



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones en el barrio
Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia
de Loja.**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento
Territorial.**

AUTORA:

Jessica Viviana Maza Collaguazo

DIRECTORA:

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia. Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2022-2023



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Certificación

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja., con cédula de identidad N.º 1150106191**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**MARITZA XIMENA
OCHOA TAPIA**

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN



unl

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Autoría

Yo, **Jessica Viviana Maza Collaguazo**, declaro ser la autora del presente Trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: _____

C.I. 1150106191

Fecha: 26 de enero del 2023

Correo electrónico: jessica.v.maza@unl.edu.ec

Teléfono: 0998140397



unl

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

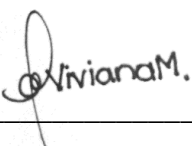
Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Jessica Viviana Maza Collaguazo**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja.**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de enero de dos mil veintitrés.

Firma:  _____

Autor: Jessica Viviana Maza Collaguazo

Cédula: 1150106191

Dirección: Lojana de Turismo

Correo Electrónico: jessica.v.maza@unl.edu.ec

Celular: 0998140397

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora de Tesis: Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia, Mg.Sc.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación es dedicado a mis padres y hermano que me han apoyado en el transcurso de mi vida estudiantil.

Jessica Viviana Maza Collaguazo



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Agradecimiento

Agradezco a Dios, mi familia, docentes, amigos, a mi directora de tesis Ing. Maritza Ochoa, a los técnicos del Proyecto Gestión de Riesgos sin Fronteras y al departamento de Planificación Territorial del Consejo Provincial de Loja, especialmente a la Ing. Yuri Abad.

Jessica Viviana Maza Collaguazo



Índice de Contenidos

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización.	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xvi
1. Título.....	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1 Riesgo de desastre	6
4.2 Factores que componen el Riesgo de desastre	6
4.3 Factores que componen el Riesgo y su construcción social.....	7
4.3.1 Amenazas físicas naturales	7
4.3.2 Eventos físicos socio naturales y antropogénicos.....	7
4.4 Construcción de vulnerabilidad.....	8
4.5 Dinámica de la sociedad, dinámica de riesgo	8
4.6 Vulnerabilidad.....	9
4.6.1 Vulnerabilidad global	10
4.7 Gestión de Riesgo.....	11



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

4.8 Actividades para un enfoque integral de la gestión de riesgo	11
4.9 Medidas para reducir el Riesgo	12
4.9.1 Medidas activas de mitigación	12
4.9.2 Medidas pasivas de mitigación.....	12
4.10 Mitigación con base comunitaria	13
4.11 Sistemas de Información Geográfica	13
4.11.1 Definición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	13
4.11.2 Evaluación del riesgo por medio de tecnología SIG	14
4.12 Sistemas de Alerta Temprana.....	14
4.12.1 Objetivo del SAT.....	14
5. Metodología.....	16
5.1 Descripción General del Área de Estudio	16
5.1.1 Ubicación.....	16
5.1.2 Acceso	16
5.1.3 Características Físicas.....	18
5.1.4 Características Sociales.....	20
5.2 Materiales.....	21
5.2.1 Materiales de Campo	21
5.2.2 Materiales de Geoprocesamiento.....	21
5.2.3 Materiales de Oficina.....	22
5.2.4 Software empleados.....	22
5.3 Procedimiento.....	22
5.3.1 Recopilación de información secundaria.....	22
5.3.2 Fase de Campo	22
5.3.3 Fase de Gabinete	23



5.4 Metodología para el primer objetivo: Identificar el grado de amenaza por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” de la parroquia Cariamanga, cantón Calvas, mediante un mapa de amenazas a escala 1:10.000	23
5.4.1 Factores Condicionantes	23
5.4.2 Factor Desencadenante	30
5.4.3 Determinación de susceptibilidad por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” (Factores condicionantes)	31
5.4.4 Elaboración del mapa de amenazas a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”	33
5.5 Metodología para el segundo objetivo: Determinar los elementos expuestos frente a la amenaza en el barrio “Reina del Cisne”	35
5.6 Metodología para el tercer objetivo: Proponer un sistema de alerta temprana en el barrio “Reina del Cisne”, parroquia Cariamanga, cantón Calvas	36
5.6.1. Medidas preventivas no estructurales: Elaboración de Plan Comunitario	36
5.6.2. Medidas preventivas estructurales: Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana	42
6. Resultados.....	46
6.1 Resultados del primer objetivo: Identificar la amenaza por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” de la parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja.....	46
6.1.1 Factores Condicionantes	46
6.1.2 Factores Desencadenantes	72
6.2 Resultados del segundo objetivo: Determinar los elementos expuestos frente a la amenaza en la microcuenca “Las Totoras” barrio Reina del Cisne.....	80
6.2.1. Escenarios de infraestructura expuesta.....	80
6.2.2. Escenarios por población expuesta.....	87
6.3 Resultados de tercer objetivo: Proponer un sistema de alerta temprana en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas	87



6.3.1 Medida preventiva no estructural: Elaboración del Plan comunitario de Gestión de Riesgos.....88

6.3.2 Medida preventiva estructural: Propuesta del Sistema de alerta temprana en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas 100

7. Discusión.....112

8. Conclusiones.....115

9. Recomendaciones.....117

10. Bibliografía.....118

11. Anexos.....120

Índice de tablas

Tabla 1 Materiales de Geoprocesamiento21

Tabla 2 Clasificación de Pendientes.24

Tabla 3 Clasificación de unidades Geomorfológicas.....26

Tabla 4 Clasificación de uso de suelo28

Tabla 5 Ponderación de parámetros según modelo matemático de Saaty31

Tabla 6 Valores de índice aleatorio.....32

Tabla 7 Clasificación de amenaza por inundación.....34

Tabla 8 Datos generales de Zona de trabajo35

Tabla 9 Ubicación de viviendas35

Tabla 10 Ubicación de zonas productivas.....36

Tabla 11 Datos generales la zona de intervención37

Tabla 12 Información general del presidente del CCGR.....37

Tabla 13 Directiva del CCGR.....37

Tabla 14 Antecedentes de eventos peligrosos.....38

Tabla 15 Identificación de la amenaza.....38

Tabla 16 Descripción de las vulnerabilidades.....39



Tabla 17 Identificación del riesgo.....	39
Tabla 18 Diagnóstico de capacidades y/o conocimientos ancestrales de la comunidad.....	39
Tabla 19 Identificación de recursos de la comunidad.....	40
Tabla 20 Componentes de reducción de riesgo	40
Tabla 21 Actividades de respuesta frente a la amenaza.....	41
Tabla 22 Mecanismos de alarma para situaciones de emergencia.....	41
Tabla 23 Zonas de seguridad	41
Tabla 24 Personas que necesitan ayuda especial	42
Tabla 25 Miembros de las brigadas	42
Tabla 26 Descripción de Pendientes de la zona.....	47
Tabla 27 Descripción de niveles de acumulación.....	49
Tabla 28 Descripción de unidades geomorfológicas.....	55
Tabla 29 Descripción de Uso de Suelo	57
Tabla 30 Litología del área de estudio	62
Tabla 31 Asignación de pesos para determinar la importancia relativa de cada variable para la susceptibilidad por inundación por el método de Saaty.....	63
Tabla 32 Normalización y priorización de los elementos.....	64
Tabla 33 Relación de constancia.....	64
Tabla 34 Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable pendientes.....	65
Tabla 35 Normalización y priorización de los elementos para la variable pendientes.....	65
Tabla 36 Relación de constancia.....	66
Tabla 37 Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable densidad de drenaje.....	66
Tabla 38 Normalización y priorización de los elementos.....	67
Tabla 39 Relación de constancia.....	67



Tabla 40 Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable geomorfología.	67
Tabla 41 Normalización y priorización de los elementos de la variable geomorfología.....	68
Tabla 42 Relación de constancia.....	68
Tabla 43 Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable uso de suelo.....	69
Tabla 44 Normalización y priorización de los elementos de la variable uso de suelo.	69
Tabla 45 Relación de constancia.....	69
Tabla 46 Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable uso de suelo.....	70
Tabla 47 Normalización y priorización de los elementos de la variable litología.....	70
Tabla 48 Relación de constancia.....	70
Tabla 49 Nivel de Susceptibilidad ante inundaciones.	72
Tabla 50 Áreas y porcentajes de los rangos de precipitación en la zona de estudio.....	73
Tabla 51 Datos de precipitación total mensual.	74
Tabla 52 Niveles de intensidades de precipitaciones máximas en 24h para cada estación. ...	75
Tabla 53 Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable intensidad máxima de precipitación.	77
Tabla 54 Normalización y priorización de los elementos de la variable desencadenante.	77
Tabla 55 Relación de constancia.....	77
Tabla 56 Pesos asignados a factores condicionantes y desencadenantes para determinación de la amenaza.	78
Tabla 57 Descripción de nivel de amenaza en la microcuenca "Las Totoras"	79
Tabla 58 Edificaciones expuestas	85
Tabla 59 Grupos específicos en barrio "La Fragua", ciudadela "Amazonas" y parte del centro de Cariamanga.....	87
Tabla 60 Datos generales del barrio "Reina del Cisne"	88



Tabla 61 Información del presidente del CCGR del barrio "Reina del Cisne"	88
Tabla 62 Directiva del CCGR del barrio "Reina del Cisne"	89
Tabla 63 Antecedentes de eventos peligrosos identificados por los habitantes del barrio "Reina del Cisne"	89
Tabla 64 Identificación de la amenaza por parte de habitantes del barrio "Reina del Cisne"	91
Tabla 65 Descripción de las vulnerabilidades.....	92
Tabla 66 Identificación del riesgo por parte de habitantes del barrio "Reina del Cisne"	92
Tabla 67 Diagnóstico de capacidades y/o conocimientos ancestrales de la comunidad.....	94
Tabla 68 Identificación de recursos del barrio "Reina del Cisne"	94
Tabla 69 Actividades propuestas por los habitantes del barrio "Reina del Cisne" antes de que sucedan los desastres	95
Tabla 70 Actividades de respuesta frente a la amenaza propuestos por los habitantes del barrio "Reina del Cisne"	96
Tabla 71 Mecanismos de alarma para situaciones de emergencia en el barrio "Reina del Cisne"	97
Tabla 72 Identificación de zonas de Seguridad/ Evacuación por habitantes del barrio "Reina del Cisne"	98
Tabla 73 Personas que necesitan ayuda especial en el barrio "Reina del Cisne"	98
Tabla 74 Miembros de las brigadas	99
Tabla 75 Presupuesto SAT.....	110



Índice de figuras

Figura 1 Ubicación de la zona de estudio	16
Figura 2 Acceso a la zona de estudio.....	17
Figura 3 Geología Regional de la zona de estudio.	18
Figura 4 Generación de Slope (b) a partir de MDT(a), en software ArcGIS	24
Figura 5 Categorización de las unidades geomorfológicas de la microcuenca.	26
Figura 6 Volumen acumulado de celdas.....	28
Figura 7 Generación de red hídrica.....	29
Figura 8 Densidad de drenaje de la zona de estudio.....	30
Figura 9 Ecuación algebraica para la determinación de la susceptibilidad a inundaciones. ...	33
Figura 10 Ecuación algebraica para determinación de amenazas.....	34
Figura 11 Variable precipitaciones- Software ArcGis 10.4.1	46
Figura 12 Red hídrica de la microcuenca	48
Figura 13 Densidad de drenajes de la microcuenca.....	49
Figura 14 Coluvio Aluvial, sector Quebrada "Las Totoras".....	51
Figura 15 Relieve colinado muy bajo	51
Figura 16 Relieve colinado bajo	52
Figura 17 Relieve colinado medio	53
Figura 18 Relieve colinado alto	53
Figura 19 Relieve colinado muy alto	54
Figura 20 Relieve colinado montañoso	54
Figura 21 Geomorfología de la microcuenca	55
Figura 22 Variable uso de suelo de la microcuenca "Las Totoras"	57
Figura 23 Tobas dacíticas grises y rosas meteorizadas.....	59
Figura 24 Tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas	60
Figura 25 Tobas riolíticas a dacíticas rosas y rojizas.....	61



Figura 26 Litología de microcuenca	62
Figura 27 Susceptibilidad a inundaciones en microcuenca "Las Totoras"	71
Figura 28 Variable precipitaciones- Software ArcGis 10.4.1	73
Figura 29 Intensidades máximas de precipitación en 24h en microcuenca "Las Totoras".....	76
Figura 30 Niveles de amenaza en la microcuenca "Las Totoras"	79
Figura 31 Zonas de inundación.....	80
Figura 32 Ubicación de barrios "La Fragua" y "Reina del Cisne".	81
Figura 33 Infraestructura vial	82
Figura 34 Agua Potable	83
Figura 35 Alcantarillado Pluvial.....	83
Figura 36 Alcantarillado Sanitario.....	84
Figura 37 Edificaciones.	85
Figura 38 Zonas susceptibles a inundaciones	86
Figura 39 Zonas con presencia de amenaza por inundación	86
Figura 40 Charla sobre elementos del riesgo e indicaciones generales de matrices para el PCGR.....	90
Figura 41 Identificación de elementos de riesgo con la comunidad.....	91
Figura 42 Socialización con la comunidad sobre los elementos de riesgo identificados por los habitantes del barrio "Reina del Cisne"	93
Figura 43 Recursos en la parroquia Cariamanga	99
Figura 44 Socialización del PCGR	100
Figura 45 Componentes de SAT.....	100
Figura 46 Reunión 26 de noviembre del 2020.....	101
Figura 47 Reunión 24 de junio 2021	101
Figura 48 Charla sensibilización 4 de agosto 2021	102
Figura 49 Charla 24 noviembre 2020.	103



Figura 50 Desarrollo del plan comunitario 24 nov 2020.	103
Figura 51 Capacitación de primeros auxilios.	104
Figura 52 Capacitación de manejo de incendios 05 ago. 2021.....	104
Figura 53 Capacitación de manejo de incendios 26 ago. 2021.....	105
Figura 54 Estación ubicada en microcuenca "Las Totoras"	107

Índice de anexos

Anexo 1. Mapa de Ubicación.....	120
Anexo 2. Mapa de Pendientes.....	120
Anexo 3. Mapa de Densidad de drenaje.....	120
Anexo 4. Mapa Geomorfológico.....	120
Anexo 5. Mapa de Uso de Suelo.....	120
Anexo 6. Mapa Litológico.....	120
Anexo 7. Mapa de Susceptibilidad a inundaciones.....	120
Anexo 8. Mapa de Precipitaciones.....	120
Anexo 9. Mapa de Intensidad máxima de precipitaciones.....	120
Anexo 10. Mapa de Amenaza por inundaciones.....	120
Anexo 11. Modelo de Ficha de Descripción de Afloramientos.....	121
Anexo 12. Fichas de Descripción de Afloramientos.....	120
Anexo 13. Certificado de traducción de resumen.....	122



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

1. Título

**Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones en el barrio Reina del Cisne,
parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja.**



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

2. Resumen

Las medidas preventivas ante diversas amenazas ayudan a preparar y organizar a las comunidades en el momento de presentarse eventos desastrosos, como son las inundaciones que se desencadenan en diferentes sectores de la parroquia Cariamanga. Es por ello que se ha evaluado a nivel de microcuenca el grado de amenaza del desbordamiento de la quebrada “Las Totoras” y las zonas afectadas al producirse la misma ya que debido a los aportes de los afluentes hídricas de la zona, el riesgo es cada vez mayor para la población. Inicialmente se determinó mediante el análisis multicriterio establecido por Saaty el nivel de importancia de las variables que condicionan la zona de estudio (pendiente, densidad de drenaje, geomorfología, uso de suelo y litología), además de la variable que podría desencadenar este evento peligroso (intensidad máxima de precipitación). Cada variable independiente fue procesada en el software ArcGIS 10.4.1 para obtener mediante modelos raster la susceptibilidad y amenaza a inundaciones en el sector. Ya obtenidas las zonas en donde se producirían inundaciones, se determinaron los elementos expuestos en el área de estudio, en donde se identificaron infraestructuras, servicios vitales y viales, además de los habitantes que se verían afectados. Finalmente, se aplicaron medidas preventivas no estructurales en el barrio “Reina del Cisne” por motivos de organización y debido a que se encuentran en una zona estratégica para monitorear los instrumentos que se han propuesto implementar en la quebrada “Las Totoras”, con ello podrán alertar a la comunidad y a diversos organismos en caso de existir aumento en el nivel de la quebrada. La finalidad del presente proyecto investigativo es influir en las diferentes comunidades y establecer compromisos con los organismos pertinentes para preparar a los pobladores ante amenazas como las inundaciones.

Palabras claves: SAT, Saaty, riesgo de desastre, amenazas hidrometeorológicas, gestión de riesgo.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

2.1 Abstract

Preventive measures against several threats help communities to prepare and organize them for disastrous events, as in the case of different sectors in Cariamanga parish. For this reason, a micro-basin area has been evaluated to determine the level of overflow of the “Totoras” river and their affected areas. Due to hydrological resources in this zona, population face an increased risk of flooding. Initially, the level of importance of the variables that condition the study area (slope, drainage density, geomorphology, land use and lithology) besides of the variable that could trigger this dangerous event (maximum intensity of precipitation) were based on multi-criteria analysis established by Saaty. Each independent variable was processed in the ArcGIS 10.4.1 software to obtain, through raster models, the susceptibility and threat to flooding in the sector. Once the areas where flooding would occur were obtained, the exposed elements in the study area were determined, where infrastructures, vital services and roads were identified, in addition to the inhabitants who would be affected. Finally, non-structural preventive measures were applied in the "Reina del Cisne" neighborhood for organizational reasons and because they are in a strategic area to monitor the instruments that have been proposed to be implemented in the "Las Totoras" stream, with this they will be able to alert the community and various organizations if there is an increase in the level of the stream. The purpose of this research project is to influence the different communities and establish commitments with the relevant agencies to prepare the inhabitants for threats such as floods.

Keywords: SAT, Saaty, disaster risk, hydrometeorological threats, risk management.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

3. Introducción

Las inundaciones son fenómenos naturales recurrentes que suceden de manera repentina y que son parte del ciclo natural del clima, los cuales son causados por altas precipitaciones durante períodos prolongados de lluvia que aumentan el caudal de ríos. De igual forma se debe considerar que las lluvias desencadenan diversos eventos como desbordes, deslizamientos, movimientos de masa, huaicos, aluviones, etc. Y quienes resultan más afectados son las personas o comunidades que viven cerca de ríos o en áreas de inundación de poca altura.

Ecuador, debido a sus particularidades geográficas, climáticas, factores geológicos y tectónicos, ha presentado regularmente fenómenos catastróficos de origen hidrometeorológico (inundaciones), geológico, entre otros. En el Ecuador la respuesta del estado ante los desastres producidos por fenómenos naturales adversos en las últimas décadas ha sido de carácter reactivo, focalizando la atención en las intervenciones post-desastre en situaciones de emergencia y en particular, en las labores de rehabilitación y reconstrucción de viviendas e infraestructura física.

De acuerdo a los datos históricos presentados por la SNGRE, el cantón Calvas se ha visto afectado por dos tipos de amenaza de carácter natural como es el caso de Inundaciones y Déficit hídrico/sequía. En el caso de las inundaciones la vulnerabilidad ha sido considerada alta, por lo tanto, los daños y pérdidas tanto sociales como económicos son de una considerable magnitud; además de amenazas que influyen directamente sobre la comunidad y los territorios productivos de la zona, afectando al desarrollo y la economía de los pobladores.

En la parroquia Cariamanga del cantón Calvas, se han suscitado inundaciones, como el producido el 26 de marzo del 2017 tras dos horas de intensas precipitaciones, causando la creciente de la quebrada “Las Totoras”, la misma que al desbordarse ocasionó pérdidas económicas y daños a la infraestructura urbana de las calles 24 de mayo y afectando a barrios como el “Reina del Cisne”, “La Fragua”, entre otros; provocando el desalojo de alrededor de 90 personas de sus viviendas hacia hogares de refugio (COE). Así mismo se registra una inundación producida el 4 de octubre del 2018, dejando alrededor de cuatro familias damnificadas y daños a infraestructuras; continuando con otro evento producido el 3 de marzo del 2019, en donde las inundaciones provocadas por las fuertes precipitaciones pluviales inhabilitaron el sistema de alcantarillado en varias zonas del sector, entre los cuales se encuentra el barrio “Reina del Cisne” (Cuerpo de Bomberos de Calvas). Por lo tanto, el presente proyecto de investigación justifica su importancia a raíz de la necesidad de fortalecer y



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

desarrollar las capacidades de la población expuesta en materia de gestión de riesgos con enfoque de reducción, prevención, autoprotección y articulación para una adecuada respuesta ante las inundaciones provocadas por fuertes lluvias, mediante la propuesta de implementación de un sistema de alerta temprana, con la finalidad de minimizar pérdidas económicas y humanas, formando comunidades preparadas, conscientes y resilientes.

Objetivos:

Objetivo General

- Proponer medidas preventivas estructurales y no estructurales en el Barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja, para reducir la susceptibilidad antes inundaciones.

Objetivos Específicos

- Identificar el grado de amenaza por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” de la parroquia Cariamanga, cantón Calvas, mediante un mapa de amenazas a escala 1:10.000.
- Determinar los elementos expuestos frente a la amenaza en el barrio Reina del Cisne.
- Proponer un sistema de alerta temprana en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas.



4. Marco Teórico

4.1 Riesgo de desastre

La noción de “riesgo”, en su concepción más amplia, es consustancial con la existencia humana en esta tierra. Evocando ideas sobre pérdidas y daños asociados con las distintas esferas de la actividad humana.

Históricamente, la definición de “riesgo de desastre” ha tomado dos rumbos: En primera instancia están las definiciones que se derivan de las ciencias de la tierra y que tienden a definir el riesgo como “la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino”. Esta definición pone énfasis en la amenaza o el evento físico detonador del desastre.

El riesgo es una condición latente que, al no ser modificada o mitigada a través de la intervención humana o por medio de un cambio en las condiciones del entorno físico-ambiental, anuncia un determinado nivel de impacto social y económico hacia el futuro, cuando un evento físico detona o actualiza el riesgo existente.

Este riesgo se expresa y se concreta con la existencia de población humana, producción e infraestructura expuesta al posible impacto de los diversos tipos de eventos físicos posibles, y que además se encuentra en condiciones de “vulnerabilidad”, es decir, en una condición que predispone a la sociedad y sus medios de vida a sufrir daños y pérdidas. El nivel del riesgo estará condicionado por la intensidad o magnitud posible de los eventos físicos, y el grado o nivel de la exposición y de la vulnerabilidad (Narváez, Lavell, & Pérez Ortega, 2009).

4.2 Factores que componen el Riesgo de desastre

Hace referencia a la existencia de condiciones físicas y sociales que contribuyen a la existencia de riesgo en la sociedad y que se diferencian entre sí. Además, se constituyen en factores de riesgo a raíz de relaciones, y secuencias de causa y efecto, diferenciadas.

Esencialmente, hay dos tipos de factor:

1. Eventos físicos potencialmente dañinos: Hace referencia a una serie de fenómenos que pueden descargar energía destructiva o presentar condiciones dañinas para la sociedad, son los llamados “eventos físicos dañinos”. Estos comprenden un rango muy amplio de tipos y circunstancias, y han sido clasificados por Lavell (1996) como naturales, siconaturales, antrópico-tecnológicos y antrópicocontaminantes. Los eventos naturales son propios de la dinámica de la naturaleza; los socio-naturales se crean por



la intervención del ser humano en el ambiente natural, de tal forma que se generan condiciones físicas adversas; y los antrópicos se relacionan con la actividad humana en la producción, manejo y transporte de materiales peligrosos

2. Vulnerabilidad de los seres humanos, sus medios de vida e infraestructura frente a los eventos físicos peligrosos.

La existencia de estos factores está condicionada por la exposición de la sociedad a los eventos físicos potencialmente peligrosos, es decir la localización en áreas potencialmente afectables.

4.3 Factores que componen el Riesgo y su construcción social

Del concepto general de la construcción social de riesgo, con referencia a cada uno de los factores centrales del riesgo, los mecanismos diversos en que el riesgo se puede generar y construir, producto de prácticas individuales o colectivas de uso y transformación del territorio y sus recursos (Narváez, Lavell, & Pérez Ortega, 2009).

4.3.1 Amenazas físicas naturales

Se refieren a aquellos que forman parte de la dinámica natural y cambiante de este planeta y su atmósfera, y sobre los cuales las sociedades humanas no pueden incidir en su ocurrencia o magnitud (por ejemplo, los sismos), su calificación como amenaza y su grado de peligrosidad está determinada por la exposición de elementos socioeconómicos en condiciones de vulnerabilidad dentro de su área de afectación o incidencia.

4.3.2 Eventos físicos socio naturales y antropogénicos

En relación a las llamadas amenazas socio naturales y antropogénicas, la naturaleza solamente juega un papel de soporte o trasfondo, de insumo no definitorio. En su concreción como eventos con características de “amenaza” siempre intervienen de forma crítica acciones (u omisiones) humanas, base de la construcción social del riesgo. A diferencia de las amenazas naturales, este tipo de amenaza tiene una doble forma de participación humana en su concreción: por un lado, con referencia a la concreción misma del evento como tal (que es causado en mayor o menor medida por acción humana), y, por otro lado, con referencia a la exposición de la población y sus modos de vida en condiciones de vulnerabilidad frente a estos fenómenos (de igual forma que en el caso de las amenazas naturales tratadas anteriormente) (Narváez, Lavell, & Pérez Ortega, 2009).

4.4 Construcción de vulnerabilidad

La vulnerabilidad, se refiere a la predisposición de los seres humanos, sus medios de vida y mecanismos de soporte a sufrir daños y pérdidas frente a la ocurrencia de eventos físicos potencialmente peligrosos. Esta predisposición, no es en general producto unilateral de la magnitud o intensidad del evento; aunque se debe aclarar que, en caso de condiciones extremas, tales como las explosiones volcánicas paróxicas de Krakatoa, Pinatubo o Monte Santa Helena, de meteoritos grandes que impacten la tierra, de terremotos de magnitud superior a 9.0 y tsunamis con alturas superiores a los 30 metros, realmente es difícil imaginar una sociedad expuesta que pueda absorber el impacto.

Toda causa de vulnerabilidad y toda expresión de vulnerabilidad, es social. Por lo tanto, el proceso de creación de condiciones de vulnerabilidad obedece también a un proceso de construcción social.

Las causas de la vulnerabilidad nos remiten a una consideración de un número alto de circunstancias que se relacionan de una que otra forma con:

1. Los grados de resistencia y resiliencia de los medios de vida;
2. Las condiciones sociales de vida;
3. Los grados de protección social y autoprotección que existen;
4. El nivel de gobernabilidad de la sociedad (Cannon, 2007).

Estos factores pueden verse a la luz de múltiples aspectos y condiciones asociados con la cultura, la economía, la sociedad, la organización social, las instituciones, la educación, etc. (Wilches-Chaux, 1988).

4.5 Dinámica de la sociedad, dinámica de riesgo

El riesgo de desastre es entonces un proceso social caracterizado por la coincidencia, en un mismo tiempo y territorio, de eventos físicos potencialmente peligrosos, y elementos socioeconómicos expuestos ante éstos en condición de vulnerabilidad.

Por lo tanto, en la determinación de la existencia del riesgo y sus niveles, actúan fuerzas derivadas de la sociedad y de la naturaleza. Ninguno de estos dos elementos es estable o permanente en el tiempo. Sufren cambios y variaciones de manera continua. A veces estos cambios son graduales, paulatinos o pausados; a veces son abruptos e incluso repentinos.

En el primer caso, cuando la dinámica del riesgo se considera gradual, se hace referencia a una situación en donde el ritmo de una economía en proceso de desarrollo se califica como



“estable” (aunque la estabilidad es muchas veces una falsa expresión de una realidad contradictoria) o la dinámica de la naturaleza se evalúa con momentos y ritmos predecibles y normales.

En este caso los factores de riesgo pueden sufrir constantes, pero incrementales y hasta predecibles cambios, lo cual permite identificar estrategias de intervención que pueden incluirse en la planificación del desarrollo. En general, el entorno natural tendrá un nivel de constancia tanto en términos de sus normas y promedios, como con referencia a los periodos de retorno de eventos extremos. El clima, la dinámica de la corteza terrestre y de los océanos, aunque tipificados por lo rutinario y lo extremo, como parte de su variabilidad interna, son relativamente constantes en sus expresiones y la sociedad informada puede predecir su comportamiento dentro de límites más o menos estrechos.

En este caso, a pesar que haya cambios en el entorno natural, en esencia el contexto de estos eventos y de la connotación de amenaza que encierran es más o menos constante, evolucionando de manera pausada.

Con la sociedad, la influencia de políticas sociales y económicas particulares y a veces cambiantes dentro de la rutina establecida; de comportamientos cambiantes y a veces erráticos de los individuos, familias y colectividades; de procesos de ocupación y utilización del territorio expansivo, etc., garantiza que mientras haya relativos niveles de estabilidad, siempre hay cambios y expresiones en los niveles de ingresos, de seguridad, de existencia social diferenciados, los cuales tendrán algún impacto en los niveles de vulnerabilidad y resiliencia de las personas y comunidades. (Narváez, Lavell, & Pérez Ortega, 2009).

4.6 Vulnerabilidad

Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (CEPAL, 2000).

4.6.1 Vulnerabilidad global

La vulnerabilidad global está interpretada por diferentes vulnerabilidades (Wilches Chaux, 1989).

4.6.1.1 Vulnerabilidad natural

Es la vulnerabilidad intrínseca a la que está expuesto todo ser vivo, determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida y por las exigencias internas de su propio organismo

4.6.1.2 Vulnerabilidad física

Está referido directamente a la ubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y las deficiencias de sus infraestructuras para absorber los efectos de dichos riesgos.

4.6.1.3 Vulnerabilidad social

Se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Cuanto mejor y mayor se desarrollen las interrelaciones dentro de una comunidad, es decir sus miembros entre sí y a su vez con el conjunto social, menor será la vulnerabilidad presente en la misma. La diversificación y fortalecimiento de organizaciones de manera cuantitativa y cualitativa encargadas de representar los intereses del colectivo, pueden considerarse como un buen indicador de vulnerabilidad social, así como mitigadores de la misma.

4.6.1.4 Vulnerabilidad política.

Constituye el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que le afectan, es decir mientras mayor sea la autonomía, mayor será la vulnerabilidad política de la comunidad.

4.6.1.5 Vulnerabilidad técnica.

Viene dada por la presencia y/o ausencia de infraestructuras o diseños de edificaciones resistentes o adaptables a la diversidad de eventos o amenazas a la cual está una comunidad expuesta.

4.6.1.6 Vulnerabilidad educativa.

Está representada principalmente con la preparación académica en distintos niveles, que permite a los ciudadanos aplicar tales conocimientos en su vida cotidiana como herramienta válida para enfrentar las situaciones de peligro presentes en la zona que habitan.



4.6.1.7 Vulnerabilidad económica.

Viene dada directamente por los indicadores de desarrollo económico presentes en una población, pudiéndose incluso afirmar que cuanto más deprimido es un sector, mayor es la vulnerabilidad a la que se encuentra ante los desastres, es importante acotar que el inicio de los desastres viene dado directamente por la presencia de un evento natural, pero es la vulnerabilidad humana, la degradación ambiental, el crecimiento demográfico y la falta de preparación y educación ante los mismos, los factores que dominan los procesos de desastres, llegándolos a convertir en catastróficos.

