



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER
HUMANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y
GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

TEMA:

“FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA
DE DESLIZAMIENTO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.”

AUTORES:

HIDALGO RAMÍREZ DARWIN ADRIÁN
IZA VILLACIS JUAN FRANCISCO

TUTOR:

Dr. ABELARDO PAUCAR CAMACHO

GUARANDA-ECUADOR

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y fuerza para continuar en el estudio y obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres por su apoyo, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado cumplir un sueño más, son los mejores. A los ingenieros y amigos que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice.

Adrián Hidalgo

El presente proyecto investigativo lo dedico a mi hermano mayor Michael Iza al ser la persona que me ayudó para iniciar mi carrera dentro de la Universidad.

Juan Iza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, permitiéndome culminar la carrera universitaria con éxito. Gracias a mis padres Ángel Hidalgo y Norma Ramírez y a mi hermano Daniel Hidalgo, por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer en mí. A los Ingenieros y amigos por haber compartido sus conocimientos que fue parte de la guía para el desarrollo del trabajo investigativo.

Adrián Hidalgo

Agradezco a DIOS, a mi madre y a mi familia, por todo el apoyo incondicional que me han dado en el transcurso de la carrera y en el proceso para culminar el proyecto investigativo, gracias por ser el pilar de mi vida.

Juan Iza

TITULO:

FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE
DESLIZAMIENTO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA,
PROVINCIA BOLÍVAR.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TITULO:.....	4
CERTIFICADO	16
RESUMEN EJECUTIVO	19
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO I:	22
1. EL PROBLEMA.....	22
1.1. Planteamiento del problema.....	22
1.2. Formulación de problema	23
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo General.....	23
1.3.2. Objetivo Específicos	23
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
CAPÍTULO II	26
2. MARCO TEORICO	26
2.1. Localización del área de estudio y área de interés de la microcuenca del río Guaranda.....	26
2.1.1. Localización del área de estudio	26
2.1.2. Localización del área de interés	28
2.2. Antecedentes de la investigación	30
2.3. Bases teóricas	34
2.3.1. Movimiento de masas	34
2.3.1.1. Definición de movimiento en masa.....	34
2.3.1.2. Tipos de movimiento en masa.....	34

2.3.1.3.	Causas de los movimientos de masa	36
2.3.1.4.	Definición de deslizamiento.....	37
2.3.1.5.	Metodología para la evaluación de la amenaza de deslizamientos 39	
2.3.1.6.	Factores de Susceptibilidad.....	42
2.3.2.	Definición de Vulnerabilidad.....	46
2.3.2.1.	Vulnerabilidad ante deslizamiento	46
2.3.2.2.	Tipos de vulnerabilidad para la evaluación asociados a los deslizamientos	47
2.3.3.	Estrategias de prevención y reducción ante la Vulnerabilidad de deslizamientos	49
2.3.3.1.	Medidas estructurales.....	49
2.3.3.2.	Medidas instrumentales.....	50
2.3.3.3.	Medidas no estructurales.....	51
2.4.	Definición de Términos (Glosario).....	51
2.5.	Sistema de Variables	56
2.5.1.	Operacionalización de variables	57
CAPÍTULO III.....		68
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	68
3.1.	Nivel de Investigación.....	68
3.2.	Diseño de la investigación	69
3.3.	Población y muestra	69
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	72
3.5.	Técnicas de Procedimientos y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.....	73
3.5.1.	Metodología para el procedimiento de la información del objetivo 1	73
3.5.2.	Metodología para el procedimiento de la información del objetivo 2	85
3.5.3.	Metodología para el procedimiento de la información del objetivo 3	

CAPÍTULO IV	107
4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	107
4.1. Caracterización de la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, correspondiente al objetivo 1.....	107
4.1.1. Factores directamente proporcionales.....	109
4.1.2. Factores inversamente proporcionales	119
4.1.3. Índice, niveles y zonas susceptibles a deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda.....	123
4.1.3.1. Inventario de puntos de deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda, dentro del área de interés del proyecto	127
4.2. Determinación de los factores de vulnerabilidad dentro del área de interés en la microcuenca del río Guaranda, ante la amenaza de deslizamiento, correspondiente al objetivo 2.	144
4.2.1. Vulnerabilidad por exposición (VE).....	144
4.2.1.1. Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE).....	144
4.2.1.2. Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras (VEI)	147
4.2.1.3. Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	153
4.2.1.4. Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	155
4.2.1.5. Resultados de la Vulnerabilidad por exposición (VE).....	157
4.2.2. Vulnerabilidad por fragilidad (VF).....	159
4.2.2.1. Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE).....	159
4.2.2.2. Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	170
4.2.2.3. Vulnerabilidad por fragilidad institucional	180
4.2.2.4. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad (VF).....	184
4.2.3. Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta (VCA&R).....	185
4.2.3.1. Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad (VPAC).....	185

4.2.3.2. Resultados de la vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones (VPAI)	189
4.2.3.3. Resultados de la vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial (VCGRT).....	191
4.2.3.4. Resultado de la vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta (VCA&R).....	192
4.2.4. Factores, áreas y niveles de la vulnerabilidad global	193
4.3. Elaboración de estrategias para la reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en el área de interés del proyecto, correspondiente al objetivo 3.....	196
4.3.1. Título	196
4.3.2. Justificación.....	196
4.3.3. Objetivos	197
4.3.4. Estrategias de reducción de reducción de la amenaza y vulnerabilidad	198
4.3.5. Viabilidad.....	209
CAPÍTULO V	210
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	210
5.1. Conclusiones	210
5.2. Recomendaciones.....	211
BIBLIOGRAFÍA	212
ANEXOS	223
ANEXO 1. METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	223
ANEXO 2. FICHA DE CAMPO	233
ANEXO 3. ENCUESTA, MATRIZ DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL, ENTREVISTA REALIZADA A LA POBLACIÓN Y A LOS	

REPRESENTANTES DE LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA	234
ANEXO 4. MAPA BASE	242
ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS	253
ANEXO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	258

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ríos que conforman la microcuenca del río Guaranda	26
Tabla 2. Sectores o barrios que se encuentran dentro del área de interés del proyecto.....	28
Tabla 3. Tipos de movimiento de masa	35
Tabla 4. Tipos de deslizamiento.....	38
Tabla 5. Calificación de susceptibilidad a deslizamientos	40
Tabla 6. Posibilidad de deslizamiento causado por el sismo	45
Tabla 7. Variable independiente, Factores vulnerabilidad.....	57
Tabla 8. Variable dependiente, Amenaza de deslizamiento	63
Tabla 9. Población por barrio o sector de la Microcuenca del Río Guaranda	71
Tabla 10. Capas, escala y fuente de las variables utilizadas	75
Tabla 11. Representación de las variables	75
Tabla 12. Valoración de la pendiente.....	76
Tabla 13. Valoración de la precipitación	76
Tabla 14. Valoración del uso de suelo	77
Tabla 15. Valoración de la Litología.....	78
Tabla 16. Distancia euclidiana del río.....	79
Tabla 17. Distancia euclidiana de las vías	80
Tabla 18. Distribución de pesos	82
Tabla 19. Pesos de las variables.....	82
Tabla 20. Consistencia	83
Tabla 21. Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad	84
Tabla 22. Tipos de vulnerabilidades	85

Tabla 23. Escala de evaluación para los indicadores y variables de medición de la vulnerabilidad.....	86
Tabla 24. Variable de medición de (VEE).....	87
Tabla 25. Variable de medición y criterio de evaluación de (VEI)	87
Tabla 26. Variable de medición y criterio de evaluación de (VEP).....	88
Tabla 27. Variable de medición y criterio de evaluación de (VESP)	88
Tabla 28. Criterio de evaluación.....	89
Tabla 29. Variable de medición y descripción del género	90
Tabla 30. Variable de medición y criterio de evaluación de la edad de la población	90
Tabla 31. Variable de medición y criterio de evaluación por discapacidad.....	91
Tabla 32. Variable de medición y criterio de evaluación del nivel de educación..	92
Tabla 33. Variable de medición y criterio de evaluación a la población económicamente activa	92
Tabla 34. Variable de medición y descripción de la actividad económica	93
Tabla 35. Variable de medición y criterio de evaluación del número de pisos	94
Tabla 36. Variable de medición y criterio de evaluación del tipo de construcción	95
Tabla 37. Variable de medición y criterio de evaluación del tipo de cubierta	95
Tabla 38. Variable de medición y criterio de evaluación de la antigüedad de la vivienda.....	96
Tabla 39. Variable de medición y criterio de evaluación del estado actual de la vivienda.....	96
Tabla 40. Variable de medición y descripción del Sector proveniente	97
Tabla 41. Variable de medición y descripción de la función que cumple la institución.....	98
Tabla 42. Variable de medición y criterio de evaluación de la antigüedad de la infraestructura institucional.....	98
Tabla 43. Variable de medición y criterio de evaluación del estado actual de la infraestructura	99
Tabla 44. Variable de medición y criterio de evaluación a la organización comunitaria.....	100

Tabla 45. Variable de medición y criterio de evaluación al instrumento comunitario	101
Tabla 46. Variable de medición y criterio de evaluación a la percepción comunitaria.....	102
Tabla 47. Variable de medición y criterio de evaluación a la prevención y atención de desastres.....	103
Tabla 48. Variable de medición y criterio de evaluación de los instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos	105
Tabla 49. Análisis de las variables.....	108
Tabla 50. Descripción de la pendiente	109
Tabla 51. Descripción de la precipitación.....	111
Tabla 52. Descripción del uso de suelo.....	113
Tabla 53. Descripción de la litología	115
Tabla 54. Descripción de la distancia del río	119
Tabla 55. Descripción de la distancia de la vía.....	121
Tabla 56. Índice, niveles y zonas susceptibles a deslizamientos	125
Tabla 57. Caracterización del punto 1 de deslizamiento.....	128
Tabla 58. Caracterización del punto 2 de deslizamiento.....	129
Tabla 59. Caracterización del punto 3 de deslizamiento.....	130
Tabla 60. Caracterización del punto 4 de deslizamiento.....	132
Tabla 61. Caracterización del punto 5 de deslizamiento.....	133
Tabla 62. Caracterización del punto 6 de deslizamiento.....	134
Tabla 63. Caracterización del punto 7 de deslizamiento.....	136
Tabla 64. Caracterización del punto 8 de deslizamiento.....	137
Tabla 65. Caracterización del punto 9 de deslizamiento.....	138
Tabla 66. Resumen de la ficha de verificación de puntos de deslizamientos	141
Tabla 67. Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas	145
Tabla 68. Vulnerabilidad por exposición a las vías de comunicación	148
Tabla 69. Vulnerabilidad por exposición a las redes vitales.....	149
Tabla 70. Vulnerabilidad por exposición a las instituciones.....	150
Tabla 71. Resultados de la vulnerabilidad por exposición de Infraestructura	151

Tabla 72. Vulnerabilidad por exposición de población	153
Tabla 73. Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción	155
Tabla 74. Resultados de la Vulnerabilidad por exposición.....	157
Tabla 75. Género de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	159
Tabla 76. Edad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	161
Tabla 77. Discapacidad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	164
Tabla 78. Nivel educativo de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	165
Tabla 79. Actividad Económica de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	167
Tabla 80. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica.....	169
Tabla 81. Número de pisos de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	170
Tabla 82. Material de construcción de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.	172
Tabla 83. Tipo de cubierta de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	173
Tabla 84. Antigüedad de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	175
Tabla 85. Estado de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	177
Tabla 86. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad física	179
Tabla 87. Sector que provienen las instituciones que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	180
Tabla 88. Función que desarrollan las instituciones que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	181
Tabla 89. Antigüedad de las infraestructuras institucionales que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	182

Tabla 90. Estado de las infraestructuras institucionales que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	183
Tabla 91. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad institucional.....	184
Tabla 92. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad	185
Tabla 93. Organización comunitaria de los barrios o sectores.....	186
Tabla 94. Instrumento comunitario de los barrios o sectores.....	187
Tabla 95. Percepción comunitaria de la población ante la amenaza de deslizamiento.....	188
Tabla 96. Resultados de la vulnerabilidad ante la percepción de la amenaza dentro de la comunidad	189
Tabla 97. Preparación institucional para la prevención y atención de desastres .	190
Tabla 98. Instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos	191
Tabla 99. Resultados de la vulnerabilidad Capacidad de adaptación & respuesta	192
Tabla 100. Resultado global de la vulnerabilidad.....	195
Tabla 101. Estrategias de prevención y acciones para la reducción de la amenaza ante deslizamientos	200
Tabla 102. Estrategias de prevención y acciones para la reducción de la vulnerabilidad ante deslizamientos	204
Tabla 103. Viabilidad de las estrategias propuestas.....	209

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Área de estudio del proyecto.....	27
Ilustración 2. Mapa del área de interés con sus respectivos sectores y barrios.....	29
Ilustración 3. Partes de un deslizamiento	39
Ilustración 4. Directamente proporcional.....	81
Ilustración 5. Inversamente proporcional.....	81
Ilustración 6. Mapa de pendiente	110
Ilustración 7. Mapa de precipitación.....	112
Ilustración 8. Mapa de uso de suelo	114

Ilustración 9. Mapa de litología	118
Ilustración 10. Mapa de distancia del río	120
Ilustración 11. Mapa de distancia de vías	122
Ilustración 12. Mapa de susceptibilidad a deslizamiento	126
Ilustración 13. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, sector Chalata Bajo.....	128
Ilustración 14. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, entre el sector Chalata Bajo y vía a Paltabamba	130
Ilustración 15. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía Paltabamba y vía al Catillo	131
Ilustración 16. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía al Castillo	132
Ilustración 17. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía al Castillo	134
Ilustración 18. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía a Casipamba.....	135
Ilustración 19. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía al Molino.....	136
Ilustración 20. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, lugar vivero municipal.....	138
Ilustración 21. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, lugar camal municipal	139
Ilustración 22. Mapa de puntos de deslizamientos.....	143
Ilustración 23. Mapa de vulnerabilidad por exposición de ecosistemas	146
Ilustración 24. Mapa de vulnerabilidad por exposición de infraestructuras	152
Ilustración 25. Mapa de vulnerabilidad por exposición de población	154
Ilustración 26. Mapa de vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción	156
Ilustración 27. Género de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	160

Ilustración 28. Edad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	163
Ilustración 29. Discapacidad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	164
Ilustración 30. Nivel educativo de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	166
Ilustración 31. Actividad Económica de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda	168
Ilustración 32. Número de pisos de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	171
Ilustración 33. Material de construcción de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	172
Ilustración 34. Tipo de cubierta de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	174
Ilustración 35. Antigüedad de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.....	176
Ilustración 36. Estado de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda	177

CERTIFICADO

EL DOCTOR JOSÉ ABELARDO PAUCAR CAMACHO, EN CALIDAD DE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO, UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

CERTIFICA

El trabajo de titulación denominado **“Factores de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, provincia Bolívar”**, con la modalidad de proyecto de investigación, elaborado por Darwin Adrián Hidalgo Ramírez Y Juan Francisco Iza Villacis, previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, considero que dicho proyecto cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación en las instancias respectivas de la Universidad Estatal de Bolívar.

Es todo cuanto puedo certificar.

Guaranda, 24 de octubre de 2022

Atentamente,



Dr. José Abelardo Paucar Camacho
Tutor Trabajo de Titulación



DERECHOS DE AUTOR

Yo **Darwin Adrián Hidalgo Ramírez** portador de la cedula de identidad **0202547907**

Juan Francisco Iza Villacis portador de la cedula **0250375821**, en calidad de autores del proyecto de investigación; **“Factores de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, Provincia Bolívar”**, autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académico o de investigación.

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

Asimismo, autorizo 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

Darwin Adrián Hidalgo Ramírez

Cd. N° 0202547907

Firma

Juan Francisco Iza Villacis

Cd. N° 0250375821



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



.....Fio

Nº ESCRITURA: 20220201003P02703

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: IZA VILLACIS JUAN FRANCISCO Y HIDALGO RAMIREZ DARWIN ADRIAN
INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R.

Factura: 001-006-000002583

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintinueve de noviembre del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores; IZA VILLACIS JUAN FRANCISCO, estado civil, soltero, celular 0986771246, domiciliado en en esta ciudad de Guaranda, y HIDALGO RAMIREZ DARWIN ADRIAN, estado civil, soltero, celular 0960003107, domiciliado en esta ciudad de Guaranda, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes el presente trabajo de investigación titulado **FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR**; es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión de Riesgos de la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, queda incomparada al protocolo de esta notaria aquella se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

IZA VILLACIS JUAN FRANCISCO

C.C 0950375827

HIDALGO RAMIREZ DARWIN ADRIAN

C.C. 0202547907

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de identificar los factores de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, para establecer estrategias de reducción de las vulnerabilidades a la población que se encuentra dentro del área de interés.

Las dimensiones para la caracterización de la amenaza (deslizamiento) se realizó dentro del área de estudio comprendida por la microcuenca del río Guaranda, se clasificaron de manera directamente proporcionales (pendiente, precipitación, uso de suelo y litología) e inversamente proporcional (vías y ríos), en el mapa final denominado susceptibilidad a deslizamiento existe una ausencia de zonas con nivel de amenaza muy baja, la amenaza baja tiene 5.343,121 hectáreas (12%), la amenaza moderada la cual predomina sobre las demás tiene 13.042, 172 hectáreas (31%), la amenaza alta tiene 12.779,213 hectáreas (30%) y la amenaza muy alta tiene 11.370, 244 hectáreas (26%).

Para la determinación de los factores de vulnerabilidad se realizó dentro del área de interés, zonificada por el río Guaranda con una longitud de 9,85 km dando comienzo desde Chalata Bajo y finaliza en el puente vía a Chimbo con la unión del río Salinas. Enfocada en los tres tipos de vulnerabilidad (exposición, fragilidad y determinada por la capacidad de adaptación & respuesta) que analiza diferentes puntos de vista como la parte socioeconómica, institucional, estructural, funcional, ambiental y política, obteniendo al final una calificación de nivel de vulnerabilidad global baja. Finalmente se elaboraron estrategias estructurales y no estructurales para la reducción de la amenaza y de la vulnerabilidad, con el fin de minimizar las pérdidas económicas, materiales e incluso humanas.

INTRODUCCIÓN

El planeta Tierra se encuentra en constantes cambios dinámicos (internos y externos) como resultado se generan los fenómenos naturales, uno de ellos la amenaza por deslizamiento el cual se encuentra presente en las zonas altas del planeta.

El Ecuador es un país que se ve afectado por varios deslizamientos en el transcurso del año, causante de varias pérdidas humanas, ambientales, económicas e infraestructuras, se considera a la amenaza como desestabilizadora social, por lo que es necesario establecer estrategias de respuesta y reducción de la amenaza. La provincia Bolívar se encuentra ubicada en la zona andina con pendientes que van desde los 17° y con precipitaciones de 500 a 1200 mm³ al año, convirtiéndose una zona susceptible a deslizamiento en la época de invierno (GAD-Guaranda, 2020).

Desde las faldas del Chimborazo nace el río Culebrillas, el cual abastece al río Illangama y desemboca en el río Guaranda que cruza desde el noreste al sur de la ciudad de Guaranda, la que presenta afectaciones negativas a las viviendas, infraestructuras y al ecosistema, por lo cual el presente proyecto investigativo tiene como motivo el identificar los factores de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, provincia Bolívar, para cumplir con la investigación se planteó la caracterización de la amenaza de deslizamiento con la meta de localizar las zonas y establecer niveles de susceptibilidad, seguidamente en la área de interés del proyecto se determinó los factores de vulnerabilidad, que permitió elaborar estrategias de reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza.

La estructura del proyecto se divide en cinco capítulos:

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema a investigar, objetivos para dar solución al problema, justificación del proyecto de investigación y limitaciones que presenta el proyecto.

CAPÍTULO II: Se desarrolla una base conceptual con información bibliográfica (científica, técnica y teórica) que sustente las variables del presente proyecto.

CAPÍTULO III: Describe el diseño metodológico, población y muestra, técnicas e instrumentos para el desarrollo y alcance de los objetivos para dar cumplimiento al proyecto.

CAPÍTULO IV: Se evidencia los resultados alcanzados por cada objetivo planteado y la elaboración de las estrategias de reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza.

CAPÍTULO V: Se da a conocer las conclusiones y recomendaciones del proyecto investigativo.

CAPÍTULO I:

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El cantón Guaranda se encuentra a 2.668 msnm, ciudad capital de la provincia Bolívar, cuenta con dos microcuencas hidrográficas localizadas al Oeste (río Salinas) y al Este (río Guaranda), con una zona climática Ecuatorial de alta montaña, con temperaturas de $<10^{\circ}\text{C}$, un régimen de lluvias bimodal y precipitaciones de 500 mm^3 a 1.200 mm^3 (GAD-Guaranda, 2020).

La microcuenca del río Guaranda presenta un aumento en su caudal y un crecimiento de su cauce, procedente a las épocas invernales, que han provocado fuertes y largas temporadas de lluvia dentro del cantón, que dan por efecto varios deslizamientos en las zonas altas de la microcuenca del río Guaranda y por la zona urbana, que afectan progresivamente los bienes materiales (infraestructuras y zonas recreativas o turísticas), pérdidas económicas y afectaciones al medio ambiente, la que ha situado en un estado de vulnerabilidad a la población que está establecida a los alrededores de la microcuenca, donde los terrenos presentan cierta inclinación (pendientes mayores de 17°).

La amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda se lo relaciona al factor climático, puesto que durante las lluvias intensas provocan que los suelos se vuelvan inestables por la acumulación hídrica en la superficie que facilitan los deslizamientos con corrientes de lodo y escombros.

Al no contar con información sobre la microcuenca del río Guaranda que caracterice la amenaza de deslizamiento, se desconoce la situación actual, por otro lado, tampoco existen trabajos investigativos que traten sobre la vulnerabilidad ante deslizamientos.

Este estudio contribuye a la identificación de los factores de vulnerabilidad ante la presencia de deslizamiento y poder estimar el grado de amenaza que representa la microcuenca del río Guaranda, para proceder a realizar estrategias de reducción dentro del área de interés del proyecto.

1.2. Formulación de problema

¿Qué factores de vulnerabilidad intervienen ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, provincia Bolívar?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Identificar los factores de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, provincia Bolívar.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Caracterizar la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda.
- Determinar los factores de vulnerabilidad dentro del área de interés en la microcuenca del río Guaranda, ante la amenaza de deslizamiento.
- Elaborar estrategias para la reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto tiene como fin el poder identificar los factores de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, provincia Bolívar, al ver la incidencia de deslizamientos que se han producido durante las épocas invernales, que han afectado progresivamente a las infraestructuras (viviendas, instalaciones, calles y zonas recreativas o turísticas), a la economía y a los ecosistemas, que se encuentran a los alrededores de la microcuenca.

Con el apoyo de la Unidad de Gestión de Riesgos del GAD de Guaranda se obtuvo información del cantón y de la microcuenca del río Guaranda.

La constitución ecuatoriana del 2008, considera a la gestión del riesgo (Art. 389-390) como política de Estado en la que hace referencia a la protección de las personas y a la colectividad frente a efectos negativos de los desastres de origen natural y antrópico, mediante la prevención, reducción y la mitigación del riesgo. También menciona que las instituciones son responsables de los riesgos, por lo tanto, tienen la obligación de brindar apoyo dentro del territorio ecuatoriano (Asamblea Constituyente, 2008).

Se registraron en el año 2010 y 2012 lluvias intensas, que provocaron la creciente del río Guaranda, que dio paso a diversos deslizamientos en la zona alta de la microcuenca y en los barrios urbanos (El Peñón Bajo, La Ciudadela la Playa y Marcopamba). En el 2021 se produjo un deslizamiento en la zona de los tanques de tratamiento de residuos del centro de faenamiento de la ciudad, los que fueron destruidos en gran parte.

La investigación ayudará a identificar los factores de vulnerabilidad y las zonas de mayor peligro ante la amenaza de deslizamiento, que permitirá el desarrollo de estrategias para la reducción de las vulnerabilidades dentro de los barrios cercanos a la microcuenca del río Guaranda y a las comunidades de Chalata Bajo, Paltabamba y El Castillo englobando alrededor de 479 familias con un total de 1.916 habitantes quienes van a ser beneficiados por el presente proyecto.

1.5. LIMITACIONES

En el transcurso de la investigación en la microcuenca del río Guaranda se presentaron varias limitaciones como son:

- Dificultad para acceder a la microcuenca del río Guaranda
- Escases de información en el GAD de Guaranda sobre la microcuenca del río Guaranda
- Poca bibliografía del área de estudio
- Shapefile desactualizado sobre las variables directamente proporcional e inversamente proporcional para la modelación de la amenaza
- Inexistencia de estaciones meteorológicas para la obtención de datos reales
- Las familias que viven en los alrededores de la microcuenca del río Guaranda se negaban a responder
- Falta de recursos económicos para la movilización

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Localización del área de estudio y área de interés de la microcuenca del río Guaranda

2.1.1. Localización del área de estudio

La microcuenca del río Guaranda se encuentra ubicada en la provincia Bolívar, dentro del cantón Guaranda, perteneciente a la microcuenca del río Illangama, a su vez a la subcuenca hidrográfica del río Chimbo y a la Cuenca del río Guayas.

El área de la microcuenca del río Guaranda es de 43.238,878ha, conformada por las afluentes del río Salina, río Culebrillas, río Corazón y río Illangama que se encuentran en los páramos de la Sierra Ecuatoriana.

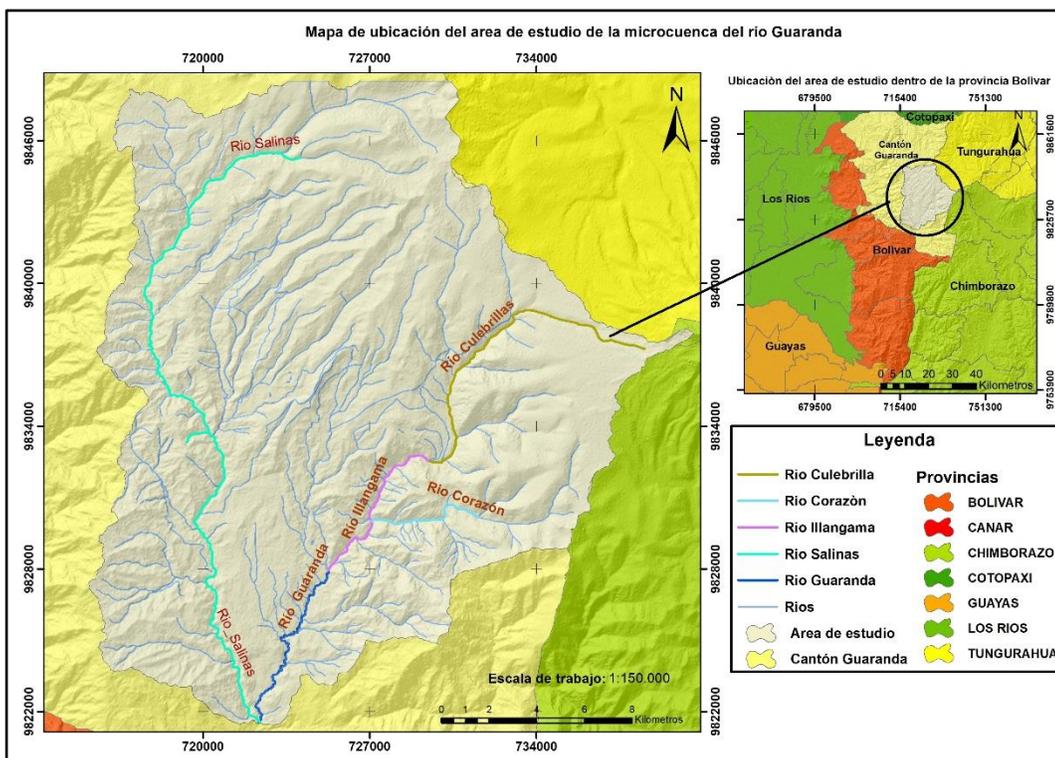
Tabla 1. Ríos que conforman la microcuenca del río Guaranda

Río	Longitud km	Altitud msnm
Salinas	12,14 km	3.870 msnm
Culebrillas	13,81 km	4.695 msnm
Corazón	5,22 km	3.401 msnm
Illangama	79,69 km	3.203 msnm
Guaranda	9,85 km	28.001 msnm

Fuente: Geoportal-IGM, 2018

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 1. Área de estudio del proyecto



Fuente: Geoportal-IGM, 2018; Gad-Guaranda, 2016; Earth Data Search, 2015;

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

2.1.2. Localización del área de interés

El área de interés se aplicará al estudio de los factores de vulnerabilidad en la microcuenca del río Guaranda ante la amenaza de deslizamiento, desarrollándose desde punto A (coordenadas UTM X 725255; Y 9827943), al punto B (coordenadas UTM X 722346; Y 9821542), con una longitud de 9,85 km, abarca las comunidades rurales (Chalata Bajo, vía Paltabamba y vía al Castillo) y la zona urbana de Guaranda (Molino, Terminal, Peñón Bajo, Ciudadela la Playa, Marcopamba, Ciudadela Villa Nueva, Coloma Román Sur, vía a la FAE y vía Chimbo).

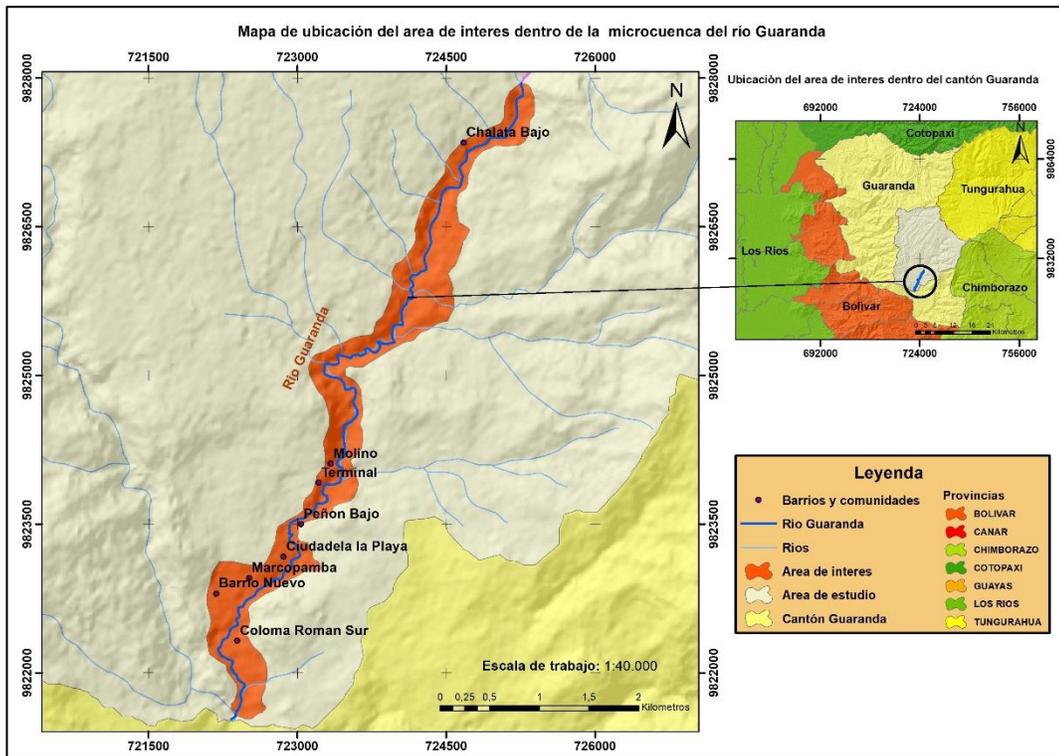
Tabla 2. Sectores o barrios que se encuentran dentro del área de interés del proyecto.

Área	Zona	Sectores o Barrios	UTM X	UTM Y	Altitud msnm
Área rural	Zona 1	Chalata Bajo, vía Paltabamba y vía al Castillo	724826	9827373	2.762 msnm
	Zona 2	Molino y Terminal	723238	9823992	2.646 msnm
Área urbana	Zona 3	Peñón Bajo y Ciudadela la Playa	722879	9823508	2.596 msnm
	Zona 4	Marcopamba y Ciudadela Villa Nueva	722395	9822965	2.577 msnm
	Zona 5	Coloma Román Sur, vía a la FAE y vía a Chimbo	722502	9822246	2.580 msnm

Fuente: (GAD-Guaranda, 2020)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 2. Mapa del área de interés con sus respectivos sectores y barrios



Fuente: Geoportal-IGM, 2018; Gad-Guaranda, 2016; Earth Data Search, 2015;
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

2.2. Antecedentes de la investigación

Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de la Conquista, Carazo, Nicaragua, realizado por (Rosales & Centeno, 2009), el presente trabajo de investigación muestra la zonificación de áreas potencialmente vulnerables ante deslizamiento por la presencia de pendientes en la zona del municipio de la Conquista, Carazo, en base a la aplicación de la metodología Heurístico geomorfológico, que consiste en combinar mapas temáticos calificados, con el uso de la herramienta SIG, para luego obtener mapas indicativos de prevención y mitigación de desastres.

Para la obtención del mapa de amenazas a deslizamientos se realizó en diferentes etapas, primero en obtener el Mapa de susceptibilidad por factores intrínsecos el cual considera información sobre **geología, pendiente y drenaje**. El Mapa de factores extrínsecos, el cual considera el conflicto de **uso de la tierra, clima y erosión**, como resultado a identificar los factores más determinantes en las áreas potencialmente vulnerables; 1). conflicto de uso de la tierra, 2). geología impermeable, 3). pendientes del terreno mayores del 15%. Al tener en cuenta que dentro de la investigación se da a recalcar que el factor intrínseco que más influye en la susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos es la **pendiente (condicionante)**, y el factor extrínseco de mayor influencia es el conflicto de **uso de tierra (detonante)**, por otro lado, tenemos que los suelos con baja permeabilidad o impermeables, limitan el paso del agua, la que ejerce una fuerte acción erosiva por lo que las formaciones Brito y Rocas Intrusivas presentan niveles más altos de erosión, el uso al que se ha sometido el suelo, aumenta la erosión en estas formaciones lo que evidencia la intervención antrópica (Rosales & Centeno, 2009).

“Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador”, realizado por (Muenala, 2018)., la ubicación geográfica de la cuenca del río Blanco cuenta con una gran variedad de pendientes, su geología y geomorfología y demás factores (tipo de suelo, vegetación y precipitaciones), presenta áreas con diferentes niveles de amenaza por deslizamientos, la investigación fue para identificar y evaluar la

vulnerabilidad de deslizamientos a nivel de la cuenca mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se utilizó una serie de indicadores propuestos por la metodología de Vera y Albarracín (2017) para el análisis y la especialización de la vulnerabilidad (Muenala, 2018).

Se utilizaron datos catastrales de bienes inmuebles de los cantones de Otavalo y Cotacachi, análisis espacial de mapas y verificación de campo; se identificaron todas las infraestructuras que pudieran estar en riesgo de una amenaza particular (deslizamientos e inundaciones), además se recopiló datos de la comunidad en base a entrevistas semiestructuradas, con el fin de recolectar todos y cada uno de los datos necesarios para la aplicación de la metodología de evaluación de la vulnerabilidad, desarrollada por Vera y Albarracín para el análisis e identificación de amenazas por deslizamientos e inundaciones, así como también para la determinación de la vulnerabilidad global (Muenala, 2018).

Los modelos conceptuales y cartográficos desarrollados y aplicados, demostraron ser una metodología confiable para la determinación y zonificación de amenazas ya que estos fueron validados con trabajo de campo e investigación documental. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una valiosa herramienta para abordar trabajos que requieran zonificar y modelar múltiples variables (Muenala, 2018).

La cuenca es altamente vulnerable en el componente socioeconómico, presenta un alto grado de vulnerabilidad en la infraestructura vial que se encuentran en zonas de amenaza, con un estado de mantenimiento malo en donde se presentan constantes deslizamientos (Muenala, 2018).

Análisis de vulnerabilidad ambiental por deslizamiento en la microcuenca del río Tabarcia, cantón de Mora, república de Costa Rica, elaborado por (Carbajal, 2019)., la zona de estudio presenta una topografía irregular con fuertes pendientes que van de 15-55° en donde se realizan actividades agropecuarias de cultivo de café, cítricos, ganado bovino, porcino y aviar principalmente, la cuenca posee parches de vegetación correspondientes a bosque premontano y montano bajo muy húmedo, con temperaturas y precipitaciones anuales que oscilan entre 20 y 24°C y 2.000-3.000 mm³. La investigación tuvo dos enfoques: uno desde el punto de vista de las Ciencias Naturales que consideró aquellos procesos y elementos que inciden en la

vulnerabilidad de la zona de estudio; así como un segundo enfoque desde una perspectiva social, el cual permitió integrar y analizar el conocimiento local (entrevistas semiestructuradas, las cuales brindaron la oportunidad de percibir de manera fluida el sentir y pensar de la comunidad Tabarceña) respecto a el aprovechamiento de sus recursos, a sus problemáticas y necesidades contemporáneas, así como la percepción y dinámica de su espacio geográfico mediante mapas de percepción social (Carbajal, 2019).

La investigación fue dividida en tres componentes:

I.- Componente abiótico

- Contextualización geomorfológica
- Inventario de deslizamiento
- Análisis de susceptibilidad a deslizamientos con el método Mora Vahrson
- Modelización de deslizamiento con Lahar
- Análisis situacional de sus sistemas hídricos

II.- Componente abiótico social

- Necesidades, problemáticas y usos de recursos comunitarios
- Mapas individuales y colectivos de percepción social

III.- Componentes bióticos

- Inventario de vida silvestre con participación social
- Índice de biodiversidad vegetal
- Generación de guía comunitaria de aves

Se utilizaron imágenes satelitales de la base de datos obtenida vide-supra, así como de imágenes históricas de Google Earth 2019. Se trabajó con la fotografía CARTA 2003 georreferenciada en Arcmap y analizada mediante el programa Ilwis 3.4 junto con un modelo digital de elevación (MDE), se aplicó la metodología Mora Vahrson Mora (MVM) que permite realizar una zonificación de las áreas de susceptibles a

deslizarse, al tener como resultado 63 polígonos de deslizamiento inactivos y 7 polígonos de deslizamiento activos (Carbajal, 2019).

Se realizó el escenario del deslizamiento por medio de un software libre denominado LaharZ (Schilling, 1992), es una metodología que permitió establecer zonas de amenaza de una manera cartográfica (Carbajal, 2019).

Zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos por medio del sistema de información geográfico, en la parroquia Bulán, cantón Paute, realizado por (Segarra & Daniel, 2022)., el presente proyecto de investigación tuvo como finalidad determinar por medio de sistemas de información geográfico, la susceptibilidad a deslizamientos de la Parroquia Bulán, la **metodología Mora Vahrson** y la **metodología de Evaluación Multicriterio**, permitieron clasificar la susceptibilidad a deslizamientos por medio del análisis de seis variables: **pendiente, litología, geomorfología, sismicidad, cobertura vegetal y registro de lluvias intensas** en un lapso de 24 horas asociado a un período de retorno de 100 años. Se utilizó el programa de sistemas de información geográfica Arc Map 10.5, para el análisis de la información y la elaboración de los mapas. Se determinó que en el área de estudio predomina un relieve con pendientes escarpadas, el factor litológico revela condiciones geológicas de alta susceptibilidad, intensidad sísmica y lluvias máximas que presentan valores constantes para toda la parroquia, el trabajo muestra que la zonificación obtenida de la susceptibilidad a deslizamientos por medio de la metodología Mora – Vahrson fue de utilidad y de gran precisión ya que la confiabilidad del método fue del 85%, mientras que el método de análisis multicriterio tuvo una confiabilidad 71,6% (Segarra & Daniel, 2022).

Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la microcuenca las Marías, Telica, León, elaborado por (Pérez & Rojas, 2005)., la microcuenca Las Marías presenta un relieve muy variado, con pendientes que van de 0 hasta 45 %. Este estudio fue realizado en el municipio de Telica, León. Para la obtención del mapa se dividió en dos partes, la primera el mapa de susceptibilidad o factores intrínsecos (información geológica, de pendiente y de drenaje) y la segunda un mapa de factores extrínsecos que son detonantes (el uso potencial y el actual del suelo, el

clima y la erosión); (Pérez & Rojas, 2005). Se aplicó el método HEURISTICO geomorfológico y se utilizó el Sistemas de Información Geográfica (SIG), en donde encontró que el área más peligrosa corresponde al cerro Loma de Ojo de Agua, por la presencia del Pozo Viejo y Ojo de Agua (Pérez & Rojas, 2005).

El uso inadecuado del suelo, principalmente las actividades agrícolas implican cambios de cobertura y la explotación del suelo más allá de su capacidad, son factores muy determinantes aumenta la probabilidad de que ocurran los fenómenos de deslizamientos de tierra. El uso de las herramientas SIG para la evaluación de los fenómenos de deslizamientos de tierra son de gran utilidad y los resultados obtenidos son comparativamente válidos y validables con la realidad observada en el campo (Pérez & Rojas, 2005).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Movimiento de masas

2.3.1.1. Definición de movimiento en masa

Son movimientos de suelo, rocas o una mezcla de las dos, desplazados pendiente abajo, estos movimientos pueden ser desde lentos a muy rápidos de acuerdo a los factores que intervengan como el agua, aire, sismos, erupciones volcánicas, entre otras. Los tipos de movimiento de masa son: caída, vuelcos o desplomes, expansiones laterales, flujos, movimiento complejo y deslizamiento.

2.3.1.2. Tipos de movimiento en masa

Caída. _ Son desprendimientos de distintos materiales como rocas, suelos secos desde la parte superior de una pendiente bastante inclinada, este tipo de materiales puede rebotar, deslizarse o rodar, su velocidad de movimiento es muy alta.

Vuelcos o desplomes. _ Se puede evidenciar un desplome por su lenta inclinación de masa de tierra o roca hacia adelante entorno a su eje. La masa no se desprende en su totalidad, este tipo de evento tiene lugar en laderas o cortes de masas de rocas.

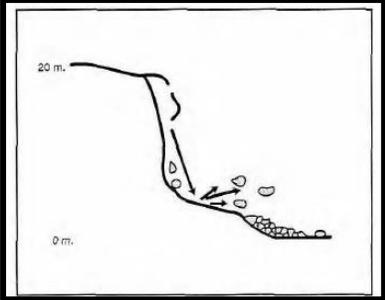
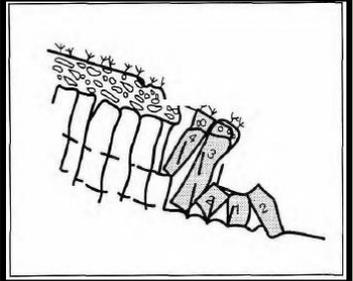
Expansiones laterales. _ Son movimientos combinados de forma vertical y horizontal de suelos o masas de roca, debido a la poca resistencia de los materiales

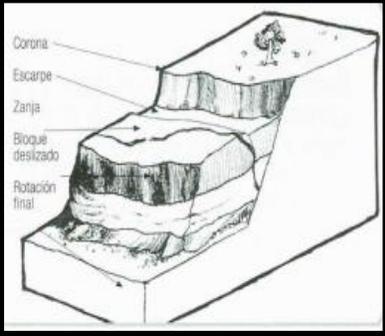
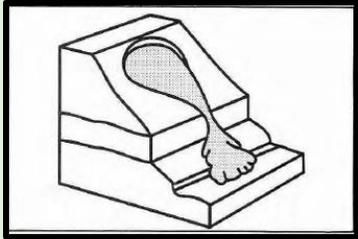
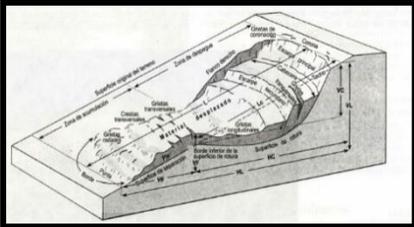
situada en la base de las mismas, estos movimientos se dan con frecuencia en las erupciones volcánicas y sismos.

Flujos. _ Los flujos son una mezcla de agua, tierra, gravilla o roca, los cuales se desplaza rápidamente ladera abajo. Estos movimientos se dan generalmente en las épocas lluviosas por las fuertes precipitaciones, que genera una sobre saturación del suelo.

Movimiento complejo. _ Se da en el movimiento inicial, se transforma en otro y cambia a lo largo de su desplazamiento ladera abajo, las velocidades que viajan estos materiales suelen ser de rápidas a extremadamente rápidas.

Tabla 3. Tipos de movimiento de masa

Tipos de movimiento	Ilustraciones
Caída	
Vuelcos o desplomes	

<p>Expansiones laterales.</p>	
<p>Flujos</p>	
<p>Movimiento complejo</p>	

Fuente: (Irasema, 1999)
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

2.3.1.3. Causas de los movimientos de masa

La estabilidad de los taludes y laderas es influenciada por un conjunto de variables topográficas, geológicas, ambientales y antrópicas que determinan la velocidad de los materiales a movilizarse. En realidad, la mayoría de los procesos de inestabilidad se presentan tan pronto como las fuerzas desestabilizantes superan la resistencia de los materiales a desplazarse o ser arrastrados por corrientes (Escobar & Escobar, 2017).

Los movimientos de masa suelen ser lentos, moderados o rápidos de acuerdo al tipo de suelo, estos movimientos pueden ser influenciados por los factores inherentes, factores externos de tipo natural o factores externos de tipo antrópico que causa inestabilidad al terreno, al tener como resultado los movimientos de masa.

Factores inherentes. - Las condiciones del terreno, la estructura geológica y el flujo del agua, son las causas reales para la inestabilidad del terreno.

Factores externos de tipo natural. - Son aquellos que cambian las condiciones de los materiales como la precipitación, humedad del suelo, los sismos y la erupción volcánica.

Factores externos de tipo antrópico. - Se da por la intervención de los seres humanos como son: la deforestación, el mal manejo de los suelos, las sobrecargas y el inadecuado manejo de las aguas en las vertientes y drenajes.

2.3.1.4. Definición de deslizamiento

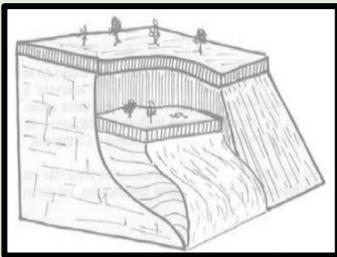
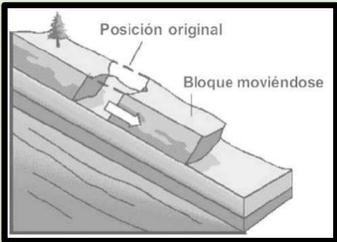
Se producen por fallas de corte a lo largo de una o varias superficies, los deslizamientos se definen como movimientos: lentos o rápidos del material superficial de la corteza terrestre (suelo, arena, roca) que van pendiente abajo debido a un aumento de peso en la superficie, inconsistencia de los materiales o algún otro factor que genere un desequilibrio en la ladera. A estas condiciones se le debe sumar factores externos como la sismicidad, el vulcanismo y las lluvias. (Pérez & Rojas, 2005).

A) Tipos de deslizamientos

Deslizamiento rotacional. _ Hace referencia al hundimiento o asentamiento del suelo o roca, a lo largo del terreno fracturado en forma circular, desplazándose por la pendiente. Estos movimientos suelen ser lentos, pero se ve acelerada con la presencia de lluvias excesivas. Los materiales se dispersan por la parte baja del deslizamiento (el pie), la cabecera del movimiento se inclina hacia atrás.

Deslizamiento traslacional. _ Son movimientos lentos o rápidos que se genera en rocas, suelos y distritos, desplazándose por una superficie semi plana del terreno. El deslizamiento se produce por fallas en el terreno y con la ayuda de algunos agentes se desliza.

Tabla 4. Tipos de deslizamiento

Deslizamiento	Ilustraciones
Deslizamiento rotacional	
Deslizamiento traslacional	

Fuente: (López, 2011)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

B) Clasificación de los deslizamientos según la velocidad del movimiento

Rápido: Alcanzan velocidades hasta de metros por segundo y se pueden originar en zonas con pendientes muy fuertes y empinadas, como son las caídas de rocas y los flujos de lodo.

