

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA GEÓGRAFA EN GESTIÓN AMBIENTAL

RIESGO FÍSICO FRENTE A INUNDACIONES FLUVIALES Y  
PLUVIALES EN LA CABECERA PARROQUIAL ROCAFUERTE DEL  
CANTÓN RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR

Greeys Vargas Guajala

Director: Ing. Armando Echeverría, Mg.

QUITO-2017

## **DEDICATORIA**

A mis padres Bolívar y Tereza (+) por su amor, esfuerzo, apoyo y formación a lo largo de la vida.

A mis hermanas y hermano, por su ayuda.

A mi novio, por ayudarme a ser siempre mejor y haberme apoyado durante todo este proceso.

A mi cuñado, por sus consejos y apoyo brindado

A mis amigos que a lo largo de la vida universitaria estuvieron de alguna u otra manera.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme bendecido y protegido durante este trayecto.

A ti Mami, por tu gran amor, valores, enseñanzas y todo el esfuerzo que hiciste siempre por mí. Ahora que estás en el cielo debes saber que lo logre y todo gracias a ti. Infinitas gracias por todo mi angelita de la guarda. Sé que desde allá arriba estás inmensamente feliz por mí.

A ti Papi, que gracias Dios tengo la dicha de tenerte a mi lado, gracias por todo tu esfuerzo y apoyo durante este trayecto. Sin Uds. Dos jamás lo hubiera logrado.

A cada una de mis hermanas y hermano, Fressia, Elizabeth, Giomar, Katerine, Andrea, Marisol y Bolívar que de una u otra manera me apoyan a culminar cada meta trazada, especialmente a ti Flor María por toda tu inmensa ayuda, palabras de aliento, paciencia y esfuerzo, gracias por estar siempre pendiente de mí.

A mis cuñados Carlos y Ronald por su ayuda, en especial gracias Carlos por ser como un hermano más para mí y haber estado pendiente durante todo este trayecto.

A ti Amor mío, solo puedo decirte gracias por todo tu amor, apoyo e inmensa paciencia que tienes siempre conmigo. Gracias por nunca dejarme caer y estar siempre a mi lado. Es un logro nuestro, de los muchos que tendremos. Te conocí cuando menos lo esperaba, pero llegaste a mi cuando más lo necesitaba.

Al Ing. Armando Echeverría, Mg., director de tesis, por su valioso asesoramiento y colaboración brindada a la realización de la misma.

A la Lcda. María Augusta Almeida, Msc. y al Ing. Galo Manrique, Mg., lectores de tesis, por su ayuda y atención prestada.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	4
1.3 Preguntas de investigación .....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos .....	6
1.5 Antecedentes.....	6
1.6 Marco Legal.....	8
1.7 Marco Teórico .....	11
1.7.1 Análisis espacial .....	14
1.7.2 Riesgos Naturales .....	14
1.7.2.1 Inundación.....	15
1.7.2.2 Tipos de inundaciones.....	17
1.7.2.2.1 Inundación fluvial.....	17
1.7.2.2.2 Inundación pluvial .....	18
1.7.2.3 Causas de las inundaciones .....	19
1.7.2.3.1 Antrópica .....	19
1.7.2.3.2 Natural.....	21
1.7.2.4 Impactos de las inundaciones.....	22
1.7.2.4.1 Daños y Pérdidas Humanas .....	22
1.7.2.4.2 Daños y Pérdidas Materiales .....	23
1.7.3 Sitios Seguros .....	23
1.7.4 Medias estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo de inundación.....	24

1.7.4.1	Medidas estructurales .....	24
1.7.4.2	Medidas no estructurales .....	25
1.8	Marco Conceptual .....	26
1.8.1	Amenaza hidrometeorológica .....	26
1.8.2	Análisis espacial .....	26
1.8.3	Desastre .....	27
1.8.4	Gestión de Riesgo .....	27
1.8.5	Inundación .....	27
1.8.6	Medidas no estructurales .....	27
1.8.7	Respuesta .....	27
1.8.8	Riesgo .....	28
1.8.9	Pendiente .....	28
1.8.10	SIG .....	28
1.8.11	Vulnerabilidad .....	28
1.9	Marco Metodológico .....	29
1.9.1	Técnicas de investigación .....	29
1.9.2	Metodología AHP .....	29
1.9.3	Método Scoring .....	30
1.9.4	Muestreo aleatorio estratificado .....	30
1.9.5	Unidad mínima cartografiable .....	31
<b>CAPÍTULO II. INCIDENCIA DE INUNDACIONES MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE MODELOS DE ESCENARIOS .....</b>		<b>32</b>
2.1	Delimitación de la población .....	32
2.2	Recopilación de datos .....	33
2.2.1	Datos históricos de precipitaciones .....	33
2.2.2	Datos históricos a través de la prensa escrita .....	36
2.2.3	Datos históricos mediante encuestas a la población .....	37

2.2.4	Datos históricos mediante encuestas a los representantes del GAD.....	38
2.2.5	Recopilación de cartografía temática.....	38
2.3	Tratamiento de los datos.....	38
2.3.1	Codificación de encuestas.....	38
2.3.2	Encuestas geo referenciadas .....	40
2.4	Modelos de escenarios.....	45
2.4.1	Determinación de los escenarios en Excel.....	45
2.4.2	Elaboración de modelos de escenarios en ArcGIS 10.4.1 .....	47
2.4.3	Análisis de datos históricos de inundaciones con los modelos de escenarios .....	53
2.4.4	Simulación de los modelos de escenarios.....	54
CAPÍTULO III. VULNERABILIDAD FÍSICA Y CAPACIDAD DE RESPUESTA		
ACTUAL ANTE LOS ESCENARIOS DE INUNDACIONES .....		
		56
3.1	Vulnerabilidad física .....	56
3.2	Cálculo de la vulnerabilidad física .....	56
3.2.1	Metodología AHP .....	56
3.2.1.1	Determinación de las variables .....	56
3.2.1.2	Ponderación de las variables .....	57
3.2.1.3	Cálculo de la matriz de Saaty.....	59
3.2.1.4	Elaboración de la cartografía .....	60
3.3	Determinación de la capacidad de respuesta actual .....	64
3.4	Determinación del riesgo físico .....	72
3.4.1	Estandarización cuantitativa de la vulnerabilidad para cada escenario .....	73
3.4.2	Estandarización cuantitativa de la capacidad de respuesta .....	73
CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS SEGUROS .....		
		78
4.1	Determinación de sitios seguros .....	78
4.1.1	Caracterización de variables físicas .....	82
CAPÍTULO V. Generación de propuestas para la gestión del riesgo .....		
		90

5.1	Análisis multicriterio por ponderación lineal .....	90
5.2	Medidas estructurales y no estructurales .....	91
5.2.1	Medidas estructurales .....	91
5.2.2	Medidas no estructurales .....	95
5.2.3	Resultados de la evaluación de medidas estructurales y no estructurales .....	98
5.3	Propuestas para la reducción de inundaciones .....	100
5.3.1	Propuesta para grupos de atención prioritaria .....	103
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		106
6.1	Conclusiones.....	106
6.2	Recomendaciones .....	108
Bibliografía .....		109
ANEXOS .....		120

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2012 .....	33
Tabla 2. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2013 .....	34
Tabla 3. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2014 .....	34
Tabla 4. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2015 .....	35
Tabla 5. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2016 .....	35
Tabla 6. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2017 .....	36
Tabla 7. Codificación de encuestas .....	38
Tabla 8. Escenarios para la cabecera parroquial de Rocafuerte .....	46
Tabla 9. Vulnerabilidad por pendiente .....	57
Tabla 10. Vulnerabilidad por precipitación .....	58
Tabla 11. Vulnerabilidad por textura del suelo .....	58
Tabla 12. Vulnerabilidad por geoforma .....	58
Tabla 13. Vulnerabilidad por uso y cobertura tierra .....	59
Tabla 14. Estandarización de la vulnerabilidad .....	73
Tabla 15. Estandarización de la capacidad de respuesta .....	73
Tabla 16. Peso de la capacidad de respuesta .....	74
Tabla 17. Peso de la capacidad de respuesta para cada pregunta .....	74
Tabla 18. Rangos para determinar la capacidad de respuesta .....	75
Tabla 19. Parámetros para la definición de sitios seguros .....	79
Tabla 20. Parámetros de implementación .....	90
Tabla 21. Escala de ponderación .....	92
Tabla 22. Descripción de las medidas estructurales .....	92
Tabla 23. Costo, tiempo y reducción de las medidas estructurales .....	94
Tabla 24. Metodología Scoring de medidas estructurales .....	95

Tabla 25. Descripción de las medidas no estructurales .....	96
Tabla 26. Costo, tiempo y reducción de las medidas no estructurales .....	97
Tabla 27. Metodología Scoring de medidas no estructurales .....	98
Tabla 28. Medidas para la disminución de inundaciones .....	99
Tabla 29. Mejores medidas para la disminución de inundaciones .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ecuador Continental: Ubicación de la parroquia Rocafuerte del cantón Rioverde – Esmeraldas.....	3
Figura 2. Rocafuerte: Cartografía Base .....	5
Figura 3. Ecuador: Pirámide de Kelsen .....	9
Figura 4. Encuestas realizadas a la población de la cabecera parroquial Rocafuerte .....	41
Figura 5. Datos de altura de inundaciones .....	41
Figura 6. Modelo digital de elevación .....	42
Figura 7. Herramienta interpolate shape.....	43
Figura 8. Creación del campo Z .....	43
Figura 9. Cálculo Z.....	44
Figura 10. Cálculo de la altura real.....	44
Figura 11. Modelos de escenarios .....	45
Figura 12. Herramienta Raster Calculator .....	47
Figura 13. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario I .....	48
Figura 14. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario II.....	49
Figura 15. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario III .....	51
Figura 16. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario IV .....	52
Figura 17. Registros históricos del INAMHI .....	53
Figura 18. Herramienta Animation.....	55
Figura 19. Simulación de los escenarios de inundación .....	55
Figura 20. Escala de valoración AHP .....	59
Figura 21. Herramienta raster calculator .....	61
Figura 22. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario I .....	62
Figura 23. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario II.....	62
Figura 24. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario III .....	63
Figura 25. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario IV .....	63
Figura 26. Secuelas por inundaciones .....	65
Figura 27. Reacción frente a este evento .....	66
Figura 28. Impactos socioeconómicos.....	67
Figura 29. Impactos ambientales y estructurales .....	68

Figura 30. Medidas frente al desastre .....	69
Figura 31. Instituciones gubernamentales .....	70
Figura 32. Simulacro .....	71
Figura 33. Políticas y programas del GAD parroquial .....	72
Figura 34. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Riesgo físico frente a inundaciones .....	76
Figura 35. Modelo cartográfico para determinar los sitios seguros.....	81
Figura 36. Herramienta buffer .....	82
Figura 37. Buffer a 500 metros de los escenarios de inundación .....	83
Figura 38. Buffer a 500 metros de las vías .....	84
Figura 39. Buffer a 500 metros de la pendiente.....	85
Figura 40. Buffer a 500 metros de los centros educativos.....	86
Figura 41. Buffer a 500 metros de los centros de salud.....	87
Figura 42. Sitios seguros de la parroquia Rocafuerte .....	88
Figura 43. Formulario en google .....	104
Figura 44. Aplicación online .....	105
Figura 45. Datos de las personas de atención prioritaria .....	105

## LISTA DE ACRÓNIMOS

**AHP:** Analytic Hierarchy Process (proceso de análisis jerárquico)

**CARE:** Cooperativa para Asistencia y Remesas al Exterior

**CENAPRED:** Centro Nacional de Prevención de Desastres

**COPLAFIP:** Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas

**COOTAD:** Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

**CR:** Capacidad de respuesta

**DIPECHO:** Programa del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea

**E:** Error en la investigación

**ECHO:** Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea

**ENOS:** El Niño-Oscilación del Sur

**FAO:** Food and Agriculture Organization (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

**GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado

**HYPERGEO:** Enciclopedia geográfica

**INAMHI:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

**INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos

**IGM:** Instituto Geográfico Militar

**INTA:** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

**MAE:** Ministerio de Ambiente

**MINVU:** Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile

**MM:** Milímetros

**MSNM:** Metros sobre el nivel del mar

**N:** Total de la población

**n:** Tamaño de la muestra

**OMM:** Organización Meteorológica Mundial

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud

**P:** proporción esperada

**PDOT:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

**PNBV:** Plan Nacional del Buen Vivir

**PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**Q:** 1- proporción esperada

**RF:** Riesgo físico

**RIJ:** Ponderación del Criterio i en función de la Alternativa j

**SENPLADES:** Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

**SIG:** Sistemas de Información Geográfica

**SJ:** Valor para la Alternativa j

**SUDS:** Sistemas Urbanos Drenaje Sostenible

**UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

**UNICEF:** Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia

**UNISDR:** Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

**WJ:** ponderación para cada Alternativa j

**Z:** Nivel de confianza deseado

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad determinar el riesgo físico en la cabecera parroquial de Rocafuerte, ante inundaciones pluviales y fluviales mediante análisis espacial, definiendo sitios seguros para la población. La parroquia costera se encuentra a una altitud de un metro sobre el nivel del mar siendo vulnerable a inundaciones en época invernal, de acuerdo a esta problemática se establecieron modelos de escenarios obtenidos de las curvas de nivel y encuestas a la población, a su vez utilizadas para calcular la capacidad de respuesta actual. La determinación de la vulnerabilidad física se la realizó mediante el método AHP y empleando la metodología Scoring se determinó propuestas para la reducción de inundaciones. Los resultados obtenidos establecieron que la cabecera parroquial de Rocafuerte presenta vulnerabilidad a inundaciones en zonas con pendientes planas y ligeramente onduladas con una baja capacidad de respuesta actual. En consecuencia, se definieron tres zonas seguras para el lugar. Sin embargo, solo una de ellas fue definida como sitio seguro por la cercanía a la que se encuentra de la zona de estudio, siendo esta la escuela fiscal mixta Márquez, las otras dos zonas seguras: escuela fiscal mixta Héctor Lara y Carmen Mideros de Almeida, fueron consideradas como albergues temporales puesto que se ubican a una distancia de 15 kilómetros aproximadamente. Usando análisis multicriterio se consideró parámetros como costo, tiempo de implementación, reducción de inundación y sostenibilidad con el medio ambiente, de los cuales se derivaron las siguientes medidas: áreas de bioretención, capacitaciones y sistema de alerta temprana. Estas variables permitieron generar propuestas a ser consideradas por parte del GAD.

**PALABRAS CLAVE:** modelos de escenarios, vulnerabilidad física, método AHP, método Scoring.

## ABSTRACT

The objective of this project is to determine the physical risk in the parish head of Rocafuerte, in the case of rain and fluvial floods by spatial analysis, defining safe sites for the population. The coastal parish is located at an altitude of one meter above sea level and is vulnerable to flooding at the current time, according to this problem, scenarios models of contour lines and surveys of the population were established. once used to calculate the current response capacity. The determination of physical vulnerability is made through the AHP method and the use of the methodology. The score is determined based on the reduction of floods. The results established that Rocafuerte's parish head presents a vulnerability to flooding in areas with flat and slightly undulating slopes with a low real response capacity. As a result, three safe zones were defined for the site. However, only once they were found in the study area, being this the Márquez mixed tax school, the other two safe zones: mixed tax school Héctor Lara and Carmen Mideros de Almeida, were considered as temporary shelters that were located at a distance of 15 kilometers approximately. Using multicriteria analysis has been considered parameters such as cost, implementation time, flood reduction and sustainability with the environment, from which the following measures were derived: bioretention areas, training and early warning system. These variables allowed generating proposals to be considered by the GAD.