4.7 Gestión de Riesgo

Se puede definir como el proceso estratégico idóneo para que los actores sociales insertos en la dinámica de un territorio determinado, puedan concertar el contexto y la lógica de los esfuerzos, las capacidades y los recursos que se dispondrán de forma correctiva y prospectiva, para llegar a niveles aceptables de seguridad humana (Leonelli, 2000). La gestión del riesgo es el arte de unir fuerzas en función de la vida y el Desarrollo Humano Sostenible, actúa sobre las causas y mecanismos que facilitan y estructuran el riesgo de perder la vida y el patrimonio, ver dañados o destruidos los recursos materiales y no materiales de subsistencia, vivir en la incertidumbre de no poder procurarse los elementos mínimos para el desarrollo humano sostenido, generando ansiedad y miedo (PRODESAMH, 2000).

4.8 Actividades para un enfoque integral de la gestión de riesgo

Un análisis detallado de los factores que transforman un fenómeno natural en un desastre humano y económico revela que los problemas fundamentales del desarrollo de la región Centro Americana son los mismos que contribuyen a su vulnerabilidad hacia los efectos catastróficos de las amenazas naturales. Las causas principales de la vulnerabilidad de la región son la urbanización rápida y no regulada, la persistencia de la pobreza urbana y rural generalizada, la degradación del medio ambiente causada por el mal manejo de los recursos naturales, la política pública ineficiente y los rezagos y desaciertos de las inversiones en infraestructura. En la región se invierte muy poco en la mitigación de amenazas naturales, puesto que la política en materia de desastres se ha centrado principalmente en la respuesta a situaciones de emergencia (BID, 2004).

Para anticiparse a los desastres en la región y reducir sus efectos, se necesita un enfoque más integral que abarque tanto la reducción de los riesgos antes de los desastres como la recuperación posterior, enmarcado en nuevas políticas y mecanismos institucionales que



propicien una acción eficaz. Este enfoque abarca los siguientes tipos de actividades (BID, 2004):

- Análisis de los riesgos: para determinar su clase y gravedad para la población y las inversiones en desarrollo.
- Medidas de prevención y mitigación: para abordar las causas estructurales de la vulnerabilidad.
- Preparativos e intervención: en situaciones de emergencia con el propósito de que los países estén mejor preparados para hacer frente de forma rápida y eficaz a las situaciones de emergencia.
- Rehabilitación y reconstrucción después de los desastres para facilitar la recuperación eficaz y crear salvaguardias contra desastres futuros.
- Sistemas de alerta temprana.

4.9 Medidas para reducir el Riesgo

En la mayoría de los riesgos asociados con amenazas naturales, existen limitadas oportunidades para reducir la amenaza. En estos casos, el objetivo de las políticas de mitigación debe ser la reducción de la vulnerabilidad de los elementos y actividades en riesgo. Las medidas de parte de las autoridades a cargo de la planificación o desarrollo para reducir la vulnerabilidad pueden clasificarse de manera amplia en dos tipos: activas y pasivas (Jiménez, 2004).

4.9.1 Medidas activas de mitigación

Son aquellas por medio de las cuales las autoridades promueven medidas convenientes ofreciendo incentivos, a menudo asociados con programas de desarrollo en áreas de bajos ingresos. Las medidas activas, aunque pueden ser más costosas al inicio, suelen producir mejores resultados en algunas comunidades porque tienden a promover una cultura de seguridad que se perpetua por sí misma, algunas de estas medidas son: planificación del control de distribución, capacitación y educación, subsidios para equipos seguros (material de construcción), disseminación de información al público, fomento de la toma de conciencia y creación de organizaciones comunitarias (alerta temprana) (Jiménez, 2004).

4.9.2 Medidas pasivas de mitigación

Son aquellas por medio de las cuales las autoridades promueven medidas no convenientes usando controles y multas; estas medidas son usualmente más apropiadas para autoridades locales bien establecidas en áreas de mayor ingreso entre ellas están: requisitos que se amolden



a los códigos de diseño, verificación del cumplimiento de los controles en el lugar mismo, control de uso de la tierra, negación de servicios e infraestructura en las áreas donde el desarrollo es indeseable, seguros obligatorios (Wilchez Chaux, 1989).

4.10 Mitigación con base comunitaria

Se ha argumentado que los gobiernos y las principales agencias de desarrollo tienden a adoptar un enfoque piramidal en la planificación de la mitigación de desastres. Este enfoque lleva a que los beneficiarios reciban soluciones diseñadas para ellos por los planificadores, en vez de ser ellos mismos los que las seleccionen. Los programas de mitigación con base comunitaria tienen mayor probabilidad de resultar en acciones que son respuesta a las necesidades reales del pueblo y a contribuir con el desarrollo de la comunidad, de su conciencia de las amenazas que se enfrentan y a su capacidad de protegerse a sí mismo en el futuro (Jiménez, 2004).

4.11 Sistemas de Información Geográfica

Administrar, regular, controlar y planificar las acciones que se desarrollan en un territorio determinado constituye una tarea muy compleja. En este sentido, identificar las variables que intervienen en el proceso de administración, permite conocer una parte del problema, paralelamente resulta imprescindible comprender y analizar las interrelaciones que existen entre esas variables. De este modo es posible construir no sólo el escenario de comportamiento en un momento dado, sino simular comportamientos posibles, deseados o no, para conducir la gestión en el sentido deseado; o en el peor de los casos, poder reaccionar a tiempo ante situaciones imprevistas.

La tecnología de Sistemas de Información Geográfica constituye en este sentido una de las herramientas adecuadas de manejo de información, ya que al usar el modelo de base de datos geo-relacional se asocia un conjunto de información gráfica en forma de planos o mapas a bases de datos digitales (Centro Nacional de Información Geográfica, NCGIA).

4.11.1 Definición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato (Velásquez, 2004).



Existen otras muchas definiciones de SIG, como la de Centro Nacional para el análisis de información geográfica, por sus siglas en inglés (N.C.G.I.A) que define los SIG como "un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión".

La definición del diccionario de la Asociación para la información geográfica por sus siglas en inglés (AGI) y el Departamento de Geografía de la Universidad de Edimburgo lo explica como: "un sistema de cómputo para obtener, almacenar, integrar, manipular, analizar y representar datos relativos a la superficie terrestre", pero todas coinciden en referirse a un SIG como un sistema integrado para trabajar con información espacial, herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas vitales para el desarrollo, entre ellas el análisis de riesgo por desastres naturales.

4.11.2 Evaluación del riesgo por medio de tecnología SIG

La evaluación del riesgo mediante los (SIG) permiten: contar con una visión de conjunto y multivariedad del riesgo, establecer relaciones espaciales y vincular distintos tipos de información, contar con información digital de consulta directa, realizar actualizaciones que respondan al dinamismo del problema (Saborío, 2003).

4.12 Sistemas de Alerta Temprana

Los Sistemas de Alerta Temprana conocidos como SAT, son un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso (natural o antrópico) de carácter previsible, se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos. Millones de personas en todo el mundo salvan sus vidas y sus medios de subsistencia gracias a la implementación de estos sistemas.

La importancia de un SAT, radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en que tiempo y espacio, una amenaza o evento adverso de tipo natural o generado por la actividad humana puede desencadenar situaciones potencialmente peligrosas. Por lo cual las alertas deben difundirse con suficiente anticipación.

4.12.1 Objetivo del SAT

El objetivo fundamental de un SAT es, reducir o evitar la posibilidad que se produzcan lesiones personales, pérdidas de vidas, daños a los bienes y al ambiente, mediante la aplicación de



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

medidas de protección y reducción de riesgos. Los Planes de Gestión de Riesgo o Respuesta de Emergencias son medidas indispensables para que una alerta sea efectiva.

5. Metodología

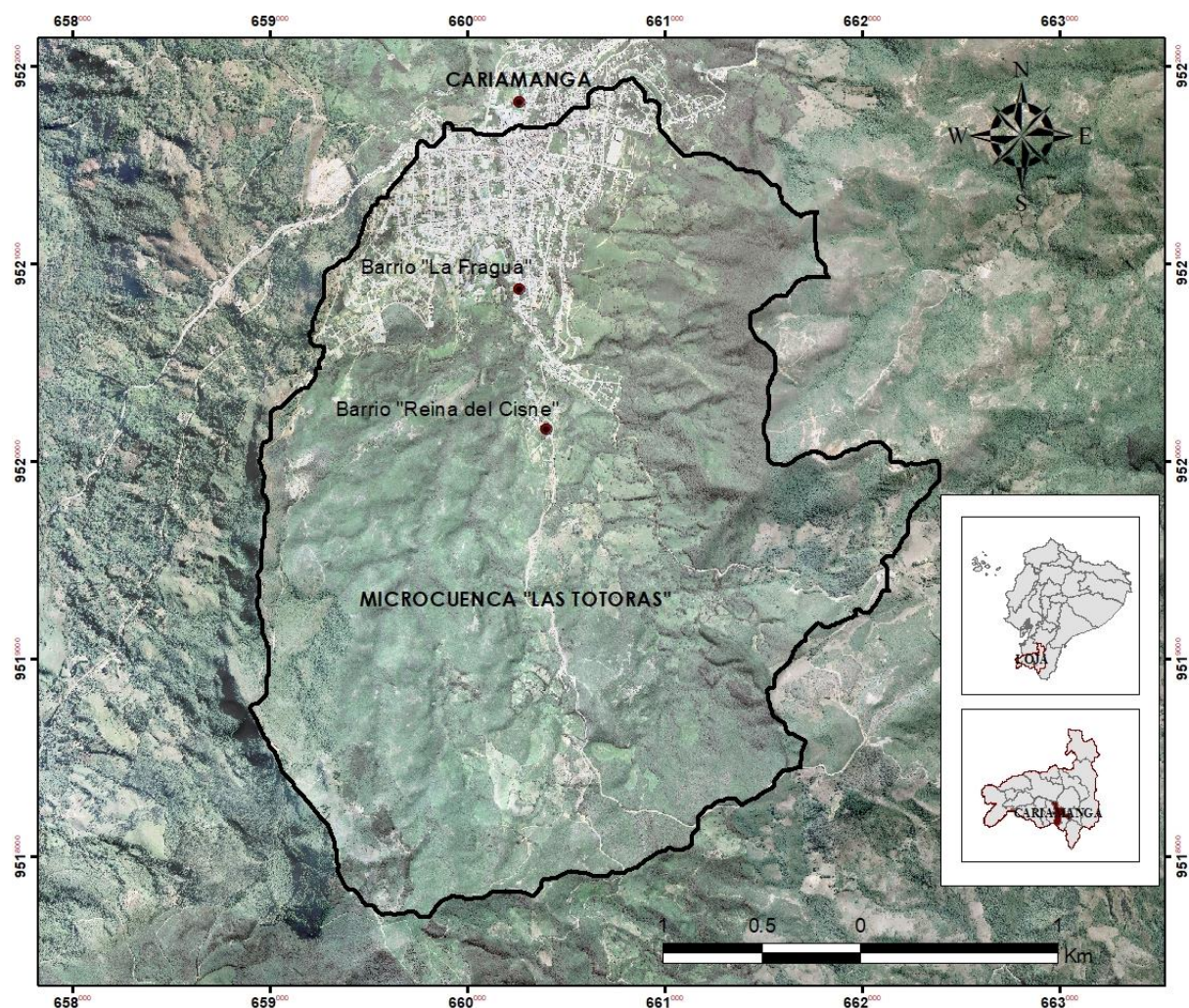
5.1 Descripción General del Área de Estudio

5.1.1 Ubicación

Las zonas de estudio, determinada como barrio “Reina de Cisne”, barrio “La Fragua” y microcuenca “Las Totoras” se encuentra ubicadas en la parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja. Ver (Anexo 1).

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio



Nota. Elaborado por la autora (2022).

5.1.2 Acceso

Para el acceso a la zona de estudio, se inicia partiendo mediante vía terrestre, desde el Terminal Quitumbe de la ciudad de Quito, hacia la ciudad de Cariamanga, por la vía de primer orden “Troncal de la Sierra”, pasando por la ciudad de Loja y continuando con el recorrido hacia el

lugar de destino, con un tiempo estimado de viaje de 13 horas (Figura 8). Seguidamente se continua mediante vía terrestre por la carretera de segundo orden “18 de noviembre” hasta el barrio “Reina del Cisne” (Figura 9), con un tiempo aproximado de viaje de 5 minutos.

Figura 2

Acceso a la zona de estudio.



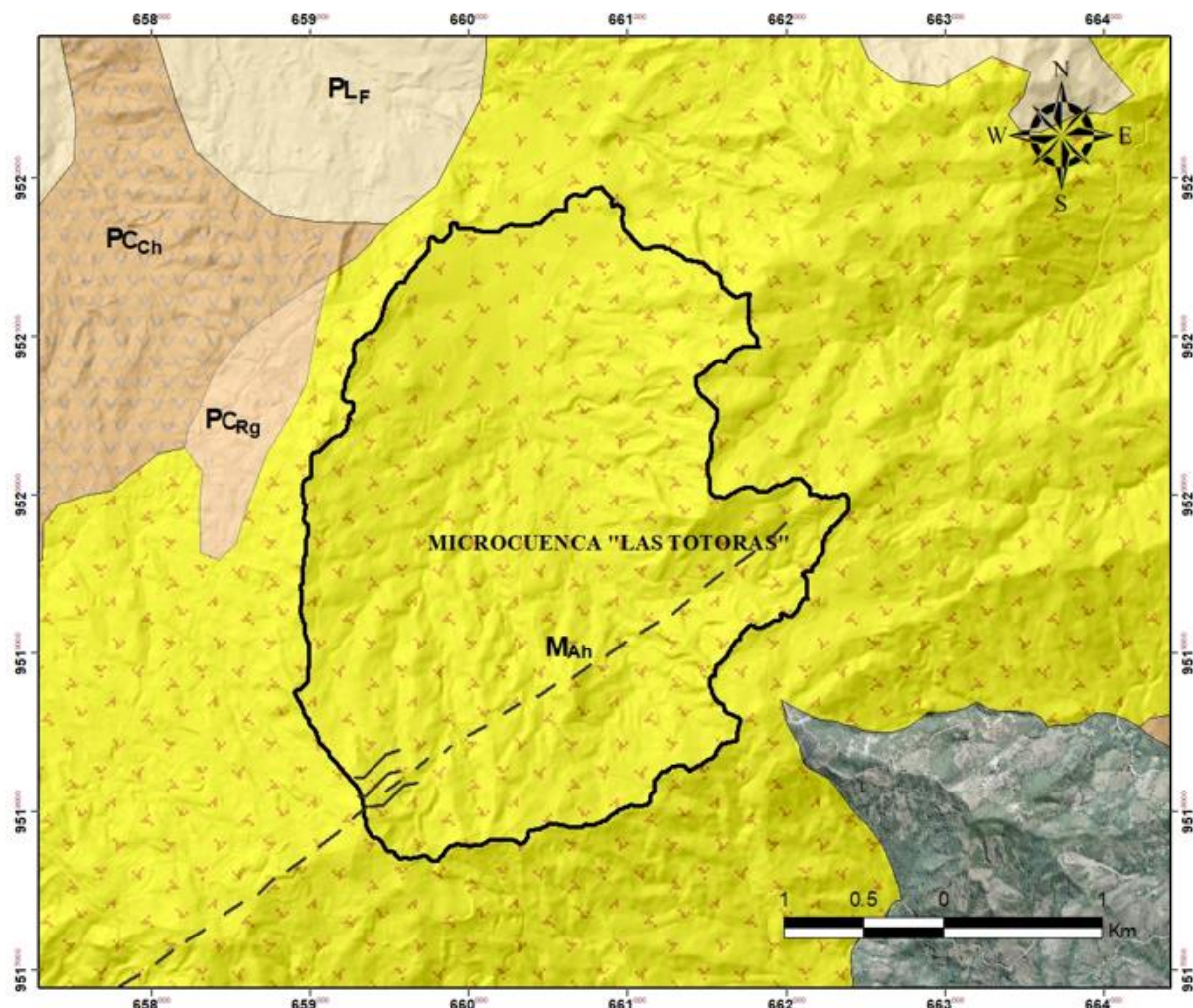
Nota. Ruta Quito-Cariamanga (a), Ruta Cariamanga-Barrio Reina del Cisne (b). Obtenido de Google Maps.

5.1.3 Características Físicas.

5.1.3.1 Geología Regional.

Figura 3

Geología Regional de la zona de estudio.



Nota. Elaborado por la autora (2022), a partir de la Hoja Geológica Macará (2018), elaborada por el Instituto Nacional de investigación geológico minero metalúrgico.

Unidad Ahuaca (MA_h): Está constituida principalmente de tobas dacíticas de color gris claro a blanco con tonos rosa, debido al alto contenido de arcillas y óxidos como hematita, por fuertes procesos de meteorización que se observan claramente en estas rocas. Las tobas se encuentran estratificadas, con leve buzamiento hacia el noreste y con ángulos moderados al noroeste en otros sectores, con lo que asumimos un espesor de aproximadamente 300a 500metros para esta unidad, dentro del área de estudio.

Unidad Changaimina (PC_{Ch}): La unidad está constituida por lavas andesíticas, principalmente de color púrpura a marrón debido a procesos meteóricos, que en ocasiones genera meteorización esferoidal, y en zonas frescas exhibe una coloración gris con tonalidades

verdes. Además, existen andesitas basálticas de color gris oscuro a negro, con alto contenido de magnetita y muy localmente se encuentra niveles de tobas andesíticas compactas. El espesor de esta unidad es variable debido a la existencia de diversos eventos generadores de flujos lávicos, sin embargo, se calcula en promedio una potencia aproximada entre 150a 400metros de acuerdo a la topografía, aunque en el cerro Huachingue los flujos lávicos alcanzan con facilidad los 1100 m de espesor. Esta unidad se encuentra inter digitada con la Unidad La Cruz y la Unidad Río Guayucu. Hacia el norte está sobre yacida discordantemente por la Unidad Ahuaca.

Unidad El Fundo (PL_F): Esta unidad es considerada como remanentes del relleno de una microcuenca distribuida al norte de la ciudad de Cariamanga, que según INIGEMM (2013) se extiende hacia el sur. Se constituye por una secuencia de conglomerados y tobas retrabajadas, además de depósitos fluvio-lacustres bien estratificados, depósitos de avalanchas y flujos de lodo. Hay que tomar en cuenta que esta descripción es muy similar a la litología observada en la unidad Río Guayucu, la cual ha sido claramente identificada dentro del área de estudio. Sin embargo, INIGEMM (2013) considera una edad Pliocénica para esta unidad por correlación estratigráfica, ya que dentro de la secuencia observan clastos de rocas de las unidades más antiguas, sobre todo de los volcánicos Ahuaca.

Unidad Río Guayucu (PC_{Rg}): Esta unidad consiste principalmente de tobas de caída con un característico color púrpura a marrón debido a su alto contenido de hematita como producto de una intensa meteorización y volcanosedimentos; la toba presenta textura volcanoclástica de grano medio, donde típicamente se observan cristales fragmentados de plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda y en ocasiones líticos andesíticos centimétricos y cuarzo, dispersos en una abundante matriz de ceniza o vidrio volcánico con un alto grado de meteorización y magnetismo moderado a débil. El espesor de esta unidad dentro del área de estudio es mínimo. En la vía El Lindero-Cachaco esta unidad alcanza un espesor de aproximadamente 100a 120metros, siendo esta la potencia más alta observada dentro del área de estudio para esta unidad. No existen dataciones para esta unidad, pero al ser considerada una facie volcanosedimentaria relacionada al mismo volcanismo que generó las unidades Changaimina y La Cruz, se asigna una edad Paleocénica a Eocenotemprano (INIGEMM,2013).

5.1.3.2 Recursos hídricos

El cantón Calvas hidrográficamente pertenece a la Cuenca Binacional Catamayo – Chira, la que a su vez se encuentra formada por dos principales subcuencas, la Subcuenca del Río



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Catamayo que ocupa el 46,06 % de la superficie total del Cantón con una extensión de 39196.17 ha, abarcando la mayor parte de las parroquias de Calvas, Cariamanga, Colaisaca y una pequeña parte de Utuana. De igual manera se encuentra la subcuenca del Río Macará que ocupa el 53,69% de la superficie total del Cantón con una extensión de 45686.11 ha abarcando la superficie total de las parroquias El Lucero, Sanguillín, gran parte de Cariamanga y Utuana (PDOT Calvas, 2020).

5.1.3.3 Microcuencas

Para el cantón Calvas la oferta hídrica es muy importante ya que las microcuencas cubren un área de 85090.96 ha, este recurso disminuye en su caudal por la incidencia de factores antrópicos que afectan de gran manera a la conservación del agua. Las microcuencas existentes dentro del cantón Calvas, empezando por los drenajes menores, cubren la mayor parte del territorio con un área de 10792.80 ha representado el 12.68%, seguido de la quebrada Santa Ana con un área de 8418.01 ha representado el 9.89% y la quebrada Trapichillo con un área de 7943.70 ha y que representa el 9.34% del cantón (PDOT Calvas, 2020).

5.1.3.4 Clima

Entre uno de los aspectos reguladores del clima de la zona de Calvas, constituye la ausencia de la Cordillera Occidental, que facilita el ingreso de los vientos marinos cargados de humedad. La influencia de este fenómeno local se pone de manifiesto durante los años que se presenta el fenómeno El Niño. El cantón Calvas presenta una temperatura mínima de 12°C y la máxima es de 28.1°C, con una media de 20.2°C. Una vez descrito el tipo de clima del cantón, para ejecutar la evaluación del clima se emplean cuatro factores condicionantes entre ellos se encuentran: humedad relativa, temperatura, precipitación, y velocidad y frecuencia de vientos (OMM, 2020).

5.1.4 Características Sociales

5.1.4.1 Población

La parroquia Cariamanga, cabecera cantonal del Cantón Calvas, agrupa a la mayor parte de la población 75,58%, mientras que la población en las demás parroquias rurales, es bastante inferior: Colaisaca 6,58%, El Lucero 7,18%, Sanguillín 5,92%, y Utuana 4,74%; según el censo 2010 (PDOT Calvas, 2020).



5.1.4.2 Densidad poblacional

La parroquia Cariamanga posee mayor índice de densidad poblacional con 57 habitantes por kilómetro cuadrado (PDOT Calvas, 2020).

Se asume que la cantidad aproximada de pobladores en la parroquia Cariamanga es 21 293, de los cuales el 47,13 % corresponde al total de hombres en la parroquia, mientras que el porcentaje de mujeres es de 52,87 % (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2001).

5.2 Materiales

5.2.1 Materiales de Campo

- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- GPS
- Material didáctico (matrices, carteles, etc)
- Lápiz, esferográficos, marcadores
- Fichas de campo

5.2.2 Materiales de Geoprocesamiento

Tabla 1

Materiales de Geoprocesamiento

ÍTEM	ESCALA	FUENTE	AÑO
Ortofotos Calvas	1:5 000	SIGTIERRAS	2018
Base de datos de intensidades máximas de precipitación		INAMHI	2015
Hoja Geológica Macará	1:100 000	Instituto Nacional de investigación geológico minero metalúrgico	2018
Hoja Geológica Cariamanga	1:100 000	Instituto Nacional de investigación geológico minero metalúrgico	2018
Mapa de Uso de Suelo del cantón Calvas	1: 25 000	PUGS	2020
MDT cantón Calvas	3x3m	SIGTIERRAS	2018

Nota. Elaborado por la autora (2022).



5.2.3 Materiales de Oficina

- Computadora portátil
- Impresora
- Disco Extraíble

5.2.4 Software empleados

- ArcGis 10.4.1
- AutoCad 2015
- Microsoft Office (Word, Excel)
- Paint

5.3 Procedimiento

5.3.1 Recopilación de información secundaria

La recopilación de la información necesaria para el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados, ha sido a través de geoportales de instituciones públicas, además de MDT 3x3 y ortofotos obtenidas por SIGTIERRAS en el año 2018, además del documento elaborado por el SNGRE “Propuesta metodológica para la elaboración de cartografía de amenazas por inundación” del año 2019. Por otro lado, se ha tomado como información base los mapas de uso de suelo a escala 1:25000, información elaborada por el GAD de Calvas en el año 2020; e isoyetas que describen la precipitación anual en el territorio ecuatoriano, información obtenida por el IEE en el año 2012. Además de documentos como: “Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial” del cantón Calvas, elaborado por el GAD de Calvas, en el año 2020; Por otro lado, se utilizaron documentos guía como: “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación”, elaborado por el INAMHI en el años 2015; “Guía Comunitaria de Gestión de Riesgos y emergencias”, elaborado por el SNGRE en el año 2010; “Guía para la conformación de Comités Comunitarios de Gestión de Riesgo”, elaborado por el SNGRE en el año 2018.

5.3.2 Fase de Campo

La fase de campo consistió en obtener información a través de fichas de campo para la descripción de afloramientos de la zona de estudio, a partir de los cuales se logró determinar la litología presente en el área estudiada, además se corroboró de las diferentes unidades geomorfológicas, uso de suelo. Asimismo, se aplicaron encuestas a los habitantes de barrios como “La Fragua”, ciudadela “Amazonas”, parte del centro de Cariamanga y “Reina del

Cisne”, con la finalidad de obtener información relevante para la elaboración de los diferentes objetivos planteados. Finalmente se llevaron a cabo reuniones con los moradores del barrio “Reina del Cisne”, donde se ha trabajado el PCGR y se compartió la propuesta del SAT.

5.3.3 Fase de Gabinete

La fase de gabinete ha consistido en el geoprocésamiento de cartografía, la misma que ha sido generada a partir de los diferentes recursos mencionados en el apartado 6.3.1, y de la información obtenida en campo; los datos fueron analizados, actualizados, digitalizados y procesados. De igual forma, esta fase tuvo lugar en la redacción y corrección del informe final de tesis.

5.4 Metodología para el primer objetivo: Identificar el grado de amenaza por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” de la parroquia Cariamanga, cantón Calvas, mediante un mapa de amenazas a escala 1:10.000

El desarrollo del presente objetivo se realizó mediante un estudio geomorfológico para determinar la peligrosidad por inundaciones del área de estudio, con la recopilación de información geológica y geomorfológica que permitió identificar las zonas torrenciales, considerando los datos de la topografía, pendiente de la cuenca y su red hidrográfica, junto con los usos del suelo e intensidad máxima de precipitación; todos estos datos fueron recopilados e interpretados por la autora, finalmente fueron geoprocésados en el software ArcGIS

Dentro del estudio geomorfológico para determinar la peligrosidad por inundaciones, se analizaron seis variables independientes, las cuales fueron: Intensidades máximas de precipitaciones, Geomorfología, Litología, Pendiente, Uso de Suelo y Densidad de drenaje, estos parámetros nos permiten identificar el aporte de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza por inundación, seguidamente se ponderó el peso de cada variable para establecer el nivel de importancia de estas mediante un análisis multicriterio dentro del modelo matemático, aplicando la matriz de Saaty.

5.4.1 Factores Condicionantes

Pendientes

La pendiente del terreno en un punto dado es el ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto. Siendo, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo. La pendiente de la zona de estudio fue obtenida a partir del MDT 3x3 a través de la herramienta SLOPE del software ArcGIS. Seguidamente, se realizó una

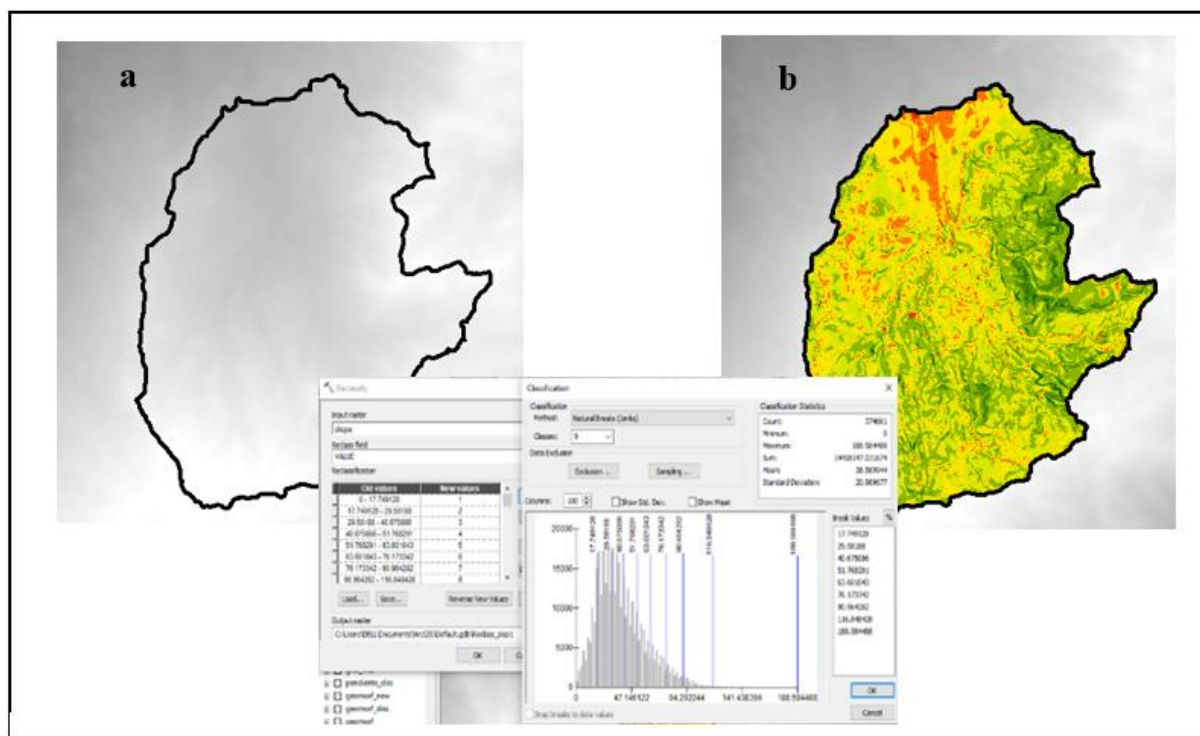
reclasificación en cinco categorías de acuerdo al grado de inclinación, establecida por Demek (1972), con la ayuda de la herramienta RECLASSIFY. Finalmente se obtendrá un mapa de pendientes a escala 1:10 000 en formato A3.

Tabla 2
Clasificación de Pendientes.

COLOR	CLASE	RANGO (°)
	Ligeramente inclinado	0-5
	Muy inclinado	5-15
	Fuertemente inclinado	15-35
	Empinado	35-55
	Vertical	>55

Nota. Obtenido de Demek (1972)

Figura 4
Generación de Slope (b) a partir de MDT(a), en software ArcGIS



Nota. Elaborado por la autora (2022).



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Geomorfología

La geomorfología del sector fue determinada a partir del MDT 3x3, en donde se ha categorizado de acuerdo a las estructuras encontradas en la zona de estudio. Es importante mencionar que no fue posible encontrar una metodología para el geoprocesamiento de la geomorfología a escala 1:10 000, debido a que por lo general las unidades geomorfológicas abarcan grandes áreas y a una escala mayor se dificulta determinar las formas del relieve con exactitud, por tal motivo se ha considerado pertinente utilizar la metodología descrita en el documento “Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25 000”, componente “Geopedología y amenazas geológicas”, subcomponente “Geomorfología” elaborado en febrero del año 2012 por SENPLADES. A partir de dicha metodología se ha podido determinar las unidades geomorfológicas del sector mediante la clasificación propuesta por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) en el año 2011, por medio de la categorización de los niveles relativos, expresados en metros, adoptados por el MAG en el año 1982; puntualizando que la información que se procesó para esta determinar esta variable se encuentra a una escala de 1:10 000.

La generación de unidades geomorfológicas en la microcuenca “Las Totoras” consistió en la subdivisión del territorio de acuerdo a las formas del relieve. Estas formas constituyen una porción del paisaje constituida por una misma roca o material superficial y con características similares en cuanto a su pendiente, desnivel relativo, forma de cima, forma de vertiente y procesos de erosión.