Lento: Sus desplazamientos son de dos centímetros por año. Por lo general son suelos secos que se desplazan lentamente en una pendiente no muy pronunciada. Se puede identificar que son deslizamientos lentos mientras exista grietas en el terreno, paredes y pisos inclinados.

C) Partes de un deslizamiento.

Cabecera o corona: Es la parte superior del movimiento a lo largo del contacto entre el material deslizado y el escarpe principal.

Escarpe principal: Es la superficie empinada, en la parte más alta que deja al descubierto el deslizamiento.

Escarpe secundario: superficie fuertemente inclinada, localizada dentro del material desplazado y originado por el mismo movimiento.

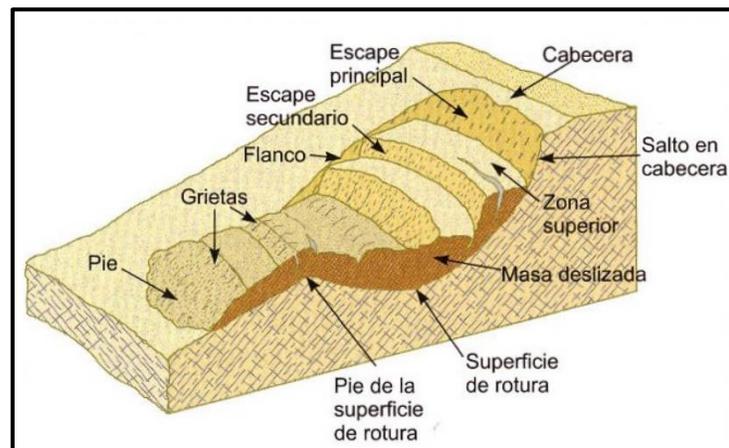
Masa deslizada: La cantidad de material desplazado de su posición original por la ladera.

Superficie de falla: Corresponde a toda el área que se encuentra debajo del material desplazado, que ha formado el límite del material movido.

Pie de la superficie de ruptura: Es la línea más baja de la superficie de ruptura del material deslizado.

Pie: Área cubierta por el material desplazado, se encuentra en la parte final del deslizamiento.

Ilustración 3. Partes de un deslizamiento



Fuente: (Alva, s/f)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

2.3.1.5. Metodología para la evaluación de la amenaza de deslizamientos

La **metodología del Instituto Panamericano de Geografía e Historia** combina varias variables que actúa directamente e inversamente proporcional en la estabilización de las laderas para que se genere el deslizamiento.

- **Directamente proporcional:** Son aquellos indicadores que interactúan de manera interna como externa en el terreno, el indicador aumenta, la probabilidad a deslizarse aumenta, los indicadores a considerar son: la pendiente, precipitación, uso de suelo y litología.

- **Inversamente proporcional:** Son variables complementarias que intervienen de una forma que al aumentar una, disminuye la otra o viceversa, como son los indicadores de vías y los ríos.

La **metodología de la secretaría nacional de Gestión de Riesgo** propone elaborar el mapa de susceptibilidad de deslizamiento, donde se hace mención de las variables como: pendiente, textura, profundidad, estructural, precipitación, uso de suelo, geomorfología y litología, establece valores cuantitativos para cada variable según la intervención en la zona de estudio.

La **metodología Mora-Vahrson** combina parámetros como la observación y medición de indicadores morfodinámicos y su distribución espacial a gran escala. Los parámetros que intervienen en la inestabilidad de las laderas son: la litología, la humedad del suelo y el grado de la pendiente de la ladera, determina el grado de susceptibilidad por los elementos pasivos. Los factores activos son: la sismicidad y las lluvias intensas que perturban el equilibrio de los materiales de la ladera (Barrantes & Barrantes, 2011).

Para la evaluación de la amenaza se divide en cinco clases de susceptibilidad. La calificación de susceptibilidad es una representación cualitativa de los distintos niveles de amenaza.

Tabla 5. Calificación de susceptibilidad a deslizamientos

Clases	Calificación de la susceptibilidad a deslizamiento	Características
I	Muy baja	Sectores estables, no requieren medidas correctivas. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, bomberos, entre otras.

II	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructuras de grandes extensiones. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, bomberos, entre otras. Los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado.
III	Moderada	No se recomienda la construcción de infraestructuras si no se realizan estudios geotécnicos y se mejora la condición del sitio. Las mejoras pueden incluir movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, reforestación, entre otros.
IV	Alta	No se recomienda la construcción de infraestructuras, para su utilización de debe realizar estudios de estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector, en caso contrario deben mantenerse como áreas de protección.
V	Muy alta	No se recomienda la construcción de infraestructuras, se recomienda tener como áreas de protección.

Fuente: (Barrantes & Barrantes, 2011)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

2.3.1.6. Factores de Susceptibilidad

A) Factores condicionantes de los deslizamientos

Son aquellos factores propios de la naturaleza que evoluciona lentamente, inestabilizan la superficie del terreno como por ejemplo la geomorfología, geología, pendiente, uso de suelo, hidrología e hidrogeología.

Geomorfología. _Geomorfología es la ciencia que estudia los fenómenos de la superficie terrestre y se preocupa de las interacciones entre varios tipos de materiales y procesos, implica sólidos, líquidos y gaseosos. El relieve de la superficie terrestre es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. Las primeras actúan como creadoras de las grandes elevaciones y depresiones, producidas fundamentalmente por movimientos de componente vertical y las segundas como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado (Jiménez U. , 2016).

Geología. _ La geología estudia los materiales que componen la tierra, como también su estructura interna como externa, que permite estimar la probabilidad de un movimiento, los deslizamientos pueden suscitarse en cualquier tipo de terreno.

Pendiente. _ Es el grado de inclinación que presenta el terreno entre el vector normal y vertical. Se hace mención que la pendiente plana o con inclinación suave, presenta muy poca probabilidad que se den los movimientos en masa, en caso de ocurrir serían muy lentos y de baja intensidad. Las pendientes inclinadas o con un escarpe notorio, es donde pueden ocurrir movimientos de masa de todo tipo y hay peligro de erosión y de deslizamiento de suelo. En pendientes con gran inclinación es donde pueden darse procesos intensivos como la erosión bajo la cubierta del bosque, reptación y deslizamientos con peligro extremo o también con afloramientos de roca, depósitos finos e incoherentes (Flores, 2020).

La pendiente es un factor preponderante en lo concerniente a la estabilidad de las laderas, puesto que proporciona información sobre la magnitud de las fuerzas gravitatorias actuantes sobre el bloque deslizante. Se considera asociada, además, a características como el espesor de la capa de suelo residual, el potencial de deslizamiento, y la profundidad del nivel freático (Vega, 2013).

Las pendientes con ángulos $\leq 4^\circ$ presentan una inclinación suave, en ángulos de $5-8^\circ$ presentan pendientes inclinadas. Las pendientes con ángulos $9-34^\circ$ son terrenos escarpados, serán susceptibles de generar deslizamientos en suelos de tipo traslacional y rotacionales, con pendientes de ángulos $>35^\circ$ presentan inclinaciones de muy escarpados a exageradamente escarpados, son los que controlan la generación de deslizamientos (Lara & Sepúlved, 2008).

Uso de suelo. _Hace referencia a la ocupación de la tierra, ya sea para cultivos, construcciones, ganadería, vegetación arbórea y arbustiva. Los cortes de talud es el factor directo de los deslizamientos ya que desestabiliza el terreno por la construcción de vías con el único propósito de comunicarse con otras comunidades. Las vegetaciones (árboles nativos) son unos de los elementos que ayuda a la estabilización de las pendientes, ayuda a disminuir la erosión de los suelos. La poca presencia de cobertura vegetal en dicha zona cambia drásticamente el ecosistema que debilita los suelos, con el pasar de los tiempos puede suscitarse un deslizamiento, afecta a las personas y a su economía.

Hidrología e Hidrogeología. _Las aguas superficiales o subterráneas son unos de los factores condicionantes de los deslizamientos en laderas, se encuentran relacionados con las precipitaciones. La hidrología hace referencia a las aguas superficiales, mientras la hidrogeología a las aguas subterráneas, se encargan de estudiar la red de drenaje (red natural del agua), variación del nivel freático, caudales, escorrentía, la infiltración y las propiedades físicas y químicas del agua. Los factores hidrológicos e hidrogeológicos mencionados son unos de los principales que dan paso a la generación de remociones en masa ya que están directamente relacionados a la incorporación de agua en los suelos o macizos rocosos. El suelo saturado genera una disminución en la resistencia del material, que disminuye su tensión efectiva producto de la generación de presiones de poros. En roca, el agua puede contribuir a la pérdida de resistencia al infiltrarse en las estructuras, ejerce tensiones en estas estructuras que se oponen a las tensiones que la mantienen estable (Lara & Sepúlved, 2008).

B) Factores detonantes de los deslizamientos

Son factores externos que actúan sobre las pendientes la cual inestabiliza los terrenos. Existen dos tipos de factores, los detonantes naturales (Precipitación, sismo y erupción volcánica) y los factores detonantes antrópicos (deforestación, cortes o excavaciones de laderas, cambio en el uso del suelo, rellenos mal diseñados y asentamientos humanos en las laderas).

Factores detonantes naturales de los deslizamientos.

Son causados por eventos naturales que afecta a la estabilización de los terrenos como se menciona a continuación:

Precipitaciones. _ Las precipitaciones (cantidad de agua que cae sobre el suelo en un período de tiempo) se considera uno de los factores desencadenantes para la generación de un movimiento de masa, a mayor precipitación mayor será la probabilidad de deslizarse. Por las fuertes precipitaciones los suelos se saturan de agua, inestabiliza los terrenos.

La precipitación es el volumen o altura de agua lluvia que cae sobre un área en un período de tiempo, la cual tiene una influencia directa en la infiltración y en el régimen del agua subterránea, y a su vez afecta la estabilidad de taludes o laderas (Suarez, 1998).

Sismo. _ Los sismos son los causantes de generar grandes deslizamientos por su liberación de energía, que produce cambios en los terrenos (inestabilidad), disminuye la resistencia y afecta extensas áreas.

Los sismos que generalmente producen un mayor daño son los sismos superficiales, a la liberación de energía se le denomina epicentro. La gran mayoría de los grandes deslizamientos y agrietamientos del suelo de gran magnitud corresponden al área del epicentro y disminuye a medida que el punto considerado se aleja del área epicentral y la intensidad del sismo disminuye. Existen dos parámetros para designar el tamaño y la fuerza de un sismo que son la magnitud y la intensidad (Suarez, 1998).

- a) **Magnitud.** _ Es una medida cuantitativa e instrumental del tamaño del evento, relacionada con la energía sísmica liberada durante el proceso de ruptura en la falla. La magnitud es una constante única que se asigna a un sismo dado y es

independiente del sitio de observación. La escala de medida es Richter (Suarez, 1998).

Tabla 6. Posibilidad de deslizamiento causado por el sismo

Magnitud de sismo	Tipo de deslizamiento producido
4.0	Caídas de rocas, deslizamiento de rocas, caída de suelos y alteración de masas de suelo.
4.5	Deslizamiento de traslación y rotación
5.0	Flujos de suelo, esparcimientos laterales, deslizamientos subacuáticos
6.0	Avalanchas de roca
6.5	Avalancha de suelo

Fuente: (Suarez, 1998).

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

b) Intensidad. _ La intensidad, que es una medida relativa de la fuerza sísmica en un punto determinado, depende de la magnitud del sismo, la profundidad de la zona de liberación de energía, de las características físicas locales del sitio y la distancia del sitio al área epicentral (Suarez, 1998).

Erupción volcánica

La erupción volcánica forma parte de los factores desencadenantes ya que genera sismos por su erupción, genera movimientos de masa en las partes cercanas al volcán. Al erupcionar el volcán libera una gran cantidad de materiales al exterior (ceniza, piroclástico, etc.), acumulándose en partes cercanas del mismo, los terrenos aledaños al volcán son propensos a deslizarse por la inestabilidad que ofrece estos materiales.

Factores detonantes antrópicos de los deslizamientos.

Son actividades realizadas por los seres humanos que afecta a la estabilización de los terrenos como se menciona a continuación:

➤ **Deforestación.** _ La deforestación es la tala indiscriminada de los bosques para hacer uso de su madera, para la agricultura o ganadería, deja el terreno al

descubierto el cual sufre una serie de cambios como la erosión, con el pasar de los tiempos los suelos se desestabiliza y genera una mayor probabilidad de existir un movimiento de masa.

- **Cortes o excavaciones de laderas.** _ Lo realizan con el fin de construir vías para comunicarse con otras comunidades, este corte es uno de los factores directos que desestabiliza los suelos. Los cortes también se realizan para las construcciones de infraestructuras.
- **Cambio en el uso del suelo.** _ La modificación del suelo natural para convertirlo a terrenos agrícolas, ganaderas o asentamientos humanos.
- **Rellenos mal diseñados.** _ La mayoría de los rellenos se lo realiza para la construcción de infraestructuras, la gran mayoría lo realizan sin técnicos donde el suelo no tiene un compacto adecuado, volviéndose una zona inestable.
- **Asentamientos humanos en las laderas.** _ Las construcciones de viviendas en terrenos con pendientes pronunciadas generan sobrepeso, desestabilizar los taludes. Las personas construyen en lugares vulnerables por carencia de conocimientos o por falta de recursos económicos.

2.3.2. Definición de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad representa la fragilidad de la sociedad (familias o comunidad), estructuras físicas, políticas o actividades económicas, al sufrir daños por acción de una amenaza natural o antrópica, desestabilizan y perjudican el desarrollo social de un conjunto de familias o personas; (Agencia de la GTZ en San Salvador, 2002).

2.3.2.1. Vulnerabilidad ante deslizamiento

Es la presencia de susceptibilidad ante la amenaza de deslizamiento que afecta a la población, propiedades (viviendas o infraestructuras ubicadas en zonas de pendientes altas y sin infraestructuras de protección o a su vez ubicadas al pie de una pendiente), actividades económicas y servicios básicos, otro aspecto es la mala capacidad de recuperación y rehabilitación dentro de una comunidad.

2.3.2.2. Tipos de vulnerabilidad para la evaluación asociados a los deslizamientos

La vulnerabilidad es estudiada o analizada desde diferentes puntos de vistas para conseguir una perspectiva más amplia sobre los indicadores y factores que serían afectados negativamente ante la amenaza de deslizamiento, se considera la exposición, fragilidad y capacidad de respuesta como factores vulnerables que engloban a la población, infraestructura, ecosistemas, desarrollo social y económico.

A) Vulnerabilidad por exposición

Direccionada al análisis de daños o afectaciones estructurales, ambientales, productivas y económicas, este factor pretende evaluar el nivel de alcance que tiene la amenaza sobre una ciudad o comunidad, engloba la exposición de ecosistemas, infraestructura, población y sistemas de producción.

- **Exposición de ecosistemas.** _ Engloba los bosques naturales, parques naturales, humedales, páramos y reservas naturales, lugares que se reconocen como un conjunto de organismos vivos que tienen como función el desarrollo de varias especies.
- **Exposición de infraestructura.** _ Se considera las vías de comunicación (carreteras, caminos y puentes), líneas vitales (la red de agua potable, eléctrica y alcantarillado) e instituciones públicas y privadas (hospitales, unidades educativas, edificios, etc.), que procura localizar las áreas de la ciudad o comunidad que serían afectadas.
- **Exposición de la población.** _ Refiriéndose al alcance de afectaciones que tendrían las casas, departamentos o domicilio por la amenaza y comprende la magnitud del desastre que se generaría dentro de la población.
- **Exposición a los sistemas de producción.** _ Abarca el sistema productivo que son los cultivos, producción pecuaria, plantaciones forestales, áreas de producción industrial, minera, comercial o recreativa.

B) Vulnerabilidad por fragilidad

Enfocado a la percepción de marginalidad y segregación social de los elementos expuestos por el grado de amenaza, comprende los aspectos físicos, socioeconómicos e institucionales.

- **Fragilidad socioeconómica.** _ Vinculada con los aspectos sociales y económicos que permite comprender la situación actual que vive la población, ante las condiciones que se desarrollan dentro del territorio, en lo que se refiere a gestión de riesgos, esto permite saber el nivel de recuperación o resiliencia que tendría la población al sufrir daños dentro de su entorno.
- **Fragilidad física.** _ Tiene en cuenta el factor de exposición de la población, es necesario la evaluación física de las casas, departamentos o domicilios frente a la amenaza. Se mide por la fuerza de carga que estas ejercen sobre el suelo.
- **Fragilidad institucional.** _ Comprende la participación de instituciones públicas y privadas dentro del territorio y como estas ayudan al desarrollo de la ciudad.

C) Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta

Es la capacidad de manejar un incidente y de medir la resiliencia que tiene la población al ser afectada negativamente por la amenaza, uno de sus medidores el nivel de gobernabilidad.

- **Percepción de la amenaza dentro de la comunidad.** _ La percepción que presenta la población hacia una determinada amenaza permite comprender la postura de quienes han sido afectados por la materialización de un desastre, producto a la interrelación de amenazas y vulnerabilidades existentes en los territorios (Loor & Paucar, 2022).
- **Percepción de la amenaza dentro de las instituciones.** _ Permite comprender la preparación, equipamiento y capacidad de manejo de una amenaza por parte de las instituciones.

- **Capacidad de gestión de riesgos territoriales.** _ Conjunto de estrategias y procesos que implementa la gobernación para administrar su territorio, determina medidas de reducción del riesgo de desastres, según las decisiones estratégicas y el modelo territorial deseado (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019).

2.3.3. Estrategias de prevención y reducción ante la Vulnerabilidad de deslizamientos

Los deslizamientos son parte de los procesos geodinámicos y/o hidrometeorológicos que sufre el planeta Tierra, por lo que es imprescindible reducir el riesgo a través de la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Cuanalo & Gallardo, 2016).

La metodología para reducir la vulnerabilidad, garantiza la seguridad de las personas y sus bienes económicos, al manejar eficientemente una amenaza y mitigar los efectos de un desastre. (Sarli, 2005).

Se consideran 3 medidas para reducir la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento con los siguientes factores; funcional, física, social, económica e institucional. Las medidas se dividen en estructurales, instrumentales y no estructurales:

2.3.3.1. Medidas estructurales

Con el objetivo de reducir la vulnerabilidad funcional, física y económica, estas medidas se efectúan para la reducción de movimiento de masas de suelos y rocas en laderas que sufren inestabilidad o tratar las fallas que se presentan en los taludes; para la ejecución de esta medida se rige de ciertas características del terreno y del movimiento (tipo, volumen, velocidad, profundidad de superficie y geometría de la ladera), otros factores a ver son el de disponibilidad de maquinaria, equipo, materiales y accesibilidad (Cuanalo & Gallardo, 2016).

Procesos constructivos.

La rectificación geométrica ayuda a minimizar las fuerzas involucradas sobre la ladera y aumenta la resistencia ante el deslizamiento.

Los **elementos de drenaje** disminuyen la presión del agua por escurrimiento superficial al captar, conducir y eliminar o drenar, ayuda en la estabilización de materiales de la ladera.

Los **elementos estructurales de refuerzo** aumentan la resistencia modificada o corte del terreno.

Muros de contención ayudan a soportar la presión ejercida por los materiales de la ladera.

La **protección superficial** ayuda en la reducción de la erosión y minimizar la infiltración de agua por escurrimiento.

2.3.3.2. Medidas instrumentales

Esta medida tiene como finalidad establecer un sistema de alerta temprana, para la toma de decisiones adecuadas en los aspectos preventivos y correctivos en el menor tiempo posible, para reducir la vulnerabilidad física, social, económica e institucional.

Los instrumentos utilizados en el monitoreo ayudan a medir los factores característicos, el comportamiento del terreno causada por actividad sísmica, lluvias torrenciales, erupciones volcánicas o actividad humana (Cuanalo & Gallardo, 2016).

Instrumentos de monitoreo

Piezómetro. _ Ayuda a medir la presión de poro al interior del terreno

Inclinómetro. _ Permite analizar el desplazamiento del terreno inestable en sus tres componentes espaciales a diferentes profundidades, para identificar la superficie de falla potencial a través del cual se puede originar un deslizamiento (Cuanalo & Gallardo, 2016).

Extensómetro. _ Monitorea la abertura o cierre de una grieta en el terreno (magnitud, dirección y velocidad).

Pluviómetro. _ Determina la precipitación pluvial.

Puntos de nivelación topográfica. _ Ayuda a ver el desplazamiento superficial del terreno y velocidad del movimiento.

Sismógrafo. _ Permite medir las vibraciones en el terreno.

2.3.3.3. Medidas no estructurales

El objetivo de esta medida es reducir la vulnerabilidad institucional, funcional y social, encaminada al fortalecimiento de las instituciones de emergencia con la finalidad de adaptar a la sociedad ante la amenaza, mediante:

- Conferencias.
- Cursos de capacitación.
- Semanarios (para la difusión de información).
- Caracterización de los factores condicionantes y desencadenantes.
- Estudios e investigaciones para la evaluación de la vulnerabilidad o nivel de exposición y grado de fragilidad de la comunidad.
- Reubicación y prohibición de viviendas de los sitios críticos.
- Elaboración de los mapas de riesgo.
- La gestión de riesgo como factor transversal, examina la capacidad que tenga la comunidad ante la vulnerabilidad por amenaza de deslizamiento, considera el riesgo latente o cíclico (como factores hidrometeorológicos), donde se incorpore el apoyo de las entidades de emergencia (bomberos, cruz roja, policía y gestión de riesgos) con la finalidad de instruir a la población o comunidad vulnerable (Aguirre, 2004).
- Reforestación de las orillas del río en los sitios desprovistos de vegetación con plantas nativas.

2.4. Definición de Términos (Glosario)

Amenaza. _ Proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales. (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2018).

Amenazas socio naturales. _ El riesgo socio-natural se plantea, a partir de la relación entre la sociedad y el medio natural, como posible generadora de situaciones de riesgo de desastre, potenciado por la fuerza de los fenómenos naturales peligrosos, es decir, las amenazas (Lavell, 2003).

Capacitación. _ La capacitación es un aspecto estratégico que deben tomar de manera sistemática y continua las organizaciones, con el fin de que las personas obtengan conocimientos y aptitudes necesarias para el desarrollo. (Parra & Rodríguez, 2015).

Cuneta de coronación. _ Son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La cuneta de coronación no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud (Calle, 2013).

Drenaje. _ El drenaje es una tecnología que tiene como función, disminuir el exceso de agua acumulada, tanto en la superficie como en el interior del suelo (Briceño & Álvarez, 2012).

Deslizamiento. _ Los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca que se deslizan, por el material deslizado no alcanza el equilibrio al pie de la ladera, la masa puede seguir en movimiento a lo largo de ciento de metros (Ponce, 2017).

Desarrollo local. _ Desarrollo local pretende situar como punto central al ser humano y a los intereses colectivos, que potencia las capacidades de los individuos. Es un enfoque y una práctica que persigue impulsar el desarrollo endógeno, la autoorganización y el bienestar social, para lo que requiere tanto de la participación colectiva como de la intervención individual (Alonso, 2013).

Desastres. _ Es la materialización de la situación de riesgo, comprende un contexto y proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación e impacto de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009).

Erosión. _ La erosión consiste en una pérdida gradual de los materiales que constituyen el suelo, al ser arrastradas y arrancadas del suelo. La erosión del suelo es un fenómeno natural se da por las precipitaciones y vientos (Gonzalez, 2002).

Exposición al riesgo. _ La posibilidad o probabilidad de que un resultado negativo ocurra y el tamaño de ese resultado. Por lo tanto, mientras mayor sea la probabilidad y la pérdida potencial, mayor será el riesgo (Tocabens, 2011).

Factor condicionante. _ Son aquellos que intrínsecamente forman parte del terreno contribuye a los factores detonantes en la inestabilidad de los taludes, como son: la geología, litología, pendiente, geomorfología, etc. (Ponce, 2017).

Geodinámicos: _ La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, sobre la capa superficial de la Tierra; fenómenos éstos que origina una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve, y en cuya actividad se desprenden materiales que una vez depositados forman las rocas sedimentarias (Guevara, s/f).

Hidrometeorológicos. _ se estructuran los contenidos sobre los diferentes riesgos hidrometeorológicos tales como, inundaciones, sequías, nevadas, granizadas, huracanes, inundaciones costeras, ciclones tropicales, tormentas (Baró & Carreto).

Discapacidad. _ están relacionados con la desventaja de una persona con deficiencias, lesiones o enfermedades que limitan su funcionalismo en el ámbito personal, social y/o laboral. Sin embargo, ambas situaciones presentan diferencias tanto desde el punto de vista conceptual como legislativo y social (Herrero & García, 2016).

Infiltración. _ Es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea y satura los espacios vacíos del acuífero (Mencías, 2015).

Muros de gaviones. _ Los gaviones son cajones de malla de alambre galvanizado que se rellenan de con roca, estos son empleados constantemente en las orillas de los ríos para obstaculizar el paso de las aguas y estabilizar taludes en zonas pobladas y dañen a las infraestructuras. (Soto, 2017).

Ordenamiento territorial. _ Se refiere a una reflexión sobre la organización de las actividades humanas sobre el territorio. Se vincula y adquiere en algunos casos una connotación ambiental. Esto debido a un enfoque conceptual y metodológico que se centra en una adaptación a un contexto geográfico y cultural particular (Montes, 2011).

Precipitaciones. _ La precipitación es cualquier forma de agua sólida o líquida que cae de la atmósfera a la superficie terrestre. La lluvia, la llovizna, el granizo y la nieve son ejemplos de precipitación (Tapia, 2016).

Prevención. _ La prevención se relaciona con la acción de anticiparse, actuar antes de que algo suceda con el fin de impedirlo o para evitar sus efectos. En suma, hablamos de una actividad dirigida a evidenciar las situaciones de riesgos y evitar que lleguen a materializarse, las medidas de protección frente a los riesgos efectivos y concretos (Collado, 2008).

Recuperación. _ La recuperación es el conjunto de actividades realizadas para volver a colocar una economía o una sociedad en las condiciones en que estaba antes del desastre, o "hacer que las cosas regresen a su estado normal" (Mary B, 1994).

Reforestar. _ La reforestación es un proceso que comprende las etapas de planeación, obtención de semilla, producción de planta, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo. Vulnerabilidad (Comisión Nacional Forestal, 2010).

Relieve. _ Conjunto de procesos que originan, modelan y destruyen la superficie terrestre, entre los cuales se encuentran los de carácter endógeno que se vinculan con las fuerzas tectónicas capaces de transportar continentes, plegar, fracturas y desplazar estratos de rocas, así como formar volcanes, mientras que los de carácter exógeno se encargan de modelar la superficie a través de la erosión, el transporte y la deposición de materiales a través de los agentes ambientes fluviales, glaciares y kársticos (Espinosa & Balderas, 2018).

Resiliencia. _ Resiliencia enfatizan en características de los sujetos tales como: habilidad, adaptabilidad, baja susceptibilidad, enfrentamiento efectivo, capacidad, competencia, resistencia a la destrucción, conductas vitales

positivas, temperamento especial y habilidades cognitivas, todas desplegadas frente a situaciones estresantes que les permiten superarlas (García & Domínguez, 2013).

Servicios básicos. _ Servicios sociales básicos representan los componentes esenciales en que se funda el desarrollo humano y, de hecho, actualmente se reconoce a tales servicios la condición de derechos humanos (Mehrotra & Vandemoortele, 2000).

Servicio de agua potable. _ Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia (Jiménez J. M., 2013).

Sistemas de espigones. _ Los espigones son elementos transversales al flujo del agua (rompe olas) que comienzan en las orillas, en donde pueden estar empotrados o no y penetran dentro de la corriente. Esto los hace muy vulnerables a la acción del agua (Villacreses, 2010).

Talud de suelos. _ Las laderas son taludes formados a través del tiempo sin la intervención de la mano humana, conocidos comúnmente como laderas o laderas naturales. Toda inclinación de masa de suelo hecha por la actividad humana, excavaciones o rellenos se denomina talud o talud artificial (González, 2014).

Topografía. _ Es una ciencia aplicada que determina las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una superficie terrestre limitada. La topografía estudia los métodos y procedimientos para hacer mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada (Naula, 2013).

Vulnerabilidad. _ asociado principalmente con los daños y susceptibilidad de resultar afectada la salud de las personas, ya sea por consecuencias de los fenómenos naturales o del hombre (Olín & Méndez, 2019).

2.5. Sistema de Variables

Variable Independiente:

Factores de vulnerabilidad

Variable Dependiente:

Amenaza de Deslizamiento.

2.5.1. Operacionalización de variables

Variable independiente: Factores de vulnerabilidad

Tabla 7. Variable independiente, Factores vulnerabilidad

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Cualitativo y cuantitativo	Variable de medición (Escala)	Herramientas
Factores vulnerabilidad	Los factores de vulnerabilidad por exposición, fragilidad y capacidad de adaptación & respuesta contribuye a la evaluación del nivel de vulnerabilidad.	Vulnerabilidad por exposición (VE)	Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	Localización de ecosistemas	Bosque natural	Shapefile (GAD Guaranda 2016) Software ArcGIS
					Parques naturales	
					Humedales	
					Páramos	
					Reservas naturales	
			Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras (VEI)	Localización de infraestructuras	Vías de comunicación.	
					Redes vitales (agua potable, energía eléctrica, y alcantarillado)	
Vulnerabilidad por exposición	Localización de la población	Instituciones públicas y privadas (hospitales, unidades educativas, albergues, etc.)				
		Viviendas				

			de población (VEP)			
			Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)	Localización de sistemas productivos	Cultivos, producción pecuaria, plantaciones foréstaes, áreas de producción industrial, minera, comercial o recreativa.	
		Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)	Género	Hombres	Encuestas, hoja de campo, hoja de ruta y tabulaciones.
					Mujeres	
				Edad de la población	0-5 años	
					6-12 años	
					13-17 años	
					18-35 años	
					36-64 años	
				65 o más años		
				Discapacidad	Si	
					No	
		Nivel de educación	Básico			
			Primaria			

					Secundaria	Hoja de campo y tabulaciones.
					Superior	
					Ninguna	
				Población económicamente activa	Si	
					No	
				Actividad económica	Empleado público	
					Empleado privado	
					Agricultura	
					Ganadería	
					Comerciante	
			Jubilado			
			Desempleado			
			Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Número de pisos	1 piso	
					2 pisos	
3 pisos						
Tipo de construcción	Hormigón armado					
	Adobe o tapia					
	Bloque o ladrillo					

				Tipo de cubierta	Madera	Encuestas, hoja de campo, hoja de ruta y tabulaciones.
					Mixta	
					Teja	
				Loza		
				Vigas de madera y zinc		
				Cubierta metálica		
				Antigüedad de la vivienda	Más de 20 años	
					Entre 10-20 años	
					Menos de 10 años	
			Estado actual de la vivienda	Bueno		
				Regular		
				Mala		
			Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)	Sector proveniente	Público	
					Privado	
				Función que cumple la institución.	Función	
Antigüedad de la	Mas de 20 años					
	Entre 10-20 años					

				infraestructura institucional.	Menos de 10 años		
				Estado actual de la infraestructura	Bueno		
					Regular		
					Malo		
		Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta (VCA&R)	Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad (VPAC)	Organización comunitaria	Comité barrial	Entrevista y hoja de ruta	
							Comité de seguridad y/o gestión de riesgo
							Brigadas comunitarias
				Instrumento comunitario	Mapa de amenazas		
					Plan de gestión de riesgo comunitario		
					Capacitación preventiva		
					SAT		
					Simulacro		
				Percepción comunitaria	Conocimiento de los efectos negativos		Encuestas y tabulaciones
					Viviendas expuestas.		
		Afectaciones a las viviendas					

					Capacidad de recuperación.	
					Conocimientos en gestión de riesgos.	
			Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones. (VPAI)	Preparación institucional para la prevención y atención de desastres.	Unidad de seguridad y/o gestión de riesgos	
					Plan de emergencia dentro de la institución.	
					Capacitaciones o talleres sobre la gestión de riesgos	
					Simulacros de emergencia y riesgos.	
			Vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial. (VCGRT)	Instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos	PUGS	Entrevista y hoja de ruta
					PDyOT	
					Estudios de gestión de riesgo	
					Planes de gestión de riesgo	

Fuente: (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Variable dependiente: Amenaza de deslizamiento

Tabla 8. Variable dependiente, Amenaza de deslizamiento

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala Cualitativa y cuantitativa		Calificación	Herramienta
Amenaza de deslizamiento	La amenaza por deslizamiento se produce por los factores condicionantes y detonantes, los que se consideran en directamente proporcional (actuando de forma directa en el terreno para la generación de los deslizamientos) y los inversamente proporcional (participan de una	Directamente proporcional: variables internas y externas del terreno que desestabilizan el suelo.	Pendiente	Porcentaje	Grados		MDT Earth Data Search, 2015 Software ArcGIS
				0-15	0-9	1	
				> 15-30	9-17	2	
				> 30-50	17-26	3	
				> 50-100	26-45	4	
				> 100	45	5	
		Uso de suelo	Arbórea (plantación de pino, eucalipto, etc., bosque húmedo denso)	1	Geoportal-IGM, 2018 Software ArcGIS		
			Arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.)	2			
			Herbácea (Paramo, pastizales, etc.)	3			

	manera opuesta en el terreno)			Cultivos (Ciclo corto y permanente)	4	
				Área urbana, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos, canales, etc.) y uso desnudo.	5	
			Precipitaciones	0-500 mm	1	Shapefile (INAMHI, 2017) Software ArcGIS
				500-1000 mm	2	
				1000-1500 mm	3	
				> 1500 mm	4	
			Litología	Abanico aluvial, andesita anfibólica, ríodacita, Basalto, piroxénicas Areniscas cuarzosas de grano fino a medio, lutitas Areniscas, lignitas, cuarcita, filita, esquistos, grafito, meta volcánica.	1	Geoportal-IGM, 2018 Software ArcGIS

				Lava andesita, basalto, lava basáltica, porfíricos y extrusivos indiferenciados.		
				Cuarcitas, pizarras, filitas, esquistos, granito, granito rosado, grano diorita, diques. Lava piroclásticos, piroclastos, andesita, aglomerado	2	
				Andesita, brecha, aglomerado, andesita, piroénicas, piroclastos, basalto-brecha lahar. Areniscas finas, conglomerados, arcillas, lignitas, areniscas. Esquistos verdes, anfibolitas, cuarcitas, esquistos muscovíticos, cuarzo, esquistos gneis. Lavas basálticas, lahar, piroclastos, brechas, dacita, toba. Lutita arenisca, cuarzosa, pizarra grafitosa, arenisca, limonita, arenisca cuarzosa.	3	

				<p>Areniscas tobáceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, areniscas conglomerados, horizontes de arcillas, arcillas bentoníticas, arenisca toba.</p> <p>Lutita, arenisca volcanoclasticas, tobas, brechas, basaltos.</p> <p>Depósito de terrazas, limolita, conglomerados cuarzosos.</p> <p>Lutita negra, chert, caliza negra, caliza fosilífera, arenisca bituminosa, arenisca calcárea.</p> <p>Lutita abigarrada, limo yeso, limo arenisca.</p> <p>Lutitas carbonosas, chert negras.</p>	4	
				<p>Arcilla roja, arenisca fina, arcillas, abigarradas, lutitas, arcilla abigarrada, areniscas arcillosas, limolitas, arenisca.</p> <p>Abanico aluvial, conglomerados gruesos, tobas, arenas, arcillas, cono</p>	5	

				de deyección, depósito aluvial, depósito coluvial. Depósito fluvio-glaciar, depósito lagunar, depósito lahárítico. Depósito clásticos de grano medio a grueso, arenas, arcillas, piroclastos. Depósito glaciares, morrenas, derrumbe, lahares, limo aglomerado.		
		Inversamente proporcional: Variables complementarias que ayudan a la generalización de los deslizamientos.	Río	Distancia euclidiana	N/A	Geoportal-IGM, 2018 Software ArcGIS
			Vías	Distancia euclidiana	N/A	Geoportal-IGM, 2018 Software ArcGIS

Fuente: (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2018)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

Para la identificación de los factores vulnerabilidad que intervienen ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, provincia Bolívar, el desarrollo del trabajo concierne en un nivel investigación exploratorio y descriptivo, que fomenta en la formulación de preguntas y análisis de datos que permitió identificar las vulnerabilidades y ayudó en la descripción de los componentes directamente e inversamente proporcional que inciden en la amenaza de deslizamiento.

En el desarrollo de los objetivos específicos del presente trabajo de investigación se aplicó las siguientes metodologías.

En el Objetivo 1, se realizó mediante descripción de los componentes directamente e inversamente proporcional, en base a la guía metodología del CEPEIGE (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2018), que ayudó en el modelamiento del mapa de susceptibilidad de deslizamientos; para la ponderación de las variables utilizadas, se aplicó el método de la SNGR (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos) y se optó por la tabla calificación de susceptibilidad a deslizamientos de Mora-Vahrson, ajustada en base a los datos de la lógica Fuzzy; las metodologías mencionadas se acoplaron al nivel de la investigación del presente trabajo investigativo.

En el objetivo 2, se realizó por la metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas realizada por (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017) donde se determinó los factores de vulnerabilidad, que permitió la descripción de la vulnerabilidad por exposición, por fragilidad y determinada por la capacidad de adaptación & respuesta y se efectuó bajo la guía de concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad expuesta por (Fritzsche & Schneiderbauer, 2016).

La metodología de Conocimientos, Actitudes y Práctica (CAP), permitió realizar el diseño de la encuesta y la Metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas a nivel municipal (SNGR, PNUD, 2011), ayudó en el desarrollo de la matriz de evaluación estructural, las que fueron dirigidas a la población del área de interés del proyecto.

En el objetivo 3, se empleó la metodología descriptiva para establecer estrategias de reducción de vulnerabilidad en la microcuenca del río Guaranda.

3.2. Diseño de la investigación

Investigación cuali-cuantitativa: Corresponde a la determinación de los factores de vulnerabilidad, donde los criterios empleados para la evaluación de la metodología se basan en el multicriterio, que ayudó a mostrar el nivel de vulnerabilidad mediante las tabulaciones obtenidas por parte de las encuestas, la información adquirida por parte de la Unidad de Gestión de Riesgos del GAD de Guaranda y las entrevistas.

Investigación no experimental: Se empleo para caracterizar la amenaza de deslizamiento, es decir no se manipulo deliberadamente los indicadores de estudio, se observó y describió la situación actual de los factores condicionantes y detonantes las que intervienen de una forma directamente e inversamente proporcional y posteriormente analizar las áreas propensas a la amenaza de deslizamiento.

3.3. Población y muestra

Población o universo

El presente trabajo de investigación se desarrolla dentro del área de estudio (Ilustración 1) que comprende la microcuenca del río Guaranda con una dimensión de 43.238,878 ha, con el objetivo de caracterizar las zonas de deslizamiento, identificar las vulnerabilidades de la población ante la amenaza y realizar estrategias de reducción de la vulnerabilidad. El universo abarca un total de 479 familias que residen en las comunidades de la zona rural y de los siete barrios o sectores de la zona urbana (Tabla 2) que se encuentran dentro del área de interés del proyecto (Ilustración 2).

Muestra

Una vez identificados los barrios o sectores (Zona rural comprendida por Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo; la zona urbano comprendida por el Molino, Terminal, Peñón Bajo, Ciudadela la Playa, Marcopamba, Ciudadela Villa nueva, Coloma Román Sur, vía a la FAE y vía a Chimbo), se procedió a realizar el tamaño de muestra mediante el número de familias basado en el PDOT del (GAD-Guaranda, 2020).

$$n = \frac{N}{[e^2 * (N - 1)] + 1}$$

n= Tamaño de la muestra

N= Población total por familia → 479

e= Error de muestreo →5% = 0,05

$$n = \frac{479}{[(0,05)^2 * (479 - 1)] + 1}$$

$$n = \frac{479}{6,24 + 1}$$

$$n = \frac{479}{2,195}$$

$$n = 218$$

A continuación, se aplicó la siguiente fórmula con el objetivo de distribuir de forma proporcional los barrios o sectores que se encuentran en la zona rural y urbana que se encuentran dentro del área de interés del proyecto (Tabla 9).

$$f = \frac{n}{N}$$

f= Frecuencia de distribución a la muestra

n= Tamaño de la muestra → 218

N= Población total por familia → 625

$$f = \frac{218}{479}$$

$$f = 0,46$$

En la siguiente (Tabla 9) se podrá apreciar el número total de familias, habitantes, el factor de distribución y el tamaño muestral.

Tabla 9. Población por barrio o sector de la Microcuenca del Río Guaranda

Área	Zona	Barrio o sector	N. de Familias	Habitantes	Factor de distribución de la muestra	Tamaño de la muestra
Área rural	Zona 1	Chalata Bajo, vía Paltabamba y vía al Castillo	66	264	(66*0,46)	30
	Zona 2	Molino y Terminal	81	324	(81*0,46)	37
Área urbana	Zona 3	Peñón Bajo y Ciudadela la Playa	124	496	(24*0,46)	56
	Zona 4	Marcopamba y Ciudadela Villa Nueva	114	456	(114*0,46)	52
	Zona 5	Coloma Román Sur, vía a la FAE y vía a Chimbo	94	376	(94*0,46)	43
Total			479	1.916		218

Fuente: (PDyOT de Guaranda, 2020)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Al tener el tamaño de la muestra y la distribución proporcional por sector y barrio se podrá realizar la aplicación de la encuesta a cada jefe de familia, dirigida a la población que se encuentra dentro del área de interés del proyecto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la realización del trabajo investigativo, se recolectó información a través de la revisión bibliográfica, encuestas, matriz de evaluación estructural, hoja campo, hoja de ruta y entrevistas, las que se realizaron a las familias, presidentes de sector o barrio, instituciones públicas y privadas y al encargado de la Unidad de Gestión de Riesgos del GAD de Guaranda y al encargado del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos de Guaranda.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos de fuentes primarias son:

Observación de campo. _ Se procedió a ir al lugar de estudio, mediante un recorrido se observó y se evaluó la situación actual de las zonas de deslizamientos (Anexo 2), las estructuras de las viviendas (Anexo 3) y las infraestructuras de las instituciones públicas como privadas (Anexo 3).

Encuesta. _ Se empleó la técnica de encuesta a través de un formulario de preguntas que serán aplicada al jefe de familia que residen en las comunidades y de los siete barrios de la zona urbana que se encuentran dentro del área de interés del proyecto, con el fin de identificar los factores vulnerables y la percepción ante la amenaza (Anexo 3).

Entrevista. _ Se elaboró una hoja de ruta (Anexo 3) para entrevistar a los presidentes de las comunidades y barrios de la ciudad de Guaranda, de la misma manera se entrevistó al encargado de la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD como al encargado del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo de Guaranda.

Ficha de campo. _ Se elaboro una ficha de campo (Anexo 3) para registrar la información obtenida en base a la observación de los deslizamientos suscitados en el rio Guaranda y posteriormente evaluar la amenaza.

3.5. Técnicas de Procedimientos y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos

Los procesos aplicados para el alcance de los objetivos se basaron en el sistema de información geográfica, mediante los shapefile y ráster proporcionados por el Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM), Earth Data Search y la Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, los que fueron adaptados a la zona y nivel de estudio del presente proyecto de investigación con el fin de elaborar el mapa de susceptibilidad de deslizamiento en la microcuenca de Guaranda y poder evidenciar los elementos vulnerables ante las zonas de mayor amenaza.

La herramienta ArcGIS mediante la aplicación de la metodología de la lógica Fuzzy favoreció a la investigación con el uso de factores condicionantes y detonantes que fueron utilizados en relación directamente proporcional e inversamente proporcional.

Las tabulaciones y correlación de datos se realizaron mediante la herramienta de Excel que ayudó al análisis de los datos cualitativos y cuantitativos, las entrevistas a las diferentes entidades y evaluaciones estructurales e infraestructurales corroboraron con información para determinar el nivel de vulnerabilidad dentro del área de interés del proyecto.

3.5.1. Metodología para el procedimiento de la información del objetivo 1

Para el desarrollo del objetivo 1, se basó en la revisión de diversas metodologías relacionadas al modelamiento de áreas susceptibles a deslizamientos, que facilitó en la evaluación, ponderación de indicadores, clasificación de la amenaza y el desarrollo de un álgebra de mapas.

La memoria técnica del Instituto Espacial Ecuatoriano y MAGAP (Molina & Vera, 2013), hace mención de los valores condicionantes (la litología, pendiente y uso de suelo) y detonantes (sismicidad y precipitación).

El trabajo investigativo “aplicación del método Mora Vahrson para la clasificación de la susceptibilidad a los deslizamientos de la vía Macas - Riobamba en la Parroquia Zuñac” realizado por (Jaramillo & Pasato, 2016), se fundamenta en la metodología de Mora Vahrson donde establece criterios de evaluación cualitativos

sobre la probabilidad de deslizamiento, donde determina los factores condicionantes (litología, pendiente y humedad del suelo) y detonante (sismicidad y precipitación). El autor (Escobar B. , 2020) menciona en su trabajo “plan de gestión de riesgos ante deslizamientos, escuela de educación general básica Demetrio Aguilera Malta, comunidad Boquerón – Olmedo”, considera los factores condicionantes (geomorfología, litología, uso de la cobertura vegetal y la pendiente) y detonantes (precipitación), se establece en cuatro clases de evaluación, para determinar el nivel de amenaza.

La metodología de la (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010), establece varios parámetros de evaluación para cada una de las variables, se considera los factores condicionantes (geología/litología, uso de la cobertura vegetal y la pendiente) y detonantes (precipitación), establecido en cinco valores.

La guía metodológica del (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2018) (CEPEIGE), hace uso de los factores condicionantes y detonantes donde sus variables son aplicadas de manera directamente proporcional e inversamente proporcional, para al final obtener un modelo de susceptibilidad de zonas puntuales. Dada las metodologías de deslizamiento tratadas en este punto, se adaptó cada una de ellas al presente trabajo de investigación, donde se consideró el modelamiento del mapa de susceptibilidad del **Instituto Panamericano de Geografía e Historia (CEPEIGE)**, la calificación de las variables se realizó en base a las tablas de ponderación expuestas en la metodología de la **Secretaría de Gestión de Riesgo** (Pendiente, Uso de suelo, Litología) y en el trabajo investigativo de **Escobar Carranza** (Precipitación) y se consideró la tabla de calificación de susceptibilidad a deslizamientos del método **Mora Varhson**; para la elaboración del mapa se utilizó y edito los shapefile y ráster del Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y Earth Data Search a escala de 1.50000 y 1.25000 a continuación, se desglosan detalladamente las variables directamente proporcional e inversamente proporcionales.

Tabla 10. Capas, escala y fuente de las variables utilizadas

Capa de datos	Escala	Fuente
Modelo Digital (Mdt)	1: 25000	Earth Data Search
Isoyetas	1: 25000	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)
Uso de suelo	1: 25000	Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM)
Litología	1: 50000	Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM)
Red hídrica	1: 25000	Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM)
Vías	1: 25000	Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM)

Fuente: Earth Data Search, 2015; Geoportal-IGM, 2018 & INAMHI, 2017

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tabla 11. Representación de las variables

Relación	Indicador
Directamente Proporcional	Pendiente
	Precipitación
	Uso de Suelo
	Litología
Inversamente Proporcional	Distancia de ríos
	Distancia de vías

Fuente: (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2018)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Directamente proporcional

Pendiente

La pendiente hace referencia al grado o porcentaje de inclinación que presenta el terreno, se utilizó el modelo digital de terreno (MDT) descargada de la plataforma (Earth Data Search, 2015), con la utilización del software ArcGIS 10.8 se determinaron las pendientes del terreno, para su respectiva valoración, detallada en la (Tabla 12).