**KEYWORDS:** scenario models, physical vulnerability, AHP method, Scoring method.

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Justificación

La parroquia de Rocafuerte se localiza al Noroccidente del cantón Rioverde en la Provincia de Esmeraldas. Limita al norte con el Océano Pacífico, al sur con las parroquias Montalvo y Chontaduro, al este con la parroquia Montalvo y al oeste con la cabecera cantonal de Rioverde y la parroquia Chontaduro (cabecera cantonal) (ver figura 1), posee una extensión de 12.331,99 hectáreas y cuenta con una población total de 5.488 habitantes. La población del lugar se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, recibiendo pagos que se encuentran por debajo del salario mínimo de vida (GAD Rocafuerte, 2015).

Al encontrarse en territorio costero, se encuentra afectada por amenazas de origen natural debido a la influencia del océano pacífico y las cuencas hidrográficas, siendo estos factores significativos al momento de darse una inundación. No obstante, se han desarrollado estudios para la prevención y mitigación de los riesgos ante inundaciones, tsunamis, sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, entre otros, en casi todo el país. Sin embargo, existen zonas vulnerables a estas amenazas, en las cuales no se han realizado estudios para la prevención, mitigación, preparación y alerta de un desastre natural o antrópico. En base a lo mencionado, la presente investigación se enfoca en determinar las afectaciones que una inundación causa en la cabecera parroquial (área consolidada) de Rocafuerte, la cual presenta un alto grado de vulnerabilidad ante los estragos de dicha amenaza.

Varias han sido las ocasiones en las cuales la población ha sido afectada por las inundaciones, teniendo como consecuencia pérdida de vidas humanas, bienes materiales, infraestructura, viviendas. Para esto es necesario determinar las zonas más vulnerables ante esta amenaza natural. Primero, se establecerá la ubicación de sitios seguros para así poder realizar una adecuada prevención, mitigación, preparación y alerta a la población, en caso de que ocurra un desastre potencialmente destructor. El Ecuador es un país muy vulnerable a las amenazas naturales o antrópicas, debido a esta situación, la Constitución de la República del Ecuador, en la sección novena concerniente a la Gestión del Riesgo, Art.389 dice: “El Estado protegerá a las personas, colectividades y la naturaleza de los efectos

negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objeto de minimizar la condición de vulnerabilidad” (Constitución de la República del Ecuador, 2008), aportando con esta investigación al cumplimiento del artículo antes mencionado, puesto que garantiza que la reducción del riesgo de desastre sea prioridad tanto local como nacional.

Por otra parte la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) con la colaboración, del Ministerio del Ambiente (MAE) y la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), dentro de sus objetivos del Plan Nacional de Buen Vivir, han establecido algunas políticas y lineamientos que podrían ayudar a resolver esta problemática, tal es el caso del Objetivo 3: “Mejorar la calidad de vida de la población” el cual dentro de sus políticas y lineamientos establece: Propiciar condiciones adecuadas para el acceso a un hábitat seguro e incluyente (SENPLADES, 2013) siendo estos mecanismos los más importantes para prevenir e impedir que la población se ubique en zonas de riesgo.

Así mismo, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía, Descentralización (COOTAD) instaura el siguiente apartado correspondientes a gestión de riesgos: Art.37: “Le corresponde al gobernador o gobernadora regional: Dictar, en caso de emergencia grave, ocasionada por desastres naturales, bajo su responsabilidad y en la sesión subsiguiente medidas de carácter urgente y transitorio y dar cuenta de ellas al consejo, cuando se reúna, si a este hubiere correspondido adoptarlas para su ratificación” (COOTAD, 2010).

Es importante indicar que la ONU (Organización de las Naciones Unidas) ha establecido una agenda para el año 2030, en donde estableció los Objetivos de Desarrollo Sostenible. De los cuales se menciona al Objetivo 11: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; el cual propone para el año antes mencionado, reducir de forma significativa el número de muertes y de personas afectadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y reducir sustancialmente las pérdidas económicas directas vinculadas al producto interno bruto mundial causadas por los desastres, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones vulnerables” (ONU, 2015). Por consiguiente, estos objetivos antes mencionados forman parte esencial en el desarrollo de la presente investigación. Con esto se logrará determinar las afectaciones que la inundación causa en

la parroquia, establecer la incidencia de inundaciones, identificar la capacidad de respuesta actual, identificar los sitios seguros, generar propuestas para la gestión de riesgo, identificar si la población de Rioverde está informada sobre sitios seguros.

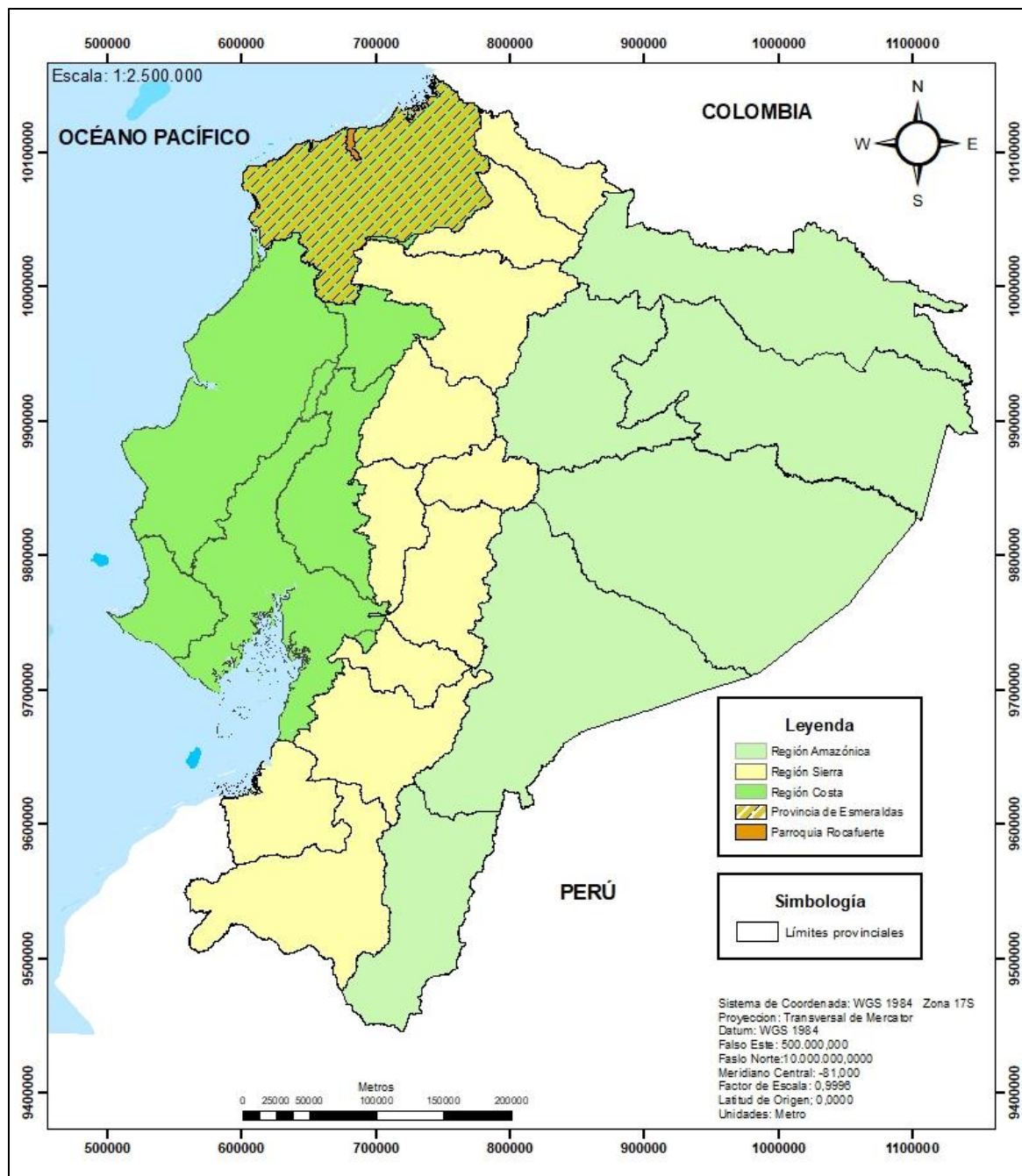


Figura 1. Ecuador Continental: Ubicación de la parroquia Rocafuerte del cantón Rioverde – Esmeraldas

## **1.2 Planteamiento del problema**

Rocafuerte es una parroquia costera de la provincia de Esmeraldas; que se encuentra a una altitud de un metro sobre el nivel del mar y en una zona muy baja siendo vulnerable a inundaciones en época invernal; en la cual, la población no tiene una cultura preventiva ante un desastre ocasionado por una inundación, convirtiéndose en un grave problema para la parroquia. Sin embargo, existen otros factores hídricos para la población de Rocafuerte siendo algunos de estos la influencia del: Río Ostiones, Río Mate, Río Verde; el influjo de los esteros: Machín, Chontillal, Partidero, Guariche, Chunguillo, Palma Real, Tapaila, Navas y el Océano Pacífico; convirtiéndose en factores que pueden desencadenar una inundación.

Teniendo en cuenta que anteriormente, la parroquia ya ha presentado episodios de esta índole. Por otro lado, la falta de educación y la falta de recursos económicos, ocasiona que algunos pobladores ubiquen sus viviendas y/o negocios a orillas de los ríos o del mar y laderas sin tomar en cuenta los riesgos que las inundaciones puede ocasionarles tales como: considerables daños humanos, materiales y económicos. Por tal motivo, es de interés evaluar el riesgo físico presente en la cabecera parroquial de Rocafuerte con la finalidad de determinar sitios seguros para la población. A continuación, se presenta la figura 2.

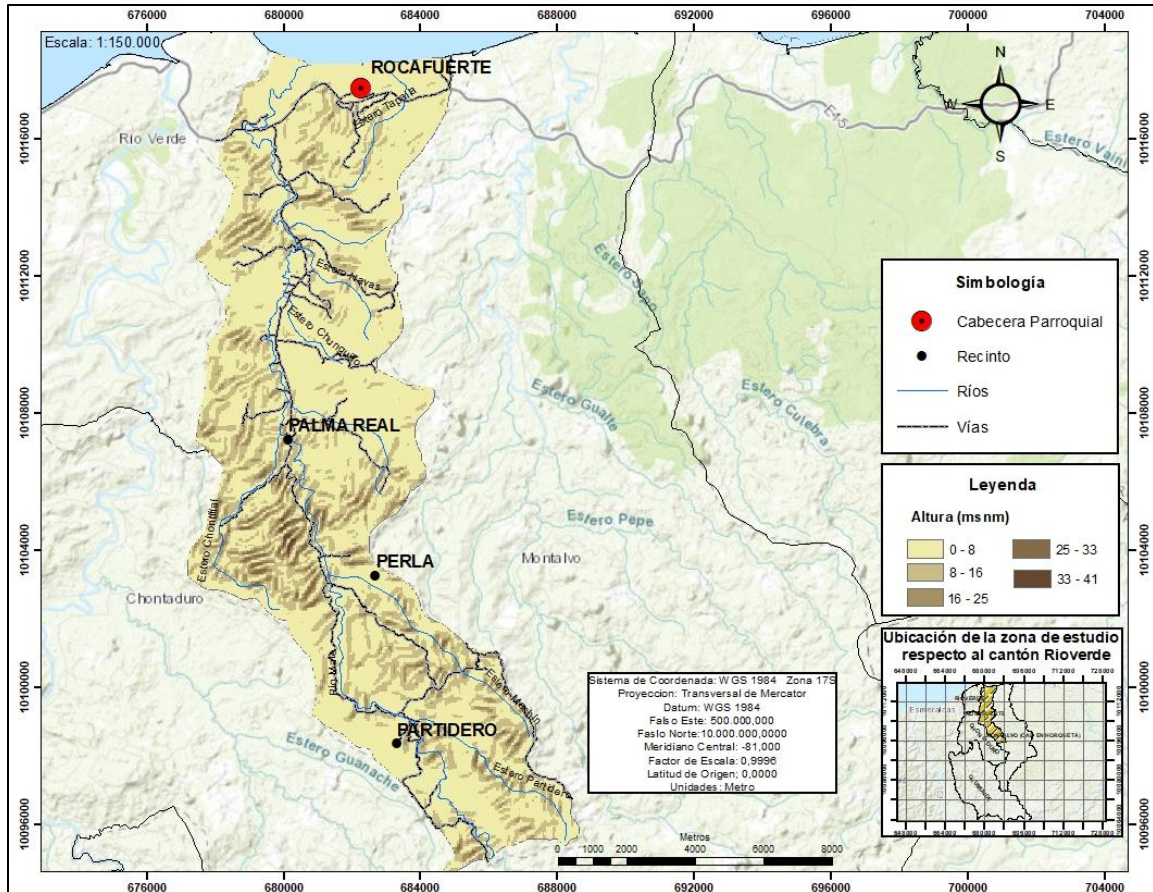


Figura 2. Rocafuerte: Cartografía Base

### 1.3 Preguntas de investigación

- ¿Qué características han tenido las principales inundaciones pluviales y fluviales históricas que ha tenido la cabecera parroquial de Rocafuerte, en los últimos 10 años?
- ¿Qué lugares se encuentran en zonas de riesgo a inundaciones en la cabecera parroquial de Rocafuerte?
- ¿Qué características físicas tienen las zonas de riesgo a inundaciones en la cabecera parroquial de Rocafuerte?
- ¿A qué lugares podrá evacuar la población en caso de ocurrir inundaciones?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar el riesgo físico en la cabecera parroquial de Rocafuerte, ante inundaciones pluviales y fluviales mediante análisis espacial, definiendo sitios seguros para la población.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Establecer la incidencia de inundaciones mediante la elaboración de modelos de escenarios con un análisis de eventos históricos de los últimos 10 años.
- Identificar la vulnerabilidad física y la capacidad de respuesta actual ante los escenarios de inundaciones en zonas vulnerables.
- Identificar sitios seguros mediante su caracterización a través de variables físicas.
- Generar propuestas para la gestión del riesgo a través del método de análisis multicriterio por ponderación lineal.

## **1.5 Antecedentes**

Un primer trabajo corresponde a José Salazar Loor (2010), quien realizó “Análisis de Vulnerabilidad Territorial expuesta a inundaciones y proyección urbanística de la ciudad de Machala”. El estudio contempla una investigación de campo, utilizando como metodología la identificación de peligro frente a inundaciones de la ciudad de Machala, para lo cual empleó información secundaria (datos históricos y cartografía temática disponible) y realizó un análisis cartográfico de la misma; así como también analizó el crecimiento de la ciudad de Machala a través de la aplicación de un análisis multitemporal del crecimiento que ha tenido la ciudad. Además, efectuó un análisis de vulnerabilidad territorial. Por otra parte, midió la percepción de los pobladores con respecto a inundaciones, mediante los datos tabulados de la encuesta juntamente con la información cartográfica de peligros por inundaciones para así obtener los mapas de riesgo y de percepción ciudadana de vulnerabilidad actual y futura de la ciudad de Machala.

Posteriormente generó propuestas de mitigación para reducción de vulnerabilidad territorial mediante las entrevistas realizadas al personal de la municipalidad, instituciones relacionadas con la problemática y personas que habitan en las áreas vulnerables. Esta tesis

tiene relación al actual estudio, para lo cual se tomará algunos aspectos metodológicos tales como: identificar el peligro frente a inundaciones, realizar un análisis multitemporal del crecimiento de la parroquia Rocafuerte, no se realizará un análisis de la vulnerabilidad territorial sino más bien se determinará cuáles son las zonas más vulnerables ante la amenaza de inundaciones en la parroquia. Lo que, si se tomará en cuenta, será la elaboración de los mapas de Riesgo y de Percepción Ciudadana de vulnerabilidad actual y futura de la parroquia de Rocafuerte.