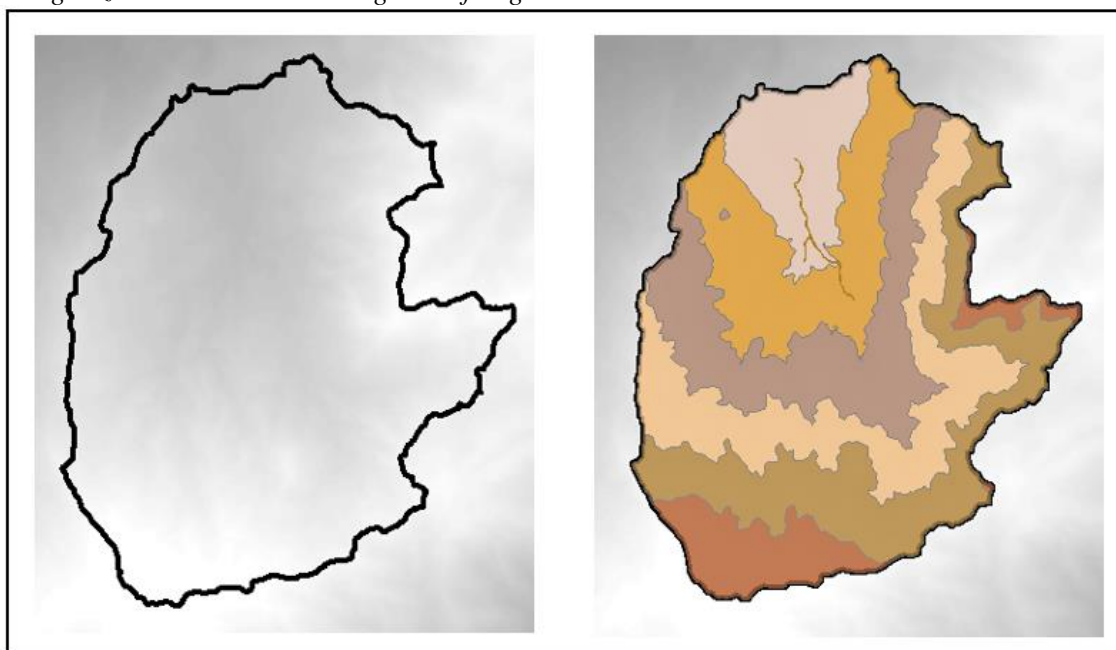
La categorización de desniveles relativos corresponde a la altura existente entre el cauce de los ríos o quebradas y las partes más altas de las formas del relieve. La forma del relieve que corresponde a una unidad geomorfológica es definida a través de un nombre representativo, enmarcado en el análisis de las características del paisaje y subpaisaje. Para la categorización de las unidades geomorfológicas de la microcuenca, se ha considerado la clasificación propuesta por CLIRSEN, año 2011, para los relieves de origen tectónico-erosivo. El proceso consistió en realizar una reclasificación en la herramienta RECLASSIFY, considerando los desniveles relativos (m) adaptados por el MAG en el año 1982.

Tabla 3
Clasificación de unidades Geomorfológicas.

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CÓDIGO
Coluvio Aluvial antiguo	Co
Relieve colinado muy bajo	R2
Relieve colinado bajo	R3
Relieve colinado medio	R4
Relieve colinado alto	R5
Relieve colinado muy alto	R6
Relieve colinado montañoso	R7

Nota. Obtenido de CLIRSEN (2011), modificado por la autora (2022).

Figura 5
Categorización de las unidades geomorfológicas de la microcuenca.



Nota. Elaborado por la autora (2022).

La corroboración de las unidades geomorfológicas encontradas, se la realizó en dos momentos; el primero consistió en la fotointerpretación de dichas unidades a través de ortofotos utilizando el software ArcGIS, en donde se ha relacionado el mapa de pendientes de la zona, mapa de sombras y ortofotos, mediante el trazado y corrección de los polígonos generados en el software. El segundo momento consistió en la visita de campo, con el objetivo de verificar "in situ" las formas del relieve cartografiadas y a partir de la información base como el mapa



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

topográfico (Ver **Anexo 2**), ortofotos y ubicación GPS, los cuales han permitido definir las zonas de recorrido (Vía Cariamanga-El Lucero, Vía Pan de Azucar), las mismas que permitieron visitar las geoformas presentes del sector y confirmar su existencia. El resultado final fue un mapa geomorfológico a escala 1:10 000, en formato A3.

Litología

La determinación de la litología se la realizó a partir de la información establecida en la Hoja Geológica de Macará, escala 1:100 000, elaborada en el año 2018. El trabajo de campo consistió en la descripción de afloramientos de la zona de estudio, con el fin de corroborar la litología, para ello, se utilizó la siguiente ficha de campo. Ver (**Anexo 11**)

La información levantada en campo, se la realizó cada 100 metros en zonas accesibles y cada 200-300 metros cuando existía la presencia de similar litología. Se han tomado 69 puntos de afloramiento en el área de estudio entre zonas accesibles y zonas con la presencia de litología similar. La elaboración del mapa litológico fue generada a partir del mapa topográfico, la hoja geológica de Macará y la información descrita en las fichas de campo, en donde se identificó el tipo de rocas existentes y se realizó la correlación de la litología presente en cada punto encontrado, obteniendo como resultado un mapa litológico a escala 1:10 000, en formato A3.

Uso suelo

La determinación del uso de suelo se lo realizó a partir de información base obtenida por el GAD cantonal de Calvas, en el documentos “Plan de Uso y Gestión del Suelo” de Calvas, elaborado en el año 2020, la información preliminar ha sido un mapa de uso de suelo a escala 1:25000, la misma que ha servido de base para su actualización y posterior generación de un mapa de uso de suelo a escala 1:10 000, mediante la utilización de Ortofotos de la parroquia Cariamanga a escala 1:5 000 del año 2018; las mismas que han sido obtenidas a partir del geoportal SIGTIERRAS, las clasificaciones de uso de suelo empleadas fueron descritas en base a la clasificación propuestas por el GAD cantonal de Calvas (2020). La verificación en campo correspondió a la identificación del uso de suelo “in situ”, además de la toma de puntos que permitan la corroboración del mismo.

Tabla 4
Clasificación de uso de suelo

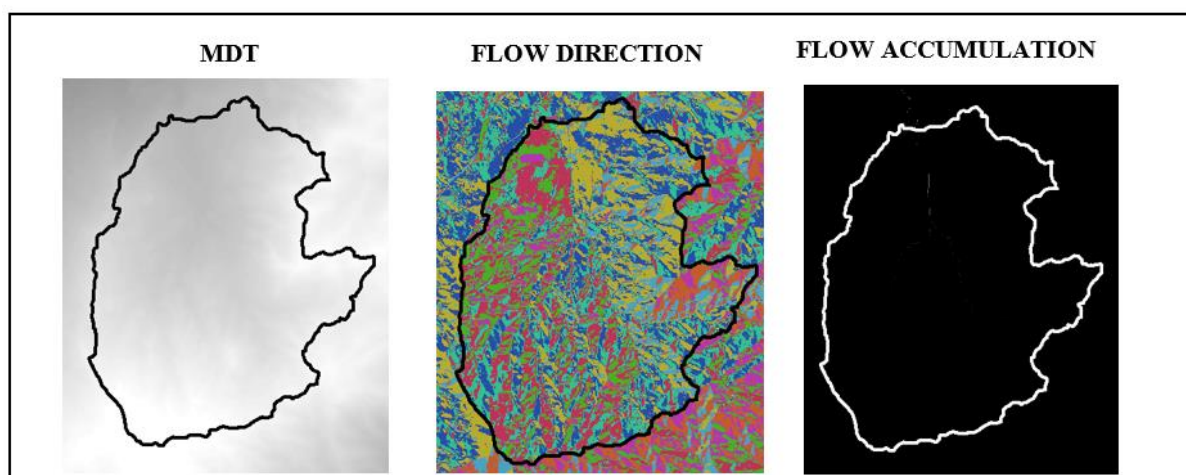
USO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
Urbano	Viviendas, comercio, se desarrollan actividades cotidianas
Pecuario	Crianza de animales pecuarios.
Agropecuario mixto	Crianza de animales pecuarios y actividades agrícolas
Conservación y producción	Zonas con poca actividad agrícola
Conservación y protección	Zonas de protección y áreas verdes

Nota. Obtenido de GAD cantonal de Calvas y modificado por la autora (2022).

Densidad de drenaje

La densidad de drenaje hace referencia al curso natural de transporte de los cuerpos de agua por acción de la gravedad, formando los lechos de cauce de la quebrada “Totoras”, alimentados por las precipitaciones. Los patrones de los flujos de drenaje, son el resultado de la dinámica fluvial y de la propia geomorfología del terreno, es por ello que, para la construcción de la red de drenaje se ha partido del MDT para aplicar las herramientas FLOW DIRECTION y FLOW ACCUMULATION en el software ArcGIS 10.4.1 para establecer el volumen acumulado de las celdas que drenan hacia un punto específico e identificar ríos o quebradas.

Figura 6
Volumen acumulado de celdas



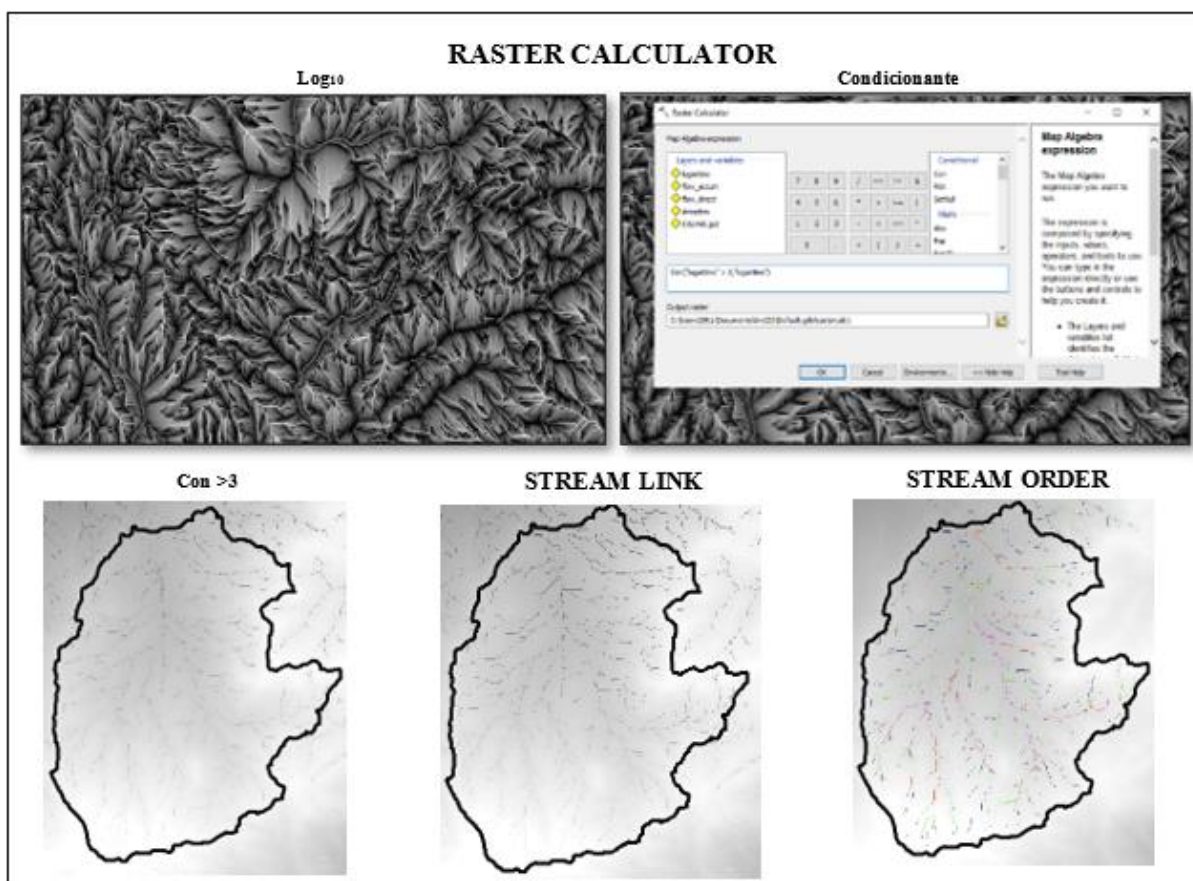
Nota. Elaborado por la autora (2022).

Para establecer la red hídrica en el software, se hizo uso de la herramienta RASTER CALCULATOR, en el cual, mediante el uso de Log_{10} se consiguió identificar la red hídrica en la microcuenca, tanto su quebrada como sus afluentes y efluentes. Las ramificaciones de la red

fueron obtenidas a través de la herramienta RASTER CALCULATOR, mediante el uso de un condicional mayor a 3, el cual nos proporcionará ramificaciones mayores al número condicionante. Seguidamente, se utilizó la herramienta HYDROLOGY → Stream Link para dar continuidad a las ramificaciones generadas. A continuación, se utilizó la herramienta HYDROLOGY → Stream Order conocer la jerarquía de las ramificaciones. Finalmente, se procedió a digitalizar las zonas de vaguadas y realizar correcciones en la red hídrica final.

Figura 7

Generación de red hídrica

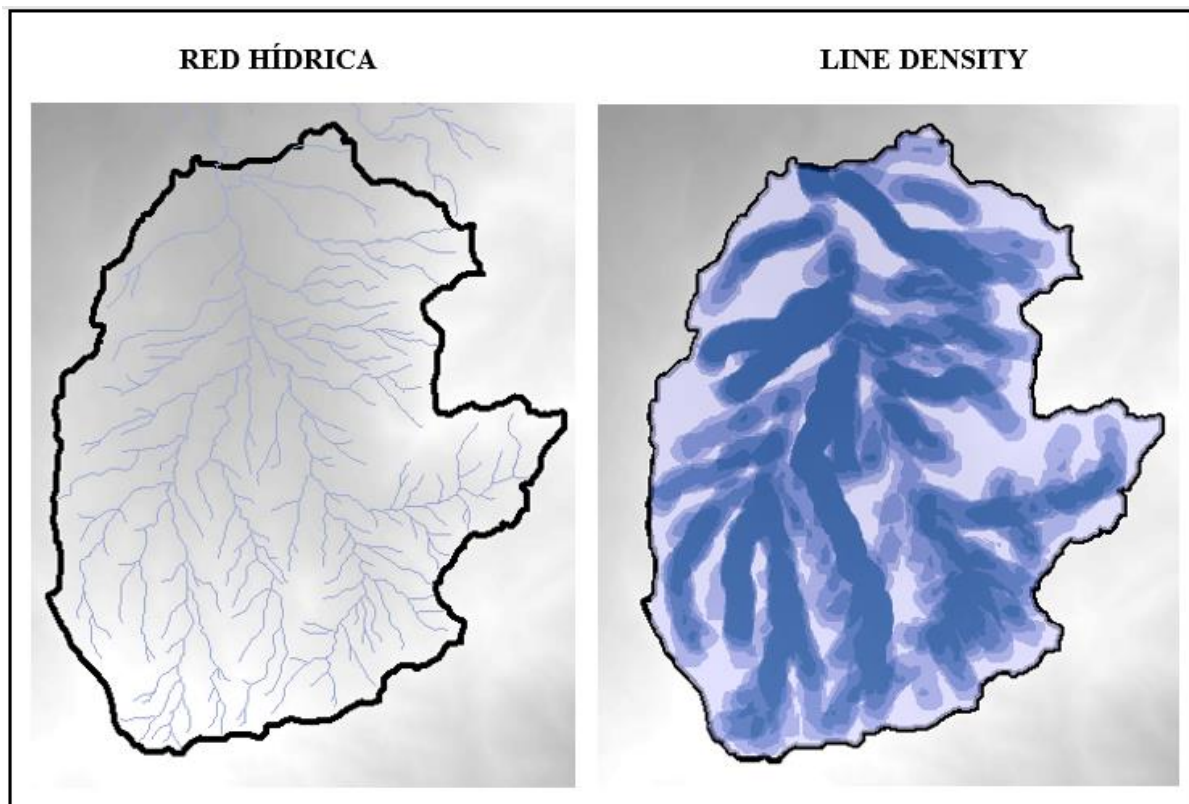


Nota. Elaborado por la autora (2022).

Una vez culminado el proceso de creación de la red hídrica, se determinaron las zonas de acumulación o la concentración de flujo de agua. El proceso consistió en calcular las longitudes de drenajes y posteriormente obtener la densidad de drenaje mediante la herramienta LINE DENSITY.

Figura 8

Densidad de drenaje de la zona de estudio.



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Finalmente, se realizó una reclasificación en 5 clases, las mismas que han sido asignadas en dependencia a la escala de amenaza por inundaciones, de acuerdo a las clasificaciones descritas en el documento “*Propuesta metodológica para la elaboración de cartografía de amenazas por inundación*”, elaborado por el SNGRE en el año 2019. El resultado final de este procesamiento fue un mapa de densidad de drenaje a escala 1:10 000.

5.4.2 Factor Desencadenante

Intensidad máxima de precipitaciones (Factor desencadenante)

El factor intensidad máxima de precipitaciones expresa la influencia de las lluvias como factor causal preparatorio o desencadenante de las inundaciones, se expresa como la cantidad de agua que cae la superficie durante un tiempo determinado. Para la determinación de las intensidades en el presente trabajo se consideraron las intensidades máximas de precipitación en 24 horas para un tiempo de retorno de 2 años, de las estaciones Cariamanga, El Lucero y Colaisaca.

Dicha información fue obtenida y calculada por el INAMHI en el año 2015 a partir de las estaciones meteorológicas del país. Los valores obtenidos de las tres estaciones antes

mencionadas fueron procesadas en el software ArcGIS, mediante la herramienta IDW y posteriormente se realizó la reclasificación en cinco intervalos de intensidades máximas. El resultado final fue un mapa de intensidad máximas de precipitación en 24 horas a escala 1:10000, en formato A3.

5.4.3 Determinación de susceptibilidad por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” (Factores condicionantes)

Para la obtención del ráster de susceptibilidad por inundaciones en la zona de estudio se utilizó el método Multicriterio de Saaty, este método fue desarrollado por el matemático Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que les permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual. El punto principal del PAJ está el proceso de ponderar los parámetros y descriptores involucrados en la toma de decisiones y la elegibilidad final de las diversas opciones para los criterios seleccionados.

Tabla 5

Ponderación de parámetros según modelo matemático de Saaty

CRITERIOS	VALORES NUMÉRICOS
Igual importancia al comparar dos variables	1
Moderada importancia de una variable sobre otra	3
Fuerte importancia de una variable sobre otra	5
Muy fuerte importancia de una variable sobre otra	7
Extrema importancia de una variable sobre otra	9
Valores de comparación intermedios	2, 4, 6, 8

Nota. Obtenido de Saaty (1980)

Procedimiento para realizar la ponderación Saaty

Parámetros: Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno en estudio. En función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

Suma inversa. Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

Vector priorización. Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad. Calcular. Dividir los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios.

Calcular λ_{max} . Sumar todos los valores de A encontrados

Calcular índice de constancia

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

Dónde n es el número de parámetros optados.

Determinar la Relación de Consistencia

$$RC \text{ o } Cr = \frac{IC}{Rci}$$

Donde "Rci" es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria.

Tabla 6

Valores de índice aleatorio

N	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Nota. Obtenido de Marquéz (1999)

Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10.

La susceptibilidad a inundaciones en la microcuenca "Las Totoras" fue definida a través de modelos ráster de las cinco variables (pendientes, uso de suelo, litología, geomorfología y densidad de drenaje), mediante de la herramienta RASTER CALCULATOR del software ArcGIS. Las asignaciones de pesos para la identificación del nivel de susceptibilidad por

inundaciones para cada uno de los ráster fueron obtenidas mediante las matrices de comparación de pares descritas anteriormente.

La ecuación ingresada en la calculadora raster del software ArcGIS se observa a continuación:

Figura 9

Ecuación algebraica para la determinación de la susceptibilidad a inundaciones.

$$\text{Susceptibilidad In.} = Ci (Pd) + Ci (US) + Ci (L) + Ci (Gmf) + Ci (DD)$$

Ci= Ponderación obtenida partir de la relación de constancia por el método de Saaty.

Pd= Pendiente

US= Uso de Suelo.

L= Litología.

Gmf= Geomorfología.

DD= Densidad de drenaje.

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Con los datos obtenidos en cada variable, se generó un mapa de susceptibilidad a partir de los factores condicionantes de la zona de estudio. El resultado final fue un mapa de susceptibilidad a escala 1:10 000, con datum WGS 1984 en formato A3.

5.4.4 Elaboración del mapa de amenazas a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”

Para la determinación de la amenaza por inundaciones en la zona de estudio, fueron definidos los factores geomorfológicos que condicionan la peligrosidad por inundaciones (Pendientes, Geomorfología, Uso de suelo, Litología, Densidad de drenaje), con la finalidad de generar la susceptibilidad a inundaciones. Posteriormente se tomó en consideración el factor desencadenante (Intensidad de precipitaciones máximas) para la generación de cartografía de amenazas por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”.

Seguidamente, se relacionó el ráster de susceptibilidad y el ráster de intensidad de precipitación máxima (variable desencadenante) en el software ArcGIS, a través de la herramienta RASTER CALCULATOR para la obtención de la amenaza a inundaciones.

La ecuación utilizada en el software se observa a continuación:

Figura 10

Ecuación algebraica para determinación de amenazas.

$\text{Amenaza In.} = Ci (Susc) + Ci (P)$ <p><i>Ci</i>= Ponderación obtenida a partir de la relación de factores condicionantes y desencadenantes.</p> <p><i>Susc</i>= Susceptibilidad</p> <p><i>P</i>= Intensidad de precipitación máxima.</p>

Nota. Elaborado por la autora (2022).

La clasificación de amenaza por inundaciones se describe a continuación:

Tabla 7

Clasificación de amenaza por inundación

CLASE	Clasificación de Amenaza por Inundación	Característica
I	Muy Bajo	En terrazas medias y/o indiferenciadas de zonas altas en precipitaciones excepcionales anormales. Sectores seguros no se requiere medidas o que quieren medidas correctivas menores.
II	Bajo	En terrazas medias y/o indiferenciadas de zonas altas en precipitaciones excepcionales anormales.
III	Medio	En zonas inundables con pendientes entre 15-35° por lluvias torrenciales y crecidas de ríos. Recomendable para usos agropecuario
IV	Alto	En zonas (bacines y depresiones, valles indiferenciados) con pendientes entre 5-12° que permanecen inundadas más de 6 meses durante el año. La acumulación de las aguas puede ser producto de las precipitaciones y por la crecida de los ríos en tiempo de invierno. No se recomienda la construcción de infraestructura.
V	Muy Alto	En valles aluviales, cauces abandonados, cuerpos de agua de transición con pendientes de 0 a 5°. Presentan muy alta amenaza al anegamiento con períodos de retorno anuales.

Nota. Obtenido del SNGRE (2019), modificado por Autora (2022)

El resultado final fue un mapa de amenazas por inundaciones de la zona de estudio, datum UTM WGS84 a escala 1:10.000, en formato A3.



5.5 Metodología para el segundo objetivo: Determinar los elementos expuestos frente a la amenaza en el barrio “Reina del Cisne”

Los elementos expuestos hacen referencia a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su exposición o ubicación geográfica pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

Para el desarrollo del presente objetivo se recopiló información de la zona de estudio expuestos a muy alto nivel de amenaza por inundaciones como infraestructura y líneas vitales que posiblemente podría verse afectada, además de levantamiento de información social para determinar el número de habitantes por grupos específicos, siendo estos: hombres, mujeres, niños, personas con discapacidad, adultos mayores y mujeres embarazadas, con el fin de enfocar recursos o servicios en atender o brindar socorro a personas que necesiten atención prioritaria/especial en caso de suscitarse un evento como las inundaciones.

Se generó información mediante la observación en campo de los elementos expuestos, los mismos que han sido ubicados en la siguiente (Tabla 4). Para ello se tomó nota de los datos generales de la zona de trabajo.

Tabla 8
Datos generales de Zona de trabajo

PROVINCIA	CORDENADAS UTM	X:
CANTÓN		Y:
PARROQUIA		
COMUNIDAD/BARRIO	REFERENCIA:	

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

A continuación, se determinaron los elementos expuestos presentes en la zona, para posteriormente ubicarlos dentro del mapa de amenazas por inundaciones en el sector Totoras.

Tabla 9
Ubicación de viviendas

Nº Casa	X
Coordenadas UTM WGS84	Y
	Z

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

Tabla 10

Ubicación de zonas productivas

Nº Casa			
Coordenadas UTM WGS84	X	Y	Z
Tipo de actividad económica	Agricultura	Ganadería	Otros
Área total			

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

5.6 Metodología para el tercer objetivo: Proponer un sistema de alerta temprana en el barrio “Reina del Cisne”, parroquia Cariamanga, cantón Calvas

A partir de la determinación del mapa de amenaza por inundación y los elementos expuestos a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” a continuación se detallan los procedimientos seguidos para la propuesta de medidas preventivas estructurales y no estructurales en la zona de estudio.

5.6.1. Medidas preventivas no estructurales: Elaboración de Plan Comunitario

Para cumplir con la propuesta de medidas preventivas no estructurales se ha empleado como metodología la “**GUÍA PARA LA CONFORMACIÓN DE COMITÉS COMUNITARIOS DE GESTIÓN DE RIESGO**” emitida por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) mediante resolución N°SGR-116-2018, el mismo que norma los lineamientos para la conformación del Comité Comunitario de Gestión de Riesgos (CCGR), el cual fue indispensable para la propuesta de implementación del SAT.

El plan Comunitario de Gestión de Riesgos, como medida preventiva no estructural, ha sido trabajado en dos momentos, el primero corresponde al trabajo de campo con los moradores del barrio “Reina del Cisne”, en el cual se conformó el CCGR, conjuntamente con la participación del PGRSF-GPL y SNGRE, el mismo que se encargará del correcto desenvolvimiento de los habitantes de la comunidad en caso de presentarse un evento peligroso, además de manejar y monitorear los equipos del SAT ante la amenaza por inundaciones. El segundo momento corresponde al diseño de una propuesta de SAT que alerte a la comunidad cuando exista el aumento de caudal o el nivel de la quebrada Totoras, representando así una amenaza ente inundaciones en la parte baja de la parroquia Cariamanga.

A continuación, se detalla la metodología propuesta por el SNGRE, (2012), para la conformación de los CCGR.



OBJETIVO: Identificar las principales amenazas y vulnerabilidades de la comunidad, así como los recursos y capacidades con los que cuentan para minimizar sus riesgos y estar preparados ante la presencia de eventos peligrosos.

A. DATOS GENERALES

Tabla 11

Datos generales la zona de intervención

PROVINCIA			CORDENADAS UTM		X:	
CANTÓN					Y:	
PARROQUIA						
COMUNIDAD/BARRIO			REFERENCIA:			
HABITANTES DE LA COMUNIDAD	HOMBRES	MUJERES	NIÑOS	PERSONAS CON CAPACIDADES	ADULTOS MAYORES	MUJERES EMBARAZADAS

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

Tabla 12

Información general del presidente del CCGR

INFORMACIÓN DEL PRESIDENTE DEL CCGR O REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD
NOMBRE
DIRECCIÓN
TELÉFONO
CORREO

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

B. ORGANIZACIÓN DEL COMITÉ COMUNITARIO DE GESTIÓN DE RIESGOS:

DIRECTIVA DEL CCGR

Tabla 13

Directiva del CCGR

NOMBRE Y APELLIDO	CARGO/FUNCIÓN	EDAD	OCUPACIÓN	NÚMERO DE TELÉFONO
------------------------------	----------------------	-------------	------------------	-------------------------------

Nota. Obtenido del SNGR (2012)



C. COMPONENTE DE ANÁLISIS DEL RIESGO

a. ANTECEDENTES DE EVENTOS PELIGROSOS

Se debe llenar con información histórica recogida de los relatos de eventos peligrosos ocurridos en la comunidad y la frecuencia con que han ocurrido u ocurren. Si se tiene registro fotográfico del evento peligroso o las pérdidas ocasionadas se deben incluir.

Tabla 14

Antecedentes de eventos peligrosos

EVENTO PELIGROSO PRESENTADO	FECHA (dd.mm.aa)	BREVE DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	DAÑOS/ PÉRDIDAS GENERADOS		
			HUMANO	MATERIALES	PRODUCCIÓN

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

b. IDENTIFICACIÓN DE LA AMENAZA

En esta matriz se incluirán las amenazas que son recurrentes y las que eventualmente podrían ocurrir.

Tabla 15

Identificación de la amenaza

AMENAZA	FRECUENCIA (CADA QUE TIEMPO SE REPITE)			INTENSIDAD			MAGNITUD		
	1 vez cada año	Más de 1 vez cada 5 años	1 cada 6 años o más años	Paraliza todas las actividades de la comunidad	Paraliza la mitad de las actividades locales	Paraliza ción de un 25% de las activida des o menos	Del 100% al 76% del territori o	Del 75% al 51% del territori o	Del 50% al 25% de afectació n del territori o
Sismo									
Deslizamiento									
Incendios forestales									
Inundaciones									
Vendaval									

Nota. Obtenido del SNGR (2012)



c. DESCRIPCIÓN DE LAS VULNERABILIDADES

Analizar la vulnerabilidad en relación a las amenazas identificadas:

Tabla 16

Descripción de las vulnerabilidades

N°	AMENAZA	FACTORES DE VULNERABILIDAD				
		FÍSICO	AMBIENTAL	ECONÓMICO	SOCIAL/CULTURAL	POLÍTICA/ INSTITUCIONAL

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

d. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

Se hace un listado de los riesgos que existen en la comunidad y las capacidades y recursos para reducirlos, se debe priorizar para saber cuáles son los que se deben atender primero.

Tabla 17

Identificación del riesgo

N°	AMENAZA	VULNERABILIDADES FRENTE A LA AMENAZA	CAPACIDADES/ RECURSOS	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO
----	---------	---	--------------------------	---------------------------

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

e. DIAGNÓSTICO DE CAPACIDADES Y/O CONOCIMIENTOS ANCESTRALES DE LA COMUNIDAD

En esta parte se registrarán personas que tengan capacidades para ayudar a mitigar o reducir los riesgos, también de las personas que frente a la ocurrencia de un evento peligroso pueden ser de apoyo en la respuesta del mismo.

Tabla 18

Diagnóstico de capacidades y/o conocimientos ancestrales de la comunidad

NOMBRE	DESCRIPCIÓN DE LA CAPACIDAD	DIRECCIÓN DE DOMICIO	N° TELÉFONO	
			FIJO	CELULAR

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

f. IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS DE LA COMUNIDAD

Se describen los recursos con los que cuenta la comunidad para reducción y mitigación de los riesgos, así como los recursos que sirvan frente a la ocurrencia de un evento peligroso.

Tabla 19

Identificación de recursos de la comunidad

DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	RESPONSABLE O PROPIETARIO	CANTIDAD	DÓNDE SE UBICA	ESTADO			OBSERVACIONES
				BUENO	REGULAR	MALO	

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

D. COMPONENTE DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En base al análisis del riesgo por inundación, se determinarán acciones de respuesta para reducir las afectaciones a la comunidad, así como los responsables de ejecutar estas acciones y los recursos que se utilizarán para implementar esas acciones.

Tabla 20

Componentes de reducción de riesgo

Actividades antes de que sucedan los desastres (Reducción de riesgos)						
Amenaza	Vulnerabilidades	ACCIONES PROPUESTAS PARA REDUCIR RIESGOS	¿Qué se va hacer?	¿Cuándo se va hacer?	¿Cómo va hacer?	¿Quién lo va hacer? (responsable)

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

E. COMPONENTE DE RESPUESTA

a. ACTIVIDADES DE RESPUESTA FRENTE A LA AMENAZA

En esta etapa se describirán las actividades de respuesta frente a la amenaza, para lo cual se debe llenar la siguiente matriz, que describe los daños que se pueden producir por la amenaza, las acciones a cumplir, los responsables y los recursos y capacidades necesarias para afrontar el evento.