Tabla 12. Valoración de la pendiente

Pendiente			
Rango		Clase	Calificación
Porcentaje	Grados	Descripción	#
0-15	0°-9°	Muy baja	1
> 15-30	> 9°-17°	Baja	2
> 30-50	> 17°-26°	Media	3
> 50-100	> 26°-45°	Alta	4
> 100	> 45°	Muy alta	5

Fuente: Earth Data Search, 2015; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Precipitación

Por medio del shapefile de isoyetas del (INAMHI, 2017) con la utilización del software ArcGIS 10.8, se obtuvo los valores anuales en mm³ de la precipitación y se calificó según la valoración de la (Tabla 13)

Tabla 13. Valoración de la precipitación

Precipitación		
Rango (mm³ anual)	Clase	Calificación
0-500 mm ³	Muy Baja	1
500-1000 mm ³	Baja	2
1000-1500 mm ³	Media	3
>1500 mm ³	Alta	4

Fuente: INAMHI, 2017; (Escobar B. , 2020)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Uso de suelo

El uso de suelo comprende la intervención que realiza el ser humano sobre una zona determinada, mediante el shapefile del (Geoportal-IGM, 2018), con la utilización

del software ArcGIS 10.8, se caracterizó los tipos de suelo y se calificó mediante la (Tabla 14).

Tabla 14. Valoración del uso de suelo

Uso del suelo		
Característica	Clase	Calificación
Arbórea (plantación de pino, eucalipto, etc., bosque húmedo denso)	Muy baja	1
Arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.)	Baja	2
Herbácea (Páramo, pastizales, etc.)	Media	3
Cultivos (Ciclo corto y permanente)	Alta	4
Área urbana, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos, canales, etc.) y uso desnudo	Muy alta	5

Fuente: Geoportal-IGM, 2018; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Litología

Se determinó mediante el shapefile del (Geoportal-IGM, 2018), con la utilización del software ArcGIS 10.8, el que determinó las características del tipo de roca sobre el área estudio y se valoró según la (Tabla 15).

Tabla 15. Valoración de la Litología

Litología		
Características	Clase	Calificación
<p>Abanico aluvial, andesita anfibólica, río dacita, Basalto, proxémicas</p> <p>Areniscas cuarzosas de grano fino medio, lutitas</p> <p>Areniscas, lignitos, cuarcita, filita, esquistos, grafito, meta volcánica.</p> <p>Lava andesita, basalto, lava basáltica, porfíricos y extrusivos indiferenciados.</p>	Muy baja	1
<p>Cuarcitas, pizarras, filitas, esquistos, granito, granito rosado, grano diorita, diques.</p> <p>Lava piroclásticos, piroclastos, andesita, aglomerado</p>	Baja	2
<p>Andesita, brecha, aglomerado, andesita, proxémicas, piroclastos, basalto-brecha lahar.</p> <p>Areniscas finas, conglomerados, arcillas, lignitos, areniscas.</p> <p>Esquistos verdes, anfibolitas, cuarcitas, esquistos moscovíta, cuarzo, esquistos gneis.</p> <p>Lavas basálticas, lahar, piroclastos, brechas, dacita, toba.</p> <p>Lutita arenisca, cuarzosa, pizarra grafitos, arenisca, limonita, arenisca cuarzosa.</p>	Media	3
<p>Areniscas tobáceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, areniscas conglomeradas, horizontes de arcillas, arcillas bentonitas, arenisca toba.</p> <p>Lutita, arenisca volcanoclásticas, tobas, brechas, basaltos.</p> <p>Depósito de terrazas, limolita, conglomerados cuarzosos.</p> <p>Lutita negra, caliza negra, caliza fosilífera, arenisca bituminosa, arenisca calcárea.</p> <p>Lutita abigarrada, limo yeso, limo arenisco.</p> <p>Lutitas carbonosas.</p>	Alta	4

<p>Arcilla roja, arenisca fina, arcillas, abigarradas, lutitas, arcilla abigarrada, areniscas arcillosas, limolitas, arenisca.</p> <p>Abanico aluvial, conglomerados gruesos, tobas, arenas, arcillas, cono de deyección, depósito aluvial, depósito coluvial.</p> <p>Deposito fluvio-glaciario, depósito lagunar, depósito lahárico.</p> <p>Deposito clásticos de grano medio a grueso, arenas, arcillas, piroclastos.</p> <p>Deposito glaciares, morrenas, derrumbe, lahares, limo aglomerado.</p>	<p>Muy alta</p>	<p>5</p>
--	-----------------	----------

Fuente: Geoportal-IGM, 2018; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Inversamente proporcional

Distancia del Río

Por medio del shapefile del (Geoportal-IGM, 2018), con la utilización del software ArcGIS 10.8, se obtuvo la distancia euclidiana de los ríos (Tabla 16).

Tabla 16. Distancia euclidiana del río

Distancia del río	
Río	Distancia euclidiana (metros)

Fuente: Geoportal-IGM, 2018

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Distancia de la vía

Se obtuvo mediante el shapefile del (Geoportal-IGM, 2018), con la utilización del software ArcGIS 10.8, se pudo determinar la distancia euclidiana de las vías (Tabla 17).

Tabla 17. Distancia euclidiana de las vías

Distancia de la vía	
Vía	Distancia euclidiana (metros)

Fuente: Geoportal-IGM, 2018

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Normalización de datos

La **lógica Fuzzy** es un método basado en la teoría de conjuntos que posibilita imitar el comportamiento de la lógica humana. Se definió los elementos que no están correctamente caracterizados como el uso del suelo, tipos de suelo, calificación de la cobertura vegetal y tipos de vegetación, básicamente esta metodología se usa para capturar la incertidumbre que muchos observadores al definir la calificación especifican (Andocilla , 2012).

La normalización de datos es una herramienta que permite reducir la redundancia de la información, donde se asocia de forma similar la información en una sola escala de datos, al trabajar con shapefiles de diversas escalas, asignado un valor que va desde el 0 al 1, representadas en curvas de **seno** y **coseno** en el rango de 0 a 90° ($\pi / 2$ radianes) (Salcedo & Padilla, 2020)

$$N = \frac{V_0 - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

V₀: Valor original

V_{min}: Valor mínimo

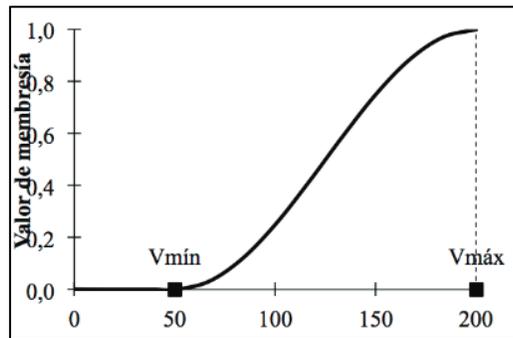
V_{max}: Valor máximo

Directamente proporcional

Se considera directamente proporcional si al aumentar una, la otra también aumenta y al disminuir, la otra también disminuye.

$$\mu_{A(V_0)} = \text{SIN} \left(\frac{\pi}{2} \times \frac{V_0 - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \right) \quad 0 \leq \mu_{A(V_0)} \leq 1$$

Ilustración 4. Directamente proporcional



Fuente: (Padilla, 2007)

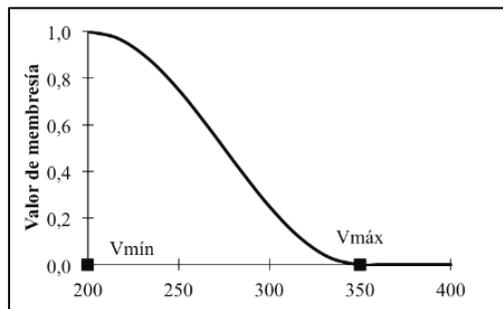
Función de pertenencia, curva Seno rango de 0 a $\pi/2$ radianes (Padilla, 2007).

Inversamente proporcional

Se denomina inversamente proporcional si al aumentar una, la otra disminuye, y si disminuye una, la otra aumenta.

$$\mu_{A(V_0)} = \cos\left(\frac{\pi}{2} \times \frac{V_0 - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}\right) \quad 0 \leq \mu_{A(V_0)} \leq 1$$

Ilustración 5. Inversamente proporcional



Fuente: (Padilla, 2007)

Función de pertenencia, curva Coseno rango de 0 a $\pi/2$ radianes (Padilla, 2007).

Se tomó en cuenta:

$\mu_A(V_0) = 1$, si V_0 pertenece totalmente al conjunto

$\mu_A(V_0) = 0$ si V_0 no pertenece al conjunto

$0 < \mu_A(V_0) < 1$ si V_0 está parcialmente en el conjunto

Proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollada Thomas Saaty, es un método que ayuda a la toma de decisiones complejas; utilizada para la ponderación de las variables en base al criterio y análisis de conocimientos, con ayuda de los docentes de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB) e investigaciones de artículos científicos con respecto a los temas de meteorología, medio ambiente, gestión de riesgos y litología, se determinaron los pesos en la (Tabla 18).

Tabla 18. Distribución de pesos

	A	B	C	D	E	G	Wi	Ci	LAMDAi
A	1,00	3		6	6	6	3,85	0,46	0,93
B	1/3	1,00	5	2	3	4	1,85	0,22	1,17
C	1/5	1/5	1,00	1/2	5	3	0,82	0,10	1,32
D	1/6	1/2	2	1,00	3	2	1,00	0,12	1,24
E	1/6	1/3	1/5	1/3	1,00	1/3	0,33	0,04	0,82
G	1/6	1/4	1/3	1/2	3	1,00	0,52	0,06	1,02
Pi	2,03	5,28	13,53	10,33	21,00	16,33	8,37		6,51 (max)

Fuente: Saaty; (Franz, 2021)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tabla 19. Pesos de las variables

Sigla	Variable	PESOS
A	Pendiente	0,46
B	Precipitación	0,22
C	Uso de suelo	0,10
D	Litología	0,12
E	Distancia de vías	0,04
F	Distancia de ríos	0,06
total		1,00

Fuente: Saaty; (Franz, 2021)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci/Rci$$

CI: Índice de consistencia

Amax: determinación de media

n: número de variables

Rci: determinación del índice

Cr: Razón de consistencia

Tabla 20. Consistencia

Ecuación	Resultado
Ci	0,101512
Rci	1,32
CR	0,0769

Fuente: Saaty; (Franz, 2021)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Nota: si el resultado de la razón de la consistencia es menor o igual a 0,1, es resultado aceptable, en caso de no serlo se recomienda replantear los pesos.

Suma lineal ponderada

Para la finalización del mapa de susceptibilidad a deslizamientos, se procedió a realizar la sumatoria de las variables normalizadas con su respectiva ponderación de Saaty.

$$I = \sum_{j=1}^n W_j \times x_{ij}$$

I: Índice de susceptibilidad

W_j: Peso de las variables (Saaty)

X_{ij}: Variables normalizada

n: número de variables

Formula: $I = (\text{Pendiente normalizada}) * 0,46 + (\text{Precipitación normalizada}) * 0,22 + (\text{Uso de suelo normalizada}) * 0,10 + (\text{Litología normalizada}) * 0,12 + (\text{Distancia de vías normalizada}) * 0,04 + (\text{Distancia de ríos normalizada}) * 0,06$

Ajuste de modelo “mapa” y tabla de calificación.

Se aplicó el ajuste de datos a la desviación estándar del mapa de susceptibilidad a deslizamientos para mejorar la apreciación de las áreas comprometidas a deslizarse.

$$N = n - \sigma$$

N: ajuste de datos

n: puntos de muestra.

σ: desviación estándar

Una vez obtenido el mapa se procedió a calificar en base a la (Tabla 21) de acuerdo al grado potencial de susceptibilidad de la metodología Mora Vahrson, la que fue modificada de acuerdo a la calificación de datos de la lógica Fuzzy.

Tabla 21. Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad

Valor	Rango de probabilidad	Grado de amenaza
1	<0,10	Muy baja
2	0,10 – 0,40	Baja
3	>0,40 – 0,60	Moderada
4	>0,60 – 0,75	Alta
5	>0,75	Muy alta

Fuente: (Salcedo & Padilla, 2020); (Barrantes & Barrantes, 2011)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

3.5.2. Metodología para el procedimiento de la información del objetivo 2

El objetivo dos se realizó en base al artículo científico de la metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas, donde se evaluó las vulnerabilidades de exposición, fragilidad y por la capacidad de adaptación & respuesta que se mencionan en la (Tabla 22), donde se aplica una ecuación para cada una, con el fin de evidenciar el nivel de vulnerabilidad y calificación.

Se evaluó la vulnerabilidad por exposición basado en el uso de shapefiles (cobertura vegetal, uso de suelo, viviendas urbanas y rurales, red de agua potable y vías, a escala 1:10000, 2016) obtenidos por la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda, para la vulnerabilidad por fragilidad y por capacidad de adaptación & respuesta, se aplicó la metodología conocimientos actitudes y prácticas (CAP) y la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas a nivel municipal (SNGR, PNUD, 2011) para la realización de encuestas y matriz de evaluación estructural, dirigida a 479 familias de las comunidades y siete barrios del cantón Guaranda, a las instituciones que se localizaron dentro del área de interés del proyecto, posteriormente, se tabulo los datos obtenidos para la calificación y el análisis de las vulnerabilidades y por último se aplicó una entrevista a los presidentes de las comunidades y de los barrios de Guaranda, como también al encargado del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo de Guaranda y al encargado de la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda.

Tabla 22. Tipos de vulnerabilidades

Tipos de vulnerabilidad (Dimensión)	Indicador de la vulnerabilidad
Vulnerabilidad por exposición (VE)	Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE)
	Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI)
	Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)
	Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP)
	Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)

Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)
	Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta (VCA&R)	Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad (VPAC)
	Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones (VPAI)
	Vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial (VCGRT)

Fuente: (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Escala de evaluación para los indicadores y variables de medición de la vulnerabilidad

La metodología para la evaluación de la vulnerabilidad establece una escala de valoración para los indicadores y variables de medición que se define en la (Tabla 23).

Tabla 23. Escala de evaluación para los indicadores y variables de medición de la vulnerabilidad

Categoría	Valor	
Bajo	1	
Medio	3	
Alto	5	

Fuente: (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Vulnerabilidad por exposición (VE)

De acuerdo al resultado del mapa de susceptibilidad a deslizamientos (Ilustración 12) obtenido en el objetivo uno, se procedió a desarrollar la vulnerabilidad por exposición con los shapefiles (cobertura vegetal, uso de suelo, viviendas urbanas y rurales, red de agua potable y vías, a escala 1:10000, 2016) compartidos por el ingeniero Fredy Medina encargado de la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de

Guaranda, se elaboró mapas de identificación de zonas vulnerables a deslizamiento dentro del área de interés del proyecto.

Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)

De acuerdo al shapefile (cobertura vegetal a escala 1:10000, 2016) que fue proporcionado por la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda, se identificaron los ecosistemas que interviene en las áreas de susceptibilidad a deslizamiento (Tabla 24), se calificó de acuerdo a la (Tabla 28).

Tabla 24. Variable de medición de (VEE)

Variable de medición (Escala)
Bosque natural
Parques naturales
Humedales
Páramos

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI)

Se identificaron por medio de los shapefile (vías y red de agua potable a escala 1:10000, 2016) que fue proporcionado por la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda, con el fin de localizar las infraestructuras que intervienen en las zonas de susceptibilidad a deslizamiento (Tabla 25), se calificó en base a la (Tabla 28).

Tabla 25. Variable de medición y criterio de evaluación de (VEI)

Variable de medición (Escala)
Vías de comunicación, puentes
Redes vitales (energía eléctrica, alcantarillado y agua potable)
Hospitales, Unidad educativa, asilo de ancianos, camal, etc.

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Se realizó una evaluación de vulnerabilidad para cada uno de las variables de medición y finalmente se sumaron cada uno de los porcentajes correspondientes al grado de amenaza y se obtuvo el porcentaje total.

Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)

Mediante el shapefile (viviendas urbanas y rurales a escala 1:10000, 2016) proporcionado para la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda, se realizó la localización de las viviendas que interviene en las zonas de susceptibilidad a deslizamiento (Tabla 26), se calificó de acuerdo a la (Tabla 28).

Tabla 26. Variable de medición y criterio de evaluación de (VEP)

Variable de medición (Escala)
Viviendas

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)

En base el shapefile (uso de suelo a escala 1:10000, 2016), se realizó la localización de las zonas de sistemas productivos que intervienen en las áreas de susceptibilidad a deslizamiento (Tabla 27).

Tabla 27. Variable de medición y criterio de evaluación de (VESP)

Variable de medición (Escala)
Cultivos
Producción pecuaria
Plantaciones foréstaes
Áreas de producción industrial, minería, comercial y recreativa.

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Criterio de evaluación

Los indicadores de vulnerabilidad por exposición se evaluaron de acuerdo al porcentaje de exposición a zonas susceptibles a deslizamientos que se describe en la (Tabla 28).

Tabla 28. Criterio de evaluación

Criterio de evaluación
Calificación de 1 punto (Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad de deslizamiento con un grado de amenaza bajo y muy bajo).
Calificación de 3 puntos (Menos del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto, y más del 30% en zonas con grado moderado).
Calificación de 5 puntos (Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto).

Fuente: (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad por exposición, que se categorizó a acorde a la (Tabla 23).

$$VE = \frac{VEE + VEI + VEP + VESP}{4}$$

VE: Vulnerabilidad por exposición

VEE: Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas

VEI: Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras

VEP: Vulnerabilidad por exposición de la población

VESP: Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción

Vulnerabilidad por fragilidad (VF)

De acuerdo a las encuestas y a la matriz de evaluación estructural, realizadas a la población que se describe en la (tabla 9), viviendas y a las instituciones que se encuentren dentro del área de interés del proyecto, donde las ponderaciones y datos obtenidos permitieron comprender el nivel de vulnerabilidad por fragilidad.

Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)

Los aspectos sociales y económicos permitieron entender el nivel de desarrollo que comprende la población dentro del área de interés del proyecto, se aplicó la encuesta

realizada por la metodología de conocimientos actitudes y prácticas (CAP) (Anexo 3).

Género

Mediante las encuestas dirigidas a la población se estimó la cantidad de hombres y mujeres que habitan dentro del núcleo familiar con la finalidad de identificar el género predominante del sector (Tabla 29).

Tabla 29. Variable de medición y descripción del género

Variable de medición	Descripción
Hombre	Estimar el género predominante dentro del área de interés del proyecto.
Mujer	

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Edad de la población

Según el (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022), el ciclo de vida de las personas se divide en cinco etapas, esta información ayudó a determinar el grado independencia que tienen los pobladores. Las edades se calificaron de acuerdo a la (Tabla 30).

Tabla 30. Variable de medición y criterio de evaluación de la edad de la población

Variable de medición	Criterio de evaluación
0-5 años	1 punto (más del 50 % de la población se encuentra entre 18 a 64 años).
6-12 años	
13-17 años	3 puntos (mas 40% de la población se encuentran entre 6 a 17 años y menor del 40% de la población entre 18 a 64 años).
18-64 años	
65 o más años	5 puntos (más del 60 % de la población es mayor de 64 años y menor de 12 años).

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Discapacidad

Los datos nos permitieron saber el tamaño del grupo vulnerable por discapacidad, se calificó en base a la (Tabla 31).

Tabla 31. Variable de medición y criterio de evaluación por discapacidad

Discapacidad	
Variable de medición	Criterio de evaluación
Si	1 punto (menos del 10% de la población sufre de discapacidad).
No	3 puntos (entre el 10-19% de la población sufre de discapacidad). 5 puntos (más del 19 % de la población sufre de discapacidad).

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Nivel de educación

En base al Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL, 2019) se catalogó los niveles educativos que posee el Ecuador, la información obtenida por medio de las encuestas ayudó evaluar el estado de aprendizaje que tiene la población dentro del área de interés. Posteriormente se dio su respectiva calificación según la (Tabla 32).

Tabla 32. Variable de medición y criterio de evaluación del nivel de educación

Nivel de educación	
Variable de medición	Criterio de evaluación
Básico	1 punto (más del 60% de la población tiene secundaria y tercer nivel).
Primaria	
Secundaria	3 puntos (más del 60% de la población posee educación básica y primaria).
Superior	
Ninguna	5 puntos (más del 50% de la población es analfabeta).

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Población económicamente activa

Se estimó el nivel económico que tiene la población dentro del área de interés del proyecto, se calificó de acorde a la (Tabla 33).

Tabla 33. Variable de medición y criterio de evaluación a la población económicamente activa

Variable de medición	Criterio de evaluación
Si	1 punto (menos del 15% no es económicamente activa). 3 puntos (entre el 16-30% no es económicamente activa).
No	5 puntos (más del 30% no es económicamente activa).

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Actividad económica

Relacionada con la población económicamente activa, se identificó la actividad económica que influye en el área de interés del proyecto.

Tabla 34. Variable de medición y descripción de la actividad económica

Variable de medición	Descripción
Empleado público	Conocer la actividad económica predominante que se vería afectada ante la amenaza.
Empleado privado	
Agricultura	
Ganadería	
Comerciante	
Jubilado	
Desempleado	

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Evaluación de vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)

Se evaluó acorde al criterio de evaluación de cada una de las variables de medición, donde se obtuvo la calificación de cada una de las escalas y mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica, que se categorizó a acorde a la (Tabla 23).

$$VFSE = \frac{EP + D + NE + PEA}{4}$$

VFSE: Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica

EP: Edad de la población

D: Discapacidad

NE: Nivel de educación

PEA: Población económicamente activa

Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)

Mediante la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas a nivel municipal (SNGR, PNUD, 2011), se desarrolló una matriz de

evaluación estructural para las viviendas (Anexo 3), basada en una calificación cuali-cuantitativa.

Número de pisos

Mientras más pisos tenga la infraestructura mayor será el peso que ejerce sobre el terreno, que genera inestabilidad al suelo. Se dio la respectiva calificación según la (Tabla 25).

Tabla 35. Variable de medición y criterio de evaluación del número de pisos

Variable de medición	Criterio de evaluación
1 piso	1 punto (menos del 20% de las viviendas cuenta con tres pisos y más del 50% de viviendas con un piso).
2 pisos	3 puntos (menos del 30% de las viviendas con un piso y más del 30% de viviendas con dos pisos).
3 pisos	5 puntos (más del 50% de las viviendas cuenta con tres pisos).

Fuente: (Matriz de evaluación estructural a las viviendas, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tipo de construcción

El peso de los materiales de construcción de la vivienda ejerce una fuerza sobre el terreno, lo que representa inestabilidad en lugar de construcción, la calificación fue de acuerdo a la (Tabla).

Tabla 36. Variable de medición y criterio de evaluación del tipo de construcción

Variable de medición	Criterio de evaluación
Hormigón armado	1 punto (más del 50% de las viviendas son de madera y menos del 20% de viviendas son de hormigón armado).
Adobe o tapia	
Bloque o ladrillo	3 puntos (más del 60% de las viviendas son de adobe o tapia y bloque o ladrillo, y menos del 20% de viviendas son de hormigón armado).
Madera	
Mixta	5 puntos (más del 60% de las viviendas son de hormigón armado y menos del 40% son de adobe o tapia y bloque o ladrillo).

Fuente: (Matriz de evaluación estructural a las viviendas, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tipo de cubierta

La cubierta de las viviendas cumple varias funciones, la principal la de proteger de factores externos y suma un peso a la construcción, se calificó de acuerdo a la (Tabla 37).

Tabla 37. Variable de medición y criterio de evaluación del tipo de cubierta

Variable de medición	Criterio de evaluación
Teja	1 punto (más del 60% de las viviendas son de cubierta metálica, y de vigas de madera y zinc).
Loza	
Vigas de madera y zinc	3 puntos (más del 50% de las viviendas son de teja y de vigas de madera y zinc, y menos del 20% de losa).
Cubierta metálica	
	5 puntos (más del 60% de las viviendas son de losa).

Fuente: (Matriz de evaluación estructural a las viviendas, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Antigüedad de la vivienda

La antigüedad de la vivienda da a conocer el estado actual de los materiales de la estructura, la calificación fue de acuerdo a la (Tabla 38).

Tabla 38. Variable de medición y criterio de evaluación de la antigüedad de la vivienda

Variable de medición	Criterio de evaluación
Más de 20 años	1 punto (más del 60% de viviendas con antigüedad menor a 10 años y menos del 20 % de viviendas con antigüedad más de 20 años).
Entre 10-20 años	3 puntos (menos del 30% de viviendas con antigüedad de más de 20 años y más del 40% de 10 a 20 años).
Menos de 10 años	5 puntos (más del 60% de viviendas con antigüedad de más de 20 años y menor del 30% con antigüedad de 10 a 20 años).

Fuente: (Matriz de evaluación estructural a las viviendas, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Estado actual de la vivienda

El estado actual de la vivienda nos permite conocer la conservación que tiene la parte estructural y la estabilidad, se calificó en base a la (Tabla 39).

Tabla 39. Variable de medición y criterio de evaluación del estado actual de la vivienda

Estado actual de la vivienda	
Variable de medición	Criterio de evaluación
Bueno	1 punto (más del 60% de viviendas se encuentran en buen estado y menos del 20 % en mal estado).
Regular	3 puntos (menos del 30% de viviendas se encuentran en buen estado y más del 50% con un estado regular).
Malo	5 puntos (más de 60% de viviendas están en mal estado y menos del 20% en buen estado).

Fuente: (Matriz de evaluación estructural a las viviendas, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Evaluación de vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)

Se evaluó acorde al criterio de evaluación de cada una de las variables de medición, donde se obtuvo la calificación de cada una de las escalas y mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad por fragilidad física, que se categorizó a acorde a la (Tabla 23).

$$VFF = \frac{NP + TC + TCu + AV + EAV}{5}$$

VFF: Vulnerabilidad por fragilidad física

NP: Número de pisos

TC: Tipo de construcción

TCu: Tipo de cubierta

AV: Antigüedad de la vivienda

EAV: Estado actual de la vivienda

Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)

Dada las encuestas realizadas a las instituciones que se encuentran dentro del área de interés, se determinó las funciones y servicios que ofrecen a la ciudad y al ser afectadas como impactarían al desarrollo.

Sector proveniente

Identificación de la institución al sector que pertenece (público o privado) (Tabla 40).

Tabla 40. Variable de medición y descripción del Sector proveniente

Sector proveniente	
Variable de medición	Descripción
Público	Estimar el sector predominante de las instituciones.
Privado	

Fuente: (Encuesta a las instituciones, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Función que cumple la institución.

La encuesta permitió saber la función y servicio que cumplen las instituciones que se encuentran dentro del área de interés del proyecto y como estas afectarían a la ciudad al ser afectadas (Tabla 41).

Tabla 41. Variable de medición y descripción de la función que cumple la institución.

Variable de medición	Descripción
Función	Comprender la función que cumple en el desarrollo socioeconómico en la ciudad.

Fuente: (Encuesta a las instituciones, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Antigüedad de la infraestructura institucional.

La antigüedad de la infraestructura permitió conocer el estado de conservación de los materiales (Tabla 42).

Tabla 42. Variable de medición y criterio de evaluación de la antigüedad de la infraestructura institucional

Variable de medición	Criterio de evaluación
Más de 20 años	1 punto (más del 60% de infraestructuras con antigüedad menor a 10 años y menos del 20 % de infraestructuras con antigüedad más de 20 años).
Entre 10-20 años	3 puntos (menos del 30% de infraestructuras con antigüedad de más de 20 años y más del 40% de 10 a 20 años).
Menos de 10 años	5 puntos (más del 60% de infraestructuras con antigüedad de más de 20 años y menor del 30% con antigüedad de 10 a 20 años).

Fuente: (Encuesta a las instituciones, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Estado actual de la infraestructura

La evaluación al estado de las infraestructuras de las instituciones permitió saber la conservación y la estabilidad (Tabla).

Tabla 43. Variable de medición y criterio de evaluación del estado actual de la infraestructura

Variable de medición	Criterio de evaluación
Bueno	1 punto (más del 60% de infraestructuras se encuentran en buen estado y menos del 20 % en mal estado).
Regular	3 puntos (menos del 30% de infraestructuras se encuentran en buen estado y más del 50% con un estado regular).
Malo	5 puntos (más de 60% de infraestructuras están en mal estado y menos del 20% en buen estado).

Fuente: (Encuesta a las instituciones, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Evaluación de vulnerabilidad por fragilidad Institucional (VFI)

Se evaluó acorde al criterio de evaluación de cada una de las variables de medición, donde se obtuvo la calificación de cada una de las escalas y mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad por fragilidad institucional, que se categorizó a acorde a la (Tabla 23).

$$VFF = \frac{AII + EAI}{2}$$

VFF: Vulnerabilidad por fragilidad institucional

AII: Antigüedad de la infraestructura institucional

EAI: Estado actual de la infraestructura

Nivel de vulnerabilidad por fragilidad (VF)

Al obtener la calificación de cada una de los indicadores y mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad por fragilidad, que se categorizó acorde a la (Tabla 23).

$$VF = \frac{VFSE + VFF + VFI}{3}$$

VF: Vulnerabilidad por fragilidad

VFSE: Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica

VFF: Vulnerabilidad por fragilidad física

VFI: Vulnerabilidad por fragilidad institucional

Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCA&R)

Se elaboró y se aplicó la entrevista dirigida a los presidentes de los sectores y barrios de la ciudad de Guaranda. De la misma manera al encargado del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo de Guaranda como también al encargado de la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda.

Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad (VPAC)

Los resultados muestran la capacidad que tiene una comunidad para afrontar amenazas, por medio de conocimientos y la percepción de la amenaza.

Organización comunitaria

La organización comunitaria permitió saber cómo está estructurada la comunidad y en base a sus grupos conocer sus metas y objetivos, y cómo las personas trabajan entre sí, para el manejo de amenazas, la calificación se realizó por cada uno de los presidentes de sector o barrio, con ayuda del criterio de evaluación de la (Tabla 44).

Tabla 44. Variable de medición y criterio de evaluación a la organización comunitaria

Variable de medición	Criterio de evaluación
Comité barrial	1 punto (cuenta con los 3 tipos de organización comunitaria). 3 puntos (cuenta con 2 tipos de organización). 5 puntos (no cuenta con ninguna organización comunitaria o solo cuenta con el comité barrial).
Comité de seguridad y/o gestión de riesgo	
Brigadas comunitarias	

Fuente: (Entrevistas a los presidentes de los sectores y barrios, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Por último, se realizó una sumatoria de cada una de las ponderaciones por sector o barrio que se obtuvo por medio de la evaluación, para al final dividir por el número total de comunidades y obtener el nivel de vulnerabilidad de la organización comunitaria.

Instrumento comunitario

Los datos dieron a conocer el nivel de preparación que tiene la comunidad al tener incorporado diversos instrumentos de gestión de riesgo para el manejo y respuesta ante una amenaza, la calificación se realizó por cada uno de los presidentes de sector o barrio por medio de la (Tabla 45).

Tabla 45. Variable de medición y criterio de evaluación al instrumento comunitario

Variable de medición	Criterio de evaluación
Mapa de amenazas	1 punto (cuenta con 4 o 5 instrumentos comunitarios). 2 puntos (cuenta con 2 o 3 instrumentos comunitarios). 5 puntos (cuenta con 1 o con ningún instrumento comunitario).
Plan de gestión de riesgo comunitario	
Capacitación preventiva	
SAT	
Simulacro	

Fuente: (Entrevistas a los presidentes de los sectores y barrios, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Se realizó una sumatoria de cada una de las ponderaciones por sector o barrio que se obtuvo por medio de la evaluación, para al final dividir por el número total de comunidades y obtener el nivel de vulnerabilidad por instrumentos comunitarios.

Percepción comunitaria

Por medio de la encuesta se logró obtener el porcentaje de cada una de las preguntas del nivel de percepción, con el objetivo de saber si las comunidades tienen conocimiento sobre la amenaza por deslizamiento, se calificó en base a la (Tabla 46).

Tabla 46. Variable de medición y criterio de evaluación a la percepción comunitaria

Variable de medición	Criterio de evaluación
Conocimiento de los efectos negativos.	1 punto (Menos del 30 % de la población dice que no y más del 60 % dice que sí)
Capacidad de recuperación.	3 puntos (Menos del 60 % de la población dice que no y entre el 30 % al 60% dice que sí)
Conocimientos en gestión de riesgos.	5 puntos (Más del 60 % de la población dice que no)
Viviendas expuestas.	1 punto (Menos del 30 % de la población dice que sí y más del 60 % dice que no) 3 puntos (Menos del 60 % de la población dice que sí y entre el 30 % al 60% dice que no)
Afectaciones a las viviendas.	5 puntos (Más del 60 % de la población dice que sí)

Fuente: (Encuesta a la población, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Por último, se realizó una sumatoria de cada una de las ponderaciones de las variables de medición, para al final obtener el nivel de vulnerabilidad por percepción comunitarios.

Nivel de vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones (VPAI)

Al evaluar acorde al criterio de evaluación de cada una de las variables de medición, se obtuvo la calificación de cada una de las escalas y mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad, que se categorizó a acorde a la (Tabla 23).

$$VPAC = \frac{OC + IC + PC}{3}$$

VPAV: Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad

OC: Organización comunitaria

IC: Instrumentos comunitarios

PC: Percepción comunitaria

Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones (VPAI)

La información dio a conocer el nivel de preparación que tiene cada de las instituciones y la percepción referente a la amenaza de deslizamiento.

Preparación institucional para la prevención y atención de desastres

Mediante los siguientes instrumentos se pudo determinar el nivel de vulnerabilidad ante la prevención y atención de desastres de cada una de las instituciones que se encontraron dentro del área de interés del proyecto, la calificación se realizó a cada una de las instituciones por medio de la (Tabla 47)

Tabla 47. Variable de medición y criterio de evaluación a la prevención y atención de desastres

Variable de medición	Criterio de evaluación
Unidad de seguridad y/o gestión de riesgos	El criterio de evaluación se aplicará a cada una de las instituciones.
Plan de emergencia dentro de la institución.	1 punto (Si cuenta con todos los instrumentos).
Capacitaciones o talleres sobre la gestión de riesgos	3 puntos (Si cuenta con 2 o 3 instrumentos).
Simulacros de emergencia y riesgos.	5 puntos (Si cuenta con 1 instrumento o con ningún instrumento).

Fuente: (Encuesta a las instituciones, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Se ejecutó una sumatoria de las evaluaciones realizadas de cada una de las instituciones, para luego dividir por el número total de instituciones y al final obtener el nivel de vulnerabilidad de la prevención y atención de desastres que vendrá hacer el nivel de percepción de la amenaza dentro de las instituciones.

Vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial (VCGRT)

La gestión territorial permite conocer la capacidad que tiene la gobernación para manejar eventos adversos.

Instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos

Mediante la entrevista realizada al encargado de la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda y al encargado del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencia de Guaranda, se obtuvo la información del manejo de instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos.

Tabla 48. Variable de medición y criterio de evaluación de los instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos

Variable de medición	Criterio de evaluación
PUGS	El criterio de evaluación se aplicará a cada una de las instituciones. 1 punto (Actualizado y aplicado). 3 puntos (Desactualizado y aplica o actualizado y no aplica). 5 puntos (No cuenta o está desactualizado y no aplica).
PDyOT	
Estudios de gestión de riesgo	
Planes de gestión de riesgo	

Fuente: (Entrevistas al encargado de la UGR del GAD de Guaranda y al encargado del SNGRE de Guaranda, 2022)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Nivel de vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCA&R)

Al obtener la calificación de cada una de los indicadores y mediante la siguiente fórmula se obtuvo el nivel de vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta, que se categorizó acorde a la (Tabla 23).

$$VCA\&R = \frac{VPAC + VPAI + VCGRT}{3}$$

VCA&R: vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta

VPAC: Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad

VPAI: Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones

VCGRT: Vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial

Nivel de vulnerabilidad Global

Al obtener los resultados por vulnerabilidad por exposición, fragilidad y la capacidad de adaptación y respuesta, se procedió a la obtención del resultado final, en la que se aplicó la siguiente fórmula.

$$VG = \frac{VE + VF + VCA\&R}{3}$$

VG: Vulnerabilidad global

VE: Vulnerabilidad por exposición

VF: Vulnerabilidad por fragilidad

VCA&R: Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta

3.5.3. Metodología para el procedimiento de la información del objetivo 3

Una vez cumplido con el objetivo uno (caracterizar la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda) donde se generó un mapa de susceptibilidad a deslizamiento (Anexo 4) y determinar los factores de vulnerabilidades (exposición, fragilidad y capacidad de adaptación & respuesta) (Tabla 100), se procedió a elaborar estrategias para la reducción de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en el área de interés del proyecto (objetivo 3), en base a la aplicación del método descriptivo y bibliográfico.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Caracterización de la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, correspondiente al objetivo 1.

Para obtener el mapa de susceptibilidad ante deslizamiento de la microcuenca río Guaranda se utilizó la herramienta software ArcGIS 10.8, los shapefile utilizados para el trabajo están a una escala 1 : 25000 (pendiente, isoyetas, uso de suelo, vías y ríos) y a 1: 50000 (litología), fueron ponderados los factores directamente proporcional (pendiente, precipitación, uso de suelo y litología) e inversamente proporcional (vías y ríos), que fueron calificados de acuerdo a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo y a la investigación realizada por Escobar Carranza y por último cada una de las variables se normalizo mediante la lógica Fuzzy, mediante la función seno y coseno.

A continuación, se analiza el comportamiento de cada una de las variables que interactúan en el deslizamiento.

Tabla 49. Análisis de las variables

Indicador	Descripción	Fórmula a aplicarse
Directamente proporcional		
Pendiente	Mientras mayor sea la pendiente, mayor será la probabilidad de deslizarse.	Seno
Precipitación	Mientras mayor sean las precipitaciones, es más susceptible a deslizarse.	Seno
Uso de suelo	Mayor presencia de deforestación mayor será la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento.	Seno
Litología	Del tipo de roca dependerá si el suelo es estable o no, es decir mientras más resistente sea el suelo o roca, mayor estabilidad tendrá el suelo o roca.	Seno
Inversamente proporcional		
Distancia de los ríos	El río es el causante de la inestabilidad de los suelos por la erosión, mientras más corta sea la distancia del río en relación a la amenaza, mayor será la probabilidad de ocurrencia de los deslizamientos.	Coseno
Distancia de las vías	La apertura de vías debilita los taludes, es decir mientras más cerca se encuentre la vía a la amenaza, mayor será la susceptibilidad a deslizarse.	Coseno

Fuente: (Orejuela, 2020)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.1.1. Factores directamente proporcionales.

Pendiente

El mapa de pendiente fue generado a partir del MDT descargado de la plataforma Earth Data Search a una escala 1: 25 000, se modificó de acuerdo al área de estudio y se calificó en base a la tabla de ponderación de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010, por último, se normalizó el mapa de pendientes por medio de la lógica Fuzzy en base a la función seno. En la microcuenca del río Guaranda el grado de la pendiente que predomina es **irregular, ondulación moderada** que abarca un área de 14.463,32 hectáreas, equivalente a un promedio del 33,55% del área de estudio; la cual representa un valor bajo ante la amenaza de deslizamiento.

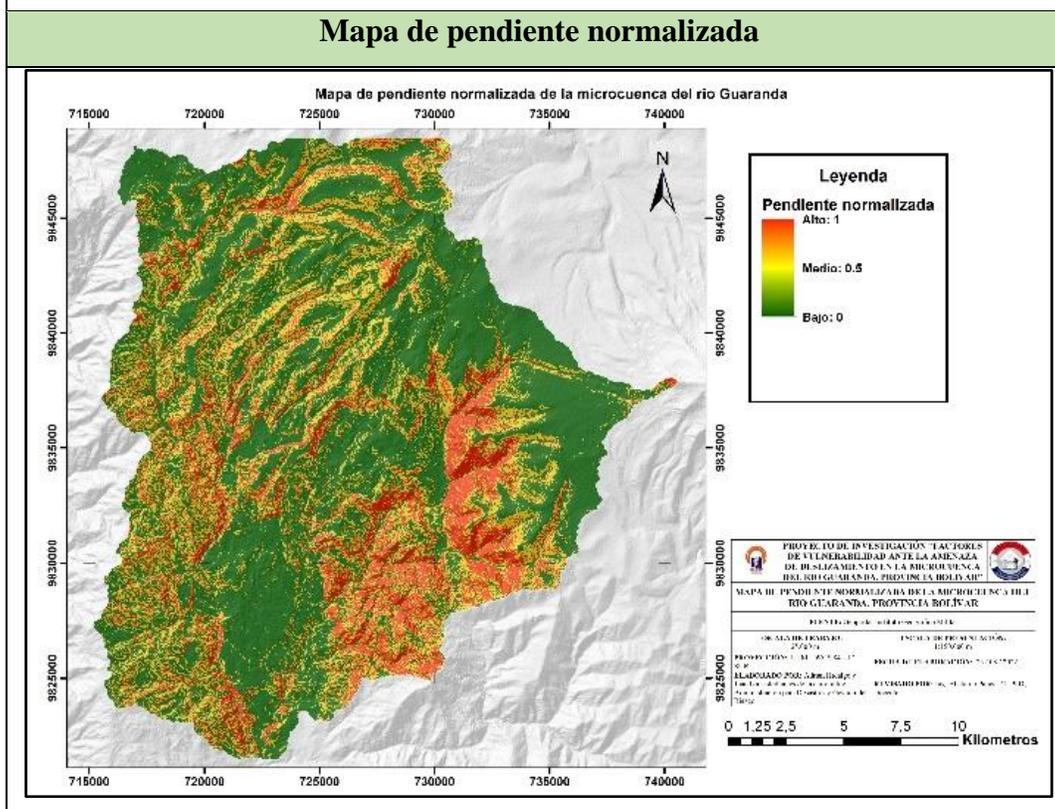
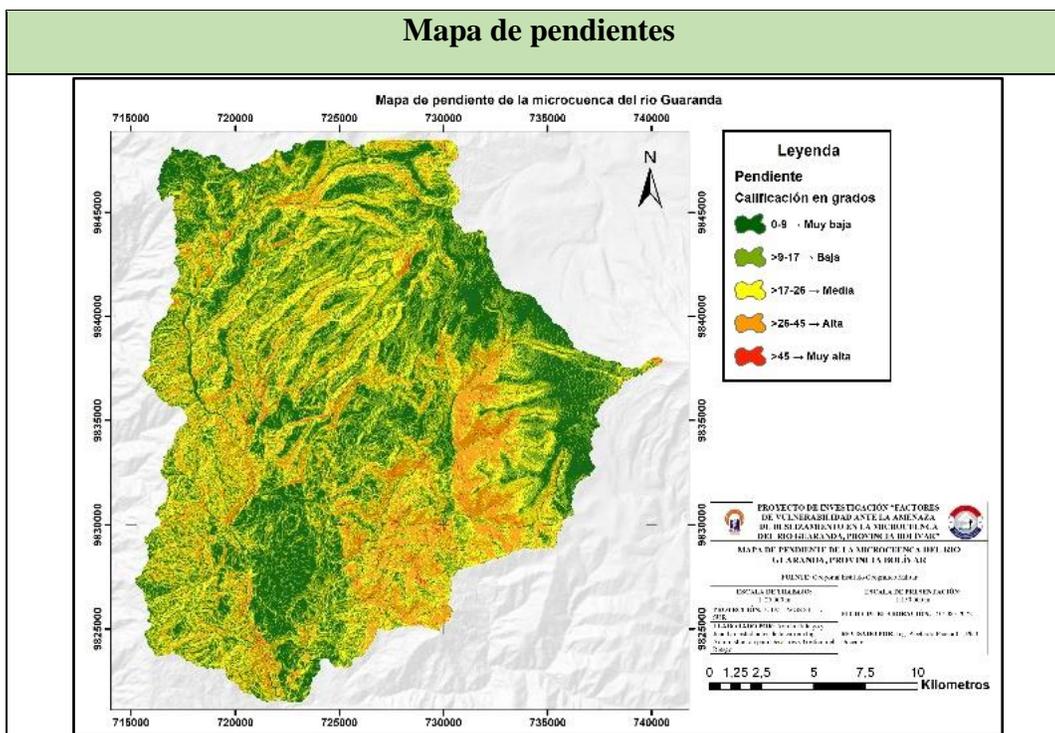
Tabla 50. Descripción de la pendiente

Descripción	Rango (grados)	Área (ha)	%	Valor del indicador	Ponderación	Valor máximo
Débil, plano o casi plano	0°-9°	9.961,44	23,10	1	0,46	0,46
Irregular, ondulación moderada	>9°-17°	14.463,32	33,55	2		0,92
Fuertes colinas	>17°-26°	12.089,06	28,04	3		1,38
Muy fuertes, escarpados	>26°-45°	6.429,36	14,91	4		1,84
Abrupta, montañosa	>45°	170,63	0,40	5		2,30
Total		43.113,81	100			

Fuente: Earth Data Search, 2015; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 6. Mapa de pendiente



Fuente: Earth Data Search, 2015; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Precipitación

Los registros de las precipitaciones se obtuvieron mediante el shapefile de isoyeta obtenido del INAMHI, 2017 a una escala 1: 25000, se modificó de acuerdo al área de estudio y se ponderó de acuerdo a la (Tabla 13) realizada por Escobar Carranza, por último, se normalizó el mapa de precipitación por medio de la lógica Fuzzy en base a la función seno. Se evidencia en la microcuenca del río de Guaranda la precipitación anual predominante es de $>1000 - 1500 \text{ mm}^3$, es decir mientras más intensas sean las lluvias, mayor será la probabilidad de deslizarse.

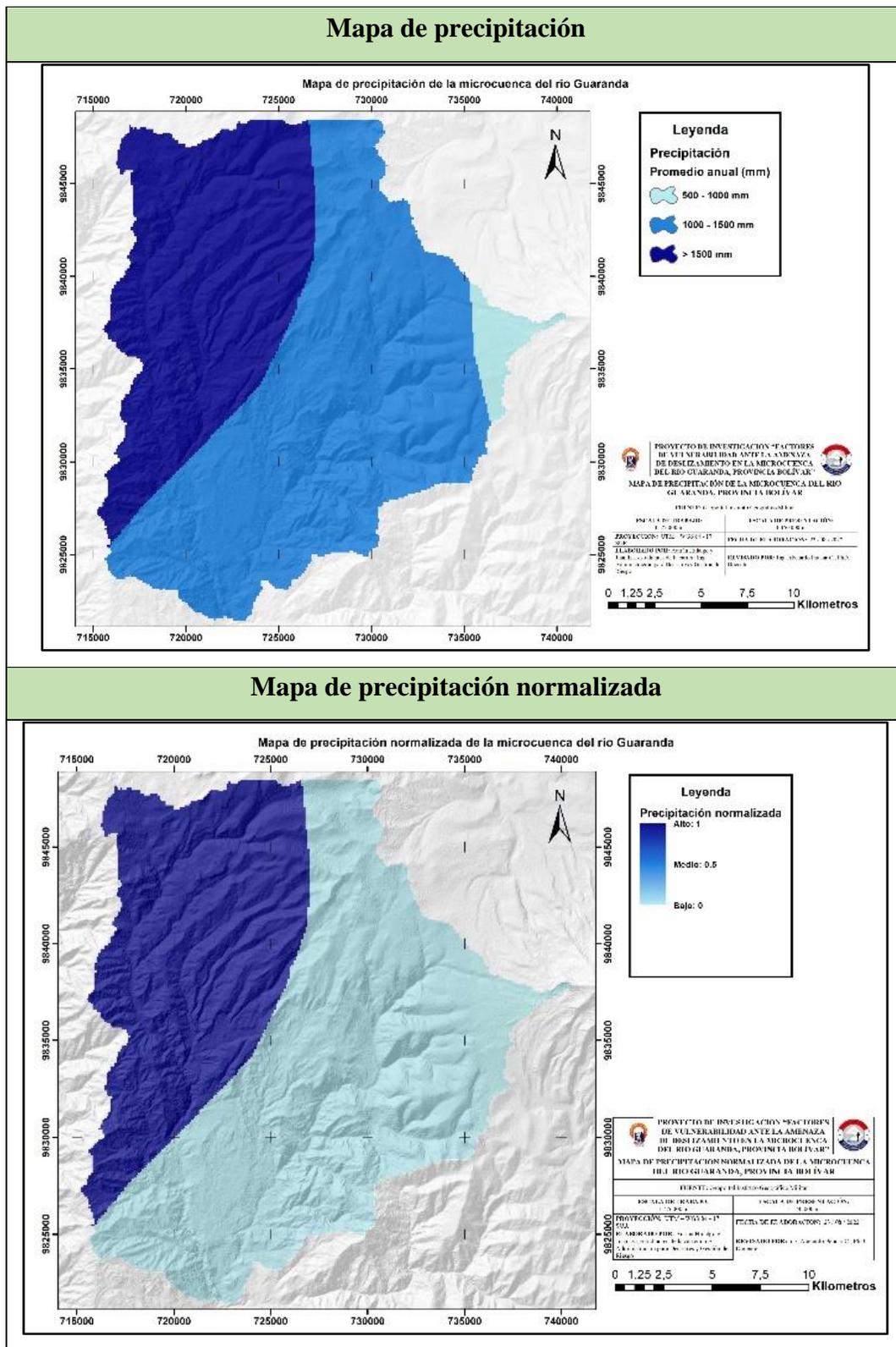
Tabla 51. Descripción de la precipitación

Rango (mm^3 anual)	Área (ha)	%	Valor del indicador	Ponderación	Valor máximo
0-500 mm^3	0	0	1	0,22	0,22
$>500-1000 \text{ mm}^3$	1.321,25	3	2		0,44
$>1000-1500 \text{ mm}^3$	25.468,10	59	3		0,66
$>1500 \text{ mm}^3$	16.418,59	38	4		0,88
Total	43.207,94	100			

Fuente: INAMHI, 2017; (Escobar B. , 2020)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 7. Mapa de precipitación



Fuente: INAMHI, 2017; (Escobar B. , 2020)
 Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Uso de suelo

Respecto al uso de suelo los shapefile se obtuvo del Geoportal-IGM, 2018, a una escala 1: 25000, la ponderación se estableció de acuerdo a la calificación de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, se normalizo el mapa de uso de suelo por medio de la lógica Fuzzy en base a la función seno. El uso de suelo que predomina en la microcuenca del río Guaranda son los cultivos (Paramo, pastizales, etc.) que cubre un área de 21.757,90 hectáreas, equivalente al 50% del área de estudio.