Un segundo estudio corresponde a Diego Martín Ríos y Ana María Murgida (2004), quienes realizaron la investigación de “Vulnerabilidad cultural y escenarios de riesgos por inundaciones”. En dicha publicación, investigaron los aspectos culturales de la vulnerabilidad social frente a las inundaciones, y su coyuntura con la cuestión identitaria a partir de los cambios ocurridos para ambos grupos en las localidades de Dique Luján y Rincón de Milberg de la Provincia de Buenos Aires, este artículo tiene concordancia con el tema a realizar, pero al referirse a escenarios de riesgos por inundaciones no es el mismo enfoque al que se quiere llegar en el presente estudio, debido a que el enfoque de escenarios que ellos utilizan se refieren a los diferentes tipos de afectaciones que la inundación causa a la población; por lo tanto se utilizará el estudio de los aspectos culturales de la vulnerabilidad social debido a que la convivencia con las inseguridades cotidianas como el desempleo, violencia, etc. son factores que influyen en que la población carezca de una cultura preventiva frente ante una amenaza hidrometeorológica.

Un tercer artículo pertenece a Olga Lozano Cortijo (2008), quien realizó una publicación sobre “El estudio de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las construcciones en centros urbanos”. La metodología, se empleó luego de contar con la estimación de amenazas y un análisis físico del centro urbano. Realizó un estudio de vulnerabilidad frente a las inundaciones, para lo cual diseñó dos métodos: cualitativo y heurístico. Cabe destacar que este artículo es enfocado a construcciones en centros urbanos, analiza la vulnerabilidad y riesgo por inundaciones, siendo este uno de los aspectos de estudio más relevantes en la presente investigación. En vista de ello, se tomará como referencia la metodología heurística, siendo la combinación de lo cualitativo con lo cuantitativo, y a su vez utiliza la formulación de escenarios de riesgo para poder establecer una valoración de daños y pérdidas que una localidad podría padecer a causa de un desastre relacionado a los peligros previamente determinados (Cortijo, 2008).

Finalmente, un último estudio corresponde a Ana G. Moguel Flores, Adalberto Tejeda Martínez y Víctor H. García Pacheco (Flores, Martínez, & Pacheco, 2010), quienes realizaron un artículo científico denominado “Propuesta para evaluar los riesgos a causa de las inundaciones urbanas en México”. Dicho estudio realizó una valoración de los riesgos causados por las inundaciones en la ciudad de México a nivel de un área geo estadística básica. Es así que comenzó con los datos de precipitación recolectada en 24 horas del observatorio meteorológico en el periodo 1985-2009. Seleccionaron las precipitaciones superiores a 20 milímetros en 24 horas, de igual manera, utilizaron fuentes hemerográficas, para así poder recolectar y recopilar información acerca de las afectaciones que sufrieron las localidades inundadas y cuales fueron estas; es así que las inundaciones las clasificaron en base a la intensidad: leve, moderada, fuerte y muy fuerte esto lo realizaron a través una estructura ordenada en base la situación.

Tomando en cuenta el tiempo de retorno y la orografía del lugar realizaron la evaluación del peligro; por otra parte, el material del piso de la vivienda y la disponibilidad de luz eléctrica, agua potable y alcantarillado fueron tomados en cuenta como indicadores de la vulnerabilidad; así mismo separaron al riesgo en social y económico. En base a este estudio, se tomará como referencia algunos aspectos metodológicos tales como datos geo estadísticos, así como la clasificación de las inundaciones según su intensidad y finalmente se utilizará la expresión de  $\text{Riesgo} = \text{peligro} \times \text{vulnerabilidad}$  sobre la capacidad de respuesta, debido a que a través de ello se podrá identificar los sitios seguros y generar propuestas.

## **1.6 Marco Legal**

Se llevará a cabo mediante un ordenamiento jurídico, estructura ideada por el austriaco Hans Kelsen, sistema escalonado gráficamente equivalente a una pirámide con una estructura jerárquica de las leyes, normas, reglamentos, entre otros, de una manera ordenada (Kelsen, 1934). La Pirámide Jurídica Nacional se estructura conforme a dos criterios: las categorías y los Grados. Esta se puede evidenciar en la figura 3.

- Las Categorías: Es la forma de expresión de un estado legal, sistemático, normativo que posee una acertada discusión y evaluación de su contenido y una situación preparativa determinada por la carta magna o constitución (Kelsen, 1934).

- Los Grados: Estos explican una progresión existente entre las normas asignadas a una misma categoría. Esta primacía interna se constituye por el manejo de sus principios, conforme al órgano legislativo, esta muestra las diferentes formas de competencia: práctico y territorial, formalidad extraordinaria, entre otros (Kelsen, 1934). A continuación, se presenta la pirámide de Kelsen adaptada a nuestro país:



Figura 3. Ecuador: Pirámide de Kelsen

Fuente: Constitución de la República del Ecuador 2008, Art 425

En base a esto el proyecto de investigación se conforma siguiendo estos lineamientos. Como primero se analiza a la Constitución de la República del Ecuador con sus arts. 261 389, 390 y de manera complementaria los arts. 10, 14, 72, 281, 313, 375, 395, 396 y 397; los cuales establecen que Ecuador es uno de los pocos países que tiene establecida la gestión de riesgos en su constitución. Se señala, la obligación de las responsabilidades del Estado frente a desastres, garantizando mejorar las capacidades en todos los niveles y definiendo las responsabilidades de todas las instituciones, estableciendo al riesgo de desastres como una actividad de gestión transversal y en todo nivel (Asamblea Nacional, 2008).

Los tratados internacionales son acuerdos con otras naciones u organismos internacionales, en los cuales, se compromete a cumplir con determinadas obligaciones. Ecuador asume acuerdos con diferentes organismos tales como la ONU a través de la UNISDR, ECHO, CARE, Cruz Roja Española, Cruz Roja Ecuatoriana, Plan Internacional, PNUD, OPS, UNESCO y UNICEF, con los cuales se obtiene el compromiso de los siguientes acuerdos: Plan de Acción DIPECHO, Proyecto Esfera: Carta Humanitaria y Normas Mínimas para la Respuesta Humanitaria (ONU, 2010).

La Ley de Seguridad Pública y del Estado en sus arts. 11 y 34, estipulando las responsabilidades de los órganos ejecutores Sistema de Seguridad Pública y del Estado con el fin de reducir la vulnerabilidad. Inmersos en el Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado son pertinentes los arts. 3, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 37, 54, 140, 466, observando disposiciones en las normativas sobre gestión de riesgos, aplicativa en el territorio nacional (Asamblea Nacional, 2010).

El COOTAD, indica principios y funciones que rige la autoridad de los GADs<sup>1</sup>, señalando su responsabilidad en los arts. 3, 37, 54, 140, 466, permitiéndoles tener el control y un valor clave en la reducción de vulnerabilidad. El Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP), en su artículo 64 se enfoca en la inversión pública diseñada para en los que se promoverán acciones favorables de gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales. El Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV), menciona en el objetivo 3 y 11 condiciones sobre las cuales se garantizará y propiciará condiciones necesarias para la preservación y asentamientos de forma segura y ordenada. El Plan Nacional de Seguridad Integral y Agendas de Seguridad aborda en el objetivo 4 la variable de Gestión de Riesgos con 2 políticas y 9 estrategias, buscando prevenir y reducir las vulnerabilidades de la colectividad frente amenazas naturales y antrópicas. Demostrando la inmersión, las atribuciones, injerencia y pertinencia del Estado, evocada en la reducción del riesgo, aceptando las vulnerabilidades frente a las amenazas naturales o antrópicas.

De esta manera se contribuye en la construcción de un país más seguro, promoviendo una guía para orientar las acciones y decisiones políticas como un componente indispensable del desarrollo. Es de importancia y de entera responsabilidad del GAD de Rioverde reconocer, asumir e implementar acciones dentro de su planificación, permitiéndoles encontrar y realizar una eficaz administración, de tal manera que les resulte posible

---

<sup>1</sup> GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado

enfrentar la manifestación de un evento adverso, esperando obtener el menor impacto posible en las posibilidades de desarrollo y riqueza de su cantón.

## 1.7 Marco Teórico

La ciencia que estudia y representa la superficie terrestre en un aspecto físico, real y natural denominada geografía, ha sido caracterizada como ciencia humana después de la considerable acumulación de aprendizaje de finales del siglo XIX. Esta ciencia se caracteriza como la investigación de la relación humanidad-naturaleza (Ratzel, 1981) y los consiguientes avances realizados por Vidal de la Blache (1913), donde la región se caracteriza por ser el ente a ser estudiado (Cuadra, 2014).

Esta ciencia desde el punto de vista humana es concebible para mantener una solidaridad concreta con los investigadores principales y su avance verificable es lo que ha enmarcado en medio del siglo XX. La relación entre el hombre y su entorno a partir de las diferentes posiciones: los individuos que sentían que el medio fue determinante (determinismo), aquellos en los que los estados normales de ejercicios humanos y, posteriormente, el hombre era responsable de dar respuestas a estos imperativos (posibilismo) y aquellos en los que las respuestas poseían diferente factibilidad se encontraban en una postura intermedia (probabilismo) (Cuadra, 2014).

La proximidad geográfica es predominantemente espacial: Desde sus inicios, esta ciencia humana ha tenido dos métodos principales para su exploración: la investigación de la relación ser humano - naturaleza y la exploración de la diversificación de espacios en la superficie de la tierra, que puede ser complementada entre sí. En consecuencia, se busca la fabricación de los modelos; uno de los propósitos fundamentales como la ciencia nomotética, ya que toma en cuenta los atributos espaciales (Geohistoriaymas, 2012).

Los modelos espaciales son desarrollos de la realidad espacial que permite comprender sus elementos fundamentales y del mismo modo pueden servir como una ayuda en la planificación territorial, el uso de modelos permite una premisa firme para el avance en el desarrollo y la transmisión del aprendizaje; es así que la investigación en curso; pretende utilizar modelos de escenarios para establecer la incidencia de las *inundaciones*, siendo esto último un suceso causado por las precipitaciones, olas, mareas de tempestad o la falla de una estructura, impulsada por la presión, provocando una expansión en el nivel de la

superficie libre del agua, de los cursos de agua o del propio océano, produciendo intrusión o entrada de agua en lugares donde normalmente no existe agua, causando daños a la población, la agroindustria, los animales y construcciones (OMM/UNESCO, 1974).

Entre los factores del ambiente geográfico, las relaciones espaciales: localización, tamaño y forma; son de importancia fundamental. Durante siglos enteros estos factores han atraído la atención de los estudiosos en geografía, como se indica en los escritos de los geógrafos de la Grecia antigua lo mismo que en los escritos de la escuela moderna. En todas las actividades del hombre: económicas, sociales y políticas; la localización desempeña un papel de gran importancia. La localización de un país o pueblo es siempre el hecho geográfico supremo en su historia (Ellen Churchill Semple). La industria se inicia y desarrolla en localizaciones favorables; la condición social del hombre se ve modificada e influida por la situación existente en el área o zona en que el mismo se halla localizado, y el poderío político de un país o Estado se ve afectado notablemente por una combinación de factores que emanan de la localización del mismo. Se menciona también que el principio de temporalidad, permite trabajar en los procesos dinámicos, en los cambios y transformaciones, en las variables más significativas que a lo largo del tiempo han afectado a los diferentes estados del sistema, vale la pena destacar que para plasmar en papel cualquier hecho o fenómeno geográfico es de importancia utilizar la escala adecuada en base al rasgo que se desee representar y el nivel de detalle que se requiera (Malanski, 2014).

La Geografía no logra estudiar completamente la superficie del planeta, de manera que se apoya de otras ciencias, las cuales facilitan un conocimiento específico, recibiendo el nombre de ciencias auxiliares, como es el caso de la Geografía de los riesgos la cual menciona que el análisis de los riesgos proporciona también avances sustanciales de tal manera que este tipo de investigaciones ha conducido a unos impactos más visibles y significativos de la profesión de geógrafo en las políticas de administración de recursos (Mitchell, 1979).

El paradigma de investigación de los riesgos comenzó a elaborarse a partir del análisis del fenómeno de inundación en la década de los cincuenta. En un principio se aplicó al estudio de una serie reducida de peligros de tipo natural (inundaciones, heladas, sequías, terremotos), para pasar pronto a la búsqueda de la identificación del concepto de "peligrosidad de un lugar", examinando el conjunto de riesgos, naturales o creados por el hombre, que se asocian de una determinada manera en un espacio definido. En los últimos

años el sentido de la investigación se ha encaminado a determinar en qué grado los distintos tipos de adaptación humana al medio son en sí mismos generadores de riesgos, sabiendo que riesgo es un evento probabilístico de obtener resultados destructivos, o infortunios esperados (defunciones, heridas, propiedad, paralización de actividades económicas o quebranto ambiental) producto de la combinación de las condiciones de vulnerabilidad y de las amenaza naturales o antropogénicas (UNISDR, 2008).

Es así que actualmente en nuestro país se ha implementado el uso de los sistemas de información geográfica que es un sistema compuesto por hardware, software el cual tiene relación directa con la interpretación espacial, cuyos resultados son emitidos habitualmente en forma de mapas. Los SIG están siendo utilizados principalmente en los estudios de la vulnerabilidad y la amenaza, más aún para la elaboración y estudios de medidas relacionadas con la gestión del riesgo de desastres (Ministerio del Litoral, Organización Panamericana de la Salud, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2008).

Estos han producido una revolución tecnológica y una revolución industrial, la Geografía como ciencia está en el centro de este proceso es así que una serie de perspectivas paradigmáticas de la Geografía han contribuido para la formación de la actual geografía automatizada. El racionalismo y cuantitativismo que comenzaron a desarrollarse desde 1930 ayudaron a que muchos conceptos del tratamiento espacial de la información pudieran comenzar a ingresar en las computadoras a partir de generar nuevos campos de conocimientos, en este caso transdisciplinario (Malanski, 2014).

Por otra parte, el conocimiento de las estructuras territoriales permite conocer los lugares, los asentamientos, los paisajes, las ciudades, con todas sus jerarquías, relaciones entre sí, aspectos tanto negativos como positivos, su capacidad para la implantación de diferentes usos; así como también, para establecer criterios racionales en la solución de problemas frente al riesgo de inundaciones en Rioverde. Es así como el análisis geográfico brinda la opción de orientarse en base a las necesidades de los estudios que se estén ejecutando. Históricamente, la geografía física es el estudio de elementos naturales que constituyen paisajes y se ocupa de las formas de relieve, suelos y los efectos del clima. Actualmente suele implicar procesos detallados a menudo en pequeña escala y aliados a modernos laboratorio, experimentos de campo, tratamiento estadístico de los resultados y la aplicación de modelos informáticos. Reconociendo que el paisaje esta modelado por procesos físicos y humanos, la relación entre el proceso y las formas es fundamental para

la geografía, por lo cual este trabajo investiga las interrelaciones entre los procesos humanos y físicos (Duaibe, 2008).

### **1.7.1 Análisis espacial**

El análisis espacial es cómo entendemos nuestro mapeo del mundo donde están las cosas, cómo se relacionan, qué significa y qué acciones tomar. Desde el análisis computacional de los patrones geográficos hasta la búsqueda de rutas óptimas, la selección de sitios y el modelado predictivo avanzado, el análisis espacial está en el centro de la tecnología del sistema de información geográfica (SIG). Con el análisis espacial se logra entender dónde se trata de poner el mundo en contexto. Esto incluye geo codificar sus datos, colocarlo en un mapa y simbolizarlo de manera que pueda ayudarle a visualizar y comprender sus datos (ESRI, 2015).

Posterior a la generación de los modelos de escenarios, se realizará el análisis espacial en el sistema de información geográfica mediante la probabilidad de incidencia a través del modelo digital de elevaciones y la cota máxima del agua en las inundaciones para los diferentes escenarios. La información geográfica ah utilizar será la siguiente:

- Isoyetas
- Uso y cobertura vegetal
- Textura del suelo
- Paisajes
- Pendientes
- Plano censal
- Sectores amanzanados

### **1.7.2 Riesgos Naturales**

La posibilidad de que se dé un evento peligroso para el territorio y la sociedad, capaz de ocasionar daños a las personas, sus bienes materiales y sus obras, es definido como riesgo natural (Arenas, 2010). La denominación geográfica de los riesgos naturales que ha sido más utilizada surgió en la segunda mitad de los años sesenta, debido a que los riesgos naturales tienen lugar en un espacio geográfico, en un territorio organizado por el ser humano, el elemento geográfico, territorial de un desastre es el argumento principal que da

conexión a las investigaciones de riesgos naturales. En este sentido el riesgo es la formación territorial de una acción humana poco coherente con los rasgos del lugar donde se presenta, en otros términos, es una contravención hecha al territorio por el hombre debido a la inadecuada creación de asentamientos o actividades. Dichas implantaciones de usos en el suelo no concuerdan, por imprudencia o desconocimiento de cuáles son las características físicas del medio ambiente (Ayala & Cantos, 2002).