Tabla 21

Actividades de respuesta frente a la amenaza

AMENAZA 1:			
Daños que puede causar la amenaza	Acciones que cumplir	Responsables	Recursos y capacidades que se necesita

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

b. MECANISMOS DE ALARMA PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA

En cuanto a los mecanismos de alarma para situaciones de emergencia, se determinarán las formas con las que se va a comunicar la alarma a la comunidad en situaciones de emergencia y el responsable a cargo.

Tabla 22

Mecanismos de alarma para situaciones de emergencia

Mecanismos de alarma para situaciones de emergencia		
Tipo de amenaza	Descripción de la alarma (Instrumento)	¿Quién la activa)

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

c. ZONA DE SEGURIDAD/ EVACUACIÓN

Como siguiente punto se deben identificar zonas de seguridad y rutas de evacuación, en la siguiente matriz (Tabla 12) se ingresará la información de las zonas seguras, puntos de encuentro, rutas de evacuación, etc., las cuales serán socializadas con la comunidad.

Tabla 23

Zonas de seguridad

ZONA POR AFECTARSE	PUNTO DE ENCUENTRO	ZONA DE SEGURIDAD	LUGAR DE ALBERGUE

Nota. Obtenido del SNGR (2012)



d. PERSONAS QUE NECESITAN AYUDA ESPECIAL

A continuación, se detallan las personas que necesitan ayuda especial en el momento de realizar evacuaciones.

Tabla 24

Personas que necesitan ayuda especial

Personas que necesitan ayuda especial en la evacuación			
Nombre	Característica especial	Ubicación	Nombre de personas (3) que ayudarán en la evacuación

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

e. MAPA DE RIESGOS Y RECURSOS

Como siguiente etapa se procederá a elaborar un mapa de riesgos didáctico y un mapa de seguridad/rutas de evacuación.

f. REGISTRO DE MIEMBROS DE LAS BRIGADAS

En la siguiente matriz se detallarán cada uno de los miembros de las brigadas a las cuales pertenecen y la acción a cargo.

Tabla 25

Miembros de las brigadas

NOMBRE	BRIGADA A LA QUE PERTENECE	RESPONSABILIDAD	TELÉFONO
---------------	-----------------------------------	------------------------	-----------------

Nota. Obtenido del SNGR (2012)

5.6.2. Medidas preventivas estructurales: Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (UNESCO, 2011) los SAT comunitarios se utilizan en cuencas hidrográficas medianas y pequeñas, los instrumentos utilizados son básicos y no requieren de técnicos especializados, estos sistemas comunitarios requieren que la población esté bien organizada, la participación es realizada de manera voluntaria.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

5.6.2.1 Conocimiento del riesgo.

Definir el escenario

Como parte fundamental de la propuesta se desarrollaron talleres de sensibilización a la población de la microcuenca “Las Totoras”, con el objetivo de promover conocimiento, generar capacidades y actitudes dirigidas a reducir los riesgos y actuar de manera adecuada y oportuna en situaciones de emergencia, haciendo uso y promoción de los Sistemas de Alerta Temprana. Para la sensibilización y capacitación se hará uso de insumos generados en el plan Comunitario de Gestión de Riesgos como: mapa comunitario, identificación de amenazas, vulnerabilidades, capacidades y riesgos e identificación de señalética de emergencia en coordinación con el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.

Plan de evacuación

Se establecerá un protocolo de evacuación de la comunidad, para lo cual se realizará un análisis de las amenazas presentes en la localidad, se identificará grupos expuestos (niños, niñas, mujeres embarazadas, personas con capacidades especiales y adultos mayores), puntos de encuentro, alarmas comunitarias, zonas seguras y albergues temporales, además se ubicará en la microcuenca “Las Totoras” la señalética de emergencia definidas por parte del SNGRE.

Capacitación

Para el proceso de capacitaciones se desarrollaron talleres considerando las siguientes temáticas:

- **Aspectos básicos de la Gestión de Riesgos:** se trabajó los aspectos conceptuales de la gestión de riesgos como amenaza, vulnerabilidad, riesgo, capacidad, resiliencia y desastre.
- **Herramientas de gestión del Riesgo comunitario:** se desarrollaron capacidades en relación a la elaboración del plan comunitario.
- **Temas de prevención y respuesta:** Se desarrolló capacitación a la población en temas de primeros auxilios básicos, manejo de incendios, evacuación, búsqueda y rescate.
- **Sistemas de Alerta Temprana:** se dio a conocer lo que es un SAT, su uso y sostenibilidad, tipos de SAT y sus componentes, dirigido a autoridades, técnicos, y comunidad involucrada.

Gestión y articulación

Como parte del proceso de implementación del SAT, el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Calvas asumirá la administración y operación.

Los acuerdos y compromisos del GAD se gestan, basados en la normativa nacional, en este marco es importante indicar que el COOTAD habilita al GAD para hacer gestión del riesgos en uno de sus artículos que señala “**Art. 140.-** Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos menciona “*La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley*”.

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

5.6.2.2 Seguimiento y monitoreo del evento peligroso.

Seguimiento

Como parte del proceso de seguimiento del SAT, se establecerán equipos de trabajo de la siguiente manera:

- Administradores del SAT.
- Brigadas de emergencia.
- Comité de Operaciones de Emergencia: conformado por responsables de la gestión de operaciones en los niveles sectoriales y territoriales, y con capacidad de emitir directrices que permitan la movilización de recursos para la atención de la población afectada.

Monitoreo

Para el cumplimiento de esta fase, se procederá a implementar el SAT para la quebrada Las Totoras, para ello se implementará una estación hidrométrica, la cual está conformada por estructuras que permite medir el aforo, a partir de escalas hidrométrica que registra el nivel (altura) del cuerpo de agua en todo momento un punto fijo.

Instrumentos de monitoreo.

- Estación de Monitoreo
- Sistema de transmisión de datos
- Centro de recepción de datos
- Mecanismos de activación de la alerta
- Mecanismos de apoyo en campo



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

5.6.2.3. Difusión y comunicación de la alerta.

Se desarrolló un protocolo de difusión y comunicación de la alerta, la cual comprende:

- Conocimiento de la Alerta.
- Alerta a la comunidad.
- Activación de la sirena comunitaria.

5.6.2.4. Capacidad de respuesta

Se describieron los protocolos a realizarse en caso de suscitarse un evento peligroso como las inundaciones, en donde se contará con la participación de:

- Comité comunitario de gestión de riesgos.
- Comité de operaciones de emergencia.
- Desarrollo de simulacros.

6. Resultados

6.1 Resultados del primer objetivo: Identificar la amenaza por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” de la parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja

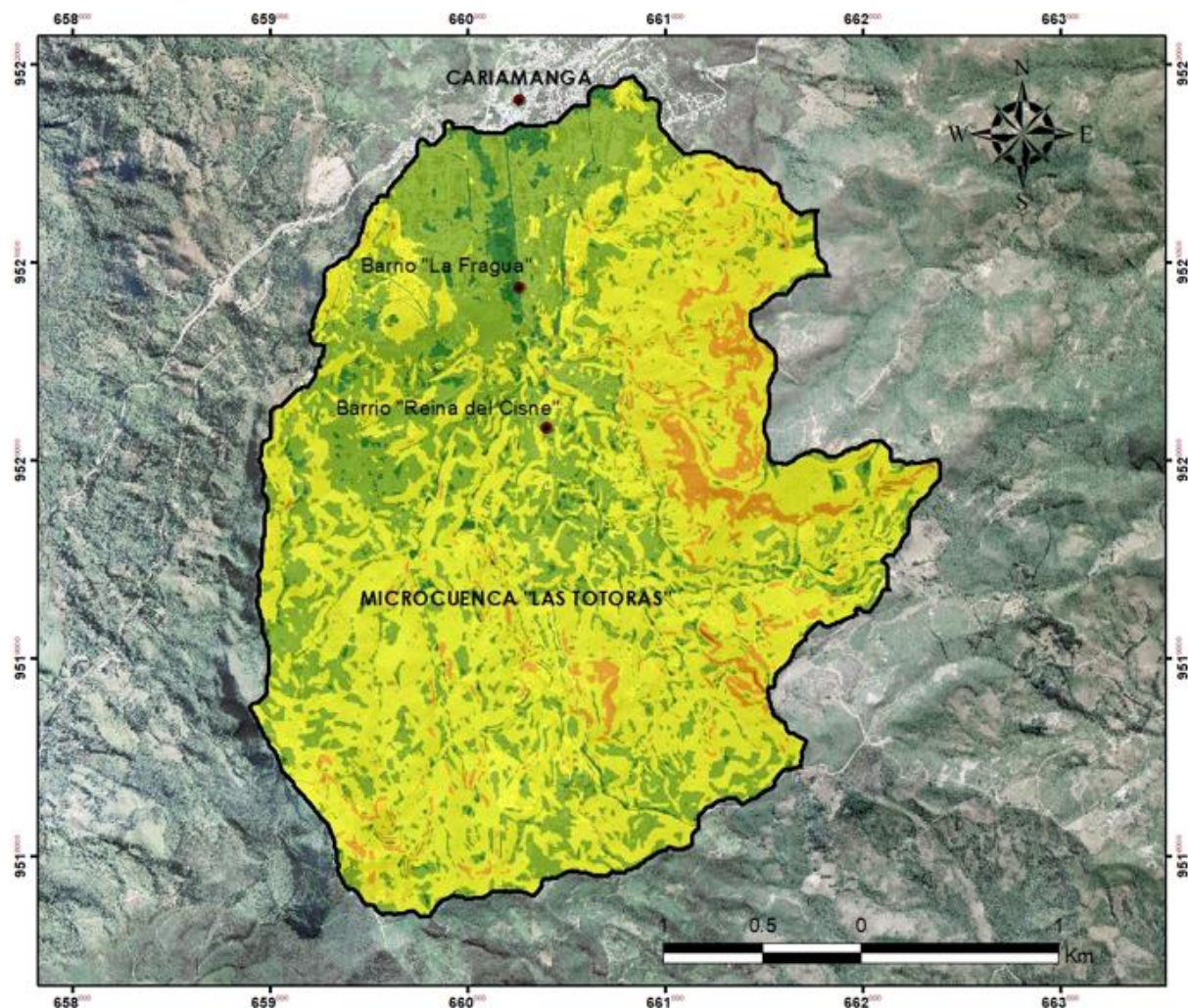
6.1.1 Factores Condicionantes

6.1.1.1 Pendientes

Las pendientes obtenidas a partir del DEM 3x3 de la zona de estudio y que han sido clasificadas de acuerdo al nivel de inclinación establecida por Demek (1972) son las siguientes:

Figura 11

Variable precipitaciones- Software ArcGis 10.4.1



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 26*Descripción de Pendientes de la zona.*

DESCRIPCIÓN	RANGO (°)	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Ligeramente inclinado	0-5	0,38	3,99
Muy inclinado	5-15	3,31	34,42
Fuertemente inclinado	15-35	5,39	56,12
Empinado	35-55	0,52	5,45
Vertical	>55	0,002	0,02
TOTAL		9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).

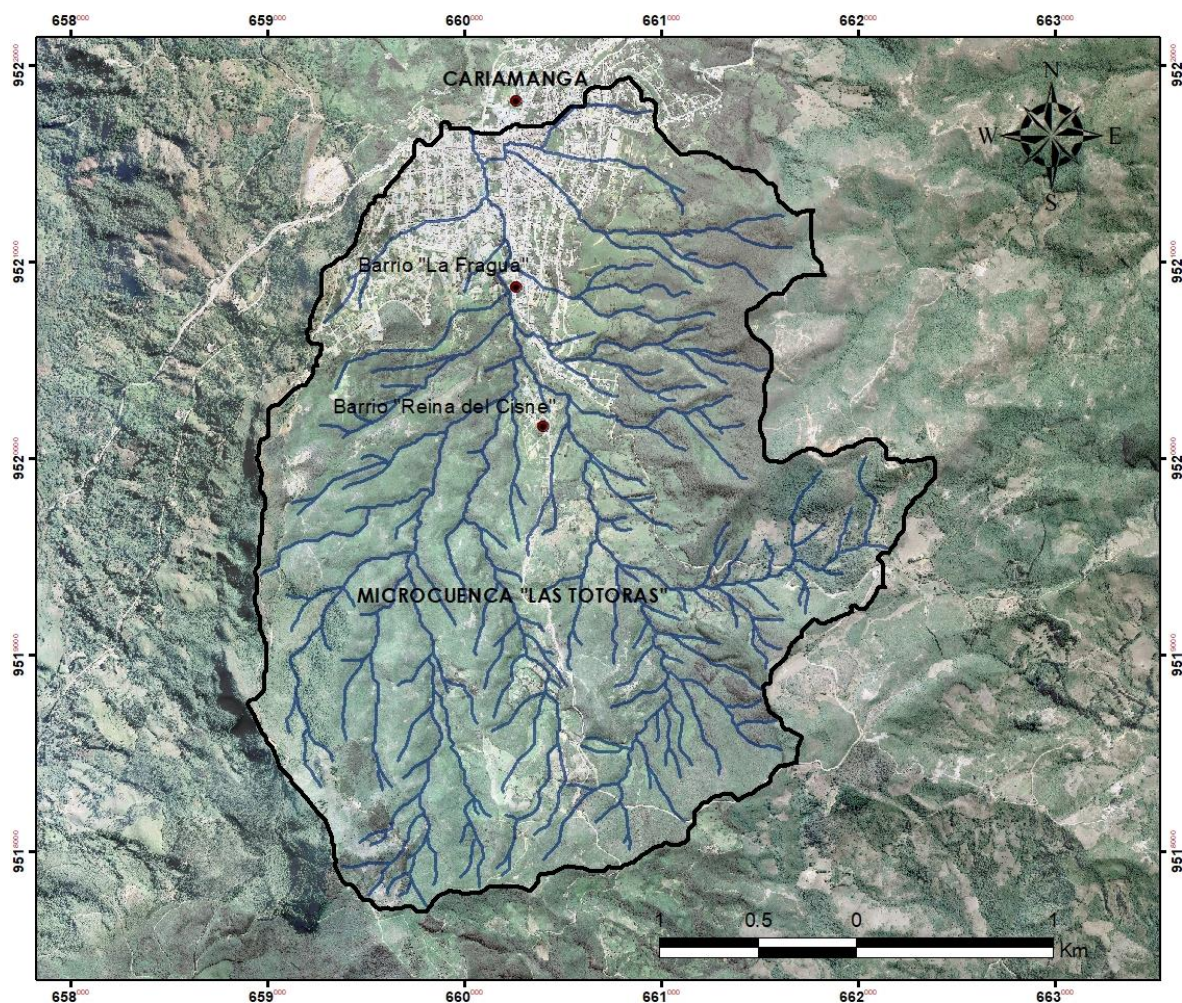
Las pendientes ligeramente inclinadas poseen un rango de inclinación de 0-5° y ocupan una superficie de 0.38 km², correspondiente al 3.99 %. Las pendientes muy inclinadas que van de 5-15° ocupan 3.31 km², correspondiente al 34.42 % del total de la superficie. Por otro lado, las pendientes fuertemente inclinadas correspondientes a un rango 15-35%, abarcan un área de 5.39 km², representando un 56.12 %.

Las pendientes empinadas (35-55°) abarcan una superficie de 0.52 km², representando el 5.45 %. Finalmente, las pendientes verticales (>55°) corresponden a 0.002 km², representando el 0.02%. Ver (**Anexo 2**).

6.1.1.2 Densidad de Drenaje

Para la determinación de la densidad de drenaje fue necesaria la elaboración de la red hídrica de la zona de estudio, la misma que es la formación de canales que facilita el drenaje del agua y su aprovechamiento, esta fue generada a partir del DEM 3x3 en el software ArcGIS 10.4.1.

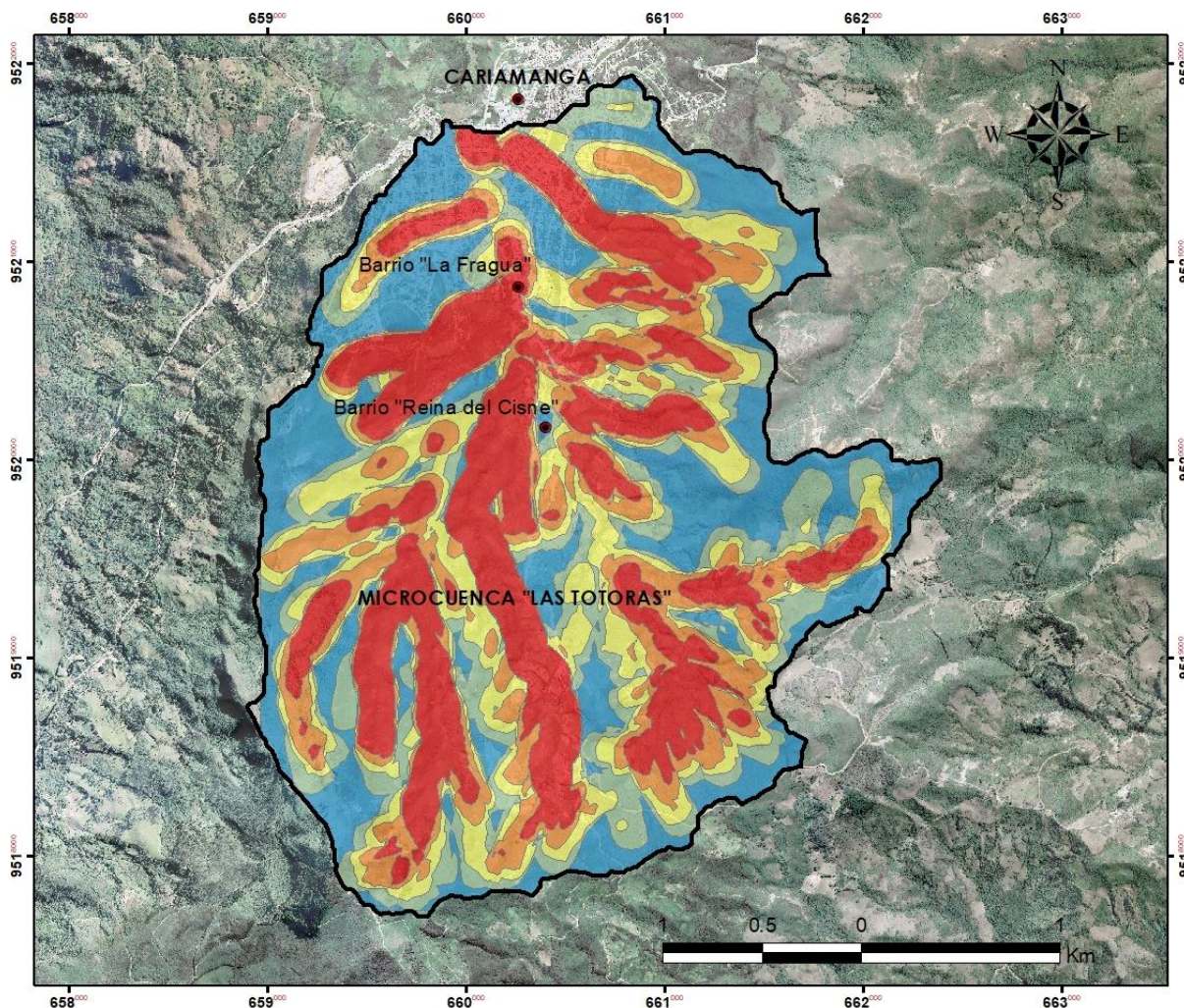
Figura 12
Red hídrica de la microcuenca



Nota. Elaborado por la autora (2022).

A partir de la generación de la red hídrica se determinó la densidad de drenaje en el software ArcGIS. El resultado ha sido un mapa de densidad de drenaje, a través de las cuales se ha obtenido 5 clases, las mismas que han sido asignadas en dependencia a la escala de susceptibilidad por inundaciones. Ver (**Anexo 3**).

Figura 13
Densidad de drenajes de la microcuenca.



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 27
Descripción de niveles de acumulación.

ACUMULACIÓN	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Muy alto	2,29	23,82
Alto	1,50	15,55
Moderado	1,56	16,24
Bajo	1,54	15,97
Muy Bajo	2,74	28,43
TOTAL	9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

La densidad de drenaje en la zona de estudio es representada de acuerdo a sus niveles de acumulación, obteniendo como resultados niveles muy bajos en un área de 2,73 km², representando el 28,43 %; niveles bajos en una superficie de 1,53 km², representando el 15,97 %; los niveles moderados ocupan 1,56 km², representando el 16,235 %; Finalmente los niveles altos y muy altos ocupan superficies de 1,4947 km² representando el 15,55 % y 2,29 km² representando el 23,82 % respectivamente.

6.1.1.3 Geomorfología

El geoprocetamiento de la información base para la identificación de la geomorfología presente en la zona de estudio dio como resultado siete clasificaciones de unidades geomorfológicas de origen Tectónico-erosivo.

Las formas de relieve según su origen Tectónico-erosivo corresponden a levantamientos tectónicos que generan formas montañosas y colinadas de diversa altura y pendientes, que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos erosivos.

En campo se identificaron las diferentes clases de geoformas y se logró corroborar su existencia, las mismas que se describen a continuación:

Coluvio Aluvial antiguo (Co): Esta geoforma de origen Denudativo se encuentra presente en la quebrada “Las Totoras”, posee pendientes de 5-12 % con un desnivel relativo de 5 m, en ella se pueden observar cantos rodados angulosos con diámetros de hasta 1,5 m. Litológicamente se encuentra ubicado en la unidad Ahuaca.

Figura 14

Coluvio Aluvial, sector Quebrada "Las Totoras".



Nota. Capturado por la autora (2021).

Relieve colinado muy bajo (R2): Estas zonas se caracterizan por tener pendientes suaves que van desde los 5-12 %, presenta desniveles relativos de 5-10 m. Este tipo de unidad abarca 1,07 km² de la superficie de la microcuenca de estudio.

Figura 15

Relieve colinado muy bajo

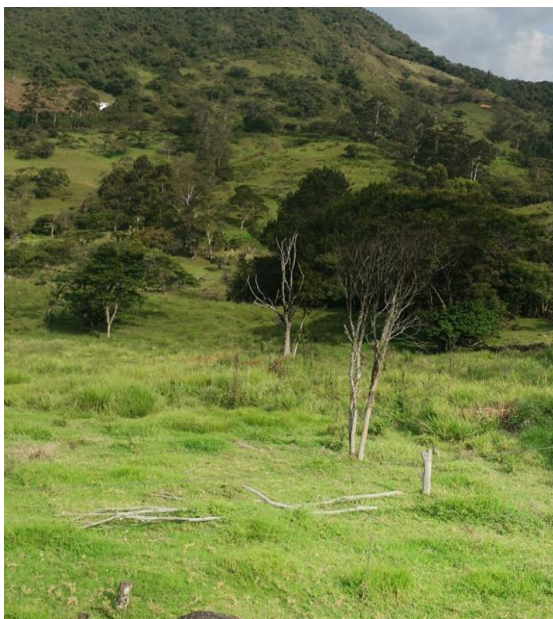


Nota. Capturado por la autora (2021).

Relieve colinado bajo (R3): Corresponde a las zonas que tienen relieves que no sobrepasan los 25 m. En la zona de estudio, microcuenca “Las Totoras” esta unidad tiene una pendiente de 12 a 25 % y desnivel de 15 a 25 m, con cimas ligeramente redondeados y formando pequeños valles en V. Litológicamente se encuentra sobre los depósitos de la Unidad Ahuaca.

Figura 16

Relieve colinado bajo



Nota. Capturado por la autora (2021).

Relieve colinado medio (R4): Constituyen elevaciones con desniveles relativos que alcanzan los 100 m. Presentan pendientes fuertes de 40 a 70 % y desnivel relativo entre 50 a 100 m, presenta cimas redondeadas con valles en V, y erosión hídrica en cárcavas, cubierto por vegetación herbácea y en menor porcentaje arbórea.

Figura 17
Relieve colinado medio



Nota. Capturado por la autora (2021).

Relieves colinado alto (R5): Constituyen elevaciones con cimas agudas y redondeadas con pendientes que van de media a fuerte que alcanzan unos 200 metros. Este tipo de unidad morfológica tiene una pendiente de 40 a 70 % con un desnivel de 100 a 200 m, con cimas agudas formado litológicamente en la Unidad Ahuaca, presenta erosión hídrica en barrancos.

Figura 18
Relieve colinado alto



Nota. Capturado por la autora (2021).

Relieves colinado muy alto (R6): Constituyen elevaciones con desniveles relativos de hasta 300 m, con pendientes que van de medio a fuertes. En el sector de Loma de Ramos de la parroquia Lucero, esta unidad tiene pendiente muy fuerte de 70 a 100 % con desnivel de 200 a 300 m, presenta cimas agudas con erosión en barrancos formando valles tipo V.

Figura 19

Relieve colinado muy alto



Nota. Capturado por la autora (2021).

Relieves colinado montañoso (R7): La geoforma tiene pendientes fuertes de 40 a 70 %, con desnivel que sobrepasa los 300 m, presenta cimas redondeadas con valles tipo V, litológicamente se encuentra en la Unidad Ahuaca, la erosión que presenta es en surcos y barrancos.

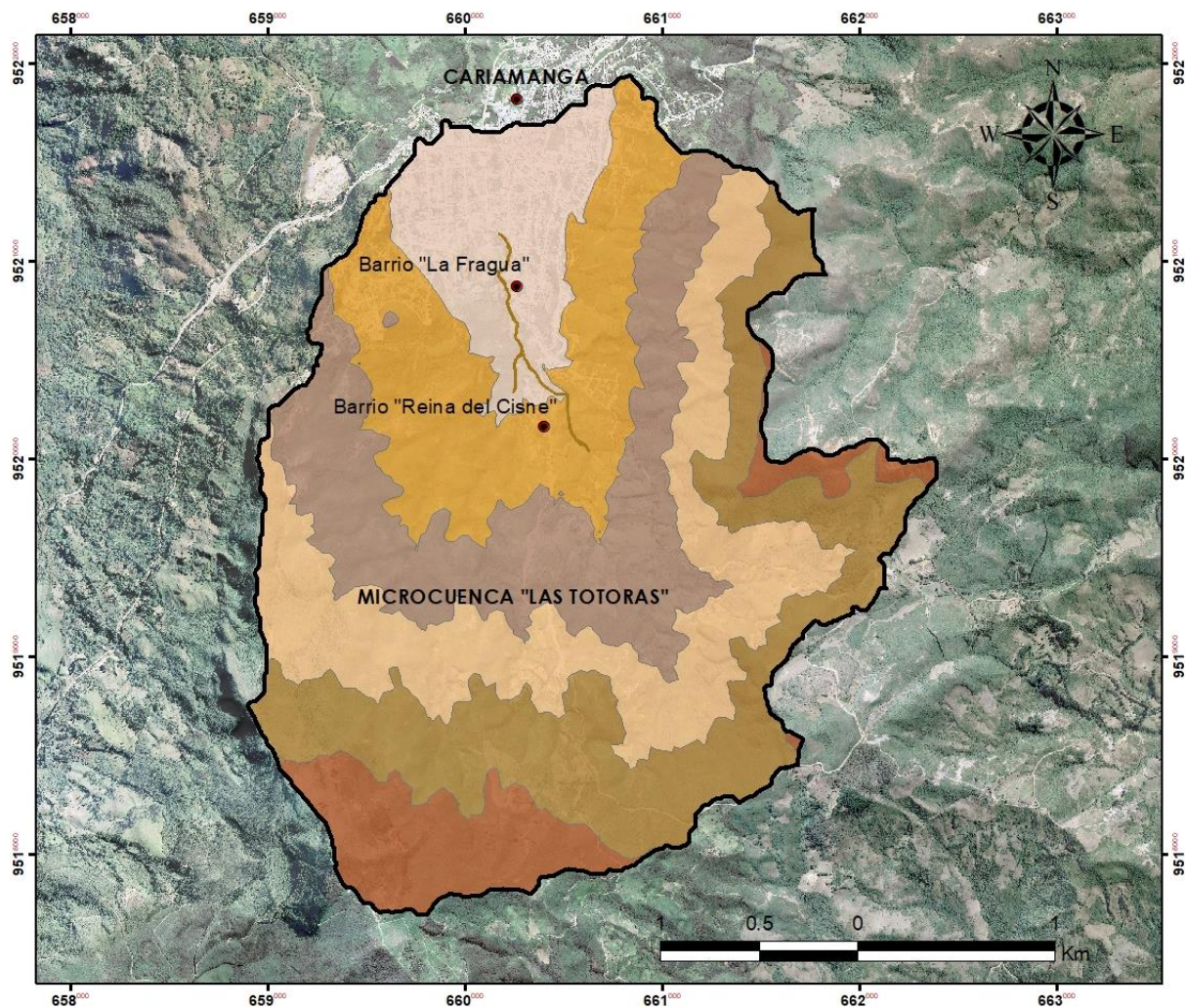
Figura 20

Relieve colinado montañoso



Nota. Capturado por la autora (2021).

Figura 21
Geomorfología de la microcuenca



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 28
Descripción de unidades geomorfológicas.

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CÓDIGO	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Coluvio Aluvial antiguo	Co	0,03	0,26
Relieve colinado muy bajo	R2	1,07	11,08
Relieve colinado bajo	R3	1,70	17,66
Relieve colinado medio	R4	1,93	20,04
Relieve colinado alto	R5	1,94	20,16
Relieve colinado muy alto	R6	2,06	21,41
Relieve colinado montañoso	R7	0,90	9,40
TOTAL		9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

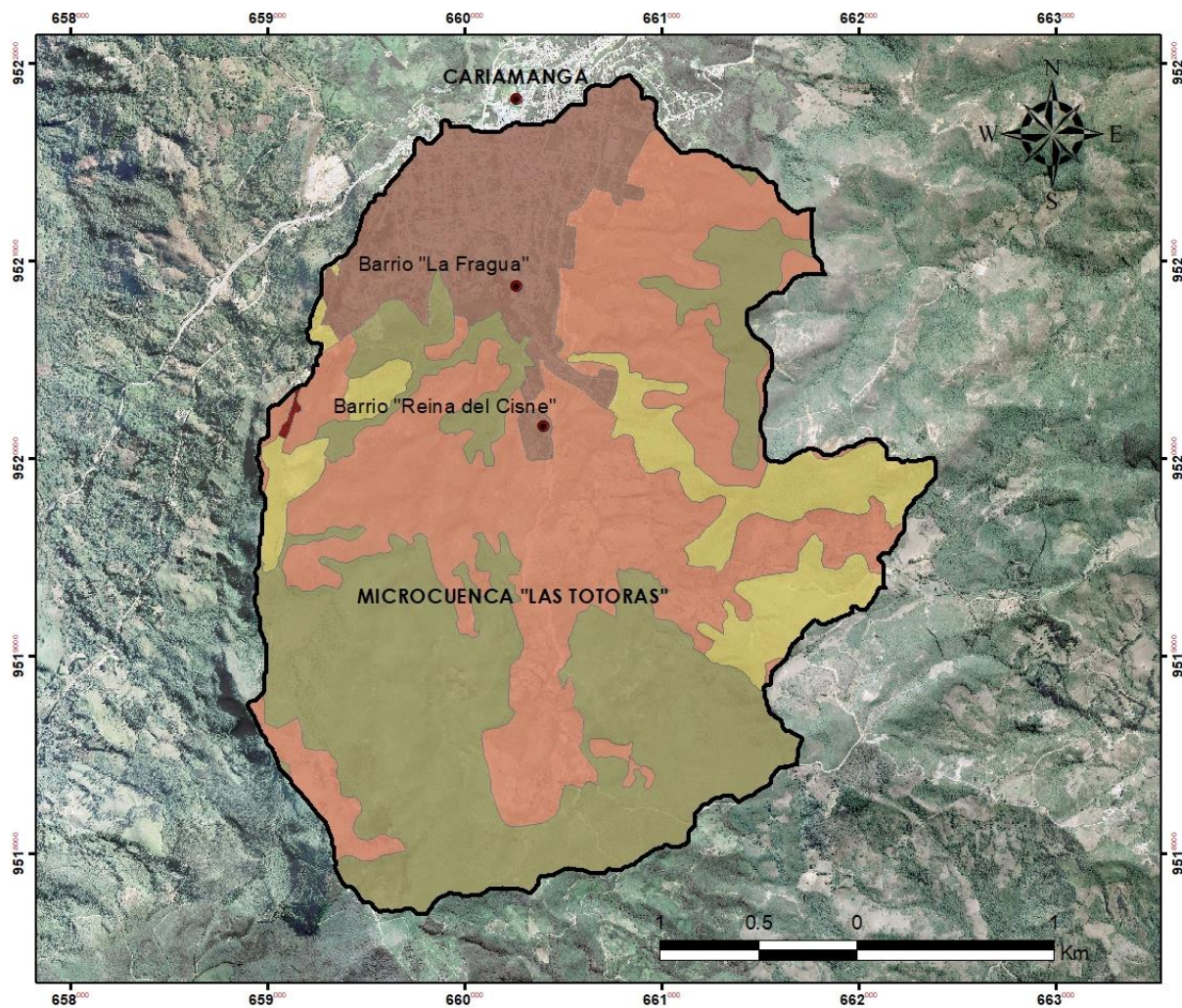
Las unidades geomorfológicas presentes en la microcuenca han sido: Coluvio Aluvial antiguo, ocupando un área de 0,025 km², representando el 026 % de la superficie. Relieve colinado muy bajo, con un área de 1,07 km², representando 11,08 %; Relieve colinado bajo, representando el 17,66 %, con una superficie de 1,70 km², el mismo que presenta desniveles relativos de 15-25 m. Los relieves colinados medios cubren una superficie de 1,93 km², representando el 20,04 %, presentando desniveles relativos de entre 50-100 m. Los relieves colinados altos constituyen cimas agudas y redondeadas con un desnivel de 100-200 m, con cimas agudas formadas litológicamente en la Unidad Ahuaca, ocupando una superficie de 1,94 km², representando el 20,16 %. Los relieves colinados muy altos constituyen elevaciones con desniveles relativos de hasta 300 m, con pendientes de que van de medio a fuerte, abarcando un área de 2,06 km², representando el 21,41 %.

