibilidad. ....                                       | 89  |
| Tabla 20. Control litológico superficial de la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo.                                   | 95  |
| Tabla 21. Resultados del factor geológico-litológico (S <sub>GL</sub> ). ....                                       | 99  |
| Tabla 22. Resultados del factor Geomorfológico (S <sub>GM</sub> ). ....   | 105 |
| Tabla 23. Rangos, niveles y valor de cálculo considerados para pendientes. ....                                     | 106 |
| Tabla 24. Resultados cualitativos y cuantitativos factor pendiente (S <sub>P</sub> ). ....                          | 108 |
| Tabla 25. Resultados cualitativos y cuantitativos factor hidrogeología (S <sub>HG</sub> ). ....                     | 111 |
| Tabla 26. Resultados cualitativos y cuantitativos factor Uso y Ocupación del Suelo<br>(S <sub>U</sub> ). ....       | 114 |
| Tabla 27. Clasificación y descripción de los niveles de amenaza. ....   | 116 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 28. Precipitación (Tp). .....   | 119 |
| Tabla 29. Sismos ocurridos durante los últimos 500 años en Manabí. ....   | 122 |
| Tabla 30. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. ....   | 123 |
| Tabla 31. Factores condicionantes y desencadenantes con indicadores cualitativos y cuantitativos, mismos que se les genera un valor de indicador..... | 125 |
| Tabla 32. Factor de exposición frente a la amenaza de flujos de escombros.....  | 130 |
| Tabla 33. Tipología de vivienda. ....   | 132 |
| Tabla 34. Estado de las paredes. ....   | 134 |
| Tabla 35. Años de construcción de la vivienda. ....   | 136 |
| Tabla 36. Sistema estructural. ....   | 138 |
| Tabla 37. Materiales y estados del piso de las viviendas. ....  | 140 |
| Tabla 38. Materiales y estado de la cubierta. ....  | 142 |
| Tabla 39. Estado general de las viviendas. ....   | 144 |
| Tabla 40. Tipología de la vivienda.....   | 146 |
| Tabla 41. Topografía del terreno.....   | 148 |
| Tabla 42. Servicios básicos. ....   | 150 |
| Tabla 43. Estado de la vía. ....  | 152 |
| Tabla 44. Números de familias. ....   | 154 |
| Tabla 45. Números de personas. ....   | 156 |
| Tabla 46. Números de personas con discapacidad no registrados en el CONADIS. ....   | 158 |
| Tabla 47. Número de personas legalmente reconocidas por el CONADIS. ....  | 158 |
| Tabla 48. Adquisición de la vivienda.....   | 160 |
| Tabla 49. Actividad económica.....  | 162 |
| Tabla 50. Personas con actividad productiva. ....   | 164 |
| Tabla 51. Nivel de educación.....   | 166 |
| Tabla 52. Campañas de educación. ....   | 168 |
| Tabla 53. Comité comunitario o brigadas de protección civil. ....   | 170 |
| Tabla 54. Plan Familiar de Emergencia. ....   | 172 |
| Tabla 55. Puntos de encuentro, rutas de evacuación y alarmas. ....  | 174 |
| Tabla 56. Vulnerabilidad total de indicadores por infraestructura.....  | 176 |
| Tabla 57. Vulnerabilidad por ingreso promedio x habitante por familia. ....   | 179 |
| Tabla 58. Nivel de vulnerabilidad e indicador x habitante por familia.....  | 180 |
| Tabla 59. Nivel de Vulnerabilidad e indicador x ingresos económicos.....  | 181 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 60. Nivel de vulnerabilidad e indicador x género. ....   | 181 |
| Tabla 61. Nivel de vulnerabilidad e indicador x nivel educativo y por indicadores por familia. ....  | 182 |
| Tabla 62. Vulnerabilidad total de indicadores por familias. ....   | 184 |
| Tabla 63. Vulnerabilidad e indicadores por discapacidad. ....  | 184 |
| Tabla 64. Nivel de vulnerabilidad e indicadores por discapacidad.....  | 185 |
| Tabla 65. Tipos de vulnerabilidades sociales.....  | 186 |
| Tabla 66. Tipos de vulnerabilidades físicas .....  | 189 |
| Tabla 67. Estimación de la vulnerabilidad total de la Comunidad Cruz Alta de la Parroquia Abdón Calderón.....                                | 191 |
| Tabla 68. Forma representativa para vincular las amenazas con las vulnerabilidades. ....   | 194 |
| Tabla 69. Matriz de escenarios de riesgos por flujos de escombros. ....  | 196 |
| Tabla 70. Medidas estructurales, no estructurales y ambientales de mitigación y prevención ante deslizamientos por flujos de escombros. .... | 199 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| Fotografía 1. Origen, que generalmente es un deslizamiento. ....  | 28 |
| Fotografía 2. Camino o canal de flujo.....  | 29 |
| Fotografía 3. Finalmente, una zona de acumulación. ....   | 29 |
| Fotografía 4. Inicio del proceso de erosión laminar, ante una superficie de suelo desnudo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo. ....  | 36 |
| Fotografía 5. Pequeños surcos evidenciados, procesos de erosión superficial generados por aguas de escorrentías, fase inicial de formación de cárcavas de erosión.....                              | 37 |
| Fotografía 6. Procesos de erosión avanzada, cárcavas generadas por agua de escorrentías.....  | 38 |
| Fotografía 7. Presas de apertura horizontal.....  | 49 |
| Fotografía 8. Presas de aperturas verticales. (a) Múltiples aperturas, (b) Una apertura (Slit-Dam). ....  | 50 |
| Fotografía 9. Utilización de una Biomanta para estabilizar un talud con problemas de erosión. a) Sin la utilización de Biomanta, b) después de la aplicación de la Biomanta. ....                   | 52 |
| Fotografía 10. Biomantas construidas de diferentes materiales.....  | 53 |
| Fotografía 11. Instalación de biomantas. ....   | 53 |
| Fotografía 12. Utilización de biomanta.....   | 54 |
| Fotografía 13. Esparcimiento de tierra sobre una geo manta para ayudar al crecimiento de la vegetación que protegerá al talud. ....   | 54 |
| Fotografía 14. Proceso de estabilización de un talud en tres fases: colocación de la geo manta y esparcimiento de semillas, cubierta de tierra sobre la geo manta y capa vegetal desarrollada. .... | 55 |
| Fotografía 15. Hidrosiembra sobre un talud de gran inclinación.....   | 55 |
| Fotografía 16. Ejemplo de utilización de barreras vivas para estabilizar taludes. ....  | 59 |
| Fotografía 17. a) Afloramiento lutítico y en la parte superior arcilla con material orgánico, b) Arcilla limosa y material orgánico.....  | 95 |
| Fotografía 18. Lutita compacta de color pardo amarillento, subyace al material arcilloso.....   | 96 |

## INDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1. Formato de Encuesta utilizada para Levantamiento de Información. . | 210 |
| Anexo 2. Tablas de los Factores Geológicos-Litológicos.....                 | 214 |
| Anexo 3. Tabla del Factor Geomorfología. ....                               | 219 |
| Anexo 4. Tablas del Factor Pendiente. ....                                  | 221 |
| Anexo 5. Tabla Factor Hidrogeología.....                                    | 221 |
| Anexo 6. Tablas Factor Uso y Ocupación de Suelo. ....                       | 222 |

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El proyecto de investigación denominado: “Escenarios de riesgos por flujos de escombros en la comunidad Cruz Alta de Miguelillo en la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo”, se desarrolló en conjunto con la participación de los líderes locales y quienes forman parte de la comunidad, realizando un diagnóstico de situación actual en base al evento suscitado el 28 de febrero del 2017. Además, del levantamiento censal y cartográfico con muestreo en puntos estratégicos, para obtener la información de primera mano que permita mostrar los resultados y los alcances de los objetivos planteados.

El objetivo general se enmarca a “Determinar los factores de amenazas y las condiciones de vulnerabilidad, mediante escenarios de riesgos por flujos de escombros en la comunidad Cruz Alta de Miguelillo de la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo”, el cual nos permite evaluar el desplazamiento del suelo caracterizado por flujos de escombros y el grado de exposición de las viviendas frente a esta amenaza cuando se presentan una serie de condiciones negativas que dan origen al evento. Además, de estimar posibles pérdidas y afectaciones.

En el presente documento como resultado del primer objetivo específico se analizan las zonas de susceptibilidad y amenaza por flujos de escombros, definiendo los factores o variables de mayor importancia dentro de la dinámica del suelo, incorporando imágenes satelitales y levantamiento con drones para la delimitación de estos espacios.

Como resultado del objetivo número dos alcanzado, el cual se refiere a la evaluación de las vulnerabilidades económicas, físicas y sociales se expone la herramienta propuesta por el PNUD y la Secretaria de Gestión de Riesgo del año 2012 “Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal”. Con su aplicación en el área de estudio mediante parámetros definidos como: muy alto, alto, medio, bajo, sin vulnerabilidad, ampliando el método de calificación tradicional, siendo esta una herramienta muy conveniente ya que permite obtener los niveles de vulnerabilidad de una manera más detallada.

El tercer objetivo de la presente investigación ha sido “Establecer los escenarios de riesgos por flujos de escombros e identificación de alternativas de solución con obras de mitigación”, la cual incluye varias técnicas de intervención estructurales y no estructurales que actúen en compatibilidad con las áreas definidas de mayor amenaza y exposición a este fenómeno.

Cabe recalcar que es el primer trabajo de análisis investigativo en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, sobre la determinación de los diferentes factores que inciden para la creación de escenarios de riesgos por flujos de escombros. Su importancia genera méritos académicos, científicos e institucionales de manera técnica al producir nuevos conocimientos sobre los riesgos por amenaza de flujos de escombros los cuales pueden traducirse en potenciales desastres cuando no existe una gestión integral en base a ellos.

## INTRODUCCIÓN

La población del sector Cruz Alta de Miguelillo de la parroquia Abdón Calderón del cantón Portoviejo en la provincia de Manabí, se asentó por los años 1889-1890 aproximadamente, en ese entonces existían casas dispersas de características típicas (madera y caña), construidas con materiales endémicos de la zona. A medida, que fueron pasando los años, debido al desconocimiento de riesgo latente en varios puntos críticos como; la cercanía a los esteros, zonas susceptibles a deslizamientos y cauces de quebradas, fueron aumentando sus condiciones de vulnerabilidad frente a las amenazas que en ese entonces aún no se presentaban o eran poco evidentes, por el bajo grado de intervención e impacto a la naturaleza.

En base a este contexto se tiene que el aumento de las escorrentías superficiales y deslizamientos tienen relación directa con actividades como: Deforestación, usos de suelo, presión ganadera hacia las zonas altas, obstrucción de los cauces fluviales naturales. La comunidad Cruz Alta de Miguelillo ha sufrido paulatinamente deslizamientos, principalmente los que se caracterizan como flujos de escombros, en años anteriores por la evidencias observadas en el tetanismo y la litología existente sobre las zonas altas de las colinas, no se evidenciaban grandes movimientos en masa hacia la parte baja (pie de monte), esto da muestra que anteriormente los deslizamiento no fueron de gran magnitud como el acontecido en la fecha del 28 de febrero de 2017.

Este evento se representa con un período de retorno que bordea los 25 años, golpeando de manera considerable en las fuertes temporadas invernales. A través, del aporte de escorrentías superficiales en las quebradas Sacón y Seca, produciendo crecidas repentinas con el paso de gran cantidad de agua en periodos de tiempo muy cortos a grandes velocidades, dando como resultado flujos que transportan sedimentos (tierra, vegetación, escombros, etc.), los cuales tienen grandes efectos devastadores, que dejaron un saldo estimado de 64 familias afectadas quienes no han retornado a sus viviendas o se encuentran en acogimiento familiar, debido a la falta de intervención con obras de mitigación o acciones preventivas. Esto se convierte en el escenario propicio para el incremento del riesgo, tanto en su complejidad como la probabilidad de ocurrencia.

# CAPITULO 1

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Comunidad de Cruz Alta de Miguelillo se encuentra ubicado en la zona Noreste del Cantón Portoviejo de la Parroquia Rural de Abdón Calderón, con las siguientes coordenadas **UTM X: 581036; Y: 9889446**. Este punto centroide fue tomado como referencia dentro del sector donde se encuentra generalizada una composición geológica de areniscas tobaceas sobre sus zonas altas y lutitas limolitas en las zonas bajas. Además, de material sedimentario transportado a través de las depresiones del terreno que conforman las quebradas, cuenta con una clasificación geomorfológica comprendida entre colinas altas, vertientes regulares y terraza alta, las mismas que definen una orografía variada.

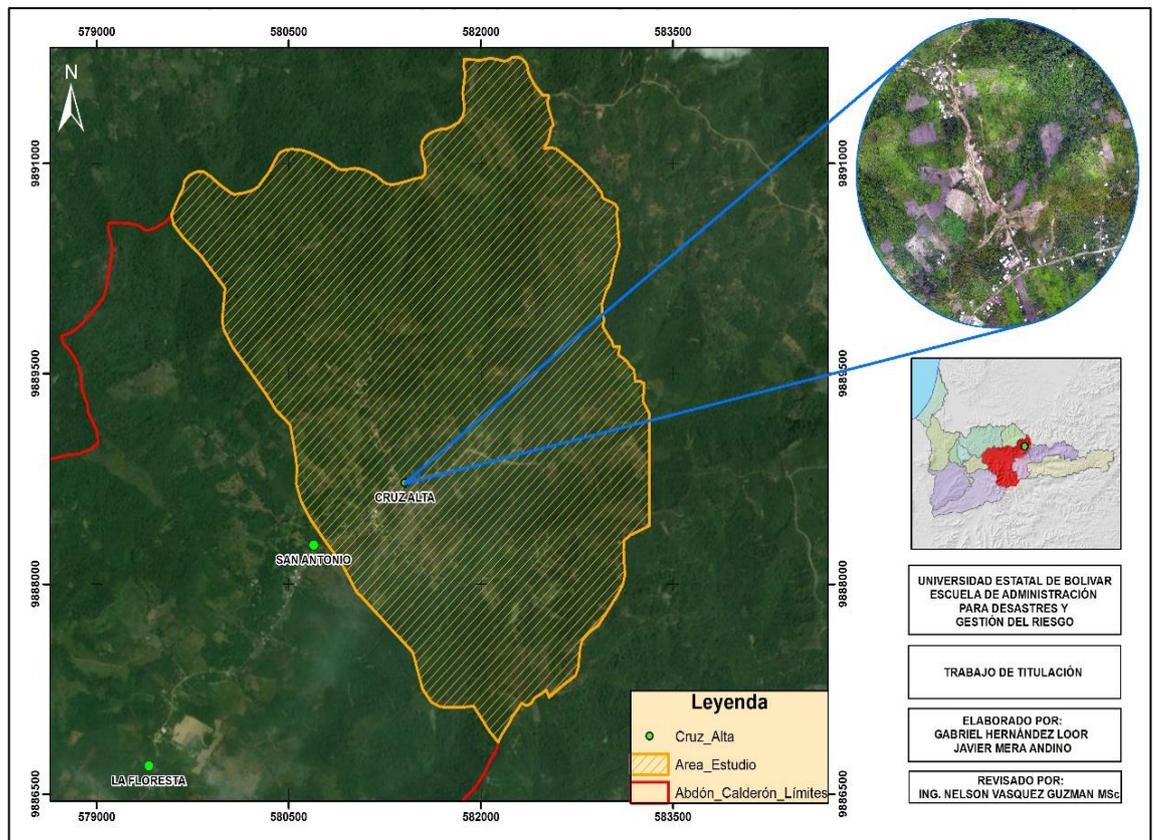
Las localizaciones de la población se encuentran dispersas en diferentes puntos de este sector rural, lo que implica ventajas y a su vez restricciones, desde un punto de vista prospectivo según las condiciones del territorio podemos apreciar las multi-amenazas de origen natural y antrópico.

Ante la presencia de las fuertes precipitaciones registradas durante los meses de febrero y marzo del 2017, se pudo constatar que los efectos de origen natural se traducen en una serie de incidentes, palpando de manera inmediata y real una problemática con las quebradas en la comunidad Cruz alta de Miguelillo, las cuales encauzan sedimentos y a su vez flujos de escombros, este evento se ha mantenido latente durante varias épocas lluviosas en las colinas del cantón Portoviejo, especialmente en las zonas rurales.

En el sector denominado Miguelillo ascendiendo a la parte alta se evidencia una cota de 280 msnm por las quebradas Seca y Sacón, se puede observar características topográficas muy inclinadas con deslizamientos en sentido N-S y entre 60° y 70° de inclinación, en estas diferentes zonas de deslizamiento se puede evidenciar que llegan al nivel de la quebrada y tienen longitudes de deslizamiento entre 70 y 100 m, presentando alta susceptibilidad de desprendimiento hacia los bordes internos de las quebradas.

Debido al evento por flujos de escombros que ocurrió el 28 de febrero del 2017 las instituciones públicas y ONG's, que trabajan continuamente para el bienestar de la sociedad en el mejoramiento de la calidad de vida de los Manabitas, han tomado acciones para disminuir los niveles de riesgos del sector tales como reasentamientos en lugares seguros, fortalecimiento de capacidades en prevención de riesgos y la creación de un sistema de alerta comunitaria.

**Mapa 1.** Delimitación del área de estudio, esta comprende una extensión territorial de 10,46km<sup>2</sup>.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo, 2018.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué factores inciden en la amenaza por flujos de escombros y cuáles son los niveles de vulnerabilidad económica, física y social, existentes en la comunidad Cruz Alta de Miguelillo de la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar los factores de amenazas y las condiciones de vulnerabilidad, mediante escenarios de riesgos por flujos de escombros en la comunidad Cruz Alta de Miguelillo de la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- 1) Analizar las zonas de susceptibilidad y amenaza por flujos de escombros dentro del área de estudio.
- 2) Evaluar las vulnerabilidades económicas, físicas y sociales en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo.
- 3) Establecer los escenarios de riesgos por flujos de escombros e identificación de alternativas de solución con obras de mitigación.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El cantón Portoviejo según su orografía presenta terrenos ondulados con profusión de colinas, por lo cual las quebradas se muestran de diferentes características en cuanto a su geometría, ante lo expuesto es imperativo proceder con la intervención para la reducción de riesgos con obras de mitigación y así evitar posibles desastres y afectaciones, posteriormente se debe realizar una valoración geomorfológica, cobertura, uso de suelo y pendientes, todo esto para zonificar y realizar un análisis macro dentro de la comunidad Cruz Alta de Miguelillo y así posteriormente evitar los asentamientos irregulares, en los cauces o riberas de las quebradas y zonas declaradas de alto riesgo.

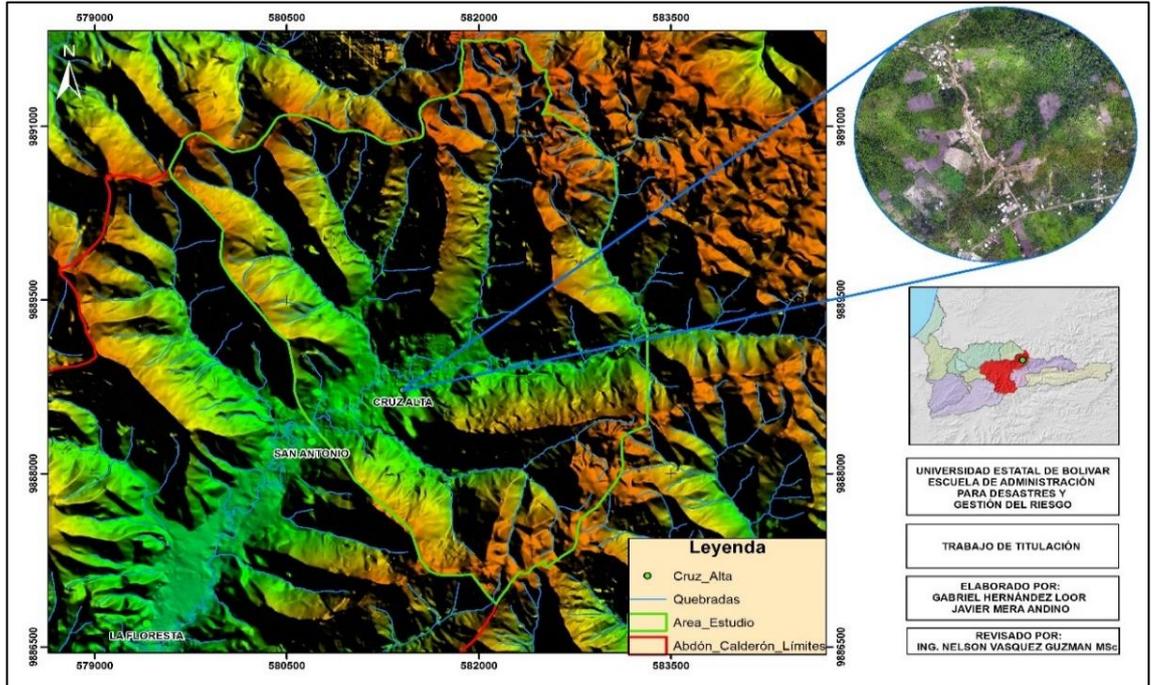
Es preciso realizar un análisis probabilístico del evento recurrente y estudiar la posibilidad de incremento de vulnerabilidad de la zona debido al debilitamiento del terreno causado por obras de ingeniería civil que se realicen en la cima o en la base de la montaña (como, por ejemplo, construcción de carreteras, obras de drenaje, etc.) y como consecuencia de los cambios de régimen hídrico. Podría aumentarse así mismo el peligro de corrimiento de tierras cuando se tengan estructuras u objetos pesados de carácter provisional o permanente en las laderas que presentan riesgo potencial.

El área objeto de estudio es la comunidad Cruz Alta de Miguelillo de la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo perteneciente a la Provincia Manabí, presenta diferentes características geomorfológicas en donde encontramos varias quebradas denominadas: Seca, Sacón y otras de menor morfometría; es un área netamente agrícola y pecuaria que ha sufrido deslizamientos, desprendimientos de tierra y flujos de escombros en años anteriores, por las evidencias observadas en la litología existente en las zonas altas de las colinas. Dentro de esta comunidad se puede observar diferentes tipologías de viviendas (hormigón, madera, caña y mixtas), que fueron afectadas por las escorrentías de aguas superficiales y flujos de escombros.

La ejecución de este proyecto busca generar conocimiento en base a escenarios de riesgos por amenazas de flujos de escombros que permitan realizar un manejo y gestión integral del riesgo. Además, de dar los insumos necesarios a los actores

políticos que se encargan de gobernar, para que consideren las medidas de mitigación más compatibles en función de la amenaza analizada resultando beneficioso para la comunidad, evitando así también daños inesperados.

**Mapa 2. Modelo Digital de Terreno.**



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo, 2018.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **1.5. ALCANCE**

En este contexto el orden de las ideas o de la caracterización de las amenazas y vulnerabilidades existentes por flujos de escombros, definidas para los Gobiernos Autónomos Descentralizados de la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo. Además, la identificación de los recursos existentes. Este trabajo busca presentar los insumos necesarios para contribuir con la planificación, ordenamiento territorial y la toma de decisiones acertadas por parte de las autoridades.

-Identificación de las zonas con susceptibilidad y amenaza alta a fenómenos de flujos de escombros lo cual comprende el área de estudio definida en los mapas.

-La caracterización de las vulnerabilidades tanto económicas, físicas y sociales que nos permitan evaluar el estado actual de la comunidad.

-La generación de escenarios de riesgos por flujos de escombros que sirvan como punto de partida para la gestión del riesgo, considerando las obras de mitigación más viables.

## **1.6. LIMITACIONES**

Debido a la carencia de información por parte de los gobiernos de turno y la falta de una cultura en gestión de riesgos en los habitantes de la comunidad Cruz Alta de Miguelillo, sobre las condiciones actuales de vulnerabilidad, física, económica y social. Además, del grado de exposición a la amenaza por flujos de escombros, manifiestan debilidades dentro de la comunidad Esta información se pudo verificar por medio del levantamiento de información en base a la encuesta planteada.

- Falta de estudios hidráulicos e hidrológicos, de las microcuencas dentro del territorio que comprende la comunidad, por parte de las autoridades competentes.
- Condiciones climatológicas desfavorables y el difícil acceso a las viviendas.
- Escasa disponibilidad de los líderes comunitarios, impidiendo la celeridad para los procesos de levantamiento y sistematización de la información.
- Insuficiente señales de tele-comunicación para equipos de teléfono celulares o convencionales.

- Escasas líneas de transporte para ingresar a la comunidad.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. MARCO TERRITORIAL**

##### **2.1.1. Contextualización del área de estudio de caso**

##### **2.1.1.1. Generalidades del Cantón Portoviejo, Parroquia Abdón Calderón Comunidad Cruz Alta de Miguelillo**

###### **a) Límites del Cantón Portoviejo**

El Cantón Portoviejo Limita geográficamente al Norte con los cantones Rocafuerte, Sucre, Junín, Calceta, al Sur con la Parroquia Honorato Vásquez y Ayacucho así como la jurisdicción de la cabecera cantonal Santa Ana, todas constituyen del Cantón de igual nombre, al Oeste por la jurisdicción de la cabecera cantonal Jipijapa, del Cantón de igual nombre; por la Parroquia La Pila del Cantón Montecristi; y la jurisdicción de las cabeceras Cantonales Montecristi, Jaramijó al Este por la Parroquia San Sebastián constitutiva del Cantón Pichincha. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Portoviejo, 2011, p.07).

Cuenta con 280.029 habitantes teniendo como resultado un 6.7% de alfabetismo. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010, pág. 07).

En el Cantón Portoviejo según su distribución política existen dos tipos de Parroquias las cuales detallaremos a continuación:

**Tabla 1.** Identificación de las Parroquias Rurales y Urbanas del Cantón Portoviejo.

| <b>PARROQUIAS URBANAS</b> | <b>PARROQUIAS RURALES</b> |
|---------------------------|---------------------------|
| 12 de marzo               | Calderón                  |
| Andrés de Vera            | Alajuela                  |
| Colón                     | Chirijos                  |
| Picoazá                   | Crucita                   |
| Portoviejo                | Pueblo Nuevo              |
| San Pablo                 | Riochico                  |
| Francisco Pacheco         | San Placido               |
| Simón Bolívar             |                           |
| 18 de Octubre             |                           |

*Fuente:* GADM del Cantón de Portoviejo, 2018.

La actividad económica de los portovejenses principalmente se basa en el turismo, comercio, actividades constructivas, artesanías etc. Además, de tener zonas de alto riesgo y áreas de bosque protegidas donde no se permite ningún tipo de intervención, porque existe un control permanente por parte de las autoridades de turno.



## **b) Parroquia Rural Abdón Calderón**

La Parroquia Abdón Calderón limita al norte con la Parroquia Pueblo Nuevo y Riochico del Cantón Portoviejo, al Sur la Parroquia Ayacucho del Cantón Santa Ana, al Este la Parroquia Alajuela y Chirijos del Cantón Portoviejo, al Oeste zona urbana del Cantón Portoviejo, sus coordenadas geográficas UTM X: 572960,24 Y: 9886209,99 como punto de referencia central. Cuenta con una población estimada de 15.388 de habitantes, la cual hasta el momento es la más poblada del Cantón, según las proyecciones demográficas para el año 2019, será de 16.145 habitantes aproximadamente, es importante resaltar las actividades gastronómicas tradicionales que se realizan en la Parroquia para la reactivación económica de sus habitantes. Además, de estar asentada en la llanura de inundación colindante al río chico, presenta suelos limo-arcilloso a limo-arenoso con áreas planas poco onduladas, con altos niveles freáticos y con un clima tropical con temperaturas promedio de 25°C y sus máximas hasta el momento de 36°C. (Plan de Contingencia de Inundación de la Parroquia Calderón, 2014, p.06).

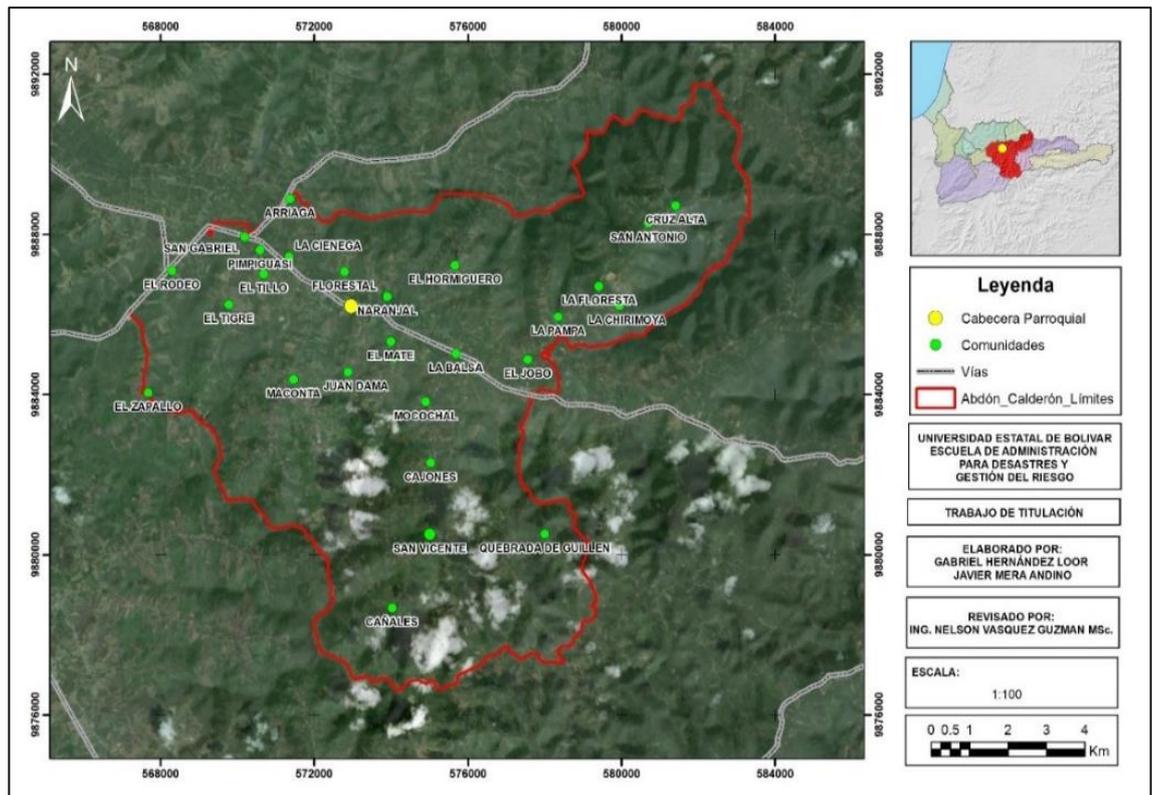
El 03 de junio de 1909 el ilustre Consejo Cantonal dio lectura al acuerdo Presidencial N° 481 mediante el cual era aprobada la Ordenanza dada el 11 de Diciembre de 1907, la misma que elevaba la Parroquia Civil a lo que se llamó Parroquia eclesiástica de San Francisco de Asís, a esta nueva parroquia se le dio el nombre de Abdón Calderón, la cual en la actualidad tiene una extensión de 136 Km<sup>2</sup> con 27 comunidades, 26 sitios y 7 sectores dentro de la cabecera parroquial, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 2.** Identificación de las comunidades de la Parroquia Abdón Calderón.

|             |                     |             |
|-------------|---------------------|-------------|
| Florestal   | El Zapallo          | San Vicente |
| Pimpiguasi  | El Tigre            | Cajones     |
| El Tillo    | La balsa            | Maconta     |
| La Ciénega  | Potreriillo         | Arriaga     |
| La Floresta | El Hormiguero       | La Pampa    |
| Juan dama   | Quebrada de guillen | San Gabriel |
| Naranjal    | Cruz Alta           | El Rodeo    |
| Chirimoya   | El Jobo             | Cañales     |
| El Mate     | San Antonio         | Mocochal    |

*Fuente:* Plan de Contingencia de Inundación de la Parroquia Abdón Calderón, 2014.

**Mapa 4.** Comunidades de la Parroquia Abdón Calderón.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo, 2018.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 3.** Identificación de los sectores rurales de la Parroquia Abdón Calderón.

|                       |                   |                        |
|-----------------------|-------------------|------------------------|
| Las Pampas            | La Tranca         | El Tillal              |
| Mocochal              | San Antonio       | La Cera                |
| La Brisa              | Quebrada del Jobo | Cañales                |
| Sacón                 | La Floresta       | Tablada el Plomo       |
| Cruz Alta             | Quebrada del Agua | Quebrada Seca          |
| La Paja               | Siobambe          | Quebrada los Alvarados |
| Quebrada los García   | El Cóndor         | La Cruz                |
| El Pechichal          | Pata de Pájaro    | El Paraíso de Bijahual |
| El Paraíso de Maconta | Las Brisas        |                        |

*Fuente:* PDOT del GAD Parroquial de Abdón Calderón, 2015-2019.

**Tabla 4.** Identificación de los sectores urbanos de la Parroquia Abdón Calderón.

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| Ciudadela de Santa Clara | Barrio Kennedy    |
| Barrio de Nazaret        | Barrio Amor y Paz |
| Barrio Mercedario        | Barrio Luz y Vida |
| Barrio Portal de Belén   |                   |

*Fuente:* PDOT del GAD Parroquial de Abdón Calderón, 2015-2019.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Riesgo

Se puede definir el riesgo como la “probabilidad de ocurrencia de un peligro latente, que provoca pérdida de vidas humanas, pérdidas económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado”.

*Es fundamental construir un escenario de riesgo*, a través del cual se analicen las amenazas y las vulnerabilidades presentes en cada territorio, así como las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales que pueden ocurrir en un espacio y en un tiempo determinado. Solo así podemos, entre otras cosas, justificar y determinar las medidas de reducción de riesgos que son necesarias en cada lugar mediante estrategias acordadas entre los distintos actores involucrados como son las autoridades, los grupos científico-técnico y la comunidad organizada.

Ecuador es un país expuesto a múltiples amenazas: erupciones volcánicas, inundaciones, sismos, deslizamientos, tsunamis, sequias, etc. A su vez, debido a factores políticos, sociales, económicos, culturales y ambientales entre otros, la susceptibilidad (vulnerabilidad) del territorio a ser afectado es muy grande; por lo que podemos decir que el Ecuador tiene un alto riesgo frente a estos fenómenos naturales. (Glosario de términos de la Secretaría de Gestión de Riesgos, 2012).

El riesgo puede calcularse mediante esta fórmula:

$$R = A \times V$$

- Riesgo
- Amenaza
- Vulnerabilidad

### **2.2.2. Escenarios de riesgo**

El riesgo de desastre como resultado de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico, no sólo depende de la posibilidad que se presenten los fenómenos naturales intensos, sino también de las condiciones de vulnerabilidad y la capacidad que tenga la población afectada para responder ante un evento adverso por flujos de escombros.

Escenario de riesgo son situaciones donde se analizan las amenazas y las vulnerabilidades presentes en cada territorio, así como las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales que pueden ocurrir en un espacio y tiempo determinado. Solo así podemos, entre otras cosas justificar y determinar las medidas de reducción de riesgos que son necesarias en cada lugar mediante estrategias acordadas entre los distintos actores involucrados como son las autoridades, los grupos científico-técnicos y la comunidad organizada. (Glosario de términos de la Secretaría de Gestión de Riesgos, 2012, p.07).

### **2.2.3. Prevención y la Mitigación**

Se puede definir la Prevención como: “El conjunto de medidas y acciones implementadas con anticipación para evitar que se presenten y generen nuevos riesgos”. Ejemplos de este concepto pueden ser la planificación y ordenamiento territorial, la cultura del respeto ambiental o las leyes de uso del suelo. (Glosario de términos de la Secretaría de Gestión de Riesgos, 2012, p.07).

La inversión realizada en acciones de prevención se justifica en gran medida por la afectación y potencial de pérdidas que se puede tener en la inversión de bienes y servicios realizados. En países como Ecuador, cuyo territorio se ve constantemente amenazado por diferentes eventos, es aún mayor la necesidad de que desde el Gobierno, a todos los niveles, se incorporen medidas preventivas en los procesos de planificación a mediano y largo plazo. Deben ser incorporadas en los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial, etc.

Por otro lado, se puede definir la mitigación como: “Aquellas medidas o acciones de intervención implementadas sobre la amenaza para reducir el riesgo existente y así disminuir los daños y el impacto potencial” (Manual del Comité de Gestión de Riesgos, 2012, p.17). Ejemplos de ello pueden ser las alternativas de soluciones estructurales y no estructurales, además de capacitaciones comunitarias periódicas para fortalecer las capacidades y minimizar los riesgos existentes o el reforzamiento de edificaciones vulnerables.

En muchas ocasiones, los costos de las medidas preventivas son elevados ya que es muy complicado intentar evitar totalmente el riesgo; por ello las acciones de mitigación pueden ser más eficientes, es muy importante para definir todas estas disposiciones identificar y analizar los riesgos existentes en cada territorio.

#### **2.2.4. Procesos Gravitacionales y Desarrollo de las Formas del Terreno**

Los deslizamientos de tierra son ejemplos espectaculares de acontecimientos geológicos fundamentales denominados procesos gravitacionales. Por procesos gravitacionales se entienden los movimientos pendientes abajo de roca, regolito y suelo, bajo la influencia directa de la gravedad. (Ciencias de la tierra capítulo 15, p. 426).

#### **2.2.5. Procesos Gravitacionales: la Fuerza de la gravedad**

La superficie de la tierra nunca es perfectamente plana, sino que consiste en laderas de muchas variedades deferentes. Algunas son empinadas y escarpadas; otras son moderadas o suaves. Algunas son largas y graduales; otras cortas y abruptas. Las laderas pueden estar cubiertas de un manto de suelo y vegetación o consistir en roca estéril y escombros. En conjunto, las laderas son los elementos más comunes de nuestro paisaje físico. Algunas laderas pueden parecer estables e invariables, pero la fuerza de la gravedad hace que los materiales se desplacen pendiente abajo. En un extremo, el movimiento puede ser gradual y prácticamente imperceptible. En el otro, puede consistir en un flujo ruidoso de derrubios o un estruendoso deslizamiento de rocas. Los deslizamientos de tierras son un peligro convencional en todo el mundo. (Ciencias de la tierra capítulo 15, p. 426).

## **2.2.6. Deslizamientos**

Términos generales como “movimientos en masa”, “movimientos de ladera” o “deslizamientos”, en el sentido amplio de la palabra, abarcan una gama de movimientos, que van desde los extremadamente lentos, como son los denominados reptaciones cuyas velocidades son del orden de centímetros por año, hasta movimientos muy rápidos, con velocidades que pueden alcanzar 60 km/h, como ocurre en los flujos de derrubios, coladas de barro, flujos de escombros, flujos deslizantes y avalanchas granulares. (Pérez M., 2007).

### **2.2.6.1. Definición y Terminología**

Utilizado en su significado amplio, el término “deslizamientos” (landslides) remonta a 1838, y probablemente el primer intento de clasificación ha sido realizado por J. D. Dana en 1862 (Cruden, 2003). Sin embargo, a pesar de que los deslizamientos han sido objeto de estudios e investigaciones durante más de un siglo, sigue habiendo ambigüedad en la terminología, definiciones y clasificaciones con ellos relacionadas.

En términos geológicos estrictos, estos movimientos constituyen una parte del proceso de denudación, que a su vez forma parte del ciclo de relieve (Denudación, sedimentación, petrogenesis y exposición). La literatura especializada se refiere a ellos utilizando términos como: rotura de ladera (Slope failure “Ward, 1945”); deslizamientos (Landslides, “Varnes, 1958”); pérdida de masa (Mass wasting “Yatsu, 1966”); movimientos en masa (mass movement “Hutchinson, 1968”); movimientos de ladera (slope movements “Varnes, 1978”) y procesos gravitacionales (Pedraza et al., 1996). En el recuadro 1, se dan las definiciones correspondientes a estos términos.

**Recuadro1:**

**Denudación (*denudation*):** es un término antiguo que se refiere al desgaste de la masa de terreno a través del tiempo geológico. Engloba tanto la erosión como la meteorización.

**Movimiento en masa (*Mass movement*):** son movimientos gravitacionales ladera abajo de suelo o roca sin la intervención de la escorrentía como agente de transporte.

**Pérdida de masa (*Mass wasting*):** suele aparecer como un sinónimo del movimiento en masa. Sin embargo, se trata de un concepto geomorfológico, a menudo utilizado en combinación con el ciclo de erosión. Se emplea para referirse a la reducción de masa de los interfluvios y diferenciar dicha pérdida de masa de la erosión fluvial. En definitiva, incluye la acción de todos los procesos erosivos no-lineales actuando en las vertientes entre dos talwegs.

**Inestabilidad de Vertiente o de ladera (*Slope Instability*):** se refiere a la predisposición de las laderas a experimentar movimientos en masa. Se puede determinar por el análisis de equilibrio de la ladera o por el análisis del registro histórico de su evolución.

**Deslizamientos (*Landslide*):** se trata del término más universal y más difundido como término que engloba la mayor parte de los movimientos en masa. Se ha utilizado, en general, para designar una categoría de movimiento en masa que excluye las reptaciones (*creep*) y las subsidencias. Según, Skempton y Hutchinson (1969) “el término genérico *landslide*, abarca los movimientos ladera abajo, de masas de rocas y/o suelos, resultantes de la rotura en los límites de la masa en movimiento”. No obstante, este término puede incluir muchos movimientos donde casi todos los desplazamientos ocurren más bien por flujo que por deslizamiento propiamente dicho.

**Movimientos de ladera (*Slope Movements*):** éste término ha sido utilizado por Varnes (1978) para denominar a los movimientos en masa en las vertientes considerándole aparentemente genérico y neutral.

**Rotura de ladera (*Slope failure*).** Es otro término genérico muy utilizado. Está libre de connotaciones sobre el mecanismo de rotura, y más preciso para los movimientos de ladera en taludes artificiales (Terzaghi, 1950). Sin embargo, se utiliza más bien para referirse al proceso de rotura del material, que a un rasgo particular del terreno.

**Procesos gravitacionales** (Pedraza et al., 1996): desplazamiento de materiales en las vertientes, sin intervenir ningún soporte activo o medio para movilizarlos, es decir, impulsados por su propio peso; corresponde, por tanto, a una “autotraslación” bajo la acción directa de la gravedad que, en estas circunstancias, deberá considerarse un agente específico más.

Cada uno de los términos arriba mencionados presenta alguna limitación terminológica. En este sentido, algunos autores (Crozier, 1973; Varnes, 1978) consideran inadecuado el uso de la denominación “deslizamientos” como término genérico, porque evoca un tipo específico de movimiento que se produce a lo largo de una superficie de rotura bien definida. Por otro lado, Pedraza et al. (1996) considera que las denominaciones movimientos de ladera (procesos de vertiente) y movimientos en masa (procesos o fenómenos en masa), conllevan problemas conceptuales que, lejos

de facilitar la terminología, frecuentemente la complican (véase recuadro 2). Objeciones similares se han formulado para los demás términos.

**Recuadro 2:** (extracto del libro: Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones. Pedraza, et al. 1996).

Mediante la denominación **procesos de vertiente**, pretenden destacar la relación causa-efecto entre determinadas fisonomías (terrenos de cierta inclinación) y algunos fenómenos. La vertiente es una morfología compleja, sometida a la acción conjunta de la dinámica gravitacional, pluvio-fluvial y periglaciaria, fundamentalmente. Dado que todas las acciones periglaciares dependientes de la inclinación del terreno, deben asimilarse a las gravitacionales (caídas, deslizamientos o similar) o de arroyada (escorrentía nival, nivo-pluvial y pluvio-nival), sólo estos dos grupos de procesos tienen clara concomitancia con la “vertiente”. Esta precisión limita al mínimo los procesos inequívocamente asociados a dichas morfologías. Aun así, son tan variados que constituyen un grupo heterogéneo de acciones cuyo único nexo está en la necesidad de una inclinación del terreno para su desarrollo.

Con **procesos o fenómenos en masa**, intentan significar el desplazamiento no selectivo en contraposición al transportarse sobre “medios fluidos”, como agua y viento. Si bien es cierto que los fenómenos de autotraslación en su mayoría tienen un carácter masivo, no siempre es así; concretamente la caída de materiales es frecuente que se produzca individualizada y secuencialmente (no masiva), originando concentraciones de derrubios al pie de los escarpes.

#### 2.2.6.2. Clasificación de los Deslizamientos

La clasificación es una herramienta potente por su capacidad de transmitir ideas. Las clasificaciones establecen conceptos, de ahí proviene su validez y su peligro. El objetivo de una clasificación es ofrecer una terminología no ambigua. Sin embargo, su proliferación en los últimos años en casos ha llevado a un resultado contrario al esperado (Crozier, 1986).

Los movimientos en masa presentan infinidad de modalidades, lo cual dificulta una clasificación unitaria de los mismos. En este contexto, aunque en todos los casos haya unos principios comunes, puede decirse que hay tantas clasificaciones como grupos u objetivos (investigación, aplicación, riesgos, etc.); así puede citarse los de autores como: Sharpe, 1938; Ward, 1945; Campbell, 1951; Varnes, 1958; Beverage & Culbertson, 1964; Yatsu, 1966; Hutchinson, 1968; Skempton & Hutchinson, 1969; Zaruma & Menci, 1969; Crozier, 1973; Varnes, 1978; Hansen, 1984; Bradley & McCutcheon, 1985; Pierson & Costa, 1987; Sheko, 1988; Hutchinson, 1988, etc.

Los criterios más utilizados para llevar a cabo dichas clasificaciones son: a) el mecanismo desencadenante; b) el tipo de material y / o el tipo de movimiento; c)

la composición de los sedimentos ; d) la proporción de la fracción sólida; e) la velocidad; f) la duración; g) la pendiente; h) el comportamiento del material; i) los procesos físicos durante el flujo; j) las características de la cuenca; k) la morfología del material desplazado o la de la superficie del movimiento; l) las propiedades geotécnicas.

En resumen, puede decirse que no existe una universal, todas las clasificaciones disponibles pueden dar lugar a dudas tanto en la terminología como en las características atribuidas a cada tipo de movimiento. Las clasificaciones más aceptadas hoy en día son las de Varnes (1958, 1978) y la de Hutchinson (1968, 1988). Hungr, et al., (2001), intenta correlacionar la terminología utilizada por ambos autores (Tabla 5), haciendo el esfuerzo de dar definiciones más precisas.

**Tabla 5.** Correlación entre clasificaciones de deslizamientos de tipo de flujos.

| VARNES (1987)  | HUTCHINSON (1988)  | HUNGR et al. (2001)   |
|--|--|---|
| Flujos de arena húmeda y de limos ( <i>wet sand, silt flow</i> ) | Flujo deslizante ( <i>flow slide</i> )                         | Flujos deslizantes de arenas y limos ( <i>sand, silt flow slide</i> ) |
| Flujos de tierra ( <i>rapid earth flow</i> )                     | Flujo deslizante (arcilla) ( <i>flow slide "clay"</i> )        | Flujos deslizantes de arcillas ( <i>clay flow slide</i> )             |
| Flujo de loess ( <i>Loess flow</i> )                             | Flujo deslizante (loess) ( <i>flow slide "loess"</i> )         | Flujo deslizante de loess ( <i>loess flow slide</i> )                 |
| Flujo de arena seca ( <i>dry sand flow</i> )                     | -----  | Deslizamiento de arena seca ( <i>dry sand slide</i> )                 |
| Flujo de tierra ( <i>earth flow</i> )                            | Deslizamiento de barro ( <i>mudslide</i> )                     | Flujo de tierra ( <i>earth flow</i> )                                 |
| -----  | Flujo de barro ( <i>mud flow</i> )                             | Flujo de barro ( <i>mud flow</i> )                                    |
| Avalancha de derrubios ( <i>debris avalcnche</i> )               | Flujo de derrubios de laderas ( <i>Hillslope debris flow</i> ) | Avalancha de derrubios ( <i>debris avalcnche</i> )                    |
| Flujo de derrubios ( <i>debris flow</i> )                        | Flujo de derrubios ( <i>debris flow</i> )                      | Flujo de derrubios ( <i>debris flow</i> )                             |
| -----  | Flujos hiperconcentrados (Hyperconcentrated flow)              | Inundación de derrubios (debris flood)                                |
| Avalancha de rocas ( <i>Rock avalcnche</i> )                     | sturzstorm   | Avalancha de rocas ( <i>Rock avalcnche</i> )                          |

**Fuente:** Hungr, 2001.

Sobre la base de los objetivos planteados en cada caso, se debe de trabajar con una clasificación u otra. Así, la propuesta por Hutchinson se puede denominar como una “clasificación geotécnica” adecuada para el análisis de estabilidad, ya que los tipos de movimientos reflejan diferencias geotécnicas relevantes (Crozier, 1986).

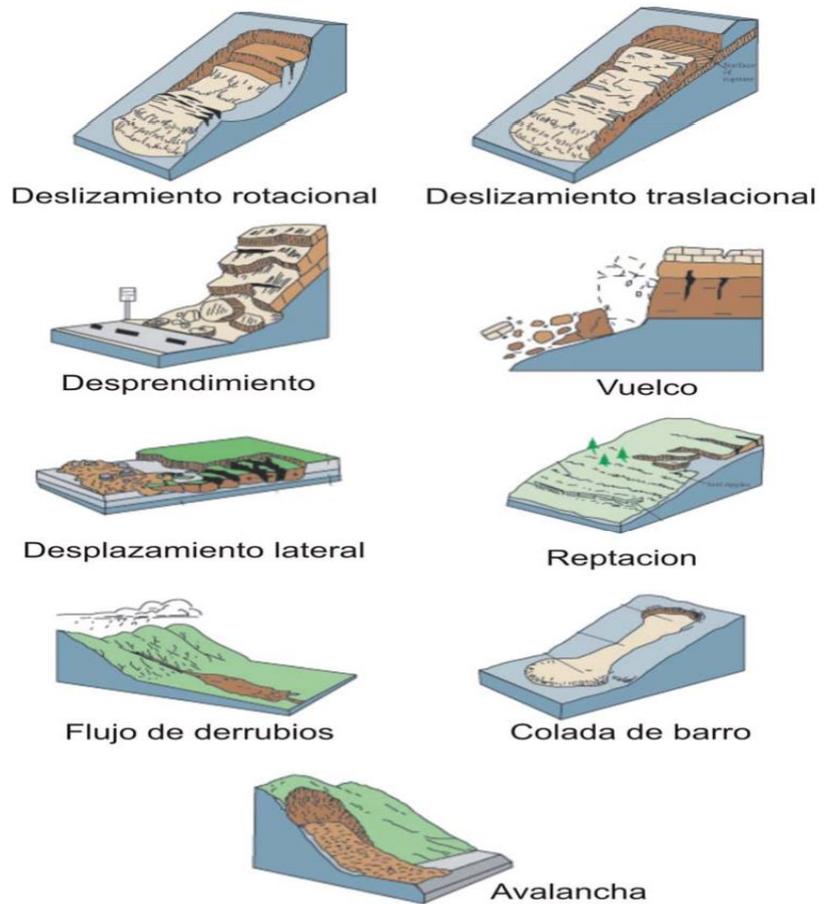
Las clasificaciones generales, por su parte son idóneas para las fases iniciales del análisis, así como en estudios multi-objetivo. En este sentido, destaca la de (Varnes, 1978, Cruden & Varnes, 1996), que ha sido adoptada por las sociedades internacionales de geotecnia “International Geotechnical Societies”. UNESCO working party on World Landslide Inventory” (WP/WLI) (UNESCO, 1993). Esta clasificación, cataloga los movimientos de ladera según el mecanismo y tipo de rotura.

**Tabla 6.** La clasificación abreviada de movimientos de ladera.

| TIPO DE MOVIMIENTO    |                |                 | TIPO DE MATERIAL  |                                      |                                   |
|-----------------------|----------------|-----------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                       |                |                 | ROCA  | SUELO                                |                                   |
|                       |                |                 |   | Grosos predominantes                 | Finos predominantes               |
| DESPRENDIMIENTOS      |                |                 | Desprendimiento de rocas  | Caída de derrubios                   | Caída de tierra                   |
| VUELCOS               |                |                 | Vuelco de rocas   | Desplome de derrubios                | Desplome de tierra                |
| DESIZAMIENTOS         | ROTACIONALES   | Pocas unidades  | Hundimiento de rocas  | Derrumbe de derrubios                | Derrumbe de tierra                |
|                       | TRASLACIONALES |                 | Deslizamiento de bloque rocoso                                  | Deslizamiento de bloque de derrubios | Deslizamiento de bloque de tierra |
|                       |                | Muchas unidades | Deslizamiento rocoso  | Deslizamiento de derrubios           | Deslizamiento de tierra           |
| EXTENSIONES LATERALES |                |                 | Extensión lateral en rocas                                      | Extensión lateral en derrubios       | Extensión lateral en tierra       |
| FLUJOS                |                |                 | Flujos de roca (reptación profunda)                             | Flujos de derrubios                  | Flujos de tierra                  |
|                       |                |                 |   | (reptación de suelo)                 |                                   |
| COMPLEJOS             |                |                 | Combinación de por lo menos dos tipos principales de movimiento |                                      |                                   |

*Fuente:* Varnes, 1978.

**Gráfico 1.** Tipos principales de movimientos de ladera.



**Fuente:** URL, 2007.

### 2.2.6.3. Flujos

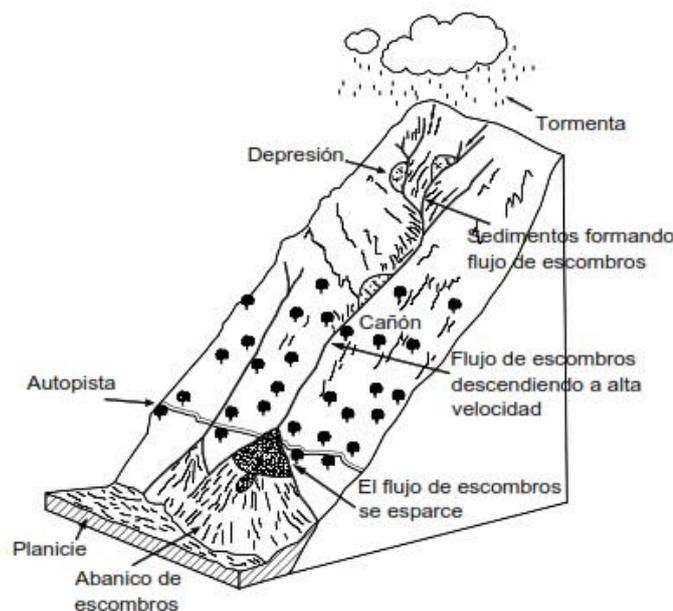
Los flujos son deslizamientos que adquieren grandes velocidades y que se comportan como fluidos viscosos en movimiento. Las masas se comportan como un fluido, pero su comportamiento es diferente al de los fluidos convencionales como el agua. Los deslizamientos tipo flujo (Flujos de rocas y residuos, flujos de residuos y de lodo y flujos hiperconcentrados), son fenómenos muy complejos que involucran grandes volúmenes de roca, residuos y suelo. Estos fenómenos presentan diferentes tipos de movimiento inicial (caídas, deslizamientos traslacionales, etc.) seguidos de un movimiento de flujo de fragmentos de roca o residuos con una movilidad anormal (Hungar, 2001).