En la ponderación del riesgo natural el apegado se ha ido inclinando a lo largo de la segunda mitad del siglo XX hacia el lado de la acción del ser humano y ello porque se ha provocado un cambio en la perspectiva social de los riesgos naturales; se ha pasado del ajuste al medio de las localidades al intento de sometimiento de aquel por parte del individuo; de manera que, cuando ocurre un peligro natural, se tiene como un hecho perjudicial, una contrariedad que el medio ambiente ha querido poner en el camino del desarrollo humano (Ayala & Cantos, 2002).

Desde el punto de vista de la teoría marxista se afirma que la gravedad del riesgo natural depende de la época en la que se encuentre la sociedad al momento de ocurrir un desastre, es decir inundaciones, tsunamis y otros desastres no matan o golpean a las personas de la misma manera. Esta diferenciación social de las reacciones a los peligros naturales es un fenómeno generalizado en el tercer mundo donde es común para las personas que viven en los lugares más peligrosos e insalubres. Las condiciones desproporcionadas del subdesarrollo representan la diferencia en las pérdidas de daños humanos y materiales, a su vez varios de los países del tercer mundo como Ecuador simplemente son desafortunados de situarse en zonas que experimentan cambios climáticos a gran escala (Bryant, 2005). Los peligros naturales son peligros causados por fenómenos naturales (peligros con datos meteorológicos, geológico o incluso de origen biológico), por ejemplo, las inundaciones pueden darse como consecuencia de las fuertes lluvias, deslizamiento de tierra o el bloqueo de los desagües con residuos sólidos (Vihar, 2006).

#### 1.7.2.1 *Inundación*

La inundación es un estado del nivel alto del agua en el río o en el mar, la cual conduce a inundación de tierras que normalmente no están sumergidas, así mismo es un fenómeno natural el mismo que no puede ser diagnosticado cuando se va a suscitar. Las inundaciones

pueden darse gradualmente y también puede tomar horas o incluso puede suceder repentinamente sin ninguna advertencia (Vihar, 2006).

Antes de la presencia del ser humano en el planeta, se mantenía un equilibrio en el medio físico, las precipitaciones que se daban en las zonas montañosas circulaban por el cauce hacia las zonas bajas en donde se inundaban sin que esto fuese un problema; con la aparición del ser humano se dan asentamientos humanos en lugares cercanos a los cuerpos de agua, trayendo problemas cuando se desborda una corriente, así mismo la degradación de la tierra, la modificación del terreno, ocasionan cada vez daños mayores por el resultado de las inundaciones. A su vez la ausencia de planeación y ordenamiento territorial conllevan a una alteración del entorno, causando condiciones inseguras para que se den inundaciones severas (CENAPRED, 2009).

Todo país es propenso a las inundaciones, ya sea que ocurran por elevadas precipitaciones, desbordamientos de canales, fraccionamiento de presas o simplemente por combinación de diversos factores. Conforman, además un caso típico, debido a que, a diferencia de otros riesgos naturales, resultan obligatorias para tener una adecuada actividad de muchos ecosistemas de tipo fluvial, donde el desbordamiento de los cauces provee la suficiente dotación hídrica a los lugares húmedos adyacentes, a su vez el tiempo en fertilizar y reponer los suelos de las cuencas bajas (Ayala & Cantos, 2002).

Existen diversas maneras de las que se puede caracterizar a la inundación, una es el caudal, cuando el agua desborda las orillas del cauce; las inundaciones también se pueden definir como la cota de la lámina de agua en un río, hondonada del agua o fase con el tiempo. La fase de inundación es utilizado frecuentemente para señalar que la altura de la lámina de agua ha llegado a un nivel en el que probablemente causará daño a la propiedad personal, este concepto se basa en la percepción humana de tal manera que la elevación que es considerada fase de inundación dependerá del uso humano de la llanura de inundación, por esta razón la extensión del daño a la propiedad puede o no coincidir con la magnitud de una inundación, es importante mencionar que el intervalo de recurrencia de la inundación corresponden al tiempo medio entre los sucesos de la inundación los cuales son de igual o mayor magnitud.

Es claro que una inundación es considerada como peligro natural y a veces un desastre, no obstante una inundación no es más que un proceso natural de una crecida que sobrepasa la orilla, se convierte en un peligro cuando los individuos construyen en las llanuras, las

inundaciones con cierta periodicidad poseen varios beneficios, brindan sedimento fértil para los cultivos, en algunos casos ayudan a que la tierra se mantenga por encima del nivel del mar y tiene grandes ventajas para los ecosistemas acuáticos (Keller & Blodgett, 2007). De los fenómenos naturales más comunes en Ecuador se tiene a las inundaciones, ocurren cada año debido a los desbordamientos de los ríos, exceso de lluvia, los mismos que causan graves daños, sin embargo, esto se debe principalmente por la deforestación, actividad antrópica y la ubicación de las viviendas en zonas bajas que se encuentran cerca de los ríos y costas.

Es importante mencionar que las inundaciones en las regiones costeras, como es el caso de la parroquia de Rocafuerte, representan graves problemas para las poblaciones que se encuentran ubicados cerca de estas, la magnitud y frecuencia de las inundaciones varían considerablemente, pues resultan de las mareas de la tormenta y de las acciones de la ola. La oleada de tormenta es el aumento de la elevación de la superficie del agua por encima de los niveles normales de marea, la baja presión barométrica y la acumulación de aguas en las zonas costeras como consecuencia de la acción del viento; un largo tramo de agua abierta, la baja presión dentro de una tormenta crea succión como una paja, creando una cúpula de agua cerca del centro de la tormenta. En la profundidad del océano, esta cúpula de agua se hunde y fluye inofensivamente, pero como la tormenta se acerca a la tierra, fuertes vientos en la tormenta empujan esta cúpula de agua hacia la orilla, la elevación del fondo del mar bloquea el escape de agua y viene como una mortal oleada de tormenta, dependiendo de la topografía local, un oleaje de tormenta puede inundar solo una pequeña área. La determinación de que una zona sea inundable depende de varios factores que incluyen la fuerza, intensidad y velocidad de la tormenta, la dirección en la que se está moviendo relativo a la costa, la rapidez con la que el fondo del mar se inclina a lo largo de la costa (FEMA, 2005).

### 1.7.2.2 *Tipos de inundaciones*

#### 1.7.2.2.1 *Inundación fluvial*

Se produce inundaciones en una cuenca fluvial cuando la cantidad de escorrentía (flujo superficial y flujo subterráneo) supera la capacidad del río para transportar esta agua, esto suele suceder durante periodos de alta precipitación cuando hay mucha agua que no puede

infiltrase en el suelo lo suficientemente rápido o a su vez el suelo ya está saturado, resultando en escorrentía superficial que llega a la red fluvial. El grado de inundación depende de la altura máxima de los niveles de agua, así como del volumen total de escorrentía (SEPA, 2015). En un inicio, las crecidas fluviales conformaban un tema extraordinario de escorrentía identificada por una gran cantidad de flujo que se forma y evacua con relativa prisa, en este contexto cuando la capacidad de evacuación del cauce es superada por el flujo, la llanura de inundación es ocupada por el agua, cimentada a través del tiempo por su propio sistema fluvial esencialmente para absorber el impacto, el problema se da cuando el ser humano comienza a instalarse en zonas inundables; históricamente, la base idónea para la ocupación humana son las llanuras aluviales debido al agua que se encuentra disponible, la topografía llana y la fertilidad de sus tierras. Debido a la industrialización las cuencas bajas de los ríos tienen presencia de áreas urbanas ocasionando que las inundaciones que eran solamente un fenómeno geomorfológico natural, pase a ser uno de los mayores riesgos para los pueblos.

Por otra parte, no siempre ha sido estudiada suficientemente la dinámica fluvial, y en muchas situaciones ha conllevado a dar impactos negativos en los sectores de las cuencas o en las llanuras (Ayala & Cantos, 2002). La distribución y la cantidad de las precipitaciones en la cuenca de drenaje está relacionada a la mayoría de las inundaciones, a su vez la velocidad a la que las precipitaciones llenan el suelo y su rapidez con la que la escorrentía superficial de dichas precipitaciones llega al río (Keller & Blodgett, 2007). La diferencia de las inundaciones pluviales es que en este tipo de inundación el agua que se excede sobre los terrenos contiguos pertenece a las precipitaciones que se han registrado en cualquier parte de la cuenca tributaria y no precisamente a la lluvia sobre la zona perturbada (Ahrens, 2000).

#### 1.7.2.2.2 *Inundación pluvial*

La inundación pluvial es producto de la precipitación, se da cuando el terreno se ha saturado por completo y el agua producto de la lluvia exuberante empieza a acumularse, permaneciendo horas o días, hasta que se pueda evaporar y el terreno logre recuperar la capacidad de infiltración que posee (CENAPRED, 2009). Un papel importante en la inundación es la cantidad de humedad del suelo al momento en que la precipitación empieza, el agua que es producto del suelo saturado es como una esponja mojada incapaz

de absorber más humedad, si cae una precipitación desmedida en donde está saturada la cuenca de drenaje, se dará una inundación. Si en una cuenca seca cae la misma cantidad de precipitación, la humedad puede ser absorbida por el suelo en gran cantidad evitando una inundación (Keller & Blodgett, 2007). Las inundaciones generalmente se desarrollan durante un periodo de días, cuando hay demasiada agua a causa de las precipitaciones, en los ríos y el agua se extiende sobre la tierra ocasionando una inundación, sin embargo, pueden suceder muy rápidamente cuando hay precipitaciones fuertes, cae en un corto periodo de tiempo, ocurriendo inundaciones repentinas con poca o ninguna advertencia (Watersafety, 2010).

Cuando las aguas de una inundación surgen directamente de la precipitación, los procesos atmosféricos pueden ser identificados como directamente responsables del evento. Es decir, las lluvias ocurren que están más allá de los valores medios para el área afectada. Es sólo cuando esas precipitaciones exceden el promedio que la tierra que es generalmente seca puede ser afectada; Es decir, se produce una inundación. Por lo tanto, las cantidades de lluvia necesarias para las inundaciones no se pueden definir en términos absolutos. Un evento de precipitación que causa una inundación en un lugar podría estar dentro de los límites de lo que es típico para otro lugar. En términos generales, el umbral de las lluvias productoras de inundación aumenta a medida que aumenta la precipitación media anual para una región (Doswell, 2008). La principal característica de una inundación pluvial es que el agua que se acumula es producto de la precipitación sobre la zona mas no la que viene de alguna otra parte como por ejemplo de la parte alta de la cuenca (Ahrens, 2000).

### 1.7.2.3 *Causas de las inundaciones*

#### 1.7.2.3.1 *Antrópica*

La influencia humana en el comportamiento de las inundaciones es un problema global, unas de las causas de la inundación son las practicas forestales, el flujo de desechos y la sedimentación de las actividades de deforestación de inician rápidamente durante precipitaciones intensas, lo que a menudo bloquea los canales del rio y obstaculiza el régimen del caudal. En algunas ocasiones, la elevada carga de sedimentos de los cauces ocasiona que una porción mayor de las cuencas sea inundada, las consecuencias incluyen canales de agua bloqueados y contaminación de fuente de agua. La recuperación de los

humedales y la alteración de las llanuras de inundación por parte de los propietarios privados, en particular cuando no existen regulaciones, también alteran el régimen de flujo de las aguas de inundación con repercusiones en otras áreas de la cuenca (Duaibe, 2008). Además del riesgo que las personas toman al trasladarse a las zonas propensas a inundaciones, el desarrollo para uso humano a menudo implica despejar la tierra de su vegetación nativa y alterar las características de la cubierta del suelo.

La vegetación trabaja junto con el suelo para almacenar la precipitación, mientras que la vegetación que se haya desprendido, la escorrentía de la lluvia puede aumentar sustancialmente. En lugar de ser absorbido por el suelo y su vegetación natural, en las zonas donde se ha despejado la vegetación (ya sea para la construcción o para la agricultura), es más probable que las lluvias fuertes se escapen y se viertan en arroyos y ríos. Así mismo la construcción de carreteras y edificios también intervienen para aumentar la escorrentía, conduciendo a una alta probabilidad de inundaciones en zonas localizadas. Tal construcción aumenta la fracción de la precipitación que se escapa, sin importar la precipitación anterior. Los incendios causados por el ser humano también pueden ocasionar al menos incrementos temporales en el potencial de escorrentía en las regiones de los ríos y arroyos, es claro que las actividades humanas han aumentado cada vez el riesgo a darse una inundación (Doswell, 2008).

Al referirse a Ecuador, se ha producido una rápida deforestación lo que conlleva a la ausencia de árboles, existiendo un mayor riesgo de erosión del suelo, ya que la precipitación no es interceptada. El daño por inundación es mayor cerca de la boca de un río porque las llanuras de la inundación ancha y plana son más susceptibles al daño.

Otra de las causas antrópicas de las inundaciones es el cambio climático, sus efectos son palpables dentro del ciclo hidrológico, por tal motivo se pronostica largos períodos de inundaciones y cambios extremos en los patrones de precipitación (Geographic, 2010). Los efectos que han sido reconocidos en la actualidad son: el incremento en la intensidad de los extremos climáticos, variantes en el rendimiento agrícola como consecuencia de los patrones de precipitación, proliferación de especies y vectores y la contracción de los glaciares. A su vez esto ocasiona el fenómeno del niño, el mismo que es definido como un modelo climático recurrente el cual involucra cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico tropical. En etapas que van de tres a siete años, las

aguas superficiales de una parte del Océano Pacífico tropical se enfrían o se calientan entre 1 grado centígrado y 3 grados centígrados en referencia a su temperatura normal.

Este calentamiento oscilatorio y el patrón de enfriamiento destacado como ENOS afecta de manera directa a la repartición de las precipitaciones en zonas tropicales, así como también tiene una fuerte influencia sobre el clima en varias partes del mundo, como es el caso del Ecuador, siendo afectado por este fenómeno dando lugar a fuertes lluvias las mismas que ocasionan severas inundaciones a lo largo de la costa ecuatoriana (INTA, 2014).

Por otra parte, en la parroquia Rocafuerte la ausencia de mantenimiento en los desagües ocasiona el bloqueo del mismo porque los canales no son limpiados frecuentemente para su adecuado funcionamiento, en los casos en donde el agua recepta porcentajes altos de nutrientes que provienen del escurrimiento de áreas agrícolas y efluentes líquidos, se evidencia que los canales y desagües están tapados a menudo por malezas acuáticas, así mismo otros residuos causan que se tape el desagüe ocasionando serios problemas. Cuando el diámetro de los ductos no son los adecuados y suficientes para evacuar la lluvia se produce el entubamiento. Todos estos factores son agentes causales de que ocurra una inundación (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015). Debido a estos factores, en el futuro existirá un doble efecto del cambio global por lo que el riesgo de inundaciones seguirá creciendo, por una parte el cambio climático aumentara la frecuencia de los episodios de lluvias intensas lo que aumentara el peligro de inundaciones y por otro lado el cambio de uso de suelo ocasionara que las personas y sus bienes estén expuestos, aumentando la vulnerabilidad (Fernández, 2015).

La mayoría de los daños causados por inundaciones son el resultado de Inundaciones de larga duración causadas por fenómenos meteorológicos como tormentas y oleadas de marea. Las inundaciones también pueden ser causadas por las superficies impermeables, tierra saturada, tasas de infiltración deficientes, erosión de la tierra (Geographyinactions, 2010).