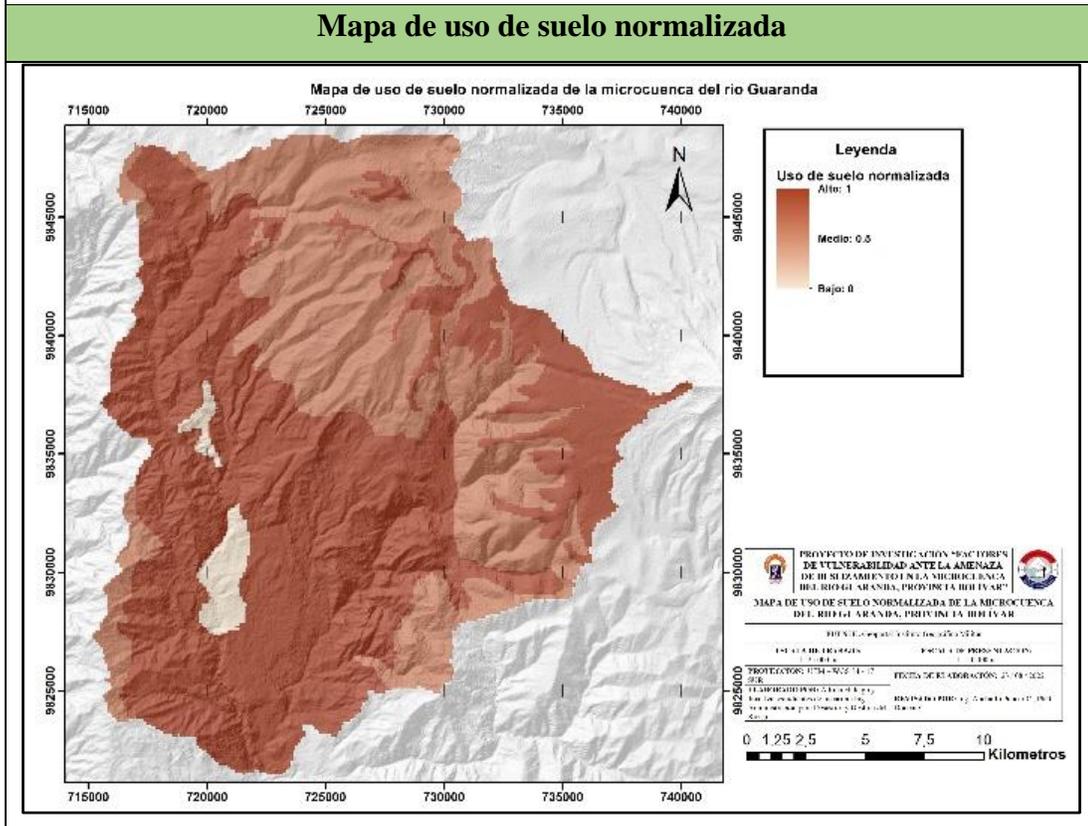
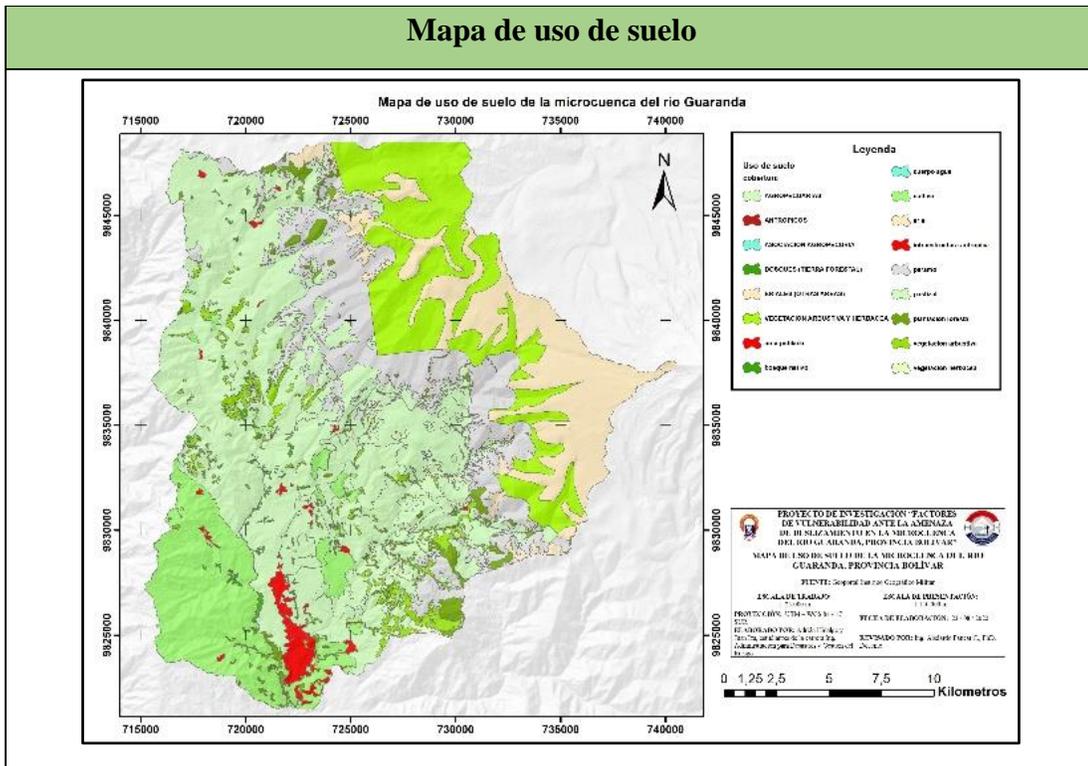
Tabla 52. Descripción del uso de suelo

Descripción	Área (ha)	%	Valor del indicador	Ponderación	Valor máximo
Arborea (plantación de pino, eucalipto, etc., bosque húmedo denso)	222,10	1	1	0,10	0,10
Arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.)	755,84	2	2		0,20
Herbácea (Paramo, pastizales, etc.)	15.640,32	36	3		0,30
Cultivos (Ciclo corto y permanente)	21.757,90	50	4		0,40
Área urbana, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos, canales, etc.) y uso desnudo	4.834,74	11	5		0,50
Total	43.210,91	100			

Fuente: Geoportal-IGM, 2018; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 8. Mapa de uso de suelo



Fuente: Geoportal-IGM, 2018; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Litología

El shapefile de litología se obtuvo del Geoportal-IGM, 2018, a una escala 1: 50000, se ponderó de acuerdo a las calificaciones de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, por último, se normalizó el mapa de litología por medio de la lógica Fuzzy en base a la función seno. Mediante la elaboración del mapa se observó que el valor predominante es el tipo de roca definido como (areniscas, tobas, brechas, limo arenisco, etc.); cubre un área total de 24.261,25 hectáreas, que equivale a un 56% del área de estudio.

Tabla 53. Descripción de la litología

Descripción	Área (ha)	%	Valor del indicador	Ponderación	Valor máximo
Abanico aluvial, andesita anfibólica, Basalto, piroxénicas Areniscas cuarzosas de grano fino medio, lutitas Areniscas, lignitos, cuarcita, filita, esquistos, grafito, meta volcánica. Lava andesita, basalto, lava basáltica, porfíricos y extrusivos indiferenciados.	0	0	1	0,12	0,12
Cuarcitas, pizarras, filitas, esquistos, granito, granito rosado, grano diorita, diques. Lava piroclásticos, piroclastos, andesita, aglomerado	8.303,84	19	2		0,24

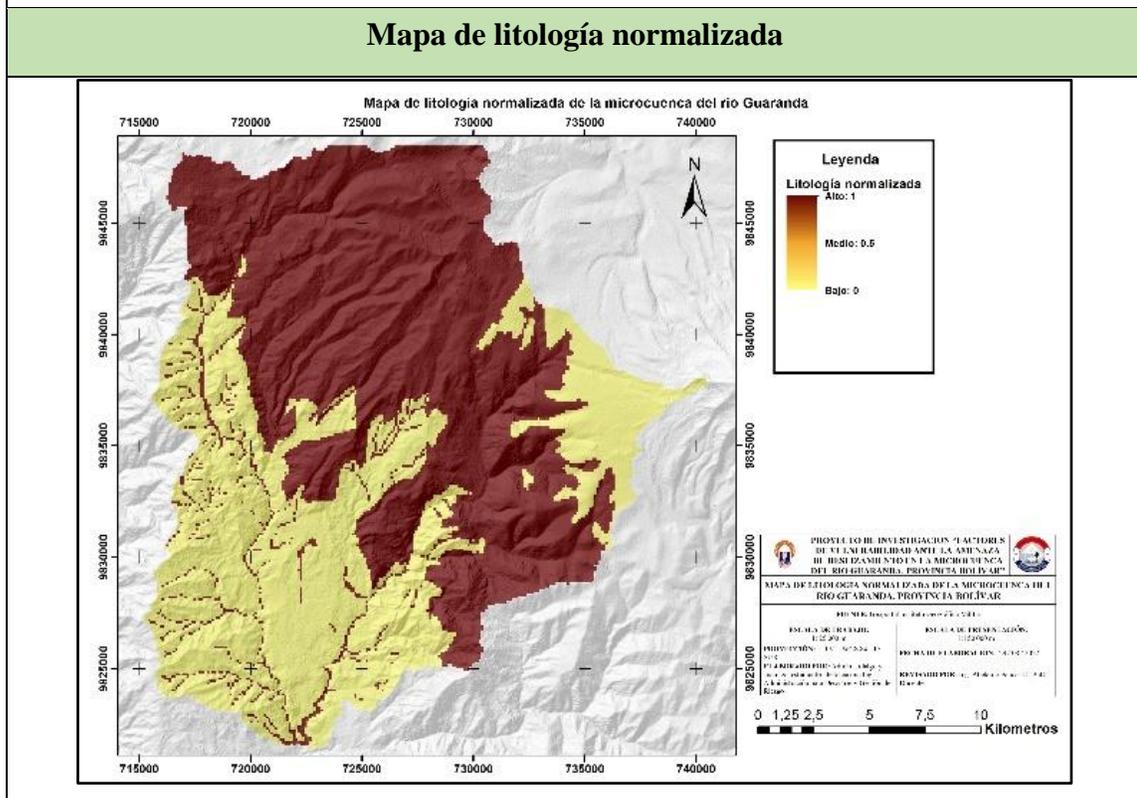
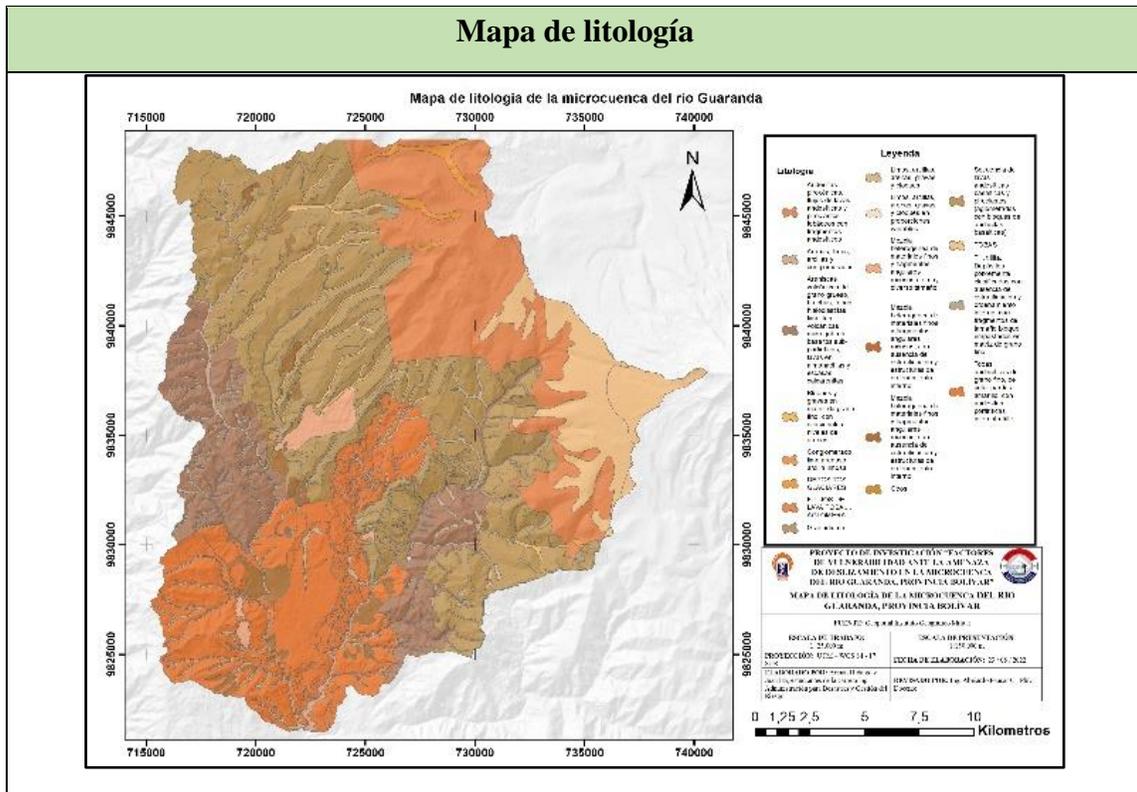
<p>Andesita, brecha, aglomerado, andesita, piroxeno, piroclastos, basalto-brecha lahar.</p> <p>Areniscas finas, conglomerados, arcillas, lignitos, areniscas.</p> <p>Esquistos verdes, anfibolitas, cuarcitas, esquistos moscovíta, cuarzo, esquistos gneis.</p> <p>Lavas basálticas, lahar, piroclastos, brechas, dacita, toba.</p> <p>Lutita arenisca, cuarzosa, pizarra grafitos, arenisca, limonita, arenisca cuarzosa.</p>	10.216,38	24	3	0,36
<p>Areniscas tobáceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, areniscas conglomeradas, horizontes de arcillas, arcillas bentonitas, arenisca toba.</p> <p>Lutita, arenisca volcano clásticas, tobas, brechas, basaltos.</p> <p>Depósito de terrazas, limolita, conglomerados cuarzosos.</p> <p>Lutita negra, caliza negra, caliza fosilífera, arenisca bituminosa, arenisca calcárea.</p> <p>Lutita abigarrada, limo yeso, limo arenisco.</p>	24.261,25	56	4	0,48

Lutitas carbonosas					
Arcilla roja, arenisca fina, arcillas, abigarradas, lutitas, arcilla abigarrada, areniscas arcillosas, limolitas, arenisca. Abanico aluvial, conglomerados gruesos, tobas, arenas, arcillas, cono de deyección, deposito aluvial, depositó coluvial. Depositó fluvio-glaciar, deposito lagunar, depositó laháritico. Depositó clásticos de grano medio a grueso, arenas, arcillas, piroclastos.	421,37	1	5		0,60
Total	43.202,83	100			

Fuente: Geoportal-IGM, 2018; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 9. Mapa de litología



Fuente: Geoportal-IGM, 2018; (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010)
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.1.2. Factores inversamente proporcionales

Distancia del río

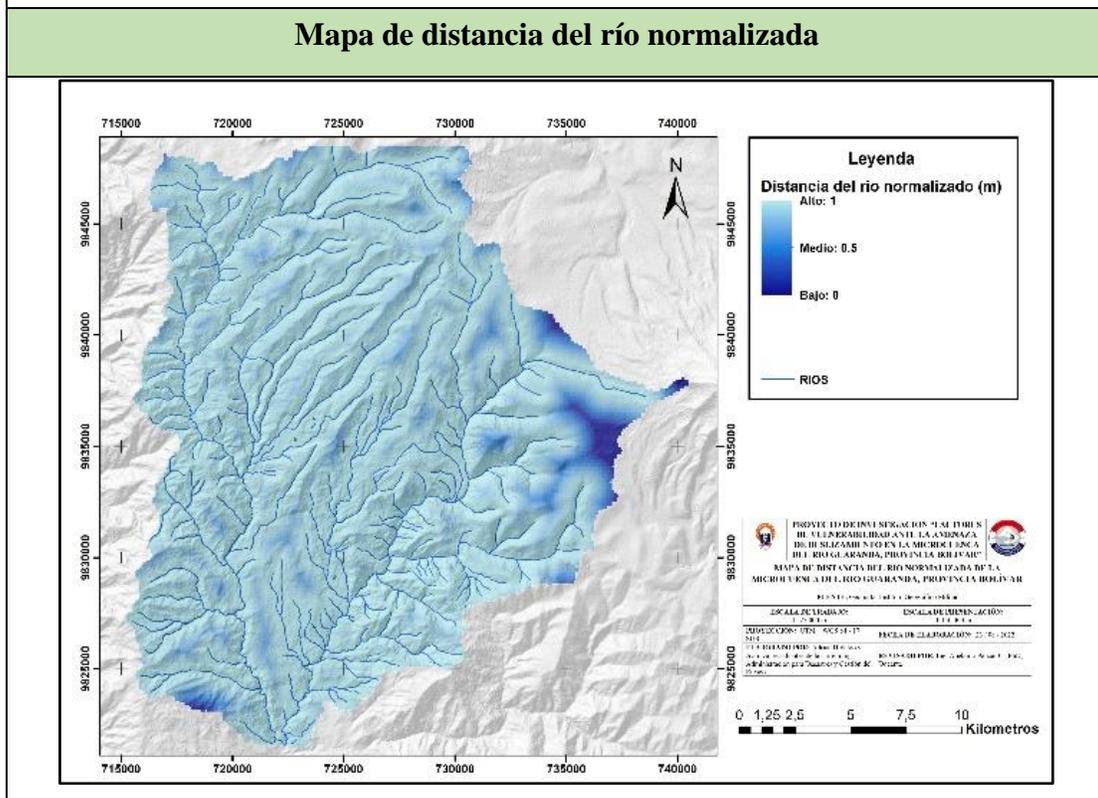
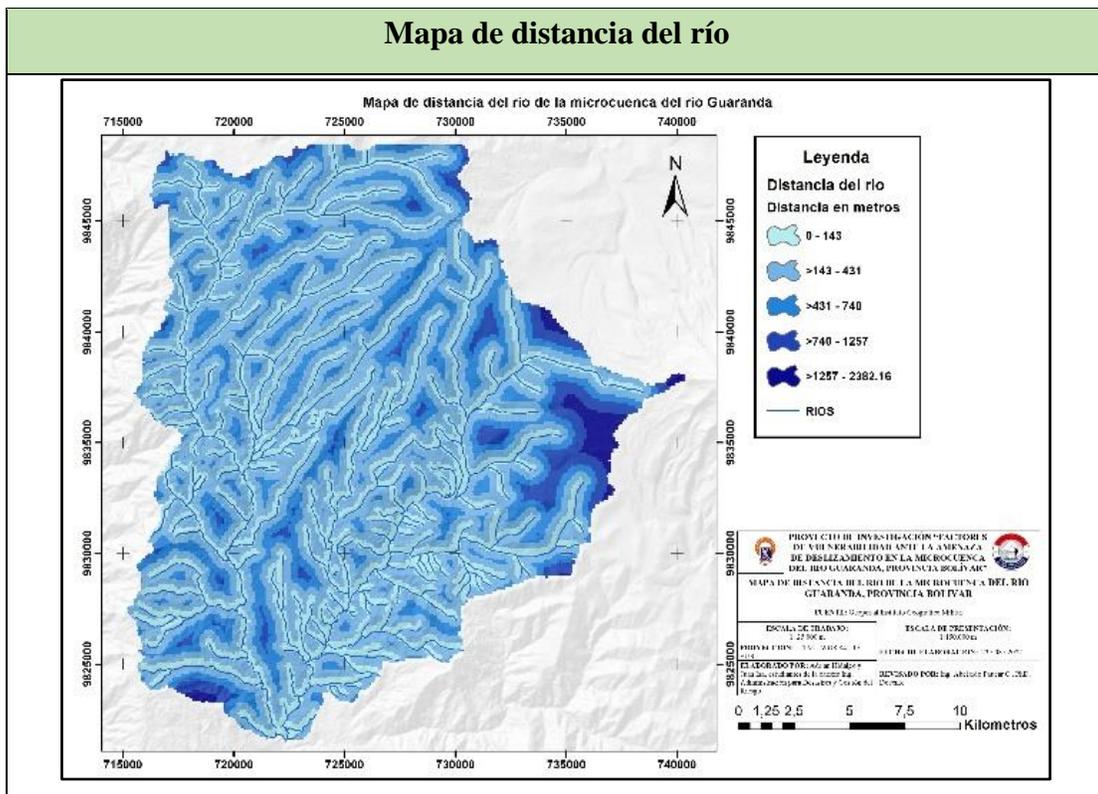
El shapefile de ríos se extrajo del Geoportal-IGM, 2018, a una escala 1: 25000, donde se procedió a sacar la distancia euclidiana, posteriormente se normalizo el mapa de distancia del río por medio de la lógica Fuzzy, en base a la función coseno, cubre un área de 43.238,88 hectáreas, equivalente al 100% del área de estudio, donde el río es el punto de referencia para medir la distancia en metros que va de 0 a 2.382,16 m.

Tabla 54. Descripción de la distancia del río

Descripción	Rango (distancia m)	Área (ha)	%	Ponderación
Distancia euclidiana	0 – 2.382,16	43.238,88	100	0,06
Total		43.238,88	100	

Fuente: Geoportal-IGM, 2018
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 10. Mapa de distancia del río



Fuente: Geoportal-IGM, 2018
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Distancia de la vía

El Sshapefile de vías se obtuvo a partir del Geoportal-IGM, 2018, a una escala 1: 25000, donde se calculó la distancia euclidiana, posteriormente se normalizó el mapa de distancia de la vía por medio de la lógica Fuzzy en base a la función coseno, cubre un área de 43.238,88 hectáreas, representado el 100% del área de estudio donde la vía es el punto de referencia para medir la distancia en metros que va de 0 – 4.699,88.

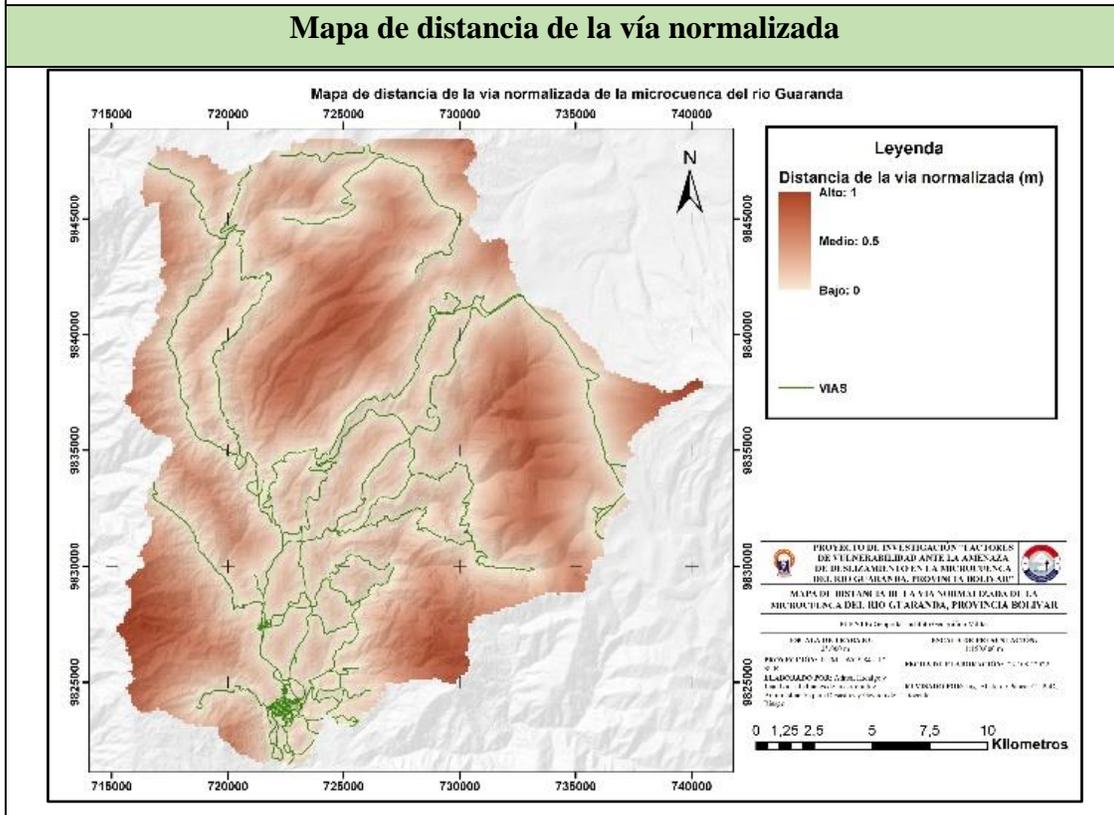
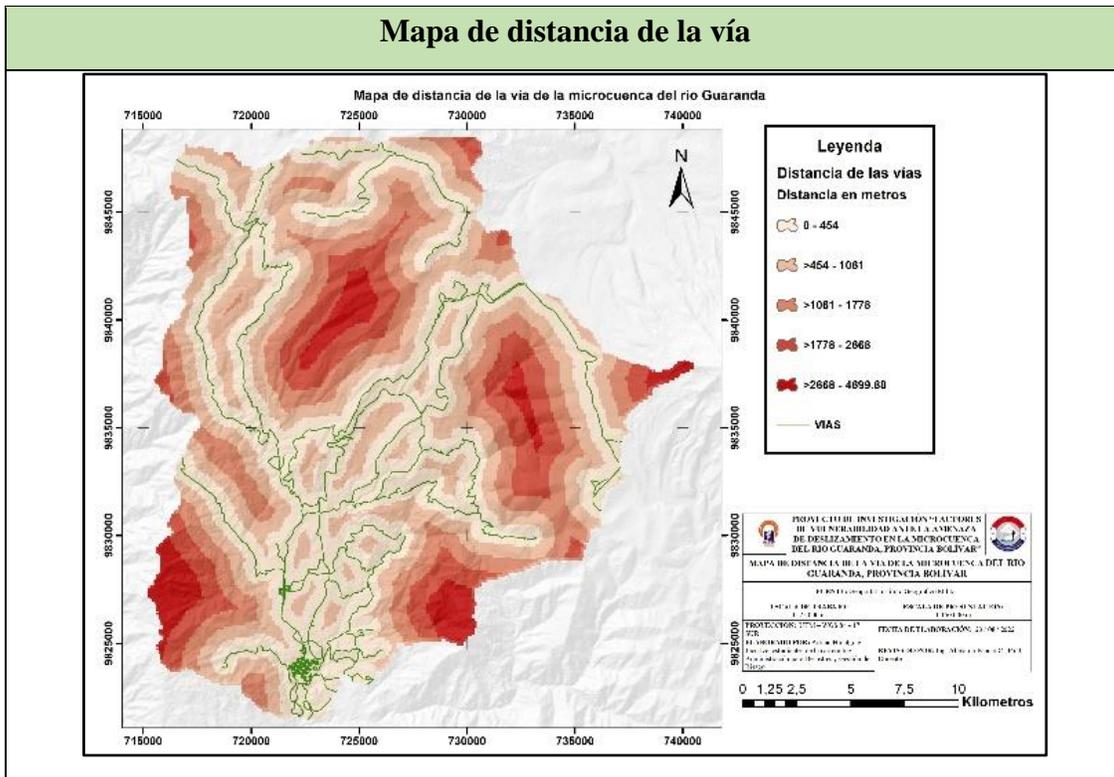
Tabla 55. Descripción de la distancia de la vía

Descripción	Rango (distancia m)	Área (ha)	%	Ponderación
Distancia euclidiana	0 – 4.699,88	43.238,88	100	0,04
Total		43.238,88	100	

Fuente: Geoportal-IGM, 2018

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 11. Mapa de distancia de vías



Fuente: Geoportal-IGM, 2018
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.1.3. Índice, niveles y zonas susceptibles a deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda

Para identificar el índice, niveles y zonas de amenaza ante la amenaza de deslizamiento se procedió a la descripción y calificación de los factores directamente proporcional (pendiente, precipitación, uso de suelo y litología) e inversamente proporcional (vías y ríos), posteriormente se realizó la normalización de datos a cada uno de los indicadores mencionados. Con la ayuda del software ArcGIS 10,8 mediante el método de álgebra de mapas, se procedió a sumar y multiplicar las variables con las ponderaciones dadas mediante la matriz de Saaty dichos criterios fueron explicados en la (Tabla 18), el proceso dio como resultado el mapa final de susceptibilidad ante la amenaza de deslizamiento de la zona de estudio.

Mediante el método de Reclassify al mapa de susceptibilidad a deslizamiento se clasificó en cinco niveles desde muy baja, baja, moderada, alta y muy alta (Tabla. 21). En el mapa final se puede observar que tiene una extensión de 42.534,753 hectáreas, donde se evidencia que la mayor parte del área de estudio representa a niveles de amenaza moderada con 13.042,172 hectáreas, seguido con el nivel de amenaza alta con 12.779,213 hectáreas.

En el nivel de amenaza muy alta tenemos 11.370,244 hectáreas que equivale al 26% del área de estudio, las pendiente presentan una inclinación mayor a 45 grados, en la zona existe poca presencia de árboles debido a que sus suelos son utilizados para construcciones de infraestructuras, carretera, pastos cultivos cortos y permanentes o simplemente son suelos denudados, además existe la presencia de aguas superficiales y en la litología presenta materiales como arcilla roja, arenisca fina, arcillas, lutitas, areniscas arcillosas, limolitas, piroclásticos, tobas, arenas, depósito aluvial, depósito coluvial, depósitos glaciares, bloques y gravas en matriz de grano fino.

En el nivel de amenaza alta tiene un total de 12.779,213 hectáreas equivalente al 30% del área de estudio del proyecto, las pendientes están entre 26 a 45 grados de inclinación, en el uso de suelos se evidencia Cultivos (Ciclo corto y permanente), respecto a la litología se muestra la presencia de flujos de lava, toba, andesita,

aglomerado, piroclásticos, limos, arcillas, arenas, gravas, bloques, conglomerado, arenoso, arcilla limosa.

La zona moderada cuenta con 13.042,172 hectáreas equivalente al 31% del área de estudio, sus pendientes se encuentran entre 17 a 26 grados de inclinación, dentro del uso de suelo tenemos pastos, cultivos de ciclo corto y páramo, referente a la litología presenta secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos, areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas, mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

La zona baja equivale a 5,343,121 hectáreas equivalente al 12% del área de estudio, cuyas pendientes están entre 9 a 17 grados de inclinación, se evidencia presencia de vegetación arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.), dentro de la litología presenta toba, aglomerado, tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, pizarras, filitas, esquistos, granito, granito rosado, grano diorita, diques, lava piroclásticos, piroclastos, andesita, aglomerado.

Finalmente, se puede evidenciar en el mapa de susceptibilidad a deslizamiento la ausencia de la zona muy baja, esto se debe a que la microcuenca del río Guaranda está localizada en el sector andino donde sus pendientes van de 9° grados de inclinación en adelante, sus suelos son utilizados para la ganadería, construcción de viviendas, cultivos de ciclo corto y permanente, entre otras, dichas actividades mencionadas son las que inestabilizan los taludes para la generalización de los deslizamientos.

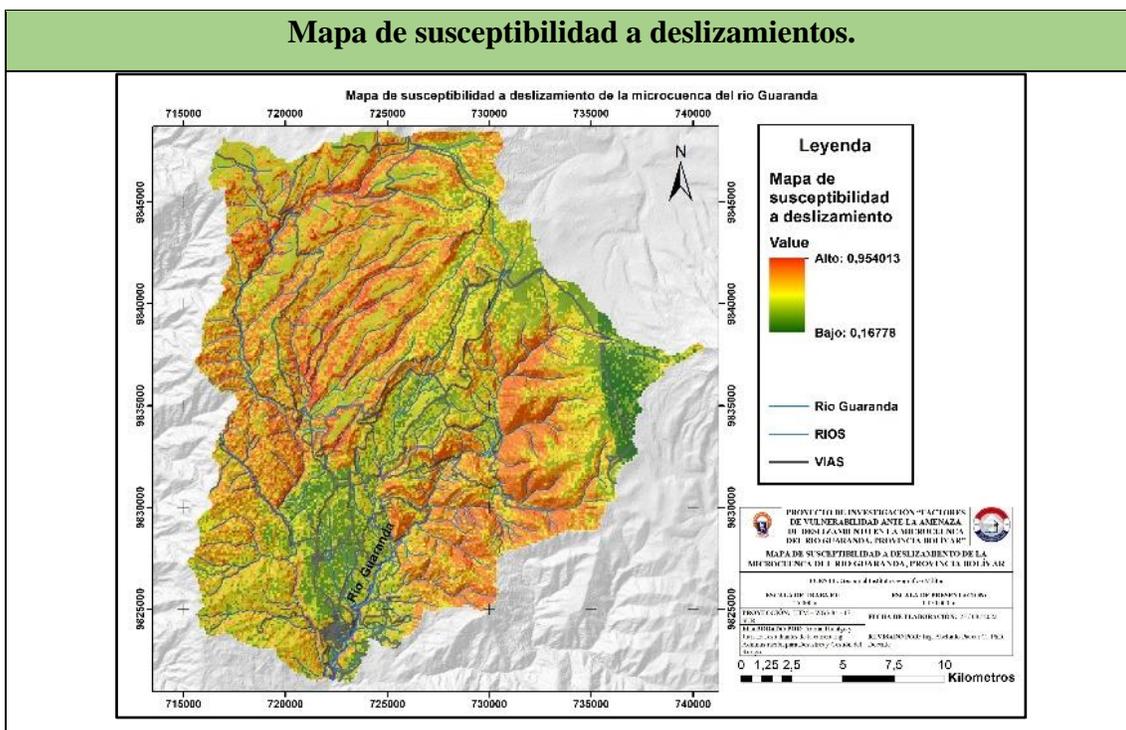
Tabla 56. Índice, niveles y zonas susceptibles a deslizamientos

Nivel de amenaza	Áreas susceptibles	
	Área (ha)	Porcentaje
Muy baja	0	0%
Baja	5.343,121	12%
Moderada	13.042,172	31%
Alta	12.779,213	30%
Muy alta	11.370,244	26%
Total	42.534,753	100%

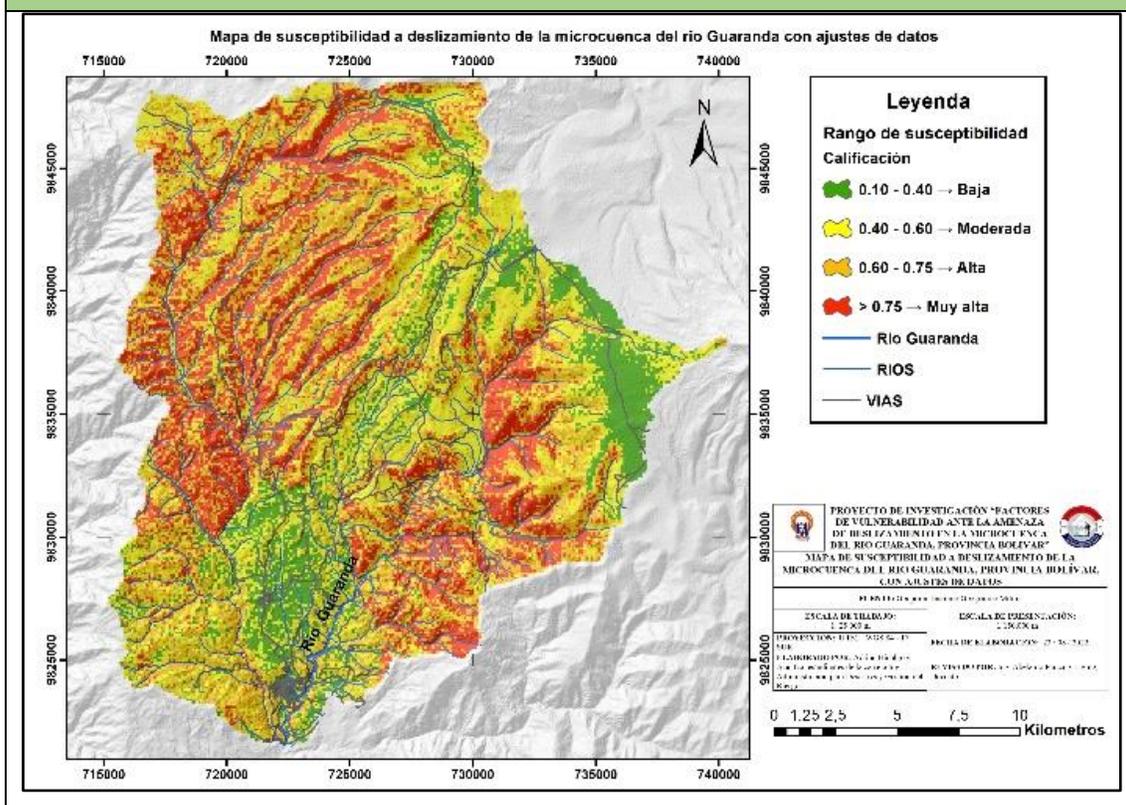
Fuente: (Salcedo & Padilla, 2020); (Barrantes & Barrantes, 2011)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 12. Mapa de susceptibilidad a deslizamiento



Ajuste de datos al mapa de susceptibilidad a deslizamientos.



Fuente: Earth Data Search, 2015; Geoportal-IGM, 2018 & INAMHI, 2017
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.1.3.1. Inventario de puntos de deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda, dentro del área de interés del proyecto

Se aplicó la ficha de campo (Anexo 2) para el levantamiento de información de los nueve puntos de deslizamientos en base a la observación dentro del área de interés del proyecto de la microcuenca del río Guaranda, la que permitió realizar un inventario de zonas deslizadas (Tabla 66), con el objetivo de dar veracidad al mapa de susceptibilidad a deslizamientos (Anexo 4).

A continuación, se caracterizarán los siguientes puntos de deslizamiento.

Ficha de campo 1

Al comienzo del río Guaranda se registra el primer el deslizamiento de tipo caída, con un estado de actividad suspendido, donde se observa un depósito de roca, grava y arcilla, se puede mencionar que los factores desencadenantes más importantes de este punto es la pendiente $> 45^\circ$ y su factor detonante las fuertes precipitaciones de 500 a 1.200 mm³, otra causa es por las aguas subterráneas, los datos que se pueden evidenciar es el daño al medio ambiente (Tabla 57).

Tabla 57. Caracterización del punto 1 de deslizamiento

Datos del deslizamiento, punto 1			
Ubicación	Chalatata Bajo	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0725202	Suspendido	Pequeño
UTM- WGS_1984	Y 9827799	Afectaciones	
Altitud	2.780 msnm	Daños al medio ambiente.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Muy alta (> 45°)	Distancia de la vía	179 m
Precipitación	500 a 1.200 mm ³	Distancia del río	0,05 m
Uso de suelo	Pastoreo	Definición de la amenaza	
Litología	Roca, grava y arcilla.	Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 13. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, sector Chalata Bajo



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 2

Provoca afectaciones directas en el camino de tercer orden que comunica Chalata bajo con Paltabamba, se evidencia un deslizamiento ondulado leve, con materiales litológicos (tierra, limo y arcilla), provocado por las fuertes precipitaciones de 500 a 1.200 mm³, el estado del deslizamiento en este punto se encuentra estabilizado por maquinaria que limpio el camino y por realizar una terraza median en lugar del deslizado (Tabla 58).

Tabla 58. Caracterización del punto 2 de deslizamiento

Datos del deslizamiento, punto 2			
Ubicación	Chalatata Bajo	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0725394	Estabilizado	Pequeño
UTM- WGS_1984	Y 9827678	Afectaciones	
Altitud	2.818 msnm	Daños al medio ambiente. Bloqueo a la vía de comunicación.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Mediana (de 17° a 26°)	Distancia de la vía	68 m
Precipitación	500 a 1.200 mm ³	Distancia del río	163 m
Uso de suelo	Pastoreo	Definición de la amenaza	
Litología	Tierra, limo y arcilla	Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 14. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, entre el sector Chalata Bajo y vía a Paltabamba



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 3

En la vía principal de primer orden que conecta las comunidades de Paltabamba y el Castillo, se observa un deslizamiento mediano con una deformación ondulada, en un estado inactivo, que daña directamente la vía, provocado por las aguas subterráneas y por el peso de los vehículos que cruzan, la vía se encuentra afectada, no ha tenido ninguna de medida de control y sigue en funcionamiento (Tabla 59).

Tabla 59. Caracterización del punto 3 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 3			
Ubicación	Vía al Castillo	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0724122	Inactivo	Mediano
UTM- WGS_1984	Y 9825359	Afectaciones	
Altitud	2.715 msnm	Daños a la vía de comunicación.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	

Pendiente	Alta (de 26° a 45°)	Distancia de la vía	0,02 m
Precipitación	500 a 1.200 mm ³		
Uso de suelo	Transporte	Distancia del río	61 m
Litología	Arena, limo y arcilla	Definición de la amenaza	
		Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 15. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía Paltabamba y vía al Catillo



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 4

En este punto se observa un movimiento de tipo caída, con un estado de actividad suspendido, con antiguas afectaciones a la vía de transporte que conecta el castillo con Guaranda y aumenta su probabilidad de amenaza en la temporada de lluvia la cual presentan una precipitación de 500 a 1.200 mm³ (Tabla 60).

Tabla 60. Caracterización del punto 4 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 4			
Ubicación	Vía al Castillo	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0723480	Suspendido	Pequeño
UTM- WGS_1984	Y 9825058	Afectaciones	
Altitud	2.710 msnm	Daños a la vía de comunicación.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Alta (de 26° a 45°)	Distancia de la vía	0,02 m
Precipitación	500 a 1.200 mm ³	Distancia del río	92 m
Uso de suelo	Pastoreo	Definición de la amenaza	
Litología	Grava, tierra, limo y arcilla.	Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 16. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía al Castillo



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 5

El área de afectación de este punto se extiende unos 100 metros a lo largo de la vía principal que conecta con la comunidad del Castillo, al haber deslizamientos leves, de forma parcial el que obstaculizado la vía y deja en peligro a la población que circula, en este punto los factores desencadenantes principales son la pendiente y la litología y su factor detonante es la precipitación de 500 a 1.200 mm³, las medidas de control que ha tenido este punto es el despejar la vía para su funcionamiento (Tabla 61).

Tabla 61. Caracterización del punto 5 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 5			
Ubicación	Vía al Castillo	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0723657	Latente	Mediano
UTM- WGS_1984	Y 9824774	Afectaciones	
Altitud	2.679 msnm	Bloqueo a la vía de comunicación. Daños al ambiente.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Alta (de 26° a 45°)	Distancia de la vía	0,03 m
Precipitación	500 a 1.200 mm ³	Distancia del río	84 m
Uso de suelo	Pastoreo	Definición de la amenaza	
Litología	Grava, tierra, limo y arcilla.	Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 17. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía al Castillo



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 6

El deslizamiento en este punto se encuentra en un estado de actividad suspendido, de magnitud pequeño, donde su afectación principal es a la vía que conecta con la comunidad de Casipamba, afectada por las lluvias con una precipitación de 500 a 1200 mm³, y por el uso de suelo que funciona como vía de transporte (Tabla 62).

Tabla 62. Caracterización del punto 6 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 6			
Ubicación	Vía Casipamba	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0723628	Suspendido	Pequeño
UTM- WGS_1984	Y 9824541	Afectaciones	
Altitud	2671 msnm	Daño a la vía de comunicación. Daños al ambiente.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Muy alta (> 45°)		0,05 m

Precipitación	500 a 1200 mm ³	Distancia de la vía	
Uso de suelo	Transporte	Distancia del río	58 m
Litología	Grava, limo y arcilla.	Definición de la amenaza	
		Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 18. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía a Casipamba



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 7

Se observó en este punto un pequeño deslizamiento al borde de la vía, causado por el peso que ejercen los vehículos de transporte que circulan, uno de los factores desencadenantes principales en esta área es la pendiente favorable al tener una inclinación mayor a los $> 45^\circ$ y al tener una geología de barranco, no existe una medida de control en este punto la cual representa una amenaza para la población (Tabla 63).

Tabla 63. Caracterización del punto 7 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 7			
Ubicación	Vía al Molino	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0723409	Suspendido	Pequeño
UTM- WGS_1984	Y 9824405	Afectaciones	
Altitud	2655 msnm	Daño a la vía de comunicación. Daños al ambiente.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Muy alta (> 45°)	Distancia de la vía	5 m
Precipitación	500 a 1200 mm ³	Distancia del río	63 m
Uso de suelo	Transporte	Definición de la amenaza	
Litología	Grava, limo y arcilla.	Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 19. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, vía al Molino



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 8

El deslizamiento provocado en este punto es de magnitud mediano, con una deformación de escalonamiento, su estado es latente, provocado por los factores desencadenantes por pendiente ($> 45^\circ$), geomorfología (barranco) y por el factor detonante que es la precipitación de 500 a 1200 mm³, los efectos por el deslizamiento se relacionan con el daño al medio ambiente al bloquear la afluente del río (Tabla 64).

Tabla 64. Caracterización del punto 8 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 8			
Ubicación	Vía al Molino	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0723471	Suspendido	Mediana
UTM- WGS_1984	Y 9824052	Afectaciones	
Altitud	2624 msnm	Daños al ambiente.	
Factores			
Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	Muy alta ($> 45^\circ$)	Distancia de la vía	15 m
Precipitación	500 a 1200 mm ³	Distancia del río	2 m
Uso de suelo	Viviendas	Definición de la amenaza	
Litología	Grava, tierra, limo y arcilla.	Bajo	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

**Ilustración 20. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda,
lugar vivero municipal**



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ficha de campo 9

El área del deslizamiento está cerca al camal municipal de Guaranda y a los albergues donde actualmente está ocupado por militares, las afectaciones han sido directas, con daños a los tanques de tratamiento de desechos del camal, dejándolos inhabilitados, no existen medidas de control en este punto, existe la presencia de rellenos continuos que luego son arrastrados por el río en la temporada de invierno (Tabla 65).