El flujo en movimiento es capaz de pasar alrededor de obstáculos importantes o removerlos y destruirlos. Igualmente, el flujo puede ser canalizado o concentrado

por los detalles del relieve. El comportamiento de los flujos es muy variado y con frecuencia, recorre grandes distancias para finalmente sedimentarse cubriendo áreas grandes en un proceso final de sedimentación, el cual es parte del mecanismo de flujo.

Los flujos constituyen uno de los desastres naturales que más vidas han cobrado y la mayoría de los más grandes deslizamientos catastróficos ocurridos en el mundo, corresponden a avalanchas (Schuster, 1996). Entre los países más afectados por catástrofes debidas a flujos, se encuentran las áreas Andinas de Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones de flujos corresponden a estudios de flujos de residuos en áreas no tropicales. Los enfoques de análisis varían desde fórmulas empíricas como la de Cruz y Massad (1997), a modelos matemáticos con base experimental como los de Takahashi (1991).

**Gráfico 2.** Formación de un flujo de escombros en una ladera de alta pendiente.



*Fuente:* Takahashi, 1991.

#### 2.2.6.4. Características Generales de los Flujos

En un flujo ocurren movimientos relativos de las partículas o bloques pequeños dentro de una masa que se mueve o desliza sobre un cauce o canal. La ocurrencia de flujos generalmente está relacionada con la saturación de los materiales subsuperficiales. Algunos suelos absorben agua muy fácilmente y la saturación

conduce a la formación de un flujo. Aunque generalmente, si los flujos son saturados, la saturación no es prerequisite para su ocurrencia y en ocasiones, se presentan flujos de materiales secos.

Los flujos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y aunque la ausencia de vegetación es un factor influyente, no es un prerequisite para que ocurran. Generalmente, los flujos se originan en otros tipos de deslizamiento, los cuales al desintegrarse la masa deslizada, forman el flujo a lo largo de un canal. Algunos flujos pueden resultar. Además, de la alteración de suelos muy sensitivos, tales como sedimentos no consolidados. Por lo general, al disminuirse la pendiente o al ampliarse el ancho del canal, los sedimentos del flujo se depositan formando abanicos.

Los flujos de residuos poseen fuerzas destructoras grandes que dependen de su caudal y velocidad. Un flujo de residuos posee tres unidades morfológicas:

**Fotografía 1.** Origen, que generalmente es un deslizamiento.



**Fuente:** GADM del Cantón Portoviejo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, fecha: 05/03/2017.

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Fotografía 2.** Camino o canal de flujo.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, fecha: 05/03/2017.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Fotografía 3.** Finalmente, una zona de acumulación.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, fecha: 01/03/2017.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### **2.2.6.5. Nomenclatura**

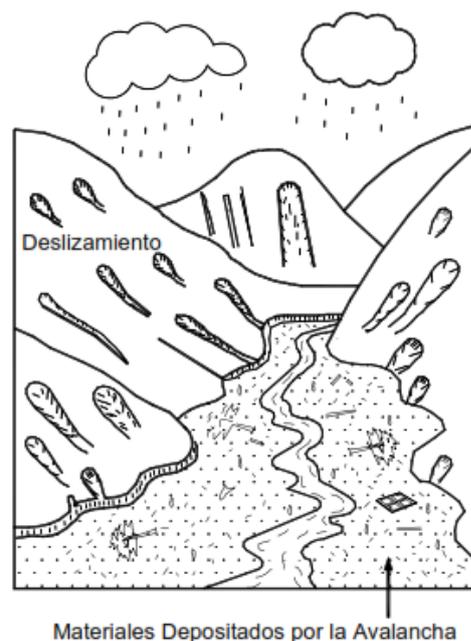
Los flujos extremadamente rápidos se conocen también con el nombre de “avalanchas” y comúnmente son flujos de materiales de suelo o residuos de roca, entremezclados con agua, en los cuales la dinámica del movimiento controla su comportamiento.

A los flujos se les ha identificado con diferentes nombres como: “*Lahares*”, término utilizado en Indonesia para identificar los flujos de lodo provenientes del deshielo de conos volcánicos; “*Huaicos*” nombre de terminología peruana para los flujos rápidos de aguas turbias y turbulentas de corta duración, cargados de sólidos de

diferentes tamaños y tipos de rocas (Colegio de ingenieros del Perú, 1998), “*Riadas*” utilizado en Bolivia para identificar los flujos torrenciales cargados de sedimentos, flujos de tierra, flujos de lodo, flujos de lodo rocoso, flujos de escombros, aluviones, flujos de residuos (“*Debris Flows*”), flujos hiperconcentrados de sedimentos, flujos torrenciales, entre otros.

Es importante diferenciar los flujos de las inundaciones. Los flujos de residuos pueden tener entre 70 a 90% de concentración de sedimentos en peso. Mientras los flujos hiperconcentrados poseen concentraciones entre 5 y 70%, las inundaciones menos del 5% de sedimentos. Igualmente, el depósito de los flujos es en abanicos y diques, mientras las inundaciones se depositan en forma horizontal.

**Gráfico 3.** Esquema de una avalancha de tierra producida por denudación generalizada.



*Fuente:* Suárez J., 2005.

#### 2.2.6.6. Velocidad de los Flujos

Los flujos pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los pueden ser de roca, de residuos y de suelo o tierra. En los flujos rápidos el material desciende formando una especie de “ríos de roca y suelo”. Los flujos pueden alcanzar velocidades de más de 20 metros por segundo 70 Km/hora, en algunos casos. (Suárez J., 2005).

Los flujos rápidos son generados a partir de un gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos o flujos combinados, que involucran masas considerables de suelo o roca, generalmente con un volumen importante de agua de saturación. Estos forman una masa de comportamiento hidráulico complejo que pueden lograr velocidades muy altas con un gran poder destructivo; corresponden generalmente, a fenómenos que afectan áreas relativamente grandes dentro de una cuenca de drenaje.

Los flujos muy lentos o extremadamente lentos, pueden asimilarse en ocasiones, a los fenómenos de reptación y la diferencia consiste en que existe una superficie fácilmente identificable de separación entre el material que se mueve y el subyacente; mientras que, en la reptación, la velocidad del movimiento disminuye al profundizarse el perfil, sin que exista una superficie definida de rotura.

#### **2.2.6.7. Diferencia con las Inundaciones**

Los flujos de suelo o residuos, tienen un comportamiento muy diferente a las inundaciones. Por ejemplo, los flujos de residuos se pueden mover mucho más rápidamente que las inundaciones en los canales de alta pendiente y mucho más lentamente, en los canales de baja pendiente. Igualmente, los flujos de residuos alteran en gran manera las características geométricas de los canales. Sin embargo, el análisis de los flujos de residuos es muy complejo y existe muy poca información instrumentada de su comportamiento real, especialmente porque los flujos de residuos raras veces son observados directamente por los especialistas y la instrumentación generalmente es destruida por el flujo.

#### **2.2.6.8. Tipos de Flujo**

De acuerdo con las características de la mezcla, de la pendiente y forma del canal, se genera un fluido con diferentes características. Se pueden diferenciar los siguientes tipos de flujo:

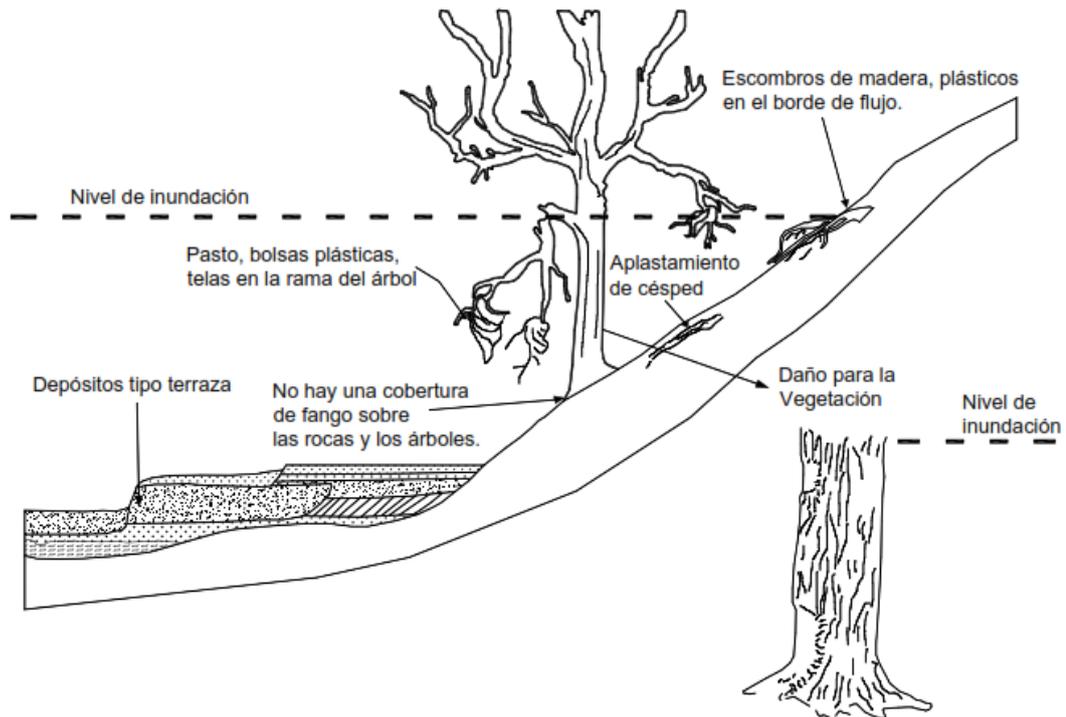
#### **2.2.6.8.1. Flujo de Agua**

Una inundación se define como una descarga de agua extraordinaria con concentración de sedimentos de menos del 5% en volumen. La cantidad de sedimentos en suspensión es insuficiente para afectar sustancialmente la forma como se comporta un flujo de agua. El agua aparentemente puede estar muy contaminada de sedimentos y al mismo tiempo, existe cierto transporte de materiales de gran tamaño, especialmente, en el fondo del cauce (véase gráfico 4).

Los depósitos de inundaciones son generalmente estratificados en láminas o capas muy bien definidas y en ocasiones entrecruzadas. Es común que existan cambios bruscos en el tamaño medio de las partículas de las secciones verticales y los materiales se encuentran muy bien clasificados en cada una de estas secciones. Igualmente, la consistencia de los materiales tiende a ser suelta y friable (fácil de excavar). Por lo general, las superficies de las diversas capas poseen dunas, conformando barras longitudinales, acorazadas con clastos gruesos.

El tamaño de los sedimentos depende principalmente de la pendiente del cauce. Los cauces de alta pendiente transportan y depositan bloques y gravas, mientras que en los cauces de baja pendiente predominan las arenas y los limos.

**Gráfico 4.** Cómo determinar que ocurrió una inundación y no un flujo híper-concentrado.



*Fuente:* Dibujo del USGS, 1987.

#### 2.2.6.8.2. Flujo Hiperconcentrados Granular

Es un flujo que contiene más del 5% de sedimentos en volumen. En este tipo de flujo el comportamiento es controlado por el agua y la diferencia conceptual con relación al comportamiento de un flujo de agua no es sustancial. Grandes volúmenes de arena son transportados en suspensión dinámica y éste transporte depende de la velocidad del flujo y su turbulencia. A mayor turbulencia hay mayor transporte de materiales gruesos. El porcentaje máximo de sedimentos de un flujo hiperconcentrados, depende de las cantidades de limo y arcilla en la mezcla. En los depósitos de los flujos hiperconcentrados hay muy poca clasificación de los materiales y los cambios texturales no son abruptos. Los materiales son más consolidados que los depósitos de inundaciones.

#### 2.2.6.8.3. Flujo de Lodo

En los flujos de lodo predominan los sedimentos de limos y arcillas. Generalmente, los flujos de lodo consisten en altas concentraciones de partículas finas

(limos y arcillas), aunque también transportan grandes bloques o cantos de roca. De hecho el fluido se comporta como un “Slurry” homogéneo con una onda frontal y una serie de pulsaciones.

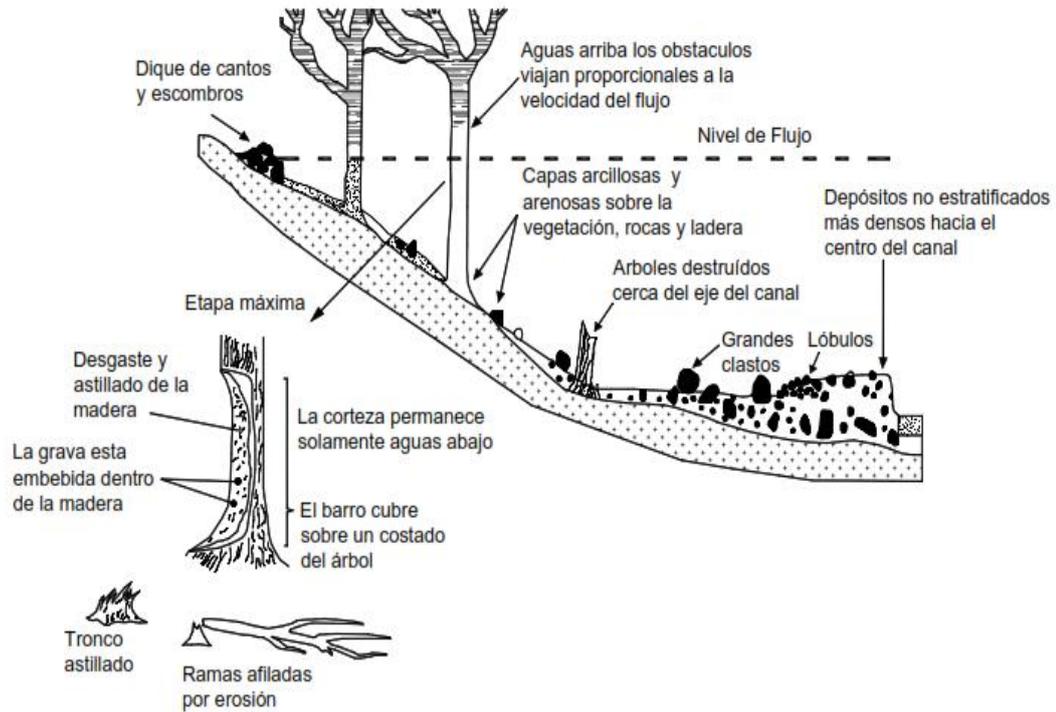
De acuerdo con experimentos de Wan y Chien (1989), un fluido se convierte en un “Slurry” homogéneo a una concentración de partículas finas de solamente 90 kg/m<sup>3</sup>. A medida que la concentración aumenta, la estructura de los sedimentos se flocula rápidamente y la viscosidad aumenta fuertemente, formando una especie de cohesión de la mezcla suelo-agua.

Dentro de las características del deslizamiento ocurrido el 28 de febrero del 2017, claramente se pudo evidenciar un comportamiento fluido momentáneo que generalmente dura varios minutos, se relaciona por sus características de desplazamiento y los daños que este puede causar, este es uno de los fenómenos más destructivos generados por las fuertes precipitaciones arrastrando todo lo que encuentre a su paso y depositándose en las partes bajas y planas del área de estudio.

#### **2.2.6.8.4. Flujo de Escombros**

Al aumentar la concentración de sedimentos, la mezcla agua-materiales se convierte en un “Slurry” (pasta aguada) similar a un concreto húmedo. Este “Slurry” es capaz de sostener en suspensión partículas del tamaño de gravas a bajas velocidades o aún, en condiciones estáticas (véase gráfico 5). Si el cauce es de alta pendiente, el flujo puede alcanzar altas velocidades y transportar grandes bloques en suspensión. Estos flujos de residuos causan generalmente grandes impactos catastróficos. Las gravas pueden ser angulares o subangulares, los materiales no son estratificados y son muy pobremente clasificados. Pueden presentarse situaciones de degradaciones normales o inversas en las cuales los materiales más gruesos se encuentran encima de los materiales finos dentro del manto. La distribución de los cantos o clastos es al azar en las superficies o “clusters”.

**Gráfico 5.** Cómo identificar que ocurrió un flujo de escombros.



*Fuente:* Dibujo del USGS, 1987.

### 2.2.6.9. Erosión

La erosión es el desprendimiento, arrastre (transporte) y deposición del material superficial del suelo por agentes externos como el agua y el viento. En términos generales se divide en: Erosión laminar o superficial, erosión en surcos y erosión en cárcavas.

#### 2.2.6.9.1. Erosión Laminar o Superficial

El proceso de erosión laminar se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos. Al caer las gotas de lluvia levantan las partículas del suelo y las reparten sobre la superficie del terreno.

**Fotografía 4.** Inicio del proceso de erosión laminar, ante una superficie de suelo desnudo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, fecha: 28/02/2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### **2.2.6.9.2. Erosión en Surcos**

Los surcos de erosión se forman por la concentración del flujo de agua en caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad (entre 0,1m y 0,5m), generalmente paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie del terreno y a su paso va lavando y arrastrando las partículas de suelo. Los surcos forman una compleja micro red de drenaje donde un surco al profundizarse va capturando los vecinos, formando surcos de mayor tamaño, los cuales a su vez se profundizan o amplían formando cárcavas. La localización en cuanto a su profundidad y la velocidad de avance del proceso es controlada por los fenómenos de tipo hidráulico y por la resistencia del material a la erosión.

**Fotografía 5.** Pequeños surcos evidenciados, procesos de erosión superficial generados por aguas de escorrentías, fase inicial de formación de cárcavas de erosión.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, fecha: 31/03/2017.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **2.2.6.9.3. Erosión en Cárcavas**

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad (entre 0.6m y 1.5m), que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de la cárcava. Las cárcavas inicialmente tienen una sección en V, pero al encontrar un material más resistente o interceptar el nivel freático se extienden lateralmente, tomando forma en U.

**Fotografía 6.** Procesos de erosión avanzada, cárcavas generadas por agua de escorrentías.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo. Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, fecha: 31/03/2017.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **2.2.7. Susceptibilidad**

La susceptibilidad de un suelo se establece por la propensión o probable ocurrencia de movimiento de masa ante la modificación de un agente externo sea de origen natural o antrópico, sin que se pueda determinar con precisión donde y cuando se materializa el fenómeno, así como tampoco se puede delimitar el área de afectación, ni la cantidad de material desplazado (Suarez Días, 1998).

### **2.2.8. Factores Condicionantes y Desencadenantes para Deslizamientos**

La ocurrencia de un movimiento de masa se encuentra vinculado por factores que “modifican las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno” (Gonzales de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002, pág. 629), estos alteran las peculiaridades y estabilidad de los taludes.

#### **2.2.8.1. Factores Condicionantes**

Se lo conoce con algunos nombres como: intrínseco, pasivo, condiciones originales, etc. Que según el autor lo denomina para establecer una relación con las

propiedades y características propias de los materiales que conforman el suelo dentro del área en movimiento (Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

Ese factor comprende las características naturales que relacionan las propiedades físicas y resistentes de los materiales, directamente con la litología, “las características morfológicas y geométricas de la ladera” (Gonzales de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002, pág. 433).

Como factores condicionantes tenemos los siguientes:

#### **2.2.8.1.1. Factor Geológico-Litológico**

La estructura y textura geológica caracteriza el comportamiento al presentarse un deslizamiento debido a que los materiales del subsuelo conciben múltiples sucesos de transformación a lo largo del tiempo repercutiendo en áreas no delimitadas geológicamente; esta variedad de componentes de suelo presenta propiedades físico mecánicas que inciden en el comportamiento de un deslizamiento (Suarez Días, 1998).

Las propiedades mecánicas de los materiales del terreno se definen por la resistencia al corte, resistencia a la tracción y resistencia a la compresión, mismos que al contacto con el entorno natural, geometría y pendiente originan que sus propiedades se alteren, reduciendo el esfuerzo al corte. El proceso de meteorización produce horizontes estratigráficos con profundidades indefinidas, así como discontinuidades que distinguen o diferencian los suelos, en estas uniones que presentan diversos rasgos conllevan a la formación de superficies de falla o ruptura (Guevara Ortiz, Quaas Weppen, Fernández Villagómez & etc. 2004).

#### **2.2.8.1.2. Factor Morfológico**

El suelo posee atributos en cada uno de sus horizontes estratigráficos, propiedades como composición, forma, estructura del suelo, organización del suelo, distribución radicular, poros, consistencia del suelo, etc. Infieren en el comportamiento de cada capa de manera particular.

Los procesos que interactúan desde la superficie hacia el interior originadas por la meteorización debido a los procesos químicos y físicos propios, confluyendo en la transformación de suelo o roca homogénea en heterogénea, definiendo cada capa del suelo de manera peculiar y con características específicas (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

#### **2.2.8.1.3. Factor Hidrogeológico**

El agua es un elemento que al interactuar con el suelo o roca altera las propiedades físico mecánicas de las partículas de diversas maneras, al encontrarse este elemento dentro del suelo (aguas subterráneas) y desde la parte externa (precipitaciones y aguas superficiales) actúa como un agente desestabilizador; depende mucho del tipo del material que determina la permeabilidad, lo cual permite acumular o trasladar el agua, debido al tamaño de sus partículas o granos, aumentando el grado de infiltración de líquido que se abre paso por efecto de la gravedad, categorizando en cuatro grupos como: acuíferos, acuitardos, acuicudos, y acuífugos (Gonzales de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

Al activarse un deslizamiento influenciado por el aumento de la presión en los poros a consecuencia del agua, el comportamiento de las capas u horizontes alternantes cambian a través de la unión de factores permanentes o propensos del estado geológico original del suelo sólido a fluido viscoso (Suarez Días, 1998).

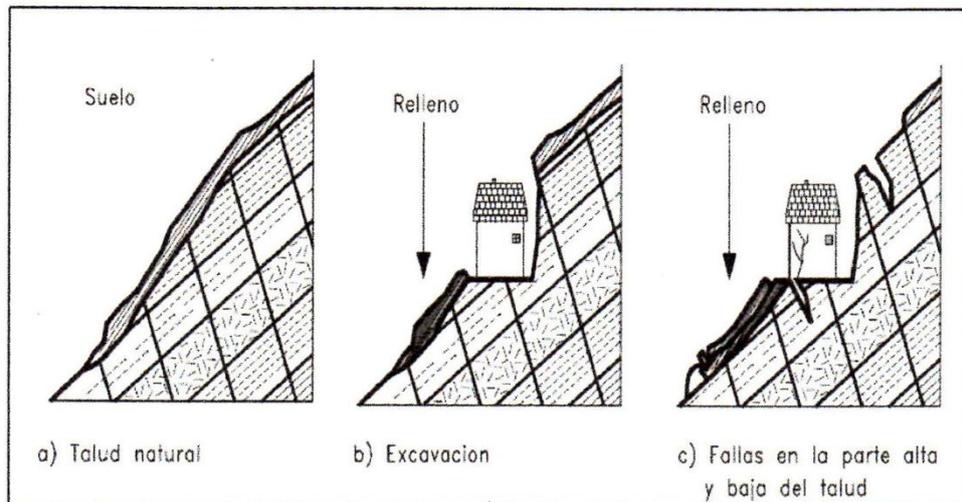
#### **2.2.8.1.4. Pendiente**

Se considera al ángulo en que se encuentra una ladera o talud del terreno, influye directamente en la velocidad del movimiento y volumen de masa desplazada, la masa del suelo presenta esfuerzo al cortante, que varía en función del grado de inclinación, mientras mayor sea este, disminuirá el esfuerzo de corte (Suarez Días, 1998).

### 2.2.8.1.5. Uso y Ocupación del Suelo

Este factor tiene que ver principalmente con las alteraciones o modificaciones que realiza el ser humano directo o indirectamente en su afán de buscar réditos propios, desestabilizando laderas y taludes con acciones que muchas veces no presentan controles adecuados como por ejemplo corte en la base de un talud, rellenos inapropiados aumentando la presión, etc. Además, de modificar el comportamiento de los cauces hídricos naturales como por ejemplo introducción de ductos de agua para alcantarillado, aceleración de la infiltración por el estancamiento de agua debido a depósitos externos que contienen el líquido, etc. (Suarez Días, 1998).

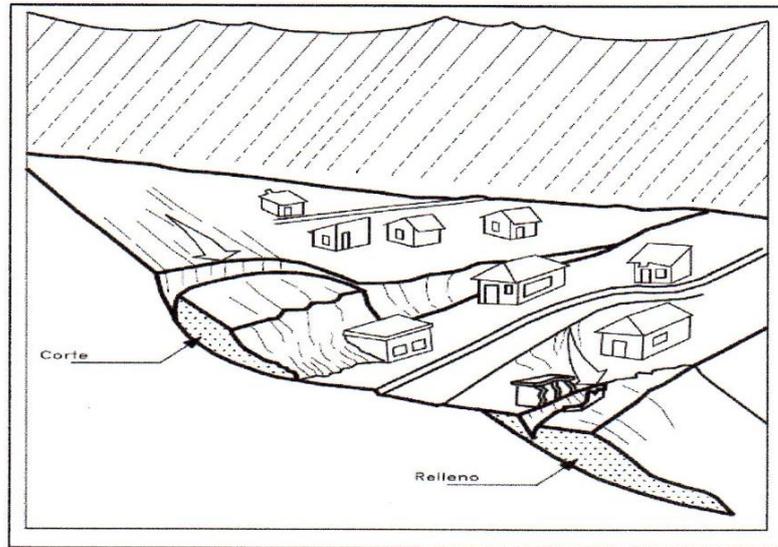
**Gráfico 6.** De Uso y Ocupación de Suelo.



**Fuente:** Suarez Días, 1998.

El cambio de cobertura vegetal para ocupar como área urbana, es otra alteración drástica que modifica la superficie del terreno principalmente al encontrarse en cualquier tipo de pendiente lo que produce concentración de esfuerzos al cortante, con el corte de un talud se deja libre zonas estratigráficas que aumentan su proceso de meteorización por el contacto directo con el ambiente y la humedad, formando cambios en la composición del material que conlleva a la inestabilidad y consecuente ruptura de un deslizamiento (Suarez Días, 1998).

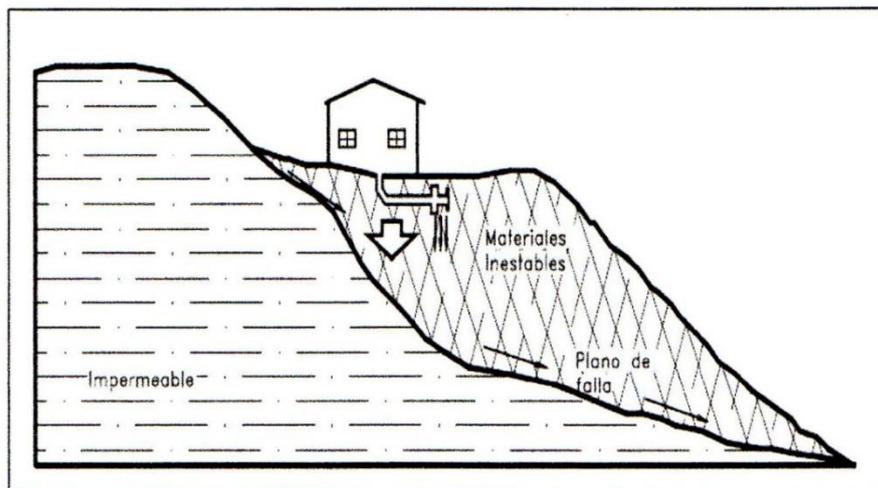
**Gráfico 7.** Deslizamiento y erosión producidos por actividades antrópicas.



**Fuente:** Suarez Días, 1998.

Los cambios en los conductos hídricos naturales alteran el comportamiento del suelo debido al aumento de fuerzas intersticiales producidas por el peso que provoca, las posibles causas son eliminación de cobertura vegetal para ocuparlas con edificaciones, canales introducidos como alcantarillado, redes de agua que pueden experimentar fisuras, causando infiltración al terreno y aumento de nivel freático.

**Gráfico 8.** Alteración de suelo por infiltraciones antrópicas.



**Fuente:** Suarez Días, 1998.

### **2.2.8.2. Factores Desencadenantes**

Las laderas y taludes están expuestas a factores externos que perturban de cierta manera su estabilidad, ocasionando un “aumento en los esfuerzos cortantes del suelo, que actúan en una compleja serie de procesos los cuales, en ocasiones, se traslapan con factores de territorio” (Suarez Días, 1998, pág. 30). Intrusivos, desencadenando un desequilibrio en las fuerzas actuantes del terreno, que pueden ser de origen natural, socio-natural y antrópico.

Dentro de los factores desencadenantes tenemos los siguientes:

#### **2.2.8.2.1. Precipitación**

La precipitación es considerada como la cantidad o volumen de agua que cae sobre una superficie en un período de tiempo, que al contacto con el terreno, genera ciertos procesos que dependen de las características y propiedades de dichos materiales (Suarez Días, 1998).

La ciencia meteorológica y climatológica demuestran que en una zona se presentan períodos de precipitaciones de manera repetitiva formando ciclos equivalente cada cierto tiempo, relacionando la intensidad de la lluvias con el volumen o cantidad de agua (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

Al confluir con la forma geológica, morfología y litología de un área, el agua presente puede determinar la respuesta del terreno ante las características tensionales originados por presiones erosivos tanto internos como externos, así como al aumento del nivel freático de la lluvia presente genera procesos de desestabilización y de susceptibilidad a movimientos de masa (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

#### **2.2.8.2.2. Sismicidad**

Los procesos tectónicos han sido protagonistas en la transformación y activación de fenómenos desestabilizantes en el relieve de un terreno, ya que al liberar

energía, ésta distribuye ondas sísmicas en todas direcciones; mismas que al contacto con el movimiento presentan diferentes comportamientos que dependen de: características intrínsecas del material deformado; la distancia donde se originó el sismo y la magnitud directamente relacionado con la velocidad de onda desplazada (Suarez Días, 1998).

Los movimientos telúricos producidos por un sismo, se los delimita dependiendo de ciertas condiciones que se suscitan en el terreno ligadas interiormente con las propiedades geotécnicas de los suelos, velocidad de onda, módulo de rigidez, resistencia al corte, profundidad del nivel freático que transforman el terreno y presentan fenómenos tales como: licuefacción, deslizamientos, desprendimientos y rupturas en superficie por fallamiento (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

Es trascendente determinar los elementos del suelo o roca que influyen de manera directa en el comportamiento o alteración suscitada con las ondas sísmicas, estudiando y analizando la susceptibilidad del suelo en busca de pautas que ayuden a estabilizar el terreno, los materiales que lo componen al mostrar la distribución de los poros, cementación estructural, sistemas de discontinuidades, la topografía del terreno, nivel freático ya que de esto depende el comportamiento geológico o llamados efectos de sitio (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).

#### **2.2.9. Medidas de Mitigación para Deslizamientos por Flujos de Escombros**

Parte esencial para construir medidas prácticas para la estabilización de taludes y/o laderas, es entender cómo se origina, comporta (fase del movimiento), estudio de las características del suelo o roca, pendiente, agentes externos (interrupción de la trayectoria de los drenajes), etc. (Alva Hurtado, s.f.).

Los estudios e investigaciones para determinar las causas se basan principalmente en la parte geológica, geotécnica y exploración del subsuelo (Alva Hurtado, s.f.), que permiten recalcar obras de estabilización más comunes que a consecuencias de alteraciones naturales o antrópicas se encuentran en zonas con condiciones y características semejantes del área de estudio (Candela González, s.f.).

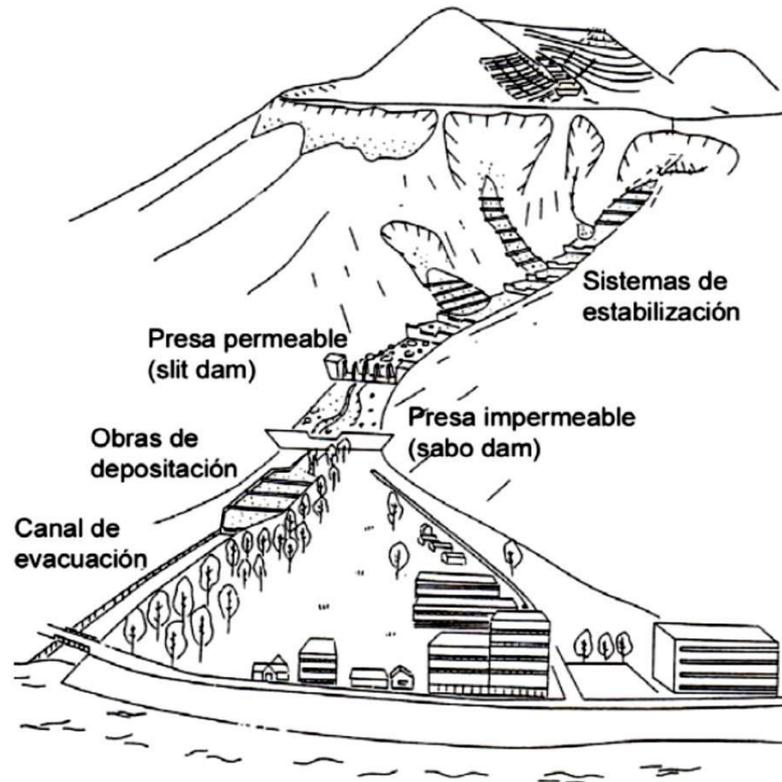
Al establecer un sistema de estabilización que sirve para actuar sobre una masa de terreno inestable, la cual se está deslizando, se pretende actuar sobre los planos o círculos de ruptura, a través de uno o varios sistemas de contención que permita lograr un coeficiente de seguridad aceptable que cumpla el objetivo de reducir o frenar el movimiento (Candela González, s.f.); a continuación, detallaremos algunos de los sistemas que pueden servir en nuestro estudio de caso:

### **2.2.9.1. Estructurales y no Estructurales**

#### **2.2.9.1.1 Medidas de Mitigación Estructurales**

Debido a los desastrosos efectos que han generado los eventos por flujos de escombros, tanto en pérdidas humanas como materiales, se han diseñado diversas obras de mitigación destinadas a disminuir la probabilidad de ocurrencia del evento mencionado, (estabilización de taludes), disminución de la energía del flujo (presas permeables y modificación de pendientes), deposición o contención de los sedimentos transportados (barreras y mallas contenedoras, piscinas decantadoras).

**Gráfico 9.** Ejemplo de combinación de distintas soluciones de protección contra flujos de escombros y Aluviones.



*Fuente:* Seminaria y Turbino 1993.

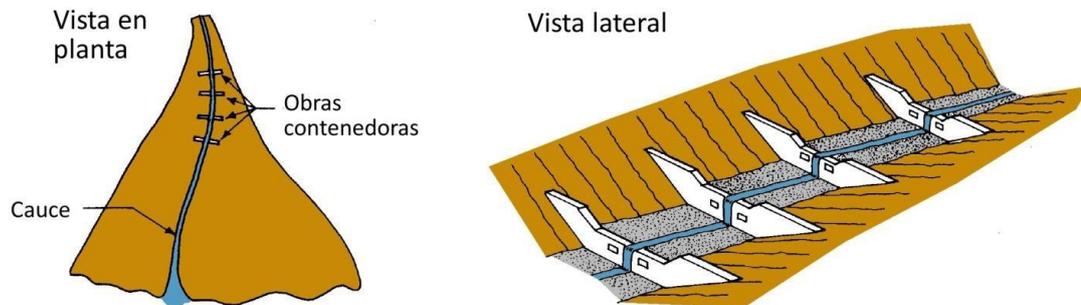
El correcto diseño de estas obras se debe realizar teniendo en consideración la geometría de la quebrada, las condiciones de precipitaciones a las que está expuesta, el material susceptible de ser transportado y la zona de descarga de la quebrada.

#### **2.2.9.1.1.1. Obras que restringen la ocurrencia de flujos**

Estas obras están orientadas a prevenir el movimiento de los depósitos en el lecho, según Okubo *et al.* (1997), esto es fundamental para controlar la generación de flujos de escombros fluviales en las partes altas de las cuencas o zonas propensas a originarlos. Fiebiger (1997), sostiene la necesidad de una estabilización a gran escala en la zona de inicio de flujos, donde el material es susceptible a ser removido. Esto se puede lograr, a través de la vegetación de la ladera y de la construcción de presas contenedoras.

Las presas contenedoras, se construyen en serie con el fin de disminuir la pendiente en forma local, minimizar la erosión en el fondo y laderas del cauce, (Vandine, 1996), como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 10.** Esquema de ubicación y función de presas contenedoras.



*Fuente:* Vandine, 1996.

#### 2.2.9.1.1.2. Obras de Almacenamiento

Las obras de almacenamiento cumplen las siguientes funciones (Okubo *et al.*, 1997):

- a) Capturar el flujo de escombros de manera de reducir el volumen de la descarga de sedimento.
- b) Aumentar el período de tiempo entre el inicio del flujo y su arribo.
- c) Prevenir el movimiento de depósitos en el lecho.
- d) Capturar rocas y troncos en la cabeza del flujo.
- e) Disminuir la concentración de sedimentos en el flujo.
- f) Reducir el máximo de la descarga.

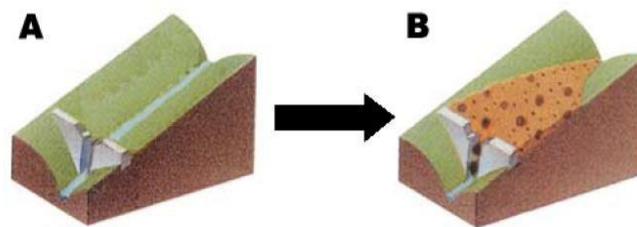
Dentro de esta clasificación se pueden incluir también las estructuras de disipación de energía y sistemas de presas definidos por Fiebiger (1997). Los ejemplos típicos mencionados por Okubo *et al.* (1997), corresponden a presas impermeables y permeables.

Es importante que en las obras de almacenamiento no haya deposición producto de pequeñas o medianas crecidas, para que mantengan así su capacidad de

sedimentación, este problema se acentúa más en el caso de las presas impermeables. Por este motivo son recomendables las presas del tipo permeables ya que no entorpecen el arrastre ordinario del cauce ni de los organismos vivos que transitan a lo largo de él (Armanini et al., 1991; Seminara y Turbino, 1993; Fiebiger, 1997; Mizuyama y Mizuno, 1997).

Función de presas permeables: (a) La presa permite que los sedimentos escurran libremente para condiciones normales; (b) Cuando ocurre un flujo de escombros con proporciones considerables, los sedimentos son capturados y retenidos temporalmente prevenir

**Gráfico 11.** Función de presas permeables:



*Fuente:* International Sabonetwork, <http://www.sabo-int.org>.

Las presas impermeables también son utilizadas como obras de almacenamiento, las que tienen por función retener gran parte de los sedimentos arrastrados por el flujo, de tal forma que aguas abajo la concentración de sedimentos sea lo suficientemente baja como para no causar daños y ser conducidos sin mayores problemas. Este tipo de obras deben tener una mantención permanente para que se mantengan operativas. Una gran cantidad de formas han sido diseñadas y probadas con el fin de optimizar sus objetivos. Dentro de las estructuras permeables pueden ser reconocidas dos formas básicas, las que muchas veces se combinan en una sola estructura (Armanini *et al.*, 1991):

### 2.2.9.1.1.3. Presas en base a vigas horizontales (beam-dam)

Consisten en estructuras con aperturas horizontales, instaladas, en lo posible, sin provocar estrechamientos en el cauce, cuyo propósito principal es el de filtrar sedimentos y troncos. El ancho de separación de los elementos horizontales debe ser proporcional al tamaño de las rocas más grandes (Armanini *et al.*, 1991). Un ejemplo de estas estructuras se muestra en el siguiente gráfico.

**Fotografía 7.** Presas de apertura horizontal.

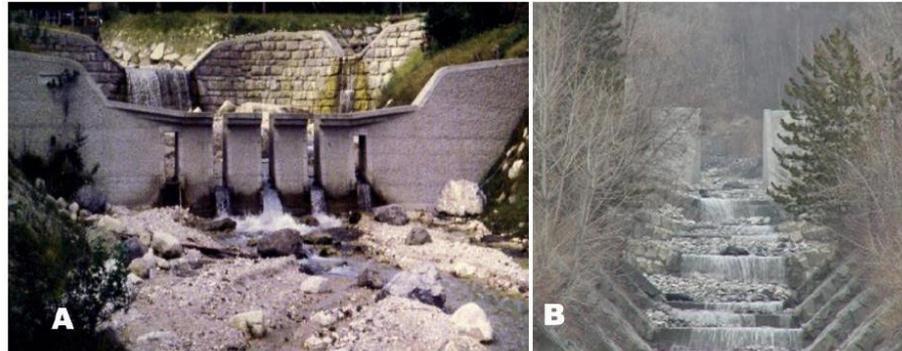


*Fuente:* Mizuyama, 2003.

### 2.2.9.1.1.4. Presas de aperturas verticales (Slit-Dam)

Estas estructuras poseen una o más aperturas verticales, las que usualmente se prolongan hasta el lecho original del cauce. El efecto principal de esta obra es el de dosificar los volúmenes de sedimento transportados en crecidas. Este efecto se obtiene por la aparición de una condición de escorrentías aguas abajo y la generación de un resalto hidráulico durante la ocurrencia de crecidas, reduciendo así la velocidad del flujo, permitiendo la deposición de las partículas. Las partículas que son depositadas pueden ser arrastradas posteriormente por flujos menores (Armanini *et al.*, 1991).

**Fotografía 8.** Presas de aperturas verticales. (a) Múltiples aperturas, (b) Una apertura (Slit-Dam).



*Fuente:* Chanson, 2001.

Existen discusiones entre varios autores respecto a la importancia de la apertura de la presa o separación entre los elementos que la componen. En general esta apertura se expresa con relación al tamaño máximo de los sedimentos (Mizuyama y Mizuno, 1997; Fiebiger, 1997; Chen y Ho, 1997; Lin et al., 1997; Johnson y McCuen, 1989).

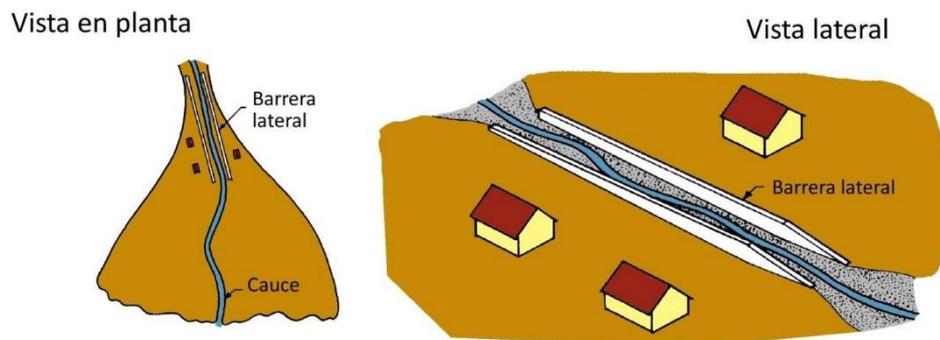
A partir de experiencias realizadas por Watabanbe et al., Senoo y Mizuyama (1984), establecen que en el caso de presas de apertura vertical, si el tamaño de la apertura es menor que 1,5 veces el tamaño máximo de los sedimentos, todo el sedimento es atrapado por la estructura y éste nunca saldrá de la presa por acción de pequeñas crecidas. Si la apertura es mayor a 2 veces el tamaño máximo de los sedimentos, la mayoría de los granos son atrapados en un principio y luego sacados de la presa por el agua que sigue al flujo de escombros. Estudios posteriores han establecido que la capacidad de retención de sedimentos no sólo depende del tamaño de las aperturas y del sedimento, sino que también de la concentración (Mizuyama et al., 1996; Mizuyama y Mizuno, 1997).

#### **2.2.9.1.1.5. Obras controladoras de dirección del flujo**

Este tipo de obras se utilizan para llevar los flujos de escombros a lugares seguros, mediante canales capaces de conducir el máximo de la descarga. Generalmente se conectan con obras de almacenamiento o deposición (Okubo et al., 1997). Los canales pueden materializarse mediante barreras laterales capaces de contener el flujo dentro de ellas, con el objetivo de proteger áreas o estructuras colindantes.

Estas construcciones deben ser, dentro de lo posible rectas y paralelas a la dirección del flujo. En los casos donde se deban realizar curvas, el radio de curvatura de estas debe ser lo más grande posible. Por otro lado, estas obras deben estar diseñadas de tal forma que no ocurra sedimentación dentro de ellas, ya que esto disminuiría su capacidad de porteo, por lo que deben ser mantenidas permanentemente. Las consideraciones de diseño que se deben tener, son el caudal máximo y la máxima altura de escurrimiento para las dimensiones, la erosión y estabilidad para la construcción (Vandine, 1996; Okubo *et al.*, 1997).

**Gráfico 12.** Barreras laterales.

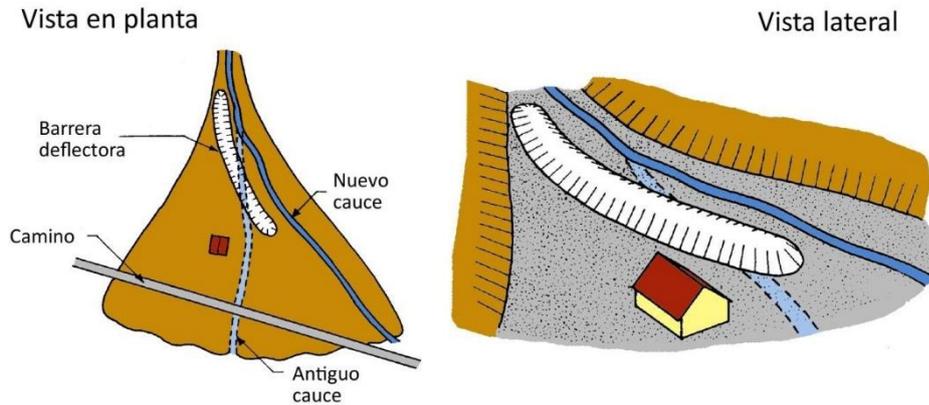


*Fuente:* Vandine, 1996.

#### **2.2.9.1.1.6. Diques desviadores del flujo o barreras deflectoras**

Este tipo de obras se utiliza para controlar la dirección de los flujos mediante la construcción de diques lo suficientemente altos como para prevenir rebases (Okubo *et al.*, 1997), se diferencian de las barreras laterales en que este tipo de obras impide que el flujo mantenga su dirección natural desviándolo hacia otra zona y son utilizadas para proteger estructuras, dirigir el flujo hacia otra zona o aumentar el largo local del cauce, disminuyendo así su pendiente para favorecer la deposición. En cuanto a los criterios de diseño utilizados para la construcción de estas obras, debido a la curvatura que tendrá el cauce, deben considerarse las fuerzas de impacto, la sobre-elevación y el trepamiento del flujo (Vandine, 1996).

**Gráfico 13.** Diques desviadores.

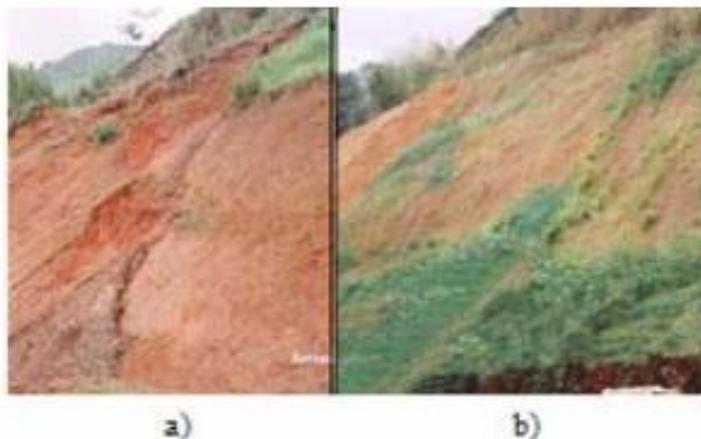


*Fuente:* Vandine, 1996.

#### 2.2.9.1.1.7. Biomantas

En muchos casos son requeridas soluciones que no solamente permitan el desarrollo de la vegetación, sino que desaparezcan después de que la superficie del talud se haya estabilizado. En estos casos es recomendado utilizar biomantas, que son revestimientos totalmente biodegradables, producidos con fibra de coco u otras fibras naturales, pero con vida útil suficiente para desarrollar esta función. Su función principal es la de servir de protección y abono para las especies vegetales que serán sembradas en el talud, antes de la colocación de la misma. Después de pocos meses de su aplicación, la biomanta desaparece por completo y la protección contra la erosión es proporcionada por la vegetación que se habrá desarrollado en el propio talud.

**Fotografía 9.** Utilización de una Biomanta para estabilizar un talud con problemas de erosión. a) Sin la utilización de Biomanta, b) después de la aplicación de la Biomanta.

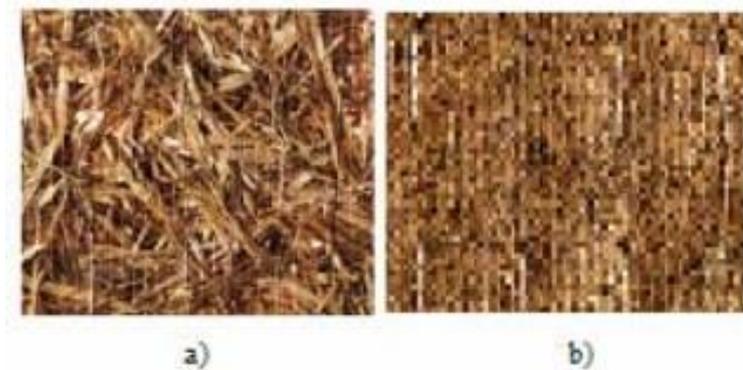


*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

Existen algunas variedades de biomantas que se adecúan a las condiciones de escorrentía, pendientes, precipitación y tendencia erosiva del suelo.

a) Biomanta fabricada de una combinación de fibra de coco y paja, b) biomanta fabricada de fibra de coco usada para condiciones de escorrentía, precipitación y erosión más desfavorables.

**Fotografía 10.** Biomantas construidas de diferentes materiales.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

La biomanta es apoyada directamente sobre el talud conformado y se sujeta a este con pequeñas estacas de madera, cuando la inclinación del talud es muy acentuada, el agua lluvia puede dejar la biomanta muy pesada e inestable, en estos casos debe ser utilizada una red en malla hexagonal de doble torsión para mantenerla estable.

a) Proceso de instalación de una biomanta, b) vista de un talud después de colocada una biomanta.

**Fotografía 11.** Instalación de biomantas.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

a) Talud de una carretera, b) talud en un lugar de gran afluencia de personas.

**Fotografía 12.** Utilización de biomanta.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

#### 2.2.9.1.1.8. Geo mantas

En el caso de taludes en suelos finos sin cohesión e inclinación suave, la mejor opción de revestimiento es una geo manta producida con filamentos de nylon. Esta se aplica directamente sobre el talud ya conformado y es anclado a éste mediante grapas metálicas, posteriormente es sembrado y cubierto con tierra vegetal. Su función es la de confinar las partículas con las cuales es colmatado, facilitando el crecimiento de la vegetación y garantizando la buena interacción suelo-material a través del anclaje de las raíces. En estos casos particulares puede ser necesario recurrir al hidro sembrado para acelerar el crecimiento de la vegetación.

**Fotografía 13.** Esparcimiento de tierra sobre una geo manta para ayudar al crecimiento de la vegetación que protegerá al talud.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

El proceso de instalación del geo mantas es similar al que se utiliza para la colocación de biomantas, por lo que se recomienda seguir los mismos pasos. En el

caso de taludes con gran inclinación (mayores a 45 grados), estériles de granulometría fina, por lo tanto, muy susceptibles a erosión, el revestimiento ideal estará compuesto por una red de malla hexagonal de doble torsión envuelta por una geo manta. En este caso el revestimiento vegetal deberá ser creado a través de hidrosaneado.

**Fotografía 14.** Proceso de estabilización de un talud en tres fases: colocación de la geo manta y esparcimiento de semillas, cubierta de tierra sobre la geo manta y capa vegetal desarrollada.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

**Fotografía 15.** Hidrosiembra sobre un talud de gran inclinación.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

#### **2.2.9.1.2. Medidas de Mitigación no Estructurales**

Dentro de las medidas no estructurales se deben incluir políticas ambientales que tomen conciencia en cuanto al desarrollo del conocimiento sobre el cuidado del medio ambiente, mecanismo de participación pública e información a la población de los sectores que se encuentran en alto riesgo por flujos de escombros dentro del área de estudio de la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo y los impactos derivados que este evento adverso produce. Con el fin de reducir la vulnerabilidad de la población ante la amenaza de deslizamiento, partiendo de la planeación y la gestión.

##### **2.2.9.1.2.1. Sistemas de Evacuación**

Se debe implementar medidas de evacuación inmediata de simulaciones y simulacros en las áreas de mayor riesgo dentro del área de estudio.

Estableciendo que los deslizamientos por flujos de escombros pueden ser provocados por la inestabilidad de terrenos por acción de la filtración de agua debido a las lluvias intensas que afecten la comunidad.