#### 1.7.2.3.2 *Natural*

El vapor de agua, al condensarse en las capas altas y frías de la atmósfera, se convierten en nubes que se muestran en varias representaciones: cúmulos, cirros, estratos y nimbos; de acuerdo con el contenido de vapor de agua que se condensa las mismas que se convierten en gotas de agua. Al estar adecuadamente grandes, se incrementa su peso y velocidad,

concibiendo que se precipiten hacia el suelo en forma de lluvia. Los mecanismos más importantes por los que se generan la precipitación son:

- **Ciclones tropicales:** Al trasladar cantidades grandes de humedad, los ciclones tropicales pueden ocasionar tormentas de duración larga, tales como algunos días y ocupar grandes extensiones. Por lo que pueden ser causa de inundaciones en las principales cuencas del país.
- **Lluvias orográficas:** Tienen lugar con las corrientes de aire húmedo las cuales chocan con las barreras montañosas, ocasionando un ascenso y posteriormente enfriamiento dando lugar a la condensación, resultando de ello la precipitación por donde sopla el viento hacia las montañas.
- **Lluvias convectivas:** Se originan en el calentamiento de la superficie terrestre, debido a que algunas partes de la superficie de la tierra presentan una mejor absorción de los rayos solares, por lo cual el aire que se encuentra en contacto con las zonas cálidas llegan a calentarse en una mayor proporción con respecto a los alrededores dando lugar a corrientes verticales con las que asciende el aire húmedo caliente, cada año las precipitaciones de tipo conectivo ocasionan inundaciones en las zonas con más baja elevación (Ahrens, 2000).

#### 1.7.2.4 *Impactos de las inundaciones*

##### 1.7.2.4.1 *Daños y Pérdidas Humanas*

Las inundaciones están asociadas con peligros particulares para las poblaciones humanas, siendo un riesgo para la salud de las personas si las aguas de las inundaciones se contaminan con residuos. La principal causa de muerte al momento de ocurrir una inundación es ahogarse, en caso de no ocurrir esto, las personas atraviesan por otros problemas serios como sufrir de perforaciones o laceraciones por la presencia de trozos de vidrio o elementos corto punzantes. También se puede dar quemaduras o electrocuciones a causa de la corriente eléctrica, sin descartar a corto plazo, la presencia de transmisión de enfermedades debido a la ausencia de saneamiento o por vectores, lo que puede desencadenar enfermedades como: cólera, meningitis, hepatitis A, dengue, fiebre amarilla, malaria entre otras (Hales, 2012).

En la parroquia Rocafuerte debido a sus condiciones sanitarias y socioeconómicas deficientes, las principales enfermedades que sufre la población a causa de una inundación son: dengue, paludismo, leishmaniosis, malaria, chikungunya, entre otros, también existe la presencia de enfermedades transmitidas por los mosquitos como son: tifoidea, infecciones cutáneas, parasitosis, salmonelosis, que continuamente se presentan por uso de agua estancadas (GAD Parroquial Rocafuerte, 2015).

#### 1.7.2.4.2 *Daños y Pérdidas Materiales*

El agua producto de una inundación puede interrumpir no sólo arruinan casas y negocios y destruyen bienes, sino que también causa daño adicional a propiedad y contenido. El medio ambiente y La vida silvestre también están en peligro debido a la liberación de materiales tóxicos como pinturas, pesticidas, gasolina, etc. (Hales, 2012). En la parroquia Rocafuerte, cuando es época de lluvia el río Mate aumenta su caudal por lo que las comunidades quedan incomunicadas ocasionando problemas en sacar sus productos a la venta acudir a los centros médicos, y a los centros educativos. La cuenca del río Mate, corresponde al sistema hidrográfico del río Rioverde siendo susceptible en menor cantidad a las inundaciones sin embargo existen zonas bajas donde los habitantes del lugar han asentado sus cultivos, los mismos que en época de invierno son inundados con la consecuente pérdida de sus cultivos. Las mareas altas en la zona costera también constituyen un riesgo de inundaciones (GAD Parroquial Rocafuerte, 2015).

### **1.7.3 Sitios Seguros**

Una zona de protección temporal al aire libre es denominada como zona de seguridad, en donde debe cumplir con los parámetros de brindar seguridad para la vida de aquellos que lleguen a ese punto. Una zona de seguridad es definida previamente por personas expertas en donde los riesgos están controlados, para determinar aquellas zonas, se considera que no haya elementos los cuales puedan causar perjuicios por caídas (estructuras antiguas, arboles, cables eléctricos, etc.). La señalización del punto de encuentro frente a un evento en donde existe la necesidad de evacuar un área de trabajo.

El traslado de los habitantes de un área de influencia del fenómeno hacia un lugar seguro es labor esencial de los organismos representantes de la atención. El procedimiento de evacuación tiene un número de variables esenciales, entre las cuales puede ser: el nivel

sociocultural de la población en riesgo, los procedimientos de movilización, estimación del tiempo para realizar el desplazamiento y los recursos precisos para el establecimiento temporal o decisivo de los lugares donde sean trasladados. La evacuación es resultado de una previa preparación de las comunidades. Este proceso puede ocurrir en dos momentos distintos: Antes de que ocurra un evento (cuando es importante salvaguardar bienes y vidas) y después de la ocurrencia del mismo (acciones relacionadas con el levantamiento de personas fallecidas, traslado de pacientes y ubicación de familias en albergues temporales) (Lascars, 2005).

Son espacios extensas y seguros, definidos previamente, predestinadas para la recepción de damnificados (Abrisketa, 2010). El objetivo de un sitio seguro es resguardar a los grupos vulnerables y a la población civil contra amenazas y facilitar la ayuda humanitaria. Un sitio seguro es un lugar físico en donde se brinda seguridad frente a un evento adverso. Una zona de seguridad puede emplearse para designar a un espacio en el territorio que es determinado de manera temporal para salvaguardar a la población de un área afectada (Porto, 2014).

#### **1.7.4 Medias estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo de inundación**

El estudio del riesgo de inundación se basa en establecer la naturaleza y la magnitud de la existencia del riesgo, a través de una evaluación de las amenazas y análisis de los escenarios de vulnerabilidad que pueden proceder de la amenaza, ocasionando afectaciones personales y al medio ambiente. Para reducir el riesgo de inundación se divide a las medidas en dos grupos: medidas estructurales y medidas no estructurales.

##### *1.7.4.1 Medidas estructurales*

Estas medidas comprenden a todas las que se fundamentan en la cimentación de obras civiles con el objetivo de resguardar zonas frente a inundaciones. Las estructuras conviene plantearlas, cuidando los cursos naturales del agua. Las medidas estructurales son de vital importancia para reducir el riesgo de inundación. Se pueden dividir en tres grupos:

- Estructuras de retención: Radica en la retención del agua para impedir inundaciones ligadas a descargas grandes, que pueden ocasionar averías, incluido la falla de misma estructura de retención o de otras que se encuentren sumergidas en el agua. Las estructuras habituales son embalses y presas ubicados aguas arriba de las zonas habitables.
- Estructuras de protección: Resguardan a los lugares habitables de manera directa, impidiendo que el agua entre, siendo estos: disquetes y encauzamientos, este tipo de estructuras dan resguardo frente a inundaciones fluviales.
- Sistemas de drenaje: Se elaboran para gestionar el agua de escorrentía formada por un suceso de precipitación en la zona y su periferia. Son estructuras de defensa frente a inundación pluviales (Rodríguez & Momparler, 2010).

#### 1.7.4.2 *Medidas no estructurales*

Las medidas no estructurales engloban políticas, medidas para el desarrollo del conocimiento, procesos de participación pública y recolección de información que posibilite reducir el riesgo. El empleo de estas medidas permitiría disminuir las consecuencias, principalmente la pérdida de vidas humanas. Tienen como objetivo principal reducir la vulnerabilidad de los pobladores en riesgo durante todo el proceso de una catástrofe (antes, durante y después). A continuación, se observan seis grupos:

- Políticas y planeamiento urbano: Existen lugares donde cohabitan con zonas inundables, en las que están presentes infraestructuras sin tener en consideración la percepción del riesgo. Un adecuado planeamiento urbano necesita impedir la construcción en zonas vulnerables, lo cual necesita del uso normativo que delimite los usos de suelo y el modelo de edificación en lugares con peligro a inundaciones, determinando prohibiciones como: usos de suelo, empleo de materiales de construcción y estructuras que puedan soportar el agua, uso de sistemas de drenaje en donde se establezcan los periodos de retorno e identifiquen el recorrido del flujo con el fin de disminuir daños.
- Predicción de inundaciones: Se fundamenta en la valoración del acontecimiento de un futuro evento utilizando criterios adecuados para el manejo del ambiente y la recolección de datos. Es importante pronosticar el tiempo y duración del caudal máximo en un determinado punto del cauce, producto de elevadas precipitaciones.

- **Comunicación:** Es una característica importante en la reducción del riesgo de inundación. Existen dos grupos: las formas de comunicar a la población en temas de riesgo de inundación y la comunicación en el transcurso del evento de inundación basada en advertir a la población acerca de la amenaza a través del uso de sistemas de alarma.
- **Movilización:** Están incluidas las operaciones realizadas por los servicios de emergencia y fuerzas de seguridad, como es el caso de la evacuación, existen tres categorías en relación a la disponibilidad del tiempo para la evacuación:
  - **Evacuación preventiva:** Se la realiza antes de que inicie el suceso de la inundación.
  - **Evacuación forzosa:** En transcurso del desarrollo del suceso.
  - **Huida:** Desplazar a los habitantes que se encuentran afectados por el evento.
- **Coordinación y procedimiento:** Se realiza este paso con el fin de mejorar la comunicación existente entre funcionarios intervinientes y distintas organizaciones (Rodríguez & Momparler, 2010).

## **1.8 Marco Conceptual**

Amenaza: Evento real, físico, potencialmente destructor; condición de riesgo que pueden llevar a cabo daños o efectos diferentes al bienestar, así como también ocasionar daños a la propiedad, pérdida de ocupaciones y servicios, interrupción social y monetaria, o daños ecológicos (UNISDR, 2009).

### **1.8.1 Amenaza hidrometeorológica**

Anomalía de procedencia climática, oceanográfica, hidrológica que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos al bienestar de las personas y, además, destrucciones de las propiedades, pérdida de suministros, o deterioros ambientales (UNISDR, 2009).

### **1.8.2 Análisis espacial**

Es el proceso de obtener en la información geográfica, modelos y relaciones entre las características. Analiza los métodos que se ubican en el origen de esas estructuras, mediante la distancia, la interacción espacial, el alcance espacial, de polarización, de centralidad, de estrategia o elección espacial, de territorialidad (HYPERGEO, 2014).

### **1.8.3 Desastre**

Interferencia en las actividades rutinarias de una sociedad, causando drásticos daños humanos, materiales, ambientales, sociales y económicos, limitando a la población afectada para salir adelante con sus recursos propios. Es consecuencia de las condiciones de vulnerabilidad, amenazas y pocas formas establecidas para disminuir los efectos negativos del riesgo (UNISDR, 2009).

### **1.8.4 Gestión de Riesgo**

Desarrollo permanente y estable encaminado a la prevención y mitigación, preparación y respuesta a sucesos urgentes, siendo estos aspectos responsabilidades de los organismos de rescate y socorro, así como también de la restauración y reparación luego de haber ocurrido el desastre, las cuales tienen que ser efectuadas por los organismos de desarrollo (UNISDR, 2009).

### **1.8.5 Inundación**

Suceso causado por las precipitaciones, olas, mareas de tempestad o la falla de una estructura, impulsada por la presión, provocando una expansión en el nivel de la superficie libre del agua, de los cursos de agua o del propio océano, produciendo intrusión o entrada de agua en lugares donde normalmente no existe agua, causando daños a la población, la agroindustria, los animales y construcciones (OMM/UNESCO, 1974).

### **1.8.6 Medidas no estructurales**

Hacen mención al progreso del conocimiento, las políticas, contratos públicos, incluidos los sistemas de participación y la administración de la información, los cuales logran disminuir el riesgo e inmediatamente su impacto (Ministerio del Litoral, Organización Panamericana de la Salud, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2008).

### **1.8.7 Respuesta**

Disminución de los impactos en la salud, salvaguardar a las personas, brindar custodia pública y compensar las necesidades fundamentales de las localidades afectadas, aspectos

que estarán a cargo de los servicios de emergencia y de socorro público, mientras esté dándose el desastre o inmediatamente ocurrido el mismo (UNISDR, 2009).

### **1.8.8 Riesgo**

Evento probabilístico de obtener resultados destructivos, o infortunios esperados (defunciones, heridas, propiedad, paralización de actividades económicas o quebranto ambiental) producto de la combinación de las condiciones de vulnerabilidad y de las amenaza naturales o antropogénicas (UNISDR, 2008).

### **1.8.9 Pendiente**

Es la manera de calcula el grado de inclinación que presenta el terreno. Si el terreno posee inclinación mayor la pendiente será mayor (GISWEB, 2014).

### **1.8.10 SIG**

Sistema compuesto por hardware, software el cual tiene relación directa con la interpretación espacial, cuyos resultados son emitidos habitualmente en forma de mapas. Los SIG están siendo utilizados principalmente en los estudios de la vulnerabilidad y la amenaza, más aún para la elaboración y estudios de medidas relacionadas con la gestión del riesgo de desastres (Ministerio del Litoral, Organización Panamericana de la Salud, Progama de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2008).

### **1.8.11 Vulnerabilidad**

Incremento del impacto de amenazas de una comunidad, a ser susceptible por causa de procesos sociales, ambientales, económicos y físicos (Ministerio del Litoral, Organización Panamericana de la Salud, Progama de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2008).

## **1.9 Marco Metodológico**

### **1.9.1 Técnicas de investigación**

Los métodos inductivos están generalmente asociados con la investigación cualitativa mientras que el método deductivo está asociado frecuentemente con la investigación cuantitativa. La investigación cuantitativa se define como aquella en donde se recogen y analizan datos cuantitativos, a diferencia de esta, la investigación cualitativa evita la cuantificación. La diferencia primordial entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales (Fernández & Pértegas Díaz, 2002).

En base a lo antes mencionado, se utilizará un método de investigación cualitativa y cuantitativa, es decir se hará una investigación mixta porque se usará encuestas a la población para calcular la capacidad de respuesta también se utilizará, entrevistas, visitas de campo entre otros. Por otra parte, el tipo de investigación será por pronóstico debido a que se indagará el lugar donde se encuentran las zonas más vulnerables ante la amenaza de inundaciones en la parroquia de Rioverde, así como también será de tipo causal porque explica el fenómeno de inundaciones a partir de su esencia o causa.

La metodología establecida para la presente investigación constará primeramente de la determinación de la incidencia de inundaciones, esto se realizará mediante la elaboración de modelos de escenarios. Aparte de este proceso se identificará la capacidad de respuesta actual ante los escenarios de inundaciones en zonas vulnerables para posteriormente proceder a la determinación de los sitios seguros. Finalmente, con la percepción de la población diagnosticada mediante visitas de campo, encuestas, entre otros, se procederá a generar propuestas para la gestión del riesgo. En base a esto la metodología busca tener como resultado un simulacro el cual será de vital importancia al momento de ocurrir inundaciones en la parroquia de Rocafuerte.

### **1.9.2 Metodología AHP**

La metodología AHP (Analytic Hierarchy Process) por sus siglas en inglés, es una técnica fundamentada en evaluar distintos criterios que logran permitir la jerarquización del proceso y el objetivo final, se basa en mejorar y perfeccionar la toma de decisiones. Este

método es utilizado para solucionar situaciones en donde priorizar diversas opciones es de vital importancia para posteriormente determinar cuál opción es la más útil. Empleando esta técnica las decisiones pueden variar significativamente, convirtiéndose en decisiones simples y cualitativas hasta contextos de decisiones complejas y netamente cuantitativas (Sevilla, 2015). En base a esta metodología se realizará una valoración y ponderación de variables. La misma que se fundamenta en asignar ponderaciones a las variables elegidas previamente, esto se realizará de acuerdo a la importancia de las inundaciones, así mismo se asignará un valor a cada uno de los indicadores que tienen las variables tomando en cuenta el criterio.