Finalmente, los relieves colinados montañosos ocupan un área de 0,90 km², con desnivel que sobrepasa los 300 m. Ver (**Anexo 4**).

6.1.1.4 Uso de Suelo.

El uso de suelo ha sido determinado a partir de información obtenida a través del Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) del cantón Calvas, el mismo que fue actualizada y adaptada a la escala de análisis (1:10 000), además de la correspondiente corroboración en campo y la verificación mediante imágenes satelitales. Ver (**Anexo 5**).

Figura 22
 Variable uso de suelo de la microcuenca "Las Totoras"



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 29
 Descripción de Uso de Suelo

USO DE SUELO	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Urbano	1,31	13,65
Pecuario	3,73	38,80
Agropecuario mixto	0,01	0,09
Conservación y producción	1,02	10,60
Conservación y protección	3,54	36,86
TOTAL	9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Los resultados obtenidos en la zona de estudio corresponden a uso urbano con un área de 1,31 km², representando el 13,65 %, en donde se asientan la comunidad, desarrollando sus actividades cotidianas. El uso pecuario en la microcuenca “Las Totoras” presenta un área de 3,73 km², representando el 38,80 %, esta zona presenta actividades relacionadas a la cría de ganado menor o producción avícola; Por otro lado, el uso de suelo agropecuario mixto abarca una superficie de 0,01 km², representando un 0,09 %, en donde se ubican parcelas medianas y pequeñas, cumpliendo funciones mercantiles y de abastecimiento de productos a sus propietarios.

El uso por conservación y protección ocupa 3,54 km², representando el 36,87 %, las cuales son áreas que incluyen una zona núcleo de protección estricta, una zona de recuperación y una de uso sustentable; en donde se permitirá la adopción de prácticas de conservación, uso y manejo sustentable de ecosistemas y recursos naturales de desarrollo agroforestal sostenible. Finalmente, el uso por conservación y producción corresponde a 1,02 km², representando el 10,60 %, lugar donde se lleva a cabo la agricultura a través de huertos agroecológicos, pertenecientes en su gran mayoría a habitantes del barrio “Reina del Cisne”.

6.1.1.5 Litología

El levantamiento de la litología se la realizó por medio de la toma y descripción de afloramientos encontrados en la zona de estudios que permita el reconocimiento de las rocas presentes en cada uno de estos, de igual forma, se extrajo muestras de mano para realizar la descripción macroscópica e identificación de la litología presente. Ver (**Anexo 6**)

El área de estudio de la microcuenca “Las Totoras” se encuentra constituida principalmente por rocas volcánicas meteorizadas, en donde se identificó la presencia de tobas dacíticas meteorizadas y muy meteorizados en tonos grises, anaranjados y rosas; todo esto producto de los agentes atmosféricos que intervienen en la descomposición física y química de la roca.

Unidad Ahuaca (MAh): Está constituida principalmente de tobas dacíticas de color gris claro a blanco con tonos rosa, debido al alto contenido de arcillas y óxidos como hematita, por fuertes procesos de meteorización que se observan claramente en estas rocas. Las tobas se encuentran estratificadas, con leve buzamiento hacia el noreste y con ángulos moderados al noroeste en otros sectores, con lo que asumimos un espesor de aproximadamente 300 a 500 m para esta unidad, dentro del área de estudio.

Afloramiento 41: Tobas dacíticas en tonalidades grises y rosas.

El afloramiento artificial encontrado rumbo al cerro Pan de Azúcar en las coordenadas UTM: 660299 E, 9519441 N, de dimensiones 8 m de ancho y aproximadamente 7 m de alto presenta tobas dacíticas en tonalidades grises y rosas, litología característica de la Unidad Ahuaca.

Figura 23

Tobas dacíticas grises y rosas meteorizadas.



Nota. Fotografía capturada autora (2021)

Este tipo de roca se caracteriza por su alto contenido de hierro, macroscópicamente fue posible identificar la presencia de feldespatos, plagioclasas, biotita y piroxenos. Por otro lado, es importante mencionar que gran cantidad del área de la microcuenca presenta este tipo de rocas ígneas en estado de meteorización, especialmente en la etapa de descomposición, ya que ha incrementado el contenido de arcilla y de suelo, aparentemente por procesos químicos y atmosféricos.

Afloramiento 56: Tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas

El afloramiento artificial producto del corte de la vía que se encuentra a continuación del cerro “Pan de Azúcar” en las coordenadas UTM 660666 E, 9518048 N, con dimensiones 7,24 m de ancho y 2,97 m de altura está conformado por tobas dacíticas meteorizadas en tonalidades grises y rosas, además de contar con la presencia de andesitas piroxénicas de tonalidades oscuras.

Figura 24

Tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas



Nota. Fotografía capturada autora (2021)

En cuanto a la descripción macroscópica de las tobas dacíticas meteorizadas fue posible identificar la presencia de feldespatos, plagioclasas, biotita y piroxenos. En la descripción macroscópica de las andesitas piroxénicas se identificó que poseen matriz densa de color gris por su alto contenido de piroxenos, además, dentro de su estructura presenta biotita, plagioclasas cálcicas, anfíboles y vidrio volcánico.

Afloramiento 59: Tobas riolíticas a dacíticas rosas y rojizas

El afloramiento artificial producto del corte urbano con fines constructivos encontrado al sureste de la parroquia Cariamanga en las coordenadas UTM: 660482 E, 9520630 N, de

dimensiones 4,27 m de ancho y 2,06 m de alto presenta tobas riolíticas a dacíticas en tonalidades rosas o rojizas. Dicha tonalidad en estas rocas volcánicas se debe a la presencia de la hematita o clorita, caracterizadas por su alto contenido de hierro.

Figura 25

Tobas riolíticas a dacíticas rosas y rojizas

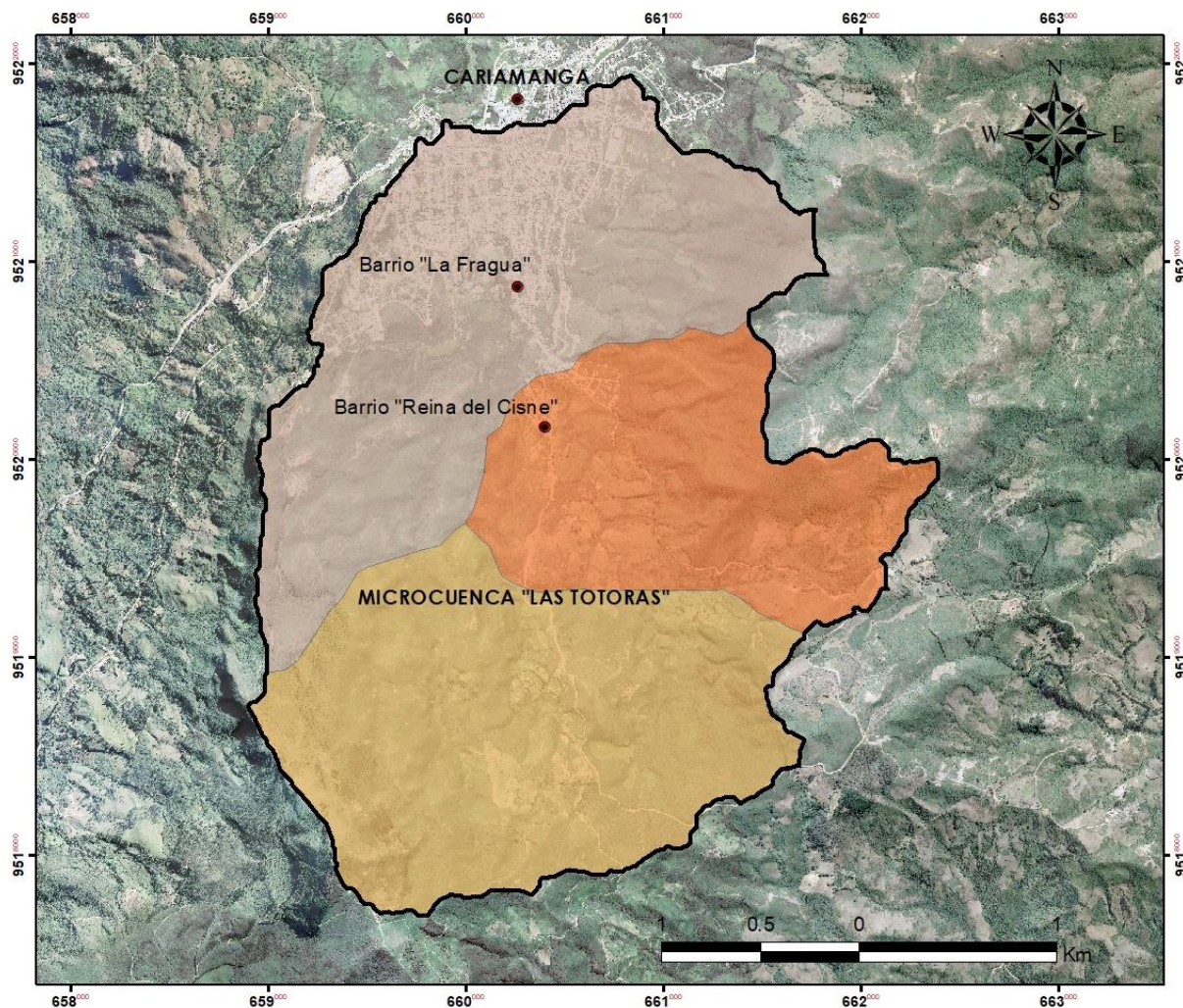


Nota. Fotografía capturada autora (2021)

La descripción macroscópica de este tipo de rocas permitió identificar la presencia de minerales como cuarzos, feldespatos potásicos y minerales ferromagnesianos como la biotita, moscovita y hematites, característicos de rocas ígneas como las riolitas y dacitas, propias de la Unidad Ahuaca.

Finalizado el proceso de toma y descripción de afloramientos, se determinó el tipo de litología del sector mediante la correlación de estos, obteniendo como resultado el mapa litológico final. Ver (**Anexo 8**).

Figura 26
Litología de microcuenca



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 30
Litología del área de estudio

LITOLOGÍA	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Tobas riolíticas a dacíticas meteorizadas rosas y rojizas	3,74	38,91
Tobas dacíticas meteorizadas grises	2,30	23,88
Tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas	3,58	37,20
TOTAL	9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Se ha comprobado que la zona de estudio presenta rocas de origen volcánico, las mismas que presentan erosión y meteorización. Es así que se determinó la presencia de tobas dacíticas meteorizadas rosas y rojizas en un área de 3,74 km², representando un 38,91 %; también se confirmó la presencia de tobas dacíticas meteorizadas en tonalidades gris en una superficie de 2,30 km², representando el 23,88 %. Finalmente, las tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas ocupan un área de 3,58 km², representando el 37,20 %.

6.1.1.6 Susceptibilidad a inundaciones en microcuenca “Las Totoras”

Para la determinación de la susceptibilidad a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” se consideraron 5 variables condicionantes. La asignación de pesos para cada variable ha sido determinada a partir de la comparación de pares para la identificación de la importancia relativa, asignando valores de 1-4 usando la escala de Saaty.

Tabla 31

Asignación de pesos para determinar la importancia relativa de cada variable para la susceptibilidad por inundación por el método de Saaty.

	PENDIENTE	GEOMORFOLOGÍA	DENSIDAD DRENAJE	USO SUELO	LITOLOGÍA
PENDIENTE	1	2	2	3	3
DENSIDAD DRENAJE	1/2	1	2	2	3
GEOMORFOLOGÍA	1/2	1/2	1	2	2
USO SUELO	1/3	1/2	1/2	1	2
LITOLOGÍA	1/3	1/3	1/2	1/2	1
Pi	2,67	4,33	6	8,5	11

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El nivel de importancia de cada parámetro fue determinado de acuerdo a como estos condicionan a la zona de estudio ante un factor desencadenante (intensidad de precipitaciones) y por lo tanto se provoque una inundación. En primer lugar, se encuentra la pendiente del terreno y con ello se determina las posibles líneas de recorrido del flujo de agua, para así establecer la densidad de drenaje de la zona de estudio, en función a la línea de pendientes. A continuación, se consideró la geomorfología de la zona, debido a que esta indica las unidades geomorfológicas presentes en la zona, tales como relieves colinados muy bajos a montañosos, de origen tectónicos erosivos y como estos condicionarían al terreno. El uso de suelo indica la influencia en la generación de zonas susceptibles a inundaciones, mientras que la litología permitió conocer el comportamiento del material presente en la zona.

A continuación, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de las variables.

Tabla 32

Normalización y priorización de los elementos

	Wi	Peso (Ci)	LAMDAi	Ponderación (%)
PENDIENTE	2,05	0,36	0,96	36,1
DENSIDAD DRENAJE	1,43	0,25	1,09	25,3
GEOMORFOLOGÍA	1,00	0,18	1,06	17,6
USO SUELO	0,70	0,12	1,05	12,3
LITOLOGÍA	0,50	0,09	0,95	8,6
TOTAL	5,67	1	5,114 ^{λmax}	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Los valores ponderados han sido corroborados mediante la determinación de la relación de constancia (Cr), el mismo que consiste en la relación entre el cálculo de índice de constancia y el índice aleatorio de la matriz. El resultado obtenido corresponde a 0,024, lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

$$Ci = \frac{Amax - 5}{5 - 1}$$

$$Ci = \frac{5,11 - 5}{5 - 1} = \mathbf{0,028}$$

$$Rci = 1,98 * \frac{(5 - 2)}{5}$$

$$Rci = \mathbf{1,19}$$

$$Cr = \frac{0,028}{1,188}$$

$$Cr = \mathbf{0,024}$$

Tabla 33

Relación de constancia.

Ci	0,028
Rci	1,19
Cr	0,024

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Finalmente, han sido obtenidos los pesos y de acuerdo al nivel de importancia para cada una de las variables estudiadas.

A continuación, se asignaron pesos para la determinación de la importancia relativa de los parámetros de cada una de las variables independientes, con la finalidad de determinar el nivel de importancia de las mismas, dicho proceso dio como resultado pesos que condicionaron a estas características. Finalmente, esta información fue procesada en el software ArcGIS 10.4.1 mediante la herramienta RASTER CALCULATOR.

Este proceso fue realizado mediante la matriz propuesta por Saaty, las mismas que se describe a continuación:

PENDIENTES

Para la variable pendientes los parámetros a evaluar han sido clasificados en cinco niveles, de acuerdo a su nivel de importancia, esto ayudará a definir el grado de influencia al diseñar el mapa de susceptibilidad.

Tabla 34

Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable pendientes.

	Ligeramente inclinado	Muy inclinado	Fuertemente inclinado	Empinado	Vertical
Ligeramente inclinado	1	2	2	3	4
Muy inclinado	1/2	1	2	3	3
Fuertemente inclinado	1/2	1/2	1	1	3
Empinado	1/3	1/3	1	1	3
Vertical	1/4	1/3	1/3	1/3	1
Pi	2,583	4,167	6,333	8,333	14

Nota. Elaborado por la autora (2022).

A continuación, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de los parámetros.

Tabla 35

Normalización y priorización de los elementos para la variable pendientes.

	Wi	Ci	LAMDAi
Ligeramente inclinado	2,17	0,37	0,96
Muy inclinado	1,55	0,27	1,10
Fuertemente inclinado	0,94	0,16	1,02

	Wi	Ci	LAMDAi
Empinado	0,80	0,14	1,14
Vertical	0,39	0,07	0,94
TOTAL	5,86	1	5,16

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El resultado obtenido en la determinación de la relación de constancia (Cr) corresponde a 0,03, lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

Tabla 36

Relación de constancia.

Ci	0,04
Rci	1,19
Cr	0,03

Nota. Elaborado por la autora (2022).

DENSIDAD DE DRENAJE

Para la variable densidad de drenaje fue determinada a partir de la Red hídrica de la zona, la misma que fue clasificada en cinco parámetros.

Tabla 37

Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable densidad de drenaje.

	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo
Muy Alto	1	2	2	3	4
Alto	1/2	1	2	2	3
Moderado	1/2	1/2	1	3	3
Bajo	1/3	1/2	1/3	1	2
Muy bajo	1/4	1/3	1/3	1/2	1
Pi	2,58	4,33	5,67	9,5	13

Nota. Elaborado por la autora (2022).

A continuación, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de los parámetros.

Tabla 38

Normalización y priorización de los elementos

	Wi	Ci	LAMDAi
Muy Alto	2,17	0,37	0,96
Alto	1,43	0,25	1,06
Moderado	1,18	0,20	1,14
Bajo	0,64	0,11	1,05
Muy bajo	0,43	0,07	0,95
TOTAL	5,85	1	5,15

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El resultado obtenido en la determinación de la relación de constancia (Cr) corresponde a 0.03201694, lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

Tabla 39

Relación de constancia.

Ci	0,04
Rci	1,19
Cr	0,03

Nota. Elaborado por la autora (2022).

GEOMORFOLOGÍA

Las unidades geomorfológicas encontradas en la zona de estudio fueron siete, las mismas que fueron clasificadas y ponderadas a continuación.

Tabla 40

Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable geomorfología.

	Coluvio Aluvial antiguo	Relieve colinado muy bajo	Relieve colinado bajo	Relieve colinado medio	Relieve colinado alto	Relieve colinado muy alto	Relieve colinado montañoso
Coluvio Aluvial antiguo	1	1	2	2	4	4	4
Relieve colinado muy bajo	1	1	2	3	3	3	4
Relieve colinado bajo	1/2	1/2	1	2	3	3	4
Relieve colinado medio	1/2	1/3	1/2	1	2	3	3
Relieve colinado alto	1/4	1/3	1/3	1/2	1	2	3

Relieve colinado muy alto	1/4	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1
Relieve colinado montañoso	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	1	1
Pi	3,75	3,75	6,42	9,17	13,83	17	20

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Seguidamente, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de los parámetros.

Tabla 41

Normalización y priorización de los elementos de la variable geomorfología.

	Wi	Ci	LAMDAi
Coluvio Aluvial antiguo	2,21	0,26	0,97
Relieve colinado muy bajo	2,16	0,25	0,95
Relieve colinado bajo	1,51	0,18	1,14
Relieve colinado medio	1,06	0,13	1,14
Relieve colinado alto	0,70	0,08	1,14
Relieve colinado muy alto	0,46	0,06	0,93
Relieve colinado montañoso	0,40	0,05	0,95
TOTAL	8,50	1	7,22

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El resultado obtenido en la determinación de la relación de constancia (Cr) corresponde a 0.03, lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

Tabla 42

Relación de constancia.

Ci	0,04
Rci	1,41
Cr	0,03

Nota. Elaborado por la autora (2022).

USO DE SUELO

El uso de suelo presente en la microcuenca “Las Totoras” fue clasificado en cinco usos, los mismos que han sido ponderados de acuerdo a su nivel de importancia de la siguiente manera:

Tabla 43

Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable uso de suelo.

	Urbano	Pecuario	Agropecuario mixto	Conservación y producción	Conservación y protección
Urbano	1	2	3	4	4
Pecuario	1/2	1	2	3	3
Agropecuario mixto	1/3	1/2	1	1	3
Conservación y producción	1/4	1/3	1	1	3
Conservación y protección	1/4	1/3	1/3	1/3	1
Pi	2,33	4,17	7,33	9,33	14

Nota. Elaborado por la autora (2022).

A continuación, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de los parámetros.

Tabla 44

Normalización y priorización de los elementos de la variable uso de suelo.

	Wi	Ci	LAMDAi
Urbano	2,49	0,41	0,96
Pecuario	1,55	0,26	1,07
Agropecuario mixto	0,87	0,14	1,05
Conservación y producción	0,76	0,13	1,17
Conservación y protección	0,39	0,07	0,91
TOTAL	6,06	1	5,15

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El resultado obtenido en la determinación de la relación de constancia (Cr) corresponde a 0,03; lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

Tabla 45

Relación de constancia.

Ci	0,04
Rci	1,19
Cr	0,03

Nota. Elaborado por la autora (2022).

LITOLOGÍA

La litología presente en la microcuenca “Las Totoras” fue clasificada en tres, considerando el estado de la roca, su coloración y su meteorización. Estos tipos de roca han sido ponderados de acuerdo a su nivel de importancia de la siguiente manera:

Tabla 46

Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable uso de suelo.

	Tobas riolíticas a dacíticas meteorizadas rosas y rojizas	Tobas riolíticas a dacíticas meteorizadas rosas y rojizas	Tobas riolíticas a dacíticas meteorizadas rosas y rojizas
Tobas riolíticas a dacíticas meteorizadas rosas y rojizas	1	2	3
Tobas dacíticas meteorizadas grises	1/2	1	2
Tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas	1/3	1/2	1
Pi	1,83	3,5	6

Nota. Elaborado por la autora (2022).

A continuación, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de los parámetros.

Tabla 47

Normalización y priorización de los elementos de la variable litología.

	Wi	Ci	LAMDAi
Tobas riolíticas a dacíticas meteorizadas rosas y rojizas	1,82	0,54	0,99
Tobas dacíticas meteorizadas grises	1	0,30	1,04
Tobas dacíticas meteorizadas con presencia de andesitas piroxénicas	0,55	0,16	0,98
TOTAL	3,37	1	3,01

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El resultado obtenido en la determinación de la relación de constancia (Cr) corresponde a 0,01; lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

Tabla 48

Relación de constancia.

Ci	0,004
Rci	0,66
Cr	0,01

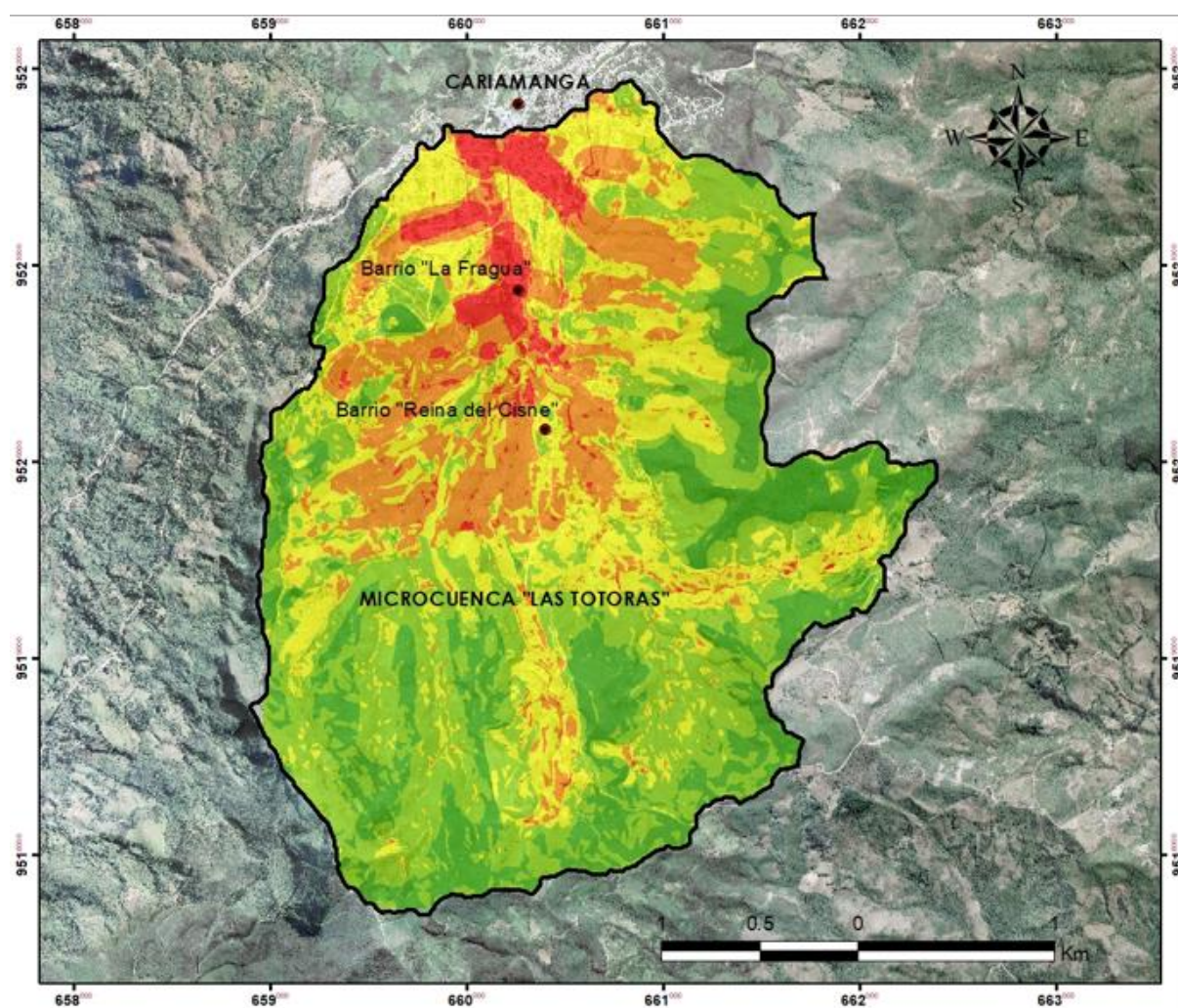
Nota. Elaborado por la autora (2022).

De acuerdo a las ponderaciones obtenidas mediante el análisis multicriterio propuesto por Saaty, para cada uno de los parámetros de las cinco variables condicionantes ha permitido determinar sus niveles de importancia y con ello determinar zonas susceptibles a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”.

La determinación de dicha susceptibilidad se realizó en el software ArcGIS 10.4.1 mediante la herramienta RASTER CALCULATOR, en donde se han establecido pesos para las cinco variables condicionantes, a la vez que se asignaron ponderaciones en cada uno de los parámetros de estas variables independientes, de acuerdo a los datos obtenidos y descritos anteriormente.

El resultado fue un mapa de susceptibilidad a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” en modelo raster, a escala 1:10 000 con Datum WGS84, en tamaño A3.

Figura 27
Susceptibilidad a inundaciones en microcuenca "Las Totoras".



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 49*Nivel de Susceptibilidad ante inundaciones.*

NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Muy Bajo	1,70	17,66
Bajo	3,33	34,66
Medio	2,61	27,18
Alto	1,57	16,34
Muy Alto	0,40	4,16
TOTAL	9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Los niveles de susceptibilidad a inundaciones presentes en la microcuenca “Las Totoras” han sido los siguientes:

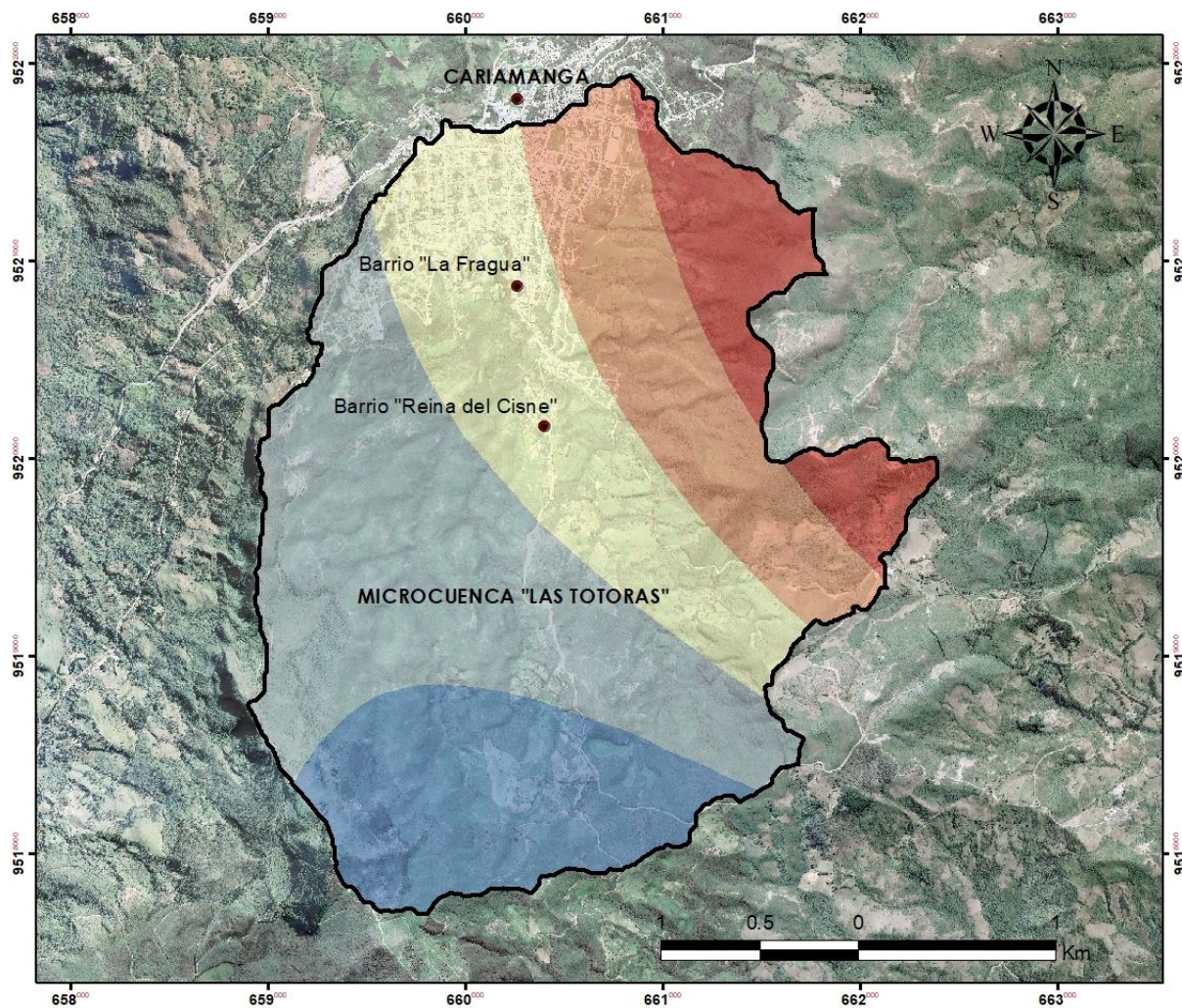
Niveles muy bajos de susceptibilidad corresponde a 1,70 km², representando un 17,66 %; los niveles bajos abarcan una superficie de 3,33 km², representando el 34,66 %. Los niveles medios a susceptibilidad por inundaciones ocupan 2,61 km², representando el 27,18 %. Finalmente, la superficie ocupada por los niveles altos y muy altos a susceptibilidad corresponde a 1,57 km², representando un 16,34 % y 0,40 km², representando el 4,16 %, respectivamente. Ver (**Anexo 7**)

6.1.2 Factores Desencadenantes

6.1.2.1 Precipitación media

El rango de precipitación media presente en la microcuenca “Las Totoras”, fue obtenido a partir de información generada por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), año 2011, a través de los datos de las estaciones meteorológicas del país. Ver (**Anexo 8**).