#### **2.2.9.1.2.2. Medidas Ambientales**

El medio está conformado por componentes físicos, químicos, y biológicos externos que interactúan con los seres humanos, influyendo con actividades derivadas del crecimiento poblacional, de tal manera que no se toma conciencia en protegerlo. Las medidas de mitigación ambientales tienen como finalidad disminuir el evento a los que están expuestos tomando en cuenta los siguientes factores:

##### **a) Reforestación**

Es la disminución de la vegetación natural que es la causa principal para que se genere cierto grado de susceptibilidad en el suelo, tales actividades son: la tala inmoderada de árboles que utilizan para fines comerciales, el cambio de uso de suelos para la agricultura, la ganadería y los asentamientos informales, así como los incendios naturales o provocados, debemos tomar en cuenta que la plantación de árboles es importante para favorecer la estabilización del suelo. Además, de conservar la biodiversidad y el hábitat (Centro de Investigaciones Tropicales, 2013).

##### **b) Forestación**

Hace referencia a la actividad que se encarga de llevar a cabo la gestión de todo tipo de plantaciones que se pueden ejecutar en el área de estudio, trabajando en conjunto con la silvicultura, logrando con esto una mejor técnica para el cultivo de bosques y cuidado forestal con el fin de responder las diferentes necesidades que la sociedad está pasando actualmente.

##### **c) Prevención de incendios forestales**

Lo incendios forestales ocurren cuando el fuego se propaga sin control alguno, específicamente en zonas rurales afectando la vegetación como árboles, matorrales, pastos y cultivos. Los bosques son el lugar donde viven muchas plantas y animales. Además, son los que producen oxígeno, purifican el agua y enriquecen el suelo.

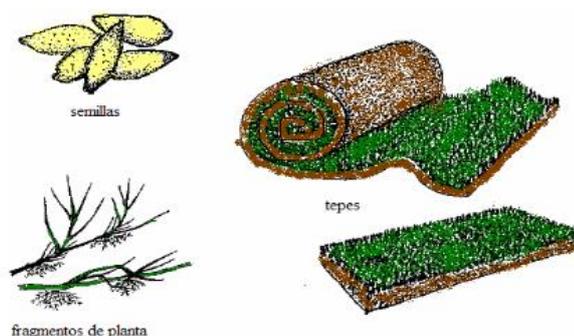
### **Medidas preventivas**

- ✓ No arrojar cerillos encendidos dentro de la vegetación o zonas de bosque seco.
- ✓ No arrojar basura, botellas o vidrios que puedan iniciar el fuego creando una especie de lupa que concentra los rayos del sol.
- ✓ No realizar fogatas en los bosques.
- ✓ En áreas agrícolas evitar utilizar el fuego como herramienta para limpiar el terreno que se va a sembrar (Riesgos, 2015).

#### **2.2.9.1.2.3. Capas Vegetales**

Consiste en la siembra de pastos, ya sea a través de la siembra por semillas, tepes o fragmentos de las plantas mismas. Comúnmente a esta capa vegetal se le llama grama y contribuye a las funciones de, evitar el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, disminuir el flujo superficial del agua de escorrentía, evitar el secamiento superficial del suelo, evitar el arrastre de material y contribuir a la armonía del medio ambiente, ya que su apariencia es muy atractiva a los ojos de las personas. En taludes de gran altura deben utilizarse drenajes superficiales que colecten el agua que circula sobre la superficie de los mismos.

**Gráfico 14.** Componentes vegetales de implantación de céspedes en taludes.



**Fuente:** Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

Ya anteriormente se ha visto cómo puede revegetarse un talud utilizando biomantas o geo mantas en taludes un tanto estériles, pero en este caso la siembra se realiza utilizando plantas vivas o semillas.

#### 2.2.9.1.2.4. Barreras Vivas

Son prácticas utilizadas para evitar o disminuir la velocidad de la escorrentía sobre laderas y por tanto la erosión y desestabilización de la misma. Estas prácticas son utilizadas por los agricultores para proteger sus propiedades; pero constituyen medidas preventivas de mucha ayuda.

Las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y distanciamientos cortos. Los espacimientos máximos recomendados entre barreras vienen dados según la siguiente tabla.

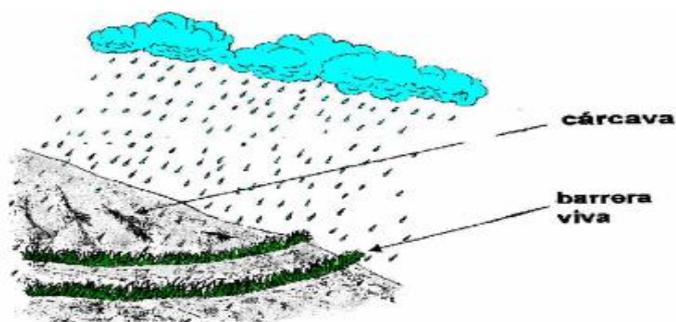
**Tabla 7.** Distancias entre barreras vivas según su pendiente.

| Tipo de Barrera | Pendiente suave hasta 15% | Pendiente moderada 15-30% | Pendiente fuerte 30-50% |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Barreras vivas  | 15 – 30 mts.              | 10 – 15 mts.              | 6 – 10 mts.             |

*Fuente:* Guía técnica CSA, PASOLAC 2000.

El objetivo principal de las barreras vivas es el de reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta. Para que este objetivo se cumpla, las especies se plantan lo más unidas posibles, para que en el menor tiempo la barrera sea continua.

**Gráfico 15. Esquema de una barrera viva.**



*Fuente:* Albery, Canales y Sandoval, 2006.

Al disminuir la velocidad de escorrentía y retener mayor humedad en los suelos, las barreras vivas permiten la conservación y restauración de suelos y agua. Con un sistema de barreras vivas, se disminuyen los efectos nocivos causados por la escorrentía superficial y por lo tanto, se contribuye a conservar la productividad de los recursos naturales.

**Fotografía 16.** Ejemplo de utilización de barreras vivas para estabilizar taludes.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

Los campos de aplicación de las barreras vivas se pueden establecer en todo el territorio nacional, de acuerdo a la especie a utilizar, son recomendadas para pendientes hasta del 15 %, arriba de esta inclinación, deben combinarse con otras actividades de manejo sostenible de suelos y agua.

#### **2.2.9.1.2.5. Especie más adecuada para estabilizar taludes**

**Nombre Común:** Vetiver

**Nombre Científico:** Vetiveria Zizanioides

Actualmente en el Ecuador el pasto vetiver ha sido ampliamente difundido por los programas de transferencia de tecnología como una alternativa para el control de la erosión en zonas de ladera, lo cual favorece grandemente la adopción por parte de los productores debido a las múltiples ventajas generadas de la utilización de este pasto

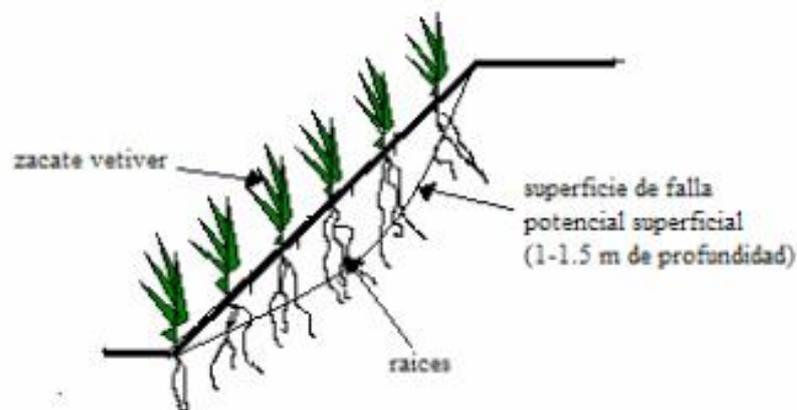
como una barrera viva para el control de la escorrentía y la reducción de la tasa de pérdida de suelo.

El pasto vetiver es originario del Sureste Asiático específicamente desde la India hasta China. Sus zonas de siembra son a nivel de los cinco continentes, es una gramínea perenne que pertenece a la familia Andropogoneae, su principal característica es que posee tupida cantidad de hojas, carece de aristas, es resistente y sin vellosidades, no tiene rizomas ni estolones y se propaga mediante divisiones radiculares o manojos enraizados.

Cuando las raíces del zacate vetiver interactúan con el suelo en el cual está creciendo se forma un nuevo material integrado por raíces con unas altas resistencias a tensión y adherencia embebidas en una matriz con débil resistencia de tensión. En otras palabras, la resistencia al cortante del suelo es intensificada por la matriz de raíces (Styczen y Morgan, 1995).

Las raíces de vetiver son muy fuertes, poseen una resistencia significativa a la tensión de aproximadamente 75 MPa. Cuando la densa y masiva red radical actúa en conjunto tiene un comportamiento parecido al del suelo anclado usado comúnmente en ingeniería civil, aplicable únicamente a superficies de falla poco profunda. Con su innato poder para penetrar estratos duros o capas de roca, la acción de las raíces del vetiver es análoga a anclajes del suelo vivos (Hengchaovanich, 1998).

**Gráfico 16.** Esquema del mecanismo de estabilización de taludes mediante zacate vetiver.



*Fuente:* Alberty, Canales y Sandoval, 2006.

## **Características Botánicas**

- Raíz: ramificada y esponjosa que alcanza hasta tres metros de profundidad
- Tallo: erguidos con altura entre 0,5 y 1,5 metros.
- Hojas: relativamente rígidas, largas y angostas un tanto afiladas, de 75 centímetros de largo y hasta 8 milímetros de grosor.
- Flor: panícula con 15 y 40 centímetros de largo; los nudos y pedicelos sin vellosidades.
- Semilla: Básicamente el medio de propagación más utilizado con esta especie es su sistema radicular, el cual se divide dejando una parte del tallo de 15 a 20 cm de largo para luego ser sembrado.

### **2.2.10. Vulnerabilidad**

Es entendida como la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento de ser afectado o de sufrir una pérdida, y tener dificultad para recuperarse de ella. Es fruto de un proceso de acumulación de problemas de orden político, económico y social en una comunidad, problemas que generan fuertes condiciones de debilidad e inestabilidad dentro de la misma.

La falta de organización de la población, el poco conocimiento del medio en que habita, la falta de recursos económicos en las familias, el débil acceso a los servicios básicos, así como la construcción de viviendas con materiales inadecuados o la ubicación del centro poblado en terrenos no aptos, son algunos casos de vulnerabilidad que hemos encontrado a través de este estudio.

Estos casos corresponden a los distintos tipos de vulnerabilidad existentes (Wilches-Chaux, 1993):

#### **2.2.10.1. Vulnerabilidad Física**

Principalmente por la localización de los centros poblados en zonas inseguras, y el uso de materiales inadecuados para la construcción de las viviendas.

#### **2.2.10.2. Vulnerabilidad Social**

Entendida como el grado de cohesión de la población de una comunidad, en organizaciones de base, clubes de madres, comité de productores, rondas campesinas, etc.

#### **2.2.10.3. Vulnerabilidad Económica**

En la medida que la falta de recursos económicos hace más difícil el acceso a los servicios básicos, a una infraestructura y a una vivienda adecuada, del mismo modo dificulta una rehabilitación y una reconstrucción rápida luego del desastre.

#### **2.2.10.4. Vulnerabilidad Política**

Por la débil autonomía de los gobiernos locales con respecto al gobierno central, llevada por una dependencia económica, política y de planificación, lo que dificulta el desarrollo de planes y programas de nivel local.

#### **2.2.10.5. Vulnerabilidad Institucional**

Entendida como la falta de una organización que maneje la prevención y la emergencia a nivel local.

#### **2.2.10.6. Vulnerabilidad Educativa**

Dado que los contenidos de nuestros programas educativos no están acorde con la realidad de los alumnos.

## **2.3 MARCO LEGAL**

### **2.3.1 Constitución de la República**

En el año 2008, Ecuador incorporó en su Constitución la gestión de riesgos como parte del Régimen del Buen Vivir. La Constitución se refiere a la gestión de riesgos en los artículos que revisaremos a continuación:

### **2.3.2 Régimen de Competencias**

#### **Artículo 261**

“El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre (...) el manejo de desastres naturales”.

#### **Artículo 264**

“Los Gobiernos Municipales y de los Distritos Metropolitanos tendrán entre sus competencias exclusivas (...) gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios”.

#### **Artículo 340**

“El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguren el ejercicio garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo (...)”.

#### **Artículo 389**

“El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento

de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las Unidades de Gestión de Riesgos de todas las Instituciones Públicas y Privadas en los ámbitos Local, Regional y Nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las Instituciones Públicas y Privadas incorporen obligatoriamente, y de forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las Instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencia en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema y coordinar la Cooperación Internacional dirigida a la Gestión de Riesgos.

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

### **2.3.3 Ley de Seguridad Pública y del Estado (2009)**

#### **Artículo 11, literal d**

“La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos”. (Ley de seguridad pública y del estado pág. 6).

#### **Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado (2010)**

En el artículo 3 ratifica a la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) como el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR).

**El artículo 18,** Establece las competencias de la SGR para la rectoría del SNDGR, entre las que se destacan:

- Formular las políticas, estrategias, planes y normas del SNDGR, bajo la supervisión del Ministerio Coordinador de Seguridad.
- Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del sistema.
- Diseñar programas de educación, capacitación y difusión, orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos.

- Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia.
- Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica. (Reglamento de la ley de seguridad pública y del estado pág. 5-6).

### **Artículo 19**

“El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las Unidades de Gestión de Riesgos de todas las Instituciones Públicas y Privadas en los ámbitos Local, Regional y Nacional”. (Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado pág. 6).

### **Artículo 20**

Ordena que la SGR, como órgano rector, debe organizar al SNDGR, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran. (Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado pág. 6).

### **Artículo 24. De los Comités de Operaciones de Emergencia (COE)**

“Son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre. Los Comités de Operaciones de Emergencia, operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico como lo establece el artículo 390 de la constitución.

Existirán Comités de Operaciones de Emergencia Nacionales, Provinciales y Cantonales para los cuales la Secretaría de Gestión de Riesgos normará su conformación y funcionamiento”. (Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado pág. 7).

## **Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (2016)**

### **Capítulo I: Definición y Objeto**

Art.11.- “Alcance del componente de ordenamiento territorial. Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la Planificación del Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios:

(...)3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo Cantonal o Distrital, en Urbano y Rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito Cantonal o Distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población”.

#### **Artículo 140**

“La Gestión de Riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable (...).

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de Ordenamiento Territorial.

Para el caso de riesgos sísmicos los Municipios expedirán ordenanzas que reglamenten la aplicación de normas de construcción y prevención”.

Gracias a la Ley Orgánica Reformatoria al COOTAD (enero, 2014), se incluyó una disposición que prohíbe la regularización de asentamientos humanos en zonas de riesgo.

#### **Disposición Décimo Cuarta**

“Por ningún motivo se autorizarán ni se regularizarán asentamientos humanos, en zonas de riesgo y en general en zonas en las cuales se pone en peligro la integridad o la vida de las personas. El incumplimiento de esta disposición será causal de remoción inmediata de la autoridad que ha concedido la autorización o que no ha tomado las medidas de prevención necesarias para evitar los riesgos.

#### **2.4 Sistemas de Variables**

##### **Variable Independiente**

Amenaza de flujos de escombros

##### **Variable Dependiente**

Vulnerabilidad física, económica y social.

**Tabla 8.** Flujos de Escombros.

| VARIABLE   | DEFINICIÓN   | DIMENSION                        | INDICADOR                                      | ITEMS (ESCALA)  | TECNICA-INSTRUMENTO  |
|--|--|----------------------------------|--|---|--|
| Variable independiente:<br><br>Flujos de Escombros | En los flujos de escombros predominan los sedimentos de limos y arcillas. Generalmente, los flujos de lodo consisten en altas concentraciones de partículas finas (limos y arcillas), aunque también transportan grandes bloques o cantos de roca. | Factores Condicionantes          | Geológico-Litológico                           | ¿Cuál es el tipo de suelo, cobertura del suelo, forma del relieve y grado de inclinación?       | Observación y visitas de campo   |
|  |  |                                  | Geomorfológico                                 |   |  |
|  |  |                                  | Pendiente                                      |   |  |
| Hidrogeológico                                     |  |                                  |  |   |  |
|  |  |                                  | Uso y Ocupación de Suelo                       |   |  |
|  |  | Factores Desencadenantes         | Precipitación                                  | ¿Cuáles son los rangos de precipitaciones en mm y el grado de intensidad en el área de estudio? | Revisión bibliográfica de fuentes oficiales del INAHMI e Instituto Geofísico - EPN |
|  |  |                                  | Sismos   |   |  |
|  |  | (Software ArcGIS 10.4.1 y PIX4D) | Calculo del nivel de Susceptibilidad y Amenaza | ¿Cuáles son las zonas susceptibles y de amenaza por deslizamientos de flujos de escombros?      | Mapa de Susceptibilidad y Amenaza  |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 9.** Vulnerabilidad Físico - Estructural.

| VARIABLE  | DEFINICIÓN               | DIMENSIÓN          | INDICADOR                      | TÉCNICA-INSTRUMENTO                        |
|---|--------------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| <p><b>Variable Dependiente</b> Vulnerabilidad Físico- Estructural</p> <p>El análisis físico - estructural consiste en la determinación de los efectos originados por las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con el objetivo de efectuar comprobaciones en sus elementos resistentes (Luque, 2015).</p> |                          | Físico Estructural | Sistema estructural            | - Hormigón armado                          |
|   |                          |                    |                                | - Estructura metálica                      |
|   |                          |                    |                                | - Estructura madera                        |
|   |                          |                    |                                | - Estructura de Caña                       |
|   |                          |                    |                                | - Mixto (Caña, madera, hormigón, metálica) |
|   |                          |                    | Tipo de cubierta               | - Loza de hormigón armado                  |
|   |                          |                    |                                | - Loza prefabricada                        |
|   |                          |                    |                                | - Cubierta metálica                        |
|   |                          |                    |                                | - Vigas de madera y zinc                   |
|   |                          |                    |                                | - Vigas de caña y Cadi                     |
|   |                          |                    |                                | - Vigas de madera y teja                   |
|   |                          |                    | Números de pisos               | - 1 piso                                   |
|   |                          |                    |                                | - 2 pisos                                  |
|   |                          |                    |                                | - 3 pisos                                  |
|   |                          |                    |                                | - Más de 3 pisos                           |
|   |                          |                    | Edad de construcción           | - Entre 1950 y 1980                        |
|   |                          |                    |                                | - Entre 1980 y 2000                        |
|   |                          |                    |                                | - Después del 2000                         |
|   |                          |                    | Cercanía a la amenaza          | - Menos de 50 metros                       |
|   |                          |                    |                                | - Entre 50 a 100 metros                    |
|   |                          |                    |                                | - Entre 100 a 200 metros                   |
|   |                          |                    |                                | - Más de 200 metros                        |
|   |                          |                    | Topografía del sector          | - Plano                                    |
|   |                          |                    |                                | - Nivel superior a la vía principal        |
|   |                          |                    |                                | - Nivel inferior a la vía principal        |
|   |                          |                    | Estado relativo de la vivienda | - Bueno                                    |
|   |                          |                    |                                | - Regular                                  |
|   |                          |                    |                                | - Malo                                     |
| - Aceptable   |                          |                    |                                |  |
| Cercanía a la Amenaza   | - Menos de 50 metros     |                    |                                |  |
|   | - Entre 50 a 100 metros  |                    |                                |  |
|   | - Entre 100 a 200 metros |                    |                                |  |

*Fuente:* Adaptado en base a la (SNGR – PNUD, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 10. Vulnerabilidad Socioeconómica.**

| VARIABLE  | DEFINICIÓN  | DIMENSIÓN      | INDICADOR                 | TÉCNICA-INSTRUMENTO  |
|---|---|----------------|---------------------------|--|
| Vulnerabilidad Socioeconómica                     | La vulnerabilidad socioeconómica se define como: la susceptibilidad de un grupo humano a sufrir algún tipo de daño, pérdida o evento perjudicial dado, en una realidad socioeconómica específica (Grupo de Análisis de Situaciones Meteorológicas Adversas GAMA, 2015). | Socioeconómica | Densidad de la población  | - Caracterización de las familias por Género, personas con Discapacidad y Nivel de Educación |
|   |   |                | Económico                 | - Población Económicamente Activa Local  |
|   |   |                |                           | - Actividades económicas que desarrollan e ingresos mensuales                                |
|   |   |                | Educación                 | - Sin estudios   |
|   |   |                |                           | - Primaria   |
|   |   |                |                           | - Secundaria   |
|   |   |                |                           | - Universitaria  |
|   |   |                | Servicios Básicos         | - Alcantarillado   |
|   |   |                |                           | - Agua Potable   |
|   |   |                |                           | - Energía Eléctrica  |
|   |   |                |                           | - Comunicaciones   |
|   |   |                |                           | - Vías de acceso   |
|   |   |                | Estructura Organizacional | Formas de organización del área de estudio   |
|   |   |                |                           | - Preparación en actividades de preparación ante desastres                                   |
| - Participación en simulación/simulacros          |   |                |                           |  |
| - Organizaciones encargadas en atender emergencia |   |                |                           |  |

*Fuente:* Adaptado en base a la (SNGR – PNUD, 2012) CISP, 2007.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

Para la evaluación de las amenazas de flujos de escombros, se aplica la metodología de Mora-Vahrson, la cual nos permite evaluar los factores desencadenantes y condicionantes mismos que pueden presentar valores cualitativos o cuantitativos, desde la perspectiva de los estudios estos influyen en el deslizamiento, para luego ponderar dichos valores y categorizarlos en niveles establecidos. Además, de la metodología de análisis de vulnerabilidades a nivel municipal propuesta por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Secretaria de Gestión de Riesgo (SGR, 2012) y CISP Comitato Internazionale Per Lo Sviluppo Dei Popoli (2007), donde estableció una metodología alfa numérica para la evaluación de las vulnerabilidades económico, físicos y sociales, esta se la realizo mediante parámetros e indicadores propuestos. Se ha considerado necesario localizar, referenciar y sistematizar los resultados:

El resultado de esta sistematización, al tiempo que da continuidad a los procesos de gestión, es un insumo muy importante para la Planificación y Ordenamiento Territorial, asegurando la sostenibilidad de los procesos para la Gestión del Riesgo prospectivamente.

La sistematización se desarrolla en dos etapas:

- **La primera**, relacionada con la recopilación, clasificación, revisión y análisis de la información existente; en esta fase se solicitó al GAD Municipal de Portoviejo estudios relacionados con la amenaza por deslizamiento para la Parroquia Abdón Calderón, actualmente no existe mucha información, pero se consignó la más relevante de esta.
- **La segunda**, relacionada con la validación y generación de información; en esta etapa se revisó de forma detallada (incluyendo control de campo), la información escogida como base para la zonificación de la amenaza.

Es necesario considerar otros aspectos metodológicos para la recopilación de la información como: la exposición de la amenaza, estimación de la vulnerabilidad por indicadores sociales, infraestructura, indicadores por familia, con pesos ponderados y específicos a escala cualitativa establecido mediante un cálculo matemático por medio de una función dentro de una tabla automatizada la cual se describe continuación: que menor a 0,49 es considerado muy alto, menor a 1,49 alto, menor a 2,49 media, menor a 3,49 bajo y mayor a 3,5 sin vulnerabilidad, ponderados estos parámetros nos permite evaluar las vulnerabilidades existentes en el área de estudio (véase página 79).

La representación espacial mediante los mapas cartográficos de los escenarios de riesgos de afectación asociado a la amenaza de origen natural por flujos de escombros, los niveles de vulnerabilidad de los elementos anteriormente expuestos para la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, son base fundamental para la aplicación del (PDOT) Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia. Además, para la respuesta, recuperación y rehabilitación ante un evento peligroso.

### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación**

#### **3.3.1. Tipo de la Investigación**

Para el desarrollo de los Escenarios de Riesgos por Flujos de Escombros, se utilizó varios niveles que la detallaremos a continuación:

#### **Fuentes de información bibliográfica.**

Como punto de partida, fue necesaria realizar la recopilación de la información secundaria en las instituciones públicas, artículos científicos, internet, etc.

### **Retrospectivo.**

Información secundaria de eventos peligros por flujos de lodos en los diferentes sectores del área de estudio, con el fin de determinar el de recurrencia de la amenaza.

### **Exploratorio.**

Determina los elementos principales que interrelacionan con la amenaza, mediante la comprobación de resultados con relación a los indicadores ponderados para cada variable.

### **Explicativo.**

Permite describir y verificar la situación actual de la población en base a resultados para poder dar posibles soluciones a la problemática sea está a corto o largo plazo.

### **3.3.2. Diseño de la Investigación**

En el presente trabajo de investigación se utilizó el método analítico y descriptivo, ya que se analizan y se describen los factores condicionantes (Geológico-Litológico; Geomorfológico; Pendiente; Hidrogeológico, Uso y Ocupación del Suelo) y factores desencadenantes (Precipitación y Sismicidad) las cuales dan como resultado la generación de flujos de escombros. Mientras para la evaluación de la vulnerabilidad física, económica y social en se consideró las variables e indicadores existentes en la metodología propuesta por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la SGR (2012).

Dentro de la investigación se analiza la información de eventos suscitados en años anteriores desde 1992 hasta el 2018.

### **3.2. Universo y Muestra**

La Parroquia Rural Abdón Calderón tiene una extensión territorial de 136 km<sup>2</sup>, mientras el área comprendida dentro del estudio se aproxima a los 10,46 km<sup>2</sup>, la cual corresponde al 8.66 % de toda su extensión territorial, en base a la Población total del

sector Cruz Alta de Miguelillo obtenemos una aproximación de 725 personas que equivale a 145 familias aproximadamente.

### Tamaño de la Muestra

|                            |        |  |
|----------------------------|--------|--|
| <b>N = Población</b>       | —————> | 725 habitantes pertenecientes a la comunidad Cruz Alta de Miguelillo de la Parroquia Abdón Calderón del Cantón Portoviejo. |
| <b>E = Error Admisible</b> | —————> | 3 %  |

### Fórmula

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

$$n = \frac{725}{0.03^2(725 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{725}{(0.0009)(724) + 1}$$

$$n = \frac{725}{1.6516}$$

$$n = 438$$

Del total de 438 personas como muestra del área de estudio se estimó un promedio de cinco miembros por vivienda, con un margen de error del 3% lo que permite establecer un **aproximado de 90 familias que constituye la muestra de estudio**, a las cuales se les realizó una serie de preguntas de forma aleatoria con el fin de obtener datos primarios que sirvan de sustento para los resultados finales.

### **3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información**

Para el desarrollo del presente proyecto de titulación, se procedió a recabar datos de información secundaria como: evaluación de daños y necesidades, informes técnicos, reportes del evento ocurrido el 28 de febrero del 2017 en las instituciones públicas y privadas (SGR, GAD Municipal Portoviejo y su Dirección de Ambiente y Gestión de Riesgo, Ministerio de Inclusión Económica y Social ( MIES), Gobernación de Manabí, GAD Provincial de Manabí, GAD Parroquial de Abdón Calderón, Cooperative for Assistance and Relieve Everywhere, INC CARE Ecuador, Comisión Europea Ayuda Humanitaria, Comitato Internazionale Per Lo Sviluppo Dei Popoli CISP, Cuerpo de Bomberos, Policía Nacional, Fuerzas Armadas, estudios previstos etc.) utilizando otros medios como páginas web, Diario Manabita, videos y fotos satelitales. Estos datos recabados, son parte fundamental para la contextualización, sistematización y análisis de la información.

### **3.4. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de información**

#### **3.4.1. Procesamiento de la Información**

En base a la encuesta realizada a las 90 personas jefes de familia de cada vivienda se utilizó gráficos estadísticos y tablas de Excel, los cuales se pudo obtener veracidad de las variables y sus resultados mediante porcentajes, con esta información se pudo analizar las vulnerabilidades sociales, económicas y físicas. La cual será analizada e incorporada en una tabla de Excel, y será adjuntada a los Sistema de Información Geográfica (SIG) con software ArcGIS 10.4.1 en conjunto con PIX4D, software de proceso de imágenes capturadas con equipos UAV (del inglés Unmanned Aerial Vehicle) o comúnmente Dron, para la elaboración de cartografía digital como: Modelo Digital de Elevaciones (MDE), el cual comprende un Modelo Digital de Terreno y un Modelo Digital de Superficie, pudiendo incorporar, Mapa base, Temático, Geológico, Geomorfológico, Hidrogeológico, Pendientes, Uso y Ocupación del Suelo, Sismos, Isoyetas y riesgos potenciales.

En vista de que la información, debía ser plasmada dentro de un escenario de “Riesgos por Flujos de Escombros”, se combinarían ciertos mapas de interés

procesándolos respectivamente mediante algebra de mapas para obtener los resultados finales.

### 3.4.2. Ajuste de la Georreferencia

La información temática y de sensores remotos que se utilizaría como insumo principal dentro del estudio, no poseía una georreferencia adecuada, se pudieron evidenciar desajustes entre la información ya que provenía de diferentes fuentes (Información cartográfica catastral, de la Dirección de Avalúos y Catastro del GAD Municipal de Portoviejo, Sensores Remotos, etc.). Para esto se realizó una evaluación de la información y se adoptó como georreferencia válida la información correspondiente al levantamiento Aero fotogramétrico realizado por la Dirección de Ambiente y Gestión de Riesgos del GAD Municipal de Portoviejo. De esta manera se homogeneizó la información digital, de tal manera que los análisis realizados sobre esta sean más coherentes dentro del contexto espacial y modelamiento.

Para la evaluación de los parámetros morfológicos y morfodinámicos, se tomó como base el Mapa de Unidades Geomorfológicas, Litología y Procesos Erosivos, elaborado en el estudio de la Dirección Nacional de Defensa Civil (DNDC y COSUDE, 2008). Esta información se validó mediante la fotointerpretación de imágenes aéreas tomadas por el Instituto Geográfico Militar, la cuales se muestran en escala de representación 1:60.000.

#### 3.4.2.1. Homogeneización de Información Cartográfica

Dentro de los procesos de homogeneización y validación cartográfica se procedió a Re proyectar la información al sistema de referencia WGS84.

**Tabla 11.** Sistema de proyección cartográfica adoptado para la compilación de información SIG.

|            |        |
|------------|--------|
| Datum      | WGS 84 |
| Elipsoide  | WGS 84 |
| Proyección | UTM    |

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Meridiano Central | -81.00     |
| Latitud Origen    | 0.0        |
| Factor Escala     | 0.9996     |
| Falso Este        | 500000.0   |
| Falso Norte       | 10000000.0 |

*Fuente:* Compilación cartográfica SIG.

### 3.4.2.2. Importación de los Archivos

Para realizar la modelación de las variables, fue necesaria la transformación de los archivos a formato compatible con la Geodatabase de ArcGIS 10.4.1, dentro de este aspecto se consideró imprescindible tomar en cuenta procesos de edición geométrica y topológica de cada una de las variables cartográficas, en los cuales se solucionaron inconsistencias en la parte geométrica de los archivos como son polígonos abiertos, nodos sueltos (dangles), polígonos sin atributos así como también polígonos irrelevantes o superpuestos.

### 3.4.3. Análisis de la Información y Análisis de Resultados

Los análisis de la información de los factores que involucran la generación de los Escenarios de Riesgos por Flujos de Escombros, serán presentados con ponderaciones cuantitativa y cualitativa, para representarlos en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y poder obtener niveles de susceptibilidad, amenazas, vulnerabilidad y riesgos representados en mapas a escala 1:5.000.

### 3.5. Parámetros de la Metodología Mora-Vahrson para la Evaluación por Flujos de Escombros

En el desarrollo e interpretación de los mapas de susceptibilidad y los escenarios de riesgos finales, se realizará en base a la metodología Mora-Vahrson, con las siguientes formulas:

$$S = (S_{GL} * S_{GM} * S_P * S_H * S_U)$$

$$\mathbf{FD} = (T_P + T_S)$$

$$\mathbf{H} = \mathbf{S} * \mathbf{FD}$$

Donde:

**S:** Factores de susceptibilidad

**S<sub>GL</sub>:** Factor Geológico-Litológico

**S<sub>GM</sub>:** Factor Geomorfológico

**S<sub>P</sub>:** Factor Pendiente

**S<sub>H</sub>:** Factor Hidrogeológico

**S<sub>U</sub>:** Factor Uso y Ocupación del Suelo

**FD:** Factores detonantes

**T<sub>P</sub>:** Factor de disparo Precipitación

**T<sub>S</sub>:** Factor de disparo por Sismos

**H:** Grado de amenaza producto de los factores detonantes

### **3.5.2. Factores Condicionantes**

#### **3.5.2.1 Geológico-Litológico**

En el anexo 2, se hace alusión de la tabla de la Secretaria de Gestión de Riesgos, donde se pueden observar valores que sirven de referencia en la categorización del factor condicionante, estableciendo rangos y pesos para la elaboración de mapas Geológico-litológico. Además, de una breve descripción de las características de este tipo de elemento que indica su grado de incidencia.

### **3.5.2.2. Geomorfológico**

En el anexo 3, se menciona la tabla de la Secretaria de Gestión de Riesgos, que corresponde al factor geomorfológico, en esta se encuentran los pesos ponderados para la clasificación del suelo en la aérea de estudio, la cual sirve como base fundamental para la elaboración del mapa geomorfológico.

### **3.5.2.3. Hidrogeología**

Para el análisis de este factor se tomó en cuenta la textura de los suelos (véase anexo 5). Además, de las aguas subterráneas en lo relacionado con su origen, su circulación, sus condicionamientos geológicos, su iteración con el suelo, rocas y humedales (freatogénicos); su estado líquido, sólido y gaseoso y propiedades físicas, químicas, bacteriológicas, radioactivas y su captación.

### **3.5.2.4. Pendiente**

De la misma forma se utilizó la ponderación de la S.G.R (véase anexo 4), donde se utilizan los rangos de pendientes con peso ponderado. Además, de evidenciar una clase de referencia que contienen valores cualitativos y cuantitativos, establecidos en cinco niveles.

### **3.5.2.5. Uso y Ocupación del Suelo**

El factor de uso y ocupación del suelo, delimita áreas dentro de los límites del estudio de caso, contiene dentro de su tabla un valor cualitativo que indica el nivel de incidencia (véase anexo 6), permitiendo definir los espacios para obtener un mapa de coberturas.

### **3.5.3. Factores Desencadenantes**

#### **3.5.3.1. Precipitación**

Las precipitaciones se la pueden determinar en función del cálculo pluviométrico, las cuales son obtenidas en la estación meteorológica más cercana al área de estudio caracterizado mediante isoyetas determinadas por el promedio de cantidades de agua en un sector, las cuales pueden ser de forma mensual y anual. Dentro de los estudios de lluvias intensas elaborado por el INAMHI se puede identificar los valores que corresponden al área de interés.

#### **3.5.3.2. Sismicidad**

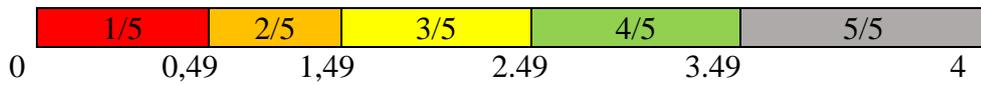
Para el análisis de este componente, se analiza lo concerniente a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015, donde se delimitan seis zonas sísmicas para el Ecuador, información que representa un factor Z, el mismo que clasifica el valor de la máxima aceleración efectiva en roca para las diferentes zonas. Además, de la clasificación de los tipos de perfiles de suelos.

### **3.6. Valores Ponderados para la Evaluación de las Vulnerabilidades**

La presente metodología y parámetros de evaluación están en función de la variable dependiente del presente estudio, los valores empleados para la evaluación de las vulnerabilidades existentes se la establecerá en base a la Metodología propuesta por el CISP 2007, la cual tienen una calificación que corresponde a los (5/5), esta consiste en asignar rangos normalizados con pesos específicos a escala cualitativa, con valores establecidos de 0 al 4 según su nivel de importancia los cuales son evaluados mediante un proceso matemático expresándose de la siguiente manera:

- ✚ 0 Considerado Muy alto,
- ✚ 1 Alto,
- ✚ 2 Medio,
- ✚ 3 Bajo,
- ✚ 4 Sin Vulnerabilidad.

Para efecto del análisis se establecieron los siguientes parámetros.



**Tabla 12.** Matriz de Vulnerabilidad.

| Rangos      | Nivel de vulnerabilidad | Color de vulnerabilidad | Valor calculo |
|-------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| 0 - 0,49    | Muy Alto                |                         | 0             |
| 0,49 - 1.49 | Alto                    |                         | 1             |
| 1.49 - 2.49 | Medio                   |                         | 2             |
| 2,49 - 3.49 | Bajo                    |                         | 3             |
| 3.49 - 4    | Sin Vulnerabilidad      |                         | 4             |

La función matemática aplicada dentro de la matriz automatizada es la siguiente: < a 0,49 considerado como muy alto, < a 1,49 alto, < a 2,49 medio, < a 3,49 bajo y mayor a 3,5 sin vulnerabilidad, estos valores son considerados intermedios. La metodología tiene las bondades de poder crear varios rangos de acuerdo a las necesidades como por ejemplo: de 0 al 2 donde; 0 = Bajo, 1= Medio y 2 = Alto, la misma que establece los 3/3. Estos parámetros nos permiten generalizar la información obtenida para posteriormente incorporarla dentro de los mapas temáticos y posteriormente poder plasmar a los Escenarios de Riesgo por Flujo de Escombros en el área de estudio.

Una vez obtenido el levantamiento de información de campo, en base a las variables establecidas, se realizará la calificación de los indicadores con ponderaciones establecidas por el PNUD, SGR 2012 y CISP 2007, los cuales serán sumados y multiplicados cuyo resultado deberá ser del 1 al 100 para poder establecer el nivel de vulnerabilidad.

Es importante mencionar que los rangos asignados no tienen un significado físico y solo sirven como medio para la representación de los resultados mediante mapas temáticos, las calificaciones asignadas son totalmente relativas para establecer relaciones entre las variables, pero de ninguna manera expresan realidades absolutas de los elementos utilizados.

La intervención que se empleara en el área de estudio donde se podría evidenciar los diferentes niveles de vulnerabilidades por vivienda, las cuales podrían ser altas en varias familias dependiendo de la información recabada, los mismos que permitirían realizar una priorización mediante el análisis del Escenario de Riesgos por Flujo de Escombros para su posterior mitigación sea esta estructural o no estructural. Además, de distinguir entre los elementos más afectados y los menos afectados por ejemplo el hecho de calificar con mayor a 3.5 puntos (sin vulnerabilidad) a aquellas familias cuyo ingreso mensuales superan los 100 dólares semanales, de ninguna manera significa que no son vulnerables, sino que su nivel de importancia será (sin vulnerabilidad), comparada a una familia que tiene un ingreso no superior a 386 dólares mensuales en la cual la matriz nos arrojará un nivel de vulnerabilidad Alto, económicamente hablando.

A continuación se describen las matrices con variables, indicadores y valor de ponderación para la evaluación de las vulnerabilidades en función de la amenaza.

**Tabla 13.** Variables e indicadores para la vulnerabilidad física ante amenaza de deslizamiento.

| <b>Variables de Vulnerabilidad Estructural</b> | <b>Indicadores Considerados</b>          | <b>Valor de Ponderación</b> |
|--|--|-----------------------------|
| Sistema estructural                            | Hormigón armado                          | 5                           |
|  | Estructura metálica                      | 5                           |
|  | Estructura madera                        | 10                          |
|  | Estructura de Caña                       | 10                          |
|  | Mixto (Caña, madera, hormigón, metálica) | 10                          |
| Tipo de cubierta                               | Loza de hormigón armado                  | 0                           |
|  | Cubierta metálica                        | 5                           |
|  | Vigas de madera y zinc                   | 10                          |
|  | Vigas de caña y zinc                     | 10                          |
|  | Vigas de amarre y teja                   | 5                           |
| Números de pisos                               | 1 piso                                   | 5                           |
|  | 2 pisos                                  | 5                           |
|  | 3 pisos                                  | 10                          |
|  | más de 4 pisos                           | 10                          |
| Edad de construcción                           | Entre 1950 y 1980                        | 10                          |
|  | Entre 1981 y 2000                        | 5                           |
|  | entre 2001 y 2018                        | 0                           |
| Características del suelo                      | Firme seco                               | 0                           |

|                                       |                              |    |
|---------------------------------------|------------------------------|----|
|                                       | Inundable                    | 10 |
|                                       | Ciénega                      | 10 |
|                                       | Húmedo- blando- relleno      | 5  |
| Topografía del sector                 | A nivel terreno plano        | 1  |
|                                       | Bajo nivel de la calzada     | 10 |
|                                       | Sobre el nivel de la calzada | 1  |
| Estado de conservación de la vivienda | Bueno                        | 0  |
|                                       | Regular                      | 5  |
|                                       | Malo                         | 10 |
|                                       | Aceptable                    | 1  |
| Tipo y material de las paredes        | Pared de ladrillo o bloque   | 5  |
|                                       | Pared de madera              | 10 |
|                                       | Pared de piedra              | 10 |
|                                       | Pared de Adobe               | 10 |
| Cercanía a la Amenaza                 | Menor a 50m                  | 10 |
|                                       | Ente 50 a 100 m              | 5  |
|                                       | Entre 100 a 200 m            | 1  |
|                                       | Mayor a 200 m                | 0  |

*Fuente:* Metodología de Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal (PNUD – SGR, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 14.** Calificación de vulnerabilidad de edificaciones ante la amenaza de deslizamientos.

| INDICE DE VULNERABILIDAD PARA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS |                           |                                |                      |              |
|---|---------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------|
| #   | Variable                  | Valores posibles del indicador | Valor de Ponderación | Valor Máximo |
| 1   | Sistema Estructural       | 0,1,5,10                       | 0,8                  | 8            |
| 2   | Material de Paredes       | 0,1,5,10                       | 0,8                  | 8            |
| 3   | Números de Pisos          | 0,1,5,10                       | 0,8                  | 8            |
| 4   | Años de Construcción      | 0,1,5,10                       | 0,8                  | 8            |
| 5   | Estado de Conservación    | 0,1,5,10                       | 0,8                  | 8            |
| 6   | Características del Suelo | 0,1,5,10                       | 2                    | 20           |
| 7   | Topografía del sitio      | 0,1,5,10                       | 4                    | 40           |
| TOTAL   |                           |                                | 10                   | 100          |

*Fuente:* Metodología de Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal (PNUD – SGR, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 15.** Vulnerabilidad de las Redes de Servicios Básicos.

| Variables de Vulnerabilidad |              | Valores del Indicador | Valor de Ponderación | Valor Máximo |
|-----------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|--------------|
| Agua potable                | Permanente   | 4                     | 0.5                  | 0            |
|                             | Intermitente | 3                     |                      |              |
|                             | Esporádico   | 0                     |                      |              |
|                             | no existe    |                       |                      |              |
| Energía eléctrica           | Permanente   | 4                     | 2                    | 8            |
|                             | Intermitente | 3                     |                      |              |
|                             | Esporádico   | 0                     |                      |              |
|                             | no existe    |                       |                      |              |
| Comunicaciones              | Permanente   | 4                     | 1                    | 1            |
|                             | Intermitente | 3                     |                      |              |
|                             | Esporádico   | 1                     |                      |              |
|                             | No existe    |                       |                      |              |
| Alcantarillado              | Bueno        | 4                     | 1                    | 1            |
|                             | Regular      | 3                     |                      |              |
|                             | Malo         | 2                     |                      |              |
|                             | No existe    | 1                     |                      |              |
| Vías de acceso              | Bueno        | 4                     | 3                    | 9            |
|                             | Regular      | 3                     |                      |              |
|                             | Malo         | 2                     |                      |              |
|                             | No existe    | 0                     |                      |              |
| TOTAL                       |              |                       |                      | 18           |

*Fuente:* Metodología para la Evaluación y Gestión de Riesgo de deslizamiento, CISP, 2007.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Para la evaluación social de los servicios básicos se ha realizado una interacción de ambas metodologías para poder extraer ciertos parámetros de evaluación para la elaboración de los Escenarios de Riesgos por Flujos de Escombros. Estas variables e indicadores se multiplicarán por los pesos asignados según el nivel de importancia, los cuales deberán dar un resultado de 0 al 4 dependiendo de las fichas del levantamiento de información.

**Tabla 16.** Vulnerabilidad Económica.

| Variable de Vulnerabilidad        |                              | Valores de Indicador | Valores de Ponderación | Valor Máximo |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Necesidades básicas insatisfechas | Menor a un salario mínimo    | 10                   | 1                      | 10           |
|                                   | Entre 1 y 2 salarios mínimos | 5                    |                        |              |
|                                   | Más de 3 salarios mínimos    | 1                    |                        |              |
| Tipo de vivienda                  | Edificios                    | 10                   | 2                      | 10           |
|                                   | Casa o villa                 | 5                    |                        |              |
|                                   | Mediagua                     | 10                   |                        |              |
|                                   | Rancho, covacha, choza       | 10                   |                        |              |
| Hacinamiento                      | Menor a 4 personas           | 1                    | 2                      | 10           |
|                                   | Entre 5 y 7 personas         | 5                    |                        |              |
|                                   | Más de 8 personas            | 10                   |                        |              |

|                      |               |    |   |    |
|----------------------|---------------|----|---|----|
| Actividad Productiva | Empleado fijo | 1  | 1 | 10 |
|                      | Desempleado   | 10 |   |    |
|                      | Ama de casa   | 10 |   |    |
| TOTAL                |               |    |   | 50 |

**Fuente:** Metodología de evaluación de vulnerabilidad GAD Portoviejo e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2015, (CISP, 2007).

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

La segunda matriz de la variable de vulnerabilidad económica nos muestra los indicadores y las ponderaciones establecidas por ingresos económicos, tipo de vivienda, números de personas para determinar hacinamientos en las viviendas y la actividad productiva por personas que habitan dentro de la misma.

**Tabla 17.** Vulnerabilidad Educativa.

| Variable de Vulnerabilidad   |                     | Valores de indicador | Valores de ponderación | Valor Máximo |
|------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Nivel educativo              | Ninguno             | 10                   | 1                      | 10           |
|                              | Primaria incompleta | 10                   |                        |              |
|                              | Secundaria          | 5                    |                        |              |
|                              | Superior            | 1                    |                        |              |
| Programas de Educación       | Si                  | 1                    | 2                      | 2            |
|                              | No                  | 5                    |                        |              |
| Comité de Gestión de Riesgos | Si                  | 1                    | 1                      | 5            |
|                              | No                  | 5                    |                        |              |
| TOTAL                        |                     |                      |                        | 17           |

**Fuente:** Manual Básico para la Estimación del Riesgo - Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI Lima-Perú, 2006.

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

La tercera matriz nos define el nivel de vulnerabilidad educativa, con relación a los niveles de educación formal de las personas o integrantes de cada familia, además, de los programas de educación y preparación para emergencias o desastres, así mismo como la conformación del Comité de Gestión de Riesgos para la prevención, mitigación y respuesta de la comunidad ante un evento peligroso.

**Tabla 18.** Vulnerabilidad de Elementos Esenciales.

| Vulnerabilidad de elementos esenciales  |                           | Valores de Indicador | Valores de Ponderación | Valor Máximo |
|---|---------------------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Brigadas de Emergencias   | Si existen                | 1                    | 0,5                    | 5            |
|   | No existen                | 10                   |                        |              |
|   | Existen pero no funcionan | 10                   |                        |              |
| Puntos de Encuentro   | Si                        | 1                    | 0,5                    | 5            |
|   | No                        | 10                   |                        |              |
| Rutas de evacuación<br>Alarmas Comunitarias<br>Planes Familiares de<br>Emergencia | Si                        | 1                    | 0,5                    | 5            |
|   | No                        | 10                   |                        |              |
| TOTAL   |                           |                      |                        | 15           |

*Fuente:* Metodología de Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal (PNUD – SGR, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

La cuarta matriz está relacionado con la reducción del riesgo a nivel comunitario y nos permite evaluar el nivel de vulnerabilidad de los elementos esenciales existentes en el sector o área e estudio mediante la verificación de los recursos humanos existentes los cuales son importantes en caso de suscitarse un evento peligroso sea este de origen natural o antrópico el cual se puede presentar como emergencia o desastre, así como los recursos humanos y materiales para la mitigación ante los flujos de escombros.

## **CAPITULO IV**

### **4. RESULTADOS ALCANZADOS POR OBJETIVO**

#### **4.1. Resultado del Objetivo Específico 1**

Establecer las zonas susceptibles y de amenaza por flujos de escombros dentro del área de estudio.

Para dar cumplimiento a este objetivo se definieron los factores o variables que expresan mayor tendencia del terreno a la generación de flujos de escombros, dentro de la susceptibilidad como factores condicionantes y dentro de la amenaza como factores desencadenantes, donde se incorporan operaciones matemáticas dentro de las herramientas SIG, teniendo en cuenta los valores de cálculo y el porcentaje de sus pesos asignados, los cuales fueron establecidos según su importancia relativa. Además, de vincularlos con las ponderaciones respectivas que utiliza la Secretaria de Gestión de Riesgos. Una vez obtenidos los resultados se relacionaron con los valores de índice que establecen tres categorías para zonas de susceptibilidad y amenaza en rangos de Bajo, Medio y Alto.

##### **4.1.1. Cálculo de Susceptibilidad**

Para obtener el resultado del cálculo de la susceptibilidad, se transformaron en formato ráster las capas vectoriales de cada uno de los factores condicionantes escogidos: Geológico – Litológico, Geomorfológico, Pendiente, Hidrogeología, Uso y Ocupación de Suelo, asignándoles valores de cálculo a las celdas de las imágenes ráster, establecidos por nivel de importancia (véase tabla 21), donde se realizó una multiplicación de dichos factores mediante algebra de mapas, los mismos que se relacionan con los rangos de índice.

**Tabla 19.** Clasificación y descripción de los niveles de susceptibilidad.

| Clase | Índice   | Clasificación de Susceptibilidad por Flujos de Escombros | Descripción de la Susceptibilidad   |
|-------|----------|--|---|
| I     | 1 – 33   | Bajo   | Áreas estables con probabilidad escasa de flujos, no presenta alteraciones visibles que puedan afectar la infraestructura y obras que se encuentran ligadas al suelo. |
| II    | 34 – 66  | Medio  | Áreas con probabilidad relativa de presentar flujos, perceptibles que causan alteración y posible daño menor.   |
| III   | 67 – 100 | Alto   | Área probable de producir flujo visible con consecuencias perjudiciales.  |

*Fuente:* Mora Varhson, 1992.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### 4.1.1.1. Análisis de los Factores Condicionantes

##### 4.1.1.1.1 Factores Geológicos – Litológicos (SGL)

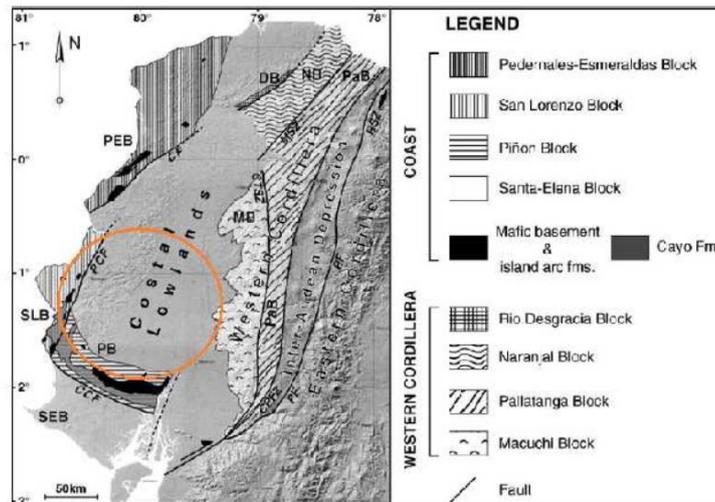
#### Geología Regional

El Ecuador continental está ubicado al noroccidente de Sudamérica, su geodinámica está controlada por el proceso de subducción entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Se estima que este proceso comenzó desde el Oligoceno tardío (Gutscher, Malavieille, Lallemand & Collot, 1999) con una dirección N83<sup>0</sup>E (Kendrick, *et al.*, 2003) y a una velocidad entre 55 – 58 mm/año (Trenkamp, Kellogg, Freymueller & Mora, 2002).



Sudamericana en el NW durante el periodo Cretácico – Cenozoico. Nuevos análisis de 40 Ar/39Ar en rocas del basamento cristalino y máficos de la formación Piñón, presentan edades de (88±1.6 Ma) que corresponde al Turoniano tardío-Coniaciano (Cretácico Superior).

**Mapa 5.** Tectónico estratigráfico de las unidades de antearco de la Costa Ecuatoriana, en el círculo se resalta la Cuenca de Manabí.



*Fuente:* Luzieux, 2006.

Sobre los bloques Piñón y San Lorenzo tenemos las series vulcano sedimentarias que constituye la Formación Cayo. Las lutitas silíceas de la Formación Cayo (Paleoceno), se depositaron en un ambiente marino a profundidades abisales. La Formación San Eduardo (Eoceno Medio) que se depositó en la Cuenca de Manabí sobre la Formación Cayo, es un cuerpo calcáreo de secuencias turbidíticas con estructura y facies complicadas las que probablemente culminan en un arco insular.