Tabla 65. Caracterización del punto 9 de deslizamiento

Datos del deslizamiento punto 9			
Ubicación	Vía al Molino	Estado	Magnitud
Coordenadas	X 0723029	Activo	Mediana
UTM- WGS_1984	Y 9823171	Afectaciones	
Altitud	2583 msnm	Daños al ambiente. Daños a la vía. Daños a la infraestructura	
Factores			

Directamente proporcional		Inversamente proporcional	
Pendiente	alta (de 26° a 45°)	Distancia de la vía	0,05 m
Precipitación	500 a 1200 mm ³		
Uso de suelo	Viviendas, transporte.	Distancia del río	0,05 m
Litología	Grava, tierra, arena, limo y arcilla.		
		Definición de la amenaza	
		Medio	

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 21. Zona de deslizamiento en la microcuenca del río Guaranda, lugar camal municipal



Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Resultados obtenidos en base a los puntos de deslizamiento

En base al levantamiento de información sobre los deslizamientos suscitados en la microcuenca del río Guaranda, se constató que los deslizamientos son de tipo caída y de flujo, la que provoca daños directos al medio ambiente y a las vías de transporte, con materiales de roca, tierra, limo, arcilla y grava. La precipitación es uno de los factores detonantes principales que interactúa en los 9 puntos, la pendiente y la litología (factores desencadenantes) tienen una participación directa al momento de suscitarse los deslizamientos. En base a los diferentes puntos se especificó a la amenaza de tipo cíclico, dado que sus afectaciones se dan en cada temporada de invierno, cabe mencionar la velocidad de los deslizamientos son extremadamente lentos y lentos.

La microcuenca del río Guaranda se dividió en tres zonas; (1) zona alta, comienza por la comunidad el Chalata Bajo y culmina en el puente que une Guaranda con las comunidades del Castillo y Casipamba, se caracteriza por su extensa vegetación arbustiva y arbórea, con intervención de pocas viviendas alrededor de la microcuenca, las pendientes tienen inclinaciones que van desde los 17°, con una longitud de 5,01 km; (2) zona media, comienza del puente que une Guaranda con las comunidades del Castillo y Casipamba y termina en el puente de Marcopamba, caracterizada por su moderada vegetación arbustiva y arbórea, con la presencia de varias viviendas y de algunas instituciones que se encuentran alrededor de la microcuenca, esta zona presenta inclinaciones desde los 17°, con una longitud de 3,02 km; (3) y zona baja, donde comienza del puente de Marcopamba y culmina en el puente vía Chimbo con la unión de la microcuenca del río Salinas, la zona tiene poca presencia de vegetación, con varias zonas de erosiones al pie del talud, hay poca intervención de viviendas, las inclinaciones van desde los 9°, con una longitud de 1,58 km.

Tabla 66. Resumen de la ficha de verificación de puntos de deslizamientos

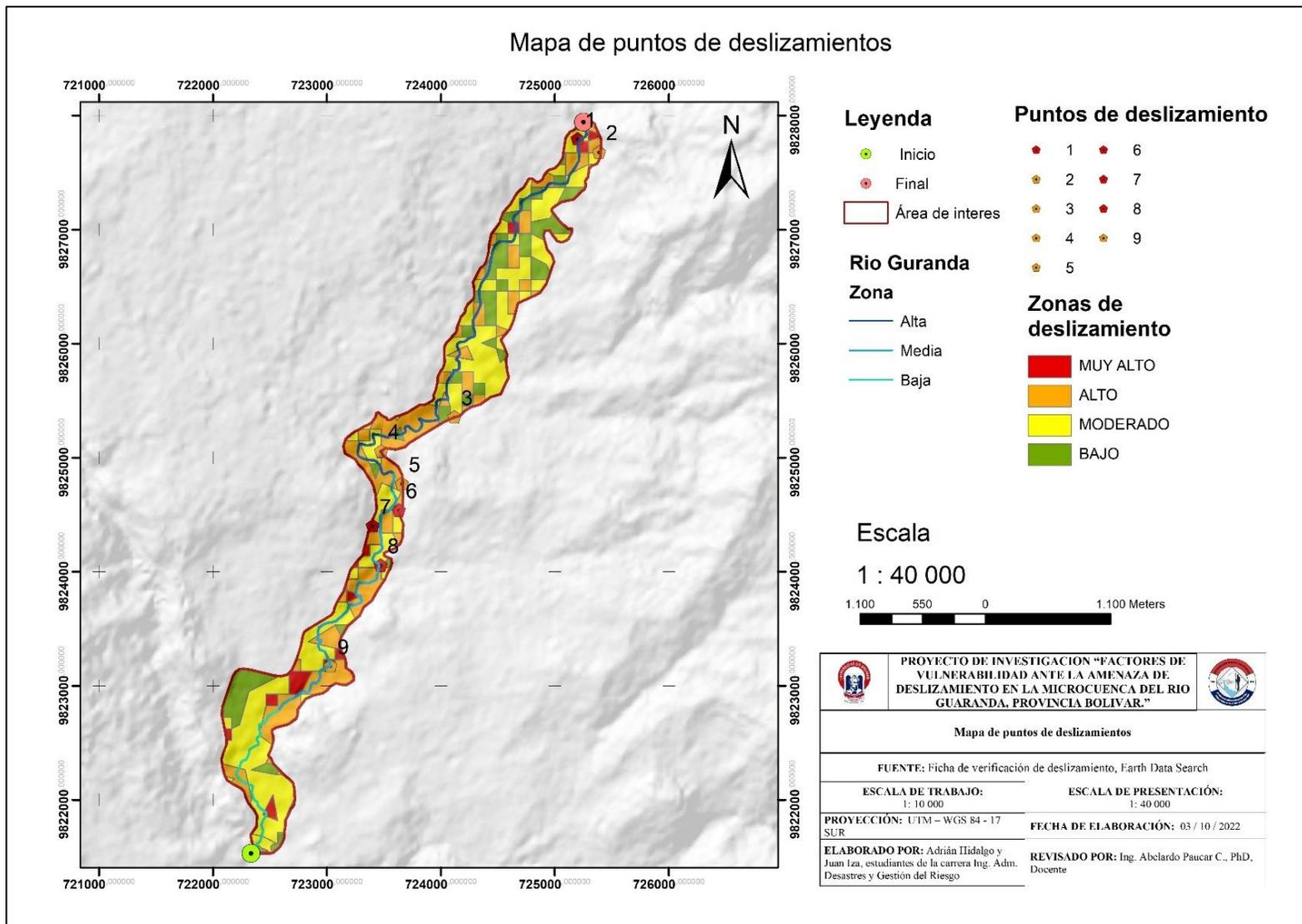
		Punto 1				Punto 2				Punto 3				Punto 4			
Factores		Condición observadas	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición observadas	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición observadas	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición observadas	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo
Condicionantes	Pendiente	Muy alta (> 45°)	5	0,46	2,3	Mediana (de 17° a 26°)	3	0,46	1,38	Alta (de 26° a 45°)	4	0,46	1,84	Alta (de 26° a 45°)	4	0,46	1,84
	Precipitación	500 a 1200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55
	Uso de suelo	Pastoreo	4	0,10	0,4	Pastoreo	4	0,10	0,4	Transporte	5	0,10	0,5	Pastoreo	4	0,10	0,4
	Litología	Roca, grava y arcilla.	4	0,12	0,48	Tierra, limo y arcilla	4	0,12	0,48	Arena, limo y arcilla	4	0,12	0,48	Grava, tierra, limo y arcilla.	4	0,12	0,48
Detonantes	Distancia de la vía	179 m		0,04	7,16	68 m		0,04	2,72	0,02 m		0,04	0	0,02 m		0,04	0
	Distancia del río	0,05 m		0,06	0	163 m		0,06	9,78	61 m		0,06	3,66	92 m		0,06	5,52
Total				1	0,64			1	0,49	0,47		1	0,58			1	0,56
Nivel de amenaza					Alto				Moderado				Moderado				Moderado

Punto 5				Punto 6				Punto 7				Punto 8				Punto 9			
Condición observada	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo	Condición	Ponderación	Peso PHS	Valor máximo
Alta (de 26° a 45°)	4	0,46	1,84	Muy alta (> 45°)	5	0,46	2,3	Muy alta (> 45°)	5	0,46	2,3	Muy alta (> 45°)	5	0,46	2,3	alta (de 26° a 45°)	4	0,46	1,84
500 a 1200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55	500 a 1.200 mm ³	2,5	0,22	0,55
Pastoreo	4	0,10	0,4	Transporte	5	0,10	0,5	Transporte	5	0,10	0,5	Viviendas	5	0,10	0,5	Viviendas, transporte.	5	0,10	0,5
Grava, tierra, limo y arcilla.	4	0,12	0,48	Grava, limo y arcilla.	4	0,12	0,48	Grava, limo y arcilla.	4	0,12	0,48	Grava, tierra, limo y arcilla.	4	0,12	0,48	Grava, tierra, arena, limo y arcilla.	4	0,12	0,48
		0,04	0	0,05 m		0,04	0	5 m		0,04	0,2	15 m		0,04	0,06	0,05 m		0,04	0
		0,06	5,04	58 m		0,06	3,48	63 m		0,06	3,78	2 m		0,06	0,12	0,05 m		0,06	0
		1	0,48	0,56		1	0,66			1	0,66			1	0,66			1	0,58
				Mod erado			Alto				Alto				Alto				Mode rado

Fuente: (Ficha de verificación de deslizamiento, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 22. Mapa de puntos de deslizamientos



Fuente: Ficha de verificación de deslizamientos, Earth Data Search
Generado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2. Determinación de los factores de vulnerabilidad dentro del área de interés en la microcuenca del río Guaranda, ante la amenaza de deslizamiento, correspondiente al objetivo 2

Los resultados del objetivo 2 se obtuvieron en las 3 fases de la metodología, la primera caracterizada por la localización de las áreas que se encuentran dentro de las zonas de deslizamiento, la segunda es la fragilidad que tiene la población frente a la amenaza y la tercera se define en la capacidad de adaptación & respuesta, que tiene la población, instituciones y la gobernación.

4.2.1. Vulnerabilidad por exposición (VE)

Los resultados se fundamentan en la utilización de los shapefiles de la Unidad de Gestión de Riesgos del GAD de Guaranda y en base al mapa de susceptibilidad a deslizamientos del objetivo 1 (Anexo 4) el que abarca 5 escalas de calificación.

4.2.1.1. Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)

Mediante la utilización del shapefile de (cobertura vegetal a escala 1:10000, 2016) se realizó la (Tabla 67) que muestra los datos de los diferentes ecosistemas que están comprometidas dentro de las zonas de deslizamientos, dado el 47,14% de áreas se encuentran dentro de las zonas de grado de susceptibilidad moderada y en vista que el segundo porcentaje cubre el 33,88% de áreas con una un nivel de amenaza alta, los ecosistemas se ven comprometidos a una gran pérdida de cobertura vegetal y por otro punto, el cuerpo de agua cubre un 0,02% dentro del área total.

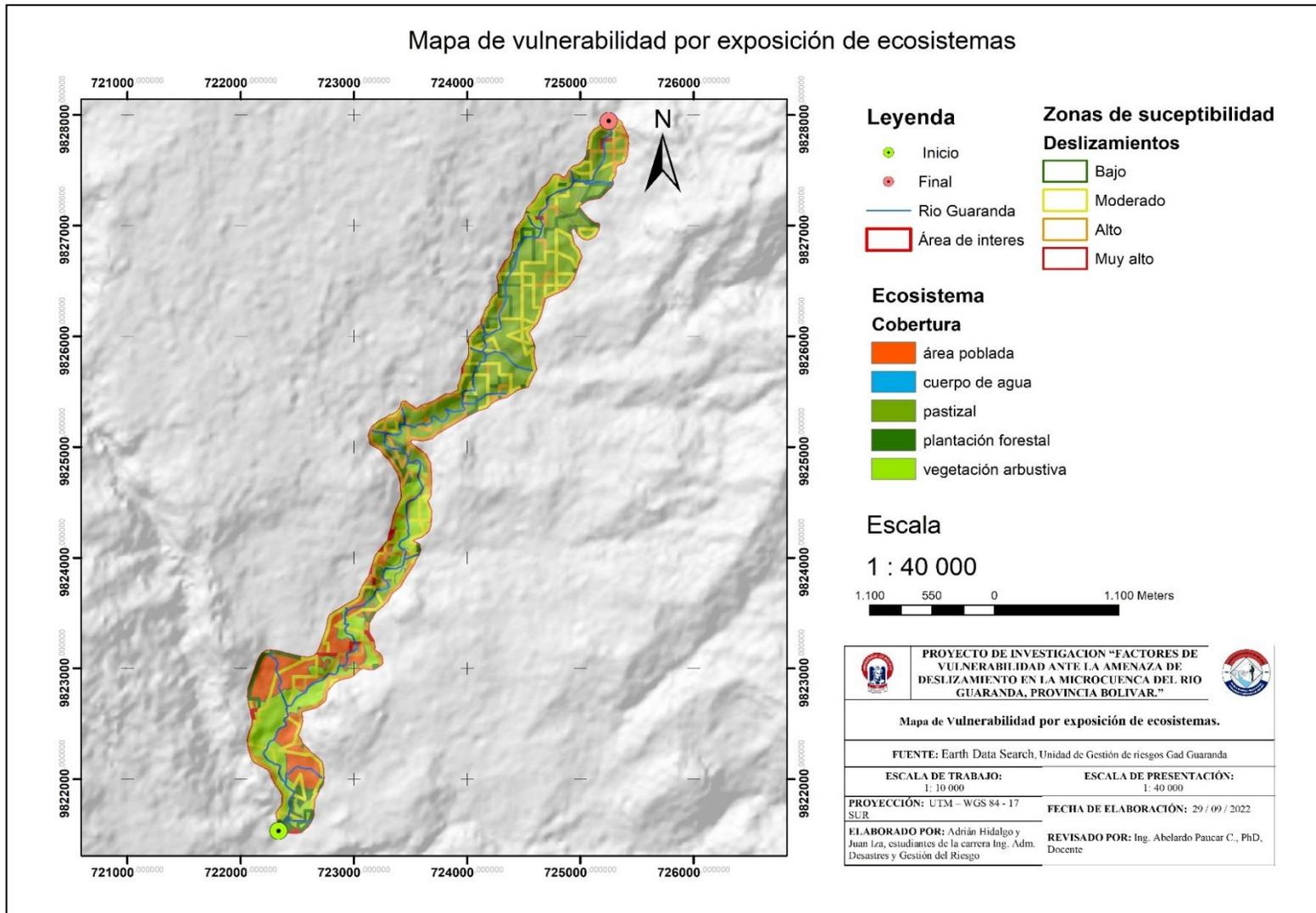
Tabla 67. Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas

Ecosistema	Nivel de amenaza											
	General		Muy baja		Baja		Moderada		Alta		Muy alta	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Vegetación arbustiva	81,530	28,86%	0	0%	4,994	6,13%	40,651	49,86%	31,058	38,09%	4,826	5,92%
Plantación forestal	8,321	2,95%	0	0%	0,546	6,56%	4,133	49,67%	2,708	32,55%	0,933	11,21%
Pastizales	143,634	50,85%	0	0%	30,550	21,27%	65,319	45,48%	45,349	31,57%	2,416	1,68%
Cuerpo de agua	0,058	0,02%	0	0%	0,052	89,04%	0	0%	0	0%	0,006	10,95%
Total	282,477	100%	0	0%	36,142	15,48%	110,103	47,14%	79,115	33,88%	8,182	3,50%

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 23. Mapa de vulnerabilidad por exposición de ecosistemas



Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.1.2. Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras (VEI)

La vulnerabilidad a las infraestructuras está comprendida en las tres tablas (vías de comunicación, redes vitales e instituciones).

Vías de comunicación

Los resultados muestran (Tabla 68) que la mayoría de las vías se encuentran dentro de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos de grado moderado con el 49,44%, el cual afecta las vías principales, puentes, calles y caminos lastrados que se encuentran dentro del límite urbana y rural, que compromete la circulación vehicular tanto en transporte y comercialización.

Tabla 68. Vulnerabilidad por exposición a las vías de comunicación

Infraestructura	Nivel de amenaza											
	General		Muy baja		Baja		Moderada		Alta		Muy alta	
	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%
Vías principales	9,51	57,07%	0	0%	1,32	13,88%	4,22	44,35%	3,48	36,56%	0,49	5,20%
Calles de la ciudad	5,71	34,29%	0	0%	1,05	18,29%	3,23	56,56%	1,06	18,57%	0,38	6,58%
Calles lastradas	1,23	1,23%	0	0%	0,21	16,68%	0,65	52,44%	0,36	29,51%	0,02	1,37%
Puentes	0,21	7,41%	0	0%	0	0%	0,14	68,81%	0,06	31,19%	0	0%
Total	16,66	100,00%	0	0%	2,57	15,43%	8,24	49,44%	4,97	29,80%	0,89	5,33%

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Redes vitales

En base al mapa de zonas de susceptibilidad y a las encuestas se pudo determinar el grado de afectación de las redes vitales (agua potable) ante la susceptibilidad de deslizamientos con el 50,57% que se encuentran en las zonas con grado de susceptibilidad moderado, con mayor afectación dentro del límite urbano. Se descartó la red eléctrica y alcantarillado por la falta de información (Tabla 69).

Tabla 69. Vulnerabilidad por exposición a las redes vitales

Infraestructura	Nivel de amenaza											
	General		Muy baja		Baja		Moderada		Alta		Muy alta	
Redes vitales	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%	Longitud (Km)	%
Red de agua	13,70	100%	0	0%	2,77	20,25%	6,93	50,57%	3,06	22,37%	0,93	6,81%
Total	13,70	100%	0	0%	2,77	20,25%	6,93	50,57%	3,06	22,37%	0,93	6,81%

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Instituciones

La presente (Tabla 70) muestra el 60 % de las instituciones se encuentran en las zonas de grado de susceptibilidad moderada, donde las principales afectadas son: la subestación eléctrica CNEL, Unidad Educativa Guaranda y la Clínica Becerra, cabe mencionar que fueron 10 entidades localizadas con la aplicación de la encuesta dirigida a las instituciones.

Tabla 70. Vulnerabilidad por exposición a las instituciones

Instituciones		Nivel de amenaza				
		Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
Ministerio de agricultura y ganadería	Número				1	
Vivero Municipal	Número				1	
Concejo de participación ciudadana	Número			1		
Clínica Becerra	Número			1		
Corporación nacional eléctrica CNEL	Número			1		
Centro de faenamiento	Número					1
Unidad Educativa Guaranda	Número			1		
UEB Laboratorio agropecuario	Número			1		
Piscina Municipal de Guaranda	Número			1		
Albergues	Número				1	
Total	Número	0	0	6	3	1
	%	0%	0%	60%	30%	10%

Fuente: (Encuesta dirigida a las instituciones, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Resultados de la vulnerabilidad por exposición de Infraestructura

Los resultados de la (Tabla 71) indica un 59,79% de la infraestructura que se encuentran dentro de las zonas de susceptibilidad a deslizamiento con un nivel moderado y el 27,85% de áreas en un nivel alto, el cual afecta a gran escala a las vías, redes vitales e instituciones que se encuentran dentro del área de interés del proyecto.

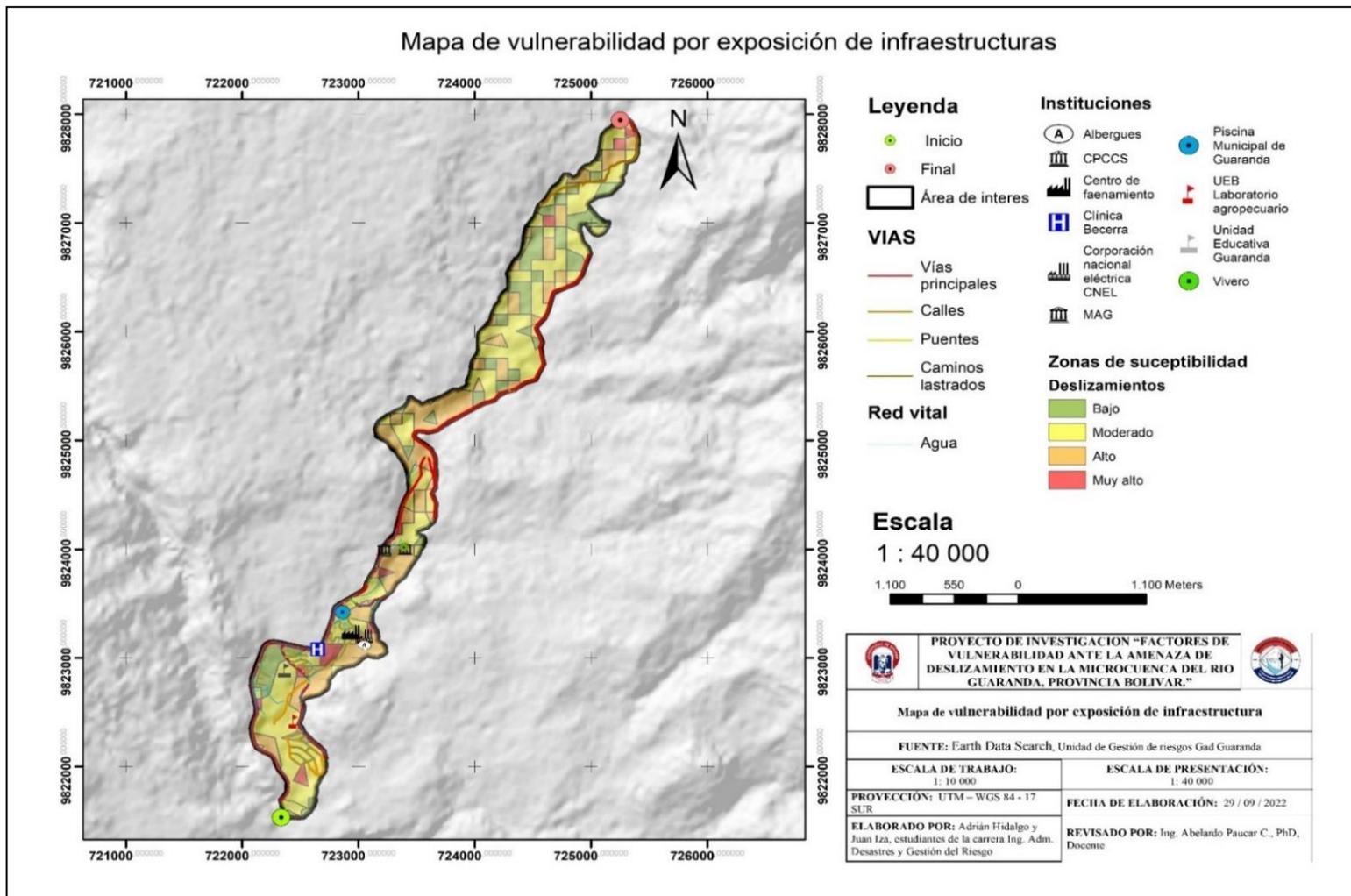
Tabla 71. Resultados de la vulnerabilidad por exposición de Infraestructura

Criterio de Medición	Nivel de amenaza					Ponderación
	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta	Calificación
Vías	0%	0,00%	68,81%	31,19%	0%	100,00%
Redes vitales	0%	20,25%	50,57%	22,37%	6,81%	100,00%
Instituciones	0%	0%	60%	30%	10%	100,00%
Total	0%	20%	179%	84%	17%	300,00%
% del total	0%	6,75%	59,79%	27,85%	5,60%	100,00%

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016), Encuesta dirigida a las instituciones, 2022

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 24. Mapa de vulnerabilidad por exposición de infraestructuras



Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016), Encuesta dirigida a las instituciones, 2022
Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.1.3. Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)

Los resultados de la (Tabla 72) muestra que el 47,07% de las viviendas se encuentra en las zonas de susceptibilidad moderada a deslizamientos y el 19,13% a la susceptibilidad alta; la sumatoria de las dos áreas corresponde a más de la mitad de la población que sufriría efectos negativos. Cabe mencionar que la mayoría de viviendas están construidas cerca de las pendientes con una inclinación mayor a los 35°.

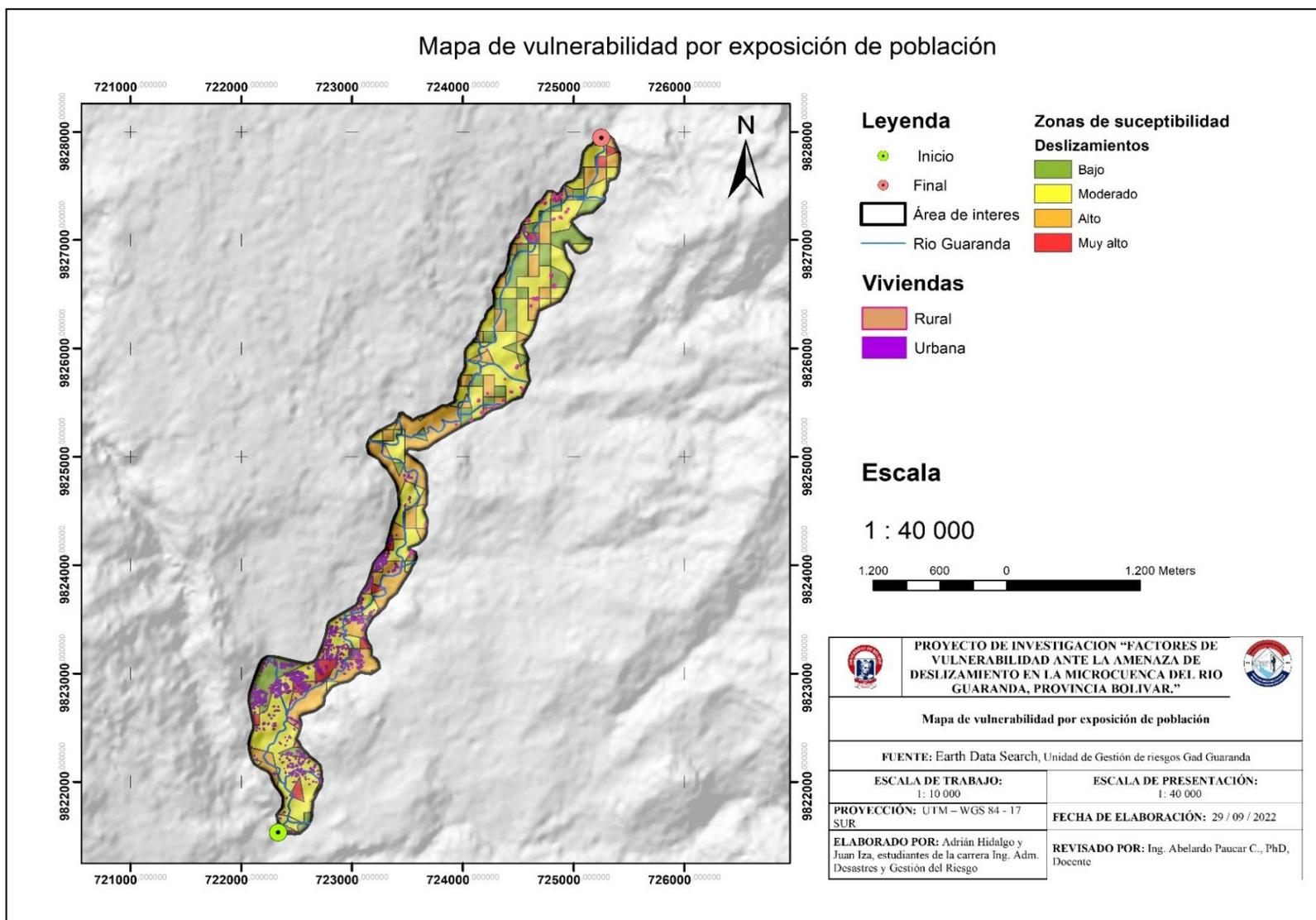
Tabla 72. Vulnerabilidad por exposición de población

Población	Nivel de amenaza											
	General		Muy baja		Baja		Moderada		Alta		Muy alta	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Urbana	2332	95,53%	0	0%	508	21,78%	1097	47,04%	446	19,13%	281	12,05%
Rural	109	4,47%	0	0%	33	30,28%	52	47,71%	21	19,27%	3	2,75%
Total	2441	100%	0	0%	541	22,16%	1149	47,07%	467	19,13%	284	11,63%

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 25. Mapa de vulnerabilidad por exposición de población



Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.1.4. Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)

Los datos obtenidos en la (Tabla 73) da a conocer que el 48,35% de áreas productivas están comprometidas dentro de las zonas de deslizamientos con un grado de susceptibilidad moderada, donde las áreas de cultivos corresponden al sector campesino, consideradas las más afectadas con un 50,28%. Cabe mencionar que las áreas recreativas comprenden a las zonas de viviendas de la población.

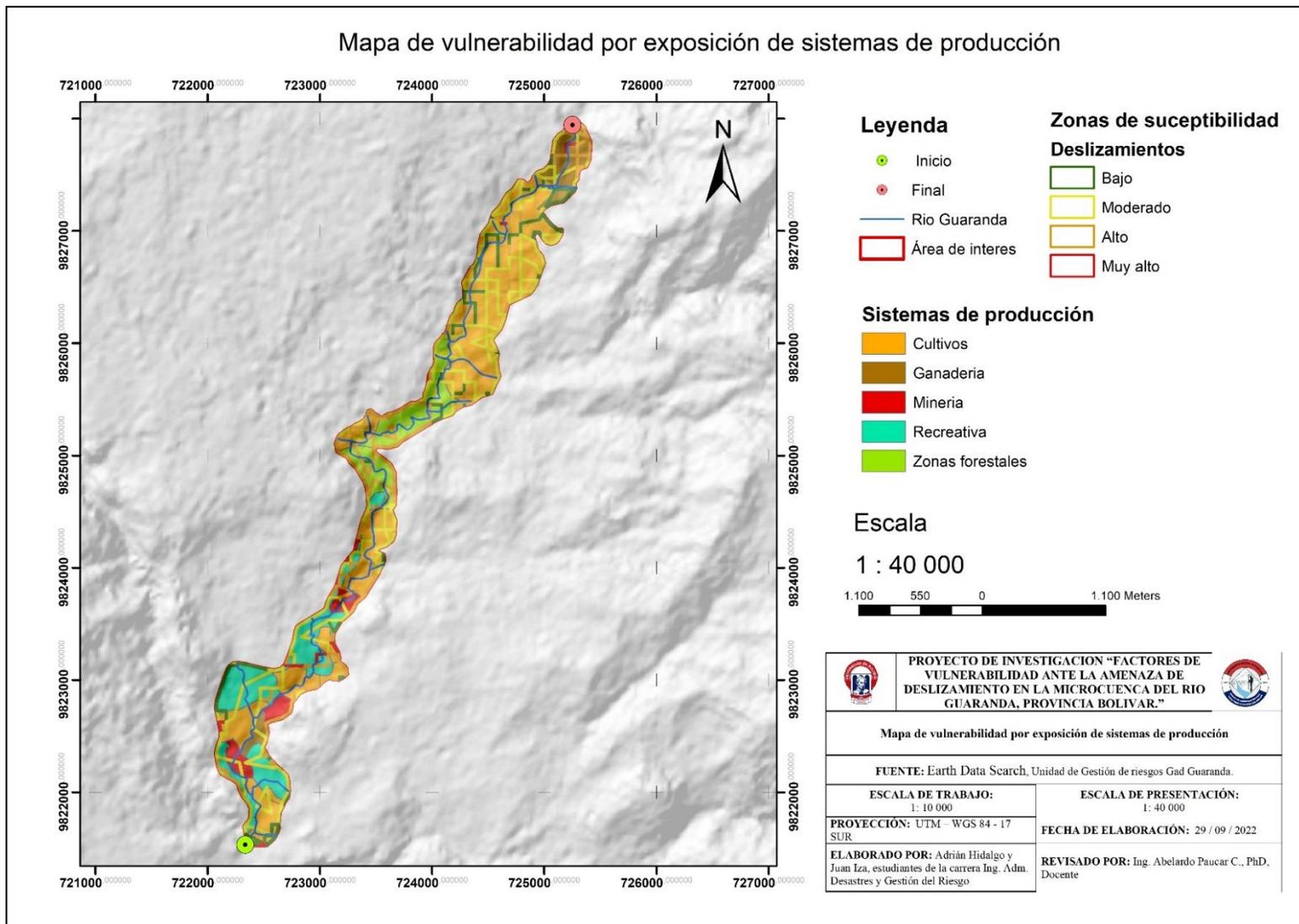
Tabla 73. Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción

Áreas productivas	Nivel de amenaza											
	General		Muy baja		Baja		Moderada		Alta		Muy alta	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Cultivos	152,870	54,14%	0	0%	30,530	19,97%	76,865	50,28%	38,810	25,39%	6,665	4,36%
Ganadería	22,533	7,98%	0	0%	2,336	10,36%	10,903	48,38%	7,662	34,00%	1,634	7,25%
Minería	13,184	4,67%	0	0%	0,067	0,51%	5,270	39,97%	7,263	55,09%	0,584	4,43%
Recreativa	55,080	19,51%	0	0%	11,577	21,02%	30,836	55,98%	9,503	17,25%	3,163	5,74%
Zonas forestales	38,702	13,71%	0	0%	3,336	8,62%	12,640	32,66%	22,651	58,53%	0,075	0,19%
Total	282,369	100%	0	0%	47,846	16,94%	136,514	48,35%	85,889	30,42%	12,121	4,29%

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 26. Mapa de vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción



Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.1.5. Resultados de la Vulnerabilidad por exposición (VE)

Los resultados indican que el 47,44% de ecosistemas (Tabla 67), el 59,79% de infraestructuras (Tabla 71), el 47,07% de población (Tabla 72) y el 48,35% de sistemas productivos (Tabla 73), son áreas que se encuentran dentro de las zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un nivel moderado, la siguiente (Tabla 74) hace mención al criterio de evaluación para determinar el nivel de vulnerabilidad, muestra como resultado final un nivel de vulnerabilidad de exposición media. La población que se encuentra dentro del área de interés del proyecto está inmersa en sufrir considerables daños (ecosistemas, infraestructuras, viviendas e instituciones) ante las épocas intensas del invierno.

Tabla 74. Resultados de la Vulnerabilidad por exposición

Vulnerabilidad	Variable de medición (escala)			
Nivel	Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas	Vulnerabilidad por exposición de infraestructura	Vulnerabilidad por exposición de población	Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción
Baja (1)	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza bajo y muy bajo.	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza bajo y muy bajo.	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza bajo y muy bajo.	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza bajo y muy bajo.
Medio (3)	Menos del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto	Menos del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto, y más del 30%	Menos del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto, y más del 30%	Menos del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto, y más del 30%

	y muy alto, y más del 30% en zonas con grado moderado.	en zonas con grado moderado.	en zonas con grado moderado.	en zonas con grado moderado.
Alto (5)	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto.	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto.	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto.	Más del 40% de áreas se encuentran en zonas de susceptibilidad a deslizamientos con un grado de amenaza alto y muy alto.
Ponderación	3	3	3	3
Calificación $VE = \frac{VEE+VEI+VESP+VEP}{4}$	Nivel de vulnerabilidad por exposición, medio: 3			

Fuente: (Unidad de Gestión de Riesgos del Gad de Guaranda, 2016), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado por: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.2. Vulnerabilidad por fragilidad (VF)

Los siguientes resultados se basan en las encuestas dirigidas a la población que se define en la (Tabla 9) y a las instituciones que se encuentran dentro del área de interés del proyecto.

4.2.2.1. Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)

Se analizó la vulnerabilidad económica y nivel social de la población.

Genero

Las encuestas realizadas a la población de las 5 diferentes zonas, dan a conocer que la población está constituida por un 50,86% de mujeres y un 49,14% de hombres, reflejado en la (Tabla 75).

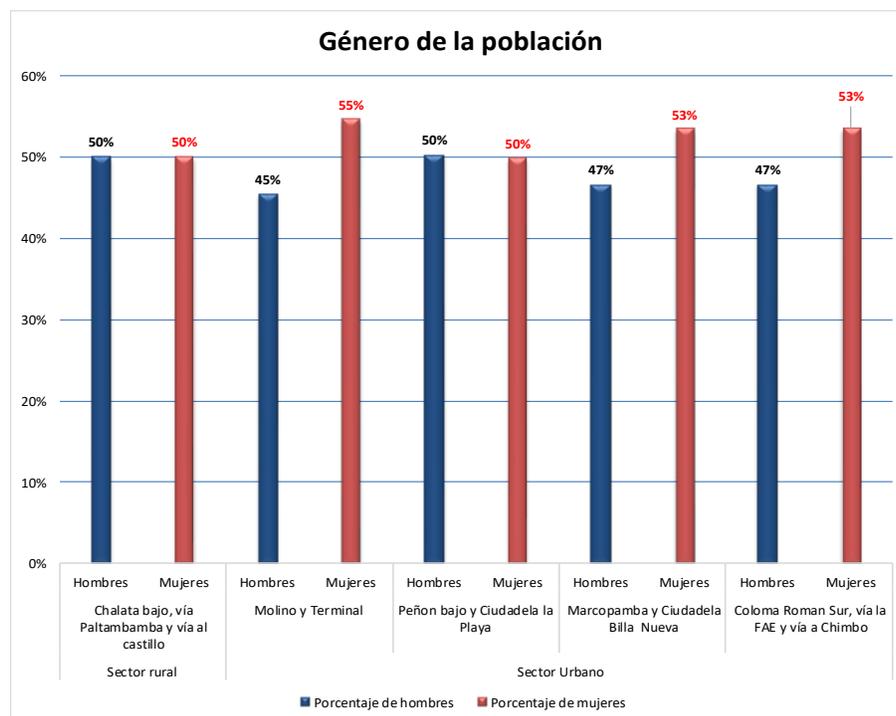
Tabla 75. Género de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda.

Sector o barrio Genero	Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo		Molino y Terminal		Peñón Bajo y Cdla. la Playa		Marcopamba y Cdla. Villa Nueva		Coloma Román Sur, vía la FAE y vía a Chimbo		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Hombres	48	50,00%	74	45,40%	103	50,24%	89	46,60%	85	46,60%	399	49,14%
Mujeres	48	50,00%	89	54,60%	102	49,76%	102	53,40%	72	53,40%	413	50,86%
Total	96	100%	163	100%	205	100%	191	100%	157	100%	812	100%

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 27. Género de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Edad de la población

Los resultados obtenidos en la encuesta muestran el 37,81% de los pobladores son adultos con un rango de edad de 36 a 64 años, también se puede demostrar el 65,64% de las personas son dependientes abarca desde los 18 a 64 años y, por último, un porcentaje mínimo de 2,71% pertenecientes a los menores de 6 años reconocidos como infantes, reflejándose en la (Tabla 76).

Tabla 76. Edad de la población que está cerca a la microcuenca del río

Guaranda

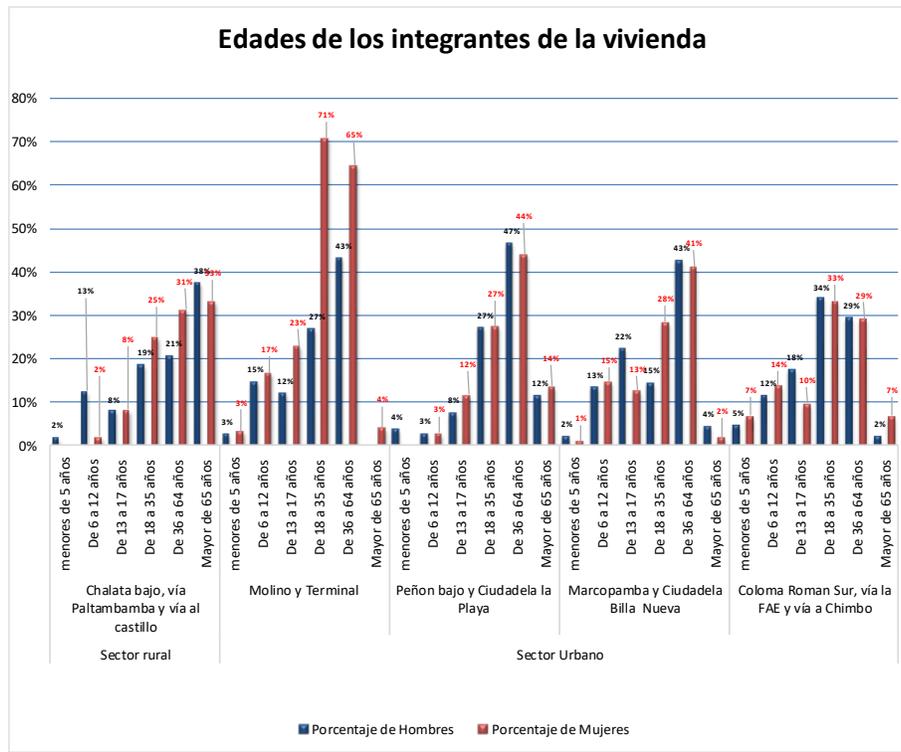
Sector o barrio	Rango de edad		Menores de 6 años	De 6 a 12 años	De 13 a 17 años	De 18 a 35 años	De 36 a 64 años	Mayor de 65 años	Total
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	Hombres	#	1	6	4	9	10	18	48
		%	2,08%	12,50%	8,33%	18,75%	20,83%	37,50%	100%
	Mujeres	#	0	1	4	12	15	16	48
		%	0%	2,08%	8,33%	25,00%	31,25%	33,33%	100%
	Total	#	1	7	8	21	25	34	96
		%	1,04%	7,29%	8,33%	21,88%	26,04%	35,42%	100%
Molino y Terminal	Hombres	#	2	11	9	20	32	0	74
		%	2,70%	14,86%	12,16%	27,03%	43,24%	0%	100%
	Mujeres	#	3	8	11	34	31	2	89
		%	3,37%	8,99%	12,36%	38,20%	34,83%	2,25%	100%
	Total	#	5	19	20	54	63	2	163
		%	3,07%	11,66%	12,27%	33,13%	38,65%	1,23%	100%
Peñón Bajo y Cdla. la Playa	Hombres	#	4	3	8	28	48	12	103
		%	3,88%	2,91%	7,77%	27,18%	46,60%	11,65%	100%
	Mujeres	#	0	3	12	28	45	14	102
		%	0%	2,94%	11,76%	27,45%	44,12%	13,73%	100%
	Total	#	4	6	20	56	93	26	205
		%	1,95%	2,93%	9,76%	27,32%	45,37%	12,68%	100%
Marcopamba y Ciudadela Villa Nueva	Hombres	#	2	12	20	13	38	4	89
		%	2,25%	13,48%	22,47%	14,61%	42,70%	4,49%	100%
	Mujeres	#	1	15	13	29	42	2	102
		%	0,98%	14,71%	12,75%	28,43%	41,18%	1,96%	100%
	Total	#	3	27	33	42	80	6	191
		%							

		%	1,57%	14,14%	17,28%	21,99%	41,88%	3,14%	100%
Coloma Román Sur, vía la FAE y vía a Chimbo	Hombres	#	4	10	15	29	25	2	85
		%	4,71%	11,76%	17,65%	34,12%	29,41%	2,35%	100%
	Mujeres	#	5	10	7	24	21	5	72
		%	6,94%	13,89%	9,72%	33,33%	29,17%	6,94%	100%
	Total	#	9	20	22	53	46	7	157
		%	5,73%	12,74%	14,01%	33,76%	29,30%	4,46%	100%
Total	Hombres	#	13	42	56	99	153	36	399
		%	3,26%	10,53%	14,04%	24,81%	38,35%	9,02%	100%
	Mujeres	#	9	37	47	127	154	39	413
		%	2,18%	8,96%	11,38%	30,75%	37,29%	9,44%	100%
	Total	#	22	79	103	226	307	75	812
		%	2,71%	9,73%	12,68%	27,83%	37,81%	9,24%	100%

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 28. Edad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Discapacidad

Las encuestas realizadas a las familias de las comunidades y barrios, muestra que existe un mínimo porcentaje de discapacidad equivalente un 8,26% de la población total (Tabla 77), el barrio Peñón Bajo y la Ciudadela la Playa son las zonas que tienen el porcentaje más alto de discapacidad con un 14,29%. La mayoría de las personas que tienen discapacidad están en una edad de 65 años en adelante.

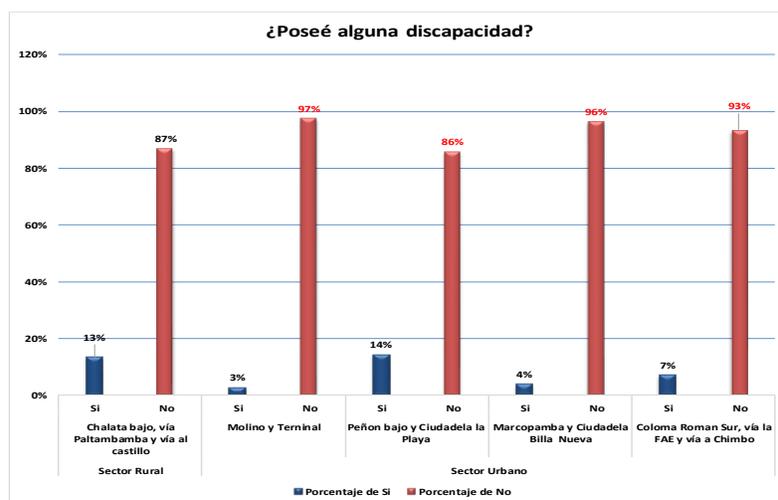
Tabla 77. Discapacidad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda

Discapacidad		Si	No	Total
Sector o barrio				
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	#	4	26	30
	%	13,33%	86,67%	100%
Molino y Terminal	#	1	36	37
	%	2,70%	97,30%	100%
Peñón Bajo y Cdla. la Playa	#	8	48	56
	%	14,29%	85,71%	100%
Marcopamba y Ciudadela Villa Nueva	#	2	50	52
	%	3,85%	96,15%	100%
Coloma Román Sur, y vía la FAE y vía a Chimbo	#	3	40	43
	%	6,98%	93,02%	100%
Total	#	18	200	218
	%	8,26%	91,74%	100%

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 29. Discapacidad de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Nivel de educación

Se puede evidenciar en la (Tabla 78) existe dos porcentajes aproximadamente iguales el primero con un 34,73% de personas que han culminado la secundaria, al obtener el bachillerato como nivel educativo y el segundo con un 30,42% de las personas que han cruzado el nivel superior “universidad”, se puede concluir que la población total cuenta con un nivel de educación aceptable.