Figura 28
 Variable precipitaciones- Software ArcGis 10.4.1



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 50
 Áreas y porcentajes de los rangos de precipitación en la zona de estudio.

RANGO mm/año	ÁREA (Km ²)	PORCENTAJE
>1380,62	0,92	9,60
1353,39	1,60	16,63
1328,53	2,18	22,72
1304,85	3,21	33,41
1273,47	1,70	17,65
TOTAL	9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El rango de precipitaciones en el área de estudio va desde los 1273-1380mm/año.

Dicha información fue posible corroborar mediante los datos obtenidos por la estación más cercana M-0146 en la parroquia Cariamanga, en donde los datos de precipitaciones fueron considerados a partir de las zonas homogéneas identificadas por el INAMHI, desde el año 1969 al 1997.

Tabla 51

Datos de precipitación total mensual.

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1969	120,6	152,3	279,5	286,9	9,6	20,5	0,0	1,7	85,6	29,1	140,6	179,4	1305,8
1970	265,4	370,9	194,3	115,6	160,6	8,5	9,3	0,0	0,0	214,5	39,8	139,1	1517,9
1971	84,1	206,5	509,9	91,5	98,6	82,8	9,2	11,2	41,4	104,7	41,4	18,6	1299,9
1972	75,1	177,9	447,1	222,8	72,3	10,7	2,3	34,4	27,5	55,4	110,6	123,2	1359,3
1973	122,6	193,6	314,8	249,5	54,7	62,3	28,5	13,1	40,5	70,7	51,1	119,2	1320,6
1974	54,7	388,5	170,4	137,1	12,2	40,0	12,8	10,6	34,0	90,9	77,0	59,5	1087,7
1975	259,0	227,2	459,9	133,5	105,6	19,0	0,0	0,5	14,5	4,6	28,5	92,3	1344,6
1976	212,5	186,2	311,1	292,1	26,5	37,9	0,0	0,0	39,5	16,9	9,5	6,0	1138,2
1977	50,0	79,8	129,1	163,0	94,1	15,6	2,0	0,0	22,3	70,7	12,1	51,2	689,9
1978	167,7	144,1	213,6	84,6	44,8	6,8	1,0	62,1	54,3	6,1	1,0	22,2	808,3
1979	80,6	133,0	136,8	222,3	74,3	15,6	0,0	1,5	7,5	89,8	58,9	76,6	896,9
1980	40,6	161,8	509,3	167,0	69,7	56,7	0,2	11,5	3,6	64,2	15,3	116,6	1216,5
1981	125,0	149,5	92,8	130,8	129,4	1,4	0,0	0,0	39,7	172,2	160,1	427,0	1427,9
1982	445,6	134,2	410,5	423,3	184,3	47,1	9,3	0,0	34,1	127,1	3,0	213,8	2032,3
1983	104,8	522,8	332,8	276,1	106,2	16,8	43,6	8,4	27,5	89,5	65,6	23,6	1617,7
1984	101,5	33,8	108,9	109,5	30,2	15,6	0,0	1,0	9,2	43,0	20,0	165,2	637,9
1985	110,6	200,4	35,2	194,3	30,4	15,6	0,0	1,2	6,2	47,6	59,7	72,4	773,6
1986	240,9	112,6	205,8	139,0	65,3	15,6	7,6	16,8	6,8	17,1	11,0	1,0	839,5
1987	169,8	387,2	46,5	174,5	82,2	15,6	2,5	21,2	33,6	42,9	76,0	54,6	1106,6
1988	250,5	495,3	511,9	213,3	3,6	5,3	3,0	0,3	58,0	112,0	0,1	2,1	1655,4
1989	150,7	276,5	191,3	376,7	69,7	15,6	8,2	0,0	1,0	96,6	65,6	113,4	1365,3
1990	48,4	142,8	523,0	98,3	41,9	8,0	1,0	0,0	13,0	17,4	13,7	25,4	932,9
1991	23,6	119,1	199,7	273,9	64,9	6,1	0,0	9,2	68,1	62,2	30,5	71,4	928,7
1992	94,6	369,7	473,8	470,7	86,8	2,0	25,3	0,5	48,0	136,5	61,6	262,5	2032,0
1993	331,7	375,0	382,7	303,4	60,1	3,0	1,6	1,2	6,7	5,3	64,1	171,8	1706,6
1994	56,2	246,4	348,2	103,9	89,5	10,6	12,5	0,0	2,0	43,7	104,8	175,0	1192,8
1995	145,9	224,2	446,7	146,0	51,6	42,3	0,0	0,2	19,3	77,1	9,4	18,9	1181,6
1996	49,5	148,8	181,6	205,0	55,0	12,2	5,8	0,0	29,1	113,0	219,6	290,1	1309,7
1997	196,9	636,3	347,9	479,5	293,7	15,6	2,3	34,6	31,7	107,8	107,1	62,0	2315,4



Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MAX	445,6	636,3	523,0	479,5	293,7	82,8	43,6	62,1	85,6	214,5	219,6	427,0	2315,4
MED	144,1	241,3	293,6	216,7	78,2	21,5	6,5	8,3	27,7	73,4	57,2	108,8	1277,3
MIN	23,6	33,8	35,2	84,6	3,6	1,4	0,0	0,0	0,0	4,6	0,1	1,0	637,9
DESV	98,6	144,2	153,0	111,6	58,7	20,0	10,2	14,2	21,6	50,9	52,7	98,7	408,5
CV (%)	68,4	59,8	52,1	51,5	75,1	92,8	157,2	171,1	77,9	69,3	92,2	90,8	32,0

Nota. Obtenido de INAMHI (2015).

6.1.2.2 Intensidad de precipitación máxima en 24 horas en microcuenca “Las Totoras”

Las intensidades de precipitaciones máximas en 24 horas en la microcuenca “Las Totoras” fueron procesados a partir de los datos elaborados por el INAMHI en el año 2015, presentes en el documento “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación”, considerando 3 estaciones cercanas al área de estudio.

Para la determinación de las intensidades de precipitaciones máximas en las estaciones Cariamanga, El Lucero y Colaisaca, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología utilizó una serie de datos que van desde el año 198 al 2011, obteniendo un total de 29 años analizados.

Tabla 52

Niveles de intensidades de precipitaciones máximas en 24h para cada estación.

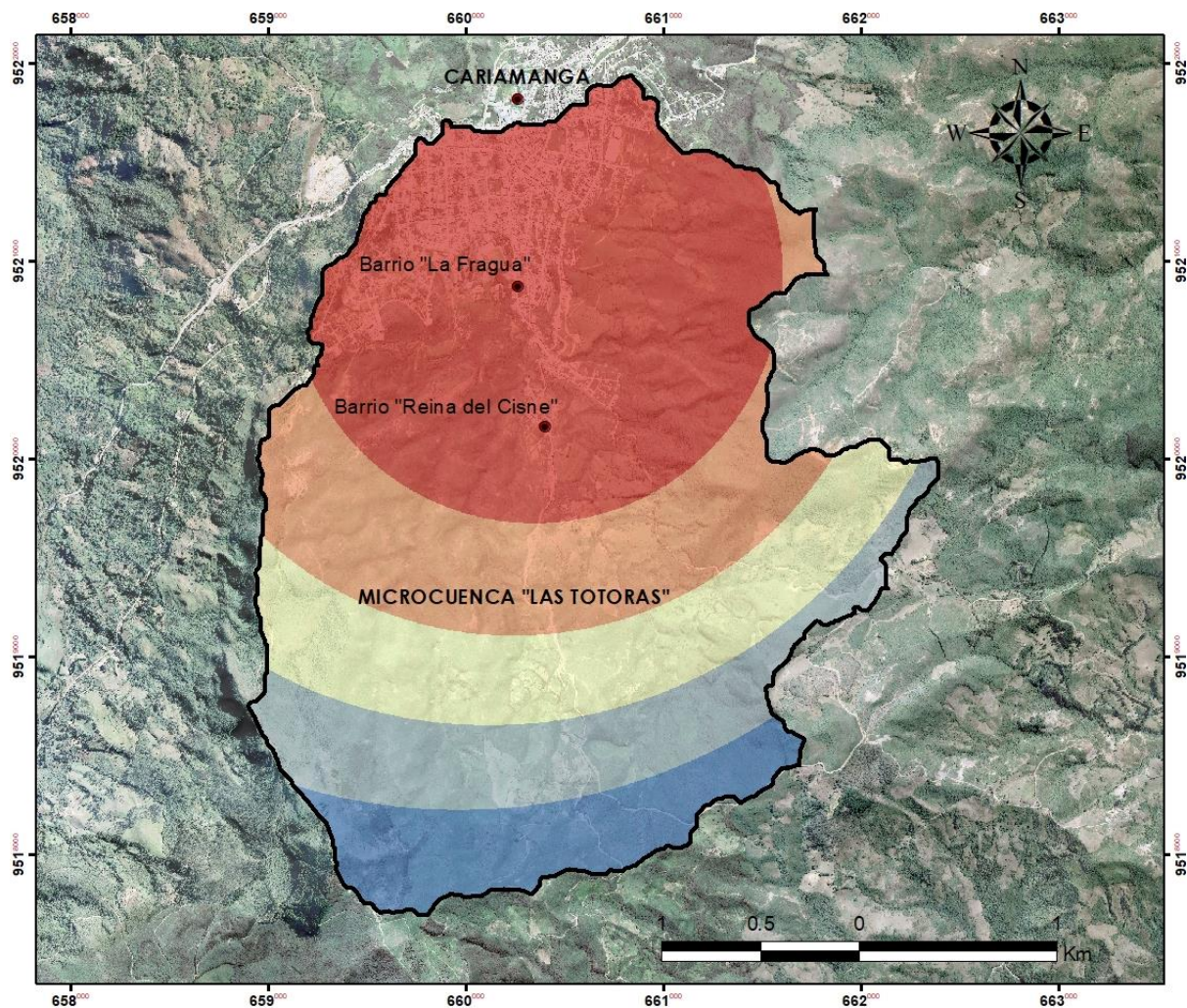
CODIGO	ESTACION	ESTE	NORTE	ALTURA	INTENSIDAD
M146	CARIAMANGA	660425	9520865	1968	2,92
M433	EL LUCERO INAMHI	670140	9513320	1204	1,39
M544	COLAISACA	644952	9522561	2480	2,48

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Estos valores fueron procesados en el software ArcGIS 10.4.1 mediante la herramienta IDW, generando así los rangos de intensidades máximas en 24 horas para un periodo de retorno de 2 años en la microcuenca “Las Totoras”.

Figura 29

Intensidades máximas de precipitación en 24h en microcuenca "Las Totoras".



Nota. Elaborado por la autora (2022).

A continuación, se obtuvieron los niveles de importancia para cada uno de los rangos de intensidades mediante la matriz de Saaty, con la finalidad de generar un modelo raster de intensidades de precipitaciones, el cual fue correlacionado con el raster de susceptibilidad a inundaciones para la obtención de la peligrosidad por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”. Ver (Anexo 9).

Tabla 53

Asignación de pesos para determinación de importancia relativa para la variable intensidad máxima de precipitación.

RANGOS DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN mm/h	2,90-2,92	2,87-2,90	2,85-287	2,82-2,85	2,79-2,82
2,90-2,92	1	2	2	3	3
2,87-2,90	1/2	1	2	2	3
2,85-287	1/2	1/2	1	2	3
2,82-2,85	1/3	1/2	1/2	1	2
2,79-2,82	1/3	1/3	1/3	1/2	1
Pi	2,67	4,33	5,83	8,5	12

Nota. Elaborado por la autora (2022).

A continuación, se realizó la normalización y priorización de los elementos a determinar, a partir de la ponderación de cada una de los parámetros.

Tabla 54

Normalización y priorización de los elementos de la variable desencadenante.

	Wi	Pesos (Ci)	LAMDAi	Ponderación
2,90-2,92	1,81	0,33	0,88	33,1
2,87-2,90	1,35	0,25	1,06	24,5
2,85-287	1,07	0,20	1,14	19,5
2,82-2,85	0,74	0,14	1,15	13,5
2,79-2,82	0,51	0,09	1,12	9,4
TOTAL	5,49	1	5,36	100%

Nota. Elaborado por la autora (2022).

El resultado obtenido en la determinación de la relación de constancia (Cr) corresponde a 0,07; lo que indica la consistencia en la asignación de valores para cada parámetro.

Tabla 55

Relación de constancia

Ci	0,09
Rci	1,19
Cr	0,07

Nota. Elaborado por la autora (2022).

6.1.2.3 Amenaza por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”.

El mapa de peligrosidad por inundaciones fue obtenido a través de dos modelos ráster: ráster de susceptibilidad por inundaciones (factores condicionantes) y ráster de intensidades máximas en 24 horas de la zona (factor desencadenante), los mismos que fueron procesados en la herramienta RASTER CALCULATOR del software ArcGIS 10.4.1.

Para ello fue pertinente asignar un nivel de importancia del 50% a los factores condicionantes (susceptibilidad) y un 50% a los factores desencadenantes (intensidades máximas). El resultado final fue un mapa de amenazas por inundaciones en la microcuenca “Las Totoras” con una escala de 1:10 000, datum WGS84 y en formato A3 (**Anexo 10**), el mismo que ha sido la base técnica para la elaboración de Sistemas de Alerta Temprana ante dicha amenaza.

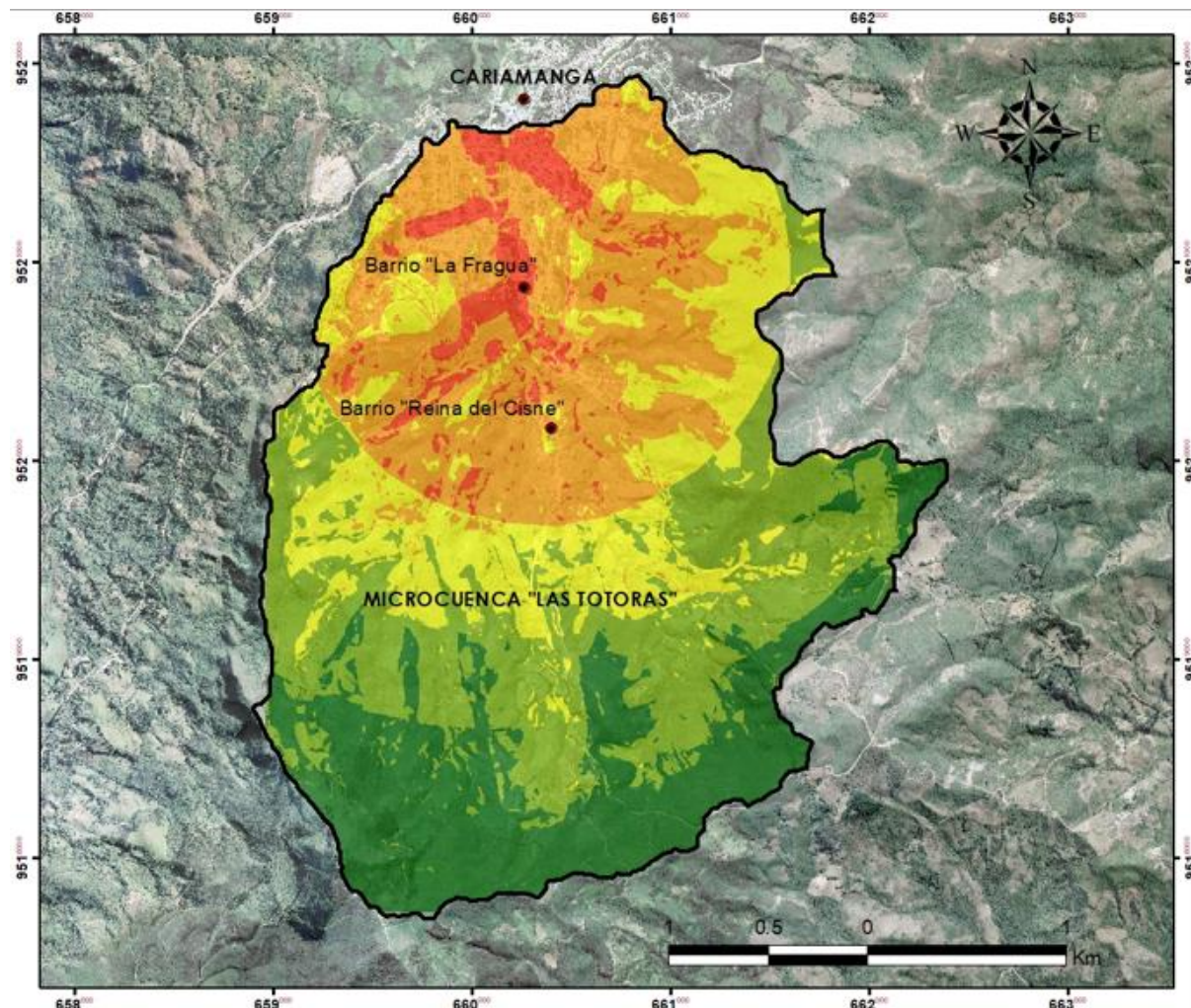
Tabla 56

Pesos asignados a factores condicionantes y desencadenantes para determinación de la amenaza.

FACTOR CONDICIONANTE	Peso asignado para amenaza	FACTOR DESENCADENANTE	Peso asignado para amenaza
Raster susceptibilidad por inundaciones	50 %	Raster intensidad máxima de precipitación	50 %

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Figura 30
Niveles de amenaza en la microcuenca "Las Totoras"



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 57
Descripción de nivel de amenaza en la microcuenca "Las Totoras"

NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE
Muy Bajo	2,06	21,42
Bajo	2,56	26,67
Medio	1,97	20,45
Alto	2,50	26,01
Muy Alto	0,53	5,46
TOTAL	9,61	100

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Figura 31
Zonas de inundación



Nota. Elaborado por la autora (2022).

A partir del análisis y procesamiento de los modelos ráster para la determinación del nivel de amenaza por inundaciones presente en la microcuenca “Las Totoras”, se han obtenido los siguientes resultados: Nivel de amenaza Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto, dentro de los cuales, los niveles de muy baja amenaza ocupan un área de 2,06 km², representando un 21,42 % del total de la zona de estudio; el nivel de amenaza baja se encuentra presente en 2,56 km², representando el 26,67 %. Por otro lado, el nivel medio de amenaza por inundaciones abarca una superficie de 1,97 km², representando el 20,45 % del total de la microcuenca. Finalmente, los niveles alto y muy alto ocupan una superficie de 2,50 km² y 0,53km² respectivamente.

Estos resultados han demostrado el alto nivel de amenaza directa a la que se enfrentarían los pobladores del barrio “La Fragua”, y de manera indirecta a los demás moradores de Cariamanga, en caso de suscitarse un evento por inundaciones. Ver (**Anexo 10**).

6.2 Resultados del segundo objetivo: Determinar los elementos expuestos frente a la amenaza en la microcuenca “Las Totoras” barrio Reina del Cisne

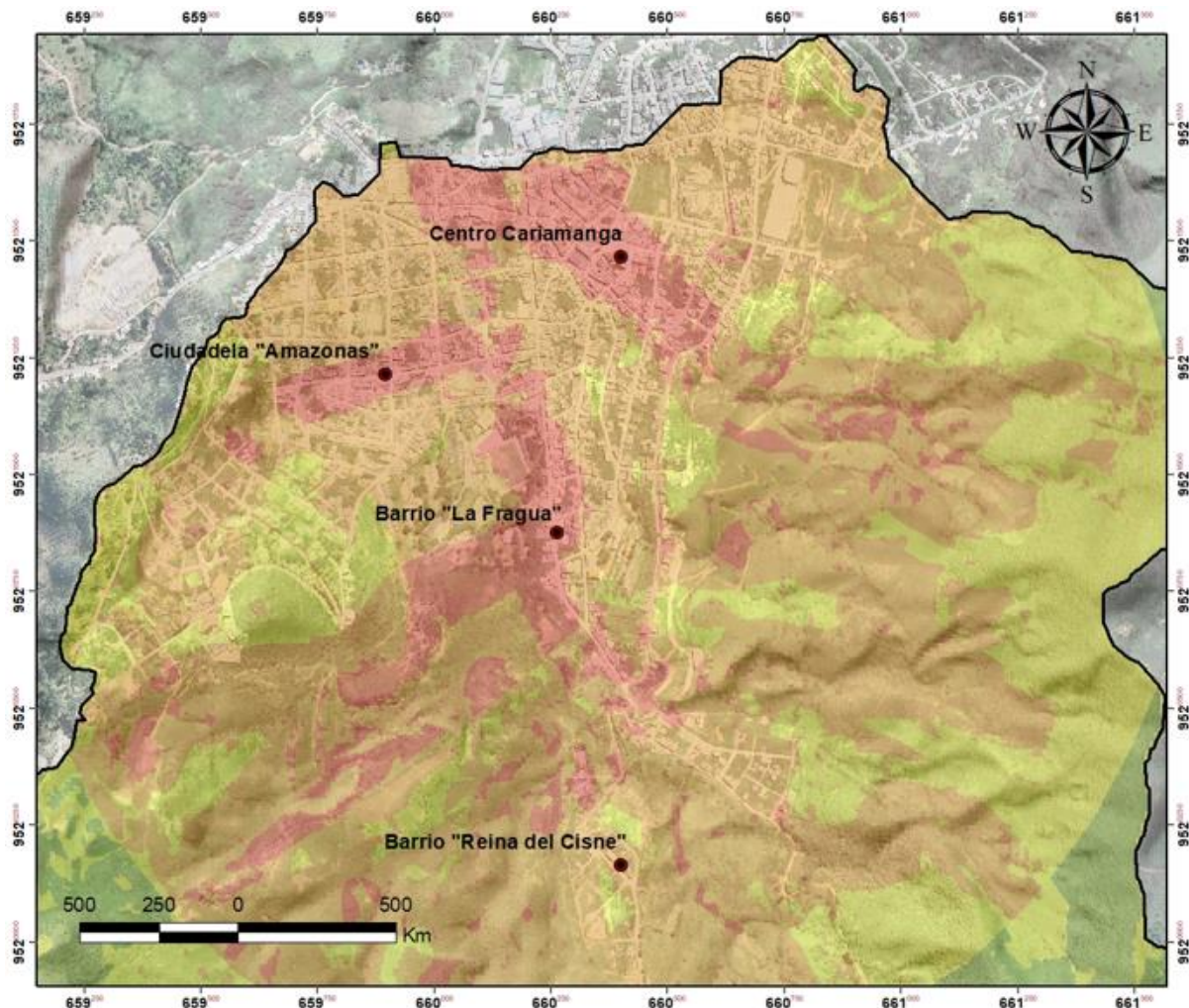
6.2.1. Escenarios de infraestructura expuesta

El presente objetivo fue desarrollado a partir del mapa de amenaza por inundaciones, en donde los criterios empleados para la identificación de elementos expuestos fueron a partir de los elementos que geográficamente se encuentran en las zonas de muy alta peligrosidad, correspondientes al barrio “La Fragua”, ciudadela “Amazonas” y parte del centro de la parroquia Cariamanga; y zonas de alta peligrosidad como el centro sur de la parroquia

Carimanga, y el barrio “Reina del Cisne” en donde se implementaron medidas preventivas no estructurales.

Figura 32

Ubicación de barrios "La Fragua" y "Reina del Cisne".

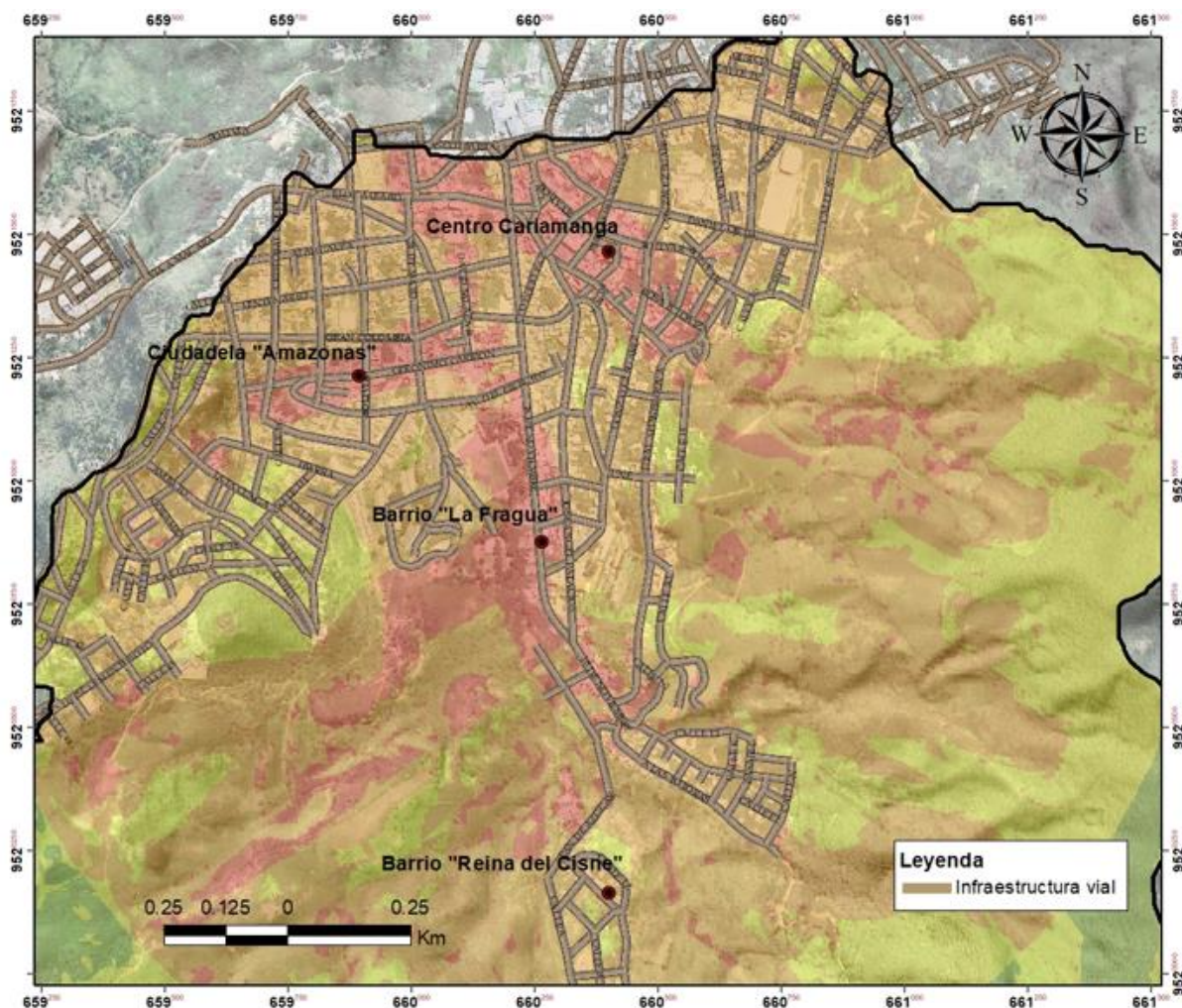


Nota. Elaborado por la autora (2022).

6.2.1.1. Infraestructura vial

La vialidad en óptimas condiciones es de gran importancia para el traslado o evacuación de los habitantes en caso de suscitarse un evento por inundaciones. Los resultados demuestran que, al producirse una inundación, las vías mayormente afectadas serían la calle 18 de noviembre, Gerónimo Carrión, Daniel Ojeda, Eloy Alfaro, calle José Ángel Palacios y parte de la Av. Del ejército y Clotario Paz, abarcando 4 100,98 m de vías que posiblemente podrían verse afectadas; ocasionando molestias a los moradores del barrio citados en el apartado anterior y limitando el acceso a barrios como “Reina del Cisne”.

Figura 33
Infraestructura vial

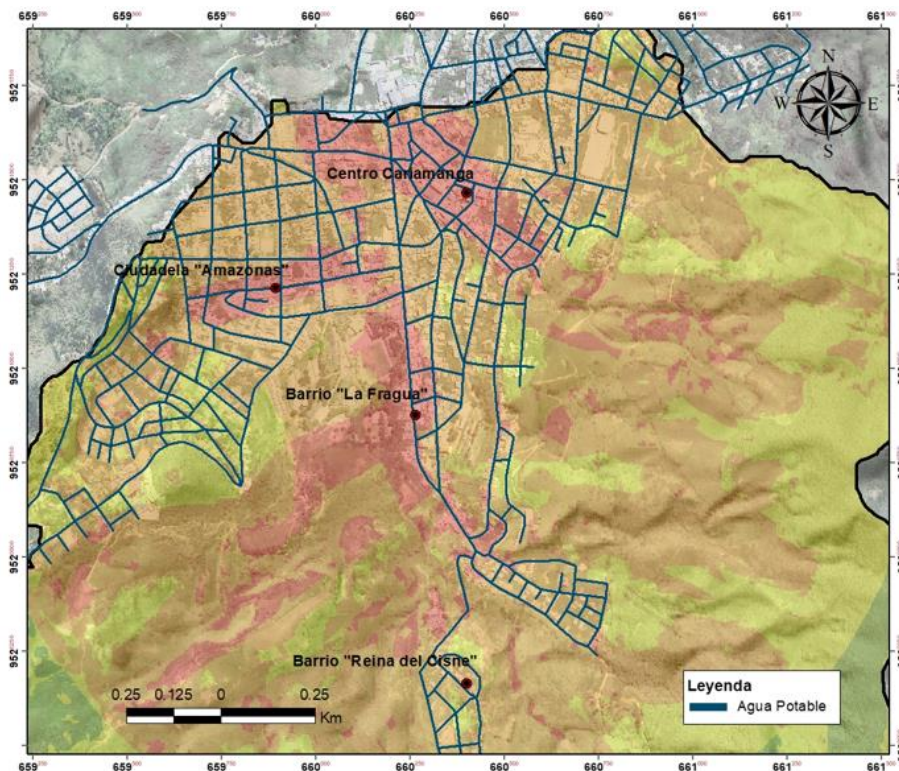


Nota. Elaborado por la autora (2022).