El Oligoceno Superior-Mioceno con una sedimentación relativamente homogénea, de Norte a Sur de la Costa Ecuatoriana y consta de formaciones Zapotal, Dos Bocas y Villingota. La formación Zapotal compuesta de conglomerados con elementos silíceos que corresponden a sedimentos continentales fluviales y de estuario marino, esta formación puede ser el límite de la discontinuidad basal del Neógeno. La Formación Dos Bocas consiste en arcillas y limos de color café oscuro del Mioceno inferior y Mioceno Medio, las facies arcillosas indican un ambiente marino litoral de cuenca cerrada. La Formación Villingota está compuesta de limos diatomáceos con fósiles, arcillas y limos calcáreos, esta sobre yacida por limos

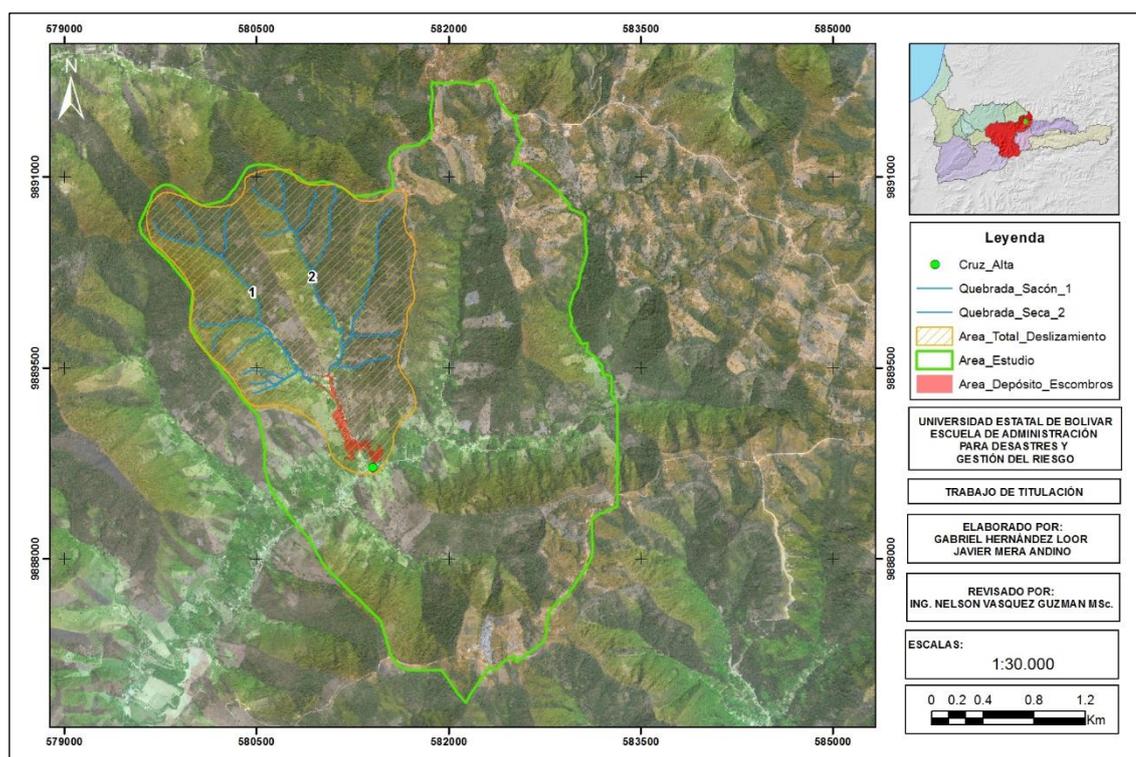
calcáreos de la Formación Progreso con un ambiente deposicional de plataforma somera; contiene también intercalaciones de niveles de arenas más gruesas.

El Plio-Cuaternario, durante el cual las diferentes cuencas no muestran la misma uniformidad de evolución, está formado por sedimentos detríticos marinos litorales, que indican un ambiente deposicional de cuenca marina en proceso de relleno (Eguez, *et al.*, 1991).

### **Geología Local**

El deslizamiento denominado flujo de escombros, abarca un área de 319,93 ha, calculado dentro de su nomenclatura las cuales se conforman por, cabeza, cuerpo, pie y base de deslizamiento, un área de deposición de escombros de 5,66 ha, dentro del análisis Geológico los depósitos aluviales se encuentran Inter digitados con secuencias coluvio torrenciales provenientes del sistema de drenaje de las quebradas, y han generado su desplazamiento en algunos tramos. Las unidades más recientes, relacionadas con la actividad antrópica son las zonas inestables, zonas de relleno y cortes antrópicos. El análisis fotogeológico fue base para determinar la Geología local y la Geología estructural con ella se pudo establecer una relación entre los rasgos someros observados en la superficie dentro de la comunidad. Además, de la identificación de las formaciones Geológicas.

**Mapa 6.** Áreas de referencia para deslizamientos por Flujos de Escombros.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## Formación Borbón

(Mioceno Superior – Plioceno). (Smith, 1946), definió como la zona que se presenta con un nivel inferior de areniscas de grano medio a grueso localmente conglomerático en bancos métricos de color amarillento intercalada con algunos niveles calcáreos que contienen abundantes microfósiles. En la parte superior de la Formación predominan arcillas con intercalaciones de areniscas y limolitas, las arcillas son de color gris verdoso, en algunos lugares se presentan propiedades bentónicas. En las cercanías a Progreso la meteorización de los niveles superiores de la Formación Borbón ha dado lugar a la formación de suelos lateríticos.

## Formación Onzole (Mioceno Medio-Superior)

La formación se presenta con arcillas y limolitas laminadas de color azul y café verdoso, en afloramientos no meteorizados, tornándose arenosa de color gris en la parte alta; las capas contienen a veces una fauna rica en foraminíferos y moluscos.

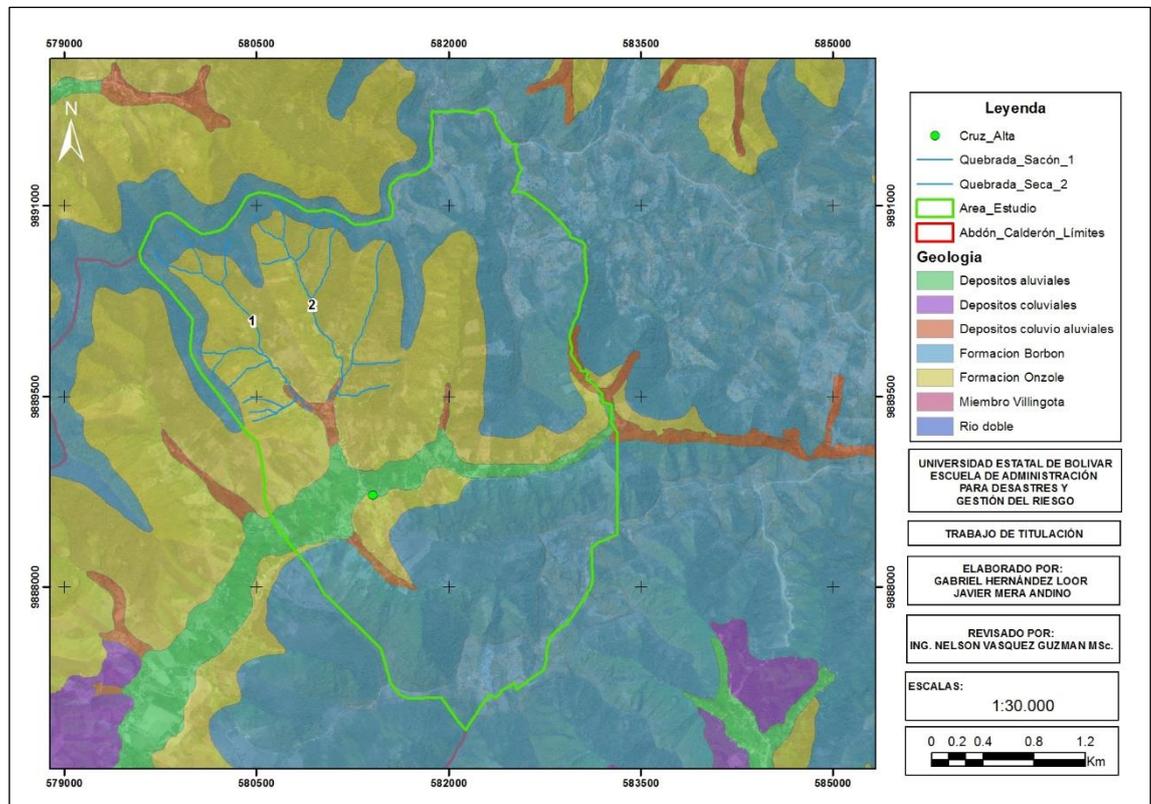
## Depósitos Coluvio Aluviales (Cuaternario)

Son depósitos de “piedemont” que están formados por arenas, limos, arcillas y fragmentos de formaciones preexistentes que se han desprendido de las partes altas.

## Depósitos Aluviales (Holoceno)

Está formado por depósitos de arenas y limos, que cubren las cuencas hidrográficas presentes de la zona. Su potencia está estimada en 10 metros.

**Mapa 7.** Componentes geológicos presentes en el área de estudio.



*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## Litología

Para la determinación somera de la composición de suelos se evidenció material litoestratigráfico en cortes de carreteras y afloramientos. El tipo de suelo que se observa en toda el área, en la parte superficial 0,10 a 0,50 m. de suelo orgánico color

café oscuro, le sigue una capa de 1 – 1,5 m. de arcilla plástica, continúa con un estrato de lutita compacta de color pardo amarillento en la parte superior y verde hacia la base.

**Tabla 20.** Control litológico superficial de la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo.

| Prof. (m)   | Litología        | Observaciones                 |
|-------------|------------------|-------------------------------|
| 0.10 - 0.50 | Suelo Orgánico   | Suelo organico sobresaturado  |
| 1.0 - 1.5   | Arcilla Plástica | Suelo expansivo               |
|             | Lutita Compacta  | Estrato sedimentario compacto |

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Las lutitas se rompen fácilmente en astillas y en contacto con el agua se convierten en material plástico que se mueven rápidamente, generando fenómenos de deslizamiento en zonas de alta pendiente, y en zonas de baja pendiente, generan agrietamientos y reptación. Los suelos de grano fino (arcillosos) contienen espacios vacíos muy pequeños y son impermeables, por lo que no retienen el agua; su comportamiento depende entonces de la película de agua existente entre sus partículas.

**Fotografía 17.** a) Afloramiento lutítico y en la parte superior arcilla con material orgánico, b) Arcilla limosa y material orgánico.



**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Fotografía 18.** Lutita compacta de color pardo amarillento, subyace al material arcilloso.



*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Dentro de la información cartográfica existente del Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM), se encuentran las siguientes composiciones:

**Areniscas de grano medio a grueso en bancos compactos con fósiles**

Suelos franco arcillosos en la superficie y francos a profundidad, bien drenados, moderadamente profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad alta.

**Areniscas arcillosas amarillentas poco compactas de grano fino a medio**

Suelos arcillosos en la superficie y franco arcillosos a profundidad, buen drenaje, moderadamente profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad alta.

**Areniscas color pardo amarillento con intercalaciones arenosas**

Suelos francos en la superficie y franco arcillosos a profundidad, buen drenaje, poco profundos, pH ligeramente ácido, fertilidad alta.

### **Cantos subredondeados y gravas en matriz limo arenosa**

Suelos franco arenosos, bien drenados, poco profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad alta.

### **Arenisca limosa color amarillento con presencia de fósiles**

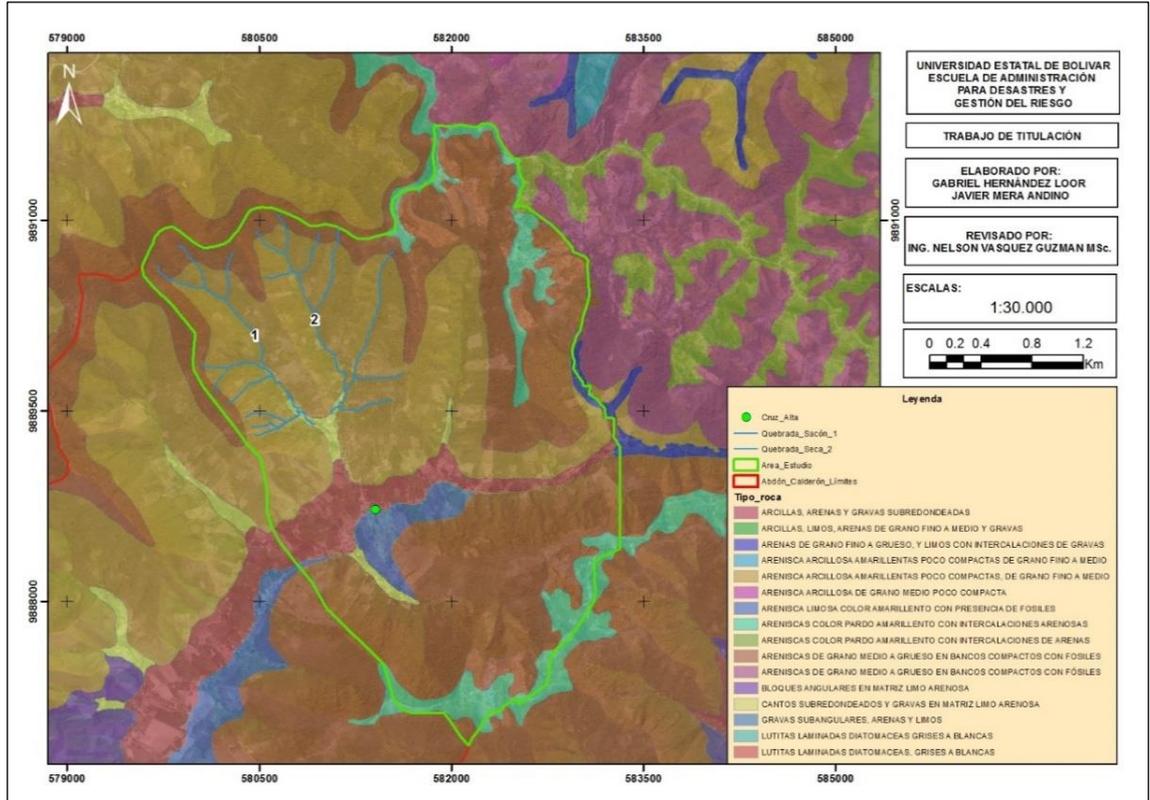
Suelos agrietados, arcillosos a franco arcillosos, drenaje moderado, moderadamente profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad alta.

### **Arcillas arenas y gravas subredondeadas**

Suelos franco arcillosos, bien drenados, moderadamente profundos, pH prácticamente neutro, fertilidad alta.

Se puede apreciar en el siguiente gráfico. Que los flujos escombros del evento suscitado el 28 de febrero de 2017, se encuentran encauzados por la formación Onzole y dentro del área de depósitos coluvio aluviales, los cuales son compatibles con los tipos de rocas subredondeadas y gravas en matriz limo arenosa.

**Mapa 8.** Componentes litológicos presentes en el área de estudio.



*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 21.** Resultados del factor geológico-litológico (S<sub>GL</sub>).

| Indicador (Factor)                        | Formación Geológica         | Composición Litológica   | Área (ha) | % de Área | Valor Cálculo | Peso |
|---|-----------------------------|--|-----------|-----------|---------------|------|
| Geológico – Litológico (S <sub>GL</sub> ) | Formación Borbón            | Areniscas de grano medio a grueso en bancos compactos con fósiles.   | 492,87    | 47,14     | 4             | 2.5  |
|   |                             | Areniscas color pardo amarillento con intercalaciones arenosas.      | 72,53     | 6,93      | 3             |      |
|   | Formación Onzole            | Arenisca limosa color amarillento con presencia de fósiles.          | 29,09     | 2,78      | 5             |      |
|   |                             | Arenisca arcillosa amarillenta poco compacta, de grano fino a medio. | 374,62    | 35,83     | 5             |      |
|   | Depósitos coluvio aluviales | Cantos subredondeados y gravas en matriz limo arenosa.               | 12,76     | 1,22      | 2             |      |
|   |                             | Arenas de grano fino a grueso y limos con intercalaciones de gravas. | 3,09      | 0,30      | 2             |      |
|   | Depósitos aluviales         | Arcillas, arenas y gravas subredondeadas.                            | 60,64     | 5,80      | 4             |      |

*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

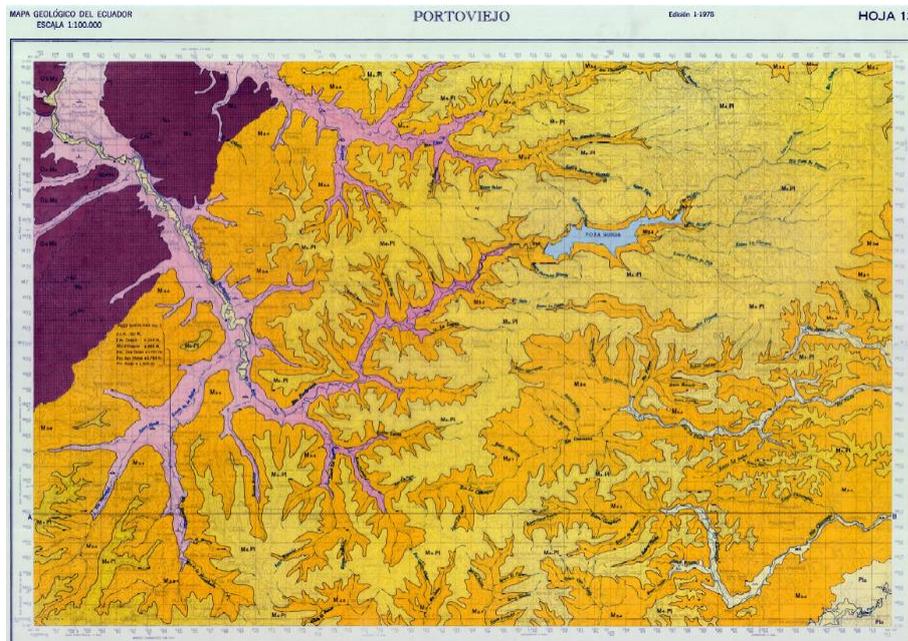
#### 4.1.1.1.2 Factores Geomorfológicos (SGM)

Dentro de la información de campo se pudo realizar un reconocimiento de rasgos geomorfológicos con un modelo digital de terreno (MDT, 2010), el mismo que se obtuvo del proyecto SIGTIERRAS, con un tamaño de pixel de 3 metros en el software ArcGIS, unidades macro, zonas de relleno y cortes.

#### Tectónica

La zona que abarca la Hoja de Portoviejo del Mapa Geológico del Ecuador a Escala 1:100.000, no ha sufrido mayor influencia tectónica durante el terciario, pues los estratos sedimentarios presentan una disposición igual al de su deposición. En la parte Norte de la Hoja donde afloran estratos de los miembros Dos Bocas y Villingota se nota una ligera influencia del anticlinal de Tosagua del cual estos estratos forman el flanco occidental. La base de la Borbón en el sur del mapa, declina débilmente desde los 400m de altura en el Oeste, hasta 150m en el Este.

**Gráfico 18.** Unidades morfológicas, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, Dirección General de Geología y Minas. Asistencia Técnica del Gobierno de Gran Bretaña.



**Fuente:** Instituto Nacional de Investigación Geológico Mineral Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

Definiremos las principales micro geformas del área de estudio para categorizarlas de acuerdo al Proyecto Generación de Geo información para la Gestión

del Territorio a Nivel Nacional, que se realiza bajo la coordinación y soporte de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo – SEMPLADES, está considerado el estudio Geomorfológico, que se lo desarrolla con la participación del IEE, MAGAP a través del SINAGAP e INIGEM, para obtener productos que coadyuven a la Gestión Territorial.

Donde se describe sus particularidades y formas que presentan los diferentes elementos con valores cualitativos y cuantitativos, donde se asignan pesos de ponderación. Se diferencian las formas de la superficie más diferenciadas en el área de estudio a continuación:

### **Superficie Disectada de Mesa (S2)**

Todas estas geoformas se ubican en el extremo oriental del cantón; litológicamente asociadas a la formación Borbón, que está claramente diferenciado en este cantón por su variada litología, así por ejemplo, en el sector de la Victoria Adentro y la Victoria Afuera, encontramos una arenisca limosa color amarillento con presencia de fósiles; en los sectores de La Tablada de Chirimoya, Los Ranchos, Punta de Piedra, Las Lozas, La Tranquila, San Miguel, Los Colorados, Palma Junta, La Cucaracha, El Cruce, El Guarumo de Arriba, La Delicia, Chone y Las Cruces se evidenciaron areniscas color pardo amarillento con intercalaciones arenosas y que corresponde a la gran parte de estas geoformas a lo largo de todo el Cantón. Cabe recalcar que en el sector más oriental, en los sectores de Estero Las Pulgas, Caña Brava, La Palmira, El Progreso, Lisandro, Palma Sola y Noventa y dos encontramos una arenisca de grano fino a medio con recubrimiento de ceniza volcánica, ya que en la parte superficial encontramos suelos rojizos (lateríticos).

Se caracterizan por tener desniveles relativos de 5 a 50m con pendientes que oscilan del 5 al 25, cuyas longitudes de vertiente no superan los 250m.

La cobertura vegetal en esta zona generalmente es arbustiva, arbórea y herbácea. Esta unidad Geomorfológica cubre 4057,23 ha, lo que representa el 4,21% de la superficie total del Cantón.

### **Coluvio Aluvial Antiguo (Co)**

Estos depósitos se encuentran repartidos por todo el Cantón, y son el resultado de la erosión de las partes altas de los relieves primarios mediante redes de drenaje para posteriormente ser transportados, litológicamente comprenden depósitos coluvio aluviales, es decir, gravas hasta bloques subangulares en matriz limo-arcillosa.

Se caracterizan por tener una pendiente que oscila del 2 al 25% y un desnivel relativo de 0 a 15 m.

La cobertura vegetal en estas zonas es generalmente arbustiva, y herbácea en menor proporción, esta unidad Geomorfológica cubre 2862,53 ha, lo que representa el 2,97 % de la superficie total del Cantón.

### **Vertiente de Mesa (S4)**

Constituyen las geoformas más representativas en el extremo oriental del Cantón, principalmente se presentan en los sectores de Maconta Arriba, Los Cañales, San Vicente, El Paraíso, Los Garcías, Mocochoal, El Sajón, Los Laureles, La Paja, El Tigre, Roncón, La Laguna, El Cruce, y La Delicia; Litológicamente está asociado a la formación Borbón y a la Formación Onzole, en el primer caso con pendientes que oscilan de 12 hasta el 100% y a desniveles de 25 hasta 200m y que se presentan a continuación de las cornisas de mesa o de los testigos de cornisa de mesa, constituidos principalmente por areniscas de grano fino a medio recubiertos con ceniza volcánica en los sectores antes descritos en las superficies disectadas de mesa y para las vertientes de mesa de la formación Onzole, con pendientes que oscilan del 12 al 70 % y con desniveles relativos de 25 hasta 200 m, compuestos por una arenisca limosa, es decir material más fino a las anteriores.

La cobertura vegetal en estas zonas está representada por cobertura arbustiva, arbórea y en menor proporción por cultivos semipermanentes, permanentes y anuales.

Esta unidad cubre 28869,44 ha, lo que representa el 29,97% de la superficie total del Cantón.

### **Testigo de Cornisa de Mesa (S5)**

Ubicados en una pequeña franja al centro oriente del Cantón; específicamente en los sectores de Mata de Cade, El Congo, San Vicente, La Madera Adentro y Los Pocitos; estas geoformas son producto de la erosión de mesas antiguas depositadas de origen marino. Litológicamente están asociadas a la formación Borbón. Es decir, con areniscas color amarillento de grano medio a grueso compactas, con presencia de fósiles.

Morfológicamente tienen cimas agudas y vertientes rectilíneas; a 100m con pendientes que oscilan de 40 a 100% y cuya longitud de vertiente está en el rango de 50 a 250m.

La cobertura vegetal en esta zona generalmente es arbórea y arbustiva esta unidad Geomorfológica cubre 1446,46 ha, lo que representa el 1,5% de la superficie del Cantón.

### **Terraza Media (Tm)**

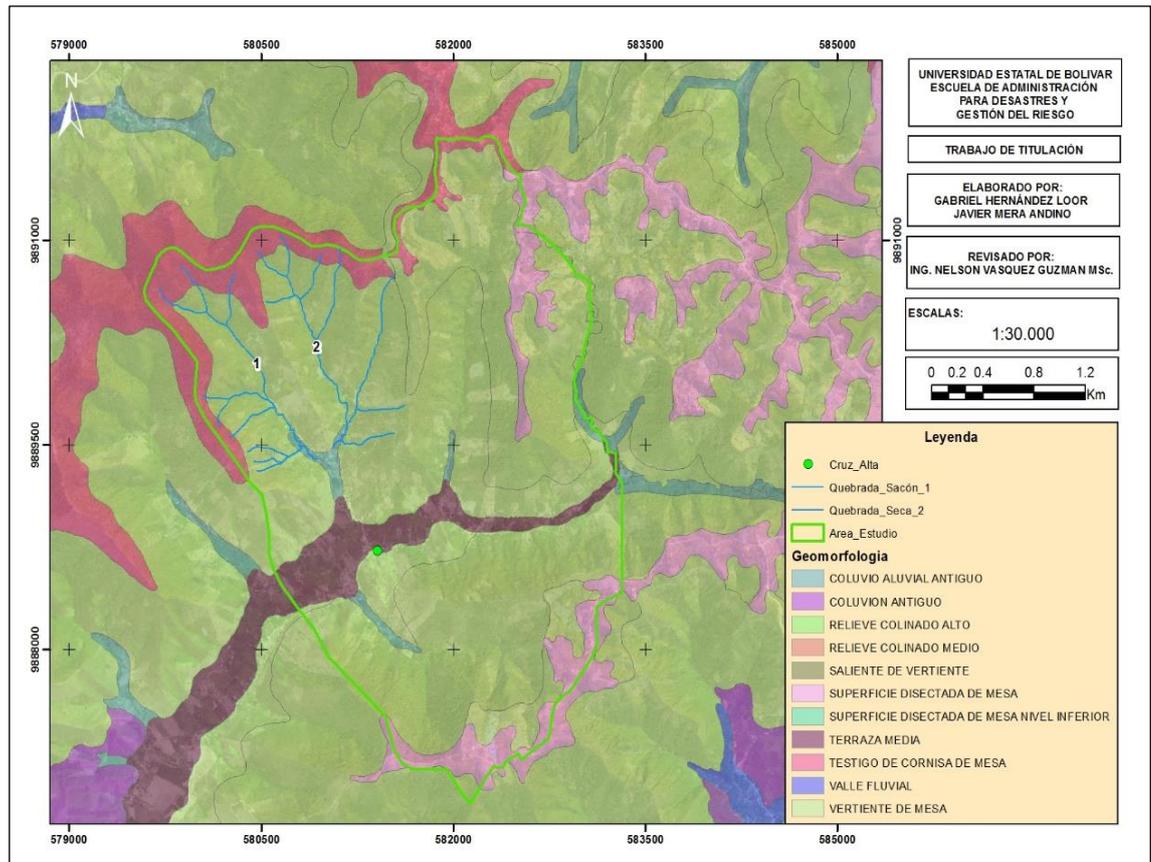
Cubren gran parte del Cantón, sobre todo en los principales drenajes como es el caso del Río Portoviejo, que cruza SSE – NNW, hasta desembocar en el Océano; también los principales drenajes de los Ríos: Portoviejo, todos estos con dirección ESE – WNW.

En cuanto a sus parámetros morfométricos, la pendiente es plana a muy suave 0 al 5 % y un desnivel relativo de 0 a 5 m.

Comprende depósitos aluviales compuestos de arcillas, arenas, gravas, subredondeadas principalmente.

La presencia de cultivos semipermanentes, anuales, cobertura vegetal arbustiva y arbórea aparecen en estas zonas, cubren un área de 11694,26 ha lo que representa el 12,14% de la superficie total del Cantón.

**Mapa 9.** Componentes Geomorfológicos presentes en el área de estudio.



**Fuente:** Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 22.** Resultados del factor Geomorfológico (S<sub>GM</sub>).

| Indicador (Factor)                    | Unidad Morfológica           | Descripción  | Área (ha) | % de Área | Valor Cálculo | Peso       |
|---------------------------------------|------------------------------|--|-----------|-----------|---------------|------------|
| <b>Geomorfología (S<sub>GM</sub>)</b> | Superficie Disectada de Mesa | Esta forma de relieve presenta condiciones similares de origen que la anterior, diferenciándola por su alto grado de disección.  | 62,24     | 5,95      | 2             | <b>1.5</b> |
|                                       | Coluvio Aluvial Antiguo      | Presenta un origen semejante al coluvio aluvial reciente, puede mostrar cierto grado de disección, cubierto con vegetación pionera muy desarrollada, que indica cierto nivel de madurez o antigüedad.                                | 15,84     | 1,52      | 3             |            |
|                                       | Vertiente de Mesa            | Superficie inclinada de una mesa, correspondiente a sus laderas, con pendientes principalmente fuertes, que van desde la cornisa de mesa hasta el pie.   | 836,81    | 80,03     | 4             |            |
|                                       | Testigo de Cornisa de Mesa   | Forma de relieve de tipo residual, resultante de los procesos de erosión a los que ha sido sometida la cornisa de mesa, generalmente son relieves de cimas agudas y vertientes rectilíneas o cóncavas.                               | 70,08     | 6,70      | 5             |            |
|                                       | Terraza Media                | Superficie plana limitada por un escarpe, ubicada por encima de la terraza baja; corresponde a un antiguo nivel de sedimentación de río. Presenta pendientes de hasta 5%, debido a que ha sido ya modelado por los agentes erosivos. | 60,64     | 5,80      | 1             |            |

*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### 4.1.1.1.3. Factor Pendiente (Sp)

Se establece la pendiente de la zona de estudio mediante el cálculo del porcentaje de inclinación del terreno, referente a información y datos correspondientes al proyecto SIGTIERRAS, del MAGAP-PRAT 2013, el cual tuvo como objetivo implementar conjuntamente con el GAD de Portoviejo, un sistema catastral del área rural, eficiente, confiable, moderno y que permita su actualización continua. Además, de su vínculo al Registro de la Propiedad Inmobiliaria, el mismo que comprende la toma de fotografías aéreas y la elaboración de ortofotos y los respectivos modelos digitales de elevaciones (MDE).

Se detalla a continuación la elaboración del mapa de pendientes en base a la información obtenida del proyecto SIGTIERRAS:

- 1) Se elaboró un mosaico raster general con 29 fotografías que fueron levantadas por cuadrantes dentro del proyecto SIGTIERRAS.
- 2) Se generó un Slope, con la herramienta de análisis espacial, para la primera categorización de las pendientes.
- 3) Luego se procedió con una reclasificación de la información con cinco rangos respectivamente.

**Tabla 23.** Rangos, niveles y valor de cálculo considerados para pendientes.

| Rangos (%) | Nivel de Pendiente | Valor Cálculo |
|------------|--------------------|---------------|
| 0 – 12     | Muy Bajo           | 1             |
| 12 – 24    | Bajo               | 2             |
| 24 – 36    | Medio              | 3             |
| 36 – 48    | Alto               | 4             |
| >48        | Muy Alto           | 5             |

*Fuente:* MAGAP-PRAT, 2013.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

- 4) Se transformó el resultado del proceso de reclasificación a tipo vectorial para su posterior representación dentro de un mapa.

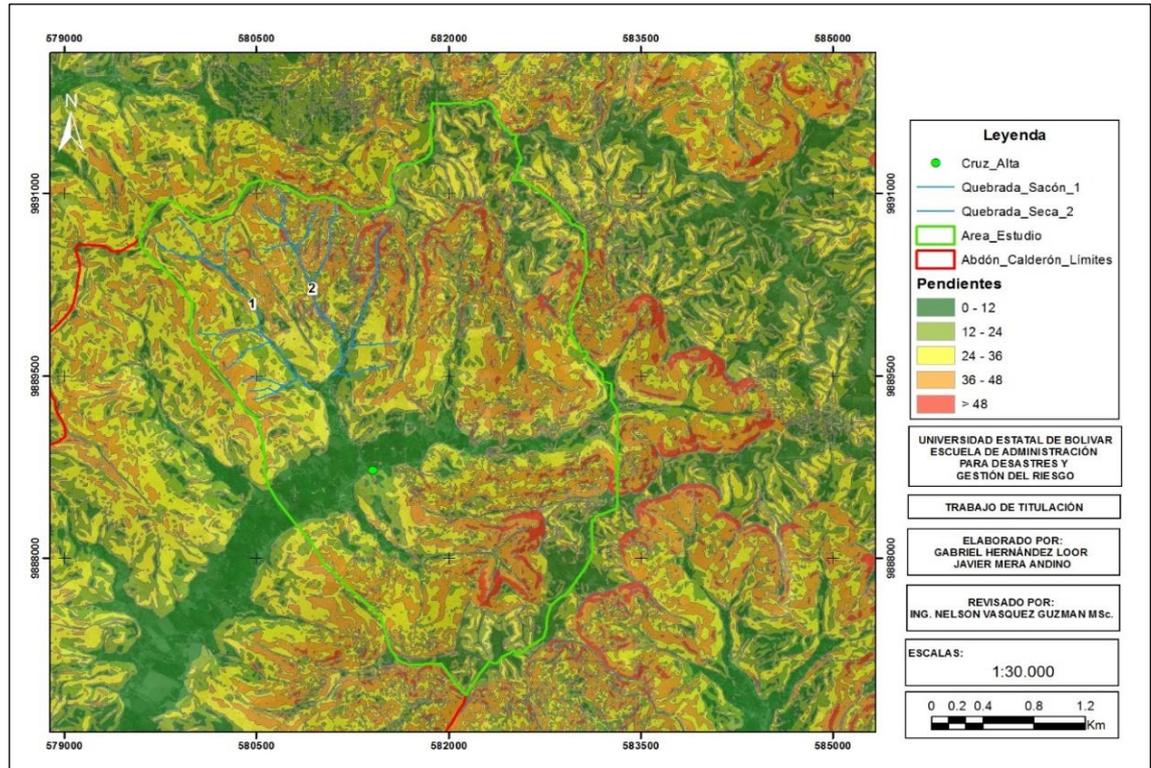
Se caracterizó 5 niveles de pendiente con rangos aplicados acorde a la realidad del relieve existente dentro del área de estudio, tomando como referencia los rangos que establece la tabla de la Secretaría de Gestión de Riesgos, con el objetivo de determinar la inclinación de forma cuantitativa y cualitativa; así tenemos:

Áreas que corresponden de 0 a 12% de inclinación, relativamente planas con una extensión de 166,78 ha, que representan el 15,95% del total de la zona de estudio, considerado con un nivel muy bajo con valor ponderado 1.

Áreas que corresponden de 12 a 24% de inclinación, catalogado como superficies casi planas con una extensión de 208,25 ha, que representan el 19,92% del total de la zona de estudio, considerado con un nivel bajo con valor ponderado 2.

Áreas que corresponden de 24 a 36% de inclinación, las cuales se identifican como superficies medianamente planas a onduladas con una extensión de 336,13 ha, que representan el 35,02% del total de la zona de estudio, considerado con un nivel medio con valor ponderado 3. Áreas que corresponden de 36 a 48% de inclinación, las cuales están catalogadas como superficies pronunciadas medias a fuertes con una extensión de 262,62 ha, que representan el 25,11% del total de la zona de estudio, considerado con un nivel alto con valor ponderado 4. Por último áreas con inclinaciones superiores a 48%, en rangos de fuerte a muy fuertes (escarpes), con una extensión de 41,84 ha que representan el 4,00% total de la zona, enmarcado dentro de una clasificación alta y un valor ponderado de 5.

**Mapa 10.** Porcentajes de pendientes presentes en el área de estudio.



*Fuente:* MAGAP-PRAT, 2013.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 24.** Resultados cualitativos y cuantitativos factor pendiente ( $S_P$ ).

| Indicador (Factor)       | Rangos de Pendiente | Descripción  | Área (ha) | % de Área | Valor Cálculo | Peso |
|--------------------------|---------------------|--|-----------|-----------|---------------|------|
| Pendiente en % ( $S_P$ ) | 0 – 12              | Plana a muy suave, comprende pendientes inadvertidas.                      | 166,78    | 15,95     | 1             | 2    |
|                          | 12 – 24             | Muy suave a suave, comprende pendientes con inclinación poco pronunciadas. | 208,25    | 19,92     | 2             |      |
|                          | 24 – 36             | Suave a media, comprende pendientes pronunciadas.                          | 366,13    | 35,02     | 3             |      |
|                          | 36 – 48             | Media a fuerte, comprende pendientes muy pronunciadas.                     | 262,62    | 25,11     | 4             |      |
|                          | >48                 | Fuerte a muy fuerte, comprende pendientes escarpadas.                      | 41,84     | 4,00      | 5             |      |

*Fuente:* MAGAP-PRAT, 2013.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### **4.1.1.1.4. Factor Hidrogeología (SHG)**

En el factor hidrogeológico, se analiza la relación entre la conducta de los movimientos de los cauces hídricos (almacenamiento y afloramiento) y a su paso por los materiales de las capas litológicas, principalmente de los estratos superiores que conforma el terreno; esta interacción influye directamente en las características del suelo que lo hace propenso o no a dicho comportamiento.

Como aspectos distintivos respecto a la hidrología de regiones con relieve apreciable, las llanuras en climas húmedos a subhúmedos son vastas áreas con muy pequeña pendiente superficial, donde los límites de cuencas son difusos o inexistentes, con cursos de agua someros y sin mayor desarrollo de una red de drenaje superficial, con niveles freáticos muy cercanos a la superficie del terreno y con suelos de granulometría predominantemente fina. Estos elementos hacen que el peso relativo de los componentes del ciclo hidrológico sea muy distinto al de los escenarios hidrológicos típicos.

De acuerdo al control litológico superficial se muestra en la primera capa que se compone de material orgánico con condiciones de sobresaturamiento, luego se muestra una capa de arcilla plástica la misma que tienes características de alta expansibilidad y luego tenemos un estrato de Lutita compacta, consecuentemente esta configuración litológica origina un medio impermeable capaz de estancar el agua y disminuir el cauce hídrico, formando acuíferos superficiales.

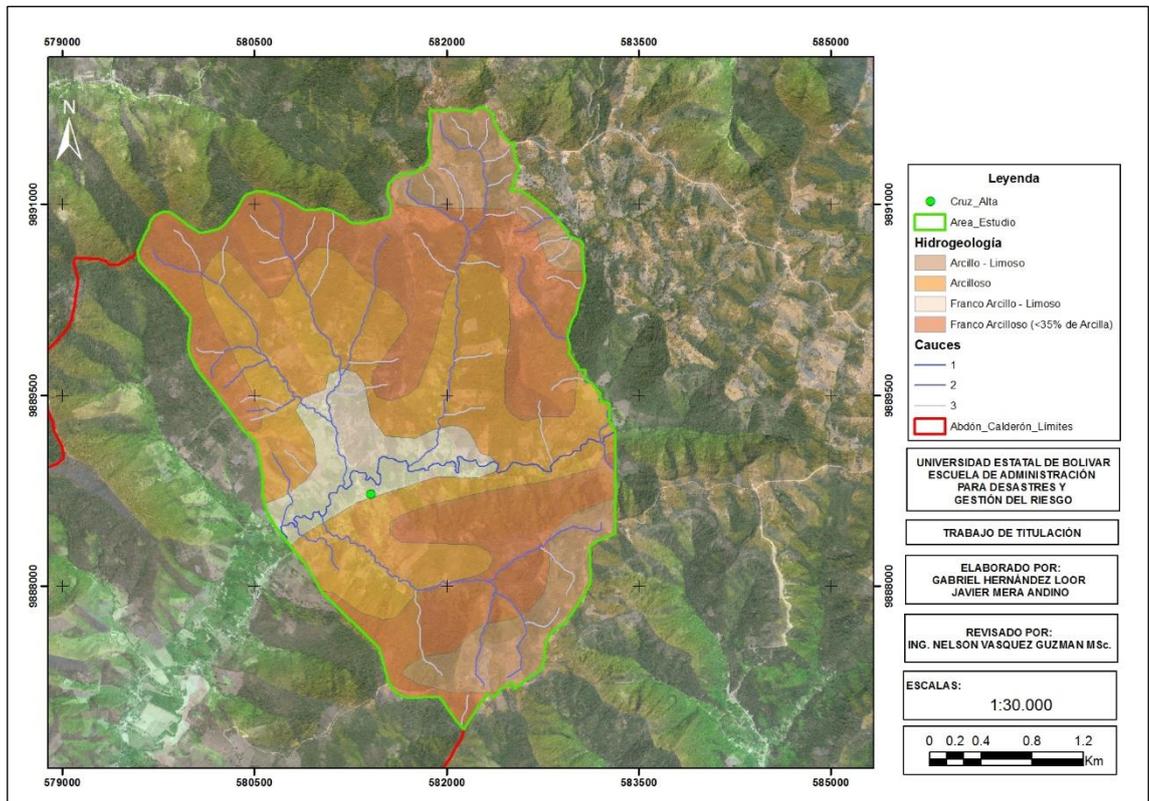
En base al evento suscitado se evidencian suelos descubiertos con grietas hacia las zonas altas, los mismos que permiten la infiltración del agua con mayor facilidad, debido a las fuertes precipitaciones durante temporadas invernales se obtendrían suelos sobresaturados.

El agua subterránea presenta posibilidades de un entrampamiento en las terrazas y aluviones. La Formación Borbón forma un buen acuífero suprayacente a las arcillas de la Formación Onzole.

Dentro de la elaboración del mapa hidrogeológico, se tomó de base la información del proyecto SIGTIERRAS, a partir del raster (MDT) y contornos generados se detallan los pasos que se siguieron a continuación:

- 1) **Create Fill:** En base a la información raster y con la ayuda de la caja de herramientas “Spatial Analyst tools”, “Hydrology”, se genera un fill, proceso que corrige imperfecciones dentro de la imagen, eliminando huecos o espacios vacíos que puedan generar errores.
- 2) **Flow Direction:** a continuación establecemos la dirección del flujo hidrológico de la pendiente con la herramienta flow direction.
- 3) **Flow Accumulation:** con el parámetro de dirección, se requiere establecer la acumulación de los cauces que fluyen hacia cada celda descendiendo sobre la pendiente por medio de la herramienta mencionada.

**Mapa 11.** Hidrogeología presente en el área de estudio.



*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 25.** Resultados cualitativos y cuantitativos factor hidrogeología (S<sub>HG</sub>).

| Indicador (Factor)               | Descripción                        | Max – Min Textura | Reclasificación | Área (ha) | % de Área | Valor Cálculo | Peso |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|---------------|------|
| Hidrogeología (S <sub>HG</sub> ) | Franco Arcillo - Limoso            | 35 - 3            | Media           | 97,48     | 9,32      | 2             | 1    |
|                                  | Arcilloso                          | 45 - 4            | Fina            | 382,92    | 36,62     | 3             |      |
|                                  | Arcillo - Limoso                   | 44 - 4            | Fina            | 147,29    | 14,09     | 3             |      |
|                                  | Franco Arcilloso (<35% de Arcilla) | 33 - 3            | Media           | 417,92    | 39,97     | 2             |      |

*Fuente:* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012).

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### 4.1.1.1.5. Factor Uso de suelo y Cobertura Vegetal (S<sub>U</sub>)

Este componente se encuentra relacionado a las actividades que realiza el hombre, quien transforma el relieve y cambia en ciertas zonas el uso del suelo, estas modificaciones alteran las características intrínsecas específicas o naturales del terreno, en relieves ondulados, al irrumpir de una u otra manera se condiciona a que aumente la inestabilidad en laderas y taludes con acciones como deforestación, remoción de tierra, perforaciones, rellenos, etc.

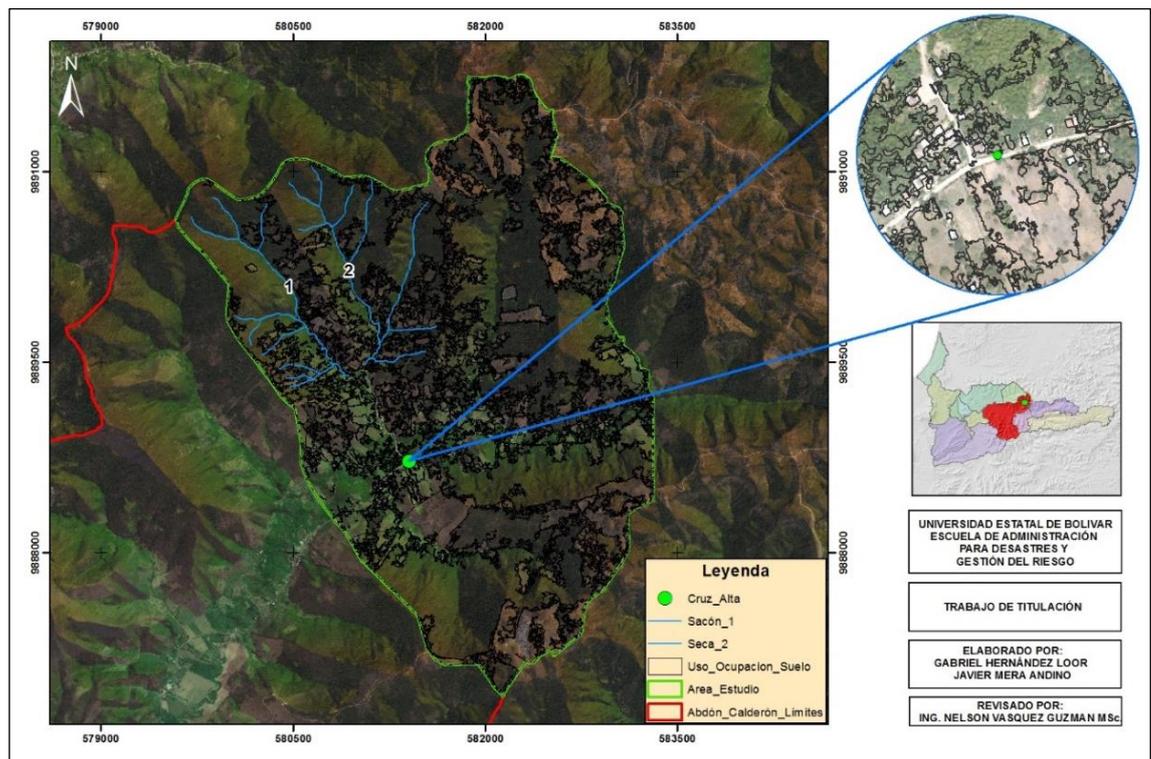
Se ha establecido para el análisis de este factor de uso de suelo y cobertura vegetal cuatro categorías claramente identificadas, que nos permitirán establecer rangos para vincularlos dentro de las fórmulas respectivas para calcular susceptibilidades, amenazas y posteriormente los riesgos existentes dentro del área de estudio.

Para el respectivo levantamiento de información, se utilizaron técnicas de teledetección y fotogrametría con equipos aéreos no tripulados “drones”, los cuales permitieron identificar las diferentes clases de coberturas existentes, se trabajó a un nivel de escala 1:1000 la cual se usa para fines catastrales.

El modelado se lo ejecutó en el programa ArcGIS, obteniendo una confiabilidad alta al momento de procesar la información mediante una clasificación de firmas espectrales supervisadas, donde se utilizaron herramientas de análisis espacial para la generalización de píxeles que forman el raster del área de estudio,

posteriormente se transformó el raster en formato vectorial para su corrección topológica con reglas de superposición de polígonos y espacios vacíos, tratando la capa de una manera que se ajuste totalmente a las áreas definidas dentro de las diferentes categorías de la cobertura y uso de suelos. Adaptándose, a las exigencias de un cálculo más real para su vertiginosa visualización, en el mapa que se muestra a continuación se puede observar el nivel de detalle de la capa generada.

**Mapa 12.** Nivel de ajuste de las categorizaciones de uso y ocupación de suelos.

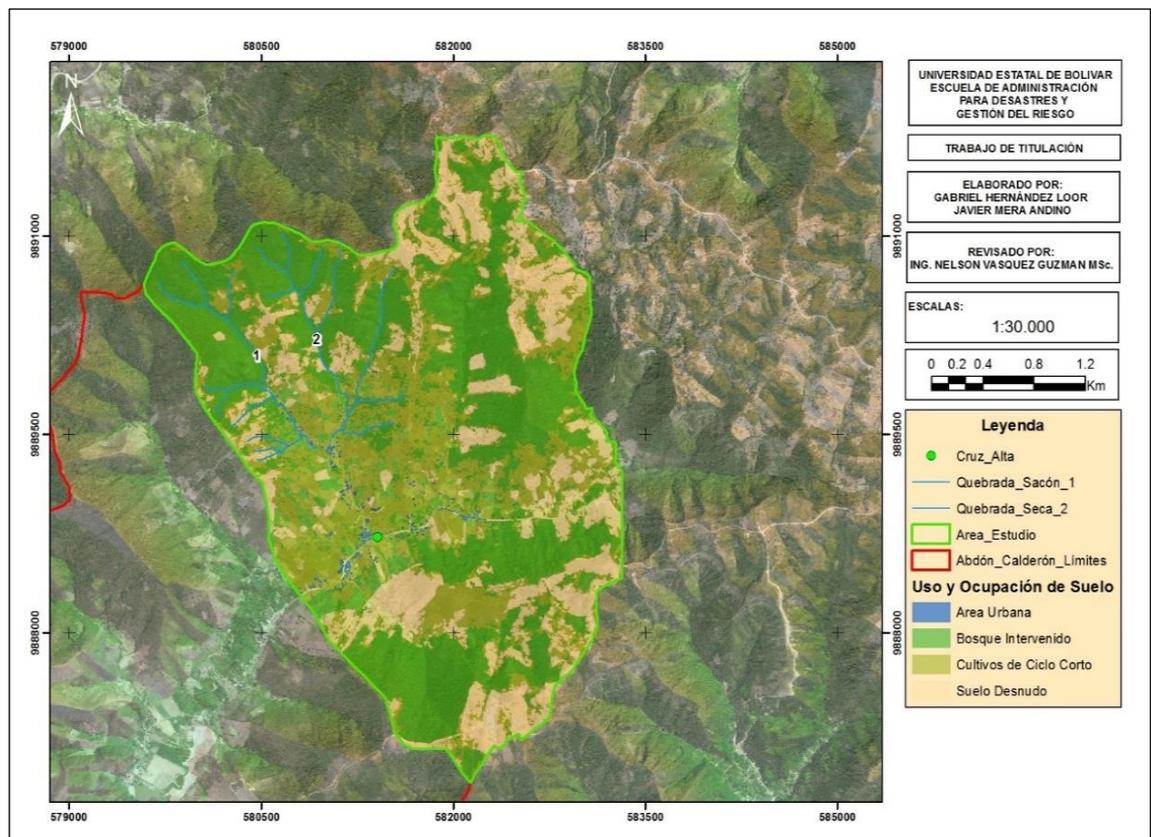


*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Dentro del área de estudio podemos encontrar una extensión de 2,77 ha que corresponde a un 0,26% categorizada como zona urbana, utilizada por la población con viviendas, infraestructura, obras civiles y servicios básicos deficientes, etc. En donde se ha evidenciado intervención como cortes, incremento de peso sobre laderas, interrupción de causas hídricas naturales, tomando de referencia la tabla de rangos de la Secretaria de Gestión de Riesgos (véase anexo 6), se calificó como nivel muy bajo con un valor ponderado de 1. La descripción de bosque intervenido, se delimita a un área de 592,76 ha, que comprende un porcentaje del área total correspondiente a 59,69%, clasificándolo dentro de un nivel bajo, con un valor ponderado de 2. Dentro

de la categorización cultivo de ciclo corto, se identifica con un área de 271,64 ha de extensión la cual comprende y se adjudica el 25,98% del total de la zona de estudio, clasificado en un nivel medio con su respectivo valor de ponderación 3. Por último, encontramos una clase correspondiente a suelos desnudos que representan mayor problema, debido a la falta de cobertura de protección y por ser altamente erosionables. Además, de padecer de meteorización y modificación de sus propiedades, el mismo que cuenta con un área de 178,44 ha la cual corresponde a un porcentaje del 17,07% del total de área de estudio, se categoriza de nivel alto con un valor ponderado de 4.

**Mapa 13.** Áreas del factor de Uso y Ocupación de Suelo presentes en el área de estudio.



**Fuente:** GADM del Cantón Portoviejo, proceso fotogramétrico con drones, 2018.

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 26.** Resultados cualitativos y cuantitativos factor Uso y Ocupación del Suelo (Su).

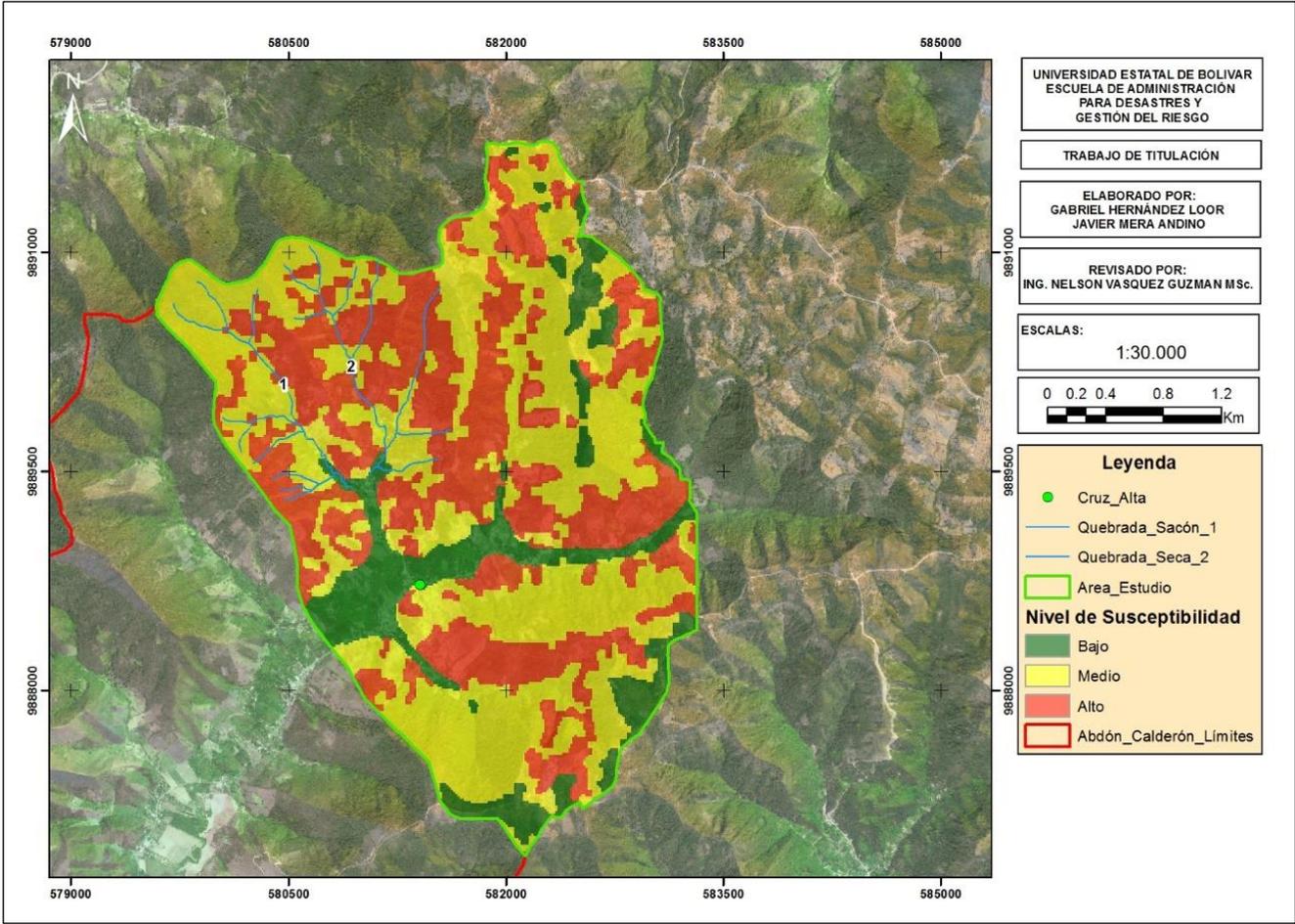
| <b>Indicador (Factor)</b>             | <b>Categoría</b>       | <b>Descripción</b>   | <b>Área (ha)</b> | <b>% de Área</b> | <b>Valor Cálculo</b> | <b>Peso</b> |
|---------------------------------------|------------------------|--|------------------|------------------|----------------------|-------------|
| <b>Uso y Ocupación del Suelo (Su)</b> | Área Urbana            | Zona donde se encuentran viviendas, obras civiles, infraestructura.              | 2,77             | 0,26             | 1                    | <b>2</b>    |
|                                       | Bosque Intervenido     | Eco sistema primario alterado antrópicamente de forma negativa para otros fines. | 592,76           | 56,69            | 2                    |             |
|                                       | Cultivo de Ciclo Corto | Áreas utilizadas para la agricultura.  | 271,64           | 25,98            | 4                    |             |
|                                       | Suelo Desnudo          | Áreas deforestadas con distintas finalidades.                                    | 178,44           | 17,07            | 5                    |             |

*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo, 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

# Resultado de Cálculo por Susceptibilidad a Deslizamiento por Flujos de Escombros dentro del Área de Estudio

Mapa 14. Niveles de Susceptibilidad por Flujos de Escombros.



Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### 4.1.2. Cálculo de la Amenaza

Para obtener el resultado del cálculo, se realizó la clasificación de la amenaza mediante un análisis cualitativo de los parámetros hidrológicos y geotécnicos definidos para el estudio, se transformaron en formato raster las capas vectoriales de los factores desencadenantes escogidos: Precipitaciones y Sismicidad, asignándoles valores de cálculo a las celdas de las imágenes según su nivel de importancia (véase tabla 21), se realizó la suma de ambos factores para posteriormente multiplicarlos con el resultado de susceptibilidad mediante algebra de mapas, lo cual permitió establecer los rangos de amenaza en base a los índices.

**Tabla 27.** Clasificación y descripción de los niveles de amenaza.

| Clase | Índice   | Clasificación de Amenaza por Flujos | Descripción de la Amenaza  |
|-------|----------|-------------------------------------|--|
| I     | 0 – 33   | Bajo                                | Áreas de movimientos relictos hasta la presente fecha, inactividad en los últimos 100 años, materiales litológicos de baja susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad de terrenos, pendientes suaves menores a 30° con discontinuidades favorables, zona de moderada restricción que permite el desarrollo de asentamientos humanos. |
| II    | 34 – 66  | Medio                               | Áreas con deslizamientos latentes, con pendientes medias en rangos de 30° a 55° con materiales moderadamente meteorizados y parcialmente saturados, sujeta a controles y estudios para determinar su uso.  |
| III   | 67 – 100 | Alto                                | Área con deslizamientos recientes, con pendientes mayores a 55° con discontinuidades desfavorables materiales intensamente meteorizados, saturados y muy fracturados. Establecida como área restrictiva para construcciones de carácter habitacional, debe ser intervenida inmediatamente.   |

*Fuente:* Mora Varhson, 1992.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.



La obtención de estos datos se los formalizó de diferentes Anuarios Meteorológicos en distintos años, en especial los que corresponden al periodo del fenómeno del niño de 1998, año que fue considerado como de mayor grado pluviométrico. Para establecer la cobertura referente a los datos de Isoyetas, se genera un geoproceto “buffer” dentro de la comunidad Cruz Alta de Miguelillo, el cual consta de 25 km de radio para identificar las estaciones meteorológicas que puedan aportar con información necesaria para ser interpolada. Obviamente, se entiende que el radio de cobertura para levantar información fiable es de 5 Km alrededor de la estación, pero debido a la falta de operatividad de estaciones meteorológicas que conlleva a la carencia de datos fundamentales en ciertas fechas, se decidió ampliar estos parámetros incorporando más información.

**Tabla 28.** Precipitación (Tp).

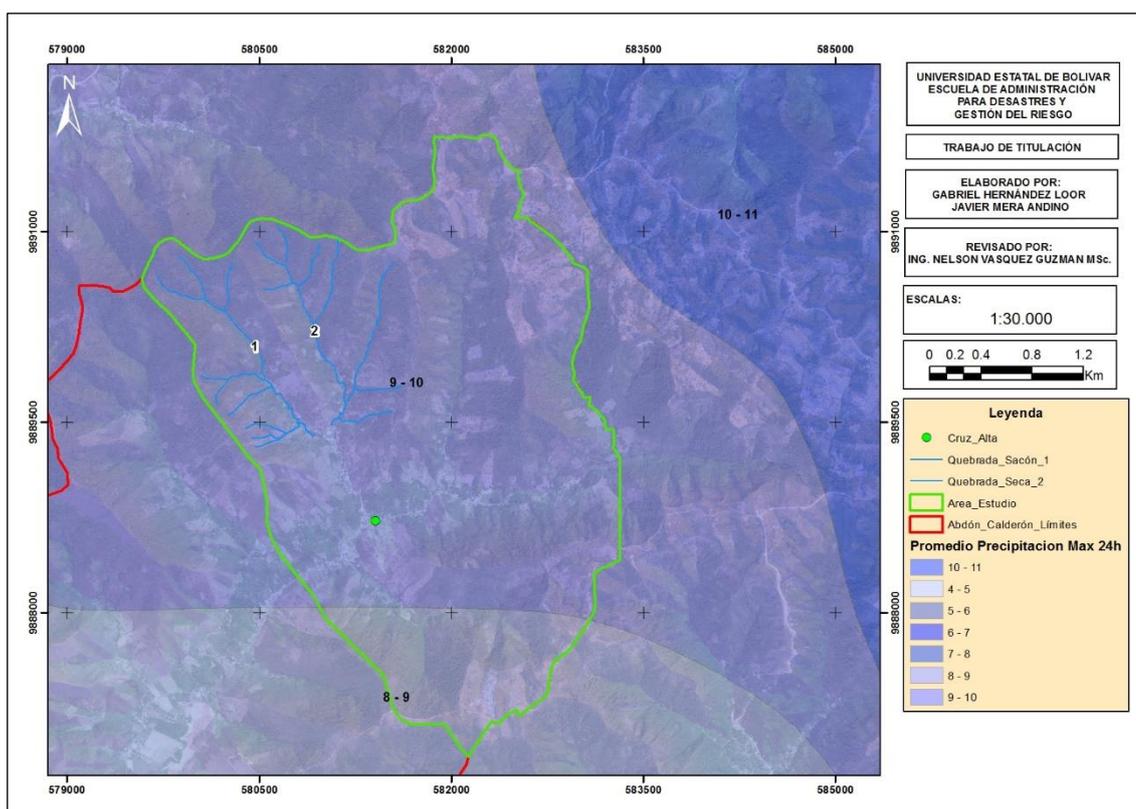
| Indicador<br>(Factor) | Estación                       | Código<br>Estación<br>Meteorológica | Denominación | Fecha de<br>Registro | Precipitación Total |                      |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                       |                                |                                     |              |                      | Anual (mm)          | Máxima 24 h.<br>(mm) |
| PRECIPITACION (Tp)    | Portoviejo-UTM                 | M-005                               | Principal    | 24/01/1998           | 1699,0              | 86,7                 |
|                       | Santa Ana INAMHI               | M-034                               | Apoyo        | 1983                 | 2484,0              | s/d                  |
|                       | Calceta                        | M-164                               | Apoyo        | 1983                 | 2934,8              | s/d                  |
|                       | Rocafuerte                     | M-165                               | Principal    | 22/03/1993           | 348,5               | 38,3                 |
|                       | Portoviejo Aeropuerto          | M-274                               | Principal    | 05/01/1998           | 1543,2              | 84,4                 |
|                       | Estancilla                     | M-296                               | Principal    | 23/01/1989           | 683,1               | 64,2                 |
|                       | Rio Chico en Alajuela          | M-454                               | Principal    | 1998                 | 2207,7              | s/d                  |
|                       | Mancha Grande                  | M-460                               | Principal    | 02/03/1994           | 492,4               | 58,0                 |
|                       | Rio Chico - Pechiche           | M-461                               | Principal    | 1997                 | 2298,3              | s/d                  |
|                       | Junín                          | M-462                               | Principal    | 1998                 | 2368,6              | s/d                  |
|                       | Rio Chamotete – Jesús<br>María | M-464                               | Principal    | 1994                 | 1132,9              | s/d                  |
|                       | San Placido INAMHI             | M-567                               | Apoyo        | 1965                 | 2866,5              | s/d                  |
|                       | La Teodomira                   | MB-82                               | Principal    | 02/03/2013           | 256,0               | 51,1                 |

*Fuente:* Histórico Precipitación SIAGRO, Anuarios Meteorológicos INOCAR, Información Histórica DAC, Archivos Meteorológicos La Teodomira.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Una vez obtenidos los resultados de la superposición de la información de las estaciones meteorológicas. A través, de modelado de mapas, se obtiene como resultado dentro de la zona de estudio, una precipitación anual entre 1543.2 mm y 1699.0 mm, tomado en las fechas de mayor afectación climatológica, mientras que para el periodo máximo de precipitación en 24 horas se generaron valores entre 84.4 mm y 86.7 mm; rangos que al comparar con la información de la Secretaria de Gestión de Riesgos corresponden a un nivel de precipitación en rangos moderado – alto. Sin embargo, para esta investigación se utilizó información generada por el IEE en la cual se realizan cálculos de interpolaciones con datos de diferentes años obteniendo las respectivas Isolíneas.

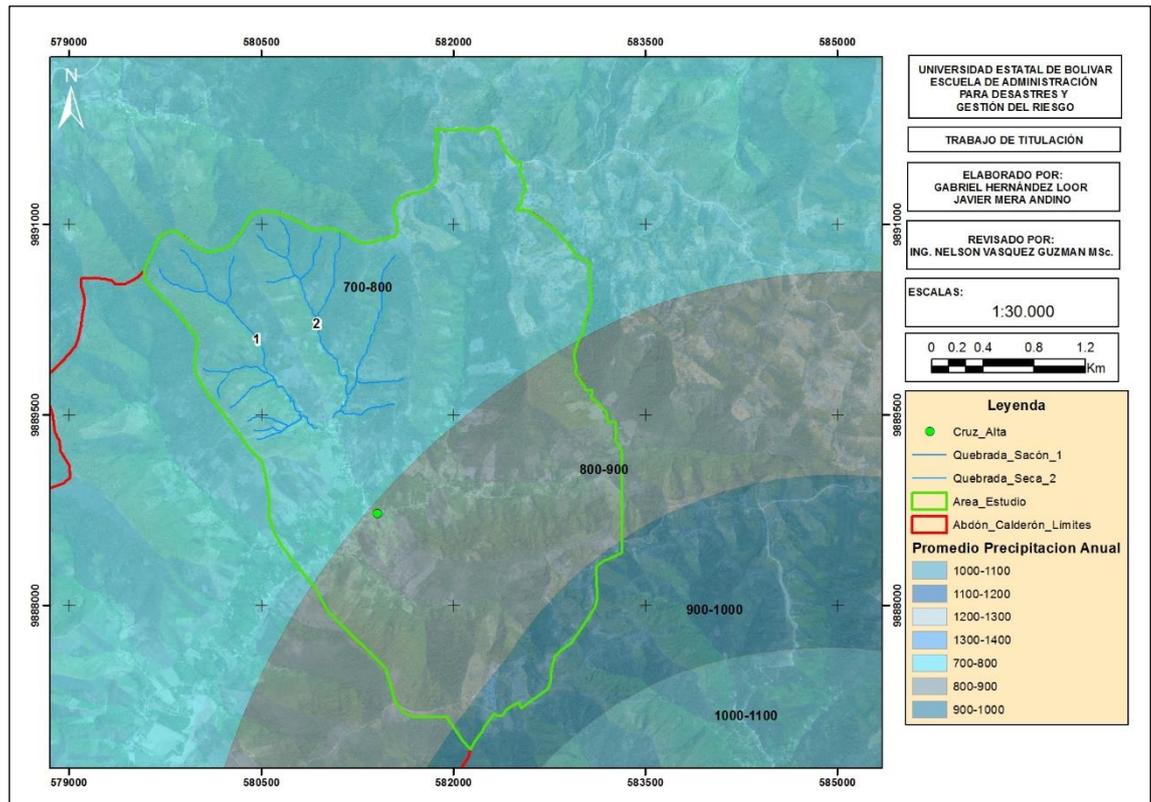
**Mapa 16.** Isoyetas de precipitación máxima en 24 horas que influyen en el área de estudio.



*Fuente:* IEE; INAMHI, 2012.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Mapa 17.** Isoyetas de precipitación anual que influyen en el área de estudio.



*Fuente:* IEE; INAMHI, 2012.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### 4.1.2.1.2. Sismicidad (TS)

Entender el comportamiento del planeta, conlleva una tarea laboriosa y delicada, más aun cuando se trata de fenómenos naturales que afectan directamente a la humanidad. Precisamente, uno de los peligros a los cuales estamos expuestos son los terremotos, (Press, 1984) los define como un tipo especial de peligro natural, en el sentido de que estos son muy raros, pero cuando ocurren las consecuencias son muy grandes en términos de destrucción y sufrimiento. En efecto, si bien un sismo puede durar un lapso de tiempo indefinido, sus efectos en la población pueden ser catastróficos.

Frente a las Costas Ecuatorianas, en la zona de subducción de la placa de Nazca, bajo la placa Sudamericana, se han registrado los sismos más grandes de la historia del país. Las intensidades más altas. Es decir, los mayores efectos causados por los terremotos, se han registrado en la zona de la Sierra Central y Norte, en directa

relación con los terremotos de magnitud moderada, M 5 – M 7.8, ubicados en la zona de contacto entre la placa Sudamericana y el Bloque Norandino.

Una alta densidad poblacional y presiones de desarrollo urbano hacen que el país sea altamente vulnerable a los terremotos. Inaceptables pérdidas de vidas humanas y desaceleración en el incipiente desarrollo nacional han acompañado a las catástrofes causadas por los grandes sismos históricos en el Ecuador por ejemplo: Ambato en 1698, Latacunga en 1757, Riobamba en 1797, Ibarra en 1868, Ambato en 1949 y Nororiente en 1987. En la costa, asociados al proceso de subducción, se han producido también grandes terremotos con un impacto regional significativo como son los de: 1906 en Manabí- Esmeraldas-Sur-occidente de Colombia, 1942 en Manabí-Guayas, 1953 en el Oro- Guayas, 1958 en Esmeraldas, 1970 en Loja, 1979 en el Sur-occidente colombiano y la parte Norte de Esmeraldas, 1996 Pujilí, 1998 Bahía de Caráquez y 2016 Manabí – Esmeraldas.

Los registros históricos de eventos sísmicos ocurridos en el Ecuador desde 1541, con intensidades mayores a VII, indican que en la provincia de Manabí han ocurrido seis sismos importantes durante los últimos 500 años, con intervalos promedios de 30 años entre un evento y otro, siendo el de mayor importancia el ocurrido el 16 de abril de 2016.

**Tabla 29.** Sismos ocurridos durante los últimos 500 años en Manabí.

| Año  | Lat.  | Long.  | Profundidad | Magnitud | Intensidad | Epicentro            |
|------|-------|--------|-------------|----------|------------|----------------------|
| 1896 | -0.51 | -80.45 | 45 Km       | 7.0      | IX         | Briceño, San Vicente |
| 1942 | -0.01 | -80.12 | 20 Km       | 7.8      | IX         | Pedernales           |
| 1956 | -0.50 | -80.50 | S/D         | 7.0      | S/D        | Jama                 |
| 1964 | -0.84 | -80.29 | 34 Km       | 8.0      | VIII       | Tosagua              |
| 1998 | -0.55 | -80.53 | 39 Km       | 7.1      | VIII       | Bahía, Sucre         |
| 2016 | 0.37  | -79.94 | 19 Km       | 7.8      | IX         | Pedernales           |

*Fuente:* Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2007. Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. Quito: Corporación Editorial Nacional.

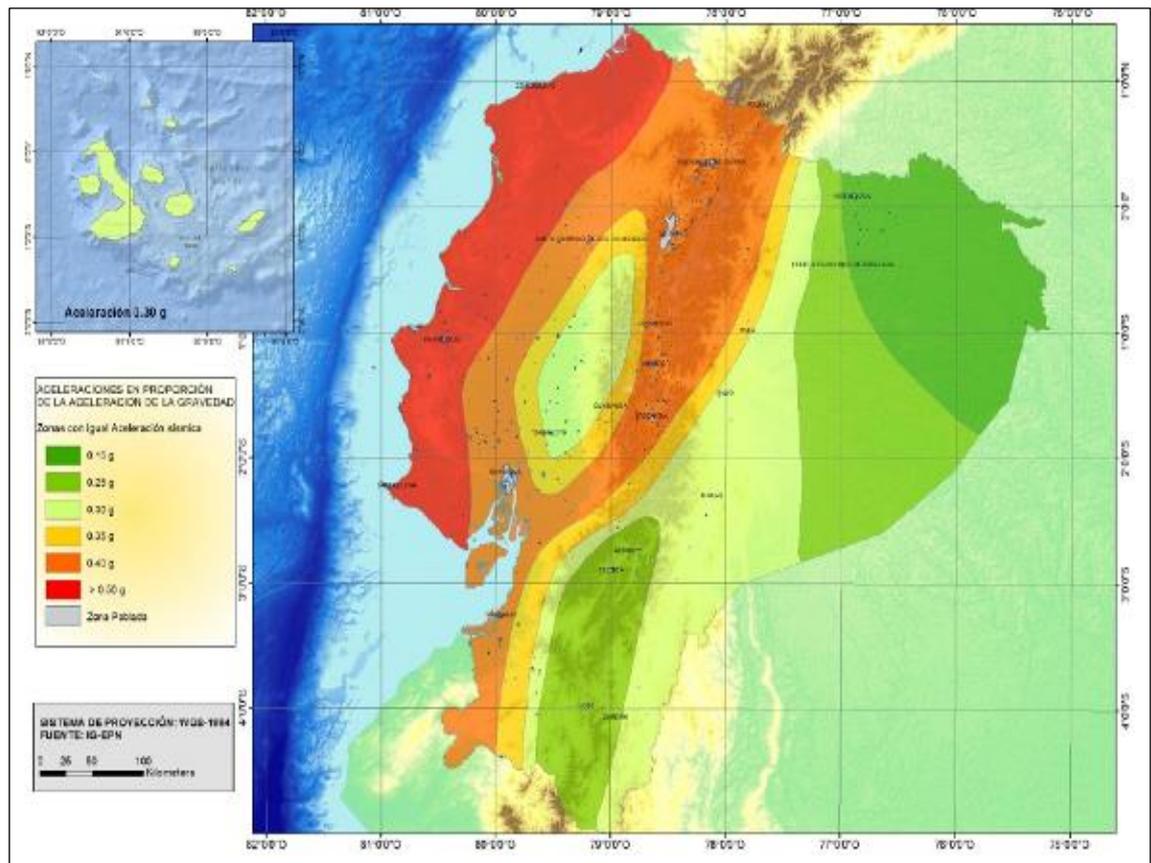
**Tabla 30.** Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

| Zona Sísmica | Parroquia      | Cantón     | Provincia | Factor Z | Caracterización del Peligro Sísmico |
|--------------|----------------|------------|-----------|----------|-------------------------------------|
| IV           | Abdón Calderón | Portoviejo | Manabí    | 0,35 g   | Alto                                |

*Fuente:* NEC, 2015.

El mapa de zonas sísmicas para propósitos de diseño considera fundamentalmente los resultados de los estudios de peligro sísmico del Ecuador, así como también ciertos criterios adicionales que tienen que ver principalmente con la uniformidad del peligro de ciertas zonas del país, criterios de practicidad en el diseño, protección de ciudades importantes, irregularidad en curvas de definición de zonas sísmicas, suavizado de zonas de límites inter-zonas y compatibilidad con mapas de peligro de los países vecinos.

**Mapa 18.** Diseño sísmico.



*Fuente:* NEC, 2015.

Se reconoce el hecho de que la subducción de la Placa de Nazca dentro de la Placa Sudamericana es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador. A este hecho se añade un complejo sistema de fallamiento local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano. Para obtener un mejor criterio en cuanto a los resultados del factor desencadenante sísmico, se analizó la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015), para el tipo de suelo y la aceleración máxima de la roca determinado por el factor Z del área de estudio, la cual se encuentra en una zona sísmica IV con un factor Z de 0,35g.

**Tabla 31.** Factores condicionantes y desencadenantes con indicadores cualitativos y cuantitativos, mismos que se les genera un valor de indicador.

| Variable   | Indicador                                 | Escalas del Indicador             | Descripción   | Valor de importancia  | Valor Indicador | Peso Ponderación | Valor Máximo |
|--|---|-----------------------------------|---|---|-----------------|------------------|--------------|
| Factores Condicionantes o de Susceptibilidad (S) | Geológico - Litológico (S <sub>GL</sub> ) | Formación Borbón                  | Areniscas de grano medio a grueso en bancos compactos con fósiles.  | 4   | 10              | 2.5              | 25           |
|  |   |                                   | Areniscas color pardo amarillento con intercalaciones arenosas.   | 3   | 5               |                  |              |
|  |   | Formación Onzole                  | Arenisca limosa color amarillento con presencia de fósiles.   | 5   | 10              |                  |              |
|  |   |                                   | Arenisca arcillosa amarillenta poco compacta, de grano fino a medio.  | 5   | 10              |                  |              |
|  |   | Depósitos coluvio aluviales       | Cantos subredondeados y gravas en matriz limo arenosa.  | 2   | 1               |                  |              |
|  |   |                                   | Arenas de grano fino a grueso y limos con intercalaciones de gravas.  | 2   | 1               |                  |              |
|  |   | Depósitos aluviales               | Arcillas, arenas y gravas subredondeadas.   | 4   | 10              |                  |              |
|  |   | Geomorfológico (S <sub>GM</sub> ) | Superficie Disectada de Mesa  | Esta forma de relieve presenta condiciones similares de origen que la anterior, diferenciándola por su alto grado de disección. | 2               |                  |              |
|  | Coluvio Aluvial Antiguo                   |                                   | Presenta un origen semejante al coluvio aluvial reciente, puede mostrar cierto grado de disección, cubierto con vegetación pionera muy desarrollada, que indica cierto nivel de antigüedad. | 3   | 5               |                  |              |
|  | Vertiente de Mesa                         |                                   | Superficie inclinada de una mesa, correspondiente a sus laderas, con pendientes principalmente fuertes, que van desde la cornisa de mesa hasta el pie.                                      | 4   | 10              |                  |              |

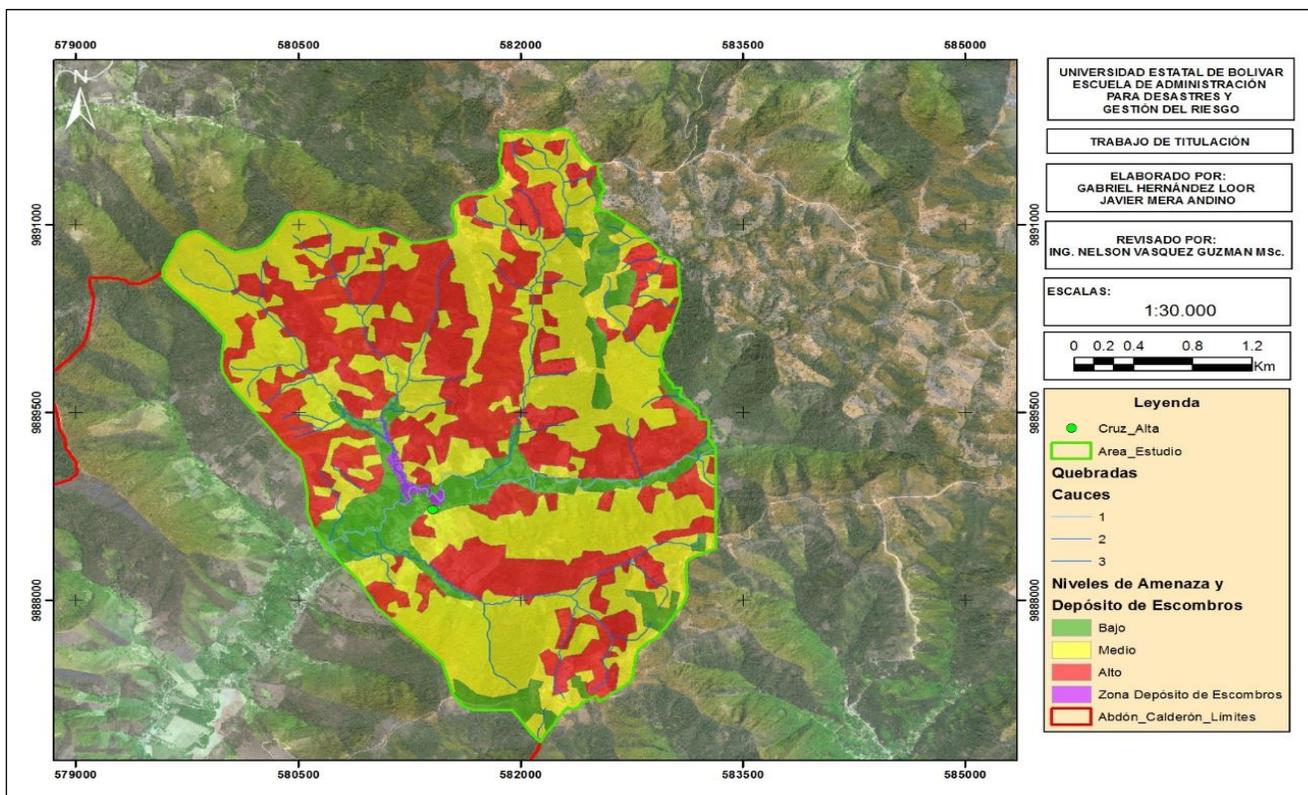
|  |                             |                            |  |   |    |          |           |
|--|-----------------------------|----------------------------|--|---|----|----------|-----------|
|  |                             | Testigo de Cornisa de Mesa | Forma de relieve de tipo residual, resultante de los procesos de erosión a los que ha sido sometida la cornisa de mesa, generalmente son relieves de cimas agudas y vertientes rectilíneas o cóncavas.                               | 5 | 10 |          |           |
|  |                             | Terraza Media              | Superficie plana limitada por un escarpe, ubicada por encima de la terraza baja; corresponde a un antiguo nivel de sedimentación de río. Presenta pendientes de hasta 5%, debido a que ha sido ya modelado por los agentes erosivos. | 1 | 1  |          |           |
|  | <b>Pendiente (Sp)</b>       | 0 - 12                     | Plana a muy suave, comprende pendientes inadvertidas.  | 1 | 1  | <b>2</b> | <b>20</b> |
|  |                             | 12 - 24                    | Muy suave a suave, comprende pendientes con inclinación poco pronunciadas.   | 2 | 10 |          |           |
|  |                             | 24 - 36                    | Suave a media, comprende pendientes pronunciadas   | 3 | 5  |          |           |
|  |                             | 36 - 48                    | Media a fuerte, comprende pendientes muy pronunciadas.   | 4 | 10 |          |           |
|  |                             | >48                        | Fuerte a muy fuerte, comprende pendientes escarpadas   | 5 | 10 |          |           |
|  | <b>Hidrogeológico (SHG)</b> | Media                      | Franco Arcillo - Limoso  | 2 | 1  | <b>1</b> | <b>10</b> |
|  |                             | Fina                       | Arcilloso  | 3 | 5  |          |           |
|  |                             | Fina                       | Arcillo - Limoso   | 3 | 5  |          |           |
|  |                             | Media                      | Franco Arcilloso (<35% de Arcilla)   | 2 | 1  |          |           |
|  | <b>Us o y Ocup</b>          | Área Urbana                | Zona donde se encuentra viviendas, obras civiles, infraestructura.   | 1 | 1  | <b>2</b> | <b>20</b> |

|                             |                           |                        |  |   |    |            |            |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------|--|---|----|------------|------------|
|                             |                           | Bosque Intervenido     | Eco sistema primario alterado antrópicamente de forma negativa para otros fines. | 2 | 1  |            |            |
|                             |                           | Cultivo de Ciclo Corto | Áreas utilizadas para la agricultura.  | 4 | 10 |            |            |
|                             |                           | Suelo Desnudo          | Áreas deforestadas con distintas finalidades.                                    | 5 | 10 |            |            |
| <b>Factor Detonante (T)</b> | <b>Precipitación (Tp)</b> | 700-800(mm)            | Isolíneas que intersectan el área de estudio.                                    | 4 | 10 | <b>0.5</b> | <b>5</b>   |
|                             |                           | 800-900(mm)            | Isolíneas que intersectan el área de estudio.                                    | 4 | 10 |            |            |
|                             |                           | 900-1000(mm)           | Isolíneas que intersectan el área de estudio.                                    | 5 | 10 |            |            |
|                             | <b>Sismicidad (Ts)</b>    | I-II                   | Isolíneas que intersectan el área de estudio.                                    | 3 | 5  | <b>0.5</b> | <b>5</b>   |
|                             |                           | III-IV                 | Isolíneas que intersectan el área de estudio.                                    | 5 | 10 |            |            |
|                             |                           | V-VI                   | Isolíneas que intersectan el área de estudio.                                    | 5 | 10 |            |            |
| <b>TOTAL</b>                |                           |                        |  |   |    | <b>10</b>  | <b>100</b> |

*Fuente:* Mora Varhson, 1992.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## Resultado de Cálculo por Amenaza a Deslizamiento por Flujos de Escombros dentro del Área de Estudio.

Mapa 19. Niveles de Amenaza por Flujos de Escombros incorporando los cauces de quebradas y la zona de depósito de escombros.

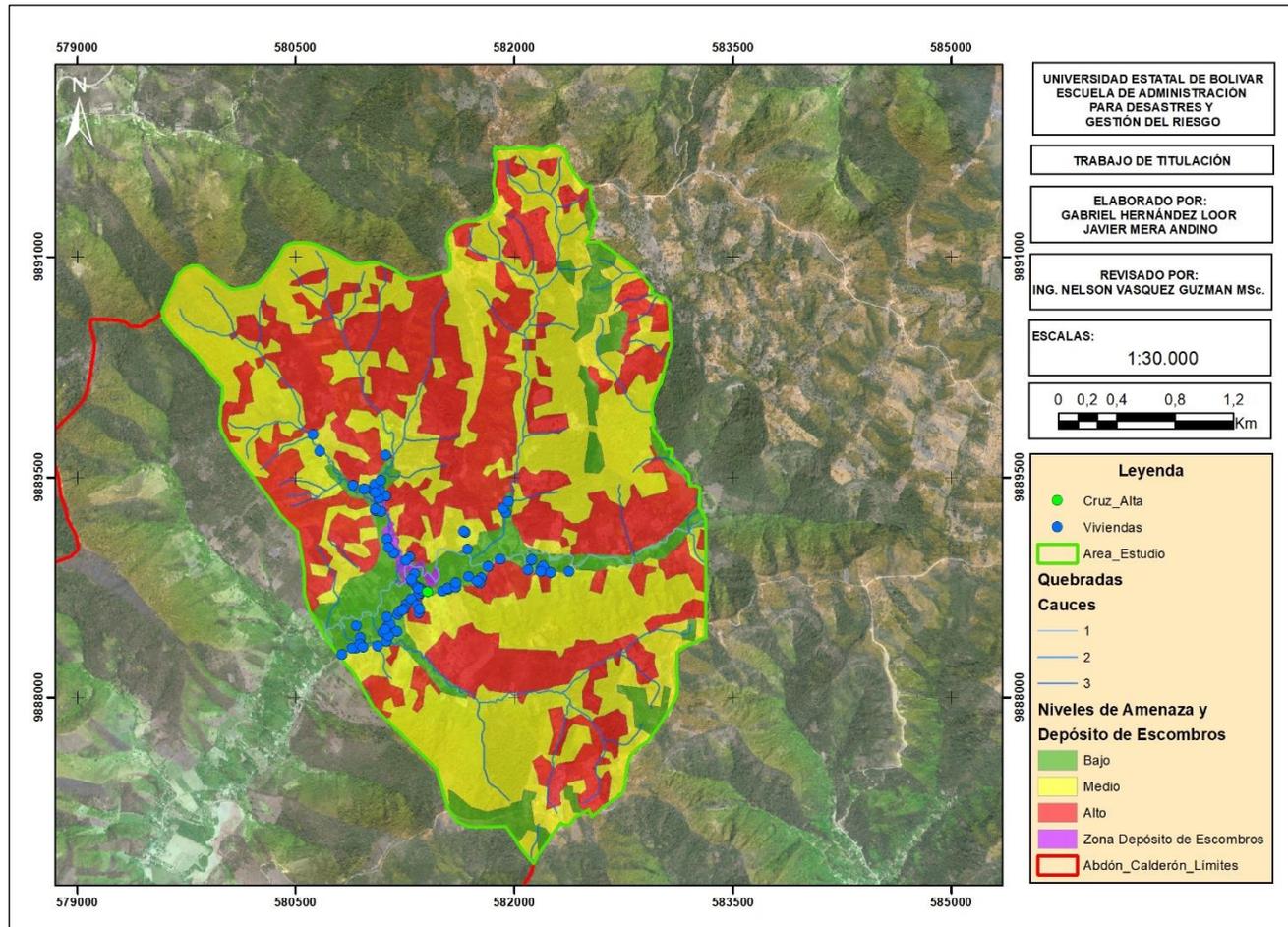


2018.

*Elaborado por:*  
Hernández, J. y Mera, F.,

## Resultado de Cálculo de Amenaza/Exposición a Deslizamiento por Flujos de Escombros dentro del Área de Estudio.

**Mapa 20.** Escenario de Amenazas/Exposición por Fenómenos de Flujos de Escombros.



*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Para el cálculo de la amenaza por exposición, analizamos la ubicación de las estructuras (viviendas), las mismas que se ubican geográficamente en un lugar determinado frente al grado de exposición de la amenaza por flujos de escombros, pudiendo determinar el número de viviendas asentadas en diferentes zonas representadas en los indicadores. Además, de otros datos como áreas y porcentajes.

**Tabla 32.** Factor de exposición frente a la amenaza de flujos de escombros.

| <b>Zonas de Amenaza</b> | <b># de Viviendas</b> | <b>Área (ha)</b> | <b>% de Área</b> |
|-------------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| Depósito de Escombros   | 5                     | 5,66             | 0,54             |
| Alto                    | 14                    | 402,04           | 38,45            |
| Medio                   | 21                    | 521,02           | 49,83            |
| Bajo                    | 50                    | 116,89           | 11,18            |
| <b>Total</b>            | <b>90</b>             | <b>1045,61</b>   | <b>100,00</b>    |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **4.2. Resultado del Objetivo Específico 2**

Evaluar las vulnerabilidades económicas, físicas y sociales en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo.

De acuerdo con este objetivo se detallan los logros y resultados obtenidos en base al levantamiento de información en territorio mediante la metodología de la encuesta, planteada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y la Secretaría de Gestión de Riesgos SGR del año 2012 como: “Propuesta Metodológica de Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal”.

Los resultados nos permiten definir el nivel de vulnerabilidad física estructural de las viviendas de acuerdo a los elementos estructurales y no estructurales de las viviendas para poder tener una estimación de la resistencia de las edificaciones que estas puedan tener frente a la ocurrencia de deslizamientos de tierra o flujos de escombros. Además, de la vulnerabilidad social, por infraestructura y sus variables por servicios básicos, vulnerabilidad por indicadores sociales por familia con variables de ingresos económicos por personas, personas con discapacidad, educación, y la estimación a la amenaza.

Estos resultados se basan en función de las variables dependientes y pueden servir a las autoridades locales para la correcta toma de decisiones dentro de un Plan de Ordenamiento Territorial, Uso y Ocupación del Suelo.

## Presentación y análisis de resultados de las encuestas planteadas

### 1. ¿Cuál es el tipo de construcción de su vivienda?

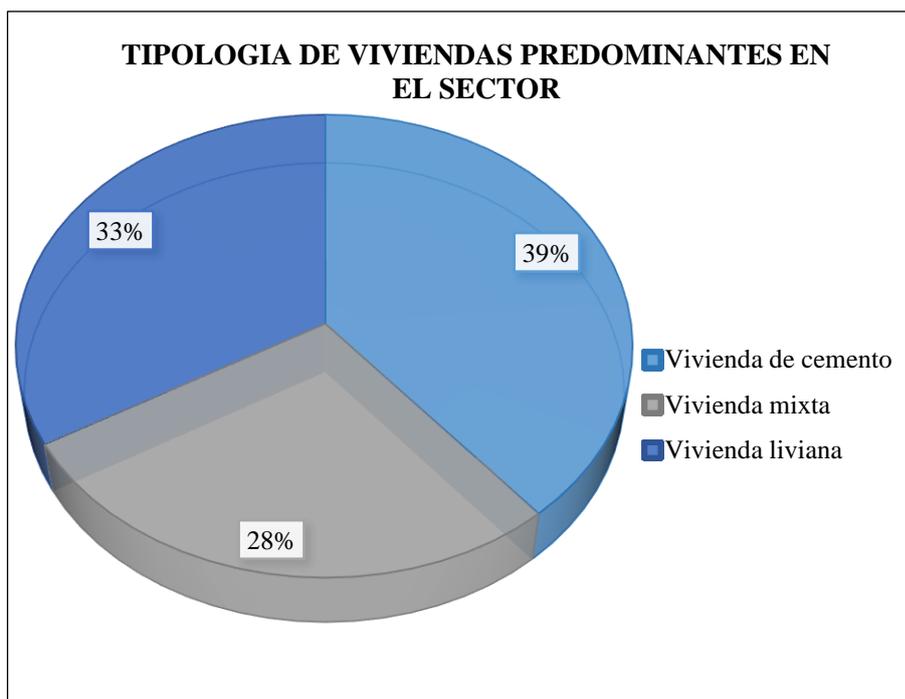
**Tabla 33.** Tipología de vivienda.

| <b>TIPOLOGÍA DE VIVIENDA</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|------------------------------|-------------------|-------------------|
| Cemento                      | 35                | 39 %              |
| Mixta                        | 25                | 28 %              |
| Liviana                      | 30                | 33 %              |
| Total                        | 90                | 100               |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 19.** Tipología de viviendas predominantes en el sector.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 23 y Gráfico 19**

En el sector Cruz Alta de Miguelillo el mayor número de viviendas que predominan son de tipología de hormigón armado teniendo como resultado un 39 %, de acuerdo a las encuestas realizadas a los pobladores del sector el cual podría ser resistente o puedan soportar eventos negativos de origen natural como los sismos o flujos de escombros siempre y cuando estas las hayan construido un profesional como lo es un ingeniero civil o arquitecto, además de haber cumplido con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

Sin embargo, el 33% son de características livianas esto se debe a que el sector es netamente agrícola donde se siembra caña y madera y por ende tienen más facilidad a implementar este material en las viviendas, otro de los factores pueden ser los altos costos de los materiales de construcción para viviendas de hormigón armado, estos influyen en la economía de las personas de escasos recursos en el sector, mientras el 28% son de características mixtas considerando que ese tipo de estructura combinada de hormigón-madera-caña no son compatibles y por ende no tienen la suficiente cohesión lo cual los hace más susceptibles en debilitarse o colapsar en caso de deslizamiento por flujos de escombros.

## 2. ¿Cuál es el estado relativo de las paredes de su vivienda?

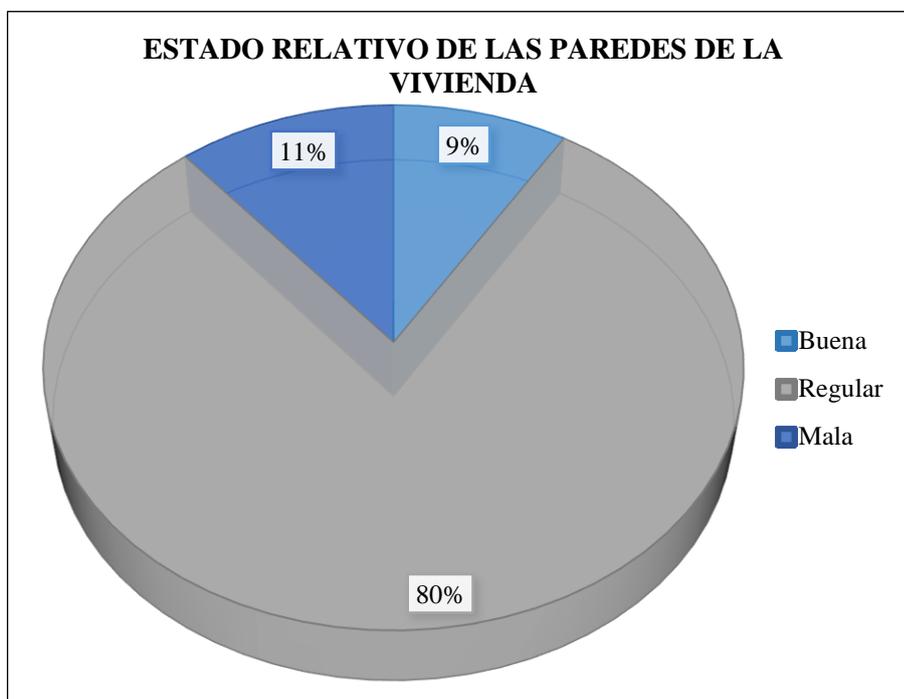
**Tabla 34.** Estado de las paredes.

| ESTADO  | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|---------|------------|------------|
| Bueno   | 8          | 9 %        |
| Regular | 72         | 80 %       |
| Malo    | 10         | 11 %       |
| Total   | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 20.** Estado relativo de las paredes de la vivienda.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 24 y Gráfico 20**

En base al trabajo de campo y mediante las fichas de evaluación se determinó que las viviendas con un mayor porcentaje en mamposterías son de ladrillo con mortero de cemento y arena, en su estado regular tienen como resultado un 80 % en base a su funcionalidad no estructural. Mientras el 11% de la mampostería se encuentra en mal estado, debido al terremoto ocurrido el pasado 16 de abril del 2016. Además, de las condiciones de vetustez que presentan, la presencia de hongos y la humedad a causa del alto nivel freático.

En lo que respecta al 9% éste se encuentra en buen estado, debido a las vigas de amarre en la parte superior confinando y dándole resistencia ante un evento adverso.

Cabe recalcar que el indicador por estado relativo de las paredes tiene una vulnerabilidad **Alta**, debido a que el porcentaje sobrepasa el 50 % de las viviendas sin vigas de amarres en la parte superior protegiendo y confinando la mampostería.

### 3. ¿Cuántos años tiene construida su vivienda?

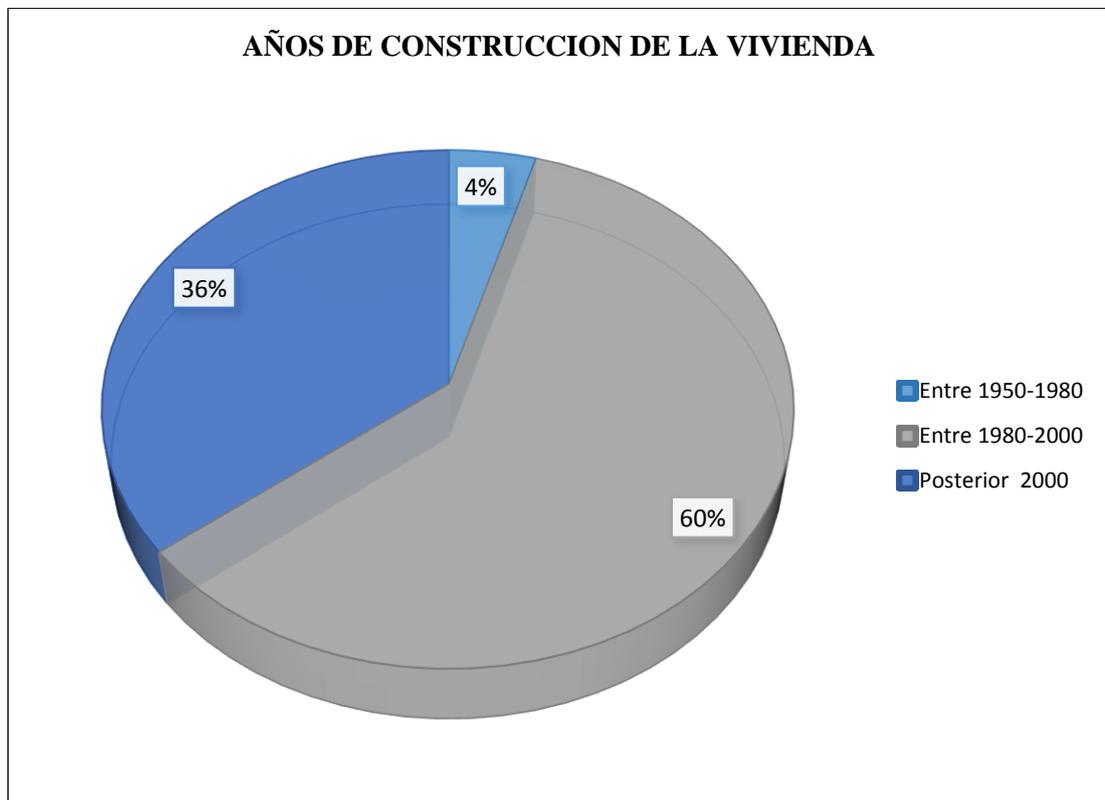
**Tabla 35.** Años de construcción de la vivienda.

| CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------------------------|------------|------------|
| Entre 1950-1980             | 4          | 4 %        |
| Entre 1980-2000             | 54         | 60 %       |
| Posterior 2000              | 32         | 36 %       |
| Total                       | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 21.** Años de construcción de la vivienda.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 25 y Gráfico 21**

En base al antecedente histórico de los moradores del sector se pudo constatar que el 60 % de las viviendas han sido construidas entre los años 1980 y 2000 estimando que varias de las viviendas tienen un promedio de 18 a 38 años, este indicador nos sirve para determinar la vida útil de una edificación la cual se la considerado de 50 años aproximadamente.

Mientras que el 36% de las viviendas han cumplido o están por cumplir con los años de vida útil, llegando en algunos casos con una edad promedio de 68 años de las estructuras. Mientras el 4% fueron construidas posterior al año 2000 en estos casos debieron haber incluido las normas de construcción vigentes, ya que en el trabajo de campo se evidenciaron varias viviendas construidas con el bono del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI.

Podemos evidenciar que el indicador de vulnerabilidad por edad constructiva es **Alta**, al existir un número mayor de viviendas del 50 % con más de 30 años de antigüedad, las cuales fueron construidas cuando la norma constructiva no era muy exigente.

4. ¿Cuál es el sistema estructural de la vivienda y el estado de conservación?

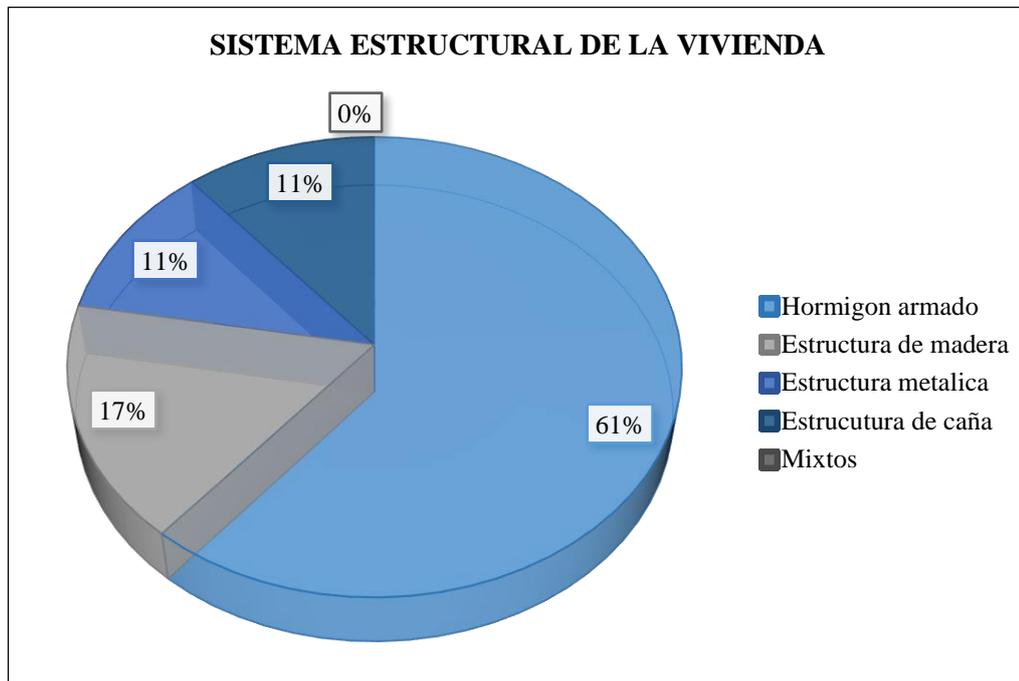
Tabla 36. Sistema estructural.

| SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA | FRECUENCIA |         |      | PORCENTAJE |
|------------------------------------|------------|---------|------|------------|
|                                    | Bueno      | Regular | Malo |            |
| Hormigón Armado                    | 32         | 23      |      | 61 %       |
| Estructura de Madera               |            | 15      |      | 17 %       |
| Estructura Metálica                |            | 10      |      | 11 %       |
| Estructura de Caña                 |            |         | 10   | 11 %       |
| Total                              |            | 90      |      | 100        |

Fuente: Investigación directa 2018.

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Gráfico 22. Sistema estructural de la vivienda.



Fuente: Investigación de campo 2018.

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 26 y Gráfico 22**

Para evaluar estos parámetros fue necesaria la observación de los pilares o Columnas, vigas y muros las cuales cumplen la función de sostener la súper estructura de la vivienda, con el fin de determinar el estado o resistencia que pueden tener frente a eventos peligrosos de origen natural como el desplazamiento de flujo de escombros. El 61 % de las estructuras evaluadas son de características de hormigón en pilares y vigas de amarres, tanto en la riostra como las vigas peraltadas, mientras el 17% han utilizado pilares de madera los cuales se evidenciaron en trabajo de campo con afectación por medio de la vetustez o afectación por medio de un insecto llamado comúnmente polilla. Mientras el 22% tienen estructuras metálicas y cañas como pilares fundamentales para las viviendas. Sin embargo, estas no tienen la capacidad para soportar los desplazamientos de flujos de escombros.

Respecto al indicador estructural de las viviendas, presentan vulnerabilidad Media debido al confinamiento de las vigas de amarres con su característica de hormigón armado las cuales pueden soportar el empuje del desplazamiento de los flujos de escombros siempre y cuando cumplan con las características de una vivienda palafítica con las normas de construcción vigentes.

**5. ¿De qué material está construido el piso de la vivienda y cuál es el estado de conservación?**

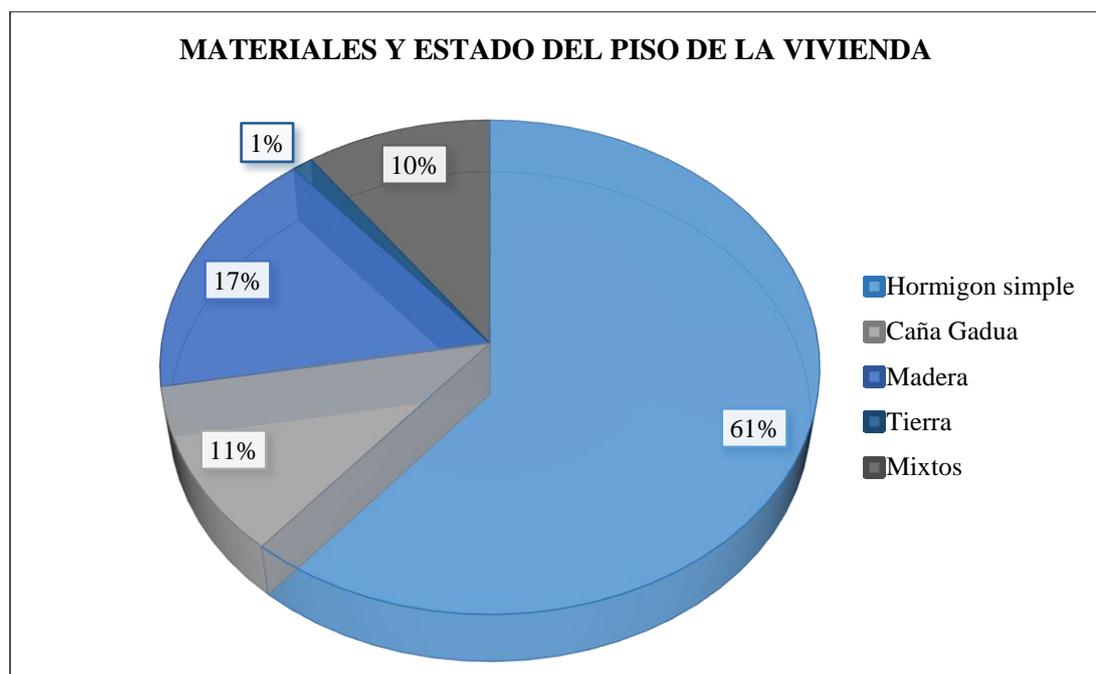
**Tabla 37.** Materiales y estados del piso de las viviendas.

| MATERIALES Y ESTADOS DEL PISO DE LA VIVIENDA | FRECUENCIA |         |      | PORCENTAJE |
|--|------------|---------|------|------------|
|  | Bueno      | Regular | Malo |            |
| Hormigón simple                              | 32         | 23      |      | 61 %       |
| Caña Guadua                                  |            | 10      |      | 11 %       |
| Madera                                       |            | 7       | 8    | 17 %       |
| Tierra                                       |            |         | 1    | 1 %        |
| Mixto  |            | 9       |      | 10 %       |
| Total  |            | 90      |      | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 23.** Materiales y estado del piso de la vivienda.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 27 y Gráfico 23**

En este gráfico podemos apreciar que los pisos de las viviendas son de hormigón simple con un 61 % construido con material de cemento, ripio y arena.