Tabla 78. Nivel educativo de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda

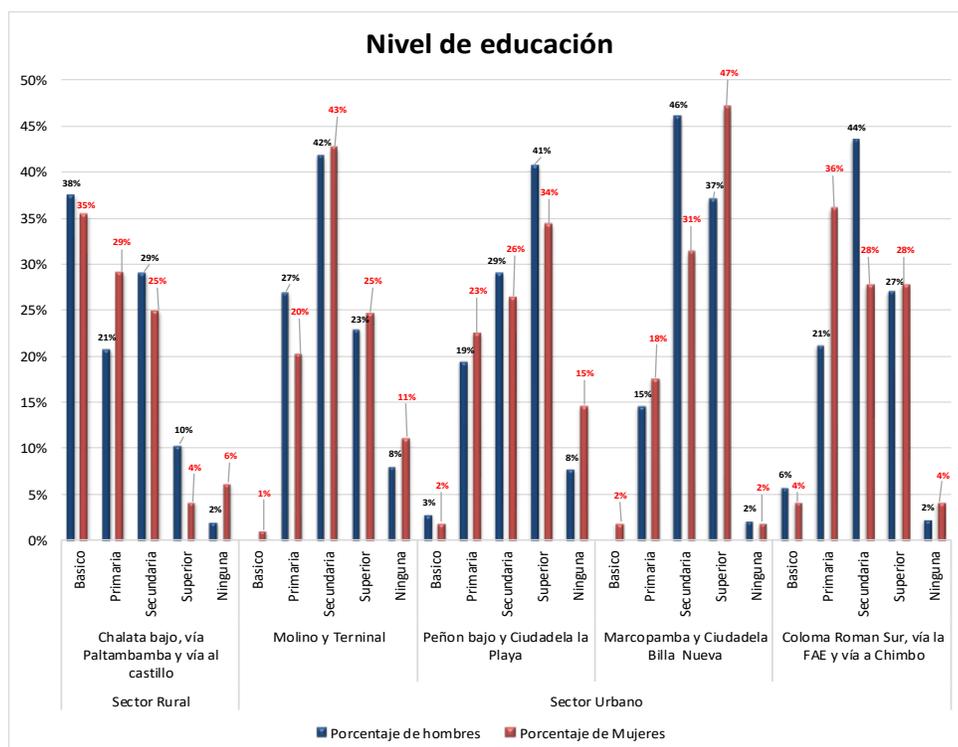
Nivel educativo			Básico	Primaria	Secundaria	Superior	Ninguna	Total
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	Hombre	#	18	10	14	5	1	48
		%	37,50%	20,83%	29,17%	10,42%	2,08%	100%
	Mujer	#	17	14	12	2	3	48
		%	35,42%	29,17%	25,00%	4,17%	6,25%	100%
	Total	#	35	24	26	7	4	96
		%	36,46%	25,00%	27,08%	7,29%	4,17%	100%
Molino y Terminal	Hombre	#	0	20	31	17	6	74
		%	0%	27,03%	41,89%	22,97%	8,11%	100%
	Mujer	#	1	18	38	22	10	89
		%	1,12%	20,22%	42,70%	24,72%	11,24%	100%
	Total	#	1	38	69	39	16	163
		%	0,61%	23,31%	42,33%	23,93%	9,82%	100%
Peñón Bajo y Cda. la Playa	Hombre	#	3	20	30	42	8	103
		%	2,91%	19,42%	29,13%	40,78%	7,77%	100%
	Mujer	#	2	23	27	35	15	102
		%	1,96%	22,55%	26,47%	34,31%	14,71%	100%
	Total	#	5	43	57	77	23	205
		%	2,44%	20,98%	27,80%	37,56%	11,22%	100%
Marcopamba y Ciudadela Villa Nueva	Hombre	#	0	13	41	33	2	89
		%	0,00%	14,61%	46,07%	37,08%	2,25%	100%
	Mujer	#	2	18	32	48	2	102
		%	1,96%	17,65%	31,37%	47,06%	1,96%	100%
	Total	#	2	31	73	81	4	191
		%	1,05%	16,23%	38,22%	42,41%	2,09%	100%
Coloma Román Sur,	Hombre	#	5	18	37	23	2	85
		%	5,88%	21,18%	43,53%	27,06%	2,35%	100%
	Mujer	#	3	26	20	20	3	72

vía a Chimbo y vía la FAE	Total	%	4,17%	36,11%	27,78%	27,78%	4,17%	100%
		#	8	44	57	43	5	157
Total	Hombre	%	5,10%	28,03%	36,31%	27,39%	3,18%	100%
		#	26	81	153	120	19	399
	Mujer	%	6,52%	20,30%	38,35%	30,08%	4,76%	100%
		#	25	99	129	127	33	413
	Total	%	6,05%	23,97%	31,23%	30,75%	7,99%	100%
		#	51	180	282	247	52	812
		%	6,28%	22,17%	34,73%	30,42%	6,40%	100%

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 30. Nivel educativo de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Población económicamente activa

Los datos obtenidos a través de la encuesta muestran a la población económicamente activa y a la actividad económica a la que más se dedican, con el 3,55% de personas mayores de edad desempleadas por motivos de estudio, discapacidad o por vejez, por otro punto tenemos a los comerciantes con la actividad económica predominante con un 31,32%, seguida por un 27,77% de empleados públicos, reflejado en la (Tabla 79).

Tabla 79. Actividad Económica de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda

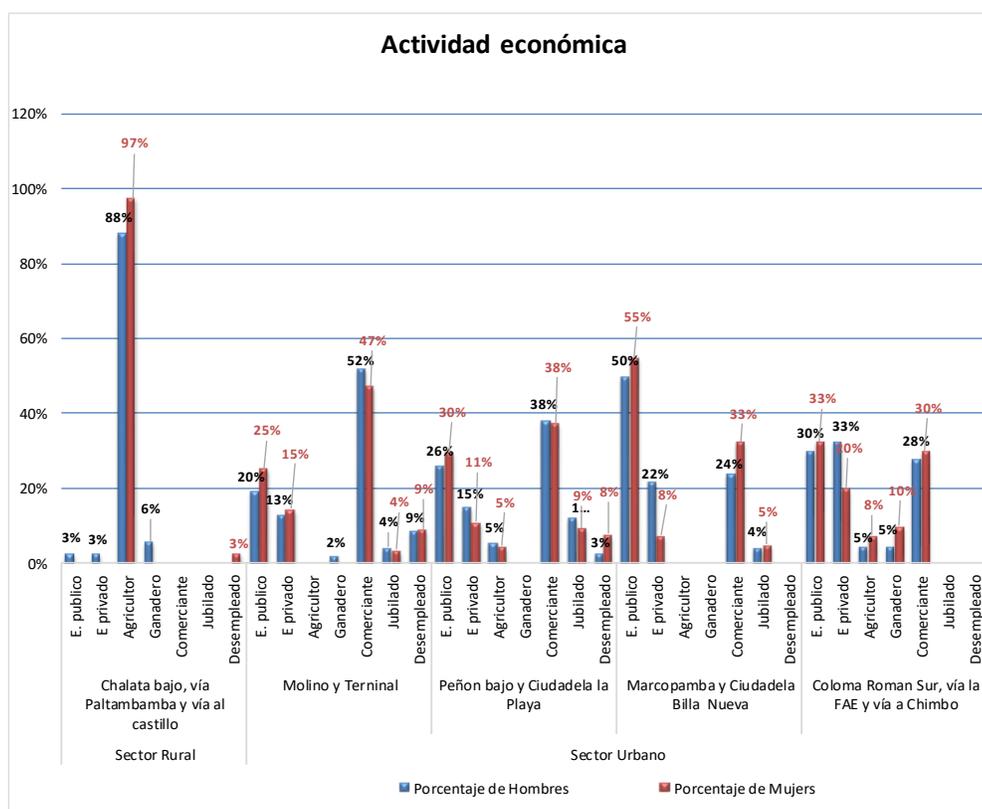
Actividad económica Sector o barrio				E. publico	E privado	Agricultor	Ganadero	Comerciante	Jubilado	Desempleado	Total
		#	%								
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	Hombres	#	1	1	30	2	0	0	0	0	34
		%	2,94%	2,94%	88,24%	5,88%	0%	0%	0%	100%	
	Mujeres	#	0	0	37	0	0	0	1	38	
		%	0,00%	0,00%	97,37%	0%	0%	0%	2,63%	100%	
Total	#	1	1	67	2	0	0	1	72		
	%	1,39%	1,39%	93,06%	2,78%	0%	0%	1,39%	100%		
Molino y Terminal	Hombres	#	9	6	0	1	24	2	4	46	
		%	19,57%	13,04%	0%	2,17%	52,17%	4,35%	8,70%	100%	
	Mujeres	#	14	8	0	0	26	2	5	55	
		%	25,45%	14,55%	0%	0,00%	47,27%	3,64%	9,09%	100%	
Total	#	23	14	0	1	50	4	9	101		
	%	22,77%	13,86%	0%	0,99%	49,50%	3,96%	8,91%	100%		
Peñón Bajo y Cdla. la Playa	Hombres	#	19	11	4	0	28	9	2	73	
		%	26,03%	15,07%	5,48%	0%	38,36%	12,33%	2,74%	100%	
	Mujeres	#	19	7	3	0	24	6	5	64	
		%	29,69%	10,94%	4,69%	0%	37,50%	9,38%	7,81%	100%	
Total	#	38	18	7	0	52	15	7	137		
	%	27,74%	13,14%	5,11%	0%	37,96%	10,95%	5,11%	100%		
Marcopamba y Ciudadela Villa Nueva	Hombres	#	23	10	0	0	11	2	0	46	
		%	50,00%	21,74%	0%	0%	23,91%	4,35%	0%	100%	
	Mujeres	#	22	3	0	0	13	2	0	40	
		%	55,00%	7,50%	0%	0%	32,50%	5,00%	0%	100%	
Total	#	45	13	0	0	24	4	0	86		
	%	52,33%	15,12%	0%	0%	27,91%	4,65%	0%	100%		
Coloma Román Sur,	Hombres	#	13	14	2	2	12	0	0	43	
		%	30,23%	32,56%	4,65%	4,65%	27,91%	0,00%	0%	100%	

vía a Chimbo y vía la FAE	Mujeres	#	13	8	3	4	12	0	0	40
		%	32,50%	20,00%	7,50%	10,00%	30,00%	0%	0%	100%
	Total	#	26	22	5	6	24	0	0	83
		%	31,33%	26,51%	6,02%	7,23%	28,92%	0%	0%	100%
Total	Hombres	#	65	42	36	5	75	13	6	242
		%	26,86%	17,36%	14,88%	2,07%	30,99%	5,37%	2,48%	100%
	Mujeres	#	68	26	43	4	75	10	11	237
		%	28,69%	10,97%	18,14%	1,69%	31,65%	4,22%	4,64%	100%
	Total	#	133	68	79	9	150	23	17	479
		%	27,77%	14,20%	16,49%	1,88%	31,32%	4,80%	3,55%	100%

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 31. Actividad Económica de la población que está cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)

Los datos obtenidos muestran que la mayor parte de la población tiene un rango de edad de 18 a 64 años, es decir el 65,64% de la población es independiente. Las encuestas reflejan un 65,15% de la población tiene un nivel educativo de secundaria y de tercer nivel, da a conocer que las personas son preparadas académicamente y por último, el 3,55% de personas independientes están desempleadas y la fuente de trabajo que sobresale en la ciudad de Guaranda es el comercio y el empleo en instituciones públicas.

Tabla 80. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica

Vulnerabilidad	Componente			
Nivel	Edad de la población	Discapacidad	Nivel de educación	Población económicamente activa
Baja (1)	1 punto (más del 50 % de la población se encuentra entre 18 a 64 años)	1 punto (menos del 10% de la población sufre de discapacidad)	1 punto (más del 60% de la población tiene secundaria y tercer nivel)	1 puntos (menos el 15% no es económicamente activa)
Medio (3)	3 puntos (mas 40% de la población se encuentran entre 6 a 17 años y menor del 40% de la población entre 18 a 64 años)	3 puntos (entre el 10-19% de la población sufre de discapacidad)	3 puntos (más del 60% de la población posee educación básica y primaria)	3 puntos (entre el 16-30% no es económicamente activa)
Alto (5)	5 puntos (más del 60 % de la población es mayor de 64 años y menor de 12 años)	5 puntos (más del 19 % de la población sufre de discapacidad)	5 puntos (más del 50% de la población es analfabeta) g	5 puntos (más del 30% no es económicamente activa)
Ponderación	1	1	1	1
Calificación	Nivel de vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica, bajo: 1			
$VFSE = \frac{EP + D + NE + PEA}{4}$				

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.2.2. Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)

Los resultados obtenidos se evidencian en la matriz (Anexo 3) de evaluación estructural dirigida a las viviendas de la población que se encuentra cerca de la microcuenca del río Guaranda.

Número de pisos

Los resultados de la (Tabla 81) muestran que la mayoría de las viviendas son de dos pisos equivalente a un 51,38%, donde la mayoría son del sector de Coloma Román Sur, vía a Chimbo y vía la FAE.

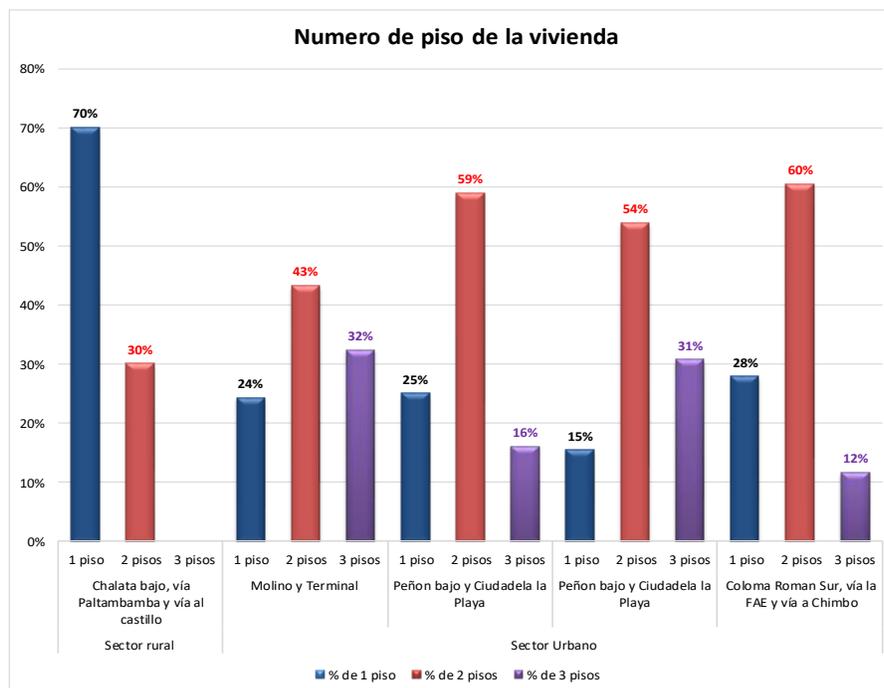
Tabla 81. Número de pisos de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Sector o barrio		Número de pisos		1 piso	2 pisos	3 pisos	Total
		#	%				
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	#	21	9	0	30		
	%	70,00%	30,00%	0%	100%		
Molino y Terminal	#	9	16	12	37		
	%	24,32%	43,24%	32,43%	100%		
Peñón Bajo y Cda. la Playa	#	14	33	9	56		
	%	25,00%	58,93%	16,07%	100%		
Marcopamba y B. Nuevo	#	8	28	16	52		
	%	15,38%	53,85%	30,77%	100%		
Coloma Román Sur, vía a Chimbo y vía la FAE	#	12	26	5	43		
	%	27,91%	60,47%	11,63%	100%		
Total	#	64	112	42	218		
	%	29,36%	51,38%	19,27%	100%		

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 32. Número de pisos de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tipo de construcción

Los datos de la (Tabla 82) muestran que la mayoría de viviendas son de hormigón armado correspondiente a un 71,10%, da a conocer que la mayoría de las viviendas ejercen un peso sobre el área de construcción y aumenta la vulnerabilidad a sufrir un deslizamiento y por último tenemos un 2,75% de viviendas construidas con madera.

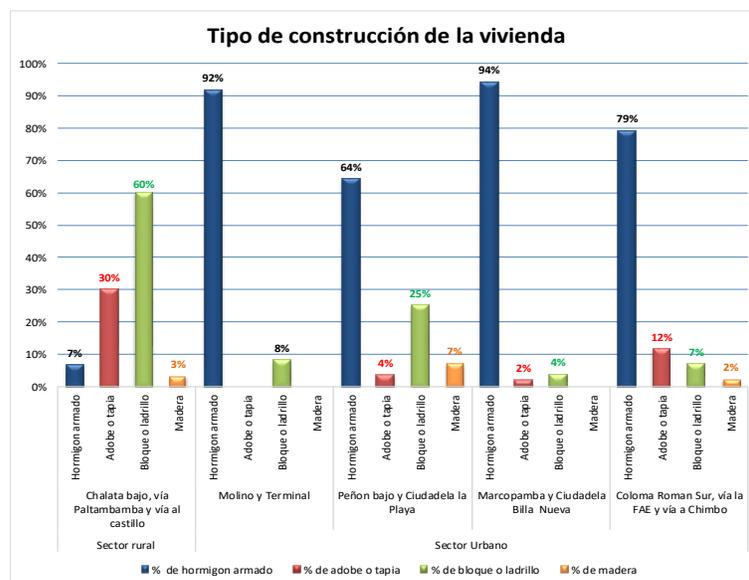
Tabla 82. Material de construcción de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda.

Sector o barrio	Material de construcción	Hormigón armado	Adobe o tapia	Bloque o ladrillo	Madera	Total
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	#	2	9	18	1	30
	%	6,67%	30,00%	60,00%	3,33%	1
Molino y Terminal	#	34	0	3	0	37
	%	91,89%	0%	8,11%	0%	1
Peñón Bajo y Cdla. la Playa	#	36	2	14	4	56
	%	64,29%	3,57%	25,00%	7,14%	1
Marcopamba y B. Nuevo	#	49	1	2	0	52
	%	94,23%	1,92%	3,85%	0%	1
Coloma Román Sur, vía a Chimbo y vía la FAE	#	34	5	3	1	43
	%	79,07%	11,63%	6,98%	2,33%	1
Total	#	155	17	40	6	218
	%	71,10%	7,80%	18,35%	2,75%	1

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 33. Material de construcción de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tipo de cubierta

Se obtuvo un 73,85% de las viviendas que tienen una cubierta de losa, visto como el material más pesado de los 4 mencionados en la (Tabla 83), el cual ejerce un peso sobre la zona de construcción de la vivienda, aumentando la vulnerabilidad a sufrir un deslizamiento.

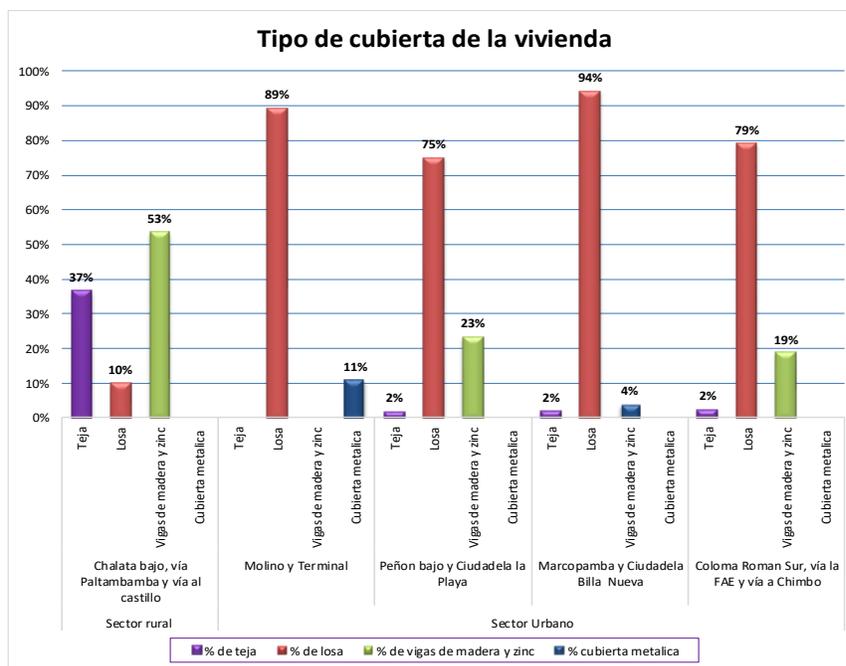
Tabla 83. Tipo de cubierta de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Sector o barrio		Tipo de cubierta				Total
		Teja	Losa	Vigas de madera y zinc	Cubierta metálica	
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	#	11	3	16	0	30
	%	36,67%	10,00%	53,33%	0%	100%
Molino y Terminal	#	0	33	0	4	37
	%	0%	89,19%	0%	10,81%	100%
Peñón Bajo y Cda. la playa	#	1	42	13	0	56
	%	1,79%	75,00%	23,21%	0%	100%
Marcopamba y B. Nuevo	#	1	49	2	0	52
	%	1,92%	94,23%	3,85%	0%	100%
Coloma Román Sur, vía la FAE y vía a Chimbo	#	1	34	8	0	43
	%	2,33%	79,07%	18,60%	0%	100%
Total	#	14	161	39	4	218
	%	6,42%	73,85%	17,89%	1,83%	100%

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 34. Tipo de cubierta de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Antigüedad de la vivienda

Un 43,58% de las viviendas tienen de 10 a 20 años de antigüedad, representa un corto periodo de vida útil (60 a 70 años), por otro punto se conoce que en el sector de Marcopamba se encuentran las viviendas más antiguas con un 34,78% del total, según la (Tabla 84).

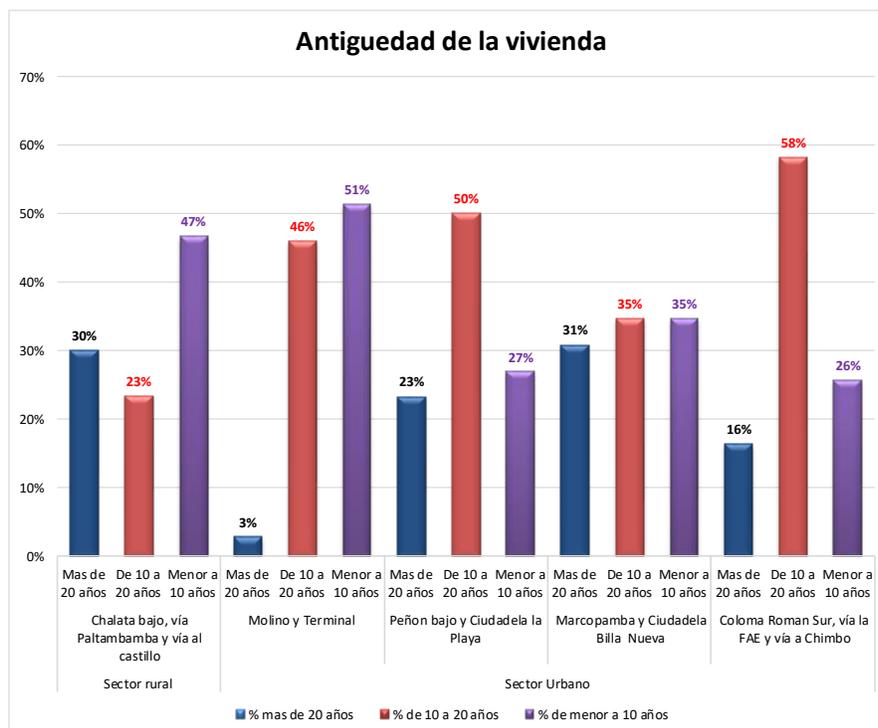
Tabla 84. Antigüedad de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Antigüedad		Mas de 20 años	De 10 a 20 años	Menor a 10 años	Total
Sector o barrio					
Chalata Bajo, vía Paltambamba y Vía al Castillo	#	9	7	14	30
	%	30,00%	23,33%	46,67%	100%
Molino y Terminal	#	1	17	19	37
	%	2,70%	45,95%	51,35%	100%
Peñón Bajo y Cdla. la playa	#	13	28	15	56
	%	23,21%	50,00%	26,79%	100%
Marcopamba y B. Nuevo	#	16	18	18	52
	%	30,77%	34,62%	34,62%	100%
Coloma Román Sur, vía la FAE y vía a Chimbo	#	7	25	11	43
	%	16,28%	58,14%	25,58%	100%
Total	#	46	95	77	218
	%	21,10%	43,58%	35,32%	100%

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 35. Antigüedad de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Estado actual de la vivienda

Los datos dan a conocer que el 71,10% de viviendas se encuentran en un buen estado, dado que han tenido un correcto mantenimiento, (Tabla 85).

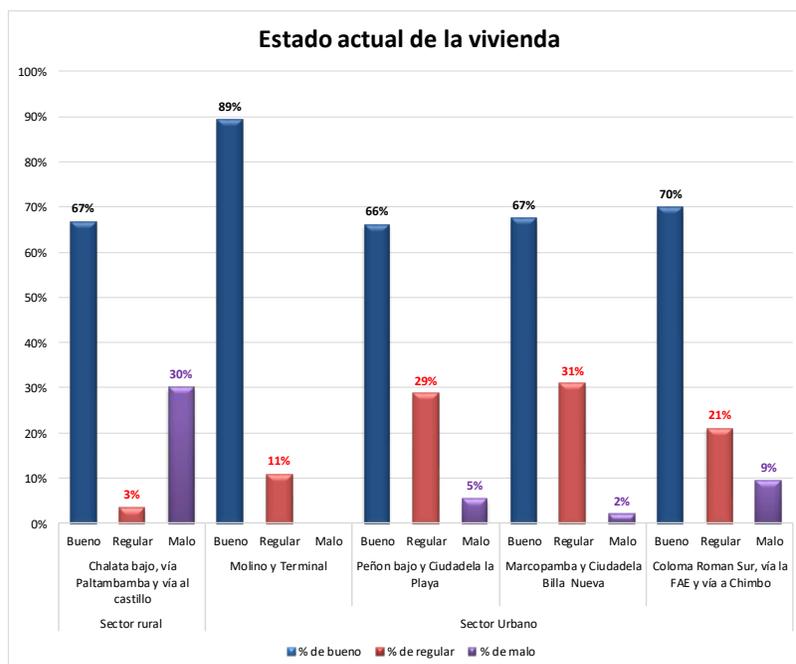
Tabla 85. Estado de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Sector o barrio		Estado de la vivienda			Total
		Bueno	Regular	Malo	
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	#	20	1	9	30
	%	66,67%	3,33%	30,00%	100%
Molino y Terminal	#	33	4	0	37
	%	89,19%	10,81%	0%	100%
Peñón Bajo y Cdla. la Playa	#	37	16	3	56
	%	66,07%	28,57%	5,36%	100%
Marcopamba y B. Nuevo	#	35	16	1	52
	%	67,31%	30,77%	1,92%	100%
Coloma Román Sur, vía la FAE y vía a Chimbo	#	30	9	4	43
	%	69,77%	20,93%	9,30%	100%
Total	#	155	46	17	218
	%	71,10%	21,10%	7,80%	100%

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Ilustración 36. Estado de las viviendas que están cerca a la microcuenca del río Guaranda



Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)

Los resultados muestran que la mayoría de viviendas son de 2 pisos representada por el 51,38%, donde el 71,10% de los pobladores han optado por el hormigón armado para la construcción y por la cubierta de losa con un 73,85%. La mayor parte de las viviendas tienen una antigüedad entre los 10 a 20 años equivalente al 43,58% del total de viviendas y un 71,10% de las viviendas se encuentran en buen estado, todo esto da a conocer que la mayoría de casas ejercen un gran peso sobre el área de construcción, provoca inestabilidad sobre el terreno, dándonos un nivel de vulnerabilidad medio, dada a conocer en la (Tabla 86).

Tabla 86. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad física

Vulnerabilidad	Componente				
Nivel	Número de pisos	Tipo de construcción	Tipo de cubierta	Antigüedad de la vivienda	Estado actual de la vivienda
Baja (1)	1 punto (menos del 20% de las viviendas cuenta con tres pisos y más del 50% de viviendas con un piso).	1 punto (más del 50% de las viviendas son de madera y menos del 20% de viviendas son de hormigón armado).	1 punto (más del 60% de las viviendas son de cubierta metálica, y de vigas de madera y zinc)	1 punto (más del 60% de viviendas con antigüedad menor a 10 años y menos del 20 % de viviendas con antigüedad más de 20 años)	1 punto (más del 60% de viviendas se encuentran en buen estado y menos del 20 % en mal estado)
Medio (3)	3 puntos (menos del 30% de las viviendas con un piso y más del 30% de viviendas con dos pisos).	3 puntos (más del 60% de las viviendas son de adobe o tapia y bloque o ladrillo, y menos del 20% de viviendas son de hormigón armado.)	3 puntos (más del 50% de las viviendas son de teja y de vigas de madera y zinc, y menos del 20% de losa)	3 puntos (menos del 30% de viviendas con antigüedad de más de 20 años y más del 40% de 10 a 20 años)	3 puntos (menos del 30% de viviendas se encuentran en buen estado y más del 50% con un estado regular)
Alto (5)	5 puntos (más del 50% de las viviendas con tres pisos)	5 puntos (más del 60% de las viviendas son de hormigón armado y menos del 40% son de adobe o tapia y bloque o ladrillo)	5 puntos (más del 60% de las viviendas son de losa.)	5 puntos (más del 60% de viviendas con antigüedad de más de 20 años y menor del 30% con antigüedad de 10 a 20 años)	5 puntos (más de 60% de viviendas están en mal estado y menos del 20% en buen estado)
Ponderación	3	5	5	3	1
Calificación	Nivel de vulnerabilidad por fragilidad física, medio: 3,4				

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.2.3. Vulnerabilidad por fragilidad institucional

Los resultados que se obtuvieron en este punto se reflejaron en las encuestas y las entrevistas (Anexo 3) que se realizaron a los gerentes o encargados de las diferentes instituciones que se encuentran dentro del área de interés del proyecto.

Sector que proviene la institución

Se localizaron 8 instituciones, donde el 87.50% son instituciones públicas y la única institución privada se identifica como la Clínica Becerra, según la (Tabla 87).

Tabla 87. Sector que provienen las instituciones que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Sector		Público	Privado
Ministerio de agricultura y ganadería	Número	1	
Vivero Municipal	Número	1	
Consejo de participación ciudadana	Número	1	
Clínica Becerra	Número		1
Corporación nacional eléctrica CNEL	Número	1	
Centro de faenamiento	Número	1	
Unidad Educativa Guaranda	Número	1	
UEB Laboratorio agropecuario	Número	1	
Total	Número	7	1
	%	87,50%	12,50%

Fuente: (Encuesta dirigida a las instituciones, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Función que cumple la institución

En la siguiente (Tabla 88) muestra a las 8 instituciones, donde se hace una breve descripción de la función que cumple cada una de ellas dentro de la ciudad.

Tabla 88. Función que desarrollan las instituciones que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Institución	Descripción de función que desempeña.
Ministerio de agricultura y ganadería	Institución rectora y ejecutora de las políticas públicas agropecuarias.
Vivero Municipal	Coordinado por el GAD Cantonal para proyectos de zonas verdes.
Concejo de participación ciudadana	Ejerce los derechos relativos a la participación ciudadana
Clínica Becerra	Diagnóstico y tratamiento de problemas a la salud humana
Subestación eléctrica CNEL	Distribución de energía eléctrica a la ciudad
Centro de faenamiento	Servicio público para el sacrificio de animales bovinos y porcinos para su posterior venta.
Unidad Educativa Guaranda	Impartir conocimientos para la formación y desarrollo de los jóvenes.
UEB Laboratorio agropecuario	Desarrollo de investigaciones agropecuarias.

Fuente: (Encuesta dirigida a las instituciones, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Antigüedad de la infraestructura institucional

La información obtenida (Tabla 89), muestra que el 66,67% de las instituciones tienen más de 20 años de antigüedad, también se vale mencionar que llevan más de 20 años en funcionamiento dándonos a saber que son fundamentales para el desarrollo de la ciudad de Guaranda.

Tabla 89. Antigüedad de las infraestructuras institucionales que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Institución		Antigüedad		
		Más de 20 años	Entre 10 y 20 años	Menor de 10 años
Ministerio de agricultura y ganadería	Número	1		
Vivero Municipal	Número	1		
Consejo de participación ciudadana	Número	1		
Clínica Becerra	Número			1
Corporación nacional eléctrica CNEL	Número			1
Centro de faenamiento	Número	1		
Unidad Educativa Guaranda	Número	1		
UEB Laboratorio agropecuario	Número	1		
Total	Número	6	0	2
	%	66,67%	0%	22,22%

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Estado de la infraestructura institucional

Los datos de la (Tabla 90) reflejan un 100% de las infraestructuras que se encuentran en buen estado, debido a las remodelaciones que algunas de las instituciones han tenido dentro de los últimos 10 años.

Tabla 90. Estado de las infraestructuras institucionales que están cerca a la microcuenca del río Guaranda

Institución		Estado de la infraestructura		
		Bueno	Regular	Malo
Ministerio de agricultura y ganadería	Número	1		
Vivero Municipal	Número	1		
Consejo de participación ciudadana	Número	1		
Clínica Becerra	Número	1		
Corporación nacional eléctrica CNEL	Número	1		
Centro de faenamiento	Número	1		
Unidad Educativa Guaranda	Número	1		
UEB Laboratorio agropecuario	Número	1		
Total	Numero	8	0	0
	%	100%	0%	0%

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)

La (Tabla 91) da a conocer que más del 60% de infraestructuras institucionales tienen más de 20 años, los resultados también muestran que más del 60% se encuentran en buen estado por su debido mantenimiento, al ser instituciones primordiales para el desarrollo de la ciudad.

Tabla 91. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad institucional

Vulnerabilidad	Componente	
Nivel	Antigüedad de la infraestructura institucional.	Estado de la infraestructura
Baja (1)	1 punto (más del 60% de infraestructuras con antigüedad menor a 10 años y menos del 20 % de infraestructuras con antigüedad más de 20 años)	1 punto (más del 60% de infraestructuras se encuentran en buen estado y menos del 20 % en mal estado)
Medio (3)	3 puntos (menos del 30% de infraestructuras con antigüedad de más de 20 años y más del 40% de 10 a 20 años)	3 puntos (menos del 30% de infraestructuras se encuentran en buen estado y más del 50% con un estado regular)
Alto (5)	5 puntos (más del 60% de infraestructuras con antigüedad de más de 20 años y menor del 30% con antigüedad de 10 a 20 años)	5 puntos (más de 60% de infraestructuras están en mal estado y menos del 20% en buen estado)
Ponderación	5	1
Calificación	Nivel de vulnerabilidad por fragilidad institucional, medio: 3	

Fuente: (Matriz de evaluación estructural, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.2.4. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad (VF)

Según la (Tabla 92) muestran que hay un nivel de vulnerabilidad bajo, dado que en la fragilidad socioeconómica la población tiene una economía fluida y un nivel social estable, en la fragilidad física nos muestra que la mayoría de las viviendas se encuentran en buen estado, pero el peso que estas ejercen provocan inestabilidad sobre el terreno y por último en la fragilidad institucional la mayoría de infraestructuras tienen más de 20 años lo que significa que existe un desgaste en los materiales de construcción.

Tabla 92. Resultados de la vulnerabilidad por fragilidad

Vulnerabilidad	Nivel vulnerabilidad		
Fragilidad	Bajo	Medio	Alto
Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)	Bajo (1)		
Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)		Medio (3,4)	
Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)		Medio (3)	
<p>Calificación</p> $VE = \frac{VFSE + VFF + VFI}{3}$	<p>Nivel de vulnerabilidad, bajo: 2,4</p>		

Fuente: (Encuestas y matriz de evaluación estructural, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.3. Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta (VCA&R)

Los datos obtenidos fueron en base a las entrevistas dirigidas a los presidentes de las comunidades y barrio, como también a los encargados del área de bienestar o seguridad de las diferentes instituciones, también se realizaron encuestas a las familias de los sectores o barrios que se mencionan en la (Tabla 9), para conocer los efectos negativos que ha generado la amenaza dentro del área de interés del proyecto.

4.2.3.1. Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad (VPAC)

La aplicación de las entrevistas y encuestas permitió conocer el nivel de organización que tienen las diferentes comunidades para afrontar un evento adverso.

Organización comunitaria

Los datos muestran que el 75% de los barrios o sectores solo cuentan con el comité barrial, por otro punto, el Molino y Terminal son los únicos barrios que no cuentan con ninguna organización comunitaria (Tabla 93).

Tabla 93. Organización comunitaria de los barrios o sectores

Barrios o sectores	Variable de medición	Comité barrial	Comité de seguridad y/o gestión de riesgo	Brigadas comunitarias	Total	Ponderación
Chalata bajo		1		1	2	Moderado (3)
Molino					0	Alto (5)
Terminal					0	Alto (5)
Peñón bajo		1			1	Alto (5)
Cdla. La playa		1			1	Alto (5)
Marcopamba		1			1	Alto (5)
Cdla. Villa Nueva		1			1	Alto (5)
Coloma Román Sur		1			1	Alto (5)
Calificación	Nivel de vulnerabilidad, moderado: 4,75					

Fuente: (Entrevistas a los presidentes de las comunidades y barrios, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Instrumento comunitario

La (Tabla 94) muestra que los barrios o sectores no cuentan con los instrumentos comunitario ante las amenazas, el cual muestra una carencia de información, preparación y conocimientos, para afrontar las amenazas.

Tabla 94. Instrumento comunitario de los barrios o sectores

Variable de medición Barrios o sectores	Mapa de amenazas	Plan de gestión de riesgo comunitario	Capacitación preventiva	SAT	Simulacro	Total	Ponderación
Chalata bajo						0	Alto (5)
Molino						0	Alto (5)
Terminal						0	Alto (5)
Peñon bajo						0	Alto (5)
Cdla. La playa						0	Alto (5)
Marcopamba						0	Alto (5)
Cdla. Villa Nueva						0	Alto (5)
Coloma Román Sur						0	Alto (5)
Calificación	Nivel de vulnerabilidad, alto: 5						

Fuente: (Entrevistas a los presidentes de las comunidades y barrios, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Percepción comunitaria

Las encuestas muestran que el 76% de los barrios tienen ciertos conocimientos sobre los efectos negativos de los deslizamientos, el 28% de las viviendas están expuestas ante la posible amenaza de deslizamientos, cabe mencionar que tales viviendas se encuentran cerca de las pendientes de la microcuenca del río Guaranda, donde el 23% de viviendas han sido afectadas de manera directa o indirecta. Lo que respecta a la capacidad de recuperación de la población, el 69% de las familias no cuentan con los recursos para afrontar un desastre y para concluir, la mayoría de resultados negativos en este punto se da por la falta de conocimientos en gestión del riesgo que tiene la población, representada con un 76% (Tabla 95).

Tabla 95. Percepción comunitaria de la población ante la amenaza de deslizamiento

Variable de medición Barrios o sectores	Conocimiento de los efectos negativos				Capacidad de recuperación.				Conocimientos en gestión de riesgos.				Viviendas expuestas				Afectaciones a las viviendas			
	si		no		si		no		si		no		si		no		si		no	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Chalata Bajo, vía Paltambamba y vía al Castillo	22	13,3%	8	15,4%	1	1,5%	29	19,2%	1	1,9%	29	17,5%	4	6,5%	26	16,7%	5	10,0%	25	14,9%
Molino y Terminal	21	12,7%	16	30,8%	14	20,9%	23	15,2%	11	21,2%	26	15,7%	13	21,0%	24	15,4%	6	12,0%	31	18,5%
Peñón Bajo y Cdma. la Playa	44	26,5%	12	23,1%	14	20,9%	42	27,8%	14	26,9%	43	25,9%	19	30,6%	37	23,7%	19	38,0%	37	22,0%
Marcopamba y Cdma. Villa Nueva	43	25,9%	9	17,3%	18	26,9%	34	22,5%	14	26,9%	38	22,9%	12	19,4%	40	25,6%	12	24,0%	40	23,8%
Coloma Román Sur, vía a Chimbo y vía la FAE	36	21,7%	7	13,5%	20	29,9%	23	15,2%	12	23,1%	30	18,1%	14	22,6%	29	18,6%	8	16,0%	35	20,8%
total	166	76%	52	24%	67	31%	151	69%	52	24%	166	76%	62	28%	156	72%	50	23%	168	77%
Ponderación	Bajo (1)				Alto (5)				Alto (5)				Bajo (1)				Bajo (1)			
Calificación	Nivel de vulnerabilidad, bajo: 2,6																			

Fuente: (Encuesta dirigida a la población, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Resultados de la vulnerabilidad ante la percepción de la amenaza de la comunidad

Los resultados indican que los barrios tienen una alta desorganización comunitaria al solo contar con un comité barrial y muestra que existe un desinterés en el tema de gestión de riesgos y da paso a que ninguno de los barrios tenga instrumentos comunitarios para afrontar una amenaza. En lo que respecta a la percepción comunitaria, la mayor parte de la población no ha tenido conflicto ante la amenaza de deslizamiento y los que se encuentran en zonas susceptibles a deslizamientos han tomado medidas de reducción para la amenaza (Tabla 96).

Tabla 96. Resultados de la vulnerabilidad ante la percepción de la amenaza dentro de la comunidad

Criterio de Medición	Nivel de vulnerabilidad		
Medición	Bajo	Medio	Alto
Organización comunitaria			Alto (4,75)
Instrumento comunitario			Alto (5)
Percepción comunitaria	Bajo 2,6		
Calificación	Nivel de vulnerabilidad, medio: 4,11		

Fuente: (Encuesta y entrevistas, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.3.2. Resultados de la vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones (VPAI)

Preparación institucional para la prevención y atención de desastres

Los datos obtenidos de la (Tabla 97) muestran que la mayoría de instituciones cuentan con los 4 instrumentos para la prevención y atención de desastres. El

laboratorio agropecuario de la UEB es la única institución que solo cuenta con la Unidad de Gestión de Riesgos y el CPCC es la institución que no tiene ningún instrumento.

Tabla 97. Preparación institucional para la prevención y atención de desastres

Variable de medición Instituciones	Unidad de seguridad y/o gestión de riesgos	Plan de emergencia dentro de la institución.	Capacitaciones o talleres sobre la gestión de riesgos	Simulacros de emergencia y riesgos.	Total	Ponderación
Ministerio de agricultura y ganadería	1	1	1	1	4	Baja (1)
Vivero Municipal	1	1	1	1	4	Baja (1)
Concejo de participación ciudadana CPCC					0	Alto (5)
Clínica Becerra	1	1	1	1	4	Baja (1)
Corporación nacional eléctrica CNEL	1	1	1	1	4	Baja (1)
Centro de faenamiento		1	1	1	3	Baja (1)
Unidad Educativa Guaranda	1	1	1	1	4	Baja (1)
UEB Laboratorio agropecuario	1				1	Medio (3)
Calificación	Nivel de vulnerabilidad, bajo: 1,75					

Fuente: (Encuesta dirigida a las instituciones, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.3.3. Resultados de la vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial (VCGRT)

Instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos

La Unidad Gestión de Riesgos del GAD de Guaranda es la encargada de hacer los aportes técnicos referente a los estudios de vulnerabilidades y amenazas ante los fenómenos naturales y antrópicos que puedan afectar al cantón Guaranda, en la (Tabla 98) se puede evidenciar los aportes a los diferentes instrumentos para la gestión de riesgos territorial.

Tabla 98. Instrumentos institucionales para el desarrollo y la gestión de riesgos

	No cuenta	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado Y aplica	Ponderación
PUGS				X		Medio (3)
PDyOT				X		Medio (3)
Estudios de gestión de riesgo			x			Alta (5)
Planes de gestión de riesgo para las instituciones.					x	Bajo (1)
Planes de gestión de riesgo para la población.	x					Alto (5)
Calificación	Nivel de Vulnerabilidad, medio: 3,4					

Fuente: (Entrevista dirigida a la institución, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.3.4. Resultado de la vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta (VCA&R)

Los resultados de la (Tabla 99) indica que el nivel de vulnerabilidad por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad es medio, por la débil organización comunitaria y a su vez las afectaciones por amenaza de deslizamiento son mínimas, lo que respecta a la percepción de la amenaza dentro de las instituciones, disponen con una buena capacidad de respuesta para afrontar las amenazas y por último la capacidad de gestión de riesgos territorial muestra una debilidad en la utilización de los instrumentos para caracterizar la amenaza ante deslizamientos y poder afrontarlos.

Tabla 99. Resultados de la vulnerabilidad Capacidad de adaptación & respuesta

Criterio de Medición	Nivel vulnerabilidad		
	Bajo	Medio	Alto
Capacidad de adaptación & respuesta			
Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de la comunidad (VPAC)		Medio (4,11)	
Vulnerabilidad determinada por la percepción de la amenaza dentro de las instituciones (VPAI)	Bajo (1,75)		
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de gestión de riesgos territorial (VCGRT)		Medio (3,4)	
Calificación $VE = \frac{VPAC + VPAI + VCGRT}{3}$	Nivel de vulnerabilidad, medio: 3,08		

Fuente: (Encuesta y entrevista, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.2.4. Factores, áreas y niveles de la vulnerabilidad global

La vulnerabilidad global se divide en tres fases, vulnerabilidad por exposición, fragilidad y capacidad de adaptación & respuesta, cada una con sus respectivas dimensiones para definir el nivel de vulnerabilidad y que elementos son vulnerables ante la amenaza de deslizamiento.

La primera fase, la vulnerabilidad por exposición se determinó mediante la utilización de shapefiles compartidos por la Unidad de Gestión de Riesgos del GAD de Guaranda a cargo del ingeniero Patricio Medina, con la utilización del software ArcGIS se identificaron las áreas que fueron afectadas ante la amenaza de deslizamiento, la localización por ecosistemas, comprendida por la vegetación arbustiva, la plantación forestal, pastizales y cuerpos de agua, donde las 3 primeras áreas son afectadas con un nivel moderada ante la susceptibilidad a deslizamientos que ocupa 110,103 hectáreas equivalente al 47,14% del área de interés del proyecto (Tabla 67) con un nivel de vulnerabilidad medio.

La localización por infraestructura, se divide en 3, vías, redes vitales e instituciones, cada una con su calificación de la vulnerabilidad por exposición, la (Tabla 71) muestra que las vías son las infraestructuras con más probabilidad de ser afectadas con una longitud de 8,24 km la que ocupa el 49,44% del total de las vías, por otro punto, tenemos a las instituciones que están localizadas dentro de la zona de susceptibilidad moderada alta y muy alta ante deslizamientos, que coloca en un estado de incertidumbre de cómo estas desestabilizaría el desarrollo socio-económico de la ciudad y se obtuvo un nivel de vulnerabilidad medio.

La localización de la población, se define por viviendas urbanas y rurales, donde la mayoría intervienen dentro de las zonas de susceptibilidad moderada ante deslizamientos (Tabla 72), calificada con un nivel de vulnerabilidad medio, y por último tenemos la localización por sistemas productivos, comprendida por cultivos, ganadería, minería, áreas recreativas y zonas forestales, la (Tabla 73) indica que más del 48,35% de las áreas están dentro de zonas susceptibles moderadas a deslizamientos, que cubre 136,514 hectáreas, por lo cual obtiene un nivel de vulnerabilidad medio; al tener las 4 localizaciones ya definidas, se obtuvo un nivel medio a la vulnerabilidad por exposición.

La segunda fase, la vulnerabilidad por fragilidad, se logró obtener la información por medio de las encuestas realizadas a la población y a las instituciones, para comprender el estado de desarrollo de las familias e instituciones.

La fragilidad socio-economica, permitió identificar el nivel económico y el estado actual de las familias de los diferentes barrios o sectores, la (Tabla 80) muestra niveles bajos de vulnerabilidad al tener familias económicamente activas, se constató que pocas personas tiene problemas de discapacidad y la mayoría tiene un nivel educativo aceptable.

La fragilidad física, realizada mediante la matriz de evaluación estructural, se obtuvo información sobre la estructura y estado de las viviendas, donde la mayoría de las viviendas son de hormigón armado de 2 a 3 pisos, las viviendas son construidas con materiales pesados estos a la vez ejercen una fuerza sobre el terreno que desestabiliza el suelo, y como resultado se obtuvo un nivel de vulnerabilidad medio.

Y por último la fragilidad institucional, da a conocer la función que desempeñan las instituciones dentro de la ciudad, se calificó la antigüedad de la infraestructura y estado actual, el que alcanzó un nivel de vulnerabilidad medio; el resultado de las 3 vulnerabilidades por fragilidad dio un nivel bajo.

La tercera fase, la vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta, evalúa el nivel de preparación que tiene las personas y las instituciones frente a la amenaza, por medio de entrevistas a la Unidad de Gestión de Riesgo del GAD de Guaranda y al encargado de la Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencia de Guaranda, y las encuestas realizadas a la población, para conocer la percepción de la amenaza dentro de la comunidad, la amenaza dentro de las instituciones y capacidad de gestión de riesgos territorial, donde la comunidad tiene una débil organización y no cuenta con instrumentos para la prevención y atención de amenazas, donde se obtuvo un nivel medio de vulnerabilidad, pero se rescata la buena percepción que tiene frente a la amenaza de deslizamiento

Lo que respecta a las instituciones tienen un nivel bajo de vulnerabilidad, al tener y manejar todos los instrumentos para la prevención y atención ante las amenazas, para concluir, lo que respecta a la gestión territorial tiene una vulnerabilidad media

por no aprovechar a su máxima capacidad los instrumentos para la gestión de riesgo territorial; el resultado de la vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta obtuvo un nivel bajo.