6.2.1.2. Líneas vitales

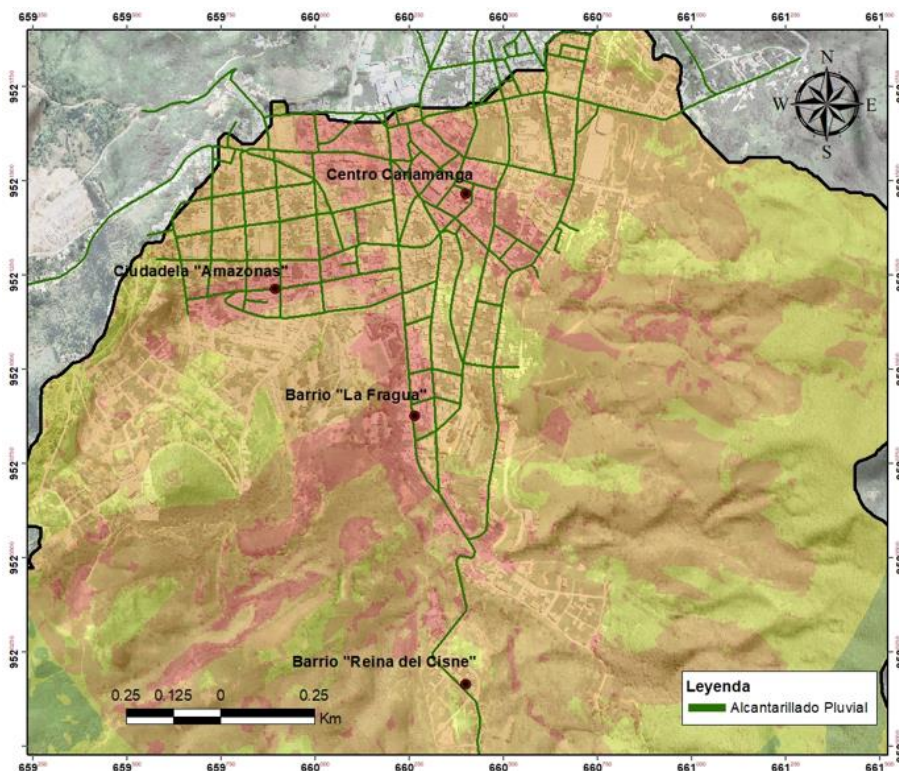
Las líneas vitales hacen referencia a edificaciones o servicios básicos que permitan el correcto desenvolvimiento y desarrollo de los habitantes de una comunidad, dentro de las líneas vitales encontramos el alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario, agua potable, los mismos que se encontrarían expuestos al suscitarse un evento peligroso como una inundación, generando malestar en la comunidad.

Figura 34
Agua Potable



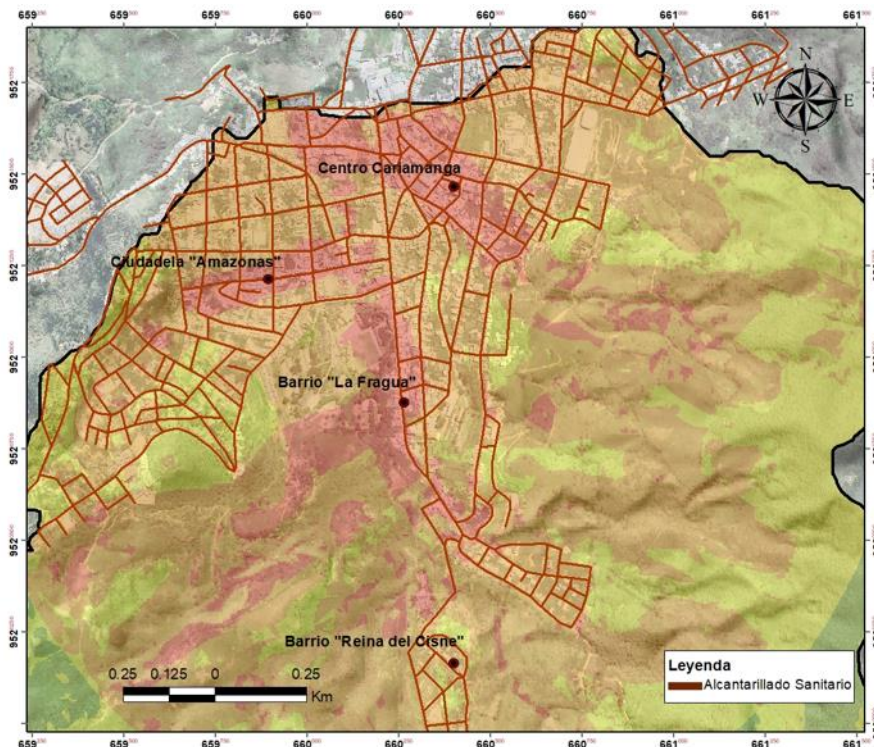
Nota. Elaborado por la autora (2022).

Figura 35
Alcantarillado Pluvial



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Figura 36
Alcantarillado Sanitario



Nota. Elaborado por la autora (2022).

A partir del mapa de amenaza se determinó que las zonas de muy alta peligrosidad por inundaciones podrían afectar a 3 497,59 m de alcantarillado pluvial, las mismas que en caso de existir desbordamientos podrían afectar 3 497,59 m al agua potable de estas zonas. Además, se verían afectados 3 237,73 m de alcantarillado sanitario.

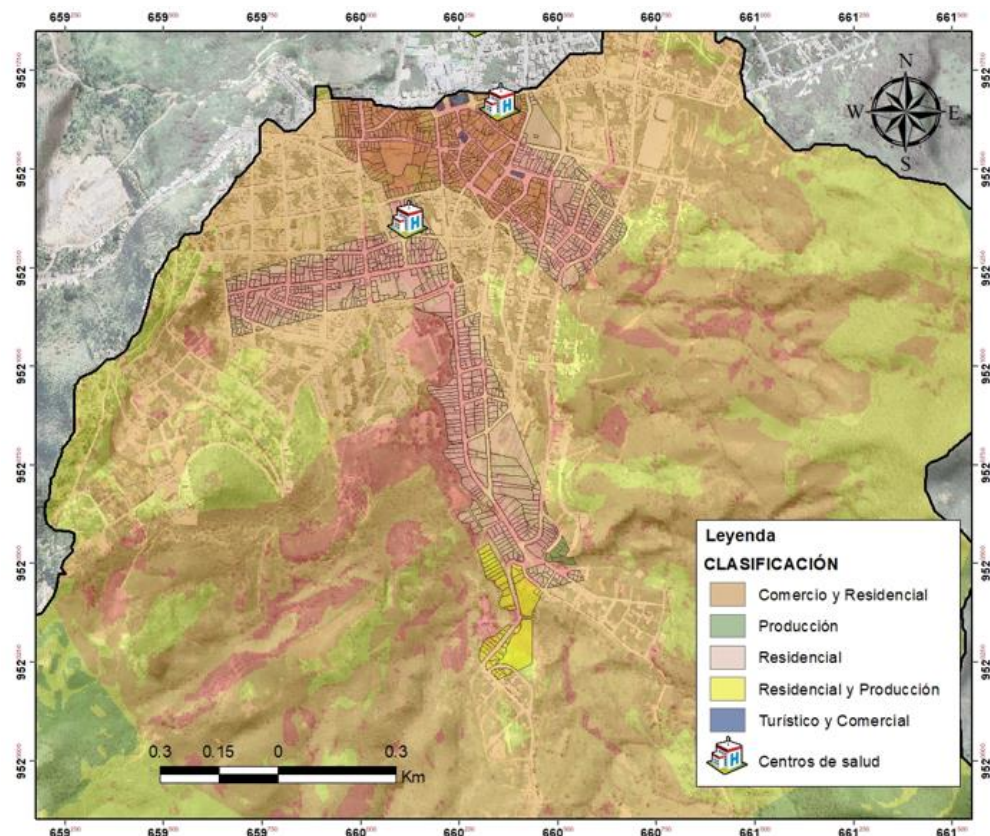
6.2.1.3. Infraestructura residencial, económica y educativa

Dentro de las edificaciones encontradas, las infraestructuras destinadas al comercio, educación y residencia se verían afectadas, especialmente las infraestructuras ubicadas en la calle 18 de noviembre; alterando considerablemente el bienestar de los pobladores y sus medios de subsistencia.

A través del trabajo realizado en campo, se pudo constatar que cerca de 145 de 317 edificaciones poseerían exposición directa ante la amenaza por inundaciones, entre las cuales encontramos residencias, comercios y la institución educativa “Unidad Educativa Cariamanga” y el “Sindicato de choferes Calvas”. Adicionalmente, se pudo observar que un número significativo de viviendas han sido deshabitadas, debido a eventos negativos que han ocasionado las inundaciones ocurridas en el pasado. Por otro lado, no se han encontrado instituciones municipales ni gubernamentales que podrían verse afectados. Sin embargo, se ha

observado la presencia de centros de salud como el IESS Unidad de Atención Ambulatoria Cariamanga y el Hospital del día “Tamayo”, los mismos que se ubican en zonas de muy alta peligrosidad a inundaciones.

Figura 37
 Edificaciones.



Nota. Elaborado por la autora (2022).

Tabla 58
 Edificaciones expuestas

EDIFICACIONES	NÚMERO
Unidades educativas	1
Comercial y Residencial	363
Producción (Agricultura)	11
Residencial (Viviendas)	825
Residencial y producción	46
Turístico y comercial	8
TOTAL	1 254

Nota. Elaborado por la autora (2022).

Figura 38
Zonas susceptibles a inundaciones



Nota. Imagen satelital de zonas afectadas de la parroquia Cariamanga, obtenida a partir de SIGTIERRAS (2022).

Figura 39
Zonas con presencia de amenaza por inundación



Nota. Elaborado por la autora (2022).

6.2.2. Escenarios por población expuesta

6.2.2.1. Grupos sociales específicos

La población expuesta en el barrio “La Fragua”, ciudadela “Amazonas” y parte del centro de la parroquia Cariamanga, cuenta con un aproximado de 823 personas (Tabla 59), siendo estos las zonas de mayor afectación ante la amenaza de inundaciones. Por otro lado, el barrio “Reina del Cisne” cuenta con una población aproximada de 140 habitantes entre hombres, mujeres, niños y adultos mayores; con los cuales se pretende incorporar medidas preventivas no estructurales ante inundaciones.

Tabla59

Grupos específicos en barrio "La Fragua", ciudadela "Amazonas" y parte del centro de Cariamanga.

GRUPOS ESPECÍFICOS	N° HABITANTES
Hombres	272
Mujeres	257
Niños	176
Personas con discapacidad	24
Adulto Mayor	88
Mujeres embarazadas	6
TOTAL	823

Nota. Elaborado por la autora (2022).

6.3 Resultados de tercer objetivo: Proponer un sistema de alerta temprana en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas

El presente objetivo ha sido desarrollado en base a la metodología presentada en el documento “**GUÍA PARA LA CONFORMACIÓN DE COMITÉS COMUNITARIOS DE GESTIÓN DE RIESGO**”, propuesta por el SNGRE, (2012).

Para el diseño de un sistema de alerta temprana ha sido necesaria la conformación de un comité comunitario de Gestión de Riesgo con los habitantes del barrio “Reina del Cisne”, los mismos que se harán cargo del manejo del SAT. El criterio de selección de esta zona es debido a que este barrio se encuentra en una zona de menor exposición ante la amenaza de inundaciones, por lo cual podrían manejar un sistema de alerta temprana que alerte a la comunidad,

especialmente a los pobladores de las zonas de muy alta amenaza a inundaciones, los cuales podrían verse mayormente afectados.

6.3.1 Medida preventiva no estructural: Elaboración del Plan comunitario de Gestión de Riesgos

El objetivo del Plan comunitario de Gestión de Riesgos fue identificar las principales amenazas y elementos expuestos de la comunidad, así como los recursos y capacidades con los que cuentan para minimizar sus riesgos y estar preparados ante la presencia de eventos peligrosos.

El presente documento ha sido realizado bajo entrevistas, visitas de campo y trabajo de campo con los habitantes del barrio “Reina del Cisne”, en donde, han identificado amenazas, vulnerabilidades, riesgos, recursos y capacidades, con la finalidad de proponer acciones preventivas para prepararse ante un evento que atente contra la comunidad o sus medios de vida.

Las asambleas con los moradores del barrio han tomado lugar los días 26 de noviembre del 2020 y 24-25 de junio del 2021, con la presencia de 28 habitantes, los cuales han participado de manera activa en la redacción del Plan comunitario de Gestión de Riesgo y en la conformación del comité comunitario de GR.

A. DATOS GENERALES

Tabla 60

Datos generales del barrio "Reina del Cisne"

PROVINCIA	LOJA	CORDENADAS UTM	X:	660422
CANTÓN	CALVAS		Y:	9520143
PARROQUIA	CARIAMANGA			
COMUNIDAD/BARRIO	REINA DEL CISNE			

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

Tabla 61

Información del presidente del CCGR del barrio "Reina del Cisne"

INFORMACIÓN DEL PRESIDENTE DEL CCGR O REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD	
NOMBRE	Sr. Hugo Quezada
DIRECCIÓN	Barrio Reina del Cisne
TELÉFONO	0982152713
CORREO ELECTRÓNICO	albertojumbo1975@outlook.com

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

B. ORGANIZACIÓN DEL COMITÉ COMUNITARIO DE GESTIÓN DE RIESGOS:



La conformación del comité comunitario de Gestión de Riesgos del barrio “Reina del Cisne” fue estructurado a través de asambleas comunitarias, en donde diferentes habitantes accedieron voluntariamente a ser partícipes de la directiva del CCGR, además de la conformación de las brigadas de primeros auxilios, prevención de incendios, evacuación y rescate.

DIRECTIVA DEL CCGR

Tabla 62

Directiva del CCGR del barrio "Reina del Cisne"

NOMBRE Y APELLIDO	CARGO/FUNCIÓN	NÚMERO DE TELÉFONO
Hugo Quezada	Presidente	0982152713
Pascual Sarango Quezada	Vicepresidente	0982674271
Paola Ernestina García	Secretaria	0997114670
Karen Cecibel Gonzales Sarango	Vocal	0988418230
Narcisa Piedad Pérez	Coordinadora Brigada de Primeros Auxilios	0999473680
Francisco Tinitana.	Coordinador Brigada Prevención de incendios	09988482137
Jefferson Stalin Castillo Torres	Coordinador Brigada Evacuación y Rescate	0961018811

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

C. COMPONENTE DE ANÁLISIS DEL RIESGO

a) ANTECEDENTES DE EVENTOS PELIGROSOS

Tabla 63

Antecedentes de eventos peligrosos identificados por los habitantes del barrio "Reina del Cisne"

EVENTO PELIGROSO PRESENTADO	FECHA (dd.mm.aa)	BREVE DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	DAÑOS/ PÉRDIDAS GENERADOS		
			HUMANO	MATERIALES	PRODUCCIÓN
Incendio forestal	19/07/2021	Se produjo un incendio Forestal en el sector Loma El Sauce, al momento no ha sido controlado, avanzando hacia el sector Loma los Cuyes de la parroquia Fundochamba. Se desconoce las causas	No se afectan personas	no se afectan viviendas	No se afectan medios de vida
	12/09/2020	Sector Pan de Azucar-Totoras. Cerro Tuntun Chinchapaco			
	2017	Vía Yambaca			

	2016	Vía Lucero		2vehículos
	2013	Cerro Tuntun Chinchapaco	Perdida de una vida	
Inundaciones	2009	Cerro Tuntun Chinchapaco		
	1995	La Fragua		
	2005	La Fragua		
	2009	La Fragua		
	2018	Centro de la ciudad de Cariamanga		
	2019	Cariamanga	Una persona herida	
Sismos	1971	Sismo en ciudad de Cariamanga	-	No se presentaron daños materiales significativos

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

Figura 40

Charla sobre elementos del riesgo e indicaciones generales de matrices para el PCGR



Nota. Fotografía capturada por técnicos de PGRSF (2021)

b) IDENTIFICACIÓN DE LA AMENAZA

Tabla 64

Identificación de la amenaza por parte de habitantes del barrio "Reina del Cisne"

AMENAZA	FRECUENCIA (CADA QUE TIEMPO SE REPITE)			INTENSIDAD			MAGNITUD		
	1 vez cada año	Más de 1 vez cada 5 años	1 cada 6 años o más años	Paraliza todas las actividades de la comunidad	Paraliza la mitad de las actividades locales	Paralización de un 25% de las actividades o menos	Del 100% al 76% del territorio	Del 75% al 51% del territorio	Del 50% al 25% de afectación del territorio
Sismo		X				X			X
Deslizamiento			X			X			X
Incendios forestales	X				X				X
Inundaciones			X			X			X
Vendaval	X					X			X

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

Figura 41

Identificación de elementos de riesgo con la comunidad



Nota. Fotografía capturada por técnicos de PGRSF (2020)

c) DESCRIPCIÓN DE LAS VULNERABILIDADES

Tabla 65

Descripción de las vulnerabilidades

N°	AMENAZA	FACTORES DE VULNERABILIDAD				
		FÍSICO	AMBIENTAL	ECONÓMICO	SOCIAL/CULTURAL	POLÍTICA/ INSTITUCION AL
1	Sismos	Viviendas, alumbrado, vías Líneas vitales				Alcances dispositivos de intervención institucional, técnica, social, financiero y normativo.
2	Inundación	Viviendas y vías, líneas vitales Movilidad	Cultivos	Capacidades Poblacionales Accesibilidad a Servicios básicos	Organización de la comunidad Instrucción de la población	Nivel de aplicación: Cumplimiento de dispositivos de la política pública de Gestión de Riesgo.
3	Deslizamiento	Vías, viviendas		Nivel socioeconómico o de los habitantes	Conocimiento de actividades de preparación	
4	Incendios forestales		Flora Fauna		Participación de simulacros	
5	Vendaval	Postes e infraestruct uras públicas.	Vegetación arbórea			

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

d) IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

Tabla 66

Identificación del riesgo por parte de habitantes del barrio "Reina del Cisne"

N°	AMENAZA	VULNERABILIDADES FRENTE A LA AMENAZA	CAPACIDADES/ RECURSOS	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO
1.	Incendios forestales	Perdida de fuentes hídricas Perdida de flora y fauna. Conflictos sociales. Las quemadas de chacras generan alteración ecológica.	Organización de la Comunidad a través de un Comité Comunitario de Gestión de Riesgos. Zona Alta (Cerro) Centro Medico Escuela pública.	Hay afectación de manera negativa en la configuración del paisaje natural. Pérdida paulatina de los cultivos y fuentes de agua para uso humano y de los animales. Perdida de bosques primarios como fuentes

		Se determinan puntos de encuentro para la comunidad. (capilla) Cancha de uso múltiple.	naturales proveedoras de agua
		Se cuenta con Brigadas comunitarias.	
		Se cuenta con un SAT. Cuerpo de bomberos de Cariamanga.	
		Mingas de limpieza	
2.	Inundación	Casas Trizadas. No existe alumbrado publico Crisis nerviosa., Pánico	
3.	Sismos	Barrio incomunicado. Población asentada en zonas de riesgo, filos de montaña o laderas. Deslizamientos de tierra en la cancha de uso múltiple.	Se encuentran expuesta toda la comunidad.
4.	Deslizamientos	Taponamiento de las alcantarillas Contaminación ambiental. Presencia de roedores.	Que se presenten lluvias continuas y sin las obras de prevención no permitan minimizar los riesgos.
5.	Vendaval	Vegetación arbórea. Infraestructura pública. Viviendas con estructura de madera.	Provoca daños a las infraestructuras.

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

Figura 42

Socialización con la comunidad sobre los elementos de riesgo identificados por los habitantes del barrio "Reina del Cisne"



Nota. Fotografía capturada autora (2021)

e) DIAGNÓSTICO DE CAPACIDADES Y/O CONOCIMIENTOS ANCESTRALES DE LA COMUNIDAD

Tabla 67

Diagnóstico de capacidades y/o conocimientos ancestrales de la comunidad

NOMBRE	DESCRIPCIÓN DE LA CAPACIDAD	DIRECCIÓN DE DOMICIO	N° TELÉFONO	
			FIJO	CELULAR
Dr. Brayan Macas	Médico Rural	Parroquia		0968901426
Jhon Duarte	Policía	Parroquia		0985703147
Alfonso Bedoya	Teniente Político	Parroquia		0997680194
Dr. Carlos Jiménez	Médico General	Quilanga		0994187768
Lic. Liliana Cartuche	Enfermera	Parroquia		0999804875
Juan Carlos Ramos	Párroco	Parroquia		0980038766
Klever Cueva	Presidente de la junta Parroquial	Parroquia		0959918770
Anita Jaramillo	Infocentro	Parroquia		0980744745
Antoriano Moncayo	Presidente de Coop. de transporte	Parroquia		0985988039
Drausin Salinas	Líder de la UE. Miguel Salinas	Parroquia	3025554	0980848314
Dr. Josè Marìa Salinas	Hostería Aromas de Cafè	Parroquia	3025581	0993910973

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

f) IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS DE LA COMUNIDAD

Tabla 68

Identificación de recursos del barrio "Reina del Cisne"

DESCRIPCIÓN DE RECURSOS	RESPONSABLE O PROPIETARIO	CANTIDAD	DÓNDE SE UBICA	ESTADO			OBSERVACIONES
				BUENO	REGULAR	MALO	
Vehículos	Justo López	2	Bolívar y Rocafuerte	X			Usadas de servicio de alquiler en el mercado
Mercado	Comuna	1	Cdla. 9 de Octubre	X			Productos de Costa y Sierra
Iglesia		1	Barrio la Capilla	X			
Centro de Salud	Comuna	2	Barrio Unión y Progreso	X			
Escuela	Comuna	2	Av. 9 de Octubre y Barrio la Escuela	X			

Cerro	Comuna	3	Lado este de la Comunidad	X	Zona alta despejada y segura.
-------	--------	---	---------------------------	---	-------------------------------

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

D. COMPONENTE DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Tabla 69

Actividades propuestas por los habitantes del barrio "Reina del Cisne" antes de que sucedan los desastres

Actividades antes de que sucedan los desastres (Reducción de riesgos)						
Amenaza	Vulnerabilidades	ACCIONES PROPUESTAS PARA REDUCIR RIESGOS	¿Qué se va hacer?	¿Cuándo se va hacer?	¿Cómo va hacer?	¿Quién lo va hacer? (responsable)
Deslizamientos	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"	Medidas y acciones preventivas.	Mapa de riesgo		Mediante la organización y educación a la comunidad en acciones de prevención y respuesta.	PGRSF-SNGRE mediante capacitaciones preventivas ante amenazas
		Acciones de intervención para reducir el riesgo existente.	Mapa de señalética	Simulacros		
Sismos	Zonas productivas del sector	Preparación para la reducción de pérdida de vidas humanas.			A través de la intervención de la comunidad y organización de la comunidad para salud, transporte, electricidad, seguridad.	Brigada de Primeros Auxilios
		Medidas y acciones preventivas.	Mapa de riesgo	Previamente al evento		
Vendaval	Infraestructura (viviendas)	Acciones de intervención para reducir el riesgo existente.	Mapa de señalética	Cuando ocurra el evento		
		Medidas y acciones preventivas.			Mediante la identificación de necesidades de la comunidad como: zonas seguras, albergues,	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"

Incendios forestales	Medidas y acciones preventivas.			medios de salud, extintores, botiquines, etc.
	Acciones de intervención para reducir el riesgo existente.	Mapa de riesgo	de	
	Preparación para la reducción de pérdida de vidas humanas.	Mapa de señalética		Adquisición de recursos materiales necesarios en caso de riesgo.
Inundaciones	Medidas y acciones preventivas.			
	Acciones de intervención para reducir el riesgo existente.	Mapa de riesgo	de	
	Preparación para la reducción de pérdida de vidas humanas.	Mapa de señalética		
		Simulacros		

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

E. COMPONENTE DE RESPUESTA

a) ACTIVIDADES DE RESPUESTA FRENTE A LA AMENAZA

Tabla 70

Actividades de respuesta frente a la amenaza propuestos por los habitantes del barrio "Reina del Cisne"

AMENAZA 1: Inundaciones			
Daños que puede causar la amenaza	Acciones que cumplir	Responsables	Recursos y capacidades que se necesita
Pérdidas humanas	Evacuación a zonas seguras	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"	GAD
Perdidas de animales.			Hospitales
Daños a infraestructura y perdida de zonas productiva.	Aplicación de SAT	Brigada de Primeros Auxilios	
		Brigada Evacuación y Rescate	
AMENAZA 2: Incendios			
Pérdidas humanas	Evacuación a zonas seguras	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"	Recursos materiales: extintores, palas, machetes.
Perdidas de animales			
Dstrucción de flora y fauna		Brigada Prevención de incendios	Hospital



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

		Brigada Evacuación y Rescate	Bomberos
		ECU	

AMENAZA 3: Sismos

Pérdidas humanas	Evacuación de viviendas a zonas seguras	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"	Hospital
Perdidas de animales			Bomberos
Destrucción de vialidad	Construcción de viviendas sismorresistentes	Brigada de Primeros Auxilios	GAD
		Brigada Evacuación y Rescate	
		ECU	

AMENAZA 4: Vendaval

Daños en infraestructura pública y privada.	Sembrado de árboles	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"	GAD
		GAD Municipal	Bomberos

AMENAZA 5: Deslizamientos

Destrucción de vialidad, terrenos, zonas productivas.	Construcción de muros de contención	Habitantes del barrio "Reina del Cisne"	GAD
Pérdidas humanas.	Limpieza	Brigada de Primeros Auxilios	Consejo Provincial de Loja
Perdidas de animales.		Brigada Evacuación y Rescate	Bomberos
Daño de infraestructuras.		ECU	

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

b) MECANISMOS DE ALARMA PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA

Tabla 71

Mecanismos de alarma para situaciones de emergencia en el barrio "Reina del Cisne"

Mecanismos de alarma para situaciones de emergencia		
Tipo de amenaza	Descripción de la alarma (Instrumento)	¿Quién la activa?
AMENAZA 1: Sismos	Sirena y/o Campana	Sra. María Graciela Sarango. Residente de la Comunidad.
AMENAZA 2: Deslizamientos	Sirena y/o Campana	Sra. María Graciela Sarango. Residente de la Comunidad.
AMENAZA 3: Inundaciones	Sistema de Alerta Temprana (Estación hidrometeorológica)	Comité comunitario de Gestión de Riesgos y Emergencias.

AMENAZA 4: Incendios	Sirena y/o Campana	Comité comunitario de Gestión de Riesgos y Emergencias.
AMENAZA 5: Vendaval	Sirena y/o Campana	Comité comunitario de Gestión de Riesgos y Emergencias

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

c) ZONA DE SEGURIDAD/ EVACUACIÓN

Tabla 72

Identificación de zonas de Seguridad/ Evacuación por habitantes del barrio "Reina del Cisne"

ZONA POR AFECTARSE	PUNTO DE ENCUENTRO	ZONA DE SEGURIDAD	LUGAR DE ALBERGUE
Vía que comunica el barrio y algunas zonas de las laderas del Barrio.	Capilla y explanada junto a la iglesia	Iglesia de la comunidad	Coliseo Municipal, Escuela Virginia Ludeña, CIBV MIES

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

f) PERSONAS QUE NECESITAN AYUDA ESPECIAL

Tabla 73

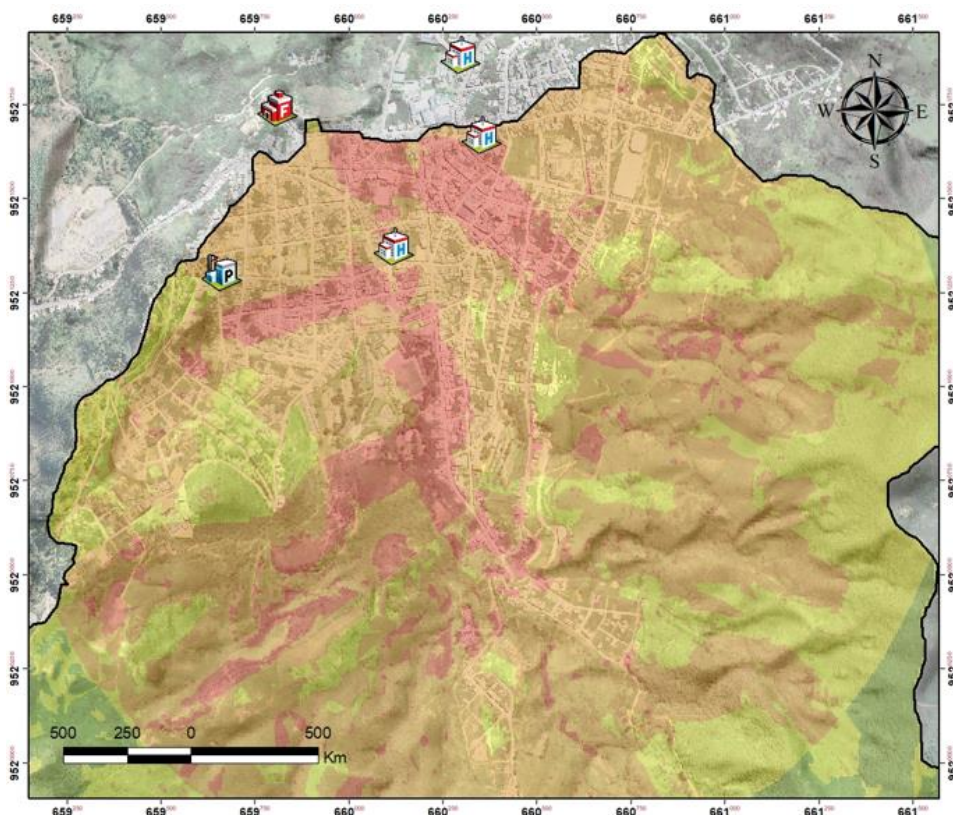
Personas que necesitan ayuda especial en el barrio "Reina del Cisne"

Personas que necesitan ayuda especial en la evacuación			
Nombre	Característica especial	Ubicación	Nombre de personas (3) que ayudarán en la evacuación
			Luis Borbor
Verónica Luque	Persona en silla de ruedas	9 de octubre y Carchi	Carlos Luque
			Vicente Borbor
			Pedro Freire
Luis Freire	Persona de 3ra edad con muleta	9 de octubre y Rocafuerte	Ángel Freire
			Carolina Cevallos
			Otto Hermas
Elsa Ludeña	Persona no vidente		Remigio Berro
Ana Guayanay	Persona de 3ra edad		Paulina Guayanay

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

g) MAPA DE RECURSOS

Figura 43
Recursos en la parroquia Cariamanga



Nota. Elaborado por la autora (2022)

i) REGISTRO DE MIEMBROS DE LAS BRIGADAS

Tabla 74
Miembros de las brigadas

NOMBRE	BRIGADA A LA QUE PERTENECE	RESPONSABILIDAD	TELÉFONO
Narcisa Pérez	Coordinadora Brigada Primeros Auxilios.	Evacuar a la población	0999473680
Ángel Darwin Torres	Coordinador Brigada Prevención de Incendios	Evacuar a la población	0985074234
Jefferson Castillo Torres	Coordinador Brigada Evacuación	Evacuar a la población	0961018811

Nota. Elaborado por la autora, PGRSF, SNGRE (2021), en base a SNGRE (2012)

Figura 44
Socialización del PCGR



6.3.2 Medida preventiva estructural: Propuesta del Sistema de alerta temprana en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas

El Sistema de Alerta Temprana constituye una estructura operativa de preparación para la respuesta, con permanente organización y participación de la población. En la implementación participan un conjunto de actores, siendo el Comité Comunitario de Gestión de Riesgos (CCGR) el elemento fundamental para propiciar la participación de la población afectada.

Figura 45
Componentes de SAT



Nota. Elaborado por la autora (2021)

6.3.2.1 Conocimiento del riesgo.

Definir el escenario

Se desarrollaron talleres de sensibilización con los moradores del barrio “Reina del Cisne” los días 26-27 de noviembre del 2020 y 24 de junio del 2021, en donde se puso en conocimiento temáticas en materia de Gestión de Riesgos y promoción de los Sistemas de Alerta Temprana, además, se identificaron amenazas, vulnerabilidades y recursos, los mismos que fueron indispensables para la generación del Plan Comunitario de Gestión de Riesgos. Por otro lado, se dio una breve capacitación de cómo actuar adecuadamente en situaciones de emergencia. Cada reunión tuvo una duración aproximada de 120 minutos, en donde se desarrollaron satisfactoriamente las actividades previamente mencionadas.