Sin embargo el 17 % de las viviendas tienen el piso de madera por lo general estos se encuentran en las casa de tipología de madera altas y el 11% de las viviendas utilizan caña guadua, de igual forma las podemos encontrar tanto en pisos de viviendas bajas o altas, por otro lado el 10 % es mixto, es decir, pueden ser de cemento, madera, caña etc. Mientras el 1 % viven en pisos de tierra.

Se pudo determinar que el indicador por estado de pisos dentro de las viviendas, son regulares debido a la calidad de los materiales empleados en las construcciones.

**6. ¿De qué material que se encuentra construida su cubierta y cuál es el estado de conservación?**

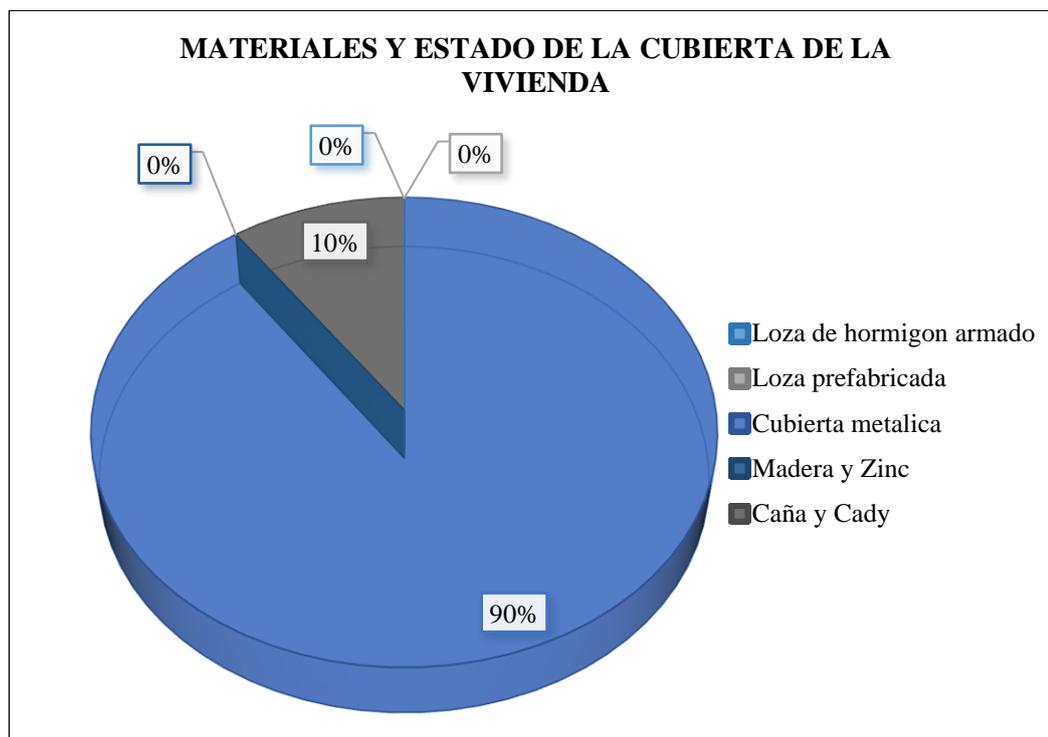
**Tabla 38.** Materiales y estado de la cubierta.

| MATERIALES Y ESTADOS DE LA CUBIERTA DE LA VIVIENDA | FRECUENCIA |         |      | PORCENTAJE |
|--|------------|---------|------|------------|
|  | Bueno      | Regular | Malo |            |
| Loza de hormigón armado                            | 0          | 0       | 0    | 0 %        |
| Loza prefabricada                                  | 0          | 0       | 0    | 0 %        |
| Cubierta metálica                                  | 0          | 0       | 0    | 0 %        |
| Vigas de madera y zinc                             | 33         | 34      | 14   | 90 %       |
| Caña y Cady  | 2          | 1       | 6    | 10 %       |
| Total  |            | 90      |      | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 24.** Materiales y estado de la cubierta de la vivienda.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 28 y Grafico 24**

Como se observa en el gráfico la mayoría de las viviendas tienen cubierta de zinc con vigas de maderas con un 90% en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, las cuales se las puede determinar como techos livianos, éstas tienen una condición favorable en caso de ocurrir un sismo. Sin embargo, para flujo de escombros estos pueden ser reciclados como también pueden aumentar la cantidad de los desechos al ser arrastrados por el desplazamiento.

Por otro lado el 10% de los techos de las viviendas son de cady con vigas de caña, los cuales son más livianos y tienen una mejor respuesta en caso de sismos. Sin embargo, por su alta combustión son más vulnerables en caso de incendios estructurales consumiéndose en cuestiones de segundos.

Podemos evidenciar que el mayor número de viviendas como indicador tiene una vulnerabilidad **Alta**, debido a que el mayor número de familias han construido los techos tipo cubierta con materiales no resistentes por flujos de escombros.

## 7. ¿Cómo considera usted el estado relativo de su vivienda?

**Tabla 39.** Estado general de las viviendas.

| ESTADO  | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|---------|------------|------------|
| Bueno   | 8          | 9 %        |
| Regular | 74         | 82 %       |
| Malo    | 8          | 9 %        |
| Total   | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 25.** Estado relativo de la vivienda.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 29 y Gráfico 25**

Después de haber evaluado los respectivos parámetros de forma general en el área de estudio en pisos, techos, mampostería, vigas, Columnas, años de construcción y dimensiones se estableció de forma general que el 82 % de encuestas realizadas coincidieron que el estado relativo de las viviendas es regular.

Mientras la contraparte establece que el 9 % del estado de las viviendas son malos y el restante 9% se ha considerado como bueno.

Podemos resaltar que el indicador por el estado general de la vivienda tiene una vulnerabilidad **Alta**, debido que sobrepasa los nivel es del 50 % en estado regular. Sin embargo, estos indicadores están sujetos a variaciones cuya vulnerabilidad podría aumentar dependiendo de la magnitud del evento.

## 8. ¿Cuál es la tipología de su vivienda?

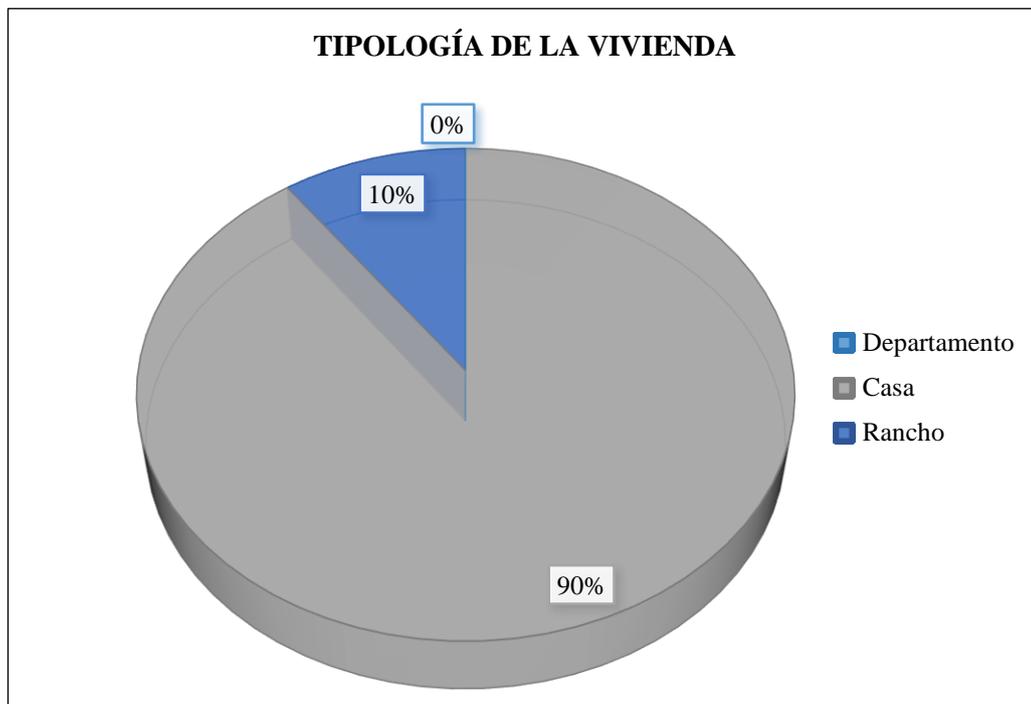
**Tabla 40.** Tipología de la vivienda.

| TIPOLOGÍA    | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|------------|
| Departamento | 0          | 0 %        |
| Casa         | 81         | 90 %       |
| Rancho       | 9          | 10 %       |
| Total        | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 26.** Tipología de la vivienda.



**Fuente:** Investigación de campo 2018.

**Elaborado por:** Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 30 y Gráfico 26**

El gráfico nos muestra los parámetros de evaluación escogidos para el muestreo de las viviendas predominantes en el sector, de las cuales el 90% de las familias viven en casa o villas de hormigón armado, como ya se lo ha manifestado dentro de la tabla anterior mente descripta. Mientras tanto el 10% viven en ranchos conocidas común mente como casa de caña, aumentando las condiciones de vulnerabilidad para los escenarios de riesgos por flujos de escombros e incendios estructurales.

Por tal motivo desde el punto de vista técnico el tipo de vivienda presenta un indicador con una vulnerabilidad **Baja**, ante los eventos de origen natural como son los deslizamientos y flujos de escombros, los cuales no tienen ninguna injerencia en el resultado total dentro del mapa de susceptibilidad.

## 9. ¿Cuál es la Topografía del terreno donde se encuentra ubicada su vivienda?

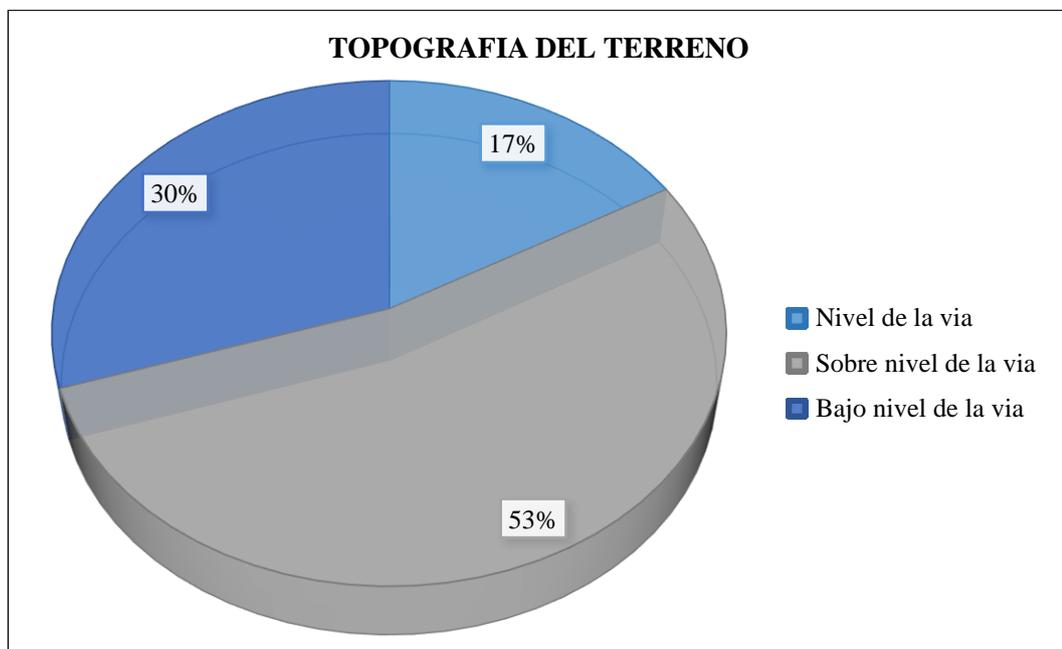
**Tabla 41.** Topografía del terreno.

| TOPOGRAFÍA DEL TERRENO | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|------------------------|------------|------------|
| Nivel de la vía        | 15         | 17 %       |
| Sobre nivel de la vía  | 48         | 53 %       |
| Bajo nivel de la vía   | 27         | 30 %       |
| Total                  | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 27.** Topografía del terreno.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 31 y Gráfico 27**

Al realizar el trabajo de campo y mediante las fotografías aéreas realizadas por el dron, se pudo observar que las viviendas se encuentran situadas dentro de un valle donde en su mayoría se encuentran sobre la vía de acceso principal, se observa en el gráfico que el 53% de las viviendas se encuentran situadas sobre el nivel de la vía principal, algunas de estas están situadas en colinas con pendientes desde 15° a 45° en terrenos moderadamente ondulados, mientras el 30 % bajo el nivel de la calzada sufriendo inundaciones por escorrentías superficiales intermitentes, sobre todo en fuertes estaciones lluviosas.

Mientras el 17% tiene un nivel con relación a la vía principal la cual puede ser afectada por un evento de origen natural por inundación y por flujos de escombros.

Respecto al cálculo del indicador de ubicación de la vivienda, tiene una vulnerabilidad **Alta**, al encontrarse las viviendas en una situación de alta exposición de amenaza por flujos de lodos y rodeadas de colinas pronunciadas.

**10. ¿Cuenta usted con servicios básicos, y cuál es el estado de funcionamiento?**

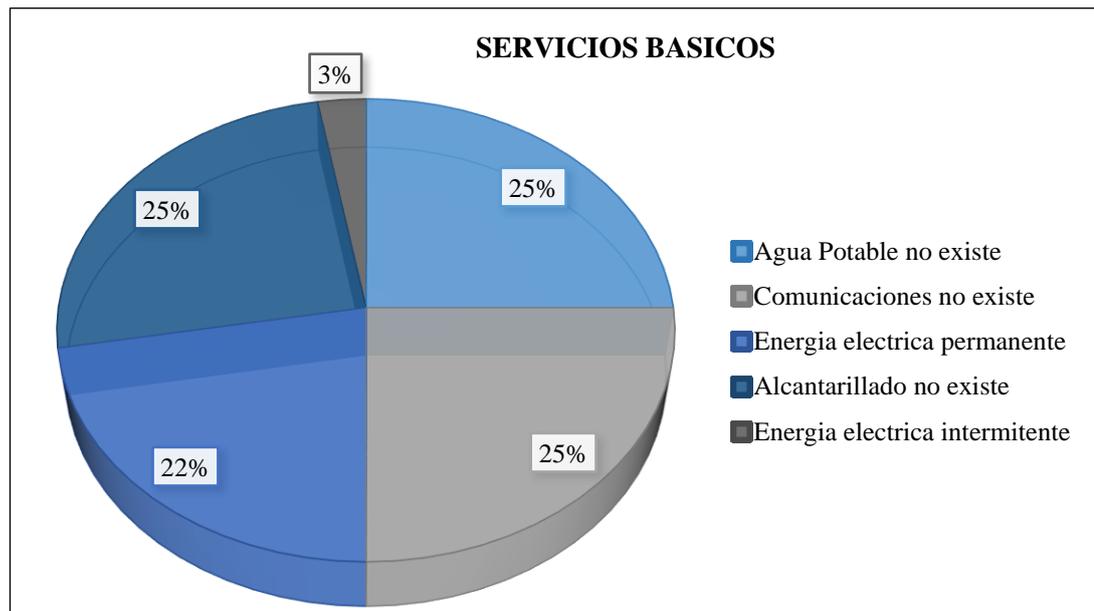
**Tabla 42.** Servicios básicos.

| SERVICIOS BÁSICOS | FRECUENCIA |              |            | PORCENTAJE |      |
|-------------------|------------|--------------|------------|------------|------|
|                   | Permanente | Intermitente | Esporádico |            |      |
| Agua potable      |            |              |            | 90         | 25 % |
| Comunicaciones    |            |              |            | 90         | 25 % |
| Alcantarillado    |            |              |            | 90         | 25 % |
| Red Eléctrica     | 80         |              |            |            | 22 % |
|                   |            | 10           |            |            | 3 %  |
| Total             |            |              | 360        |            | 100  |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 28.** Servicios básicos.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 32 y Gráfico 28**

En la presente investigación realizada y como nos indica el gráfico estadístico en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, los servicios básicos de alcantarillado no existen en un 25%, por lo que cuya población ha optado por hacer pozos ciegos para sus necesidades, el agua potable en un 25% no existe, por lo general la población se abastece del líquido vital perforando pozos o recolectando el agua de los esteros activos y las comunicaciones con el 25 % no existente, las comunicaciones se establecen por medio de teléfonos convencionales de largo alcance en puntos estratégicos.

Sin embargo, el sector cuenta con energía eléctrica la cual se la considera permanente por los habitantes en un 22%, mientras la contraparte es de 3% que la recibe de forma intermitente. Estos indicadores nos ayudan a determinar que el área de estudio tiene una vulnerabilidad **Alta**, sin embargo, al analizarlo desde el punto de vista de dependencia a los factores expuestos, se ha determinado que el impacto es directo por desplazamiento de flujos de escombros y el nivel de vulnerabilidad se incrementa.

## 11. ¿Cómo considera usted el estado de las vías de acceso?

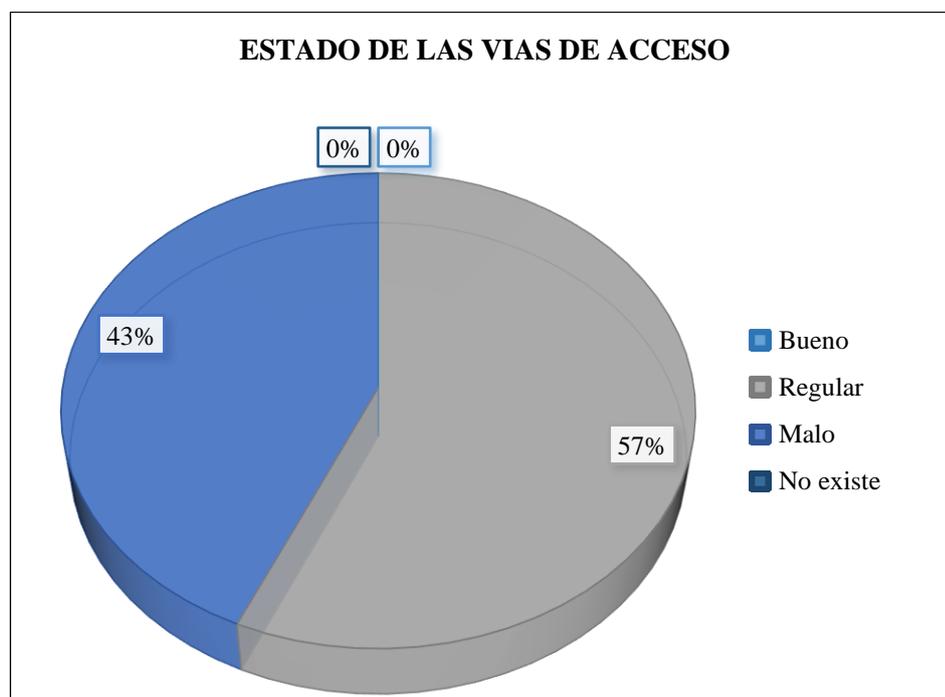
**Tabla 43.** Estado de la vía.

| ESTADO    | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------|------------|------------|
| Bueno     | 0          | 0 %        |
| Regular   | 51         | 57 %       |
| Malo      | 39         | 43 %       |
| No existe | 0          | 0 %        |
| Total     | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 29.** Estado de las vías de acceso.



*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 33 y Gráfico 29**

Según las encuestas realizadas y el gráfico estadístico en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo las vías de acceso se encuentran en estado regular con un 57%, la cual se encuentra asfaltada en la vía principal, mientras la contraparte se pronuncia con un 43% del estado de las vías de acceso es malo, sobre todo en temporadas invernales ya que las aguas superficiales provenientes de las micro cuencas afectan el estado de las mismas e interrumpen el paso vehicular debido a la gran cantidad de sedimentos proveniente de las quebradas, es importante mencionar que los demás caminos son de tierra y pertenecen a cauces de quebradas las cuales tienen aportaciones considerables, este factor nos permite ver la accesibilidad de la comunidad y establecer posibles rutas alternativas en caso de una emergencia o desastre.

## 12. ¿Cuántas familias viven dentro de su vivienda?

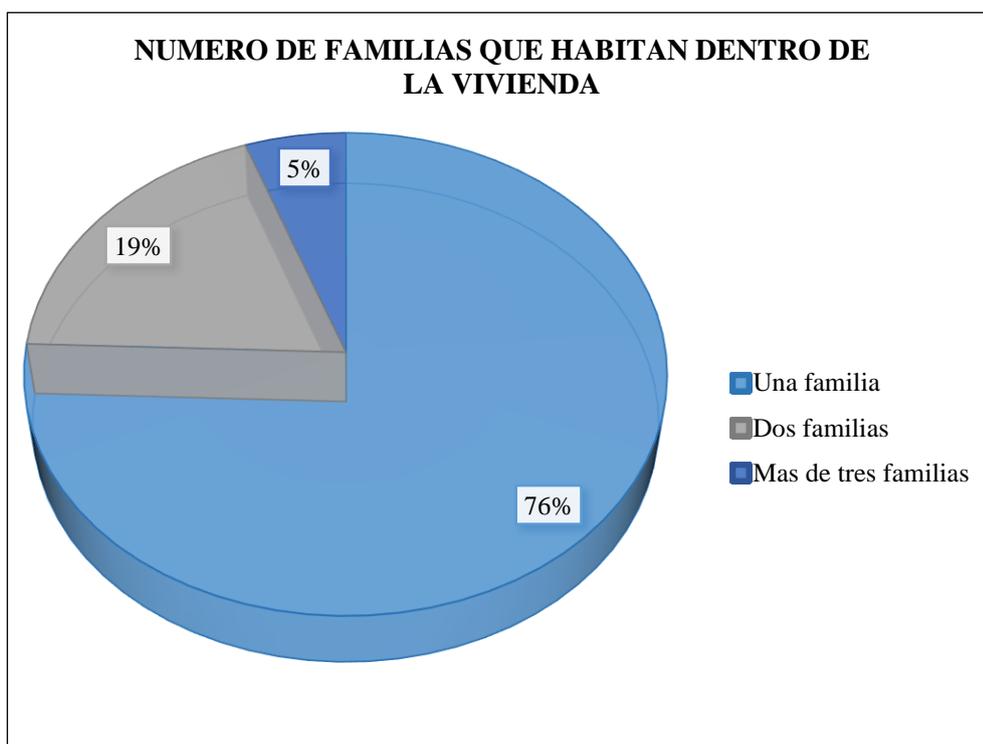
**Tabla 44.** Números de familias.

| NUMEROS DE FAMILIAS  | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| Una Familia          | 68         | 76 %       |
| Dos familias         | 17         | 19 %       |
| Más de tres familias | 5          | 5 %        |
| Total                | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 30.** Número de familias que habitan dentro de la vivienda.



*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 34 y Gráfico 30**

Dentro de la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, el porcentaje predominante es de 76% donde existe una familia por vivienda, este parámetro nos permite evaluar los hacinamientos en las mismas considerando la cantidad de pisos y los metros cuadrados de la estructura habitacional, siguiéndole un porcentaje de 19% respecto a dos familias y con un valor de 5% para más de tres familias donde se ve afectada la calidad de vida por la cantidad de personas en espacios reducidos, por consiguiente pasa a enmarcarse como hacinamientos.

### 13. ¿Cuántas personas viven dentro de su vivienda?

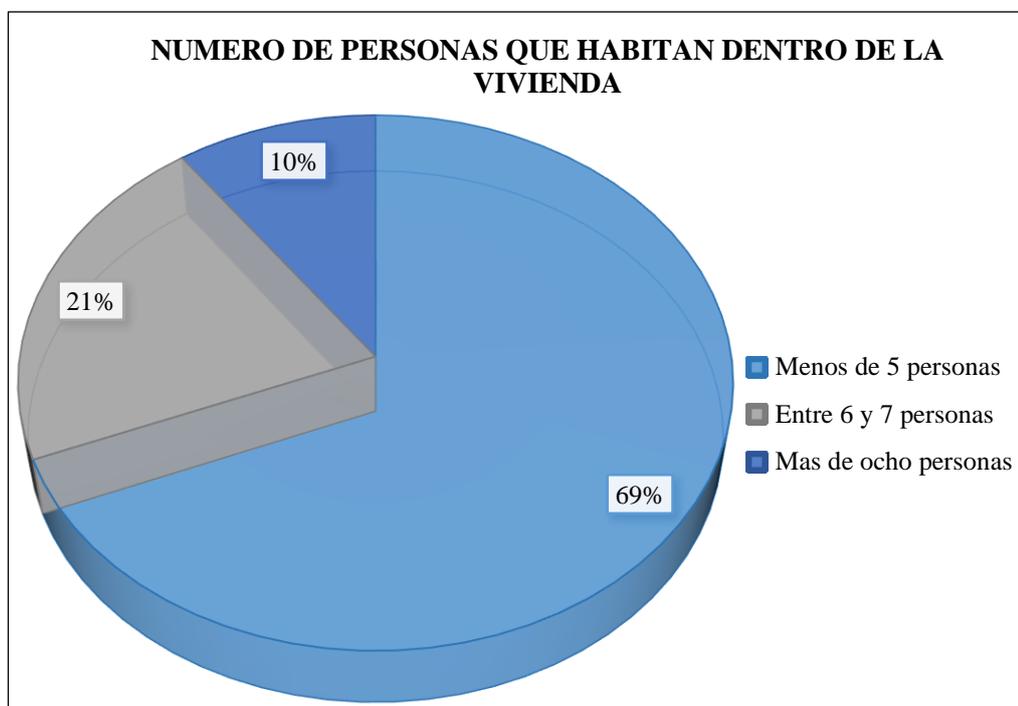
**Tabla 45.** Números de personas.

| <b>NUMEROS DE PERSONAS</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Menos de 4 personas        | 62                | 69 %              |
| Entre 5 y 7 personas       | 19                | 21 %              |
| Más de 8 personas          | 9                 | 10 %              |
| Total                      | 90                | 100               |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 31.** Número de personas que habitan dentro de la vivienda.



*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 35 y Gráfico 31**

El gráfico nos muestra el promedio de integrantes que comparten un mismo espacio dentro de las viviendas, la cual se estableció de 4 personas por familia; Por lo tanto se ha considerado como objeto de estudio dentro de los parámetros como hacinamiento en los hogares con más de 5 personas por viviendas relacionándolos al espacio físico de la misma.

El 31 % de las familias dentro del área de estudio, tienen hacinamientos dentro de sus viviendas. Mientras tanto el 69 % de las familias tienen un número menor de 5 habitantes por vivienda.

Para el indicador de hacinamiento se obtiene una vulnerabilidad media al contar el mayor porcentaje de hogares con menos de 5 integrantes por familia.

#### 14. ¿Cuántas personas viven con discapacidad dentro de su vivienda?

**Tabla 46.** Números de personas con discapacidad no registrados en el CONADIS.

| PERSONAS CON DISCAPACIDAD | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|---------------------------|------------|------------|
| De 0 – 15 años            | 5          | 16 %       |
| De 15 – 50 años           | 10         | 31 %       |
| Más de 50 años            | 17         | 53 %       |
| Total                     | 32         | 100        |

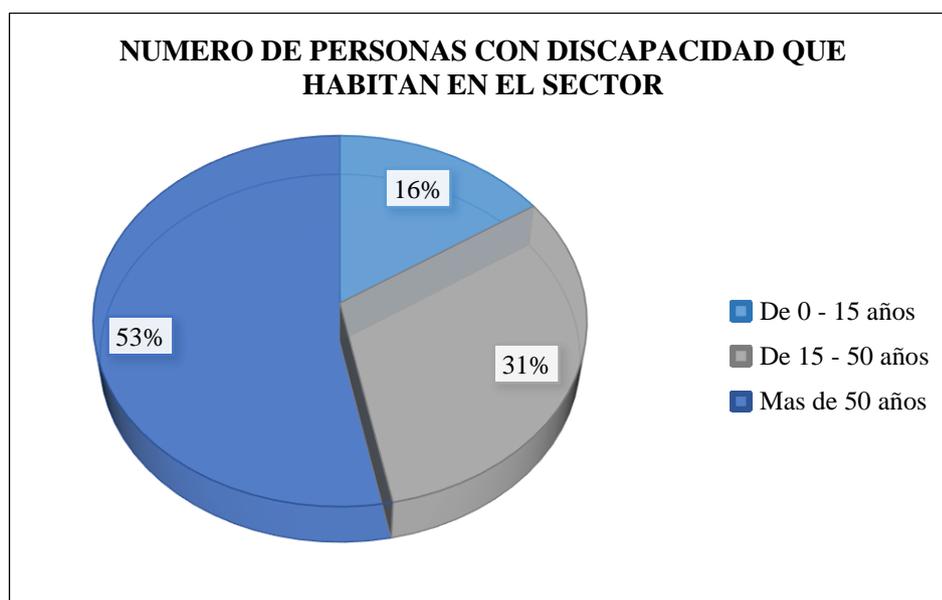
*Fuente:* Investigación directa 2018.  
*Elaborado por:* Mera, F. y Hernández, J.

**Tabla 47.** Número de personas legalmente reconocidas por el CONADIS.

| PERSONAS CON DISCAPACIDAD | FISICA | INTELECTUAL | PSICOLOGICO | PORCENTAJE |
|---------------------------|--------|-------------|-------------|------------|
| De 0 – 7 años             | 1      |             |             | 90 %       |
| De 7- 12 años             | 1      |             |             | 75 %       |
| De 13 -15 años            | 1      |             |             | 80 %       |
| De 16 - 29 años           |        | 1           |             | 35 %       |
| De 30 - 41 años           |        |             | 1           | 40 %       |
| De 42 - 43 años           | 1      |             |             | 40 %       |
| Mayor de 44 años          |        |             | 1           | 75 %       |

*Fuente:* GAD Parroquial de Abdón Calderón.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 32.** Número de personas con discapacidad que habitan en el sector.



*Fuente:* Investigación directa 2018.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de las Tablas 36, 37 y Gráfico 32**

Dentro del levantamiento de información en el sector Cruz Alta de Miguelillo, se identificó que existen muchas personas la cual no tienen el carnet de discapacidad, según manifiestan las que es difícil reconocerlos legalmente por medio del Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS) debido al trámite burocrático y demorado.

En el gráfico estadístico se determinó que el indicador por edades de personas con discapacidad, mayores de 50 años es del 53 % mientras el 31 % son personas que se encuentran dentro del rango por edades de 15 a 50 años y el 16 % son menores de 15 años. Estos parámetros fueron evaluados de forma general sin considerar el sexo, porcentaje o tipo de discapacidad.

Se puede evidenciar que las personas más vulnerables son las que tienen un alto índice de discapacidad física ante la amenaza por flujos de escombros y son catalogados como grupos vulnerables prioritarios en caso de emergencia o desastre.

## 15. ¿Cómo adquirió usted la vivienda?

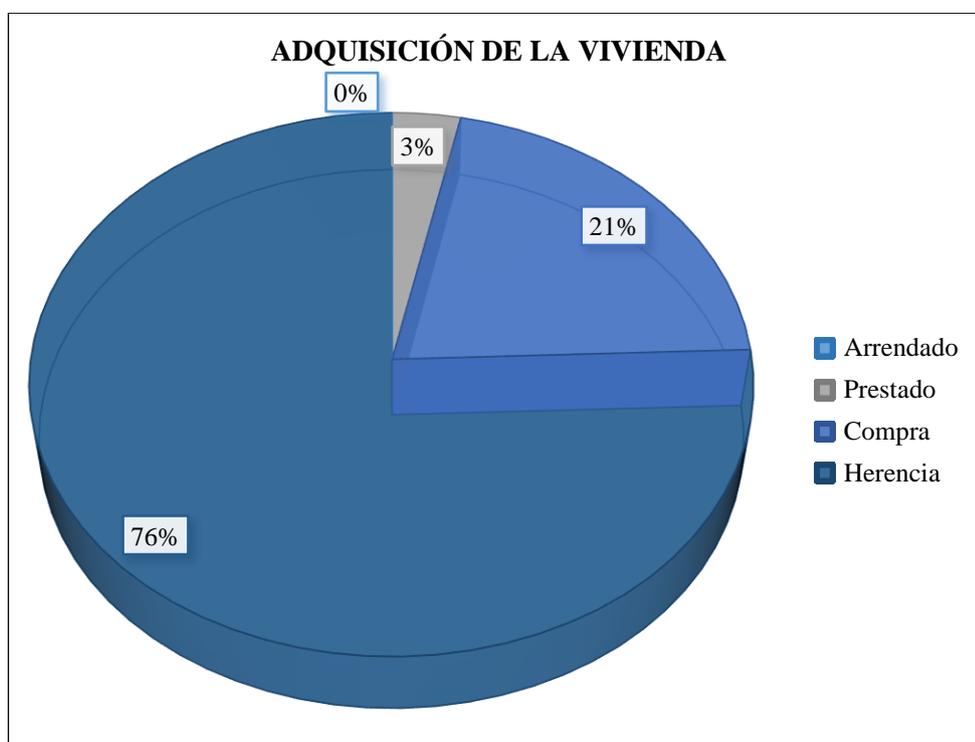
**Tabla 48.** Adquisición de la vivienda.

| ADQUISICION DE LA VIVIENDA | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------------|------------|------------|
| Compra                     | 19         | 21 %       |
| Prestado                   | 3          | 3 %        |
| Herencia                   | 68         | 76 %       |
| Arrendado                  | 0          | 0 %        |
| Total                      | 90         | 100 %      |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 33.** Adquisición de la vivienda.



*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 38 y Gráfico 33**

En base a la encuesta realizada se determinó que el 76 % de la población ha recibido la adquisición de las tierras y sus viviendas como parte de una herencia; todo esto es debido a que sus antepasados han adquirido grandes extensiones de terreno, esto ha ocurrido por generaciones, mientras las demás áreas desocupadas las cuales las han destinado para la agricultura o ganadería.

El 21% de las familias han adquirido sus viviendas mediante el proceso compra y venta debido a la gran necesidad de tener una casa propia para poder brindarles un techo a sus hijos. Mientras el 3 % de las familias les han facilitado las viviendas como forma de préstamo debido a los escasos recursos económicos que presentan los antes mencionados.

## 16. ¿Cuál es la actividad productiva de su familia?

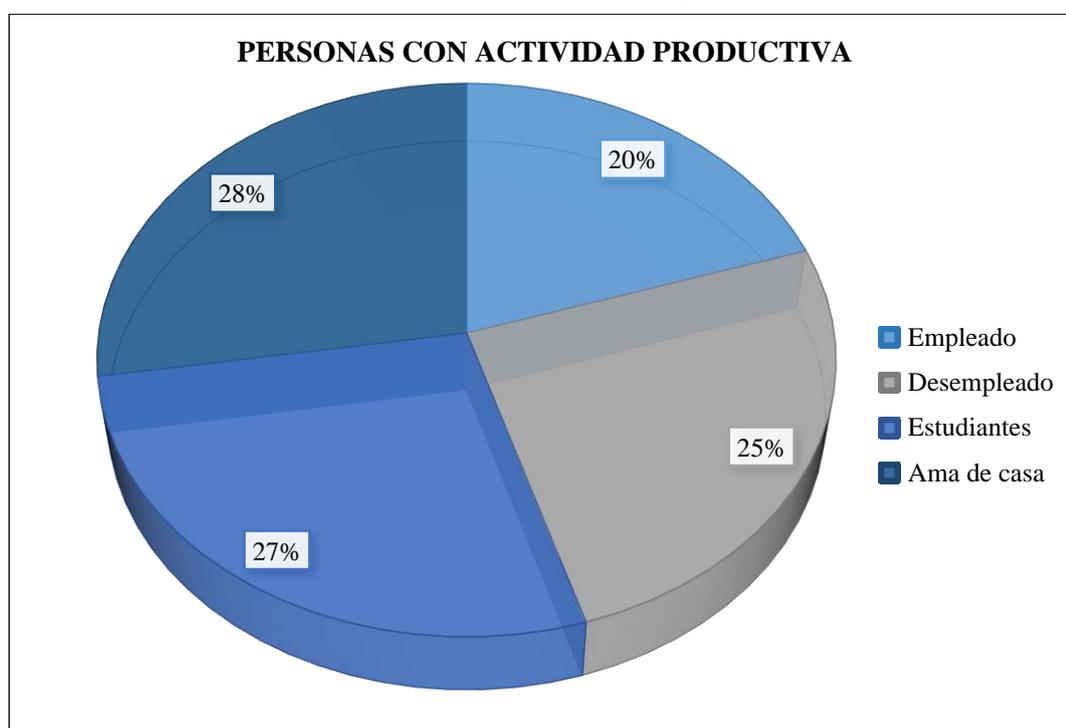
**Tabla 49.** Actividad económica.

| ACTIVIDAD PRODUCTIVA | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------|------------|------------|
| Empleado             | 80         | 20 %       |
| Desempleado          | 101        | 25,25 %    |
| Estudiantes          | 109        | 27,25 %    |
| Amas de casa         | 110        | 28 %       |
| Total                | 400        | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 34.** Personas con actividad productiva.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 39 y Gráfico 34**

La actividad productiva que predomina dentro del área de estudio es la agricultura, además el 28 % corresponde a las amas de casa recordando que ellas tienen criaderos de animales como pollos, cerdos, y cumplen con los trabajos del hogar. Mientras el 27 % de las personas son estudiantes los cuales tienen diferentes niveles de educación, el 25% corresponde a las personas desempleadas o que trabajan de forma eventual cultivando las tierras para los sembríos, las mismas que ganan aproximadamente 10 dólares diarios hasta medio día, lo cual no les permiten cubrir la canasta básica familiar y el 20 % concierne a los empleados fijos los cuales trabajan fuera de la comunidad como empleados privados los cuales cuentan con los beneficios que por ley les corresponde.

## 17. ¿Cuál es el ingreso promedio que tiene su familia?

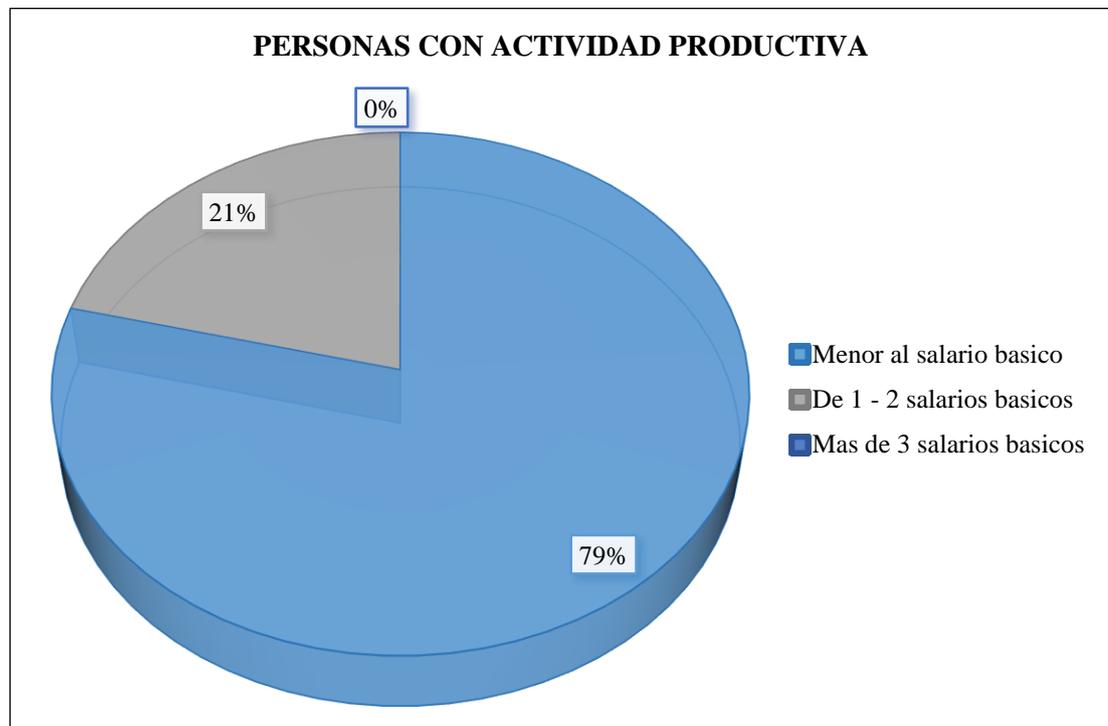
**Tabla 50.** Personas con actividad productiva.

| INGRESOS ECONOMICOS       | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|---------------------------|------------|------------|
| Menor al salario básico   | 71         | 79 %       |
| 1 a 2 salarios básicos    | 19         | 21%        |
| Más de 3 salarios básicos | 0          | 0 %        |
| Total                     | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 35.** Personas con actividad productiva.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 40 y Gráfico 35**

El 79 % de las personas expresaron mediante el levantamiento de información ganar menos a \$ 386 dólares americanos, todo esto debido a que la mayor parte de la población se dedica a la agricultura donde perciben un salario de \$ 10 dólares diarios de forma eventual, no pudiendo completar el salario básico unificado para la canasta básica. Mientras tanto el 21 % tienen trabajos fijos pudiendo obtener de 1 a 2 salarios básicos de \$ 772 dólares americanos.

Para el indicador de los ingresos promedios se cuenta con una vulnerabilidad **Alta**. Esto presenta un factor sumamente importante debido a las posibilidades que tienen las familias para mejorar su calidad de vida. Es importante recalcar que estos parámetros nos pueden ayudar a reconocer a las familias con mayores ingresos económicos los cuales pueden tener mucha más facilidad de recuperarse ante un evento peligroso de origen natural o antrópico.

18. ¿Cuál es el nivel más alto de educación que existe dentro de su familia?

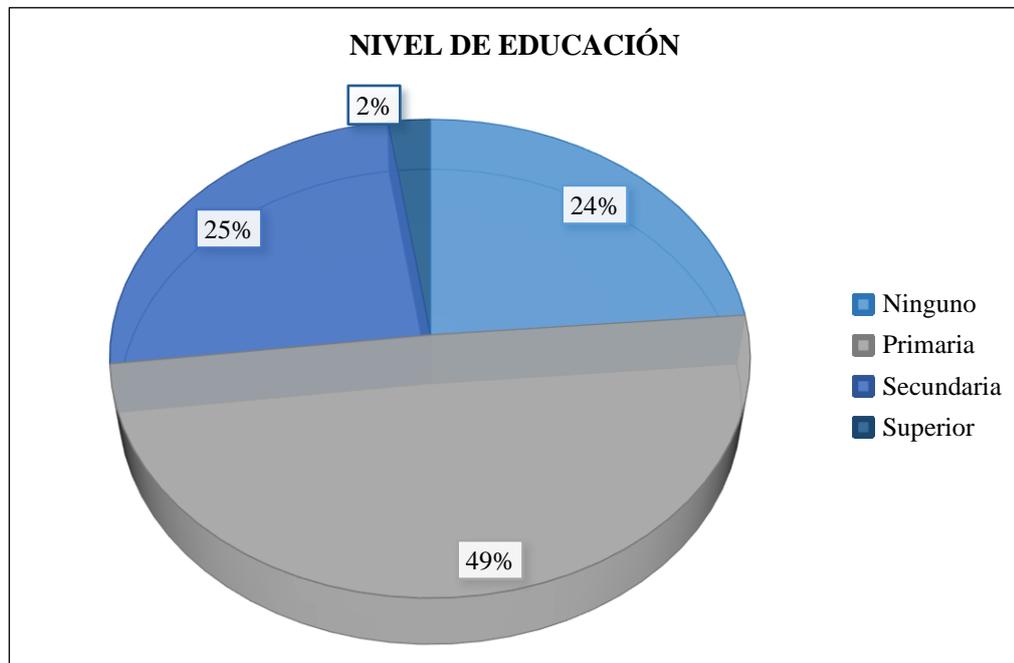
Tabla 51. Nivel de educación.

| NIVEL DE EDUCACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------------|------------|------------|
| Ninguna            | 101        | 23,17 %    |
| Primaria           | 211        | 48,39 %    |
| Secundaria         | 105        | 24,08 %    |
| Superior           | 19         | 4,36 %     |
| Total              | 436        | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Gráfico 36. Nivel de educación.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 41 y Gráfico 36**

Con relación al nivel de educación alcanzados por los miembros de la familia los cuales fueron evaluados con los parámetros, ninguno, primaria, secundaria y superior, en este contexto y en base al levantamiento realizado se observó que el 49 % de las familias encuestadas tiene un nivel de educación primaria, mientras que el 24 % obtuvieron o están culminando sus estudios secundarios, mientras el 2 % obtuvieron el título Superior Universitario, sin embargo existe una gran cantidad de personas que no han podido terminar sus estudios primarios lo que respecta al 25%; Por lo tanto, el indicador por nivel de vulnerabilidad en educación es Alto.

Esto significa que las personas solo obtuvieron el nivel de educación primaria y ninguno son el 74 % de la población, lo cual dificultaría un proceso de formación y capacitación en temas de Gestión de Riesgos ante la Amenaza por Flujos de Escombros.

**19. ¿Conoce usted si se han creado campañas de educación, difusión y capacitación sobre temas de Gestión de Riesgos?**

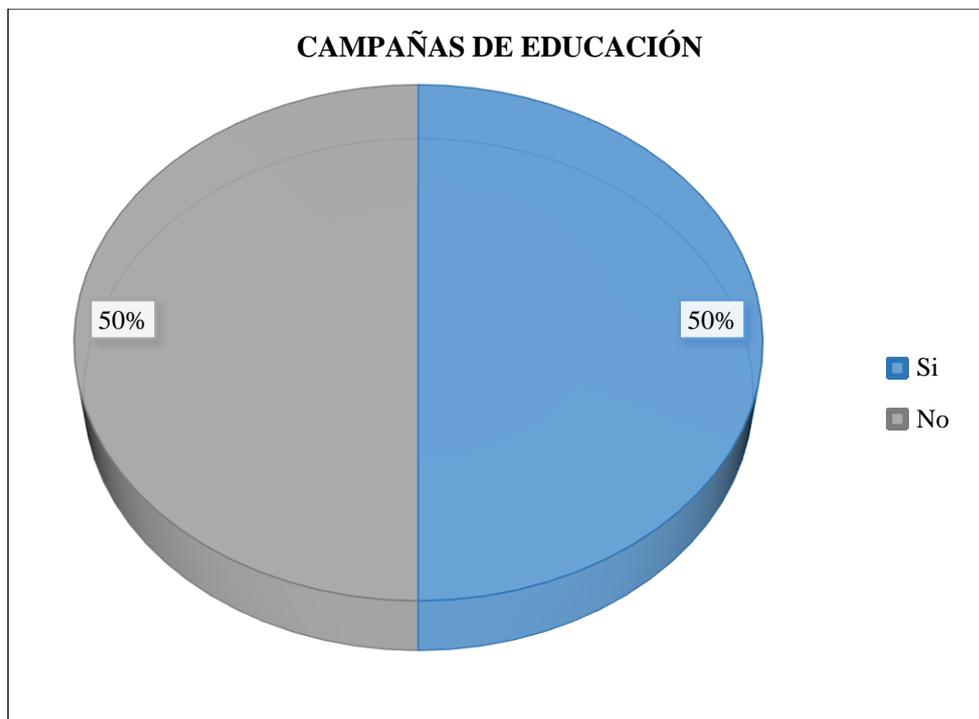
**Tabla 52.** Campañas de educación.

| CAMPAÑAS DE EDUCACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------------------|------------|------------|
| Si                    | 45         | 50 %       |
| No                    | 45         | 50 %       |
| Total                 | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 37.** Campañas de Educación.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 42 y Gráfico 37**

En el sector Cruz Alta de Miguelillo el 50 % se han capacitado mediante charlas de educación, en temas de Gestión de Riesgos y talleres en primeros auxilios y uso y manejo de extintores para el primer respondiente, por parte de la ONG CARE Ecuador, a raíz del evento suscitado el 28 de febrero del año 2017, categorizado como con flujos de escombros. Mientras tanto el 50% restante se encuentra renuente al llamado de la organización para las capacitaciones.

Es importante recalcar que varias personas lograron realizar camillas improvisadas con caña Guadua y mallas para poder transportar a las personas heridas o lesionadas las cuales fueron transportadas a los sub centros de salud más cercanos para su posterior atención y evaluación.

20. ¿Conoce usted si existe en el sector un Comité Comunitario de Gestión de Riesgos o Brigadas de Protección Civil que actúen en caso de emergencia o desastre?

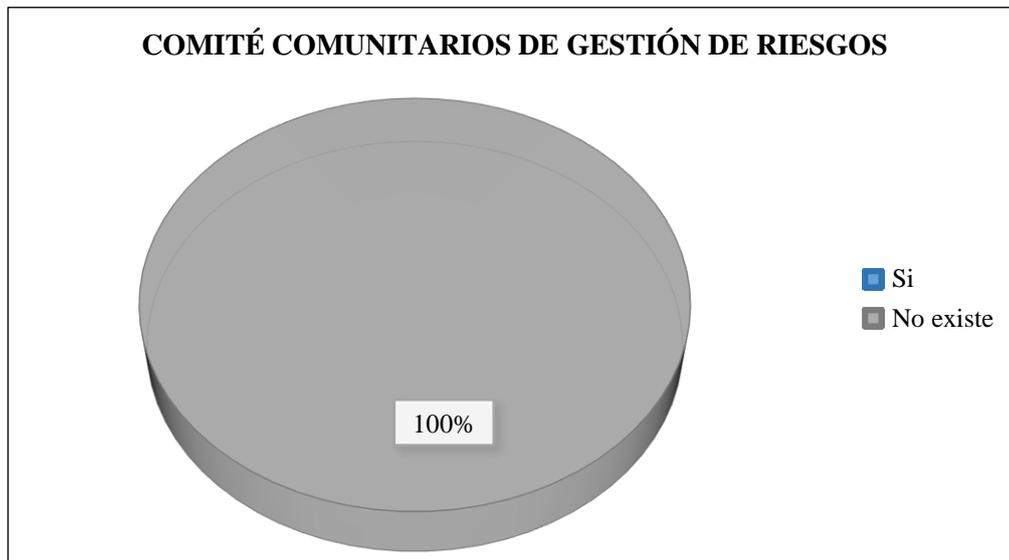
**Tabla 53.** Comité comunitario o brigadas de protección civil.

| COMITÉ U ORGANISMOS DE RESPUESTA | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|----------------------------------|------------|------------|
| Si                               | 0          | 0 %        |
| No existe                        | 90         | 100 %      |
| Total                            | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 38.** Comité Comunitario de Gestión de Riesgos.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 43 y Gráfico 38**

En la comunidad no existe un Comité de Gestión de Riesgos, mucho menos equipos de trabajos comunitarios como brigadistas de Protección Civil o conformación de brigadas contra incendio, primeros auxilios etc. Que actúen en caso de suscitarse un evento peligroso como deslizamiento por flujos de escombros, una emergencia o desastre. En base a los resultados analizados el Comité de Gestión de Riesgo y Brigadas de Emergencia tienen un nivel de vulnerabilidad Alta con un 100% debido a que no existen. Esto deja en evidencia la vulnerabilidad del sector y la gran necesidad de conformar y fortalecer las capacidades de los equipos de trabajos como primer respondiente.

## 21. ¿Su familia cuenta con un Plan Familiar de Emergencia?

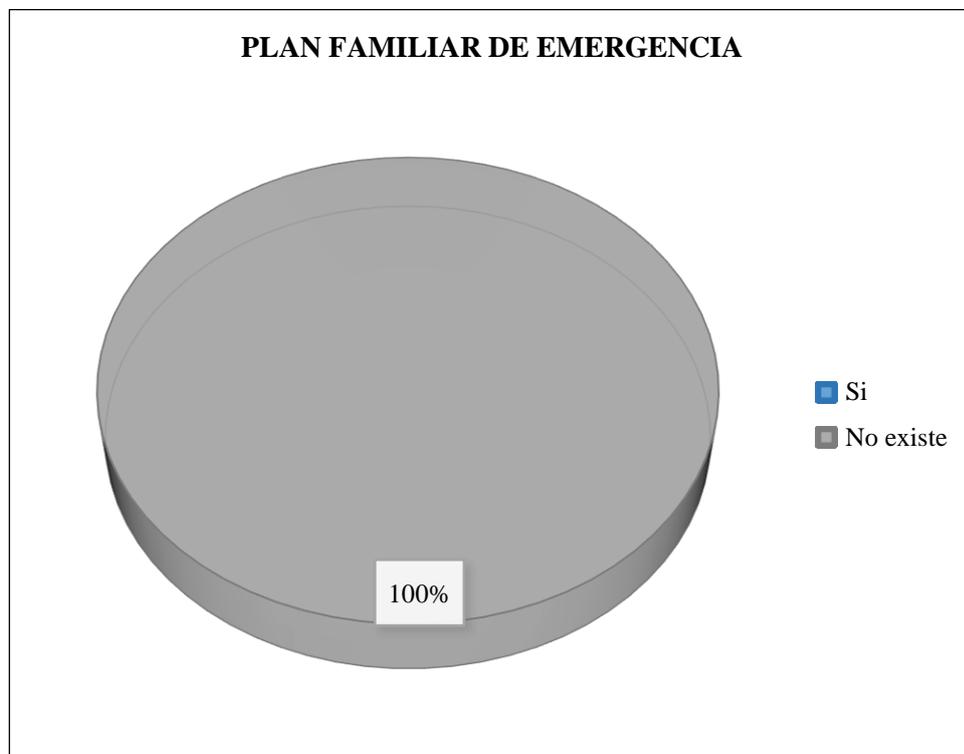
**Tabla 54.** Plan Familiar de Emergencia.

| PLAN FAMILIAR DE EMERGENCIA | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------------------------|------------|------------|
| Si                          | 0          | 0 %        |
| No                          | 90         | 100 %      |
| Total                       | 90         | 100        |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 39.** Plan familiar de emergencia.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### **Análisis e Interpretación de la Tabla 44 y Gráfico 39**

Dentro del levantamiento de información y realizada la encuesta a 90 familias como muestra en el área intervenida, se determinó que no tienen conocimientos básicos respecto a la elaboración e implementación del Plan Familiar o las funciones y responsabilidades que se deben establecer a cada uno de los integrantes de la familia para poder minimizar los efectos negativos de origen natural o antrópico, teniendo como resultado una vulnerabilidad **Alta** con un 100%. Es importante por énfasis en temas fundamentales los cuales pueden ayudar a las personas y comunidad en general a minimizar los factores de vulnerabilidad existentes.