Tabla 100. Resultado global de la vulnerabilidad

Criterio de Medición	Nivel vulnerabilidad		
	Bajo	Medio	Alto
Vulnerabilidad global			
Vulnerabilidad por localización		Medio (3)	
Vulnerabilidad por fragilidad	Bajo (2,4)		
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación & respuesta		Medio (3,08)	
Calificación $VE = \frac{VL + VF + VDCAR}{3}$	Nivel de vulnerabilidad Baja: 2,08		

Fuente: (Encuesta y entrevista, 2022), (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.3. Elaboración de estrategias para la reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en el área de interés del proyecto, correspondiente al objetivo 3.

Las estrategias de reducción se dividen en dos estructurales y no estructurales; las medidas estructurales son cualquier construcción física encaminadas a la reducción de la amenaza y vulnerabilidad; las medidas no estructurales son normativas, reglamentos, ordenanzas, instrumentos, capacitaciones, organización comunitaria, entre otras, para la prevención y mitigación de la amenaza.

4.3.1. Título

Estrategias para la reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en el área de interés del proyecto (Río Guaranda).

4.3.2. Justificación

La presente investigación se enfocó en elaboración de propuestas de reducción para la vulnerabilidad frente a la amenaza de deslizamiento, una vez realizada la identificación de los factores que influyen en la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y capacidad de adaptación & respuesta).

La amenaza de deslizamiento que se presenta en la microcuenca del río Guaranda que se evidencia en el (Anexo 4) muestra las zonas susceptibles a deslizarse, cabe mencionar que la mayoría de deslizamientos suscitados hasta la fecha se han generado en la época de invierno, dado los factores condicionantes (litología, pendiente, uso de suelo, distancia de ríos y distancia de vías) y detonantes (precipitación) que favorecen a la amenaza.

Según (Cuanalo & Gallardo, 2016). Las estrategias para la reducción de la vulnerabilidad y amenaza son: estructurales, instrumentales y no estructurales, con el fin de garantizar el bienestar de la población y sus bienes, tener una mejor capacidad de respuesta y reducir la amenaza.

Se consideró que las estrategias se realizarán en el área interés del proyecto (Río Guaranda), la que presenta inclinaciones de 17° y al tener en cuenta los puntos de

deslizamiento, y barrios que han sido afectados de forma directa o indirecta por los deslizamientos.

4.3.3. Objetivos

Objetivo General

Elaborar estrategias para la reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en el área de interés del proyecto.

Objetivo Específico

- Definir lineamientos y acciones para la reducción de la amenaza de deslizamiento en la zona de estudio.
- Definir lineamientos y acciones para la reducción de la vulnerabilidad de deslizamiento en el área de interés del proyecto.
- Establecer un plan de acción para la amenaza y vulnerabilidad frente a los deslizamientos.

4.3.4. Estrategias de reducción de reducción de la amenaza y vulnerabilidad

Fortalecer las capacidades y respuestas de las instituciones ante la amenaza de deslizamiento

El fortalecimiento de las capacidades y respuestas son primordiales para la reducción de la amenaza y vulnerabilidad en la microcuenca del río Guaranda.

Las instituciones que están inmersa para la reducción de la amenaza (área de estudio) y vulnerabilidad (área de interés) en la microcuenca del río Guaranda son:

Responsables

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial-Bolívar

Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda

Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Salinas

Colaboradores

Ministerio del Ambiente

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Ministerio de Agricultura y Ganadería del cantón Guaranda

Las instituciones mencionadas deben coordinarse y trabajar conjuntamente con cada comunidad y barrio en las estrategias o acciones para una respuesta eficaz.

El conocimiento por parte de los habitantes de las comunidades y barrios sobre la vulnerabilidad (área de interés) y la amenaza (área de estudio) expuesta en la microcuenca del río Guaranda es primordial para que tomen acciones de reducción ante la misma.

Estrategias de prevención y acciones para la reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento mediante por medio de medidas estructurales y no estructurales.

EL planteamiento de estrategias de prevención y reducción ante la susceptibilidad de generarse un deslizamiento, se enfocan en la mitigación y preparación, para enfrentar los efectos negativos frente a la amenaza y vulnerabilidad, que se genera dentro de la microcuenca del río Guaranda (Zona de estudio y área de interés).

Al conocer los efectos directos e indirectos, se plantean estrategias y acciones, mediante responsables y colaboradores, con el fin de promover la participación de

las instituciones y de la población, genera una cultura en gestión de riesgos que ayuda en el desarrollo de una sociedad segura, que permite obtener la integridad de vidas humanas, reducir pérdidas económicas, de bienes materiales y de infraestructuras; a continuación se presentan las estrategias y acciones que se deben implementar y llevar a ejecución dentro de la microcuenca del río Guaranda.

Tabla 101. Estrategias de prevención y acciones para la reducción de la amenaza ante deslizamientos

Nivel de amenaza	Zonas críticas	Medidas	Estrategia	Responsables o colaboradores
Muy alta Alta	Vía Salinas Vía Guaranda Ambato	Estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudio del suelo para la impermeabilización de los taludes de las vías. ➤ Drenaje para el escurrimiento de las aguas superficiales. ➤ Subdrenaje de zanjas para el control de las aguas subterráneas. ➤ Construcción de berma en taludes en las zonas más propensas a deslizamientos. 	Responsables GAD Provincial GAD Parroquial de Salinas Colaboradores GAD Cantonal de Guaranda Ministerio de Transporte y Obras Públicas Habitantes cercanas a las vías
		No estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Colocación de Señaléticas en las zonas susceptibles a deslizamientos ➤ Reforestación de plantas nativas para la estabilización del terreno. 	

	Parroquia Salina	Estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obras de canalización para la captación de las aguas superficiales. ➤ Estudios del suelo para la estabilización de taludes. 	Responsables GAD Provincial GAD Parroquial de Salinas
		No estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforestación en las orillas del río y en los sitios desprovistos de vegetación con plantas nativas para estabilizar el terreno. ➤ Limpieza de los drenajes para el correcto escurrimiento de las aguas superficiales. ➤ Elaboración de planes de gestión de riesgo ante la amenaza de deslizamiento. ➤ Equipo técnico para el estudio de las zonas susceptibles a deslizamientos. ➤ Cumplimiento del marco normativo ambiental del Ecuador para el manejo de excavaciones, deforestación, paisajismo y construcción. 	Colaboradores GAD Cantonal de Guaranda Ministerio de Agricultura y Ganadería Ministerio del Ambiente Habitantes cercanos a la microcuenca de la parroquia
	Zona de alta montaña	No estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Normativa adecuada en el uso del suelo y ordenamiento territorial. ➤ Reforestación en las orillas del río y en los sitios desprovistos de vegetación con plantas nativas. 	

Moderada	Comunidades de Carbón Chinipamba, 4 esquinas y el Corazón	Estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obras de canalización de las aguas superficiales. ➤ Estudios del suelo para la estabilización de taludes. 	Responsables GAD Provincial Junta directiva de 4 Esquinas Junta directiva del Carbón Junta directiva del corazón Colaboradores GAD Cantonal de Guaranda Ministerio de Agricultura y Ganadería Ministerio del Ambiente
		No estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforestación en los sitios desprovistos de vegetación con plantas nativas. ➤ Limpieza de los drenajes para el buen escurrimiento de las aguas superficiales. ➤ Planes de gestión de riesgo ante la amenaza de deslizamiento. ➤ Equipo técnico para el estudio de las zonas susceptibles a deslizamientos. ➤ Normativa adecuada en el uso del suelo y ordenamiento territorial. 	
	Alta montaña	No estructural Estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Normativa adecuada en el uso del suelo y ordenamiento territorial ➤ Reforestación en los sitios desprovistos de vegetación con plantas nativas 	

Bajo	Ciudad de Guaranda	No estructural	➤ Normativa adecuada en el uso del suelo y ordenamiento territorial.	Responsables GAD Cantonal de Guaranda Colaboradores Departamento de Obras públicas.

Fuente: (SNGRE, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

Tabla 102. Estrategias de prevención y acciones para la reducción de la vulnerabilidad ante deslizamientos

Tipo de vulnerabilidad	Zonas críticas	Estrategias o acciones	Acciones	Responsables o colaboradores
Ecosistemas	Mal manejo de vertientes de agua, en la vía a Paltabamba y en las calles del peñón y la Cdla, La Playa.	Estructurales	Estudios para el manejo y captación de aguas de las diferentes vertientes.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Colaboradores: Ministerio del Ambiente. Ministerio de Transporte y Obras Públicas
		No estructurales	Cumplimiento del marco normativo ambiental del Ecuador sección 3.1 respecto al cuidado y manejo de aguas,	
Infraestructura	Tramos de la vía al castillo con daños por deslizamiento que afecta el transporte y la integridad de la población.	Estructurales	Ejecución de un sistema de drenaje, para las aguas subterráneas y pluviales, para el manejo adecuado del escurrimiento de agua. Elementos de refuerzo para la resistencia del corte del terreno.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Junta directiva de la comunidad del Castillo Colaboradores:
		No estructurales	Implementar proyectos para la conservación de ecosistemas con planes de reforestación y manejo de cuerpos de agua.	

			Comunicar a las personas del sector, acerca de las áreas o zonas con mayor susceptibilidad a deslizamiento.	Ministerio de Transporte y Obras Públicas Ministerio del Ambiente.
Calles en mal estado del parque el peñón con afectaciones directas por la erosión al pie del talud.	Estructurales		Implementación de un sistema de drenaje, para el escurrimiento de aguas subterráneas y pluviales.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Colaboradores: Departamento de Obras Públicas
	No estructurales		Estudios de suelos para el tratamiento de terreno por la presencia de aguas subterráneas. Comunicar a las personas del sector, acerca de las áreas o zonas con mayor susceptibilidad a deslizamiento.	
Centro de faenamiento municipal de Guaranda, con afectaciones a los tanques de tratamiento por deslizamientos.	Estructurales		Implementación de muros de contención o gaviones, para las estabilizaciones de la infraestructura, con el fin de soportar el peso ejercido y funcionar como barrera de protección ante la erosión hídrica.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Cuerpo directivo del camal Colaboradores: Departamento de Obras Públicas
	No estructurales		Implementación de la gestión de riesgo como factor transversal, con el fin de examinar las capacidades de adaptación y respuesta.	

	Subestación eléctrica CNEL, afectaciones al pie del talud.	Estructurales	Aplicación de sistemas de protección superficial al terreno expuesto para reducir la erosión del talud.	Responsables: Gad provincial Gad municipal de Guaranda Cuerpo directivo de CNEL Colaboradores: Ministerio de Transporte y Obras Públicas Unidad de gestión de riesgo.
		No estructurales	Implementar proyectos para la conservación de ecosistemas con planes de reforestación con plantas nativas de la localidad. Comunicar al personal de la institución, acerca de las áreas o zonas con mayor susceptibilidad a deslizamiento.	
Población	Sector o barrio el Peñón bajo, daños directos a las viviendas.	Estructurales	Obras de canalización de agua fluvial. Elaboración de muros de contención o gaviones, con el objetivo de funcionar como barrera de protección ante la erosión hídrica. Cumplimiento de las normativas de construcción.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Comité barrial del Peñón bajo Colaboradores: Departamento de Obras Públicas
		No estructurales	Incorporación de la Unidad de Gestión de riesgo para el trabajo en conjunto de la comunidad y las entidades de emergencia.	

			Capacitaciones a la población sobre capacidad de adaptación & respuesta ante la amenaza de deslizamiento.	Unidad de gestión de riesgo.
	Sector o barrio Cdla La Playa daños indirectos par deslizamientos.	Estructurales	Cumplimiento de las normativas de construcción.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Comité barrial de la Cdla. La Playa Colaboradores: Departamento de Obras Públicas Unidad de gestión de riesgo.
		No estructurales	Incorporación de la Unidad de Gestión de riesgo para el trabajo en conjunto de la comunidad y las entidades de emergencia. Planes de gestión de riesgo ante la amenaza de deslizamiento Comunicar a las personas, acerca de las áreas o zonas con mayor susceptibilidad a deslizamiento.	
	Sector o barrio Marcopamba, daños y desgaste al muro de contención.	Estructurales	Evaluación y mantenimiento al muro de contención.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Comité barrial de Marcopamba Colaboradores:
		No estructurales	Cumplimiento de la normativa de construcción.	

				Departamento de Obras Públicas Unidad de gestión de riesgo. Departamento de Obras Públicas Unidad de gestión de riesgo.
Institucional.	Unidad de gestión de riesgo del GAD de Guaranda, cuenta con una débil capacidad de respuesta ante la amenaza de deslizamiento.	Estructurales	Estudios de suelos que están alrededor del río Guaranda, para futuros proyectos de estabilización de talud.	Responsables: Gad municipal de Guaranda Unidad de gestión de riesgo. Colaboradores: Policía Bomberos Cruz roja
		No estructurales	Planes de gestión de riesgos para la población. Capacitaciones a la población. Coordinación entre la unidad y las entidades de emergencia.	

Fuente: (SNGRE, 2022)

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

4.3.5. Viabilidad

Se compone por la factibilidad de poder ejecutar los proyectos para la reducción de la amenaza y de la vulnerabilidad del presente proyecto investigativo, por lo que se realizó en base al enfoque político, técnico, social, financiero y ambiental.

Tabla 103. Viabilidad de las estrategias propuestas

Reducción	Viabilidad	Descripción
Amenaza & Vulnerabilidad	Político	Las estrategias o proyectos se enfocan en resguardar la vida humana, bienes materiales y la economía, que forman parte de las prioridades dentro de la gobernanza local y de la comunidad social.
	Técnico	Por parte del GAD Provincial y Gad Cantonal, cuentan con los profesionales y técnicos en el área para la dirección y ejecución de los proyectos y en base a la coordinación y cooperación de las Instituciones del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y la Universidad Estatal de Bolívar.
	Social	Por medio de la percepción de la población encuestada, se puede determinar el interés que tienen las personas a que se ejecuten proyectos para la reducción de la amenaza y el mantenimiento de muros de contención y sistemas de drenaje.
	Financiero	La ejecución de los proyectos se realiza en base a la cooperación y participación de las comunidades con la gobernanza a nivel cantonal y provincial, para la cotización de los beneficios y el impacto que tendría la implementación de los diferentes proyectos.
	Ambiental	Al ser un proyecto que está relacionado directamente con la microcuenca del río Guaranda, las estrategias de reducción tienen como punto la conservación de los ecosistemas, para un equilibrio ambiental y humano.

Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los factores directamente proporcionales con mayor intervención en el modelamiento del mapa de susceptibilidad es la **pendiente** debido que el área de estudio se encuentra localizada en la serranía con inclinaciones $>9^\circ$, la **litología** por la composición (tobas, brechas, basalto y arcilla) de suelos y la **precipitación** la cual presenta lluvias >1000 mm³ anual; y los factores inversamente proporcionales que mayor influyen es el **río** y la **vía** considerados desestabilizadores de los taludes, dichos indicadores aumentan la probabilidad de ocurrencia de los deslizamientos.
- Los factores de vulnerabilidad por localización, fragilidad y determinada por la capacidad de adaptación y respuesta, frente a la amenaza de deslizamiento, fueron óptimos para determinar el grado de vulnerabilidad global (nivel de vulnerabilidad baja: 2,08) dentro del área de interés del presente proyecto, el cual permitió conocer las vulnerabilidades **ambientales** (media), **socioeconómicas** (baja), **funcionales** (media), **estructurales** (media), **institucionales** (baja) y **políticas** (alto).
- Referente a las estrategias de reducción que se plantearon en las diferentes zonas críticas, dada por la ausencia de proyectos que reduzcan y mitiguen la amenaza o la vulnerabilidad ante deslizamientos. Se elaboraron estrategias en base a las medidas estructurales, y no estructurales y se consideró la viabilidad política, técnica, social, financiera y ambiental.

5.2. Recomendaciones

- En base al proyecto de investigación, se recomienda realizar estudios de suelo en el área de interés, para la estabilización de los taludes de las zonas vulnerables (medias), para la implementación de muros de contención o gaviones, con el fin de disminuir la vulnerabilidad.
- Diseñar un mapa de susceptibilidad a deslizamiento en 4 años con shapefiles actuales donde se aplique la misma metodología del presente proyecto, para realizar una comparación de mapas, un análisis de los datos y poder hacer una valoración de información.
- La aplicación de una estación meteorológica en el río Guaranda para estudiar el comportamiento del río en la época de invierno, dado que el factor detonante principal del deslizamiento es por la presencia de fuertes precipitaciones.
- Para la reducción de las vulnerabilidades medias y en base a las estrategias propuestas, se recomienda al GAD cantonal de Guaranda socializar los resultados de la investigación con las comunidades y barrios de la ciudad para la concientización y ejecución de proyectos que beneficien a la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Fritzsche, K., & Schneiderbauer, S. (2016). *El Libro de la vulnerabilidad*. Berlin: Deutsche Gesellschaft für. Recuperado el 18 de Julio de 2022, de https://www.adaptationcommunity.net/download/va/vulnerability-guides-manuals-reports/giz_sbv_ES_SOURCEBOOK_screen_v171019.pdf
- Vera Rodríguez , J., & Albarracín Calderón, A. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 109-136. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2309>
- Agencia de la GTZ en San Salvador. (noviembre de 2002). *Guía para la gestión local de riesgo por deslizamiento* . Recuperado el 7 de Julio de 2022, de http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/guias_kaqchikel/guias/pdf/doc584/doc584-spa.pdf
- Aguirre, B. (2004). Los desastres en Latinoamérica: vulnerabilidad y resistencia. *Revista Mexicana de Sociología*, 485-510. Recuperado el 8 de Julio de 2022, de <https://www.jstor.org/stable/3541400?origin=crossref>
- Alonso, G. J. (Abril de 2013). *Revisión del concepto de desarrollo local desde una perspectiva territorial*. (U. d.-L. Mancha, Ed.) Recuperado el 12 de Julio de 2022, de http://ceder.ulagos.cl/lider/images/numeros/23/1.-LIDER%2023_Juarez_pp9_28.pdf
- Alva, J. E. (s/f). Análisis de estabilidad de taludes y medidas de mitigacion. (*Tesis de ingeniero civil*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Peru. Recuperado el 25 de Junio de 2022, de <http://www.jorgealvahurtado.com/files/EstTaludes-CerroPasco-Huanuco.EstN2-v6.pdf>
- Andocilla , L. (2012). Implementacion del Algoritmo de Lógica Fuzzy aplicado a la determinación del grado de susceptibilidad a deslizamientos en el area Mongas - Ferroviaria - La Magdalena- Itchimbia del distrto metropolitano de Quito. (*Tesis de ingeniero geografo y del medio ambiente*). ESPE,

- Sangolqui, Ecuador. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5822>
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República*. Obtenido de www.asambleanacional.gov.ec: www.asambleanacional.gov.ec
- Baró, J., & Carreto, F. (s.f.). Antología: riesgos hidrometeorológicos. (*Tesis de licenciatura en geología ambiental y recursos hídricos*). Universidad Autónoma del Estado de México, México. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/69929/secme-24091_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrantes, G., & Barrantes, O. (2011). Efectividad de la metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*. Recuperado el 5 de Julio de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451745770006.pdf>
- Briceno, M., & Álvarez, F. (2012). *Manual de riesgo y drenaje*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_5_Manual_de_Riego_y_Drenaje..pdf
- Calle, M. (2013). Estudio de drenaje superficial y sibdrenaje para la estabilización del macrodeslizamiento de puenteloma de la vía léntag-ríos San Francisco de 50 km de longitud ubicada en la provincia del Azuay. (*Tesis de ingeniería civil*). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de <file:///C:/Users/Hewlett%20Packard/Downloads/tesis.pdf>
- Carbajal, A. F. (2019). Análisis de vulnerabilidad ambiental por deslizamiento en la microcuenca del río Tabarcia, Cantón de Mora, república de Costa Rica. (*Tesis de Sistema de estudios de posgrado*). Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/80292/Tesis_Carbajal_Vald%C3%A9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Collado, S. (15 de Diciembre de 2008). *Prevención fr riesgos laborales: principios y marco normativo*. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de https://www.ehu.eus/documents/2069587/2113963/15_7.pdf
- Comisión Nacional Forestal. (2010). *Prácticas de reforestación. Manual básico*. México: SEMARNAT. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF
- Cuanalo, D. O., & Gallardo, M. R. (21 de Mayo de 2016). *Fenómenos de remoción en masa. Acciones para reducir la vulnerabilidad y el riesgo*. Recuperado el 8 de Julio de 2022, de http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector11_5.pdf
- Escobar, B. (2020). Plan de gestión de riesgos ante deslizamientos, Escuela de Educación General Básica Demetrio Aguilera Malta, "comunidad Boquerón - Olmedo. (Tesis de ingeniero en medio ambiente). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí. Recuperado el 25 de Julio de 2022, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2567/1/TESIS%20BRAYAN%20ESCOBAR%20CARRANZA.pdf>
- Escobar, C. E., & Escobar, G. D. (2017). Erosión y movimientos en masa. (*Geotecnia para el trópico andino*). Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Recuperado el 25 de Junio de 2022, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57334/erosionymovimientosenmasa.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Espinosa, L., & Balderas, M. (2018). El relieve, factor para la génesis, desarrollo y gestión del riesgo. *Ciencia Ergo Sum*. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/104/10453975008/10453975008.pdf>
- Flores, D. (2020). Identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en el municipio de Valle de Bravo, estado de México. (*Tesis de licenciado en Geología Ambiental y Recursos Hídricos*). Universidad Autónoma del Estado de México, Valle de Bravo, Mexico. Recuperado el 6 de Julio de 2022, de

- http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110117/5_Tesis%20Daniel%20Flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Franz (Dirección). (2021). *Configurar la Matriz Saaty para Evaluación Multicriterio* [Película]. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=bONLsstGDzM>
- GAD-Guaranda. (Diciembre de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 2022, de <http://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/download/PDOT-Canton-Guaranda-preliminar.pdf>
- García, M., & Domínguez, E. (2013). Desarrollo teórico de la Resiliencia y su aplicación en situaciones adversas: Una revisión analítica. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 63-77. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-715X2013000100003
- Gonzalez, A. P. (2002). Erosion y escorrentia. *ResearchGate*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de <file:///C:/Users/Hewlett%20Packard/Downloads/PazyVidal-erosion.pdf>
- González, G. r. (2014). Estabilidad de taludes en suelos. (*Tesis de Ingeniero civil*). Universidad Nacional Autónoma de México, Nezahualcóyotl, EDO. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <http://132.248.9.195/ptd2014/mayo/0712861/0712861.pdf>
- Guevara, M. d. (s/f). *Geología*. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de Geología: <http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/maestria-grd/documentos/TEER/geologia-mrg.pdf>
- Herrero, V., & García, T. (2016). *Incapacidad y Discapacidad: Diferencias conceptuales y legislativas*. AEEMT. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de http://www.aeemt.com/contenidos/grupos_trabajo/Incapacidad_Discapacidad_AEEMT/DOCUMENTO%20INCAPACIDAD%20Y%20DISCAPACIDAD.pdf

- Instituto Panamericano de Geografía e Historia. (2018). *Calculo de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el entorno SIG*. Quito, Ecuador. Recuperado el 22 de Agosto de 2022
- Irasema, A. A. (1999). Deslizamientos o movimientos del terreno Definición, clasificaciones y terminología. *SciELO Analytics*. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000100002#:~:text=Con%20base%20en%20las%20etapas,ende%2C%20deslizamiento%20de%20roca%20individual%2C
- Jaramillo, J., & Pasato, J. (2016). Aplicación del método Mora Vahrson para la calificación de la susceptibilidad a los deslizamientos de la vía Macas - Riobamba en la parroquia Zuñac. (*Tesis de ingeniero en geología y minas*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas. Recuperado el 21 de 7 de 2022, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4928>
- Jiménez, J. M. (2013). Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. (*Tesis de ingeniería civil*). Universidad Veracruzana, Xalapa. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- Jiménez, U. (2016). Susceptibilidad a deslizamientos del barrio Amable Maria en la parroquia el Valle, canton y Provincia de Loja -Ecuador. (*Tesis de ingeniería en geología Ambiental y Ordenamiento Territorial*). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Recuperado el 6 de Julio de 2022, de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/16369>
- Lara, M., & Sepúlved, S. (2008). *Remociones en masa*. Chile. Recuperado el 6 de Julio de 2022, de https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/1/GL62C/1/material_docente/bajar?id=159913
- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Guatemala. Obtenido de <http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/brasil%2006/Material%20previo/Allangestriesg.pdf>

- Loor, V. E., & Paucar, J. A. (2022). Percepción del riesgo de la población ante amenazas de sismo, inundación y deslizamiento del cantón Portoviejo. *Revista sangregorio*. Recuperado el 7 de Julio de 2022, de https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2003/pdf_19
- López, M. C. (2011). Estudio técnico de deslizamiento en el sector el Salado que permita controlar la afectación al balneario y viviendas cercanas al río vascún del cantón Baños de la provincia de Tungurahua. (*Tesis de ingeniería civil*). Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado el 25 de Junio de 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1370/1/Tesis%20617%20-%20L%C3%B3pez%20Cordonez%20%20Mar%C3%ADa%20Cristina.pdf>
- Mary B, A. (1994). *Al norte del río*. Panamá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de https://www.desenredando.org/public/libros/1994/anrg/anrg_cap01-QCM_oct-8-2002.pdf
- Mehrotra, S., & Vandemoortele, J. (2000). *Servicios básicos para todos*. Florencia. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/basics.pdf>
- Mencías, D. K. (2015). Determinación de la infiltración en el suelo, estudio de la calidad del agua para regadío y manejo ambiental del sistema de riego el Pisque – Pichincha. (*Tesis de magíster en gestión ambiental en la industria*). Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1456>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (14 de 09 de 2022). *GOV.CO*. Obtenido de GOV.CO: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cicloVida.aspx>
- Molina, P. C., & Vera, G. T. (2013). *Álisis de amenaza por tipo de movimiento en masa*. SIGSIG. Recuperado el 21 de Julio de 2022, de

https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/003/110/3110105.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220721%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220721T132401Z&X-Amz-SignedHeaders=h

Montes, P. (2011). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5739/1/S01111024_es.pdf

Muenala, M. d. (Marzo de 2018). Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador. (*Tesis de magíster en gestión integral de cuencas hidrográficas*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8212>

Naula, A. (2013). Levantamiento topográfico y catastral del barrio "nuestra señora del Quinche" ubicado en la parroquia - el Quinche, cantón – Quito, provincia - Pichicha. (*Tesis de perito geomensor*). Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1427/1/T-UCE-0011-11.pdf>

Olín, L., & Méndez, J. (2019). *Acercamiento teórico y conceptual de la vulnerabilidad y los fenómenos hidrometeorológicos*. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Salvador. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/4711>

Orejuela, I. F. (2020). Susceptibilidad a deslizamientos en la vía Aloag – Santo Domingo, mediante lógica difusa. *Geoespacial*, 17(2), 01–12. Recuperado el 15 de Septiembre de 2022, de <https://doi.org/10.24133/geoespacial.v17i2.1571>

- Padilla, O. (2007). Fundamento teórico para modelización de variables ambientales mediante operadores difusos. *Revista Geoespacial*, 4. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/1604/1225>
- Parra, C., & Rodríguez, F. (2015). La capacitación y su efecto en la calidad dentro de las organizaciones. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 131-143. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de <https://doi.org/10.19053/20278306.3115>
- Pérez, R., & Rojas, E. (Diciembre de 2005). Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la microcuenca las Marías. Telica, León. (*Trabajo de diploma*). Univercidad Nacional Agraria, Managua. Recuperado el 25 de 6 de 2022, de <https://repositorio.una.edu.ni/1077/1/tnp35p438.pdf>
- Ponce, J. (2017). Susceptibilidad a deslizamientos en la carretera Jipijapa – Puerto Cayo. (*Tesis de ingeniero en medio ambiente*). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1052/1/TESIS%20DE%20SUSCEPTIBILIDAD%20A%20DESLIZAMIETO%20EN%20LA%20CARRETERA%20J%20-%20P%20C.pdf>
- Rosales, U. B., & Centeno, Y. d. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de <https://core.ac.uk/download/pdf/35164862.pdf>
- Salcedo, D., & Padilla, O. (2020). Evaluación de susceptibilidad a deslizamientos mediante lógica Fuzzy y técnicas de evaluación multicriterio en la avenida Simón Bolívar, Quito. *Revista Geoespacia*, 1–20. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/1604>
- Sarli, A. C. (2005). *Capacidad de resistencia, vulnerabilidad y cultura de riesgos*. Maracaibo, Venezuela: Universidad del Zulia. Recuperado el 8 de Julio de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/122/12214204.pdf>

- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2009). *Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la inversión pública*. Lima, Perú: Secretaría General de la Comunidad Andina. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/Temas/AtencionPrevencionDesastres/EJET4IncorporandoGestionRiesgoDesastresInversionPublica.pdf>
- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2018). *Glosario de términos y conceptos de la gestión del riesgo de desastres para los países miembros de la comunidad andina*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6219/04Capitulo2.PDF>
- Secretaria Nacional de Gestion de Riesgo. (Octubre de 2010). *Factores y su valoración para la metodología preliminar de elaboración de mapas de amenaza por movimientos en masa a escala 1:50.000*. Recuperado el 18 de Agosto de 2022, de <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/SNRG/ATLAS%20B%C3%81SICO%20PRELIMINAR/METODOLOGIA/Methodolog%C3%ADa%20MOV%20MASAS.pdf>
- Segarra, F., & Daniel, M. (2022). Zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos. (*Tesis de ingeniería ambiental*). Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado el 24 de Junio de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21610/1/UPS-CT009501.pdf>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2019). *Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 7 de Julio de 2022, de <https://sni.gob.ec/documents/10180/3830914/gestionriesgo/664a56d6-7e33-4308-9cf7-66e7976a48d8#:~:text=Conjunto%20de%20estrategias%20y%20procesos,y%20el%20modelo%20territorial%20deseado>.
- SITEAL. (5 de 2019). *Perfil de país Ecuador*. (UNESCO, Ed.) Obtenido de UNESCO:

https://siteal.iiiep.unesco.org/sites/default/files/sit_informe_pdfs/dpe_ecuador-_25_09_19.pdf

- SNGR, PNUD. (2011). *Propuesta Metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas a nivel municipal*. Quito, Ecuador: Biblioteca Virtual SNGRE. Recuperado el 18 de Julio de 2022, de Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias: <https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec:8443/items/show/122>.
- Soto, J. (2017). Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la rivera del río Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca. (*Tesis de ingeniería civil*). Facultad de ingeniería programa de ingeniería civil, Bogotá, Colombia. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16402/1/TRABAJO%20ODE%20GRADO%20GAVIONES%20final.pdf>
- Suarez, J. (1998). Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. (*Tesis de ingeniería civil*). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Recuperado el 6 de Julio de 2022, de <http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>
- Tapia, J. (2016). Estructura de la precipitación y su variabilidad espacio-temporal a lo largo de una gradiente altitudinal. (*Tesis de ingeniero Civil*). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24348/1/tesis.pdf>
- Tocabens, B. E. (2011). Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiol*, 470-481. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v49n3/hie14311.pdf>
- Vega, J. (2013). Estimación del riesgo por deslizamiento de laderas generados por eventos sísmicos en la ciudad Medellín usando herramientas de la geomática. (*Tesis de magíster en geomática*). Universidad Nacional de La Plata. Recuperado el 6 de Julio de 2022, de

https://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Premio/Tesis_2015/Tesis_Johnny_Vega.pdf

Villacreses, J. (2010). Modelaje hidráulico y aplicación del uso de espigones en una sección curva del río Chiche. (*Tesis de Ingeniero Civil*). Universidad San Francisco de Quito, Quito. Recuperado el 13 de Julio de 20227, de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/754/1/98251.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Metodología de ponderación de Escobar Carranza

Factor condicionante		
Geomorfología		
Características	Clase	Calificación
Relieves colinados bajos	Muy Baja	1
Relieves colinados medio	Baja	2
Relieves colinados altos	Media	3
Relieves colinados muy altos	Alta	4
Geología/Litología		
Características	Clase	Calificación
Margas tabáceas, lititas, areniscas, brechas, piowlavas, basaltos, diabasas.	Muy Baja	1
Areniscas, intercalaciones de arenas, conglomerados.	Baja	2
Arcillas, lutitas	Media	3
Arcillas, arcillas arenosas, limolitas.	Alta	4
Uso del suelo		
Característica	Clase	Calificación
Vegetación Arborea	Muy Baja	1
Vegetación arbustiva	Baja	2
Vegetación herbácea	Media	3
Sin vegetación	Alta	4
Pendiente		
Rango %	Clase	Calificación
< 25	Muy Baja	1
25-40	Baja	2

40-70	Media	3
> 70	Alta	4
Detonante		
Precipitaciones		
Rango (mm anuales)	Clase	Calificación
0-500	Muy Baja	1
500-1000	Baja	2
1000-1500	Media	3
> 1500	Alta	4

Metodología de ponderación de la secretaria nacional de Gestión de Riesgo

Factor condicionante		
Litología		
Características	Clase	Calificación
Abanico aluvial, andesita anfibólica, ríodacita, Basalto, piroxénicas Areniscas cuarzosas de grano fino a medio, lutitas Areniscas, lignitas, cuarcita, filita, esquistos, grafito, metavolcánica. Lava andesita, basalto, lava basáltica, porfiricos y extrusivos indiferenciados.	Muy baja	1
Cuarcitas, pizarras, filitas, esquistos, granito, granito rosado, grano diorita, diques. Lava piroclásticos, piroclastos, andesita, aglomerado	Baja	2
Andesita, brecha, aglomerado, andesita, piroxénicas, piroclastos, basalto-brecha lahar. Areniscas finas, conglomerados, arcillas, lignitas, areniscas.	Media	3

<p>Esquistos verdes, anfibolitas, cuarcitas, esquistos muscovíticos, cuarzo, esquistos gneis.</p> <p>Lavas basálticas, lahar, piroclastos, brechas, dacita, toba.</p> <p>Lutita arenisca, cuarzosa, pizarra grafitosa, arenisca, limonita, arenisca cuarzosa.</p>		
<p>Areniscas tobáceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, areniscas conglomerados, horizontes de arcillas, arcillas bentoníticas, arenisca toba.</p> <p>Lutita, arenisca volcanoclasticas, tobas, brechas, basaltos.</p> <p>Deposito de terrazas, limolita, conglomerados cuarzosos.</p> <p>Lutita negra, chert, caliza negra, caliza fosilífera, arenisca bituminosa, arenisca calcárea.</p> <p>Lutita abigarrada, limo yeso, limo arenisca.</p> <p>Lutitas carbonosa.</p>	Alta	4
<p>Arcilla roja, arenisca fina, arcillas, abigarradas, lutitas, arcilla abigarrada, areniscas arcillosas, limolitas, arenisca.</p> <p>Abanico aluvial, conglomerados gruesos, tobas, arenas, arcillas, cono de deyección, deposito aluvial, deposito coluvial.</p> <p>Deposito fluvio-glaciario, deposito lagunar, deposito laharítico.</p> <p>Deposito clásticos de grano medio a grueso, arenas, arcillas, piroclastos.</p> <p>Deposito galciarios, morrenas, derrumbe, lahares, limo aglomerado.</p>	Muy alta	5
Uso del suelo		

Característica		Clase	Calificación
Arborea (plantación de pino, eucalipto, etc., bosque húmedo denso)		Muy baja	1
Arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.)		Baja	2
Herbácea (Paramo, pastizales, etc.)		Media	3
Cultivos (Ciclo corto y permanente)		Alta	4
Área urbana, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos, canales, etc.) y uso desnudo		Muy alta	5
Pendiente			
Rango		Clase	Calificación
Porcentaje	Grados	Descripción	#
0-15	0°-9°	Muy baja	1
> 15-30	> 9°-17°	Baja	2
> 30-50	> 17°-26°	Media	3
> 50-100	> 26°-45°	Alta	4
> 100	> 45°	Muy alta	5
Detonante			
Precipitaciones			
Rango (mm anuales)		Clase	Calificación
0-500		I	1
500-1000		II	2
1000-1500		II	3
> 1500		IV	4

Metodología para el modelamiento del mapa de susceptibilidad a deslizamiento del Instituto Panamericano de Geografía e Histórica

Relación	Variable
Directamente Proporcional	Pendiente
	Precipitación
	Uso de Suelo
	Litología
Inversamente Proporcional	Distancia de ríos
	Distancia de vías

Metodología de calificación de Mora Varhson

Clases	Calificación de la susceptibilidad a deslizamiento	Características
I	Muy baja	Sectores estables, no requieren medidas correctivas. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, bomberos, entre otras.
II	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructuras de grandes extensiones. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, bomberos, entre otras. Los sectores con rellenos mal compactado son de especial cuidado.
III	Moderada	No se recomienda la construcción de infraestructuras si no se realizan estudios geotécnicos y se mejora la condición del sitio. Las mejoras pueden incluir movimientos de tierra,

		estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, reforestación, entre otros.
IV	Alta	No se recomienda la construcción de infraestructuras, para su utilización de debe realizar estudios de estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector, en caso contrario deben mantenerse como áreas de protección.
V	Muy alta	No se recomienda la construcción de infraestructuras, se recomienda tener como áreas de protección.

Metodología aplicada en el trabajo investigativo

Factor	Indicadores	Descripción	Valor del indicador	Ponderación	Valor máximo
Directamente Proporcional	Pendiente	Débil, plano o casi plano	1	0.46	2.30
		Irregular, ondulación moderada	2		
		Fuertes colinas	3		
		Muy fuertes, escarpados	4		
		Abrupta, montañosa	5		
	Precipitación	0-500 mm ³	1	0.22	0.88
		>500-1000 mm ³	2		
		>1000-1500 mm ³	3		
		>1500 mm ³	4		
	Uso de suelo	Arborea (plantación de pino, eucalipto, etc., bosque húmedo denso)	1	0.10	0.50

		Arbustiva (Matorral, chilca, chaparro, etc.)	2		
		Herbácea (Paramo, pastizales, etc.)	3		
		Cultivos (Ciclo corto y permanente)	4		
		Área urbana, espacios construidos y cuerpos de agua (edificaciones, excavaciones mineras, canteras, carreteras, oleoductos, etc., lagunas, reservorios, pantanos, canales, etc.) y uso desnudo	5		
Litología	Abanico aluvial, andesita anfibólica, riodacita, Basalto, piroxénicas Areniscas cuarzosas de grano fino medio, lutitas Areniscas, lignitos, cuarcita, filita, esquistos, grafito, metavolcánica. Lava andesita, basalto, lava basáltica, porfiricos y extrusivos indiferenciados.	1	0.12	0.60	
	Cuarcitas, pizarras, filitas, esquistos, granito, granito rosado, grano diorita, diques. Lava piroclásticos, piroclastos, andesita, aglomerado	2			

	<p>Bandesita, brecha, aglomerado, andesita, piroxeno, piroclastos, basalto-brecha lahar.</p> <p>Areniscas finas, conglomerados, arcillas, lignitos, areniscas.</p> <p>Esquistos verdes, anfibolitas, cuarcitas, esquistos muscovíticos, cuarzo, esquistos gneis.</p> <p>Lavas basálticas, lahar, piroclastos, brechas, dacita, toba.</p> <p>Lutita arenisca, cuarzosa, pizarra grafitosa, arenisca, limonita, arenisca cuarzosa.</p>	3		
	<p>Areniscas tobáceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, areniscas conglomeradas, horizontes de arcillas, arcillas bentonitas, arenisca toba.</p> <p>Lutita, arenisca volcanoclasticas, tobas, brechas, basaltos.</p> <p>Depósito de terrazas, limolita, conglomerados cuarzosos.</p> <p>Lutita negra, chert, caliza negra, caliza fosilífera, arenisca bituminosa, arenisca calcárea.</p>	4		

		<p>Lutita abigarrada, limo yeso, limo arenisco.</p> <p>Lutitas carbonosas, chert negras.</p>			
		<p>Arcilla roja, arenisca fina, arcillas, abigarradas, lutitas, arcilla abigarrada, areniscas arcillosas, limolitas, arenisca.</p> <p>Abanico aluvial, conglomerados gruesos, tobas, arenas, arcillas, cono de deyección, deposito aluvial, deposito coluvial.</p> <p>Deposito fluvio-glaciar, deposito lagunar, deposito laharitico.</p> <p>Deposito clásticos de grano medio a grueso, arenas, arcillas, piroclastos.</p>	5		
Inversamente Proporcional	Vía	Distancia euclidiana	0 – 2382,16	0,06	0,06
	Río	Distancia euclidiana	0 – 4699,88	0,04	0,04

Metodologías de vulnerabilidad

Tabla 2. Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes.

Tipo de vulnerabilidad	Función
Vulnerabilidad global (V)	$V = \frac{VE + VF + VCAyR}{3}$ <p>Vulnerabilidad global (V) Vulnerabilidad por exposición (VE) Vulnerabilidad por fragilidad (VF) Vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)</p>
Vulnerabilidad por exposición (VE)	$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$ <p>Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE) Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI) Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP) Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP).</p>
Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	$VF = \frac{VFF + VFSE + VFA + VFI}{4}$ $VFA = \frac{CPUS + NDEF + IECC}{3}$ <p>Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF) Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE) Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA) Vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI) Conflictos por uso del suelo (CPUS) Nivel o grado de deforestación (NDEF) Impacto estimado del cambio climático (IECC).</p>
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)	$VCAyR = \frac{VCAyRACE + VCAyRPR + VCAyGGT}{3}$ <p>Vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE) Vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo (VCAyRPR) Vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial (VCAyGGT)</p>

Fuente: elaboración propia.

TOOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE AMENAZAS DE INUNDACIÓN, REMOCIÓN EN MASA LLIJOS TORRENCIALES EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Componentes de la vulnerabilidad	Variable	Puntaje	Nivel	Total (v)	
VE	VEI	5	4.0	Media	
	VEE	3			
	VEP	5			
	VESP	3			
VF	VFSE	5	4.2	Alta	
	VFA	CPUS			3
		NDEF			3
		ICC			5
	VFF	5			
	VFI	3			
VCAyR	VCAyRACE	3	3	Media	
	VCAyRPR	3			
	VCAyRGT	3			

Fig. 6. Consolidado de los resultados obtenidos en la estimación de la vulnerabilidad (V) y sus componentes en la microcuenca de la quebrada Cay
 Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores de vulnerabilidad.

Categoría	Valor	Convención
Bajo	1	Amarelo
Medio	3	Laranja
Alto	5	Vermelho

Fuente: elaboración propia.

**ANEXO 3. ENCUESTA, MATRIZ DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL,
ENTREVISTA REALIZADA A LA POBLACIÓN Y A LOS
REPRESENTANTES DE LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS
DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

**IDENTIFICAR LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA
AMENAZA DE DESLIZAMIENTO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.**

Encuesta dirigida hacia la población de Guaranda.

Objetivo: Identificar los factores de vulnerabilidad existentes en la población que se encuentra cerca la microcuenca del río Guaranda ante la amenaza de deslizamiento y evaluar los conocimientos frente a la amenaza.

Nombre: _____

Barrio o sector: _____

Fecha: _____ N° encuesta _____

Coordenadas UTM: X _____ Y _____

1. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	Total	Hombres	Mujeres
2. ¿Edad de los integrantes de la vivienda?	Menores de 5 años		
	De 6 a 12 años		
	De 13 a 17 años		
	De 18 a 35 años		
	De 36 a 64 años		
	Mayores de 65 años		
	SI ()	:	

3. ¿Usted o algún miembro de su familia posee alguna discapacidad?	NO ()		
		Hombres	Mujeres
4. ¿Nivel de educación que poseen los integrantes del hogar?	Básico “inicial”		
	Primaria “escuela”		
	Secundaria “colegio”		
	Superior “universidad”		
	Ninguno		
		Hombres	Mujeres
5. ¿Actividad económica actual a la que se dedican los integrantes de la vivienda?	Empleado Publico		
	Empleado Privado		
	Agricultura		
	Ganadería		
	Comerciante		
	Jubilado		
	Desempleado		
	:		
6. ¿Cuenta con servicios básicos?	Agua		
	Luz		
	Alcantarillado		
	Recolección de basura		
7. ¿Tipo de vía que existe en el sector donde se encuentra su vivienda?	Asfaltado		
	Lastrado		
	Tierra		
	Otro ¿Cuál?		
8. ¿Conoce los efectos negativos que puede generar un deslizamiento?	Si ()		
	No ()		

9. ¿Considera que su vivienda está expuesta a la amenaza de deslizamiento?	Si ()	
	No ()	
10. ¿Ha tenido afectaciones por la amenaza de deslizamiento?	Si ()	Bloqueo de caminos
		Bloqueo de afluente de agua (riesgo de inundación)
		Afectación a la calidad del agua
		Pérdida de agricultura
		Pérdida de ganadería
		Pérdida o daño de infraestructura (vivienda)
		Pérdida humana
	No ()	
11. ¿En caso de sufrir daños a su vivienda o a su familia por un deslizamiento, cuenta con los recursos suficientes para afrontarlo?	Si ()	
	No ()	
12. ¿Cuenta con conocimientos o capacidad para afrontar la amenaza de deslizamiento?	Si ()	
	No ()	
13. ¿Según su criterio personal que estrategias o acciones considera necesarias para reducir y afrontar una amenaza por deslizamiento?	:	

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

IDENTIFICAR LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTO EN A LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.

ENCUESTA DIRIGIDA HACIA LAS INSTITUCIONES QUE SE ENCUENTRAN CERCA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA

Objetivo: Identificar los factores de vulnerabilidad existentes en las instituciones que se encuentra cerca la microcuenca del río Guaranda ante la amenaza de deslizamiento y evaluar los conocimientos frente a la amenaza.