### 1.9.3 Método Scoring

El análisis por ponderación lineal o Scoring, facilita las decisiones en base a juicios comunes. El resultado de este análisis es una medida que soluciona los factores que se encuentran en problemas, determinando la mejor opción para resolverlos. Este método es usado en dificultades que demandan de un análisis multicriterio con escasa información, conocida de igual manera como ponderación lineal a causa de que se realiza la asignación de pesos a cada una de los criterios ocasionando una dependencia lineal, este modelo cumple esta ecuación:

$$S_j = \sum_i w_i * r_{ij} \quad (1)$$

Dónde:

- $S_j$ : Valor para la Alternativa  $j$
- $w_i$ : ponderación para cada Alternativa  $j$
- $r_{ij}$ : ponderación del Criterio  $i$  en función de la Alternativa  $j$  (Roche & Vejo, 2011).

### 1.9.4 Muestreo aleatorio estratificado

El muestreo aleatorio estratificado se aplica para dividir a la población en grupos a partir de características en común que presenten, con el objetivo de garantizar que cada uno de los grupos seleccionados represente de una manera equitativa a la muestra, así mismo a los grupos también se los denomina estratos (Lind & Marchal, 2012). Este tipo de muestreo se lo utilizará para definir a las personas que se les realiza las encuestas, así como también se

determinará mediante este tipo, el número de personas que participaran en la realización del simulacro.

### **1.9.5 Unidad mínima cartografiable**

La unidad mínima cartografiable es conocida también como área mínima cartografiable, la unidad mínima es considerada como la superficie más pequeña que va a ser delimitada en un mapa (Beltrán, 2012). Para el presente estudio se utilizará la escala 1:25.000, la misma que permitirá lograr una relación con la representación espacial y la eficiencia en la lectura y utilidad de los mapas; considerando que 0,4 mm es la longitud que el ojo humano puede percibir, la unidad mínima Cartografiable debe ser calculada de la siguiente manera:

$$1\text{cm: } 25.000\text{cm}$$

$$1\text{cm: } 250.000\text{mm}$$

$$\text{Por lo tanto: } 250.000\text{mm} \times 0,4\text{mm} = 100.000\text{mm} = 10.000\text{cm} = 100 \text{ m lineales}$$

$$\text{o } 10\,000\text{m}^2 \text{ (1 ha)}$$

## CAPÍTULO II. INCIDENCIA DE INUNDACIONES MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE MODELOS DE ESCENARIOS

### 2.1 Delimitación de la población

Para poder realizar las encuestas a la población de Rocafuerte, primero se efectuó el cálculo del tamaño de la muestra, tomada del total de hogares existentes (1295) en el lugar, este dato fue recopilado a través del censo de población y vivienda del 2010 (INEC, 2010). La fórmula aplicada es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 pqN}{NE^2 + z^2 pq} \quad (2)$$

Dónde:

n= tamaño de la muestra

z= nivel de confianza deseado

p= proporción esperada

q= 1-p

N= total de la población

E= error en la investigación. (Lind & Marchal, 2012)

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5) (0,5) (1295)}{1295 (0,05)^2 + (1,96)^2 (0,5) (0,5)} = 296 \quad (3)$$

La fórmula realizada establece que el tamaño de la muestra para Rocafuerte es de 296 encuestas, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

## 2.2 Recopilación de datos

La recopilación de datos se realizó mediante visitas de campo, reuniones con los representantes del GAD de Rocafuerte y encuestas a la población. Se realizaron dos tipos de encuestas una para la población y la otra para los representantes del GAD.

Las encuestas dirigidas a la población se realizaron mediante una visita aleatoria a 296 hogares de la cabecera parroquial. Las edades seleccionadas para el estudio comprendían entre los 30 a los 80 años de edad.

En las visitas de campo realizadas se realizó un reconocimiento del lugar, familiarizándose así con la cabecera parroquial para poder realizar un estudio adecuado, así como también se tuvo varias reuniones con representantes del GAD como es el caso de la presidenta de la junta parroquial, el representante del departamento de avalúos y catastros, el representante del departamento de la gestión de riesgos.

### 2.2.1 Datos históricos de precipitaciones

Se accedió a registros de los últimos 6 años tomados del INAMHI<sup>2</sup>. Los registros corresponden a la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto, siendo esta la más cercana a la parroquia Rocafuerte, dado que en lugar no existen estaciones meteorológicas. Los datos a partir del 2012 se pueden apreciar en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6; datos anteriores a esta fecha no se pudieron obtener debido a que la estación aun no existía.

Tabla 1. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2012

2012	Precipitación (mm)			
	Normal	Mes	% Variación	Días con lluvia
Enero	136,7	252,7	84	26
Febrero	173,6	201,7	16	23
Marzo	118,8	158,1	33	16
Abril	115,1	77,9	-32	15
Mayo	55,3	147,7	167	23
Junio	55,9	55,1	-1	14

---

INAMHI <sup>2</sup>: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

Julio	25,6	12,1	-52	6
Agosto	15,3	21	37	10
Septiembre	29,6	1,1	-96	4
Octubre	19	5,9	-68	5
Noviembre	25,5	16,9	-33	5
Diciembre	43,7	2,6	-94	4

Tabla 2. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2013

2013	Precipitación (mm)			
	Normal	Mes	% Variación	Días con lluvia
Enero	136,7	166,6	21	27
Febrero	198,6	155,9	-21	13
Marzo	111,3	196,5	76	20
Abril	115,1	122,5	6	14
Mayo	55,3	82,7	50	20
Junio	55,9	6,7	-88	11
Julio	25,6	9,7	-62	13
Agosto	15,3	18,2	18	12
Septiembre	29,6	11,2	-62	9
Octubre	19	24,9	31	11
Noviembre	25,5	1,4	-95	3
Diciembre	43,7	10,9	-75	5

Tabla 3. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2014

2014	Precipitación (mm)			
	Normal	Mes	% Variación	Días con lluvia
Enero	124,8	199,7	60	16
Febrero	173,6	187,6	8	19
Marzo	118,8	214,2	80	15
Abril	138,9	123,9	-11	15

Mayo	73,1	156,7	114	21
Junio	46,4	33,1	-29	13
Julio	26,3	13,7	-48	8
Agosto	12	32,4	170	8
Septiembre	27,4	10,6	-61	4
Octubre	18,2	13,2	-27	12
Noviembre	29,6	7,4	-75	5
Diciembre	49,3	14,7	-70	9

Tabla 4. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2015

2015	Precipitación (mm)			
	Normal	Mes	% Variación	Días con lluvia
Enero	124,8	55,4	-56	12
Febrero	173,6	147,9	-15	15
Marzo	118,8	116	-2	18
Abril	138,9	88	-37	12
Mayo	73,1	147,5	102	19
Junio	46,4	25,6	-44	16
Julio	26,3	93,4	255	18
Agosto	12	8	-33	5
Septiembre	27,4	3,3	-88	3
Octubre	18,2	31	70	13
Noviembre	29,6	26,9	-9	10
Diciembre	49,3	132,9	170	13

Tabla 5. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2016

2016	Precipitación (mm)			
	Normal	Mes	% Variación	Días con lluvia
Enero	124,8	356,7	186	22
Febrero	173,6	207,6	19	20

Marzo	118,8	120,3	1	16
Abril	138,9	147,5	6	17
Mayo	73,1	154,4	111	12
Junio	46,4	52,7	14	13
Julio	26,3	10,2	-61	13
Agosto	12	1,8	-85	5
Septiembre	27,4	35,6	29	16
Octubre	18,2	2,2	-88	2
Noviembre	29,6	0,1	-99	1
Diciembre	49,3	18	-63	10

Tabla 6. Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica Esmeraldas aeropuerto - 2017

2017	Precipitación (mm)			
	Normal	Mes	% Variación	Días con lluvia
Enero	124,8	232,8	87	20
Febrero	173,6	65,8	-62	10
Marzo	118,8	85,9	-27	13
Abril	138,9	119	-14	14
Mayo	73,1	181,2	148	25
Junio	46,4	114,5	147	18

### 2.2.2 Datos históricos a través de la prensa escrita

La recopilación de datos se realizó mediante investigación de los últimos diez años, en distintos medios de prensa escrita disponibles en la web. A continuación, se presenta los hechos relevantes encontrados:

- 10 de enero del 2017, las fuertes lluvias ocasionadas por la presente estación invernal, están produciendo estragos en el cantón Rioverde, donde desde el pasado fin de semana se registran inundaciones en la cabecera cantonal, en Palestina y Rocafuerte, se dispuso la suspensión de clases en el colegio Ramón Estupiñán de Rocafuerte (La Hora, 2017).
- 26 de enero del 2016 hubo familias damnificadas debido al desbordamiento de los ríos: Verde, Ostiones, Orqueta y Culebra (El Comercio, 2016).

- 13 de mayo del 2015 los estudiantes de la parroquia de Rocafuerte tuvieron que saltar las corrientes de agua que bajaban de la parte alta (El Comercio, 2015).
- 27 de julio del 2015 en la provincia de Esmeraldas, las lluvias son frecuentes en los siete cantones (El Comercio, 2015).
- 13 de marzo del 2013, los alcaldes de Rioverde, Eloy Alfaro, Quinindé y Atacames, en Esmeraldas, pidieron al COE<sup>3</sup> de la provincia, que se declare la emergencia debido a las fuertes lluvias (La Hora, 2013).
- 21 de febrero del 2012, Tras las últimas lluvias que se han presentado en varias partes del país, que han anegado varios poblados, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos resolvió ayer decretar la alerta amarilla para Esmeraldas la misma que se ha visto afectada por el temporal (La Hora, 2012).
- 21 de enero del 2011 en la parroquia de Rocafuerte, el invierno también causa estragos; hubo derrumbes, ríos con mayor caudal y barrios inundados (El Universo, 2011).
- 18 de diciembre del 2010 en la provincia de Esmeraldas y en sus cantones, soporta fuertes temporales; la crecida de ríos causó estragos (El Universo, 2010).
- 11 de enero del 2008, de acuerdo con el observador meteorológico del INOCAR<sup>4</sup>, en lo que va de enero del 2008 se ha registrado una precipitación de 54 milímetros sobre la provincia de Esmeraldas (La Hora, 2008).

### **2.2.3 Datos históricos mediante encuestas a la población**

Se efectuó 296 encuestas de manera aleatoria a los hogares de la cabecera parroquial de Rocafuerte, en donde a manera de plática se fueron realizando las preguntas, mismas que tienen una codificación previa para facilitar la contestación y análisis de las respuestas. Para ubicar los puntos donde se realizaron las encuestas, se utilizó la ortofoto del lugar de estudio previamente impresa. Posterior a la realización de cada encuesta se tomaron los lugares donde se desarrollaron las mismas. El modelo de encuesta realizada se encuentra en el Anexo 1.

---

<sup>3</sup> COE: Comité de Operaciones de Emergencia

<sup>4</sup>INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada

## 2.2.4 Datos históricos mediante encuestas a los representantes del GAD

Se realizó una encuesta a la presidenta de la junta parroquial Sra. Lidia Delgado, para conocer como es la situación de la gestión de riesgos en la parroquia de Rocafuerte, a su vez para evaluar la capacidad de respuesta que posee el lugar en caso de presentarse una inundación. El modelo de encuesta realizado de lo puede observar en el Anexo 2.

## 2.2.5 Recopilación de cartografía temática

El GAD de Rocafuerte solo contaba con el PDOT<sup>5</sup> en formato digital, mas no poseían los archivos formato shapefile, consecuencia de esto se contactó con la constructora Borja & Borja quienes colaboraron en conjunto al GAD parroquial y al Municipio de Rioverde para la elaboración del PDOT. La persona a cargo de llevar esta información fue quien proporcione: vías, ríos, isoyetas, uso y cobertura vegetal, textura del suelo, pendientes, plano censal a nivel parroquial. Debido a que la constructora no poseía las curvas de nivel con la altura necesaria para la realización del estudio, se procedió a solicitar al IGM <sup>6</sup> las curvas de nivel de 1 metro determinantes para el desarrollo de la investigación.

## 2.3 Tratamiento de los datos

### 2.3.1 Codificación de encuestas

Las encuestas realizadas a la población constaron de once preguntas abiertas, por lo cual se realizó una codificación, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Codificación de encuestas

Preguntas	Respuestas	Código	Preguntas	Respuestas	Código
P1	30 - 39	1	P2	Daños en la vivienda	1
	40 - 49	2		Daños en la agricultura y pesca	2

<sup>5</sup>PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

<sup>6</sup>IGM: Instituto Geográfico Militar

	50 - 59	3		Impedimento en realizar el trabajo	3
	60 - 69	4		Cierre de vías	4
	70 - 80	5		Pérdida de vidas humanas	5
				Ninguno	6
P3	Todos los años	1	P4	0, 10 - 0, 20	1
	Inicios de este año	2		0, 21 - 0, 30	2
	El año anterior	3		0, 31 - 0, 40	3
				0, 41 - 0, 50	4
				0, 51 - 0, 60	5
			0, 61 - 0, 70	6	
P5	Colaboración entre todos	1	P6	Zonas altas ( montaña, loma)	1
	Esperar la ayuda del GAD	2			
	Ver lo que se puede recuperar	3			
	Participar de los programas del gobierno	4			
	Continuar con lo habitual	5			
P7	Daños materiales	1	P8	Desbordamiento de ríos	1
	Pérdidas económicas	2		Deslizamiento de tierra	2
	Interrupción del comercio	3		Caída del puente de Rioverde	3
	Enfermedades	4		Caída de árboles	4

	Ninguno	5		Ninguno	5
P9	Seguir con lo habitual	1	P10	No	1
	Sacar el agua que se metió	2		SGR	2
	Ver lo que se puede recuperar	3	P11	No	1
	Colaboración entre todos	4		Luego del terremoto	2
	Informar al GAD	5		Luego del tsunami	3
	Acudir al centro de salud u hospital	6			

La categorización descrita anteriormente se realizó a criterio del investigador permitiendo tabular las mismas y determinar cómo es la percepción de la población frente a las inundaciones.

### 2.3.2 Encuestas geo referenciadas

Mediante el programa ArcGIS 10.4.1 se generó un nuevo shapefile denominado “encuestas”, en donde se ingresó los puntos de ubicación de las 296 encuestas realizadas, sobreponiendo la ortofoto debajo de este shapefile, como se observa en la figura 4 y se presenta en el Anexo 3.