**22. ¿Conoce usted si existen Puntos de Encuentro, Rutas de Evacuación y Alarmas que puedan servir en caso de emergencia?**

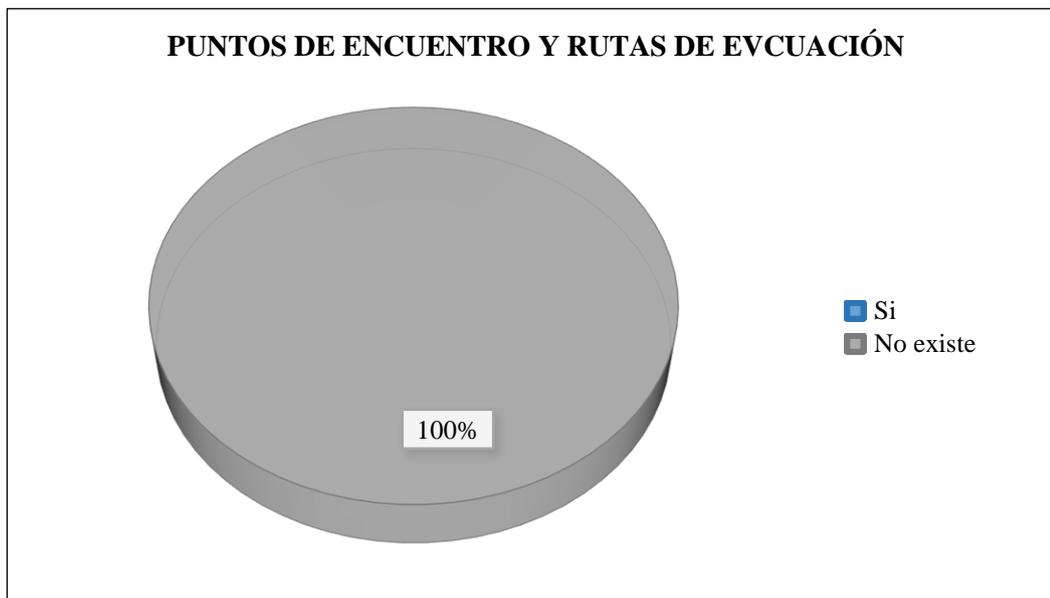
**Tabla 55.** Puntos de encuentro, rutas de evacuación y alarmas.

| <b>PUNTOS DE ENCUENTRO Y RUTAS DE EVACUACION</b> | <b>FRECUENCIA</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|--|-------------------|-------------------|
| Si   | 0                 | 0 %               |
| No existe  | 90                | 100 %             |
| <b>Total</b>                                     | <b>90</b>         | <b>100 %</b>      |

*Fuente:* Investigación directa 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Gráfico 40.** Puntos de encuentro y rutas de evacuación.



*Fuente:* Investigación de campo 2018.

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 45 y Gráfico 40**

En base al recorrido en el sector y mediante la encuesta realizada se pudo evidenciar la falta de señalización preventivas como: zonas de **Alto Riesgo**, Puntos de encuentros, rutas de evacuación, y sistema de alerta comunitaria en caso de ocurrir un evento peligroso de origen natural o antrópico, este sistema o implementación puede servir en caso de emergencias o desastres para que los demás miembros de la comunidad tengan conocimiento de la existencia de algún evento peligroso y puedan aportar con sus conocimientos sean estos empíricos o científicos en ayuda del prójimo. Como resultado de los indicadores nos muestran que el 100% de la implementación de los recursos no existen.

#### 4.8. Vulnerabilidad total de las variables por servicios básicos

Gráfico 41. Vulnerabilidad por servicios básicos.

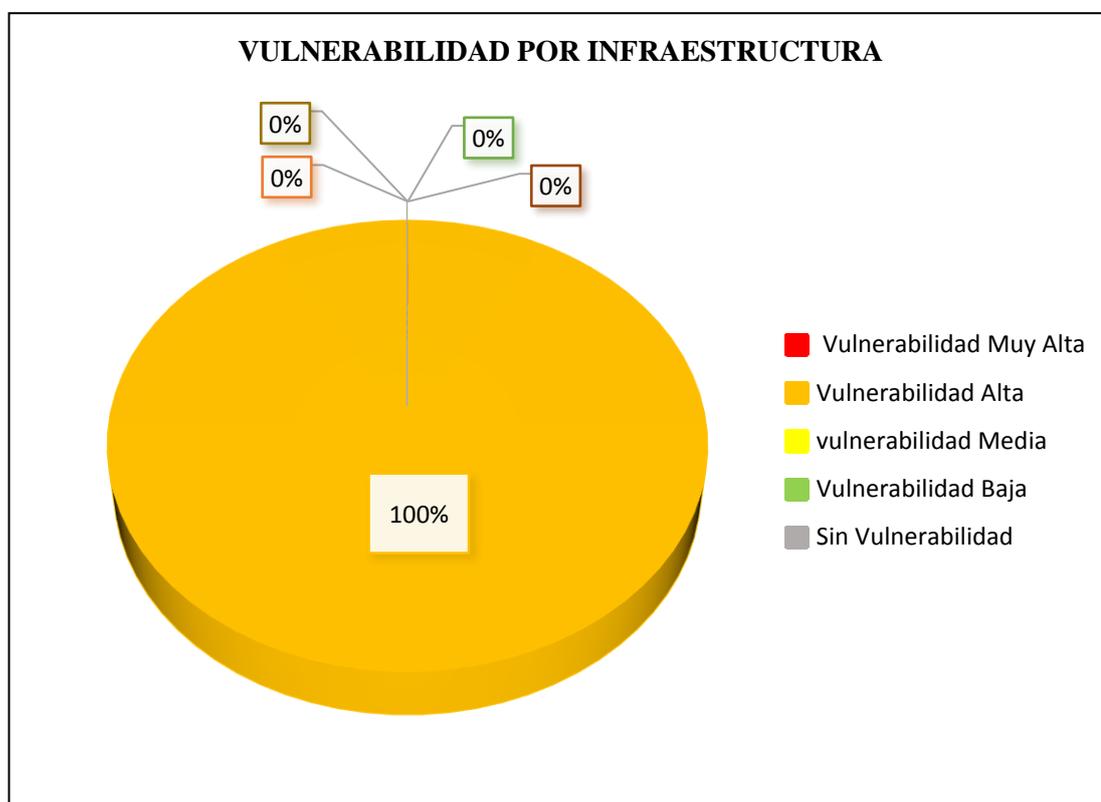


Gráfico: vulnerabilidad total de indicadores por servicios básicos.  
Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

| Nivel de Vulnerabilidad Redes |      |
|-------------------------------|------|
| 1,19                          | ALTO |

Tabla 56. Vulnerabilidad total de indicadores por infraestructura.

| CODIGO VIVIENDA | PESOS PONDERADOS |                   | 30%      |                   | 14%                        |          | 1,0%           |                         | 35,0%    |                | 20%                  |          | SUMATORIA A PONDERADO | CRITERIO 5/5 | VULNERABILIDAD x INFRAESTRUCTURA |      |                   |
|-----------------|------------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|----------|----------------|-------------------------|----------|----------------|----------------------|----------|-----------------------|--------------|----------------------------------|------|-------------------|
|                 | AGUA POTABLE     | CALIFICACIÓN AAPP | PRODUCTO | ENERGIA ELÉCTRICA | CALIFICACIÓN ENER. ELÉCTR. | PRODUCTO | COMUNICACIONES | CALIFICACIÓN COMUNICAC. | PRODUCTO | ALCANTARILLADO | CALIFICACIÓN ALCANT. | PRODUCTO |                       |              |                                  | VÍAS | CALIFICACIÓN VÍAS |
| LP-001          | NO EXISTE        | 0                 | 0        | PERMANENTE        | 4                          | 0,56     | NO EXISTE      | 0                       | 0,00     | NO EXISTE      | 0                    | 0,000    | REGULAR               | 3            | 0,6                              | 1,16 | ALTA              |
| LP-002          | NO EXISTE        | 0                 | 0        | PERMANENTE        | 4                          | 0,56     | NO EXISTE      | 0                       | 0,00     | NO EXISTE      | 0                    | 0,000    | REGULAR               | 3            | 0,6                              | 1,16 | ALTA              |
| LP-003          | NO EXISTE        | 0                 | 0        | PERMANENTE        | 4                          | 0,56     | NO EXISTE      | 0                       | 0,00     | NO EXISTE      | 0                    | 0,000    | MALO                  | 2            | 0,4                              | 0,96 | ALTA              |
| LP-004          | NO EXISTE        | 0                 | 0        | PERMANENTE        | 4                          | 0,56     | NO EXISTE      | 0                       | 0,00     | NO EXISTE      | 0                    | 0,000    | REGULAR               | 3            | 0,6                              | 1,16 | ALTA              |
| LP-005          | NO EXISTE        | 0                 | 0        | PERMANENTE        | 4                          | 0,56     | NO EXISTE      | 0                       | 0,00     | NO EXISTE      | 0                    | 0,000    | MALO                  | 2            | 0,4                              | 0,96 | ALTA              |

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación del Gráfico 41**

Para poder realizar el análisis general por infraestructura se ha considerado como variables fundamentales los servicios básicos como: Agua Potable, Alcantarillado, Comunicaciones, Energía Eléctrica y Vías de acceso. (Véase Pág. 179)

En los servicios de agua Potable se han considerado los siguientes parámetros: permanente, intermitente, esporádico y no existe, la cual cuenta con una cobertura de servicio nula y su peso asignado es de 30 %. Este elemento como líquido vital es esencial para los seres vivos, es importante resaltar que la salubridad de las personas que habitan en el sector, pueden ser afectados por adquirir aguas de pozos no tratadas, las cuales podrían estar contaminadas por las infiltraciones de aguas negras en el suelo, producto de los pozos sépticos.

En la energía eléctrica se han considerado los parámetros: permanente, intermitente, esporádico y no existe, presenta una cobertura permanente en 9 de cada 10 habitantes en base al levantamiento de información, mientras en fuertes temporadas invernales los habitantes del sector la consideran intermitente, ésta tiene un peso asignado dentro de la tabla del 14%.

Las comunicaciones están consideradas en un 10% dentro de todas las variables detalladas con parámetros: permanente, intermitente, esporádico y no existe. La cual tiene una cobertura nula en redes de telefonía celular móvil o radio operadoras, sin embargo, existen varias viviendas que tienen teléfonos convencionales en puntos específicos, las cuales se encuentran dispersas y la frecuencia es intermitente.

El alcantarillado se ha considerado con parámetros: permanente, intermitente, esporádico y no existe, la cual cuenta con una cobertura de servicio nula y su peso asignado es de 35 %. Se evidencia ausencia total de los servicios de alcantarillado pluvial y sanitario, es importante resaltar que toda la comunidad utiliza los pozos ciegos o letrinas, los cuales pueden contaminar los acuíferos de las aguas subterráneas mediante la infiltración.

Las vías de acceso se han considerado con los parámetros establecidos: bueno, regular, malo y no existe, teniendo como peso asignado el 20%, la vía principal es de

asfalto mientras las secundarias son lastradas o de tierra, las cuales en estaciones invernales se convierten en vías de difícil acceso (lodo). Es importante recalcar que éstas son consideradas verdaderos cauces naturales para el traslado de las escorrentías de aguas superficiales intermitentes y flujos de lodo.

#### 4.8.2. Vulnerabilidad total de las variables por familia

Gráfico 42. Vulnerabilidad por familia.

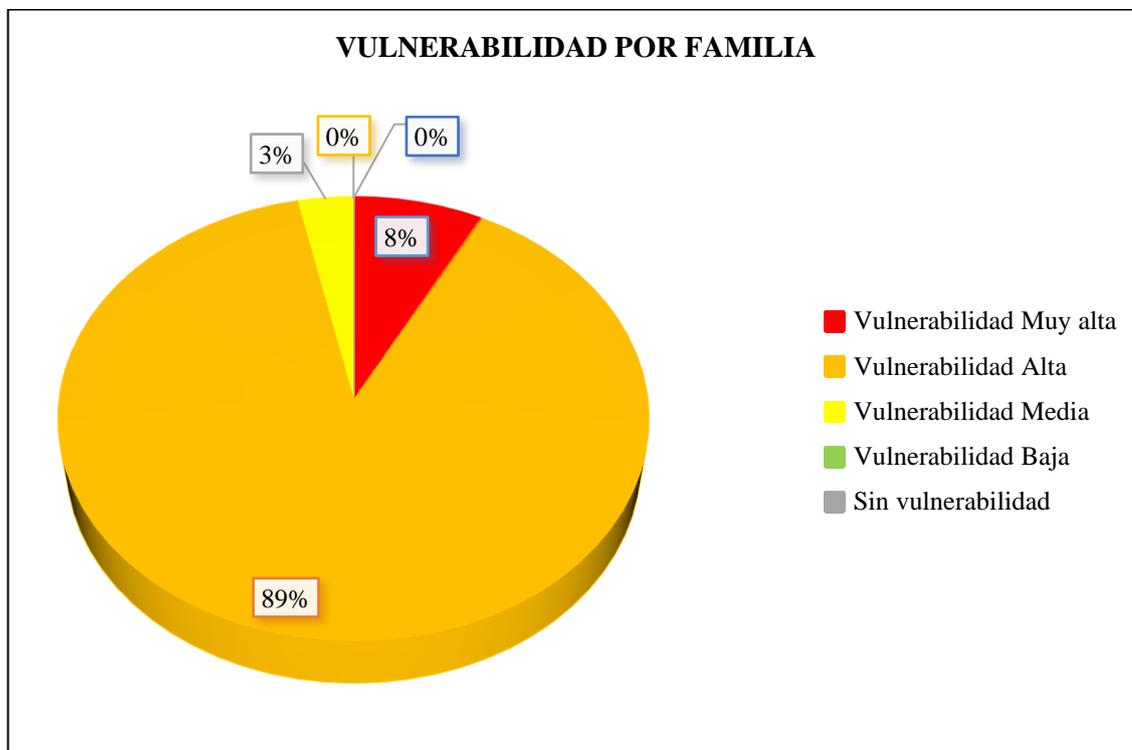


Gráfico: Vulnerabilidad total de indicadores por familia.

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

| Nivel de Vulnerabilidad por Familia |      |
|-------------------------------------|------|
| 0,40                                | ALTO |

Tabla 57. Vulnerabilidad por ingreso promedio x habitante por familia.

| CODIGO VIVIENDA | CODIGO FAMILIA | TIPOS DE INGRESOS FAMILIARES PESO 10% |        |               |        | VULNERABILIDAD POR INGRESOS PROMEDIOS POR HABITANTE POR FAMILIA |   |
|-----------------|----------------|---------------------------------------|--------|---------------|--------|---|---|
|                 |                | SALARIO MÍNIMO VITAL                  | \$/FAM | TOTAL HAB/FAM | \$/HAB |   |   |
| LP-001          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 5             | 77     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-002          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 4             | 97     | MEDIA   | 2 |
| LP-003          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 4             | 97     | MEDIA   | 2 |
| LP-004          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 6             | 64     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-005          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 5             | 77     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-006          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 5             | 77     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-007          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 5             | 77     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-008          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 5             | 77     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-009          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 3             | 77     | MUY ALTA  | 0 |
| LP-012          | 0              | < 1 SALARIO MINIMO                    | 386    | 1             | 386    | SIN VULNERABILIDAD  | 4 |

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## Análisis e Interpretación del Gráfico 42

Este gráfico estadístico nos muestra el resultado total de los indicadores, variables y niveles de vulnerabilidades existentes con un 89%, considerada como Alta, mientras que el 8 % nos refleja una vulnerabilidad Muy Alta y el 3% como vulnerabilidad Media.

Los hacinamientos se los determina en base al número de personas existentes en la vivienda. En este estudio se estableció un promedio de 4 personas por familia, es importante detallar que esta metodología de los 5/5 puede ser modificada y ajustada a las necesidades de cada análisis, incluyendo y excluyendo de pronto algunas variables, las cuales puede ser importante para este estudio mientras que para otro análisis no pueden ser de mucha relevancia. Los rangos aplicados dentro de la tabla de Excel son:

**Tabla 58.** Nivel de vulnerabilidad e indicador x habitante por familia.

| # de personas | Nivel de vulnerabilidad | Valor de ponderación |
|---------------|-------------------------|----------------------|
| 1 Personas    | Sin vulnerabilidad      | 4                    |
| 2 Personas    | Baja                    | 3                    |
| 3- 4 Personas | media                   | 2                    |
| Mayor a 5     | Muy Alta                | 0                    |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

Los ingresos por familia se los ha dividido de acuerdo a la cantidad de personas que habitan dentro de una vivienda, cuya base imponible es de \$ 386 dólares americanos, los cuales serán multiplicados por la cantidad de familias existentes dentro del domicilio y dar posteriormente su respectiva calificación, es importante recalcar que los niveles de vulnerabilidad pueden aumentar o disminuir dependiendo de la cantidad de personas con actividades productivas que existen dentro del hogar (véase p. 182).

**Tabla 59.** Nivel de Vulnerabilidad e indicador x ingresos económicos.

| Ingresos económicos        | Nivel de vulnerabilidad   | Valor de ponderación |
|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| < 1 salario mínimo         | Muy Alto                  | 385                  |
| 1 salario mínimo           | Alto                      | 386                  |
| 2 salarios mínimos         | Medio                     | 772                  |
| Mayor a 3 salarios mínimos | Bajo o Sin Vulnerabilidad | 1159                 |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## Porcentajes de hombres y mujeres

**Tabla 60.** Nivel de vulnerabilidad e indicador x género.

|   |       |     |                |       |     |                    |      |       |                    |     |       |                    | PESO                      | 60%   |
|---|-------|-----|----------------|-------|-----|--------------------|------|-------|--------------------|-----|-------|--------------------|---------------------------|-------|
| DISTRIBUCION POR SEXO Y EDADES - MATRIZ DE CALIFICACIONES |       |     |                |       |     |                    |      |       |                    |     |       |                    |                           |       |
| HOMBRES (años)  |       |     | MUJERES (años) |       |     | HOMBRES = CALIF. 2 |      |       | MUJERES = CALIF. 0 |     |       | MAYORIA POR GÉNERO | VULNERABILIDAD POR GÉNERO |       |
| <15   | 15_50 | >50 | <15            | 15_50 | >50 | TOTAL              | %    | PROD. | TOTAL              | %   | PROD. |                    |                           |       |
| 0   | 3     | 1   | 0              | 0     | 1   | 5                  | 83%  | 1,67  | 1                  | 17% | 0,00  | HOMBRES            | 1,67                      | BAJA  |
| 0   | 1     | 1   | 0              | 2     | 0   | 2                  | 50%  | 1,00  | 2                  | 50% | 0,00  | IGUALDAD           | 1,00                      | MEDIA |
| 1   | 0     | 1   | 0              | 1     | 1   | 2                  | 50%  | 1,00  | 2                  | 50% | 0,00  | IGUALDAD           | 1,00                      | MEDIA |
| 1   | 1     | 2   | 1              | 1     | 0   | 4                  | 67%  | 1,33  | 2                  | 33% | 0,00  | HOMBRES            | 1,33                      | MEDIA |
| 1   | 0     | 1   | 1              | 1     | 1   | 2                  | 40%  | 0,80  | 3                  | 60% | 0,00  | MUJERES            | 0,80                      | MEDIA |
| 1   | 1     | 1   | 1              | 1     | 0   | 3                  | 60%  | 1,20  | 2                  | 40% | 0,00  | HOMBRES            | 1,20                      | MEDIA |
| 2   | 1     | 0   | 1              | 1     | 0   | 3                  | 60%  | 1,20  | 2                  | 40% | 0,00  | HOMBRES            | 1,20                      | MEDIA |
| 0   | 1     | 1   | 2              | 0     | 1   | 2                  | 40%  | 0,80  | 3                  | 60% | 0,00  | MUJERES            | 0,80                      | MEDIA |
| 1   | 1     | 0   | 0              | 1     | 0   | 2                  | 67%  | 1,33  | 1                  | 33% | 0,00  | HOMBRES            | 1,33                      | MEDIA |
| 0   | 1     | 1   | 0              | 0     | 1   | 2                  | 67%  | 1,33  | 1                  | 33% | 0,00  | HOMBRES            | 1,33                      | MEDIA |
| 1   | 1     | 0   | 1              | 1     | 0   | 2                  | 50%  | 1,00  | 2                  | 50% | 0,00  | IGUALDAD           | 1,00                      | MEDIA |
| 0   | 0     | 1   | 0              | 0     | 0   | 1                  | 100% | 2,00  | 0                  | 0%  | 0,00  | HOMBRES            | 2,00                      | BAJA  |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018

En la tabla se muestran los resultados de la matriz, la cuál fue utilizada dentro del área de estudio y en base al levantamiento de información de las 90 familias tomadas como muestra existen 211 mujeres, las cuales en su mayoría son amas de casa y realizan actividades productivas como la crianza de animales de corral, etc. Esto las convierte en personas vulnerables debido a la carencia de información en lo que se refiere a desastres naturales, antrópicos y la capacidad de respuesta que tenga cada individuo, mientras tanto el 52 % son hombres cuyo número de personas es de 225, los cuales pasan el mayor tiempo en sus lugares de trabajos.

El nivel educativo nos ayudará a conocer que tan preparadas está la población en general, ya que entre mayor sea su nivel educativo la vulnerabilidad disminuye o viceversa, las personas capacitadas en emergencias o desastres naturales pueden asimilar de mejor manera la información o problemática de un sector, esto les pueden ayudar a tomar decisiones más acertadas en caso de ser reubicados a un lugar seguro. Estos parámetros dependerán de la cantidad de personas dentro de una familia la cual se divide por medio de porcentajes para su evaluación donde: 0 es Alto, 1 es Medio, 2 es Bajo.

**Tabla 61.** Nivel de vulnerabilidad e indicador x nivel educativo y por indicadores por familia.

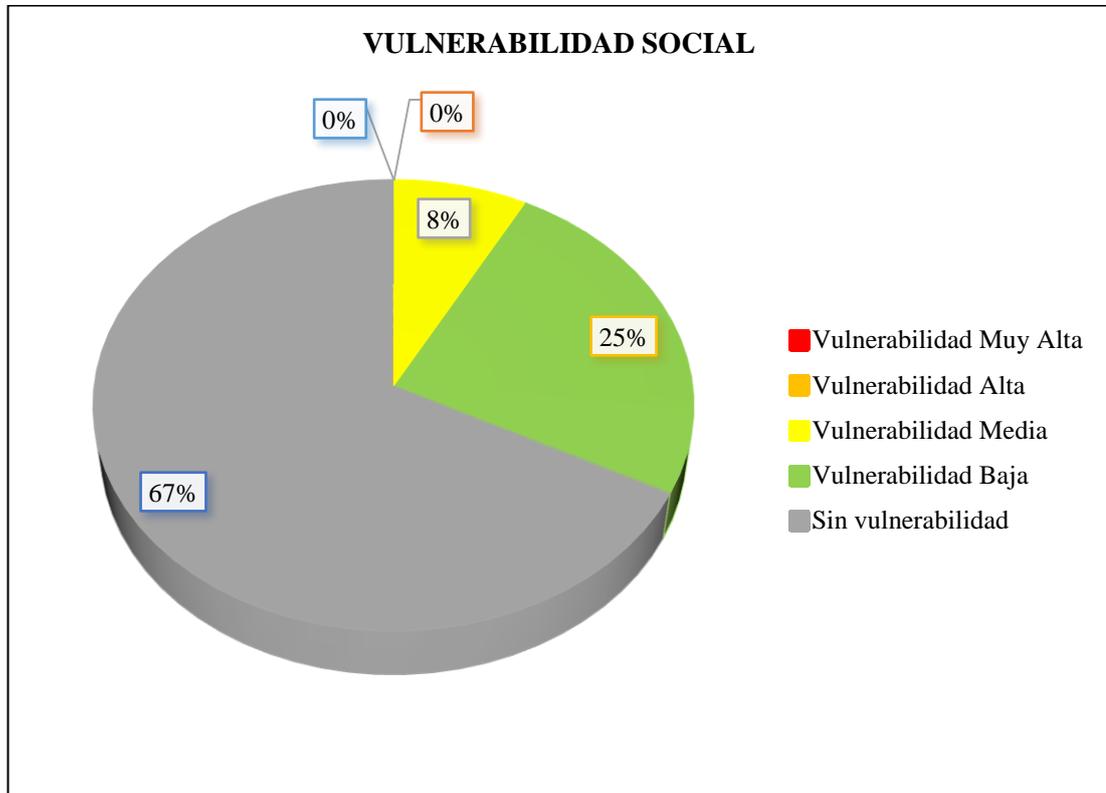
|  |      |        |              |      |        |              |     |       |                  |     |        | PESO                                      | 30%   |      | 100%     |
|--|------|--------|--------------|------|--------|--------------|-----|-------|------------------|-----|--------|---|-------|------|----------|
| NIVEL EDUCATIVO - MATRIZ DE CALIFICACIONES |      |        |              |      |        |              |     |       |                  |     |        | VULNERABILIDAD POR INDICADORES DE FAMILIA |       |      |          |
| NINGUNO = 0                                |      |        | PRIMARIA = 0 |      |        | SECUNDARIA=1 |     |       | UNIVERSITARIO =2 |     |        | VULNERABILIDAD POR NIVEL EDUCATIVO        |       |      |          |
| #  | %    | PRO D. | #            | %    | PRO D. | #            | %   | PROD. | #                | %   | PRO D. |   |       |      |          |
| 5  | 100% | 0,00   | 0            | 0%   | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 1,00 | ALTA     |
| 2  | 50%  | 0,00   | 0            | 0%   | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 2                | 50% | 1,00   | 1,00                                      | MEDIA | 1,10 | ALTA     |
| 2  | 50%  | 0,00   | 2            | 50%  | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 0,80 | ALTA     |
| 3  | 50%  | 0,00   | 1            | 17%  | 0,00   | 2            | 33% | 0,33  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,33                                      | ALTA  | 0,90 | ALTA     |
| 2  | 40%  | 0,00   | 3            | 60%  | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 0,48 | MUY ALTA |
| 3  | 60%  | 0,00   | 2            | 40%  | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 0,72 | ALTA     |
| 0  | 0%   | 0,00   | 5            | 100% | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 0,72 | ALTA     |
| 3  | 60%  | 0,00   | 0            | 0%   | 0,00   | 2            | 40% | 0,40  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,40                                      | ALTA  | 0,60 | ALTA     |
| 0  | 0%   | 0,00   | 3            | 100% | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 0,80 | ALTA     |
| 1  | 33%  | 0,00   | 2            | 67%  | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 1,00 | ALTA     |
| 1  | 25%  | 0,00   | 1            | 25%  | 0,00   | 2            | 50% | 0,50  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,50                                      | ALTA  | 0,95 | ALTA     |
| 1  | 100% | 0,00   | 0            | 0%   | 0,00   | 0            | 0%  | 0,00  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,00                                      | ALTA  | 1,60 | MEDIA    |
| 2  | 29%  | 0,00   | 3            | 43%  | 0,00   | 2            | 29% | 0,29  | 0                | 0%  | 0,00   | 0,29                                      | ALTA  | 0,60 | ALTA     |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018

Mientras la vulnerabilidad total de los indicadores por familia se basa en los resultados de los valores como, por ejemplo: ingresos económicos por familia, vulnerabilidad por género y educación y el resultado final se plasmará con diferentes niveles de vulnerabilidades Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Sin Vulnerabilidad.

### 4.8.3. Vulnerabilidad total de las variables sociales

**Gráfico 43.** Vulnerabilidad social.



*Gráfico:* Vulnerabilidad total de indicadores sociales.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

| <b>Nivel de Vulnerabilidad Por Indicadores Sociales</b> |                    |
|---|--------------------|
| 4,0   | SIN VULNERABILIDAD |

**Tabla 62.** Vulnerabilidad total de indicadores por familias.

| CODIGO VIVIENDA | NUMERO FAMILIA | NUMERO HABITANTES | PROPIETARIO | DISCAPACITADOS POR EDAD |       |     | ACTIVIDAD ECONOMICA |              |             |              |
|-----------------|----------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------|-----|---------------------|--------------|-------------|--------------|
|                 |                |                   |             | <15                     | 15_50 | >50 | EMPLEADOS           | DESEMPLEADOS | ESTUDIANTES | AMAS DE CASA |
| LP-001          | 1              | 5                 | PROPIETARIO |                         | 1     | 1   | 3                   |              |             | 1            |
| LP-002          | 1              | 4                 | PROPIETARIO |                         |       |     |                     | 3            |             | 1            |
| LP-003          | 1              | 4                 | PROPIETARIO |                         |       | 2   |                     | 1            |             | 1            |
| LP-004          | 1              | 6                 | PROPIETARIO |                         |       |     | 1                   | 4            | 1           |              |
| LP-005          | 2              | 5                 | PROPIETARIO |                         |       |     |                     |              |             | 2            |
| LP-006          | 1              | 5                 | PRESTADO    | 1                       |       | 1   | 1                   | 1            |             | 1            |
| LP-007          | 1              | 5                 | PROPIETARIO |                         |       |     |                     | 2            | 2           | 1            |
| LP-008          | 2              | 5                 | PROPIETARIO |                         |       | 1   | 1                   |              | 2           | 1            |
| LP-009          | 1              | 3                 | PRESTADO    |                         |       |     | 1                   | 1            |             | 1            |
| LP-010          | 1              | 3                 | PROPIETARIO | 1                       |       |     | 1                   |              |             | 1            |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 63.** Vulnerabilidad e indicadores por discapacidad.

|    | PESO PONDERADO 60% |        |          |         |                    |             |                |       |     |              |                    |                      |     |     | PESO PONDERADO 40% |  | CRITERIO 3/3 |
|----|--------------------|--------|----------|---------|--------------------|-------------|----------------|-------|-----|--------------|--------------------|----------------------|-----|-----|--------------------|--|--------------|
|    | COD VIV            | # FAM. | # HABIT. | HAB/FAM | CALIFICACIÓN       | PONDERACIÓN | DISCAPACITADOS |       |     | CALIFICACIÓN | PONDERACIÓN        | TOTAL VULNERABILIDAD |     |     |                    |  |              |
|    |                    |        |          |         |                    |             | <15            | 15-50 | >50 |              |                    |                      |     |     |                    |  |              |
| 7  |                    |        |          |         |                    |             |                |       |     |              |                    |                      |     |     |                    |  |              |
| 8  |                    |        |          |         |                    |             |                |       |     |              |                    |                      |     |     |                    |  |              |
| 9  |                    |        |          |         |                    |             |                |       |     |              |                    |                      |     |     |                    |  |              |
| 10 | LP-001             | 1      | 5        | 5,0     | BAJA               | 3           | 1,8            | 0     | 1   | 1            | MEDIA              | 2                    | 0,8 | 2,6 | BAJA               |  |              |
| 11 | LP-002             | 1      | 4        | 4,0     | SIN VULNERABILIDAD | 4           | 2,4            | 0     | 0   | 0            | SIN VULNERABILIDAD | 4                    | 1,6 | 4,0 | SIN VULNERABILIDAD |  |              |
| 12 | LP-003             | 1      | 4        | 4,0     | SIN VULNERABILIDAD | 4           | 2,4            | 0     | 0   | 2            | MEDIA              | 2                    | 0,8 | 3,2 | BAJA               |  |              |
| 13 | LP-004             | 1      | 6        | 6,0     | MEDIA              | 2           | 1,2            | 0     | 0   | 0            | SIN VULNERABILIDAD | 4                    | 1,6 | 2,8 | BAJA               |  |              |
| 14 | LP-005             | 2      | 5        | 2,5     | SIN VULNERABILIDAD | 4           | 2,4            | 0     | 0   | 0            | SIN VULNERABILIDAD | 4                    | 1,6 | 4,0 | SIN VULNERABILIDAD |  |              |
| 15 | LP-006             | 1      | 5        | 5,0     | BAJA               | 3           | 1,8            | 1     | 0   | 1            | MEDIA              | 2                    | 0,8 | 2,6 | BAJA               |  |              |
| 16 | LP-007             | 1      | 5        | 5,0     | BAJA               | 3           | 1,8            | 0     | 0   | 0            | SIN VULNERABILIDAD | 4                    | 1,6 | 3,4 | BAJA               |  |              |
| 17 | LP-008             | 2      | 5        | 2,5     | SIN VULNERABILIDAD | 4           | 2,4            | 0     | 0   | 1            | BAJA               | 3                    | 1,2 | 3,6 | SIN VULNERABILIDAD |  |              |
| 18 | LP-009             | 1      | 3        | 3,0     | SIN VULNERABILIDAD | 4           | 2,4            | 0     | 0   | 0            | SIN VULNERABILIDAD | 4                    | 1,6 | 4,0 | SIN VULNERABILIDAD |  |              |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### Análisis e Interpretación de la Tabla 46 y Gráfico 43

De la misma forma que las tablas anteriormente descritas, en las cuales se observa entre más personas discapacitadas existan dentro de una familia mayor será el nivel de vulnerabilidad sin importar el tipo o porcentaje de discapacidad que tenga el individuo.

El gráfico estadístico nos muestra el resultado de la vulnerabilidad social obteniendo como resultado el 67% sin vulnerabilidad, todo esto es debido a que existen familias con un mínimo de 4 personas por vivienda, donde no se encontraron individuos con discapacidad y los salarios son netamente básicos, mientras tanto el 25% tienen una vulnerabilidad baja donde se evidenció que existen 5 habitantes en una familia incluidas personas con discapacidad, el 8 % contiene 7 personas dentro de una vivienda incluida una con discapacidad y su vulnerabilidad es Media, estos ejemplos nos muestra que el peso mayor de ponderación lo tienen los grupos prioritarios como son las personas con discapacidad. Es decir, su vulnerabilidad incrementa. La variable tomada en consideración es cuantitativa para las familias sin discapacidad de las cuales tenemos: que de 1 a 4 habitantes es normal, de 5 a 7 es un poco exagerado y de 8 en adelante es exagerado.

Las personas con discapacidad son evaluadas por edad sin importar el género, porcentaje o tipo, esta información es sumamente importante pues nos ayuda a reconocer grupos vulnerables prioritarios dentro del área de estudio. Los indicadores de evaluación se los detalla a continuación:

**Tabla 64.** Nivel de vulnerabilidad e indicadores por discapacidad.

| # de discapacitados | Nivel de vulnerabilidad | Valor de ponderación |
|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 4 Discapacitados    | Muy Alto                | 0                    |
| 3 Discapacitados    | Alto                    | 1                    |
| 2 Discapacitados    | Medio                   | 2                    |
| 1 Discapacitados    | Bajo                    | 3                    |
| 0 Discapacitados    | Sin Vulnerabilidad      | 4                    |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### 4.8.4. Estimación de la vulnerabilidad social total

Gráfico 44. Vulnerabilidad social.

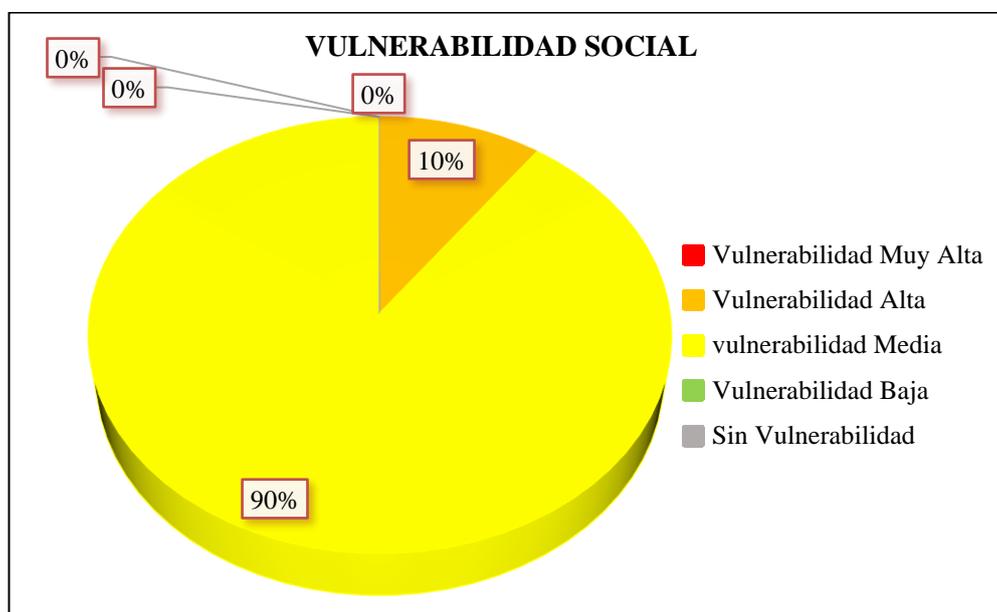


Gráfico: Vulnerabilidad social total.

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

| Nivel de Vulnerabilidad Social Total |              |
|--------------------------------------|--------------|
| 2,21                                 | <b>MEDIA</b> |

Tabla 65. Tipos de vulnerabilidades sociales.

| CODIGO VIVIENDA | TIPOS DE VULNERABILIDADES SOCIALES |       |                          |                    |                             |          | VULNERABILIDAD SOCIAL TOTAL |       |
|-----------------|------------------------------------|-------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|----------|-----------------------------|-------|
|                 | POR ESTADO DE INFRAESTRUCTURA      |       | POR INDICADORES SOCIALES |                    | POR INDICADORES POR FAMILIA |          |                             |       |
|                 | ÍNDICE                             | NIVEL | ÍNDICE                   | NIVEL              | ÍNDICE                      | NIVEL    | ÍNDICE                      | NIVEL |
| LP-001          | 1,16                               | ALTA  | 2,60                     | BAJA               | 0,96                        | ALTA     | 1,57                        | MEDIA |
| LP-002          | 1,16                               | ALTA  | 4,00                     | SIN VULNERABILIDAD | 1,10                        | ALTA     | 2,09                        | MEDIA |
| LP-003          | 0,96                               | ALTA  | 3,20                     | BAJA               | 0,80                        | ALTA     | 1,65                        | MEDIA |
| LP-004          | 1,16                               | ALTA  | 2,80                     | BAJA               | 0,90                        | ALTA     | 1,62                        | MEDIA |
| LP-005          | 0,96                               | ALTA  | 4,00                     | SIN VULNERABILIDAD | 0,48                        | MUY ALTA | 1,81                        | MEDIA |
| LP-006          | 1,16                               | ALTA  | 2,60                     | BAJA               | 0,72                        | ALTA     | 1,49                        | MEDIA |
| LP-007          | 0,96                               | ALTA  | 3,40                     | BAJA               | 0,72                        | ALTA     | 1,69                        | MEDIA |
| LP-008          | 1,16                               | ALTA  | 3,60                     | SIN VULNERABILIDAD | 0,60                        | ALTA     | 1,79                        | MEDIA |
| LP-009          | 0,96                               | ALTA  | 4,00                     | SIN VULNERABILIDAD | 0,80                        | ALTA     | 1,92                        | MEDIA |

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 47 y Gráfico 44**

El gráfico estadístico nos da como resultado el 90 % de vulnerabilidad Medio general de la población, mientras tanto el 10 % presenta vulnerabilidad Alta, la cual se representa por colores establecidos en la metodología, el resultado del indicador más relevante dentro de la tabla es de 2, 21 con un nivel medio de vulnerabilidad social total poblacional, la cual se obtiene mediante una sumatoria de los indicadores cuyos resultados finales serán promediados en base a las vulnerabilidades existentes como resultado final, aplicando el criterio de los 3/3 (véase en p.179).

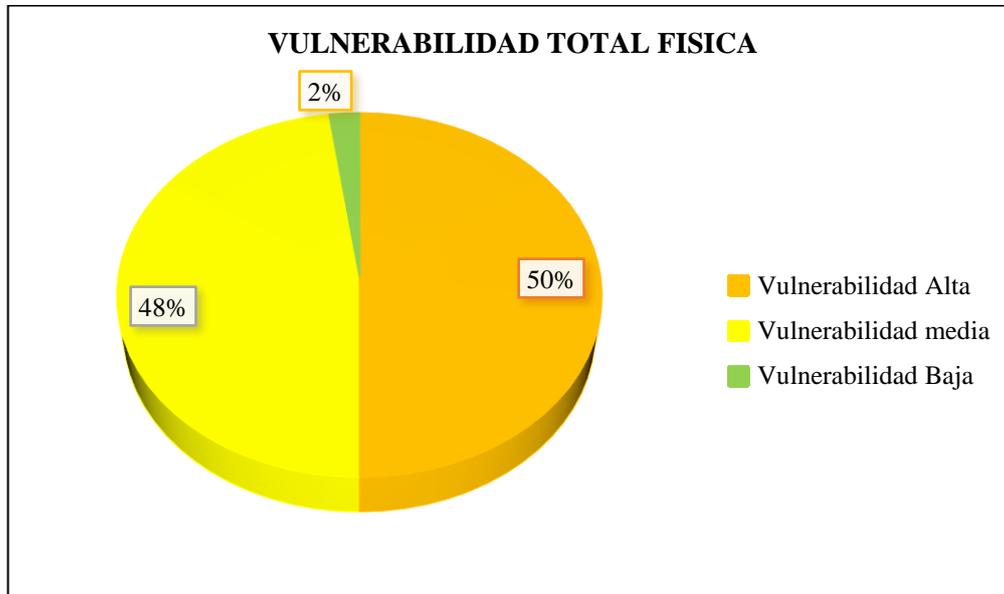
Dentro de las vulnerabilidades sociales los parámetros serán evaluados por el estado de infraestructura o servicios básicos como: Agua Potable, Energía Eléctrica, Comunicaciones, Alcantarillado Pluvial o Sanitario y Vías de acceso.

La variable social como la discapacidad, solo evaluará los rangos de edades entre 0 - 15, 16 - 50 y mayores de 50, más no valorará los tipos o porcentajes que tenga cada individuo.

Las variables por familia como: ingresos económicos sean estos por persona o grupo familiar; género (hombres, mujeres); niveles educativos; y números de habitantes, nos permitirán evaluar una parte del aspecto social de la comunidad la cual ha sido objeto de estudio. Es importante recalcar que si existen 2 o más familias dentro de una misma vivienda se deberá promediar individualmente con un código diferente dentro del levantamiento de información.

#### 4.8.5. Vulnerabilidad total física

Gráfico 45. Vulnerabilidad total física.



*Gráfico:* Vulnerabilidad total Física.  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

| Nivel de Vulnerabilidad Física |      |
|--------------------------------|------|
| 1                              | ALTA |

**Tabla 66.** Tipos de vulnerabilidades físicas

| CODIGO | SISTEMA ESTRUCTURAL | 0.15%        | 0.10%                                 | 0.08%       | 0.04%               | 0.05%        | 0.18%             | 0.40%        | 100%            | VULNERABILIDAD FISICA ESTRUCTURAL |              |              |                          |              |                                  |       |
|--------|---------------------|--------------|---------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------|----------------------------------|-------|
|        |                     | CALIFICACION | ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA | CALIFICAION | MATERIAL DE PAREDES | CALIFICACION | EDAD CONSTRUCCION | CALIFICACION | NUMERO DE PISOS |                                   | CALIFICACION | CALIFICACION | TOPOGRAFIA DEL SITIO     | CALIFICACION | VALORACION VULNERABILIDAD FISICA |       |
| LP-001 | Hormigón            | 2            | Buena                                 | 3           | Ladrillo            | 3            | Más De 1984       | 2            | 1 Piso          | 2                                 | Seco         | 3            | Bajo nivel de la calzada | 1            | 1.96                             | MEDIA |
| LP-002 | Mixta               | 1            | Regular                               | 2           | Caña                | 1            | Más De 1991       | 2            | 1Piso           | 2                                 | Seco         | 3            | Bajo nivel de la calzada | 1            | 1.46                             | ALTA  |
| LP-003 | Caña                | 1            | Buena                                 | 2           | Caña                | 1            | Más De 1998       | 2            | 1 Piso          | 2                                 | Seco         | 3            | Bajo nivel de la calzada | 1            | 1.46                             | ALTA  |
| LP-004 | Caña                | 1            | Regular                               | 1           | Caña                | 1            | Más De 1990       | 2            | 1 Piso          | 2                                 | Seco         | 3            | Bajo nivel de la calzada | 1            | 1.36                             | ALTA  |
| LP-005 | Mixta               | 1            | Malo                                  | 1           | Caña                | 1            | Más De 1984       | 2            | 1 Piso          | 2                                 | Seco         | 3            | Bajo nivel de la calzada | 1            | 1.36                             | ALTA  |
| LP-006 | Cemento             | 2            | Regular                               | 2           | Ladrillo            | 2            | Más De 1985       | 2            | 1 Piso          | 2                                 | Seco         | 3            | Bajo nivel de la calzada | 1            | 1.61                             | MEDIA |
|        |                     |              |                                       |             |                     |              |                   |              |                 |                                   |              |              | PROMEDIO                 | 1.535        | MEDIA                            |       |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 48 y Gráfico 45**

Este gráfico estadístico nos muestra el resultado de la vulnerabilidad física de las viviendas existentes en base al levantamiento de información con un 50% de vulnerabilidad alta, mientras el 48% representa vulnerabilidad media, el cual evalúa el tipo de construcción, sea esta de hormigón armado, mixta o liviana, edad de la edificación entre 1950 – 1980, 1981 – 2000, y 2001 – 2018, con estas edades se puede establecer el tiempo de vida útil de la estructura o por lo menos tener una referencia para su posterior evaluación, el estado relativo de la vivienda Bueno, Regular o Malo, los materiales en paredes, ladrillo y bloque, piedra, Madera, Adobe, número de pisos en base a su altura de 1, 2, 3 o más de 4 pisos, las características del suelo húmedo, firmes secos y Ciénega, además, de la topografía del terreno donde se encuentran asentadas las casas en niveles planos, a nivel superior de la calzada y nivel inferior de la calzada estas variables y parámetros nos ayuda a determinar niveles de vulnerabilidad física sean estas Alta, Media, Baja.

Ha sido necesario tomar como ejemplo las 6 primeras viviendas del levantamiento de información para poder plasmar dentro de la matriz del sistema estructural de las viviendas con sus respectivos porcentajes, donde se estableció un promedio como resultado final.

#### 4.8.6. Vulnerabilidad Total o Poblacional

Gráfico 46. Vulnerabilidad total.

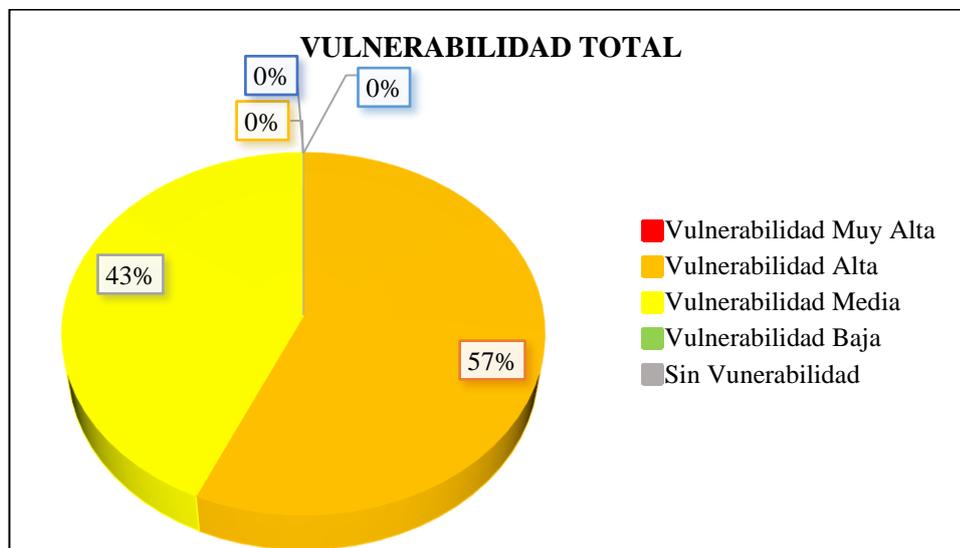


Gráfico: Vulnerabilidad total.

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

| Nivel de Vulnerabilidad Total |      |
|-------------------------------|------|
| 2,47                          | ALTA |

Tabla 67. Estimación de la vulnerabilidad total de la Comunidad Cruz Alta de la Parroquia Abdón Calderón.

| CODIGO VIVIENDA | VULNERABILIDAD FISICA |           | VULNERABILIDAD SOCIAL |           | VULNERABILIDAD TOTAL |           |
|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                 | NIVEL                 | INDICADOR | NIVEL                 | INDICADOR | NIVEL                | INDICADOR |
| LP-001          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 1,57      | ALTA                 | 1,29      |
| LP-002          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 2,09      | MEDIA                | 1,54      |
| LP-003          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 1,65      | ALTA                 | 1,33      |
| LP-004          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 1,62      | ALTA                 | 1,31      |
| LP-005          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 1,81      | ALTA                 | 1,41      |
| LP-006          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 1,49      | ALTA                 | 1,25      |
| LP-007          | ALTA                  | 1         | MEDIA                 | 1,69      | ALTA                 | 1,35      |
| LP-008          | MEDIA                 | 2         | MEDIA                 | 1,79      | MEDIA                | 1,89      |
| LP-009          | MEDIA                 | 1         | MEDIA                 | 1,92      | ALTA                 | 1,46      |
| LP-010          | MEDIA                 | 2         | MEDIA                 | 1,92      | MEDIA                | 1,96      |

Elaborado por: Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **Análisis e Interpretación de la Tabla 49 y Gráfico 46**

Este gráfico nos muestra el resultado poblacional final de todas las vulnerabilidades existentes en el sector Cruz Alta de Miguelillo de la Parroquia Abdón Calderón, evaluando de forma general la vulnerabilidad física por indicadores estructurales, edad de construcción, factor de exposición, estado relativo de la vivienda, la vulnerabilidad física y sus indicadores, además de la vulnerabilidad social por indicadores por familia, por infraestructura o servicios básicos y personas con discapacidad.

La vulnerabilidad total se establece dentro del gráfico estadístico en un 57% de vulnerabilidad Alta y el 43% de vulnerabilidad Media. Sin embargo dentro de la vulnerabilidad física y social se establece como la suma de los resultados de los indicadores, dividida para la cantidad de vulnerabilidades planteadas dentro de la tabla.

En este caso la vulnerabilidad física y social trabajan de manera inversa con relación a las demás matrices, es decir, la primera presenta el nivel de vulnerabilidad sea este Alto, Medio o Bajo, y posteriormente su indicador para la conformación de la matriz alfanumérica final de la estimación de la vulnerabilidad total (véase en p. 186)

### **Representación gráfica de las vulnerabilidades totales**

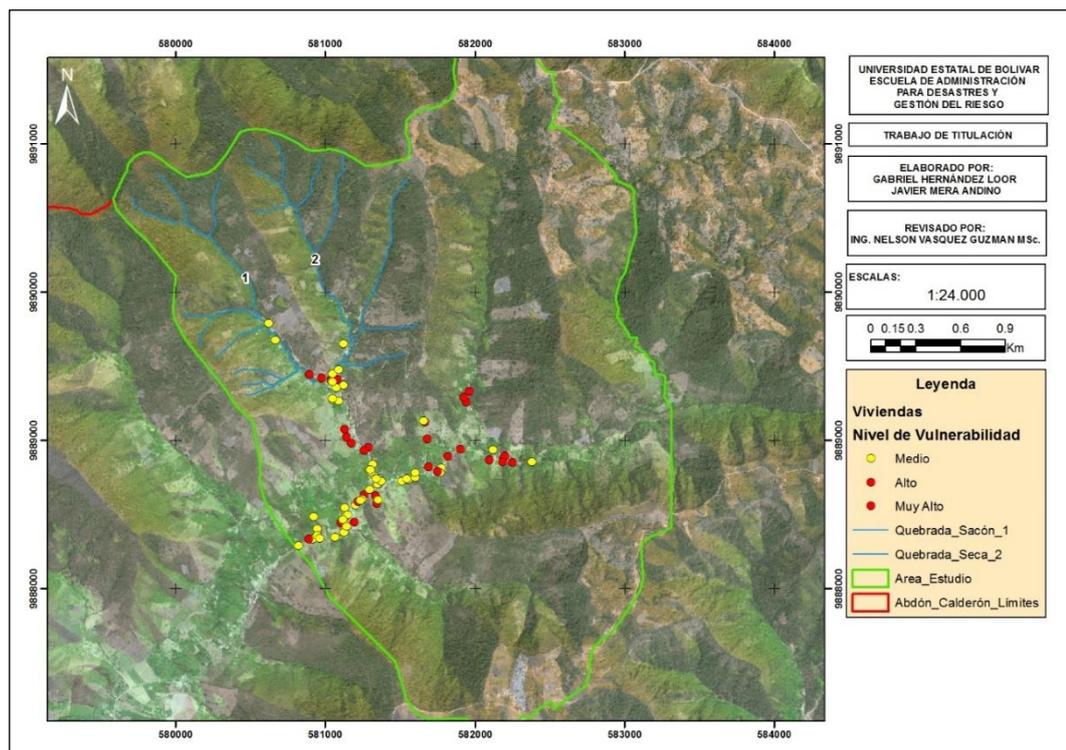
Para realizar la representación gráfica se la puede plasmar mediante mapas temáticos, en los cuales utilizaremos los valores y colores resultantes de la vulnerabilidad total poblacional, mostrando los puntos georreferenciados de cada vivienda evaluada con colores establecidos en la metodología (Véase pág. 196).

En base de los resultados obtenidos dentro del análisis y evaluación de la vulnerabilidad considerando todos sus indicadores y variables existentes dentro del área de estudio las cuales son: física, social y económica, las mismas que mediante un proceso matemático sistematizado se la ha categorizado con un nivel de importancia a escala cualitativa, (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Sin Vulnerabilidad) frente a deslizamientos por flujos de escombros, se obtuvo como resultado 39 viviendas con vulnerabilidad Alta y 51 viviendas con vulnerabilidad Media distribuidas en diferentes

puntos del área de estudio, de las cuales 14 viviendas se encuentran dentro del polígono de afectación por susceptibilidad por flujos de escombros (Véase en p. 199 ).