Nombre de la institución: _____

Encargado de la institución: _____

Barrio o sector: _____

Fecha: _____ N° encuesta _____

Coordenadas UTM: X _____ Y _____

1. ¿Sector proveniente?	Público	
	Privado	
2. Función que cumple la institución	Nota:	
3. ¿Antigüedad de la edificación?	Más de 20 años	
	Entre 10 y 20 años	
	Menos de 10 años	
4. ¿Cuál es el estado actual de la infraestructura de la institución?	Bueno	
	Regular	
	Malo	
5. ¿Cuenta con servicios básicos?	Agua	
	Luz	
	Alcantarillado	

	Recolección de basura	
6. ¿Tipo de vía que existe en el sector donde se encuentra la institución?		
	Asfaltado	
	Lastrado	
	Tierra	
	Otro ¿Cuál?	
7. ¿Conoce los efectos negativos que puede generar un deslizamiento?		
	Si ()	
	No ()	
8. ¿Considera que la institución está expuesta a la amenaza de deslizamiento?		
	Si ()	
	No ()	
9. ¿Ha tenido afectaciones por la amenaza de deslizamiento?		
Si ()	Bloqueo de caminos	
	Bloqueo de afluente de agua (riesgo de inundación)	
	Afectación a la calidad del agua	
	Pérdida de agricultura	
	Pérdida de ganadería	
	Pérdida o daño de infraestructura (vivienda)	
	Pérdida humana	
No ()		
10. ¿Existe la unidad de seguridad y/o gestión de riesgos?		
	Si ()	
	No ()	
11. ¿Existe un plan de emergencia dentro de la institución?		
	Si ()	
	No ()	
12. ¿Se han realizado capacitaciones o talleres sobre Gestión de riesgos?		
	Si ()	
	No ()	
13. ¿Se han realizado simulacros sobre Gestión de riesgos?		
	Si ()	
	No ()	

Matriz de evaluación estructural realizada a las viviendas de la población de la microcuenca del río Guaranda

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

**IDENTIFICAR LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA
AMENAZA DE DESLIZAMIENTO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.
MATRIZ DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DIRIGIDA A LAS
VIVIENDAS DE LA POBLACIÓN DE GUARANDA.**

1. ¿Número de piso de la vivienda?	un 1 piso	
	un 2 piso	
	un 3 piso	
2. ¿Tipo de construcción de la vivienda?	Hormigón armado	
	Adobe o tapia	
	Bloque o ladrillo	
	Madera	
	Mixta ¿Cuál?	
3. ¿Tipo de cubierta de su vivienda?	Teja	
	Losa	
	Vigas de madera y zinc	
	Cubierta metálica	
	Otra ¿Cuál?	
4. ¿Antigüedad de la vivienda?	Más de 20 años	
	Entre 10 y 20 años	
	Menos de 10 años	
5. ¿Cuál es el estado actual de la infraestructura de la vivienda?	Bueno	
	Regular	
	Malo	

Entrevistas realizadas a los presidentes y encargados de las instituciones de la microcuenca del río Guaranda

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO
IDENTIFICAR LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTO EN A LA MICROCUENCA DEL RÍO GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.**

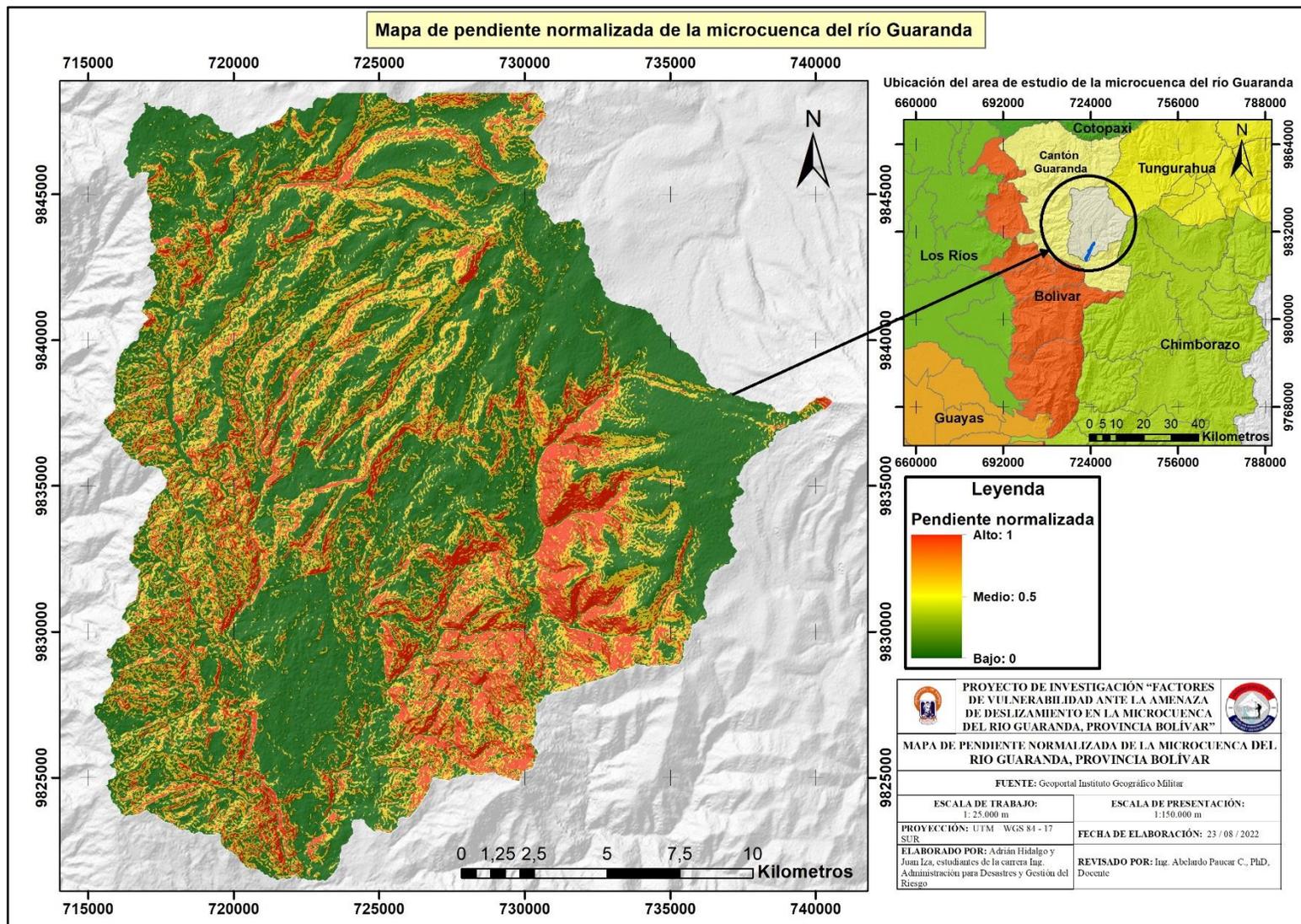
Hoja de ruta para la entrevista a los presidentes de las comunidades y barrios de la microcuenca del río de Guaranda

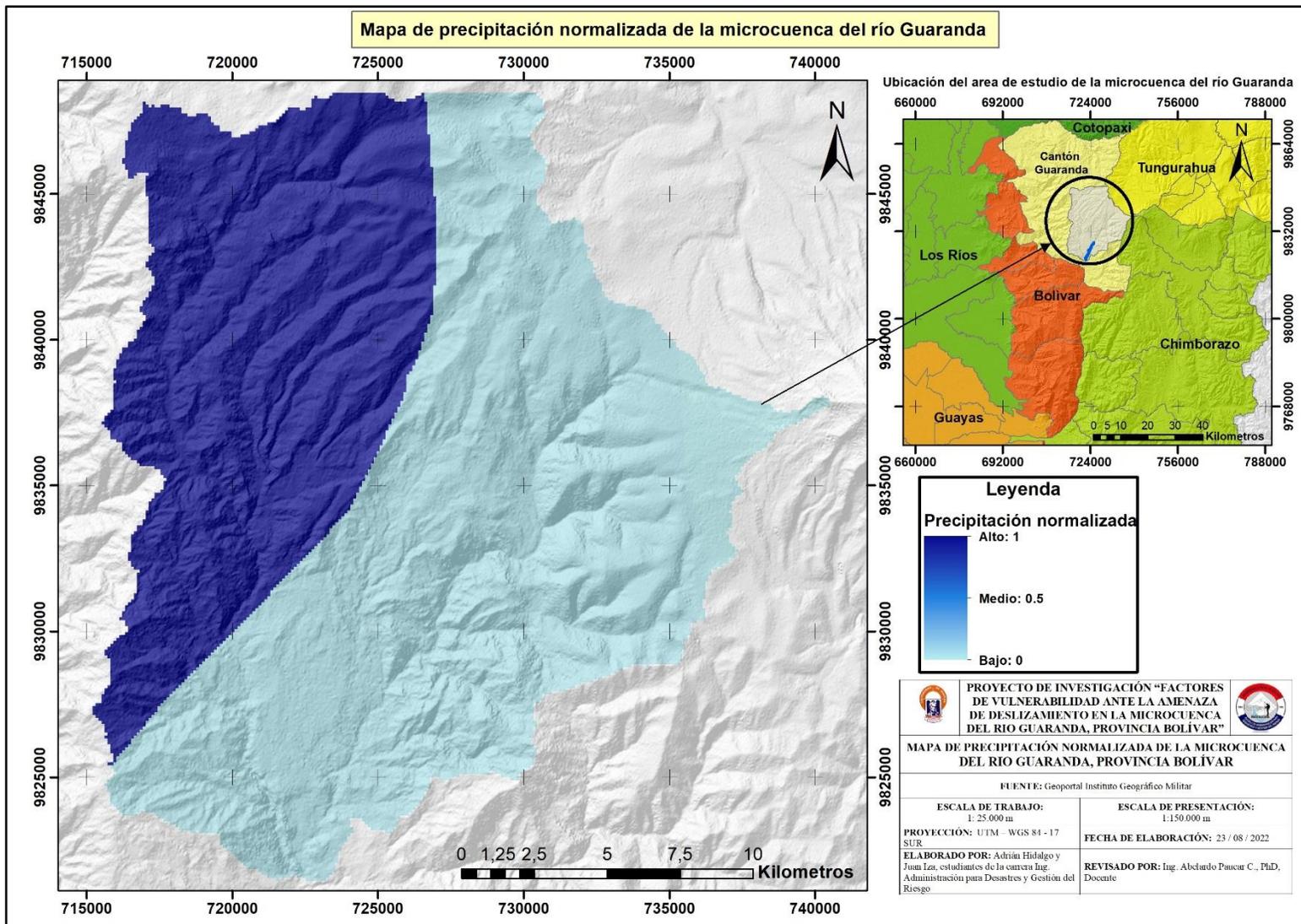
- 1. Dentro de su sector o barrio cuenta con algunas de estas organizaciones comunitarias.**
 - Comité barrial
 - Comité de seguridad y/o gestión de riesgo
 - Brigadas comunitarias
- 2. Cuenta con los siguientes instrumentos comunitarios para la gestión de riesgos.**
 - Mapa de amenazas
 - Plan de gestión de riesgo comunitario
 - Capacitación preventiva
 - SAT
 - Simulacro
3. Han tenido capacitaciones sobre Gestión de Riesgo.
4. Qué afectaciones a provocado la creciente del caudal del Río Guaranda

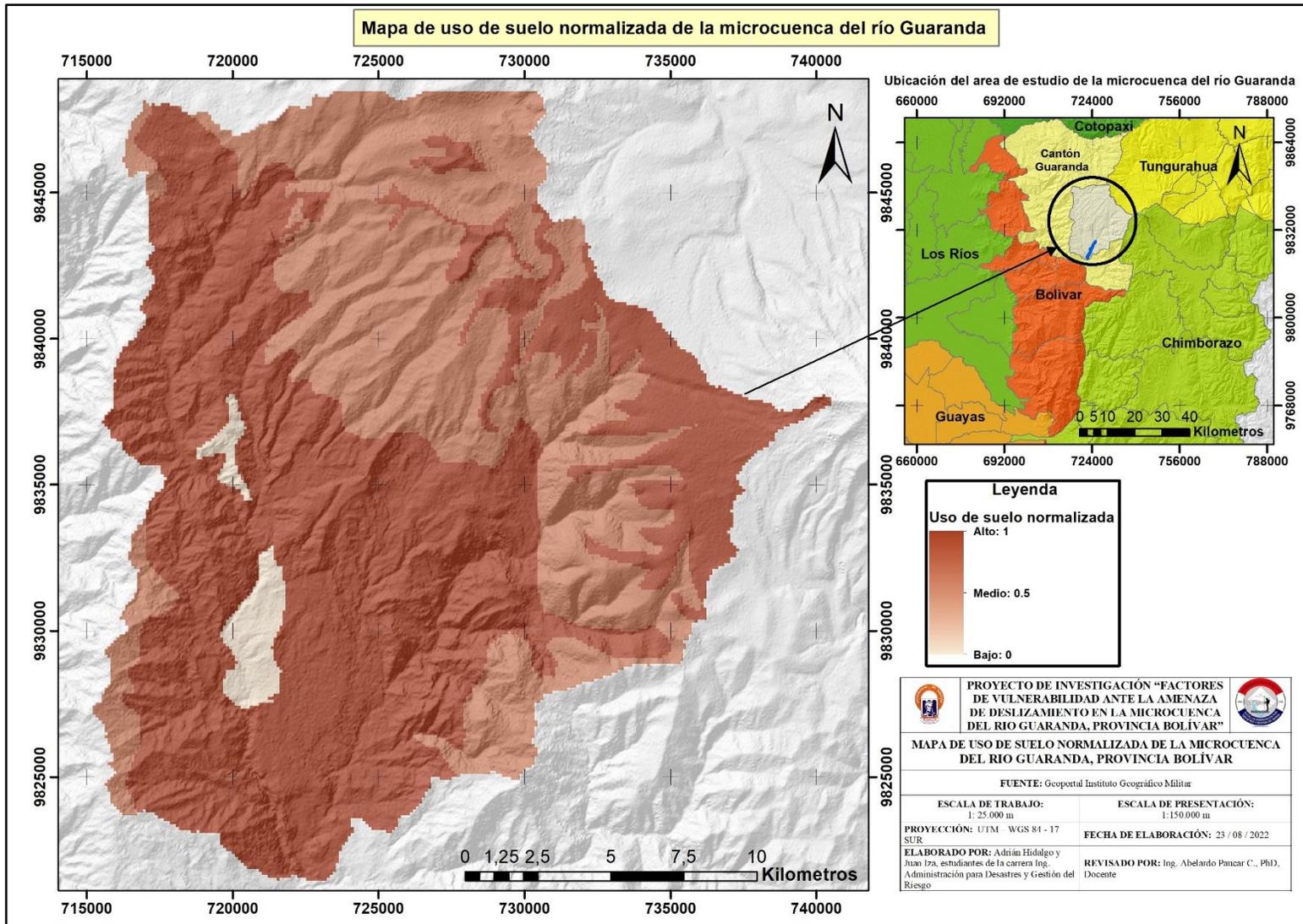
Hoja de Ruta para la entrevista al encargado de la Unidad de Gestión del Riesgo del GAD de Guaranda y al Servicio Nacional de Gestión de Riesgo

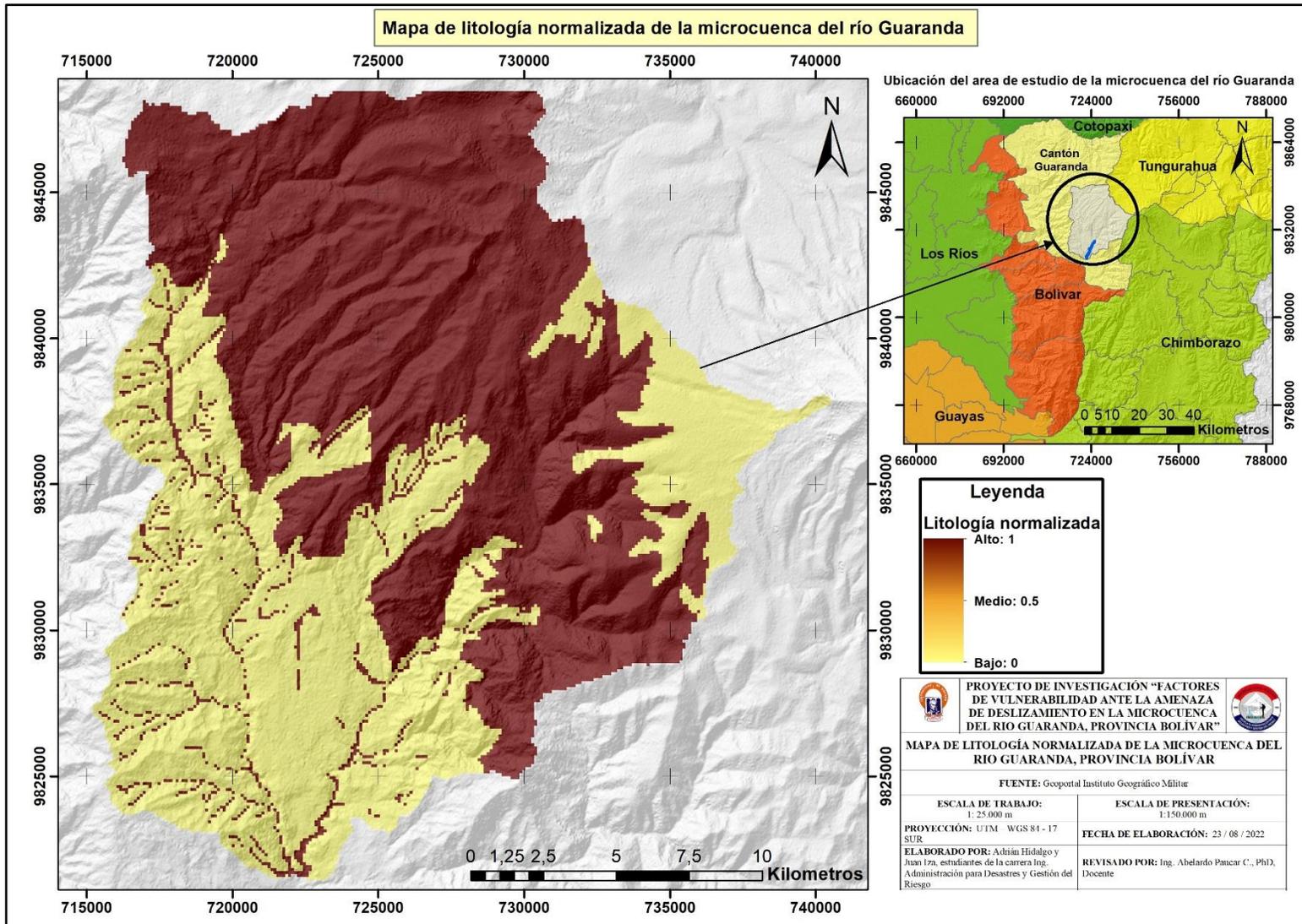
1. Qué afectaciones ha provocado la creciente del caudal del Río Guaranda.
2. El GAD dispone con recursos económicos para afrontar afectaciones al suscitarse una amenaza de deslizamiento.
3. El GAD ha realizado estudios sobre deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda.
4. El GAD cuenta con el PUGS y PDyOT actualizado, donde se identifican las zonas vulnerables a deslizamientos en la microcuenca del río Guaranda.
5. El GAD cuenta con planes de gestión de riesgos ante la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del Río Guaranda.

ANEXO 4. MAPA BASE
Mapas bases para la elaboración de la amenaza de deslizamiento

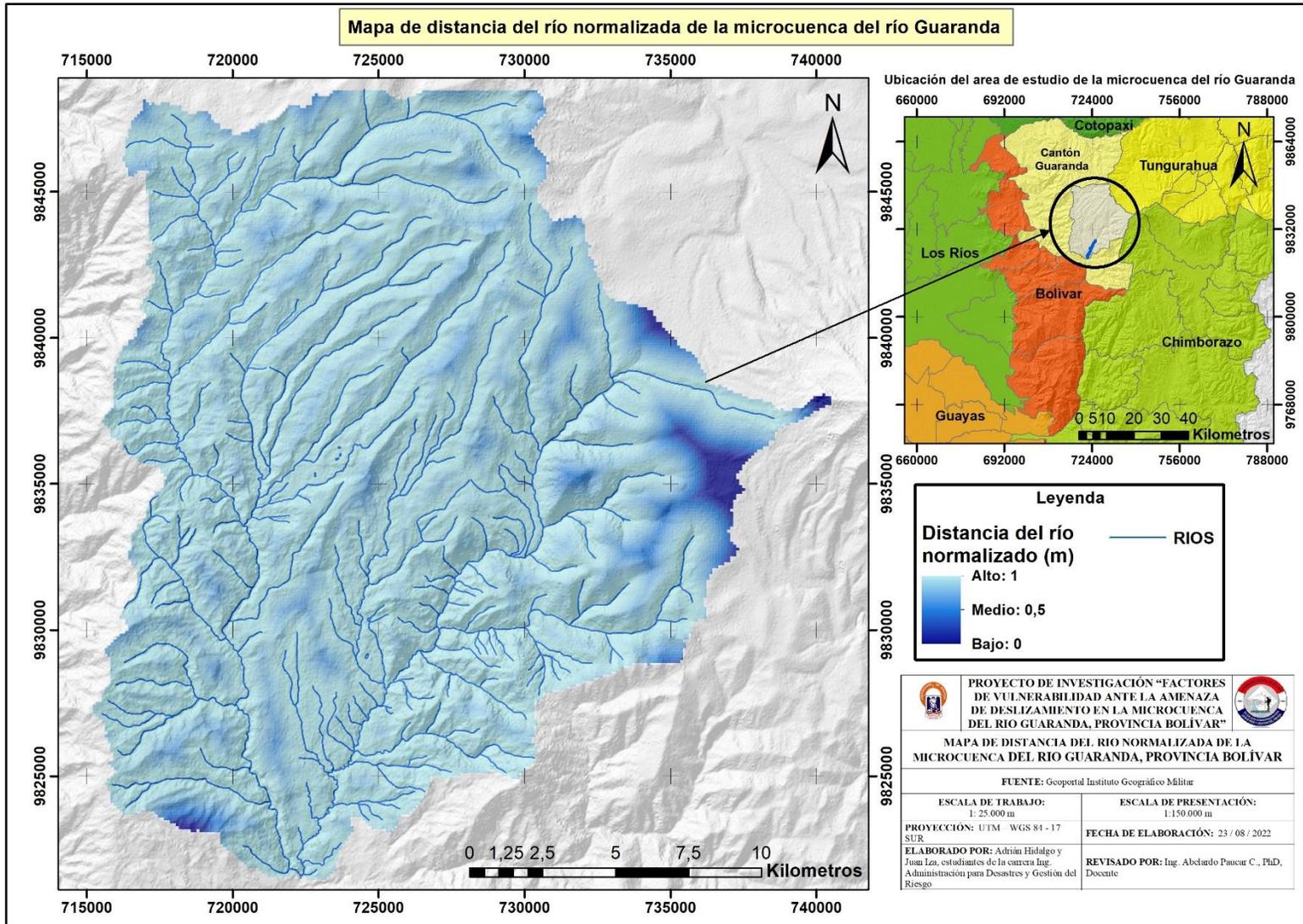


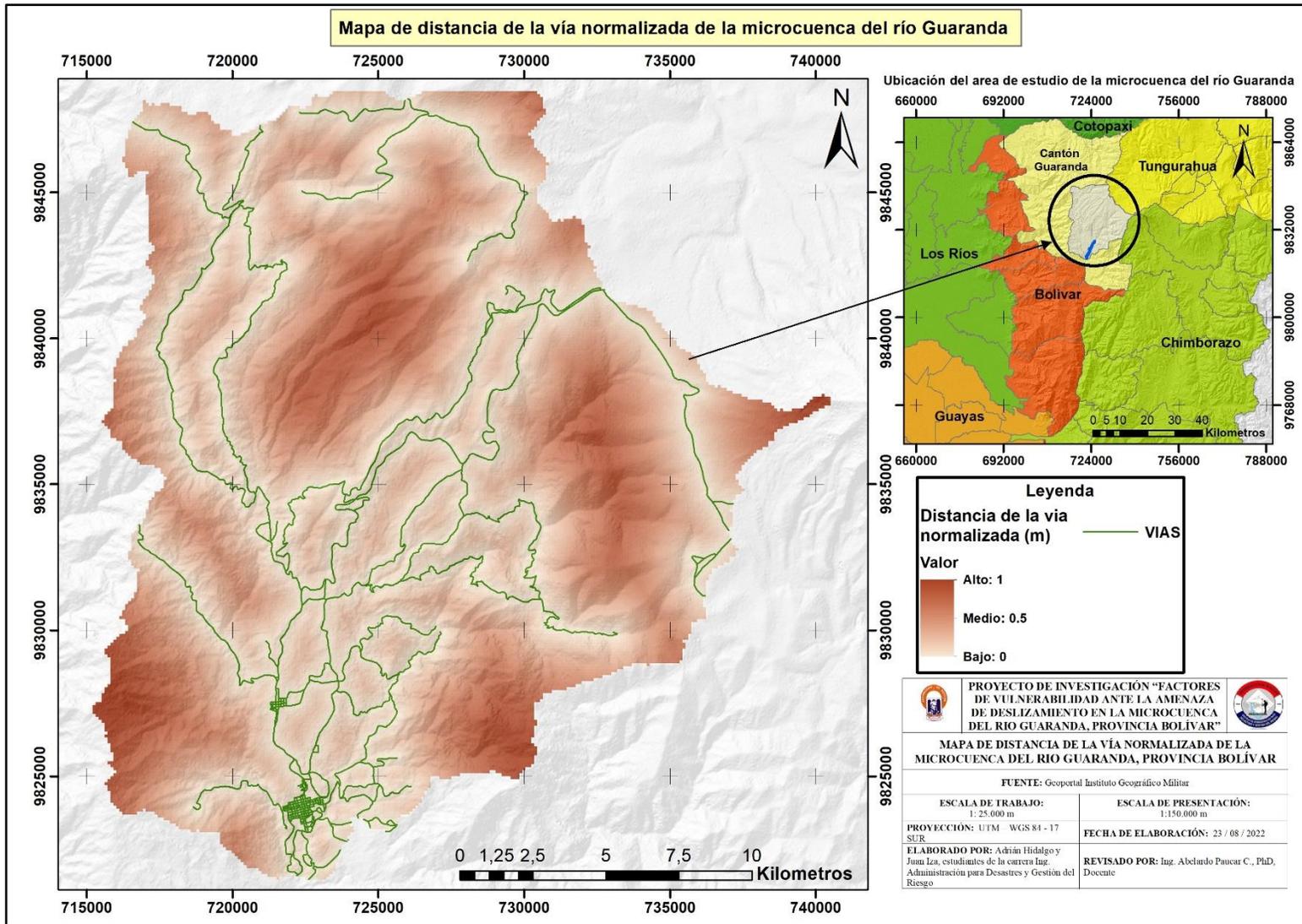


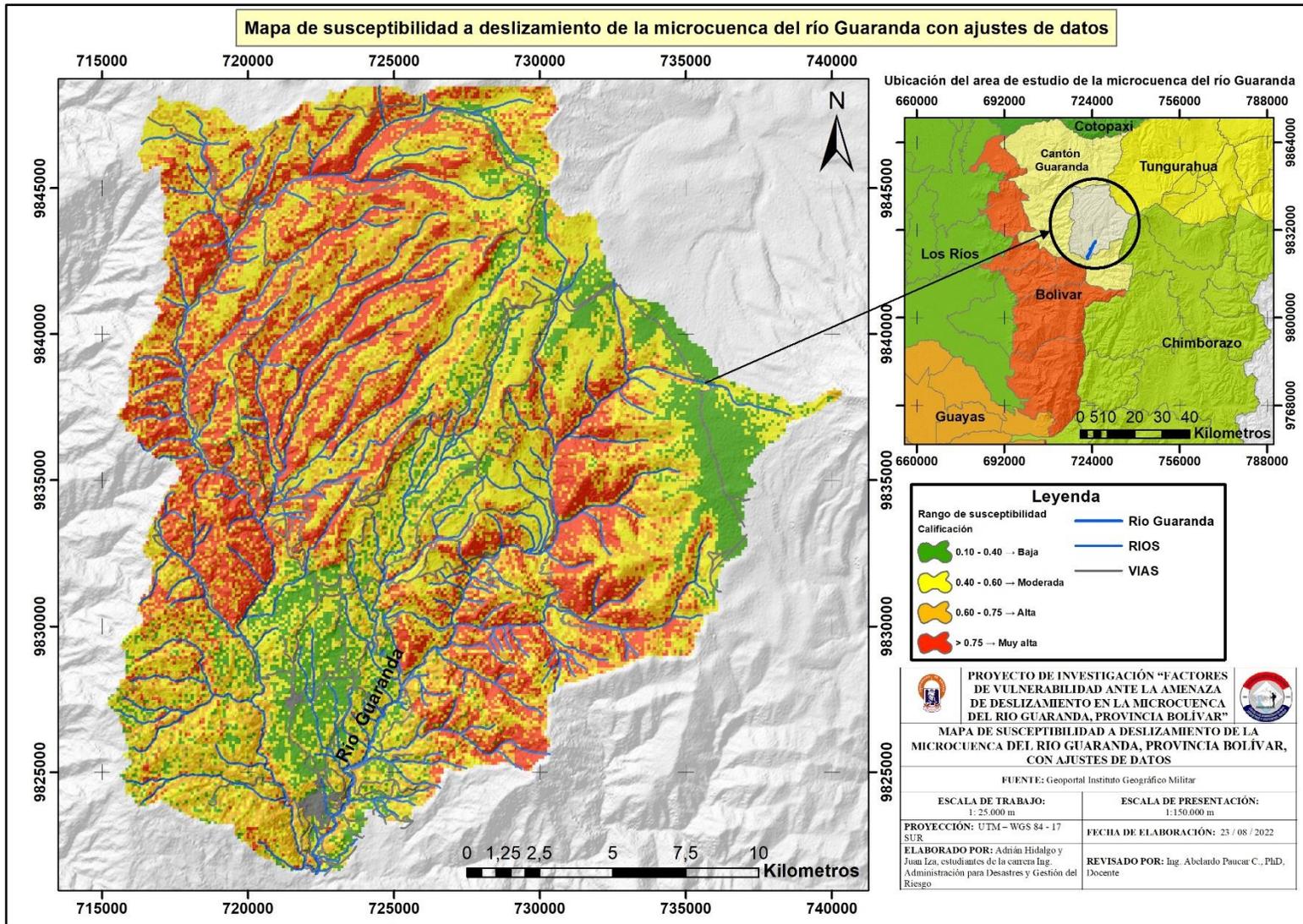




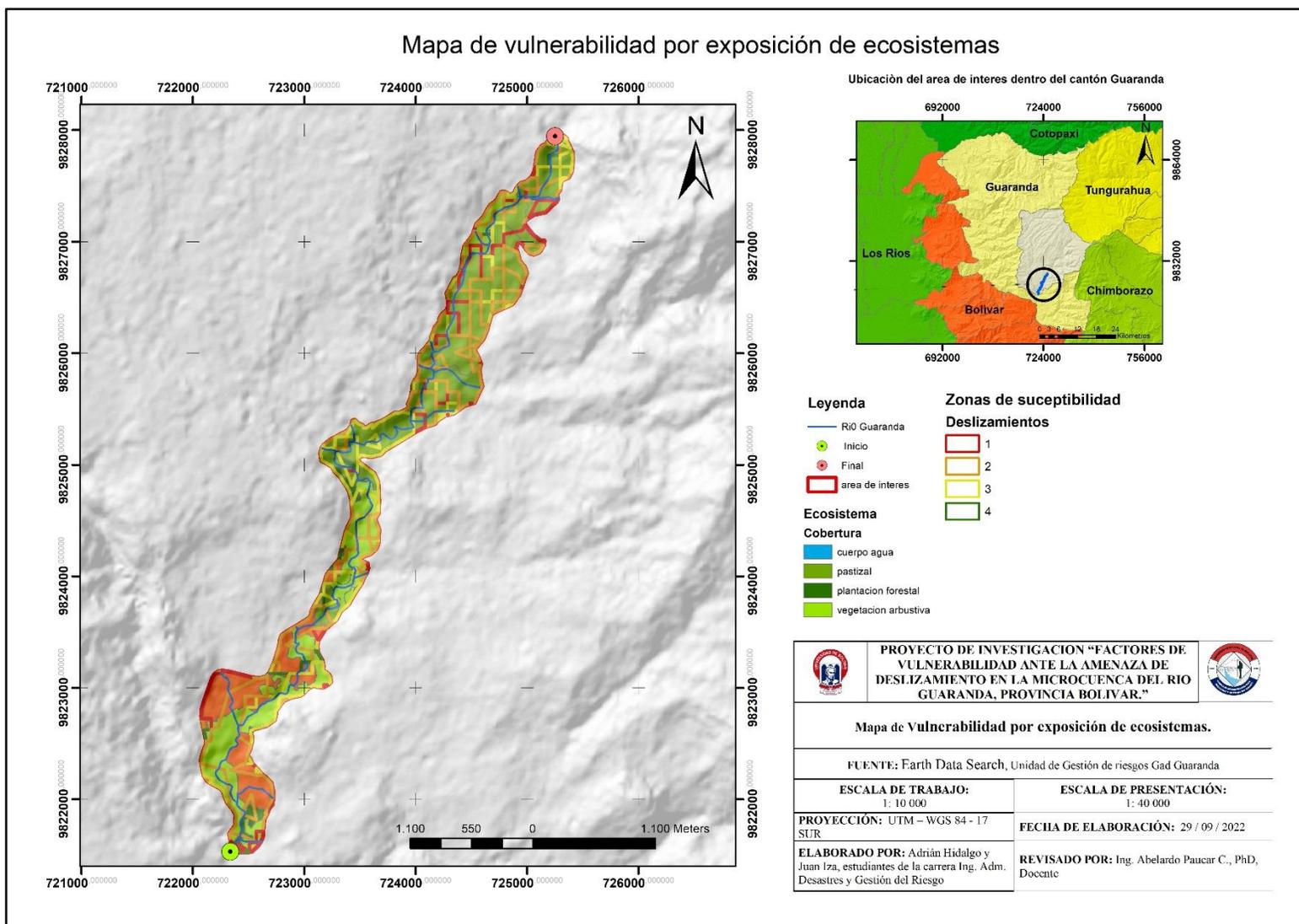
Mapa de distancia del río normalizada de la microcuenca del río Guaranda



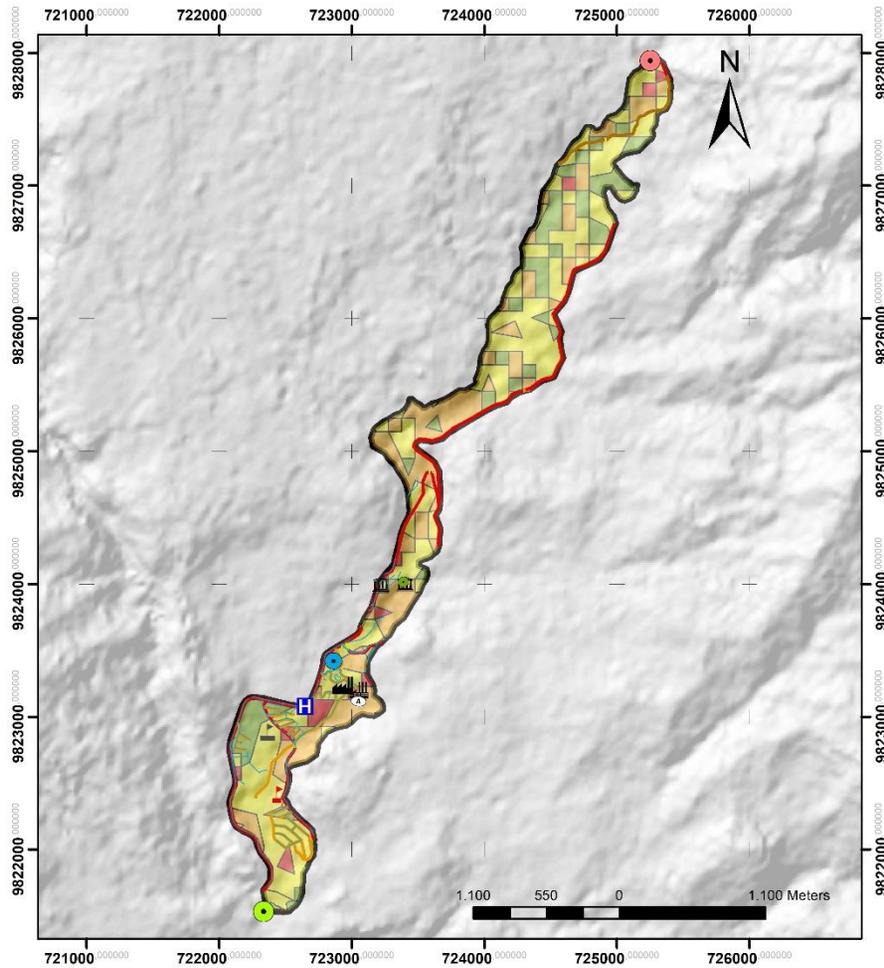




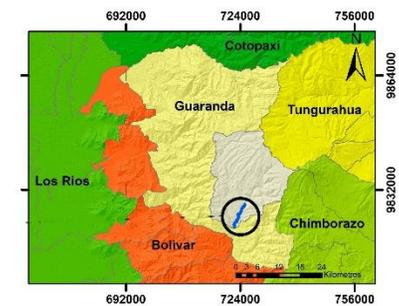
Mapa de vulnerabilidad por exposición



Mapa de vulnerabilidad por exposición de infraestructuras



Ubicación del área de interés dentro del cantón Guaranda

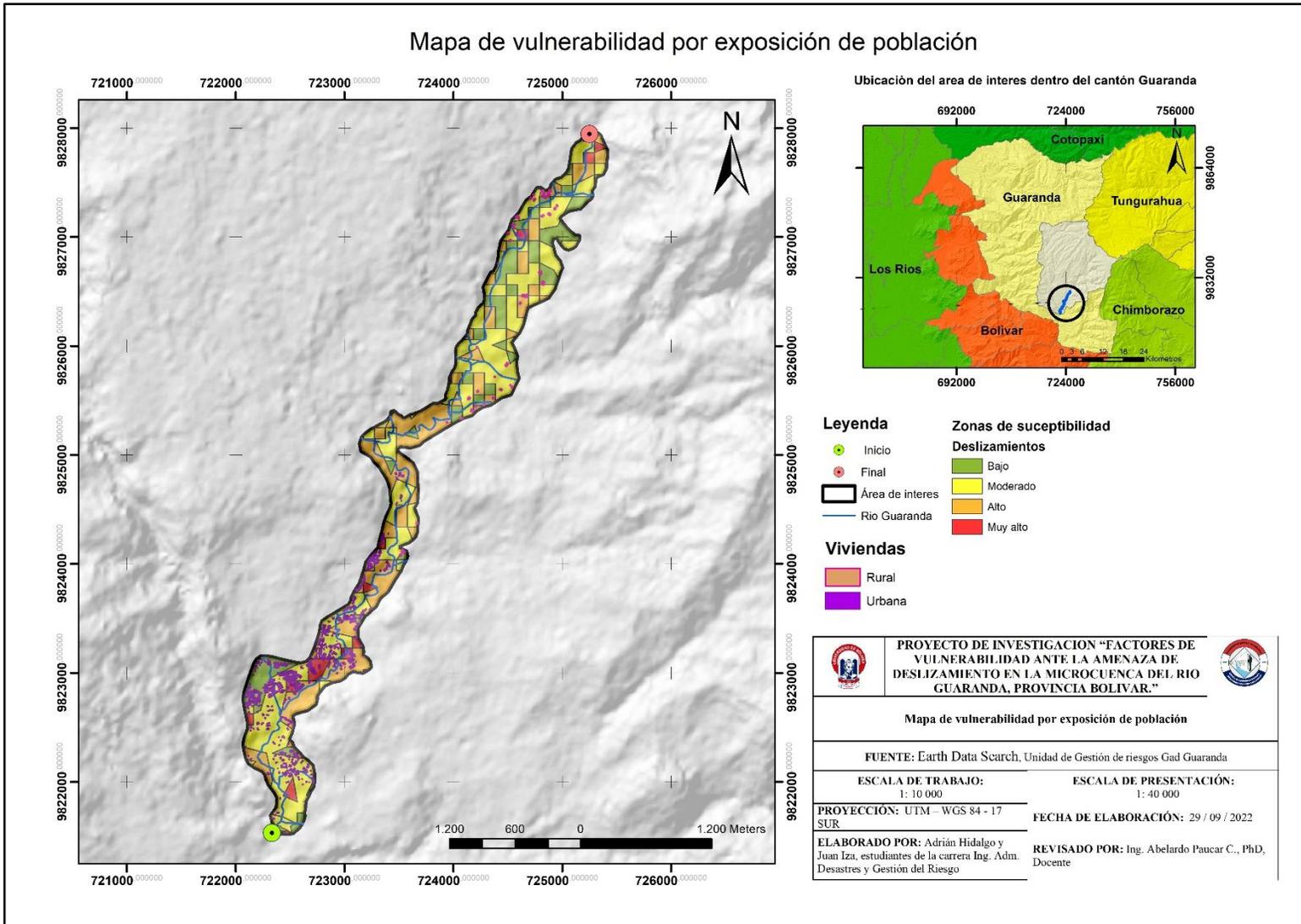


Leyenda

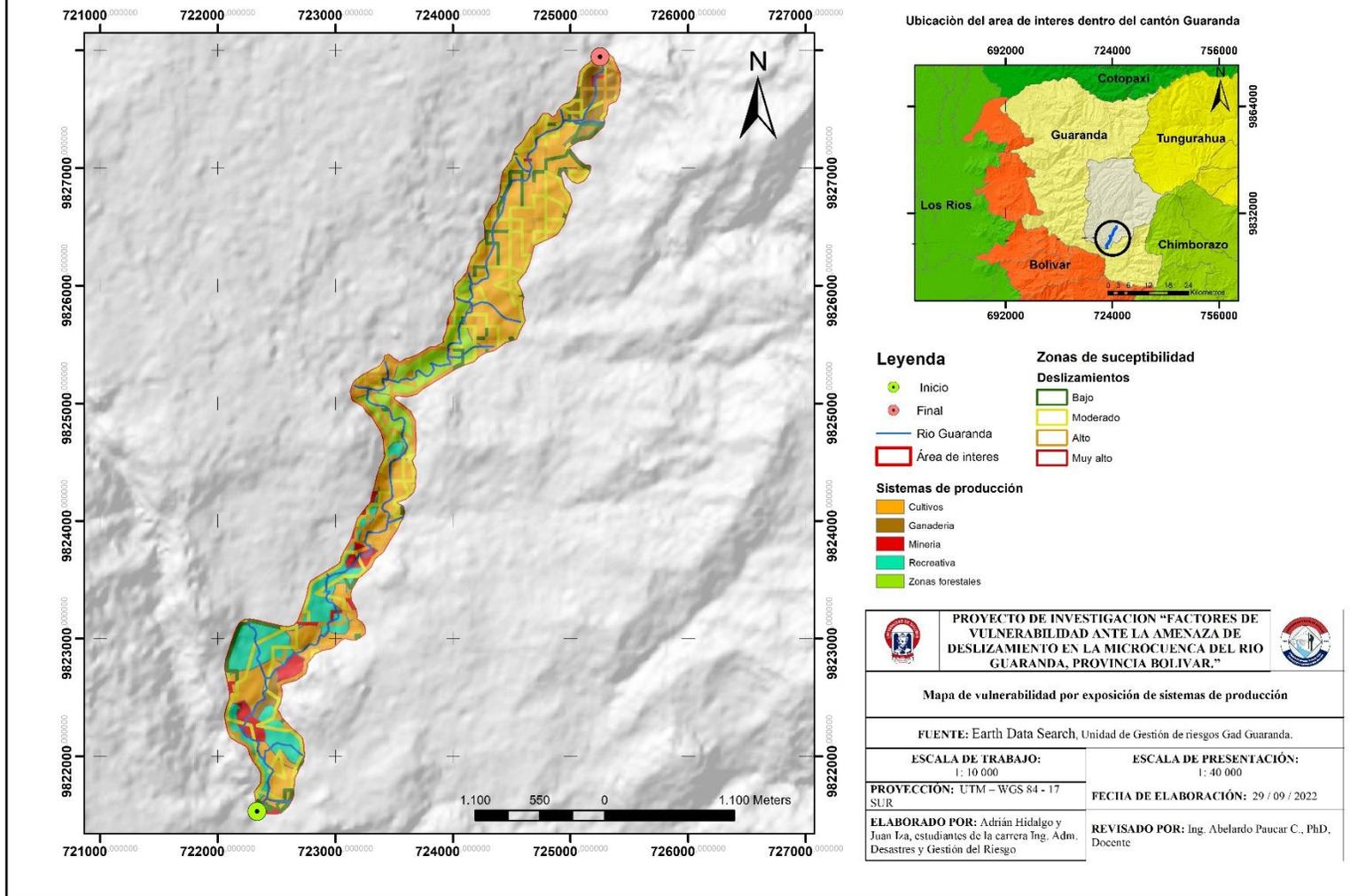
- Inicio
- Final
- ▭ Área de interés
- VIAS**
 - Vías principales
 - Calles
 - Puentes
 - Caminos lastrados
- Red vital**
 - Agua
- Zonas de susceptibilidad Deslizamientos**
 - Bajo
 - Moderado
 - Alto
 - Muy alto
- Instituciones**
 - Ⓐ Albergues
 - Ⓘ CPCCS
 - ⚙ Centro de faenamiento
 - Ⓘ Clínica Becerra
 - ⚡ Corporación nacional eléctrica CNEL
 - Ⓘ MAG
 - ⊕ Piscina Municipal de Guaranda
 - ⚑ UEB Laboratorio agropecuario
 - Ⓘ Unidad Educativa Guaranda
 - Vivero

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTO EN LA MICROCUENCA DEL RIO GUARANDA, PROVINCIA BOLIVAR.”	
Mapa de vulnerabilidad por exposición de infraestructura	
FUENTE: Earth Data Search, Unidad de Gestión de riesgos Gad Guaranda	
ESCALA DE TRABAJO: 1: 10 000	ESCALA DE PRESENTACIÓN: 1: 40 000
PROYECCIÓN: UTM - WGS 84 - 17 SUR	FECHA DE ELABORACIÓN: 29 / 09 / 2022
ELABORADO POR: Adrián Hidalgo y Juan Fra, estudiantes de la carrera Ing. Adm. Desastres y Gestión del Riesgo	REVISADO POR: Ing. Abclardo Paucar C., PhD, Docente

Mapa de vulnerabilidad por exposición de población



Mapa de vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción



ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS



Fotografía N° 1: Aplicación de la encuesta a las familias en la comunidad Chalata
Bajo de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 2: Aplicación de la encuesta a las familias del barrio el Peñón Bajo
de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



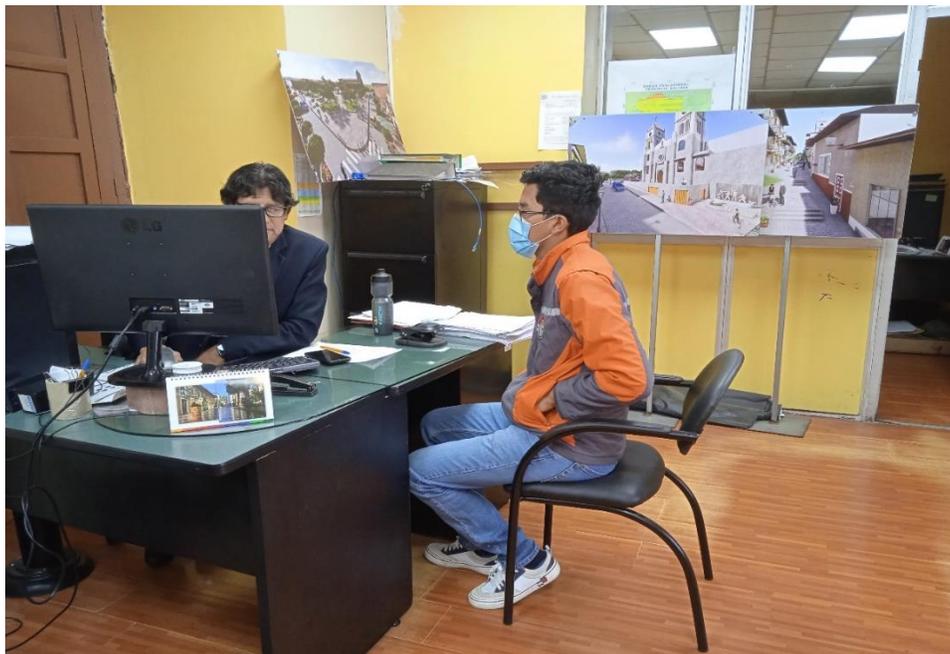
Fotografía N° 3: Aplicación de la encuesta al encargado del Centro de Faenamiento de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 4: Aplicación de la encuesta al encargado del CNEL de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 5: Aplicación de la entrevista al Ing. Rubén Cherres del SNGR
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 6: Aplicación de la entrevista al Ing. Patricio Medina de la UGR
del GAD de Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 7: Evaluación del deslizamiento en el barrio el Terminal de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 8: Medidas tomadas por el GAD de Guaranda para contrarrestar la erosión del suelo en la Ciudadela la Playa de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 9: Medidas tomadas por la ciudadanía de Guaranda para contrarrestar la erosión del suelo en la Ciudadela la Playa de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)



Fotografía N° 10: Erosión del suelo en el barrio Coloma Román Sur de la microcuenca del río Guaranda
Elaborado: (Hidalgo & Iza, 2022)

ANEXO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Presupuesto del trabajo

Bienes	Cantidad	Valor unitario	Total
Computadoras	2	\$ 800	\$ 1.600
GPS	2	\$ 600	\$ 1.200
Libreta de apuntes	2	\$ 2	\$ 4
Memoria USB	2	\$ 10	\$ 20
Resma de papel	2	\$ 5	\$ 10
Impresiones	4	\$ 10	\$ 40
Servicio			
Transporte vehículo propio (gasolina.)	1	\$ 25	\$ 25
Internet (mes)		\$ 30	\$ 30
Total			\$ 2.229

Cronograma de desarrollo del proyecto de investigación

Actividades de trabajo	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Responsables
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Selección del tema																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Planteamiento del problema																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Objetivos																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Justificación																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Marco teórico																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Metodología																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Aspectos administrativos																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Cronograma y recursos																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Asignación del tutor																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
CAPITULO 1: EL PROBLEMA																					
Planteamiento del problema																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza
Formulación del problema																					Sr. Hidalgo Adrián Sr. Juan Iza