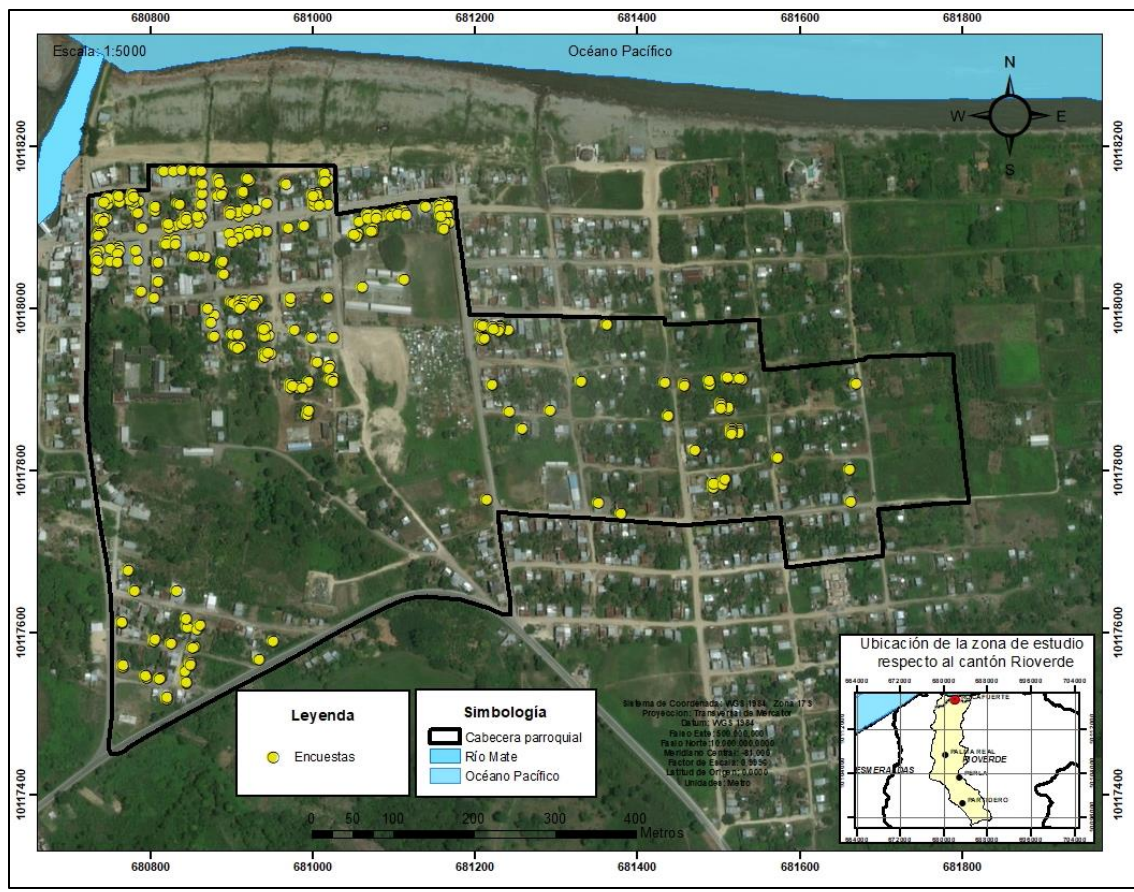


Figura 4. Encuestas realizadas a la población de la cabecera parroquial Rocafuerte

En la figura 5 se encuentra la altura recopilada de la percepción de la población ingresada en el programa ArcGIS 10.4.1.

FID	Shape *	Id	Alt pob
0	Point	0	0,15
1	Point	0	0,10
2	Point	0	0,20
3	Point	0	0,55
4	Point	0	0,15
5	Point	0	0,40
6	Point	0	0,35
7	Point	0	0,15
8	Point	0	0,70
9	Point	0	0,25
10	Point	0	0,60
11	Point	0	0,22
12	Point	0	0,50
13	Point	0	0,30
14	Point	0	0,15
15	Point	0	0,30
16	Point	0	0,50
17	Point	0	0,10
18	Point	0	0,18
19	Point	0	0,45
20	Point	0	0,30
21	Point	0	0,25
22	Point	0	0,40
23	Point	0	0,50
24	Point	0	0,55
25	Point	0	0,65
26	Point	0	0,45
27	Point	0	0,12
28	Point	0	0,10
29	Point	0	0,35
30	Point	0	0,18

Figura 5. Datos de altura de inundaciones

Los datos de altura de inundaciones fueron recopilados de la percepción de la población por lo cual no indicaban la altura real. En base a esto se procedió a realizar el cálculo de la altura, para poder determinar las zonas que podrían enfrentar inundaciones en posteriores eventos. Se ingresó en el programa ArcGIS 10.4.1 las curvas de nivel de 1m, para generar el modelo digital de elevación, el mismo que se observa en la figura 6.

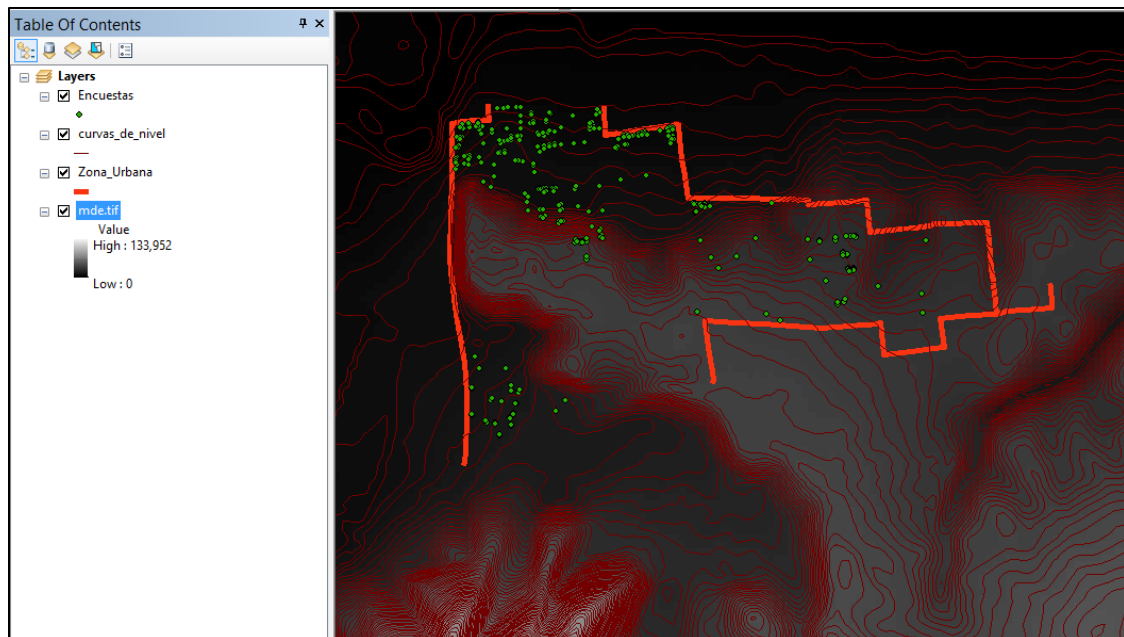


Figura 6. Modelo digital de elevación

Con el shape “encuestas” y el modelo digital de elevación se heredaron los puntos en 3D, utilizando la herramienta “functional surface” – “interpolate shape”, herramienta que se observa en la figura 7.

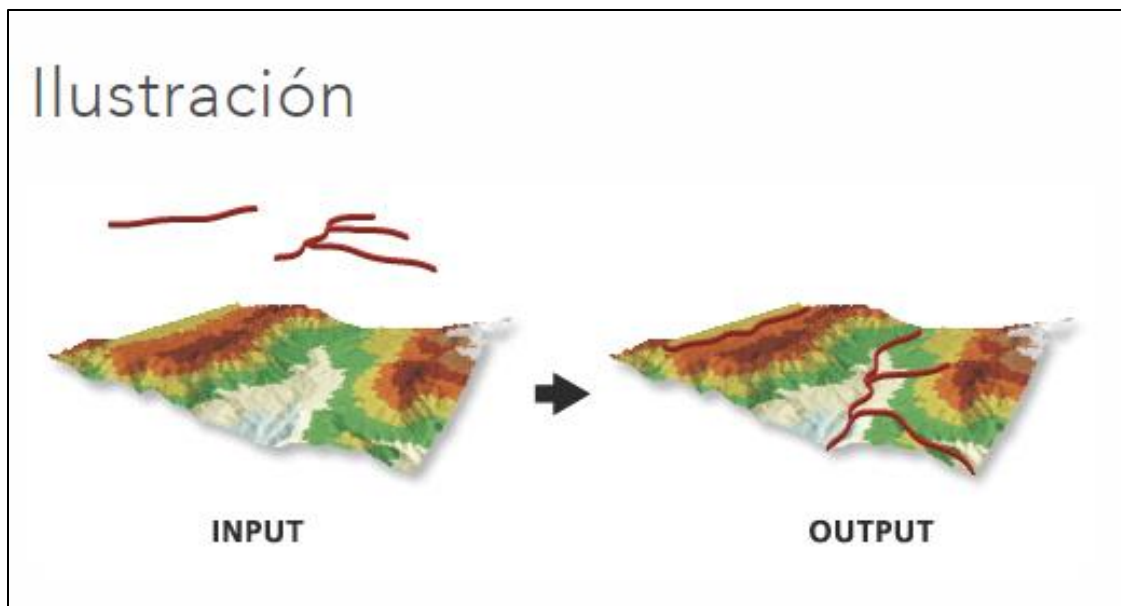


Figura 7. Herramienta interpolate shape

Fuente: ArcGIS Pro, 2017

Una vez realizada la interpolación se obtuvo un nuevo shapefile denominado “Puntos\_3D”, dentro de la tabla de atributos de esta capa se procedió a crear un campo designado “Z” como se observa en la figura 8.

FID	Shape*	Id	Alt_pob	Z
0	Point ZM	0.15		5.032621
1	Point ZM	0.10		22.227277
2	Point ZM	0.20		37.234697
3	Point ZM	0.55		1.996513
4	Point ZM	0.15		20.430782
5	Point ZM	0.40		3.666469
6	Point ZM	0.35		2.688243
7	Point ZM	0.15		3.942624
8	Point ZM	0.70		2.492053
9	Point ZM	0.25		4.245096
10	Point ZM	0.60		2.171135
11	Point ZM	0.22		6.740766
12	Point ZM	0.50		2.796269
13	Point ZM	0.30		3.662762
14	Point ZM	0.15		9.351546
15	Point ZM	0.30		2.305945
16	Point ZM	0.50		3.217603
17	Point ZM	0.10		5.838997
18	Point ZM	0.18		3.779941
19	Point ZM	0.45		5.52906
20	Point ZM	0.30		17.573896
21	Point ZM	0.25		3.341531
22	Point ZM	0.40		13.798007
23	Point ZM	0.50		1.971771
24	Point ZM	0.55		2.518296
25	Point ZM	0.65		5.356756
26	Point ZM	0.45		1.623813
27	Point ZM	0.12		2.557539
28	Point ZM	0.10		4.649574
29	Point ZM	0.35		2.60265
30	Point ZM	0.18		24.794438

Figura 8. Creación del campo Z

Utilizado la herramienta “Calculate geometry”, se calculó Z. Se aprecia en la figura 9.

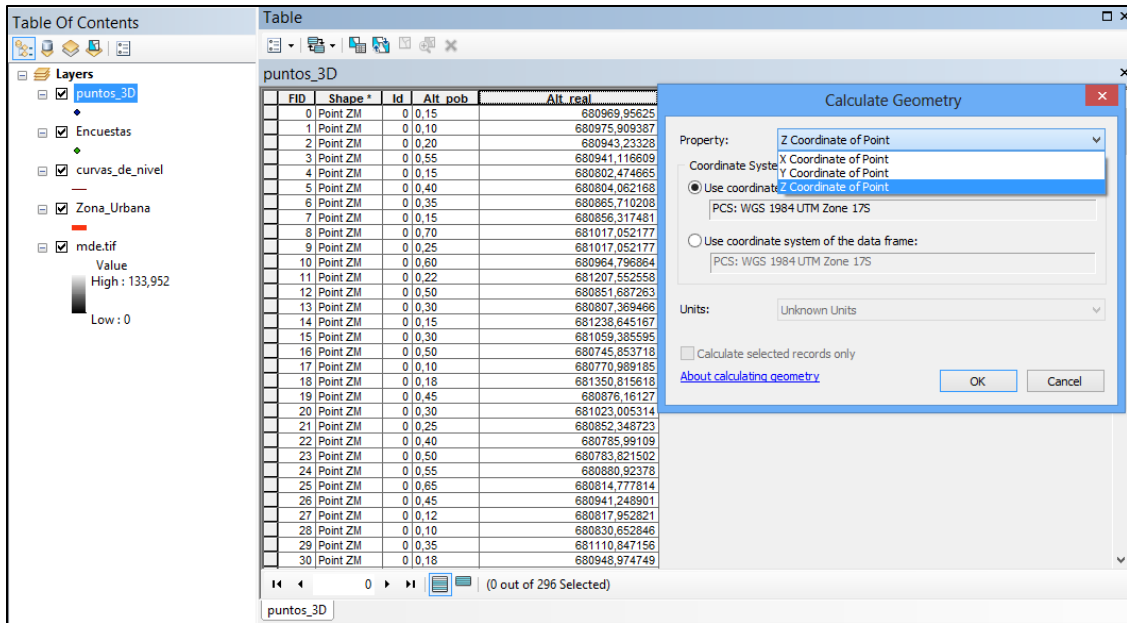


Figura 9. Cálculo Z

Finalmente se crea un nuevo campo llamado “Altura”, el cual fue la altura real, utilizando la herramienta “Field Calculator” se efectuó la sumatorio de la altura de la percepción de la población más Z, determinando así la altura requerida, apreciada en la figura 10.

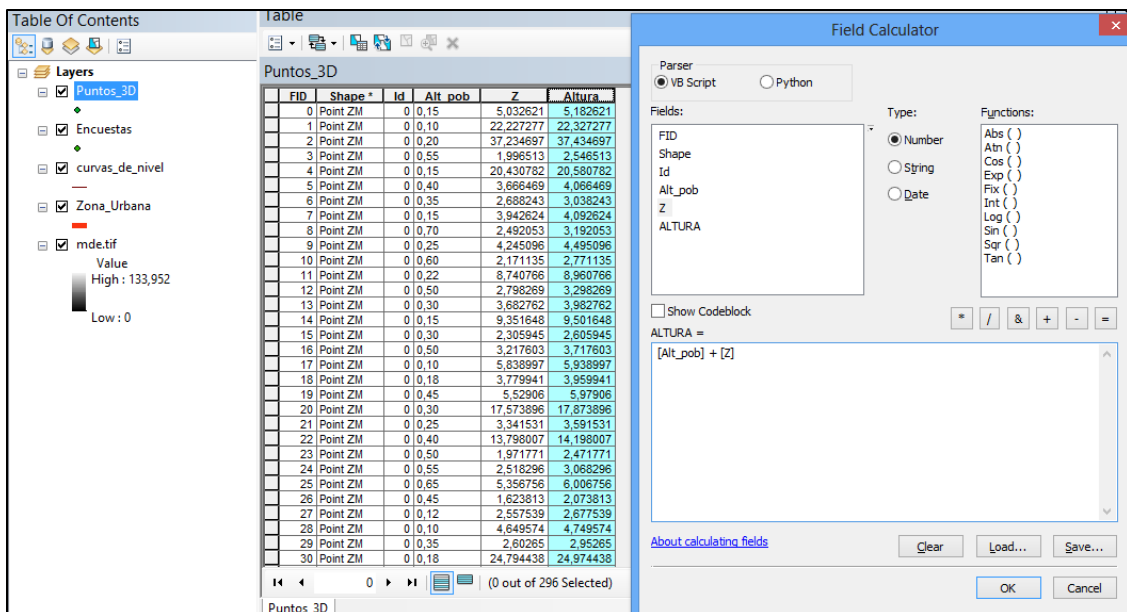


Figura 10. Cálculo de la altura real

## 2.4 Modelos de escenarios

### 2.4.1 Determinación de los escenarios en Excel

Para realizar el cálculo de los posibles escenarios, se efectuó un diagrama de dispersión en Excel, en donde se representa la homogeneidad de dos variables, siendo dependiente de la altura por medio de curvas de nivel de 1 metro con respecto al número de encuestas. De esta manera se obtuvieron las cotas máximas para cada escenario posible frente a una inundación. Nótese en la figura 11.