Esta información es sumamente importante ya que nos permite tomar acciones específicas para la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo a través de planes de prevención o mitigación existentes en cada sector u objeto de estudio. El mapa se lo ha realizado a escala 1:24.000, el cual se ha delimitado en base a los límites parroquiales y el área de estudio se la ha determinado en base a las características topográficas con curvas de nivel, pendientes abruptas y microcuencas o quebradas con fuertes aportaciones considerables, las cuales sirven como caudales de las escorrentías superficiales intermitentes, desplazamiento de sedimentos de las laderas y flujos de escombros.

**Mapa 21.** Niveles de Vulnerabilidades totales en las viviendas censadas de la comunidad Cruz Alta de Miguelillo.



*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

### 4.3. Resultado del Objetivo 3

Establecer los escenarios de riesgos por flujos de escombros e identificar alternativas de solución con obras de mitigación.

### 4.3.1. Escenario de Riesgos por Flujos de Escombros

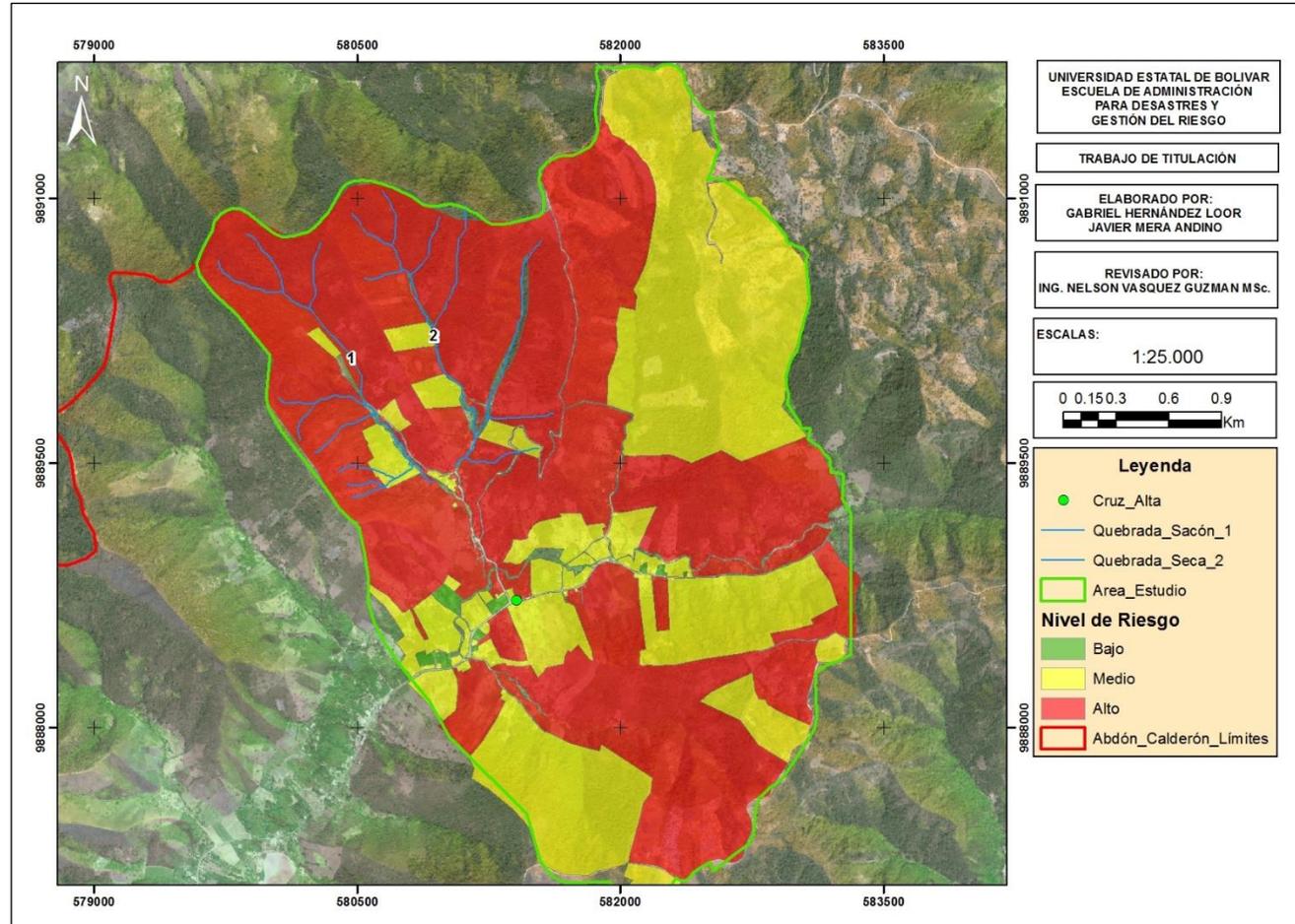
Para la elaboración del mapa de escenarios de riesgos por Flujos de Escombros, se incorporó la información de vulnerabilidad, amenaza y exposición representadas en los análisis anteriores. Además, de vincularse a una tabla de evaluación cualitativa la misma que se utilizó como referencia (Véase Tabla. 50). Además, se mantuvo la configuración geométrica del catastro, información que se facilitó por parte de la Dirección de Avalúos y Catastro del GADM de Portoviejo, permitiendo ajustar la capa resultante a nivel de predios, evidenciando ser un método más detallado en el análisis de riesgo. Cabe recalcar que dentro del análisis de amenaza se consideró indispensable incorporar otros elementos como son los cauces de quebradas y la zona de depósito de escombros, los mismos que definen un escenario completo e interceden directamente al fenómeno por flujos de escombros, permitiendo ser más asertivo en el proceso de elaboración del mapa de riesgo.

**Tabla 68.** Forma representativa para vincular las amenazas con las vulnerabilidades.

| Zonas de Amenaza      | Niveles de Vulnerabilidad | Riesgo |
|-----------------------|---------------------------|--------|
| Depósito de Escombros | Muy Alta                  | Alto   |
|                       | Alta                      |        |
|                       | Media                     |        |
| Alto                  | Muy Alta                  | Alto   |
|                       | Alta                      |        |
|                       | Media                     |        |
| Medio                 | Muy Alta                  | Alto   |
|                       | Alta                      | Alto   |
|                       | Media                     | Medio  |
| Bajo                  | Muy Alta                  | Medio  |
|                       | Alta                      | Medio  |
|                       | Media                     | Bajo   |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Mapa 22.** Escenario de riesgo resultante de combinar las amenazas con las vulnerabilidades.



*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

**Tabla 69. Matriz de escenarios de riesgos por flujos de escombros.**

| Localidad/ Sector  | Amenaza             | Vulnerabilidad   | Capacidades  | Riesgos   | Posibles acciones   |
|--|---------------------|--|--|---|---|
| <b>Cantón:</b> Portoviejo<br><b>Parroquia:</b> Abdón Calderón.<br><b>Comunidad:</b> Cruz Alta de Miguelillo. | Flujos de Escombros | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se han identificado 90 familias equivalente a 438 personas de las cuales 140 se encuentran en RIESGO ALTO en varios sectores distribuidas en: La Paja, Quebrada de Paulo, Cruz Alta</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe interés y compromiso de las personas de la comunidad en participar en capacitaciones para reducir sus vulnerabilidades.</li> <li>- Existe compromiso de las autoridades locales y organizaciones no gubernamentales en reducir el riesgo.</li> <li>- En el sector cuenta con un Centro Educativo, Centro de Salud, e Iglesia, las cuales pueden servir para establecer Albergues o Refugios Temporales.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deslizamiento de flujos de escombros que pueden generar pérdidas de vidas y bienes materiales.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar obras de mitigación, en zonas estratégicas.</li> <li>- Fortalecer la organización comunitaria a través, de capacitaciones ante las emergencias o desastres.</li> <li>- Señalizar las áreas de Riesgo Alto.</li> <li>- Realizar un Plan de Emergencia.</li> <li>- Ejecutar simulacros periódicos</li> </ul> |
|  |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 71 familias tienen un ingreso promedio menor al salario básico unificado el cual es \$ 386 dólares americanos</li> <li>-Inexistencia de los servicios básicos de infraestructura en un 100%.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La comunidad está dispuesta a seguir sembrando de forma responsable sin causar daños al suelo ni al Medio Ambiente.</li> <li>- Generar micro empresas privadas para el desarrollo de la Comunidad.</li> <li>- Existe el compromiso por parte del Gobierno Parroquial y Cantonal de Portoviejo, en establecer proyectos vitales para la comunidad.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perdida de bienes y cultivos por efecto del cambio climático o desastres naturales.</li> <li>- Suelos pocos estables para la construcción de los servicios básicos insatisfechos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar apoyo del BanEcuador u ONG's para las capacitaciones en temas de emprendimiento y micro empresas.</li> <li>- Realizar un financiamiento con Países aliados.</li> </ul>  |
|  |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de 312 personas tienen un nivel ALTO de vulnerabilidad educativa con parámetros de estudios primarios o sin estudio</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Predisposición e interés de terminar sus estudios secundarios por las tardes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- falta de campañas educativas por parte del Ministerio de Educación</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear campañas educativas de casa en casa para erradicar el analfabetismo en el sector.</li> </ul>   |

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

#### **4.9.2. Identificación de alternativas de solución con obras de mitigación**

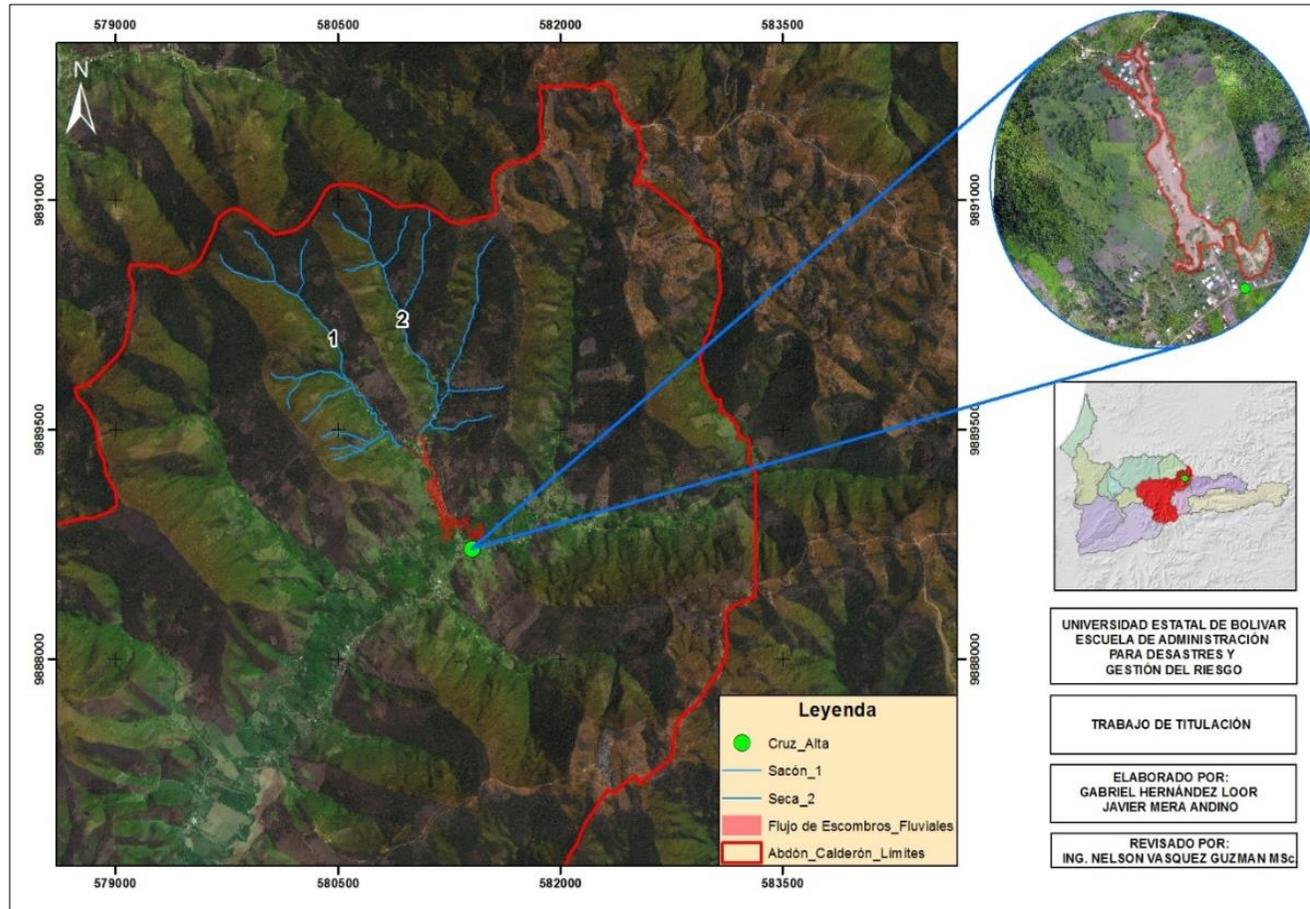
Para el cumplimiento de esta parte del tercer objetivo específico se construye una matriz que identifica las zonas de mayor amenaza, donde se implementarán de primera mano estas soluciones de mitigación haciendo un análisis de ellas.

Entre estas medidas, cobran especiales importancias aquellas destinadas a estabilizar los taludes y lograr el drenaje adecuado de las aguas subterráneas, así como el drenaje controlado de las aguas superficiales. Sin embargo, estas medidas no serán suficientes si no vienen acompañadas con el “Plan de Uso de Suelo”, que se traduzca en un adecuado Ordenamiento Territorial por las entidades encargadas, con el fin de evitar que nuevamente se generen las condiciones que den lugar a una nueva construcción social del riesgo.

El área de estudio comprende 10,46 Km<sup>2</sup>, en la cual observamos rastros de deslizamientos como flujos de escombros, deslizamientos activos lentos y masas remanentes con troncos de árboles, los cuales presentarían desplazamiento debido a la sobresaturación del suelo. Además, del efecto de gravedad, consiguiendo de esta manera formar represamientos naturales y posteriores aluviones.

La zona de acumulación de flujos está delimitada por un área de 5.66 ha, la misma que fue calculada con imágenes aéreas georreferenciadas a pocos días de haberse suscitado el evento, se estima un cálculo de volumen de flujos de escombros, creando triangulaciones con las curvas de nivel para modelar la superficie del terreno antes y después del proceso de deslizamiento, posteriormente con las herramientas de análisis espacial en 3d se realiza una resta de ambas superficies, obteniendo un valor de alrededor de 31.668 m<sup>3</sup> aproximadamente, lo que equivale a 3.958 volquetas de 8 m<sup>3</sup>.

**Mapa 23.** Delimitación de la Parroquia Abdón Calderón, se representa dentro de la mancha roja el alcance del evento por flujo de escombros del 28 de febrero del 2017.



*Fuente:* GADM del Cantón Portoviejo, 2017  
*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018

**Tabla 70.** Medidas estructurales, no estructurales y ambientales de mitigación y prevención ante deslizamientos por flujos de escombros.

| Zona Crítica   | Medida Estructurales   | Medidas no Estructurales  | Medidas Ambientales  |
|--|--|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Quebrada La Seca</b></p>  | <p><b>Biomantas:</b> debido a la ausencia de cobertura vegetal en esta zona, se recomienda el empleo de esta medida de mitigación la cual permite el desarrollo de vegetación debido a que es biodegradable por ende una vez cumplida esta función desaparece, está compuesta con fibras de coco u otras fibras naturales, su principal función es servir de protección y abono a las especies vegetales que en ella se siembre.</p> <p><b>Geo mantas:</b> Compatibles en el caso de taludes con suelos finos sin cohesión e inclinación moderada, su función es la de confinar las partículas con las cuales es colmatado, facilitando el crecimiento de la vegetación y garantizando la buena interacción suelo – material a través de las raíces.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de normativas de regulación de uso de suelo, impidiendo la edificación de construcciones en zonas de alto riesgo por deslizamiento.</li> <li>• Campañas de socialización en la comunidad sobre las amenazas a deslizamiento por flujos de escombros a la que están expuestos.</li> <li>• Establecer sistemas de alerta comunitaria, para informar a la comunidad como actuar antes, durante y después de la ocurrencia de este evento adverso.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de forestación con especies compatibles cuyas raíces alcancen profundidades de 50 cm, estas especies actuaran como colchón amortiguador del impacto directo de las precipitaciones.</li> <li>• Prevención de incendios forestales en zonas de bosque seco, regularizando y sancionado la quema no supervisada.</li> <li>• Implementación de barreras vivas, prácticas utilizadas para disminuir la velocidad de escorrentías sobre laderas. Además, de la erosión y desestabilización de la misma, son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso.</li> </ul> |

**A la izquierda relieve que da origen a la Quebrada Sacón**



**Biomantas:** debido a la ausencia de cobertura vegetal en esta zona, se recomienda el empleo de esta medida de mitigación la cual permite el desarrollo de vegetación debido a que es biodegradable por ende una vez cumplida esta función desaparece, está compuesta con fibras de coco u otras fibras naturales, su principal función es servir de protección y abono a las especies vegetales que en ella se siembre.

**Geo mantas:** Compatibles en el caso de taludes con suelos finos sin cohesión e inclinación moderada, su función es la de confinar las partículas con las cuales es colmatado, facilitando el crecimiento de la vegetación y garantizando la buena interacción suelo – material a través de las raíces.

- Cumplimiento de normativas de regulación de uso de suelo, impidiendo la edificación de construcciones en zonas de alto riesgo por deslizamiento.
- Campañas de socialización en la comunidad sobre las amenazas a deslizamiento por flujos de escombros a la que están expuestos.
- Establecer sistemas de alerta comunitaria, para informar a la comunidad como actuar antes, durante y después de la ocurrencia de este evento adverso.
- Acciones de forestación con especies compatibles cuyas raíces alcancen profundidades de 50 cm, estas especies actuaran como colchón amortiguador del impacto directo de las precipitaciones.
- Prevención de incendios forestales en zonas de bosque seco, regularizando y sancionando la quema no supervisada.
- Implementación de barreras vivas, son prácticas utilizadas para disminuir la velocidad de escorrentías sobre laderas y por lo tanto la erosión y desestabilización de la misma, las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas acorde a las curvas de nivel y distanciamientos cortos.

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Punto donde convergen las Quebradas Sacon y Seca</b></p>  | <p><b>Presas en base a vigas horizontales (Beam-dam):</b> Consisten en estructuras con aperturas horizontales, instaladas en lo posible sin provocar estrechamientos en el cauce, cuyo propósito principal es el de filtrar sedimentos y troncos.</p> <p><b>Presas de aperturas verticales (Slit-dam):</b> Estas estructuras poseen una o más aperturas verticales, las que usualmente se prolongan hasta el lecho original del cauce. El efecto principal de esta obra es el de dosificar los volúmenes de sedimento transportados en crecidas</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de normativas de regulación de uso de suelo, impidiendo la edificación de construcciones en zonas de alto riesgo por deslizamiento.</li> <li>• Campañas de socialización en la comunidad sobre las amenazas a deslizamiento por flujos de escombros a la que están expuestos.</li> <li>• Establecer sistemas de alerta comunitaria, para informar a la comunidad como actuar antes, durante y después de la ocurrencia de este evento adverso.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de forestación con especies compatibles cuyas raíces alcancen profundidades de 50 cm, estas especies actuaran como colchón amortiguador del impacto directo de las precipitaciones.</li> <li>• Prevención de incendios forestales en zonas de bosque seco, regularizando y sancionando la quema no supervisada.</li> <li>• Implementación de barreras vivas, son prácticas utilizadas para disminuir la velocidad de escorrentías sobre laderas y por lo tanto la erosión y desestabilización de la misma, las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas acorde a las curvas de nivel y distanciamientos cortos.</li> </ul> |
|--|---|---|--|

**Ruta de encauzamiento de ambas Quebradas en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo**



**Obras controladoras de dirección del flujo:** este tipo de obras se utilizan para llevar los flujos de escombros a lugares seguros, mediante canales capaces de conducir el máximo de la descarga, estas construcciones deben ser de lo posible rectas y paralelas a la dirección del flujo, generalmente se conectan con obras de almacenamiento o deposición. Los canales pueden materializarse mediante barreras laterales capaces de contener el flujo dentro de ellas, con el objetivo de proteger áreas o estructuras colindantes.

- Cumplimiento de normativas de regulación de uso de suelo, impidiendo la edificación de construcciones en zonas de alto riesgo por deslizamiento.
- Campañas de socialización en la comunidad sobre las amenazas a deslizamiento por flujos de escombros a la que están expuestos.
- Establecer sistemas de alerta comunitaria, para informar a la comunidad como actuar antes, durante y después de la ocurrencia de este evento adverso.
- Políticas ambientales que tomen conciencia en cuanto al desarrollo del conocimiento sobre el cuidado del medio ambiente.

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p><b>Zona baja de planicie en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo.</b></p>  | <p><b>Diques desviadores del flujo o barreras deflectoras:</b> Este tipo de obras se utiliza para controlar la dirección de los flujos mediante la construcción de diques lo suficientemente altos como para prevenir rebases, se diferencian de las barreras laterales en que este tipo de obras impide que el flujo mantenga su dirección natural desviándolo hacia otra zona para proteger estructuras.</p> <p><b>Obras de Almacenamiento:</b> Las obras de almacenamiento cumplen con las funciones de: Capturar el flujo de escombros a manera de reducir la descarga del sedimento, aumentar el periodo de tiempo entre el inicio del flujo y su arribo, prevenir el movimiento de depósitos en el lecho, disminuir la concentración de sedimentos en el flujo, reducir el máximo de la descarga.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de normativas de regulación de uso de suelo, impidiendo la edificación de construcciones en zonas de alto riesgo por deslizamiento.</li> <li>• Campañas de socialización en la comunidad sobre las amenazas a deslizamiento por flujos de escombros a la que están expuestos.</li> <li>• Establecer sistemas de alerta comunitaria, para informar a la comunidad como actuar antes, durante y después de la ocurrencia de este evento adverso.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas ambientales que tomen conciencia en cuanto al desarrollo del conocimiento sobre el cuidado del medio ambiente.</li> </ul> |
|--|---|---|--|

*Elaborado por:* Hernández, J. y Mera, F., 2018.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

Las conclusiones han sido definidas en base a los resultados obtenidos en el trabajo de campo.

En la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, la ocurrencia de deslizamientos está asociada a fenómenos meteorológicos extremos, actividad sísmica y la intensa intervención humana sobre las laderas. En este sentido, se debe establecer una clara diferencia entre estudios de amenaza y susceptibilidad. La susceptibilidad corresponde a un análisis intrínseco de las condiciones del suelo basado en variables no solo cualitativas sino también cuantitativas. En el caso de la amenaza, esta corresponde a estudios puntuales, donde el resultado final es expresado como la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos por flujos de escombros.

Partiendo de los análisis referentes a la susceptibilidad y la amenaza por flujos de escombros dentro del área de estudio, la topografía presente en estas zonas es muy inclinada con pendientes mayores a 40°. Además, existe una alta probabilidad de formar represamientos en los cauces de las quebradas, alegando que se originan en las partes altas de las colinas reteniendo escombros y sedimentos, estos represamientos al romperse son transportados por medio de los cauces de las microcuencas, los cuales afectan directamente a las viviendas asentadas en la parte plana o área de deposición.

Las viviendas que se encuentran dentro de las microcuencas o cauces de quebradas, y topográficamente asentadas en pendientes altas escarpadas tienen una vulnerabilidad alta, dentro del área de estudio se determinan susceptibilidades por fenómenos de remoción en masa o por flujos de escombros, debido a las características del terreno en varios puntos del sector como por ejemplo la Quebrada de Paulo, Sacón, Seca y La Paja.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas utilizando variables e indicadores para su posterior evaluación de la vulnerabilidad total poblacional en el área de estudio,

se determinó que el 57 % tienen vulnerabilidad alta, mientras el 43% con vulnerabilidad media.

Una vez establecido el escenario de riesgos por flujos de escombros en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo, se evidencio que existen 14 viviendas dentro de la zonificación de **ALTO RIESGO**, las cuales tendrían afectaciones directas y por ende a las personas que habitan dentro de ellas, si se llegará a producir nuevamente este evento. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio integral para implementar las medidas de mitigaciones compatibles y necesarias las cuales deben tener la capacidad de soportar o resistir un volumen aproximado o superior de 31.668 m<sup>3</sup>, que fue calculado en base al deslizamiento suscitado el 28 de febrero de 2017.

## RECOMENDACIONES

El GADM del Cantón Portoviejo deberá delimitar las zonas de alto riesgo en base a estudios previamente avalados para prevenir los asentamientos irregulares, así mismo solicitar los permisos respectivos para la construcción de cualquier tipo de estructura. Además, de brindar el seguimiento respectivo para hacer respetar la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente (NEC-2015).

Establecer un plan habitacional y la reubicación de las familias en peligro eminente que se encuentran en zonas susceptibles por amenaza de deslizamientos y flujos de escombros, este plan habitacional debe ser socializado con la comunidad afectada. Una vez realizada la evacuación de las familias se deberá proceder a la demolición de las viviendas afectadas, para evitar futuros asentamientos irregulares.

Se deberán realizar estudios para la implementación de la infraestructura para los servicios básicos insatisfechos, Agua Potable, Alcantarillado, Comunicaciones, Energía Eléctrica y Vías de acceso en zonas que no estén delimitadas como riesgo alto.

Complementariamente se recomiendan estudios que permitan diseñar técnicamente las obras de mitigación estructurales y no estructurales propuestas en el proyecto, con la finalidad de disminuir el riesgo. Una medida de mitigación de bajo costo que persiga la estabilidad e impida los deslizamientos hacia los bordes internos de las quebradas, podría ser la reforestación de las laderas con vegetación de baja altura y raíces profundas.

Regular la actividad agrícola para evitar la tala indiscriminada de árboles nativos del sector y el aumento de zona de cultivo o la intervención humana.

Fortalecer las capacidades de la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo para disminuir el grado de vulnerabilidad por parte de las autoridades competentes como son: Gobierno Autónomo descentralizado Parroquial, Cantonal y Secretaria de Gestión de Riesgos. Además, de la respectiva conformación de un Comité de Gestión de Riesgos.

Realizar un plan de emergencia/contingencia comunitaria el cual deberá ser socializado, discutido, aprobado, con su respectivo ejercicio de simulacro, esta práctica se la deberá realizar por lo menos una vez al año el cual deberá ser actualizado por cambios significativos dentro del mismo, para su validación se deberá involucrar a los organismos de respuesta, Gobierno Parroquial, local y SGR para su posterior evaluación.

Buscar ayuda externa para la implementación de un sistema de alerta comunitaria en caso de emergencia, ya que en la Comunidad Cruz Alta de Miguelillo resulta muy dificultoso poder comunicarse por la mala señal celular.

Se recomienda difundir esta investigación con la población y las autoridades locales con el fin de impedir que en zonas de alto riesgo se permita el crecimiento poblacional, asentamiento de viviendas o infraestructuras de servicios básicos.

Es necesario realizar cambios dentro de los parámetros de evaluación que se presentan dentro de la metodología del CISP 2007, en futuros estudios para no considerar el termino sin vulnerabilidad y poder reemplazarlo por la terminología de vulnerabilidad muy baja.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ CISP (2007). Estudio de Vulnerabilidad Cantones Sucre y San Vicente.
- ❖ Gobierno Autónomo Descentralizado de Portoviejo (2012). Plan de Uso y Ocupación del Suelo.
- ❖ Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Abdón Calderón (2015-2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- ❖ Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Portoviejo: Bases de datos, recuperado en: <http://www.portoviejo.gob.ec>
- ❖ Plan de Contingencia de la Parroquia Abdón Calderón.
- ❖ Instituto Nacional de Estadísticas y Censo- INEC (2012). Censos Nacionales: Bases de datos, recuperados en: <http://www.inec.gob.ec>.
- ❖ Propuesta Metodológica Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal (2012).
- ❖ Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR). Base de datos, recuperado en: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec>
- ❖ Universidad Estatal de Bolívar (UEB). Base de datos, recuperado en: <http://dspace.uebedu.ec/>
- ❖ Estación Meteorológica Portoviejo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI (2012). Intensidad de las precipitaciones temperaturas promedias del cantón Portoviejo y sus Parroquias.
- ❖ Histórico precipitación SIAGRO, Anuarios meteorológico INOCAR, Información histórica DAC, Archivos Meteorológico La Teodomiro.
- ❖ Instituto geofísico de la escuela politécnica Nacional (2007). Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador.
- ❖ Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI Lima-Perú (2006). Manual Básico para la Estimación del Riesgo.
- ❖ Instituto nacional de estadísticas y censos –INEC (2010). Censos Nacionales: base de datos, recuperado en: <http://www.inec.gob.ec>
- ❖ Norma Ecuatoriana de la Construcción- NEC (2015).
- ❖ Instituto Nacional de Investigación Minero Metalúrgico INIGEMN (2012). Mapa de diseño sísmico.
- ❖ Jackson, L.E. (1987). Debris flow hazard in the Canadian Rocky Mountains, Geological Survey of Canada, Paper 86-11.

- ❖ Garrido, N., & Sepúlveda, S. A. (2012). Peligro de flujos de detritos en Quebrada de Macul, Región Metropolitana y propuestas de medidas de mitigación. In *Actas XIII Congreso Geológico Chileno* (pp. 10012-1014).
- ❖ Coral Falcón, H. (1998). Diseño de la defensa ribereña de Shanao.
- ❖ Otero Valle, M. N. (2012). Presentación" Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi-Callapa". *Regional Platform for Disaster Risk Reduction of the Americas. III Session-Santiago, Chile-26 to, 28.*
- ❖ Alberti Arroyo, J. R., Bernal, C., Ernesro, R., & Sandoval, B. H. E. (2006). *Técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso específico* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- ❖ Usunoff, E., Varni, M., Weinzettel, P., & Rivas, R. (1999). Hidrogeología de grandes llanuras: La pampa húmeda argentina. *Boletín geológico y minero*, 110(4), 391-406.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Formato de Encuesta utilizada para Levantamiento de Información.

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL**  
**RIESGO**

**GUIA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES EN EL SECTOR**  
**CRUZ ALTA DE MIGUELILLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO.**

**DIRIGIDA:** POBLACIÓN

**OBJETIVO:**

**Instructivo:** por medio de esta encuesta, se justificará los resultados de los diferentes tipos de vulnerabilidades existentes, seleccione su calificación a cada pregunta teniendo en cuenta los siguientes datos,

**1. DATOS DE UBICACIÓN**

Provincia: Manabí Coordenadas UTM:  
Cantón: Portoviejo X: \_\_\_\_\_  
Parroquia: Abdón Calderón Y: \_\_\_\_\_  
Sector: Cruz Alta de Miguelillo MSN: \_\_\_\_\_  
Localización en talud: corona, base, media ladera \_\_\_\_\_ Tipo de riesgo: \_\_\_\_\_

**2. CARACTERISTICA DE LA VIVIENDA**

Dimensiones promedio.

Fondo (m) \_\_\_\_\_ Área piso 1(m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ Área en sótanos (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  
Frente (m) \_\_\_\_\_ Área piso 2 (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ Área total (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

**3. ¿Cuál es el tipo de construcción de su vivienda?**

Cemento  Mixto  Liviana

**4. ¿Cuál es el estado de las paredes de su vivienda?**

Bueno  Regular  Malo

**5. ¿Cuántos años tiene construida su vivienda?**

Ente 1950-1980  Entre 1980-2000  Posterior 2000

**6. ¿Cuál es el sistema estructural de la vivienda?**

Hormigón armado  Estructura metálica  Mixto   
Estructura de madera  Estructura de caña  Otros

**7. ¿De qué material está construido el piso de la vivienda y cuál es el estado de conservación?**

|             |                          | Bueno                    | Regular                  | Malo                     |
|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Cemento     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Caña Guadua | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Madera      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tierra      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Otros       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**8. ¿De qué material se encuentra construida su cubierta y cuál es el estado de conservación?**

|                        |                          | Bueno                    | Regular                  | Malo                     |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Losa de H. A           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Losa prefabricada      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cubierta metálica      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vigas de madera y zinc | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Caña y Cady            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**9. ¿Cómo considera usted el estado relativo de su vivienda?**

Bueno  Regular  Malo  Aceptable

**10. ¿Cuál es la tipología de su vivienda?**

Departamento  Casa  Rancho

**11. ¿Cuál es la Topografía del terreno donde se encuentra ubicada su vivienda?**

Nivel de la vía  Bajo el nivel de la vía   
Sobre el nivel de la vía

**12. ¿Cuenta usted con servicios básicos, vías de acceso y cuál es el estado de conservación?**

|                   |                          | Permanente               | Intermitente             | Esporádico               | No existe                |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Agua potable      | <input type="checkbox"/> |
| Energía eléctrica | <input type="checkbox"/> |
| Comunicaciones    | <input type="checkbox"/> |
| Alcantarillado    | <input type="checkbox"/> |

**13. ¿Cómo considera usted el estado de las vías de acceso?**

Bueno  Regular  Malo

**14. ¿Cuántas familias viven dentro de su vivienda?**

Una familia  Dos familias  Más de tres familias

**15. ¿Cuántas personas viven dentro de su vivienda?**

Menos de 5 personas  Entre 6 y 7 personas  Más de 8 personas

**16. ¿Cuántas personas hay con discapacidad dentro de su vivienda?**

Menores de 15 años  Ente 15-50  Mayores a 50

**17. ¿Cómo adquirió usted la vivienda?**

Propio  Prestado  Arrendado  Herencia

**18. ¿Cuál es la actividad económica de su familia?**

Empleado  Desempleado

Estudiante  Ama de casa

**19. ¿Cuál es el ingreso promedio que tiene su familia?**

Un salario mínimo  Entre 1 y 2 salarios mínimos

Más de 3 salarios mínimos

**20. ¿Cuál es el nivel más alto de educación que existe dentro de su familia?**

Ninguno  Primaria  Secundaria  Superior

**21. ¿Conoce usted si se han creado campañas de educación, difusión y capacitación sobre temas de Gestión de Riesgos?**

Permanente  Intermitente  Esporádico

No existe

**22. ¿Conoce usted si existe en el sector un comité comunitario de Gestión de Riesgos o Brigadas de Protección Civil que actúen en caso de emergencia o desastre en el sector?**

Sí  No

**23. ¿Su familia cuenta con un plan familiar de emergencia?**

Sí  No

**24. ¿Conoce usted si existen puntos de encuentro, rutas de evacuación y alarmas que puedan servir en caso de emergencia?**

Sí  No

**Anexo 2.** Tablas de los Factores Geológicos-Litológicos.

| Tabla # 1 |   |   |
|-----------|---|---|
| No        | Litología   | W |
| 1         | Rocas ultrabásicas                                    | 1 |
| 2         | Rocas ultrabásicas y básicas                          |   |
| 3         | Calizas, lodolitas                                    | 2 |
| 4         | Calizas, lutitas                                      |   |
| 5         | Calizas, lutitas metamorfizadas con metavolcanicas    |   |
| 6         | Calizas, lutitas no metamorfizadas                    |   |
| 7         | Calizas, lutitas, areniscas                           |   |
| 8         | Calizas, lutitas, volcanoclastos                      |   |
| 9         | Conglomerados, areniscas tobáceas, lutitas            |   |
| 10        | Conglomerados, areniscas, lutitas                     |   |
| 11        | Conglomerados, areniscas, lutitas rojas               |   |
| 12        | Conglomerados, areniscas, volcanoclastos              |   |
| 13        | Conglomerados, tobas, brechas                         |   |
| 14        | Coquinas, areniscas, lodolitas                        |   |
| 15        | Escombros de avalanchas                               |   |
| 16        | Esquistos negros                                      |   |
| 17        | Esquistos pelíticos y grafíticos, paragneis           |   |
| 18        | Esquistos verdes y negros                             |   |
| 19        | Esquistos verdes, negros, azules y ecoglitas          |   |
| 20        | Esquistos y gneises semipelíticos                     |   |
| 21        | Esquistos, metalavas, metagrauwacas                   |   |
| 22        | Flujos de lava y piroclastos andesíticos a riolíticos |   |
| 23        | Grabo, diorita  |   |
| 24        | Grabo, riolita  |   |
| 25        | Gneis migmatítico                                     |   |
| 26        | Granito   |   |
| 27        | Granito gneisico per-aluminico                        |   |
| 28        | Granodiorita  |   |
| 29        | Granodiorita, diorita no deformadas                   |   |
| 30        | Granodiorita, diorita, granito gneisico               |   |
| 31        | Granodiorita, diorita, pórfido                        |   |
| 32        | Grauwacas, lutitas                                    |   |
| 33        | Lavas andesíticas a riolíticas, piroclastos           |   |
| 34        | Lavas andesíticas y basálticas, piroclastos           |   |
| 35        | Lavas andesíticas, piroclastos, lutitas               |   |
| 36        | Lavas andesíticas, tobas, volcanoclastos              |   |
| 37        | Lavas basálticas, tobas, brechas                      |   |
| 38        | Lavas y piroclastos calco-alcalinicos, capas rojas    |   |
| 39        | Limolitas calcáreas                                   |   |
| 40        | Mantos basálticos                                     |   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 41 | Metagrauwacas, metalavas                        |   |
| 42 | Metagrauwacas, pizarras                         |   |
| 43 | Metalavas basálticas y andesíticas, esquistos   |   |
| 44 | Piroclastos, lahares, flujos de lavas           |   |
| 45 | Pizarras, cuarcitas                             |   |
| 46 | Sienita y cuarzo-monzonita no deformados        |   |
| 47 | Terrazas marinas bioclásticas                   |   |
| 48 | Terrazas, conglomerados, arenas, lutitas        |   |
| 49 | Terrazas, sedimentos fluviales                  |   |
| 50 | Turbiditas finas                                |   |
| 51 | Turbiditas gruesas                              |   |
| 52 | Turbiditas, lutitas                             |   |
| 53 | Volcanoclastos, capas rojas                     |   |
| 54 | "Melange" ofiolítico                            |   |
| 55 | Abanico volcánico, lahares                      |   |
| 56 | Arcillas, tobas, areniscas, conglomerados       |   |
| 57 | Arenas, conglomerados, arcillas                 |   |
| 58 | Complejo máfico-ultramáfico tipo "Alaskan Pipe" | 4 |
| 59 | Arcillas marinas de estuario                    |   |
| 60 | Arcillas, arenas                                |   |
| 61 | Arcillas, areniscas, lavas                      |   |
| 62 | Arcillas, areniscas, lignito                    |   |
| 63 | Arcillas, lutitas, tobáceas, yeso               |   |
| 64 | Areniscas tobáceas                              |   |
| 65 | Areniscas tobáceas, conglomerados, diatomitas   |   |
| 66 | Capas rojas, lutitas, rocas volcánicas          |   |
| 67 | Complejo de migmatitas                          |   |
| 68 | Lutitas blancas                                 |   |
| 69 | Lutitas chocolates                              |   |
| 70 | Lutitas rojas, yeso                             |   |
| 71 | Lutitas silíceas                                |   |
| 72 | Lutitas, arcillas, arenas                       |   |
| 73 | Lutitas, areniscas                              |   |
| 74 | Lutitas, areniscas, conglomerados               |   |
| 75 | Lutitas, calizas negras, areniscas              |   |
| 76 | Lutitas, calizas, lavas, piroclastos            |   |
| 77 | Lutitas, calizas, volcanoclastos                |   |
| 78 | Lutitas, capas rojas                            |   |
| 79 | Lutitas, cherts, areniscas                      |   |
| 80 | Lutitas, grauwas                                |   |
| 81 | Lutitas, grauwas, gravas                        |   |
| 82 | Lutitas, grauwas, piroclastos                   |   |
| 83 | Lutitas, limolitas                              |   |

|    |                                   |   |
|----|-----------------------------------|---|
| 84 | Serpentinita                      | 5 |
| 85 | Abanico aluvial mayor             |   |
| 86 | Andesitas a riolitas, piroclastos |   |
| 87 | Anfibolitas basálticas            |   |
| 88 | Anfobolitas basálticas            |   |
| 89 | Areniscas y cuarcitas             |   |
| 90 | Areniscas, conglomerados          |   |
| 91 | Areniscas, limolitas, lutitas     |   |
| 92 | Areniscas, lutitas, tobas         |   |
| 93 | Mármol, pizarras                  |   |
| 94 | Pegmatitas                        |   |

| Tabla # 2 |  |      |   |
|-----------|--|------|---|
| No        | Litología  | Peso |   |
| 1         | Andesita Anfibolica, Riodacita                                     | 1    |   |
| 2         | Andesitas, Piroxenicas, Basalto                                    |      |   |
| 3         | Arenisca, Caliza, Lutita   |      |   |
| 4         | Areniscas  |      |   |
| 5         | Areniscas Cuarzosas De Grano Fino Amedio                           |      |   |
| 6         | Arenisacas Cuarzosas De Grano Fino Amedio, Lutitas                 |      |   |
| 7         | Areniscas, Lignitas  |      |   |
| 8         | Caliza, Lutitas, Areniscas   |      |   |
| 9         | Calizas, Lutitas Negras, Areniscas Calcareas                       |      |   |
| 10        | Calizas, Lutitas Negras, Areniscas                                 |      |   |
| 11        | Cuarcita, Filita, Esquistos, Grafita, Metavolcanica                |      |   |
| 12        | Lava Andesitica, Basalto   |      |   |
| 13        | Lava Basaltica   |      |   |
| 14        | Lava Basaltica, Lahar Brecha                                       |      |   |
| 15        | Metavolcanica, Lutita, Cuarzita, Pizarra Grafitosa, Marmol, Filita |      |   |
| 16        | Porfíricos Y Extrusivos Indiferenciados                            |      | 2 |
| 17        | Cuarcitas, Pizarras, Filitas, Esquistos                            |      |   |
| 18        | Flujos De Lava Potrerillos   |      |   |
| 19        | Gneis, Anfibolita, Cuarcita  |      |   |
| 20        | Gneis, Anfibolitas, Cuarcita                                       |      |   |
| 21        | Granito  |      |   |
| 22        | Granito Rosado, Grano Diorita, Diques                              |      |   |
| 23        | Lava Indiferenciada, Piroclásticos                                 |      |   |
| 24        | Lava Piroclásticos   |      |   |
| 25        | Lutitas Negras, Calizas Negras, Chert Negro, Arenisca Calcarea     |      |   |
| 26        | Piroclástos, Lavas   |      |   |
| 27        | Piroclástos, Andesita  |      |   |
| 28        | Piroclástos, Andesita, Aglomerado, Lavas                           |      |   |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 29 | Andesita, Brecha, Aglomerado   | 3 |
| 30 | Andesita, Piroxenica, Piroclastos  |   |
| 31 | Andesitas Piroxenicas, Basalto-Brecha Lahar  |   |
| 32 | Arenisca Conglomerado De Cuarzo, Arcilla Roja  |   |
| 33 | Areniscas Fina, Conglomerados, Arcillas, Lignitas  |   |
| 34 | Brechas, Tobas Adesiticas, Riolitas  |   |
| 35 | Conglomerados, Areniscas, (Terrazas Disectadas)  |   |
| 36 | Esquistos Verdes, Anfibolitas, Cuarzitas   |   |
| 37 | Esquistos Verdes, Esquistos Muscoviticos, Cuarzo   |   |
| 38 | Esistos Gneis  |   |
| 39 | Filta, Esquisto, Gneis, Pizarras, Cuarzitas  |   |
| 40 | Lavas Basalticas, Lahar, Piroclastos   |   |
| 41 | Lavas, Brecha, Dacita, Toba  |   |
| 42 | Lutita , Arenisca Cuarzosa, Pizarra Grafitosa, Arenisca, Limonita  |   |
| 43 | Lutita, Arenisca Cuarzosa  |   |
| 44 | Piroclástos  |   |
| 45 | Arenisca, Arenisca Conglomeratica, Conglomerado  |   |
| 46 | Areniscas Conglomeráticas, Lutitas, Conglomerados  |   |
| 47 | Areniscas Tobaceas, Areniscas Conglomeraticas, Conglomerados   |   |
| 48 | Areniscas, Conglomerados, Horizontes De Guijarros De Arcillas, Arcillas Bentoniticas, Areniscas Toba         |   |
| 49 | Areniscas, Conglomerados, Horizontes De Guijarros De Arcillas, Arcillas Bentoniticas, Areniscas Toba, Lutita |   |
| 50 | Brechas, Tobas Metamorfizadas  |   |
| 51 | Conglomerados, Areniscas   |   |
| 52 | Conglomerados, Areniscas Volcanoclasticas  |   |
| 53 | Conglomerados, Areniscas, Lutitas  |   |
| 54 | Conglomerados, Tobas, Brechas, Basaltos, Lutitas, Areniscas  |   |
| 55 | Depósito De Terrazas   |   |
| 56 | Fracmentos De Roca Tamaño Centimetrico   |   |
| 57 | Limolitas, Areniscas, Conglomerados Cuarzosos  |   |
| 58 | Limolita, Arenisca, Arenisca Conglomeratico Conglomerado   |   |
| 59 | Lutita Negra, Chert, Caliza Negra, Caliza Fosilifera, Arenisca Bitominosa, Arenisca Calcarea                 |   |
| 60 | Lutitas Abigarradas, Limo Yeso, Areniscas  |   |
| 61 | Lutitas Carbonosas, Areniscas Arcillosas, Areniscas Cuarciferas  | 5 |
| 62 | Abanico Aluvial  |   |
| 63 | Arcilla Roja, Arenisca Fina  |   |
| 64 | Arcillas   |   |
| 65 | Arcillas Abigarradas, Lutitas  |   |
| 66 | Arcillas Abigarradas, Areniscas Arcillosas   |   |
| 67 | Arcillas, Limolitas, Areniscas   |   |
| 68 | Arcillas, Lutitas, Tobaceas, Yeso  |   |
| 69 | Arcillas, Lutitas Tobaceas, Yeso, Areniscas Finas  |   |

|    |   |
|----|---|
| 70 | Arcillolita Roja, Limolita, Arenisca                          |
| 71 | Arcillolitas, Limolitas, Areniscas, Conglomerados             |
| 72 | Arenas De Erosión Glaciar                                     |
| 73 | Arenisca, Arcilla Roja  |
| 74 | Ceniza, Lapilli   |
| 75 | Cenizas Volcanicas  |
| 76 | Conglomerados Gruesos, Tobas, Arenas, Arcillas                |
| 77 | Cono De Deyección   |
| 78 | Depósito Aluvial  |
| 79 | Depósito Coluvial   |
| 80 | Depósito Coluvial (Primero-Cuarto)                            |
| 81 | Depósito Fluvio-Glaciar                                       |
| 82 | Depósito Lagunar  |
| 83 | Depósito Laharítico   |
| 84 | Depósitos Clásticos De Grano Medio A Grueso, Arenas, Arcillas |
| 85 | Depósitos Fluvio-Glaciares, Piroclásticos                     |
| 86 | Depósitos Glaciares   |
| 87 | Depósitos Glaciares, Morrenas                                 |
| 88 | Derrumbe  |
| 89 | Lahares   |
| 90 | Lahares, Arcillas, Limo Aglomerados                           |

**Anexo 3.** Tabla del Factor Geomorfología.

| No | Descripción                        | Peso_mm | Peso_Inund |
|----|------------------------------------|---------|------------|
| 1  | Abruptos de conos de deyección     | 4       | 1          |
| 2  | Bancos y diques aluviales          | 1       | 4          |
| 3  | Barreras de escalonamiento         | 2       | 3          |
| 4  | Camaroneras                        | 1       | 5          |
| 5  | Cauces abandonados                 | 1       | 5          |
| 6  | Chevrones                          | 5       | 1          |
| 7  | Colinas altas                      | 4       | 1          |
| 8  | Colinas bajas                      | 3       | 3          |
| 9  | Colinas medianas                   | 3       | 2          |
| 10 | Conos de deyeccion disectados      | 4       | 2          |
| 11 | Conos de deyeccion muy disectados  | 4       | 2          |
| 12 | Conos de deyeccion y esparcimiento | 3       | 1          |
| 13 | Cordones litorales                 | 3       | 1          |
| 14 | Cuerpos de agua                    | 1       | 5          |
| 15 | Cuestas                            | 3       | 1          |
| 16 | Cuestas muy disectadas             | 4       | 1          |
| 17 | Gargantas de valles encañonados    | 4       | 1          |
| 18 | Glacís                             | 5       | 1          |
| 19 | Horts                              | 5       | 1          |
| 20 | Laderas coluviales                 | 5       | 1          |
| 21 | Llanuras aluviales de depositación | 1       | 5          |
| 22 | Manglar                            | 1       | 5          |
| 23 | Mesas                              | 3       | 2          |
| 24 | Mesas disectadas                   | 3       | 1          |
| 25 | Mesas marinas                      | 2       | 3          |
| 26 | Mesas muy disectadas               | 3       | 1          |
| 27 | Nieve                              | 4       | 1          |
| 28 | Nivel aluvial alto                 | 1       | 4          |
| 29 | Nivel aluvial bajo                 | 1       | 4          |
| 30 | Pantanos                           | 1       | 5          |
| 31 | Piedemonte coluvial                | 4       | 1          |
| 32 | Planicies costaneras               | 1       | 5          |
| 33 | Playas                             | 1       | 2          |
| 34 | Playas emergidas antiguas          | 1       | 2          |
| 35 | Relieve escarpado                  | 4       | 1          |
| 36 | Relieve montañoso                  | 4       | 1          |
| 37 | Salitrales y zonas salinas         | 1       | 4          |
| 38 | Superficies de aplanamiento        | 3       | 1          |
| 39 | Talud de derrubios                 | 5       | 1          |
| 40 | Terraza alta                       | 2       | 3          |
| 41 | Terraza aluvial                    | 1       | 4          |

|    |                                  |   |   |
|----|----------------------------------|---|---|
| 42 | Terraza baja                     | 1 | 5 |
| 43 | Terraza colgada                  | 3 | 2 |
| 44 | Terraza indiferenciada           | 3 | 3 |
| 45 | Terraza muy alta                 | 2 | 3 |
| 46 | Valles interandinos              | 3 | 1 |
| 47 | Valles encañonados               | 4 | 1 |
| 48 | Valles glaciáricos               | 3 | 1 |
| 49 | Valles y llanuras fluvio-marinas | 2 | 3 |
| 50 | Vertientes convexas              | 3 | 1 |
| 51 | Vertientes cóncavas              | 4 | 1 |
| 52 | Vertientes irregulares           | 4 | 1 |
| 53 | Vertientes regulares             | 3 | 1 |
| 54 | Zonas urbanas                    | 1 | 3 |
| 55 | Zonas deprimidas                 | 3 | 1 |

**Anexo 4.** Tablas del Factor Pendiente.

| Tabla # 1 |  |         |       |
|-----------|--|---------|-------|
| No        | Descripción                                | Rango   | W     |
| 1         | Plano a casi plano                         | 0 - 5   | 1     |
| 2         | Suave a ligeramente ondulado               | 05 - 12 |       |
| 3         | Eriales o afloramiento rocosos             | Er      |       |
| 4         | Camaroneras                                | Oc      |       |
| 5         | Nieve y hielo                              | On      |       |
| 6         | Área urbana                                | U       |       |
| 7         | Cuerpos de agua (naturales o artificiales) | Wn      |       |
| 8         | Moderadamente ondulado                     | 12 - 25 | 2     |
| 9         | Colinado                                   | 25 - 50 | 3     |
| 10        | Escarpado                                  | 50 - 70 | 4     |
| 11        | Montañoso                                  | > 70    | 5     |
| Tabla # 2 |  |         |       |
| No        | Clase                                      | Rango   | Valor |
| 1         | Muy Baja                                   | 0 - 15  | 1     |
| 2         | Baja                                       | 15 - 30 | 2     |
| 3         | Media                                      | 30 - 50 | 3     |
| 4         | Alta                                       | 50 - 70 | 4     |
| 5         | Muy Alta                                   | > 70    | 5     |

**Anexo 5.** Tabla Factor Hidrogeología.

| No | Máxima textura | Descripción                         | Reclasificación | Peso |
|----|----------------|-------------------------------------|-----------------|------|
| 1  | 11             | Arenoso (Fina, Media, Gruesa)       | Gruesa          | 3    |
| 2  | 12             | Arenoso franco                      |                 |      |
| 3  | 21             | Franco arenoso (Fino a grueso)      |                 |      |
| 4  | 22             | Franco limoso                       |                 |      |
| 5  | 31             | Franco                              | Media           | 2    |
| 6  | 32             | Limoso                              |                 |      |
| 7  | 33             | Franco arcilloso (< 35% de arcilla) |                 |      |
| 8  | 34             | Franco arcillo - arenoso            |                 |      |
| 9  | 35             | Franco arcillo - limoso             | Fina            | 1    |
| 10 | 41             | Franco arcilloso (> 35%)            |                 |      |
| 11 | 42             | Arcilloso                           |                 |      |
| 12 | 43             | Arcillo arenoso                     |                 |      |
| 13 | 44             | Arcillo limoso                      | Fina            | 1    |
| 14 | 51             | Arcilloso (> 60%)                   |                 |      |

**Anexo 6.** Tablas Factor Uso y Ocupación de Suelo.

| Tabla # 1 |                              |       |
|-----------|------------------------------|-------|
| No        | Descripción                  | W     |
| 1         | Bosque nativo                | 1     |
| 2         | Vegetación arbustiva         | 2     |
| 3         | Vegetación herbácea          |       |
| 4         | Páramos                      | 3     |
| 5         | Pasto cultivado              |       |
| 6         | Plantación forestal          |       |
| 7         | Cultivos anuales             | 4     |
| 8         | Cultivos permanentes         |       |
| 9         | Cultivos semipermanentes     |       |
| 10        | Mosaico agropecuario         |       |
| 11        | Área sin cobertura vegetal   | 5     |
| 12        | Artificial                   |       |
| 13        | Glaciares                    |       |
| 14        | Infraestructura              |       |
| 15        | Natural                      |       |
| 16        | Zonas Pobladas               |       |
| Tabla # 2 |                              |       |
| No        | Clase                        | Valor |
| 1         | Bosque nativo, Páramo        | 1     |
| 2         | Área urbana                  |       |
| 3         | Cuerpos de Agua              |       |
| 4         | Bosque intervenido           | 2     |
| 5         | Matorral                     | 3     |
| 6         | Pastos naturales o plantados |       |
| 7         | Cultivos de ciclo corto      | 4     |
| 8         | Suelo desnudo                | 5     |