Figura 46

Reunión 26 de noviembre del 2020.



Figura 47

Reunión 24 de junio 2021



Plan de evacuación

Una vez definido el nivel de amenaza por inundaciones y la superficie de afectación, se identificó la población e infraestructura expuesta, tal como se menciona en el apartado 7.4. A partir de ello, se llevaron a cabo charlas de sensibilización ante sucesos peligrosos específicamente inundaciones a los moradores del sector “La Fragua” y alumnos del Instituto Tecnológico Cariamanga el día 4 de agosto del 2021, Adicionalmente, se expuso la metodología a utilizar para la identificación de zonas seguras, zonas de evacuación y desarrollo de protocolos, los mismos que serán indispensables para el desarrollo del protocolo de evacuación. Dicha reunión tuvo una duración aproximada de 120 minutos, en donde todos los objetivos fueron cumplidos satisfactoriamente.

Figura 48

Charla sensibilización 4 de agosto 2021



Capacitación

- **Aspectos básicos de la Gestión de Riesgos:** El día 24 de noviembre del 2020 se trabajó con los habitantes del barrio “Reina del Cisne” los aspectos conceptuales de la Gestión de Riesgos como: amenaza, vulnerabilidad, riesgo, capacidad, resiliencia y desastre. La misma que tuvo una duración aproximada de 40min, contando con la participación activa de los moradores.

Figura 49

Charla 24 noviembre 2020.



Herramientas de gestión del Riesgo comunitario: Se realizaron reuniones con la comunidad para la elaboración del plan comunitario, y plan de evacuación. El día 24 de noviembre del 2020 se dio inicio a la elaboración del plan comunitario con la participación activa de los habitantes del barrio “Reina del Cisne”, se contó con la asistencia de 28 personas, las mismas que fueron divididas en grupos de trabajo para la identificación de amenazas, población expuesta, capacidades, recursos y zonas seguras. Finalmente, el día 24 de junio del 2021 fue culminado el plan comunitario. Estas actividades tuvieron una duración aproximada de 60min.

Figura 50

Desarrollo del plan comunitario 24 nov 2020.



- **Temas de prevención y respuesta:** El día 22 de julio del 2021 se desarrollaron procesos de capacitación a la población en temas de primeros auxilios básicos, con el apoyo del SNGRE. Dicha capacitación tuvo una duración de 60min.

Figura 51
Capacitación de primeros auxilios.



Los días 5 y 26 de agosto del 2021 se llevaron a cabo capacitaciones en manejo de incendios dirigidas a los moradores del barrio “Reina del Cisne”, las mismas que fueron realizadas con el apoyo del Cuerpo de Bomberos de Cariamanga y el SNGRE. Las capacitaciones contaron con una duración aproximada de 90min.

Figura 52
Capacitación de manejo de incendios 05 ago. 2021



Figura 53

Capacitación de manejo de incendios 26 ago. 2021



- **Sistemas de Alerta Temprana:** El día 24 de junio del 2021 se dio a conocer lo que es un SAT, su uso y sostenibilidad, tipos de SAT y sus componentes, dirigido a autoridades, técnicos, y comunidad involucrada. La exposición tuvo una duración aproximada de 45min.

Gestión y articulación

El Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Calvas asumirá la administración y operación, entre sus principales compromisos tenemos:

- Apoyar en la gestión de un espacio físico en el sector donde se identifique para la colocación de la estación hidrométrica automática que operativice el sistema de alerta temprana.
- Delegar la administración y operación del sistema de alerta temprana a un técnico de planta del gobierno municipal.
- Dotar de un espacio que cuente con el servicio de internet para el funcionamiento del servidor vinculado al Sistema de Alerta Temprana.
- Articulación del proceso institucional con la comunidad beneficiaria que corresponde al Comité de Gestión de Riesgos a implementarse con el apoyo del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.
- Participar en los procesos del fortalecimiento de las capacidades del administrador del SAT y del Comité Comunitario de Gestión de Riesgos.
- Realizar el proceso de contratación de un paquete de datos para la transmisión de los datos de la estación hidrométrica hacia el servidor, cuyo costo será asumido por el PGRSF en al menos los dos primeros años.
- Asumir el costo de transmisión de datos, luego de finalizar el período de contratación del servicio por parte del proyecto.

La sostenibilidad del Sistema de Alerta Temprana deberá prever a más de los acuerdos y compromisos del GAD, el llevar un mantenimiento preventivo a la infraestructura tecnológica, mantener activo el comité comunitario de gestión de riesgos a través de una constante preparación encaminada a la reducción del riesgo y su articulación con las instancias de respuesta a través del COE cantonal.

6.3.2.2 Seguimiento y monitoreo del evento peligroso

Seguimiento

Como parte del proceso de seguimiento del SAT, se establecerán equipos de trabajo de la siguiente manera:

- Administradores del SAT:
 - Una persona de la Unidad de Gestión de Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón
 - Una persona del Comité comunitario del barrio Reina del Cisne.
- Brigadas de emergencia: Se contará con 3 brigadas de emergencia debidamente equipadas y fortalecidas sus capacidades:
 - Primeros auxilios
 - Prevención
 - Evacuación
- Comité de Operaciones de Emergencia

Atención Humanitaria:

- MTT1. Agua Segura, saneamiento y gestión de residuos
- MTT2. Salud y atención pre-hospitalaria
- MTT3. Servicios básicos esenciales
- MTT4. Gestión de alojamientos temporales y asistencia humanitaria.

Así mismo se contará con 2 coordinadores de Atención Complementaria:

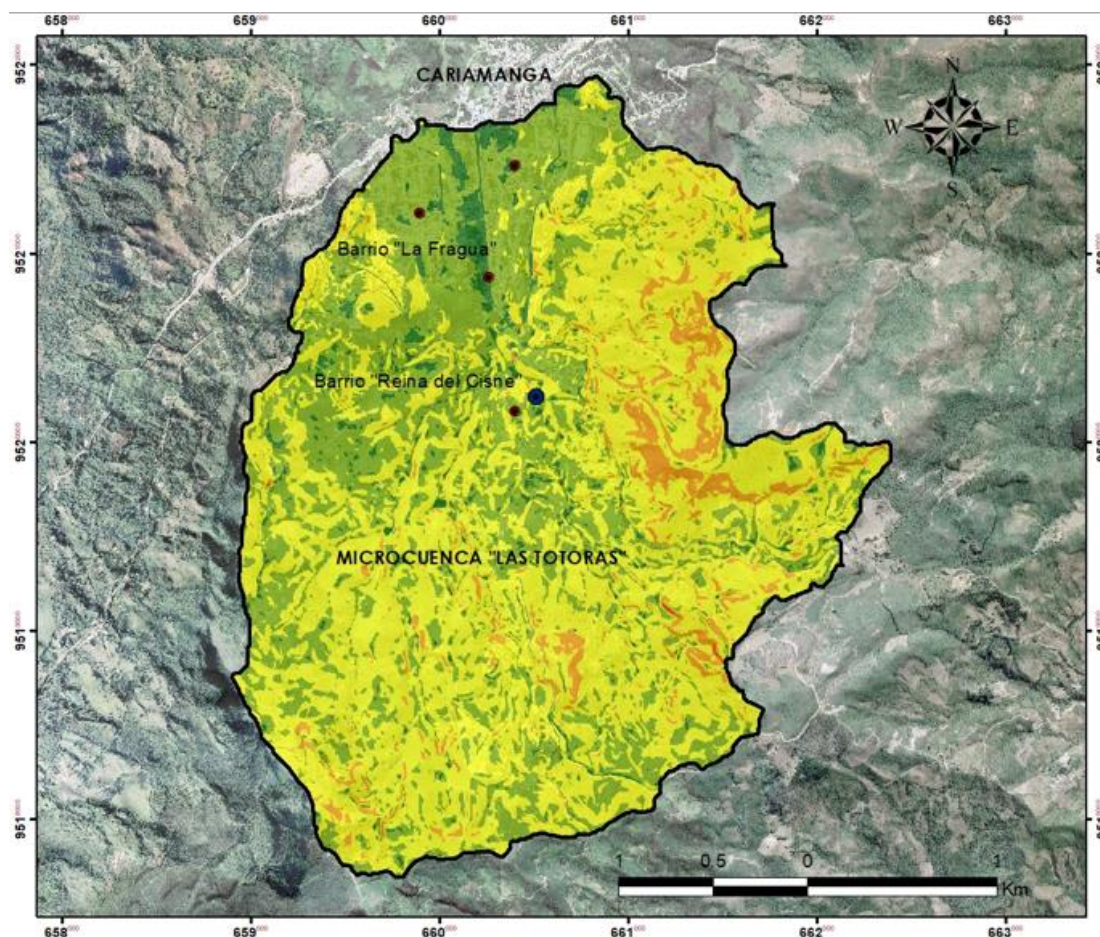
- MMT6. Medios de vida y productividad
- MTT7. Infraestructura esencial y vivienda.

Monitoreo

Se ha propuesto la implementación de una estación hidrométrica, la cual está conformada por estructuras que permite medir el aforo, a partir de escalas hidrométrica que registra el nivel (altura), del cuerpo de agua en todo momento un punto fijo.

Coordenadas: $x = 660512$ msnm; $y = 9520242$ msnm. El punto se tomó referentemente aguas debajo de la confluencia de dos vaguadas que forman parte de la quebrada totoras, se priorizó este sitio, puesto que presenta las condiciones de viabilidad y factibilidad, donde la quebrada cursa su tramo en modo natural. El lugar de ubicación del sistema de monitoreo se presenta pendiente de 15 a 35°.

Figura 54
Estación ubicada en microcuenca "Las Totoras"



Nota. Elaborado por la autora (2021)

Estación de Monitoreo: Comprende una estación tipo sensor de radar y sensor de lluvia, con sus respectivos componentes y accesorios: gabinete para equipos, panel de conectores; registrador de datos; controlador de carga; panel solar de 100W, batería seca; gabinete para

almacenamiento y revisión de cables; modem celular 4G; sensor de nivel tipo radar; sensor de precipitación tipo balancín; torre de soporte, brazo de soporte del radar fabricado de aluminio; sistema de pararrayos y sistema de puesta a tierra de 5 ohm; sistema de puesta a tierra; instalación y cerramiento.

Sistema de transmisión de datos: comprende modem celular 4G que envía las lecturas en el sensor hacia el software de recepción, interpretación y emisión de alerta, se complementa el sistema con el servicio de datos a través de una operadora celular con cobertura en el área de implementación de la estación.

Centro de recepción de datos: en dicho centro se equipará con un servidor en el cual se encontrará instalado el software para la recepción, interpretación y emisión de alerta en función de los umbrales de alerta establecidos en el modelamiento hidrológico, dicho servidor deberá contar conexión permanente de internet a través del cual el software enviará mensajes de texto a los administradores del sistema contemplados en el componente dos.

Mecanismos de activación de la alerta: se implementará un sistema sonoro de aviso (sistema de alerta bono 100; autodiagnóstico on/off; módulo para conexión GSM; kit de conexión por red celular para control de mensajes; unidad de control; instalación de sirena de alerta).

Mecanismos de apoyo en campo: se contará con dos radios, megáfonos, pitos, etc.

6.3.2.3 Difusión y comunicación de la alerta

Protocolos de difusión de la alerta

- Conocimiento de la Alerta.

Los administradores recibirán un mensaje de texto a sus celulares que corresponderá a la alerta.

- Alerta a la comunidad

Recibido el mensaje de alerta, los administradores de manera inmediata comunican a:

1. Comité Comunitario
2. Comité de Operaciones de Emergencia

La alerta se difundirá haciendo uso de los siguientes recursos en la comunidad: radio local, megáfonos, parlante, campana de la iglesia, silbatos. Esta acción estará a cargo del comité comunitario de gestión de riesgos, brigadistas de emergencias, además de dirigir y ayudar a la población durante la evacuación.

De igual manera el Administrador del GAD transmitida la alerta al COE cantonal quiénes tomaran acciones necesarias para atender la emergencia.

- Activación de la sirena comunitaria

El Administrador del GAD será la persona encargada de operar la sirena comunitaria para activarla cuando corresponda alertar a la población. La sirena, deberá mantener conexión vía GPRS para emisión de mensajes en vivo.

6.3.2.4 Capacidad de respuesta

Comité comunitario de gestión de riesgos

Presidente del comité realizar la llamada al Ecu 911 y pondrá a conocimiento sobre el evento presentado (inundación por desbordamiento de la quebrada Totoras), para que se pueda despachar los organismos de respuesta necesarios, además activará el plan de evacuación y dará la orden a los brigadistas de emergencia (primeros auxilios, prevención y evacuación) para evacuar a la población.

Comité de operaciones de emergencia

Presidente del COE cantonal y representantes de instituciones realizará la coordinación política para garantizar acciones liberadas de los diferentes niveles, analizará la información para el establecimiento de lineamientos de atención a la población, brindará seguimiento y control de operaciones de respuesta, garantizará el funcionamiento de los flujos de información entre los actores, establecerá lineamientos para el restablecimiento de servicios básicos y finalmente brindará información clara y validada a la ciudadanía sobre las afectaciones registradas.

Desarrollo de simulacros

Con los simulacros se pretende familiarizar a la población expuesta en el proceso de actuación ante una situación de emergencia relacionada con las inundaciones; además se evaluará el tiempo de respuesta, poniendo a prueba la idoneidad y eficiencia del talento humano y la disponibilidad de recursos de la comunidad.

Se identificarán aspectos negativos para la toma de decisiones de manera oportuna y aspectos positivos para potenciar acciones favorables.

Los simulacros, son muy importantes y útiles para la adquisición de buenos hábitos en situaciones de emergencia, siendo la principal razón por el que no debe dejarse a la improvisación y ser ensayados de forma que se eviten situaciones peligrosas no controladas y



contribuyan a actuar de manera eficaz y a tiempo, para ello se elaborará el guion de simulacro tomando en consideración los siguientes aspectos:

- Definir la amenaza (inundación)
- Definir el esquema del simulacro
- Socialización y validación del guion por parte de autoridades del GAD, SNGRE y la comunidad, deberá incluir la autorización por parte del SNGRE.
- Preparación de la comunidad e institucionalidad para el desarrollo del simulacro, en la cual se definirán: Observadores, víctimas, integrantes del comité comunitario, líderes brigadistas, responsables del GAD (UGR), representantes de instituciones de respuesta y administradores del SAT (GAD y CCGR)
- Desarrollo de ejercicios de evacuación
- Difusión e invitación a la comunidad, mediante perifoneo, radio, televisión, volantes, afiches, entre otros medios.
- Desarrollo de una simulación con autoridades del GAD e instituciones de respuesta.
- Ejecución del simulacro.

6.3.2.5 Presupuesto

El presupuesto de los equipos para la propuesta de implementación del SAT ante inundaciones se describe y detallan a continuación.

Tabla 75
Presupuesto SAT

RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Estación Hidrológica con Sensor de Radar y Sensor de Lluvia, con: Gabinete para equipos, panel de conectores; registrados de datos; controlador de carga; panel solar de 100W, batería seca 12V.40 Ah; gabinete para almacenamiento de cables y revisión de cables; modem celular 4G; sensor de nivel tipo radar; sensor de precipitación tipo Balacin; torre de soporte, brazo de soporte de 8 metros de largo, fabricado de aluminio; sistema de pararrayos y sistema de puesta a tierra de 5 ohm; sistema de puesta a tierra; instalación y cerramiento;	1	15 791,80	17 686,81



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

software para la recepción de datos; mantenimiento preventivo (3 años).

Sistema sonoro de aviso (sistema de alerta bono 100; autodiagnóstico on/off; módulo para conexión GSM; kit de conexión por red celular para control de mensajes; unidad de control; instalación de sirena de alerta)	1	5 385,00	6 031,20
Radios	2	250,00	530,00
Transmisión de datos vía GPRS (Plan de datos con operadora celular, pago mensual por dos años)	24	15,89	381,43
Servidor (Equipo + UPS)	1	800,00	896,00

Nota. Elaborado por la autora (2021)



7. Discusión

Crear conciencia en materia de Gestión de Riesgos debería ser de gran importancia entre todos los organismos y comunidades, de este modo los habitantes estarán preparados en caso de suscitarse eventos peligrosos de origen geológico-hidrometeorológico y así formar una comunidad preventiva y resiliente ante diferentes amenazas. Es por ello que a partir de información preliminar y de la generación cartografía como base técnica, se han identificado zonas en donde podrían producirse inundaciones dentro de la microcuenca “Las Totoras”.

El desarrollo de las bases técnicas partió de la recolección de información entre los cuales se destacan: MDT 3x3, ortofotos del cantón Calvas, cartas geológicas de Macará y Cariamanga; mapa base de uso de suelo, información generada por el INAMHI y datos obtenidos en campo. Toda esta información permitió determinar el nivel de amenaza por inundaciones en la microcuenca, a partir del desarrollo de 6 variables independientes; de las cuales 5 fueron consideradas como factores condicionantes (Pendiente, Uso de suelo, Geomorfología, Litología, Densidad de drenaje) que permitieron determinar la susceptibilidad a inundaciones; la misma que al ser relacionada con el factor desencadenante (Intensidad máxima de precipitación) permitió determinar con éxito la peligrosidad por inundaciones .

Dichas variables posibilitaron encontrar el nivel de susceptibilidad y amenaza a inundaciones en la microcuenca, la metodología en la que se basó para la obtención del nivel de susceptibilidad y amenaza fue mediante la asignación de ponderaciones de acuerdo al nivel de importancia para cada una de las variables y para cada uno de los parámetros de dichas variables, este procedimiento fue posible mediante el análisis multicriterio desarrollado por Saaty, en donde los resultados obtenidos han sido consistentes tanto para los niveles de susceptibilidad y amenaza. En cuanto a los niveles de amenaza presente en la microcuenca van desde nivel de amenaza muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto; dentro de los cuales, los niveles de muy baja amenaza ocupan un área de 2,06 km², representando un 21,42 % del total de la zona de estudio; el nivel de amenaza baja se encuentra presente en 2,56 km², representando el 26.67 %. Por otro lado, el nivel medio de amenaza por inundaciones abarca una superficie de 1,97 km², representando el 20,45 % del total de la microcuenca. Finalmente, los niveles alto y muy alto ocupan una superficie de 2,50 km² y 0,53 km² respectivamente.

De acuerdo a la información presentada por DesInventar durante los años 2012 hasta 2017, describen que han ocurrido eventos peligrosos como inundaciones en la parroquia Cariamanga en sectores como: barrio “La Merced”, barrio “La Fragua”, en el barrio “El Dorado”, ciudadela



“Amazonas” y sectores céntricos de la parroquia Cariamanga. Entre los eventos peligrosos más importantes ocurridos en la zona de estudio, tenemos el ocurrido el 21 de enero del 2012 en el Convento ubicado en el barrio “La Merced”, debido a las intensas precipitaciones se produjo el colapso del sistema de alcantarillado provocando inundaciones y generando molestias a los habitantes del sector; el 04 de enero del 2012 se produjo una inundación en el barrio “La Fragua” debido al colapso del sistema de alcantarillado ocasionando afectaciones en dos viviendas y directamente sobre cinco habitantes. Asimismo, se registraron inundaciones debido a las intensas precipitaciones con una duración aproximada de una hora el 26 de marzo del 2013 en sectores céntricos de la parroquia Cariamanga, afectando a una vivienda y seis personas. El 04 de marzo del 2016 se produjeron inundaciones en el barrio “El Dorado” afectando directamente a ocho personas y ocasionando daños en dos viviendas. Finalmente, el 24 de marzo del 2017, se presentaron inundaciones en varios sectores de la parroquia, como en la ciudadela “Amazonas” y barrio “La Fragua”, destruyendo seis viviendas y afectando a otras 54 casas, además de presentarse daños en 5 m de vías y de dejar damnificadas a 24 personas; 237 habitantes afectados y 76 evacuados.

Las zonas de muy alta peligrosidad identificados en el mapa de amenaza por inundaciones, coinciden con los sectores en donde se han producido inundaciones de acuerdo a los datos de antecedentes históricos presentados por DesInventar, demostrando así, que el geoprocesamiento y la correlación de cada uno de los factores condicionantes y desencadenantes fueron desarrollados con una eficacia del 100%. Cabe mencionar que no existen estudios previos sobre amenaza a inundaciones en la microcuenca “Las Totoras”, por tal motivo, no se pudo establecer la validez del mapa de amenaza de inundaciones a través de la correlación de los resultados obtenidos en la presente investigación con los datos de otros estudios realizados en la zona de estudio.

En el presente trabajo fueron identificadas las infraestructuras viales y líneas vitales expuestas en caso de suscitarse una inundación, siendo afectadas de forma directa las calles 18 de noviembre, Gerónimo Carrión, Daniel Ojeda, Eloy Alfaro, calle José Ángel Palacios, parte de la Av. Del ejército y Clotario Paz, abarcando un total de 4,1 km que posiblemente se vean afectados en eventos futuros. Por otro lado, se identificaron 1 254 edificaciones, entre las cuales se encontraron residencias y comercios, en donde se observó que un número significativo de viviendas han sido deshabitadas debido a las inundaciones ocurridas en el pasado. Igualmente se encontraron instituciones educativas como la “Unidad Educativa Cariamanga”, “Sindicato de choferes Calvas”, y centros de salud como el “IESS Unidad de Atención Ambulatoria

Cariamanga” y el Hospital del día “Tamayo”, los mismos que se ubican en zonas de muy alta peligrosidad a inundaciones; adicional a ello, se verían afectados 3 497,59 m de alcantarillado pluvial y 3 237,73 m alcantarillado sanitario; y se identificó aproximadamente 823 moradores del sector entre niños, niñas, mujeres, hombres, personas con discapacidad, mujeres embarazadas y adultos mayores que se encuentran expuestos ante dicha amenaza.

Posterior a la identificación de la amenaza y los elementos expuestos, como base técnica para la propuesta de implementación de un sistema de alerta temprana, se determinó que el lugar idóneo para establecer las medidas preventivas estructurales y no estructurales fue en el barrio “Reina del Cisne”, en él se llevó a cabo la conformación del CCGR y el PCGR gracias a la organización de los habitantes. Finalizada la etapa de la elaboración del plan comunitario de GR fue realizada la propuesta para la implementación de un sistema de alerta temprana ante inundaciones, para la cual ha sido pertinente estructurarla de la siguiente manera: Como primer punto se encuentra el conocimiento del riesgo, abarcando temas de capacitación, planes de evacuación, gestión y articulación con entidades cantonales; como siguiente punto contempla temas de seguimiento (administradores del SAT, brigadas de emergencia, comités de operaciones de emergencia) y monitoreo (estación hidrométrica); seguidamente, se abordaron temas de difusión y comunicación, finalizando con la capacidad de respuesta por parte del comité, COE cantonal y la propuesta de un simulacro.

Las medidas preventivas estructurales (estación hidrométrica y equipos necesarios para su monitoreo) fueron presupuestados en 25 525,44 dólares, gasto que sería cubierto por las entidades competentes.

La propuesta del sistema de alerta temprana desarrollada en el presente proyecto de tesis cuenta con lo siguiente:

- Plan comunitario de Gestión de Riesgos
- Administradores del SAT (GAD y comunitario)
- Mapa de recursos
- Protocolos de alerta y activación de los equipos de trabajo
- Conocimiento del riesgo y capacidad de respuesta de la población e instituciones vinculantes.
- Implementación de infraestructura tecnológica, la misma que ha quedado únicamente en etapa de propuesta ante el Proyecto Gestión de Riesgo sin Fronteras para su posterior implementación.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

8. Conclusiones

La identificación de los factores condicionantes y desencadenantes a la peligrosidad por inundaciones mediante el geoprocesamiento en el software ArcGIS permitió obtener los niveles de amenaza en la microcuenca “Las Totoras”, a partir del cual se pudo identificar las zonas de susceptibilidad y amenaza a inundaciones. Esta información tiene estrecha relación con la realidad, debido a que los sectores con alta y muy alta peligrosidad tales como barrios “La Fragua”, “Amazonas”, parte del centro de Cariamanga, han sido los escenarios de inundaciones en años pasados, afectando directamente a las actividades socio económicas, dejando familias damnificadas y perjudicando no solo a los sectores ya mencionados, sino a toda la parroquia Cariamanga.

En base al mapa de amenaza por inundaciones, fueron determinados los elementos expuestos en las zonas de muy alta peligrosidad, que corresponden a infraestructura vial, como en el caso de la calle 18 de noviembre, Gerónimo Carrión, Daniel Ojeda, Eloy Alfaro, calle José Ángel Palacios, parte de la Av. Del ejército y Clotario Paz, dejando un total de 4 100,98 m de vías afectadas; líneas vitales como: unidades educativas, zonas residenciales, de comercio y zonas de producción; además de 3 497,59 m afectados de líneas vitales como el agua potable, alcantarillado pluvial y viéndose comprometido 3 237,73 m de alcantarillado sanitario; Así mismo se determinó que aproximadamente 823 habitantes (entre ellos hombres, mujeres, niños, adultos mayores, mujeres embarazadas, etc) de los barrios “La Fragua”, ciudadela “Amazonas” y parte del centro de la parroquia Cariamanga se encontrarían afectados directamente por las inundaciones.

La participación activa de los moradores del barrio “Reina del Cisne”, permitió la elaboración del Plan comunitario de Gestión de Riesgos, además de que obtuvieron conocimientos en materia de Gestión de Riesgos mediante charlas, actividades y prácticas, las cuales permitirán el correcto desenvolvimiento ante la amenaza por inundaciones. Finalmente, la propuesta de medidas preventivas estructurales en la quebrada “Las Totoras”, fue compartida y socializada con funcionarios del GAD de Cariamanga, Cuerpo de Bomberos de Cariamanga, SNGRE y los habitantes del barrio “Reina del Cisne”, los mismos que se encargarán del seguimiento y monitoreo de la estación hidrometeorológica, cumpliendo así la función más importante de alertar a los moradores del barrio “La Fragua”, ciudadela “Amazonas” y demás entidades pertinentes en caso de existir el aumento de los niveles de la quebrada “Las Totoras”, con la



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

finalidad de reducir daños y evitar eventos catastróficos como personas damnificadas o fallecidos.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

9. Recomendaciones

Trabajar con modelos de elevación digital (DEM) y materiales de geoprocésamiento acorde a la escala propuesta; utilizar herramientas como la calculadora raster en el software ArcGIS que permitan ponderar las variables que serán relacionadas para la obtención de mapas de susceptibilidad o amenaza; validar la información en campo y corregir dicha información con la finalidad de obtener resultados acordes a la realidad.

Realizar la observación directa en campo de los elementos y grupos sociales expuestos a un tipo de amenaza, además de compartir con los moradores sus experiencias y cómo ellos han presenciado las amenazas a través de los años; permitiendo identificar con mayor precisión dichos elementos y grupos expuestos.

Una vez identificadas las zonas de susceptibilidad o amenaza por fenómenos naturales, es de gran importancia que las entidades pertinentes trabajen con los habitantes de dichos sectores, para evitar las intervenciones post-desastre en situaciones de emergencia como labores de rehabilitación o reconstrucción, con la finalidad de aplicar sistemas preventivos, concientizar a la población y crear comunidades resilientes.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

10. Bibliografía

- Acosta, J., & Winckell, A. (1983). *Apuntes sobre la cartografía de las inundaciones en la cuenca del Guayas*. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-10/21849.pdf.
- Burbano, N., Becerra, S., & Pasquel, E. (2015). *Introducción a la Hidrogeología del Ecuador*. Quito: INAMHI.
- Cadier, E., Gómez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (1994). *Inundaciones y sequías en el Ecuador*. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-09/010006883.pdf
- CENEPRED. (2015). *Manual para la evaluación de riegos originados por Fenómenos Naturales*. Lima.
- ESPOL, & CADS. (2013). *Proyecto de Evaluación de Vulnerabilidad y Reducción de Riesgo de Desastre a Nivel Municipal en el Ecuador- ECHO/DIP/BUD/2011/91002. Análisis de vulnerabilidad del cantón Manta*. Guayaquil.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (25 de Noviembre de 2001). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Loja/Fasciculo_Calvas.pdf
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez Ortega, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastre*. Obtenido de [comunidadandina.org:](http://www.comunidadandina.org/comunidadandina.org:) http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/procesos_ok.pdf
- PDOT Calvas. (2020). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN CALVAS*. Ecuador.
- Ramírez, M. L. (2004). <https://hum.unne.edu.ar/investigacion/geografia/labtig/publicaciones/public16.pdf>. Obtenido de <https://hum.unne.edu.ar/investigacion/geografia/labtig/publicaciones/public16.pdf>
- SNGR, & PNUD. (2012). *GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN para análisis de vulnerabilidad a nivel municipal*. Quito: AH/editorial.



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Solórzano, I. (Marzo de 2018). DETERMINACIÓN PRIMARIA DE ZONAS DE AMENAZA POR INUNDACIÓN, EN LA PARROQUIA LOS LOJAS DEL CANTÓN DAULE; ESCALA DE TRABAJO 1:50.000. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29533/1/Tesis.pdf>



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

11. Anexos

Anexo 1. Mapa de Ubicación

Anexo 2. Mapa de Pendientes

Anexo 3. Mapa de Densidad de drenaje

Anexo 4. Mapa Geomorfológico

Anexo 5. Mapa de Uso de Suelo

Anexo 6. Mapa Litológico

Anexo 7. Mapa de Susceptibilidad a inundaciones

Anexo 8. Mapa de Precipitaciones

Anexo 9. Mapa de Intensidad máxima de precipitaciones

Anexo 10. Mapa de Amenaza por inundaciones

Anexo 12. Fichas de Descripción de Afloramientos.

(Ubicados en el CD-R nro. 1)





UNL

Universidad Nacional de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Anexo 11. Modelo de Ficha de Descripción de Afloramientos.

CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		  Universidad Nacional de Loja
FICHA DE AFLORAMIENTOS N°		
PROYECTO: “PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA”		
PROVINCIA: LOJA CANTÓN: CALVAS PARROQUIA: CARIAMANGA	CORDENADAS UTM	X:
		Y:
		Z:
TIPO DE AFLORAMIENTO:	NATURAL	ANTRÓPICO
FORMACIÓN/ UNIDAD		
DIMENSIONES	ALTO:	
	ANCHO:	
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE ROCAS		COD.
LITOLOGÍA ENCONTRADA		
DATOS ESTRUCTURALES	RUMBO:	BUZAMIENTO:
OBSERVACIONES		
FOTOGRAFÍA		

Fuente: Autora



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO REINA DEL CISNE, PARROQUIA
CARIAMANGA, CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA

Anexo 13. Certificado de traducción de resumen

Loja, 04 de enero de 2023

Yo, Jenny Lorena Collaguazo Narvaéz, con cédula de identidad 1103431399, Licenciada en Ciencias de la Educación, Mención Inglés.

CERTIFICO:

Que, he realizado la traducción al idioma inglés de el resumen del proyecto de titulación denominado: **Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones en el barrio Reina del Cisne, parroquia Cariamanga, cantón Calvas, provincia de Loja**, elaborado por la Srta. Jessica Viviana Maza Collaguazo, egresada de la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Universidad Nacional de Loja.

El traductor es competente para realizar traducciones al idioma inglés.

Certifico en honor a la verdad, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

Atentamente:

Jenny Lorena Collaguazo Narvaéz

Licencia en Ciencias de la Educación, Mención Inglés

C.I: 1103431399

REGISTRO SENESCYT: 1006-2016-1754330