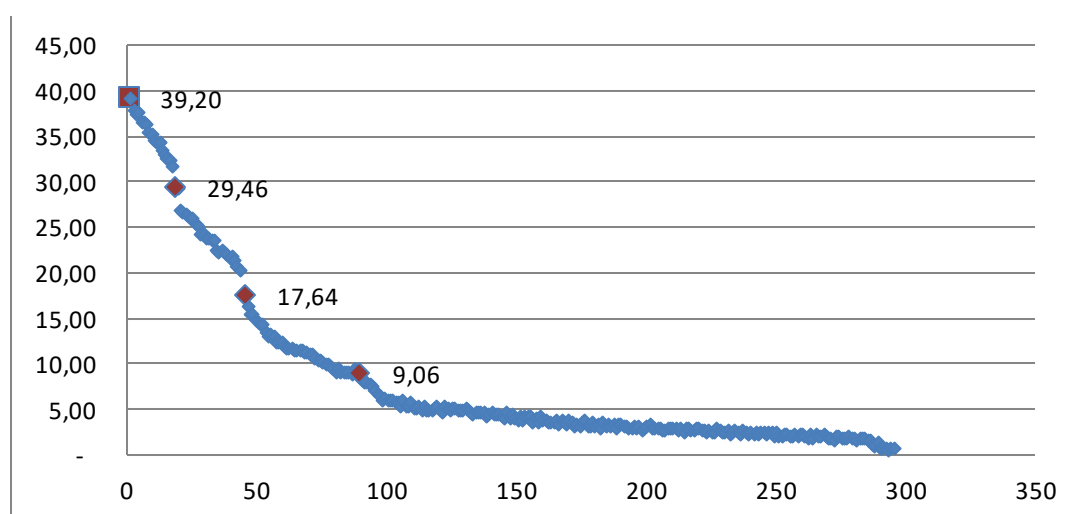


Figura 11. Modelos de escenarios

Como se puede observar en la figura 11, la curva es homogénea a lo largo de la línea de tendencia exponencial, a diferencia de cuatro puntos representados con diferente color; estos muestran que existen 4 escenarios posibles (cotas máximas) para las zonas que tengan pendientes del 0 a 12 % siendo estas planas y ligeramente onduladas (FAO, 2009). Se tomaron en consideración estas pendientes debido al grado de inclinación que representan en el terreno para realizar el estudio de inundaciones.

El estudio de los escenarios de riesgo es importante para determinar acciones preventivas y correctivas frente a la posibilidad de que ocurra una amenaza de inundación y esta pueda desencadenar un desastre. La curva con tendencia exponencial nos permite realizar estudios en distintos puntos ya que esta es la representación de la correlación de ambas

variables, pero se toman los puntos previamente mencionados por la particularidad y dispersión de los mismos, obteniendo así la tabla 8.

Tabla 8. Escenarios para la cabecera parroquial de Rocafuerte

Escenario N°1	En el caso de que llegara a suceder una inundación para este escenario, se inundarían todos los lugares que tengan una cota de 9,06 msnm, pero que presenten una pendiente del 0 al 12 %. Además, se observa homogeneidad, es decir un mismo período de inundación. A diferencia de la cota señalada, la cual demuestra una particularidad de dispersión, determinante para enfocarse en el estudio de la misma.
Escenario N°2	De ocurrir este escenario, la cota máxima llegaría hasta los 17,64 msnm, en terrenos con pendientes del 0 al 12 %. Evidenciándose la presencia de una leve inclinación de la pendiente. En este punto se vuelve a demostrar un detalle que no permite continuar con lo uniformidad.
Escenario N°3	Las zonas con pendiente de 0 a 12 % presentarían inundación en donde la cota máxima alcanzaría los 29,46 msnm. Escenario seleccionado para su estudio y análisis por la diferencia y dispersión observada en el gráfico.
Escenario N°4	La inundación se daría hasta los 39,20 msnm, en terrenos con pendiente de 0 a 12 %. Se representa en la gráfica mayor dispersión. Cota seleccionada por ser el punto máximo en la curva para el estudio.

## 2.4.2 Elaboración de modelos de escenarios en ArcGIS 10.4.1

Para determinar los modelos de escenarios en la cabecera parroquial de Rocafuerte, presentados a continuación, se empleó el programa ArcGIS 10.4.1, en donde se hizo un álgebra de mapas por medio de la herramienta “Raster calculator”. Nótese figura 12.

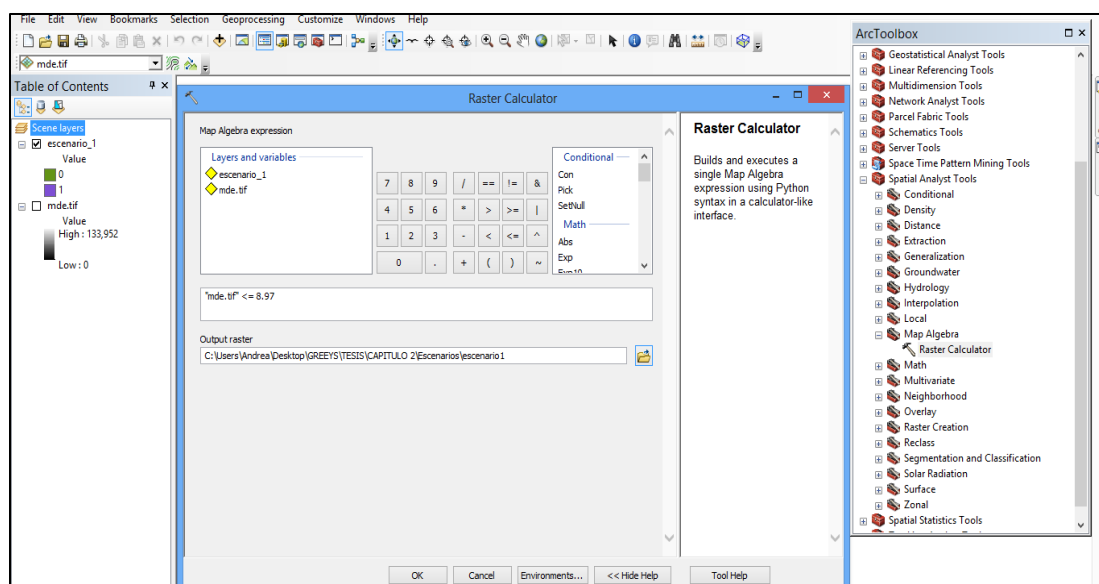


Figura 12. Herramienta Raster Calculator

### ▪ Escenario N<sup>o</sup>1:

Fue determinado mediante el álgebra de mapas, con el modelo digital de elevación y los valores menores o iguales a 9,06 msnm, siendo el valor de la cota máxima para el escenario número 1. A su vez se calculó la superficie y perímetro para este escenario, convirtiendo el raster obtenido con el álgebra de mapas a un polígono, mediante la herramienta “Conversion tools” - “Raster to polygon”. En la tabla de atributos se creó dos campos, mediante la herramienta “Calculate geometry”, determinando las medidas descritas anteriormente. El resultado de este proceso es un perímetro de 2,08 km y una superficie de 0,08 km<sup>2</sup>. Se observa en la figura 13 y se presenta en el Anexo 4.

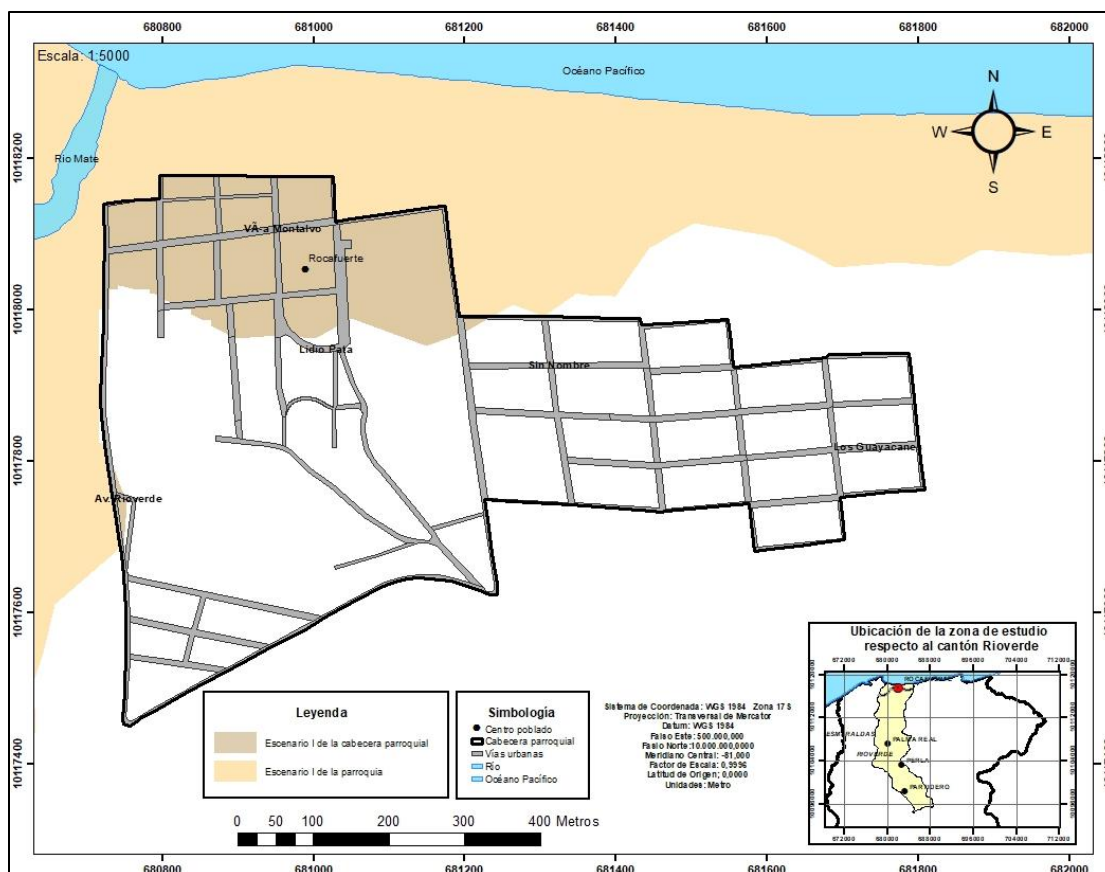


Figura 13. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario I

Este modelo parte de la cota de 0 msnm a los 9,06 msnm, es el escenario más factible frente a una inundación, debido a sus características. La llanura que posee el terreno afecta significativamente a la población en el momento de que sucediera, el agua ingresaría de manera rápida, ocasionando daños materiales y humanos. A su vez, se encuentra cerca al Río Mate. Sin embargo, la escala de afectación sería menor en comparación al segundo y tercer escenario, a causa de que posee una superficie de 0,08 km<sup>2</sup> y un perímetro de 2,08 km.

La probabilidad de que ocurra este escenario fue determinada con la frecuencia relativa, mediante Excel y la función “countifs” primero se determinó la frecuencia absoluta y luego se realizó la frecuencia relativa con el valor de cada rango dividido para el total del mismo. Para este escenario la probabilidad de ocurrencia es de 70,95%, determinando que es el escenario con mayor incidencia a suceder.

▪ **Escenario N°2:**

Se lo realizó mediante el álgebra de mapas, con el modelo digital de elevación y los valores mayores a 9,06 msnm y menores o iguales a 17,64 msnm, siendo el valor de la cota máxima para el escenario número 2. A su vez se calculó la superficie y perímetro para este escenario, convirtiendo el raster obtenido con el álgebra de mapas a un polígono, mediante la herramienta “Conversion tools” - “Raster to polygon”. En la tabla de atributos se creó dos campos, mediante la herramienta “Calculate geometry”, se determinó las medidas descritas anteriormente. El resultado de este proceso es un perímetro de 5,63 km y una superficie de 0,18 km<sup>2</sup>. Se puede apreciar en la figura 14, Anexo 5.

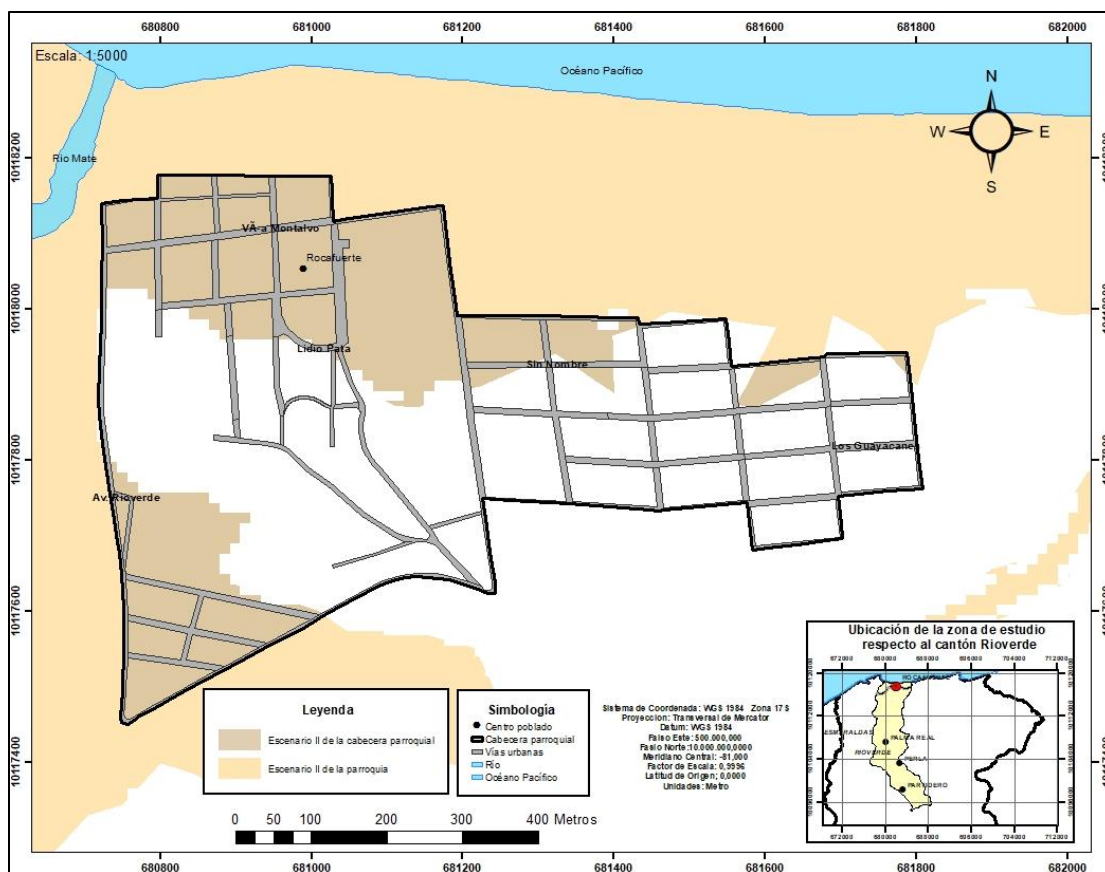


Figura 14. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario II

Se origina a partir de la cota de 9,06 msnm hasta la cota de 17,64 msnm. En el caso de que sucediera este escenario, la escala de afectación a la población sería mayor al caso anterior, ya que cuenta con una dimensión de superficie de 0,18 km<sup>2</sup> y un perímetro de 5,63 km. Simultáneamente es un escenario factible debido a que se encuentra a una altitud menor a los 17 metros sobre el nivel del mar. A causa de que la pendiente presenta un ligero cambio

en el terreno, todavía se consideraría que posee un menor grado de inclinación frente a escenarios posteriores, ocasionando de esta manera daños o perjuicios moderados para la población.

La probabilidad de que ocurra este escenario fue determinada con la frecuencia relativa, mediante Excel y la función “countifs” primero se determinó la frecuencia absoluta y luego se realizó la frecuencia relativa con el valor de cada rango dividido para el total del mismo. Este escenario presenta dos probabilidades la probabilidad de 70,95% del escenario 1 y adicional a esta la probabilidad de 13,85%, la cual es para este escenario.

▪ **Escenario N°3:**

Se hizo el cálculo mediante el álgebra de mapas, con el modelo digital de elevación y los valores mayores a 17,64 msnm y menores o iguales a 29,46 msnm, siendo el valor de la cota máxima para el escenario número 3. A su vez se calculó la superficie y perímetro para este escenario, convirtiendo el raster obtenido con el álgebra de mapas a un polígono, mediante la herramienta “Conversion tools” - “Raster to polygon”. En la tabla de atributos se creó dos campos, mediante la herramienta “Calculate geometry”, se determinó las medidas descritas anteriormente. El resultado de este proceso es un perímetro de 9,61 km y una superficie de 0,40 km<sup>2</sup>. Nótese en la figura 15, Anexo 6.

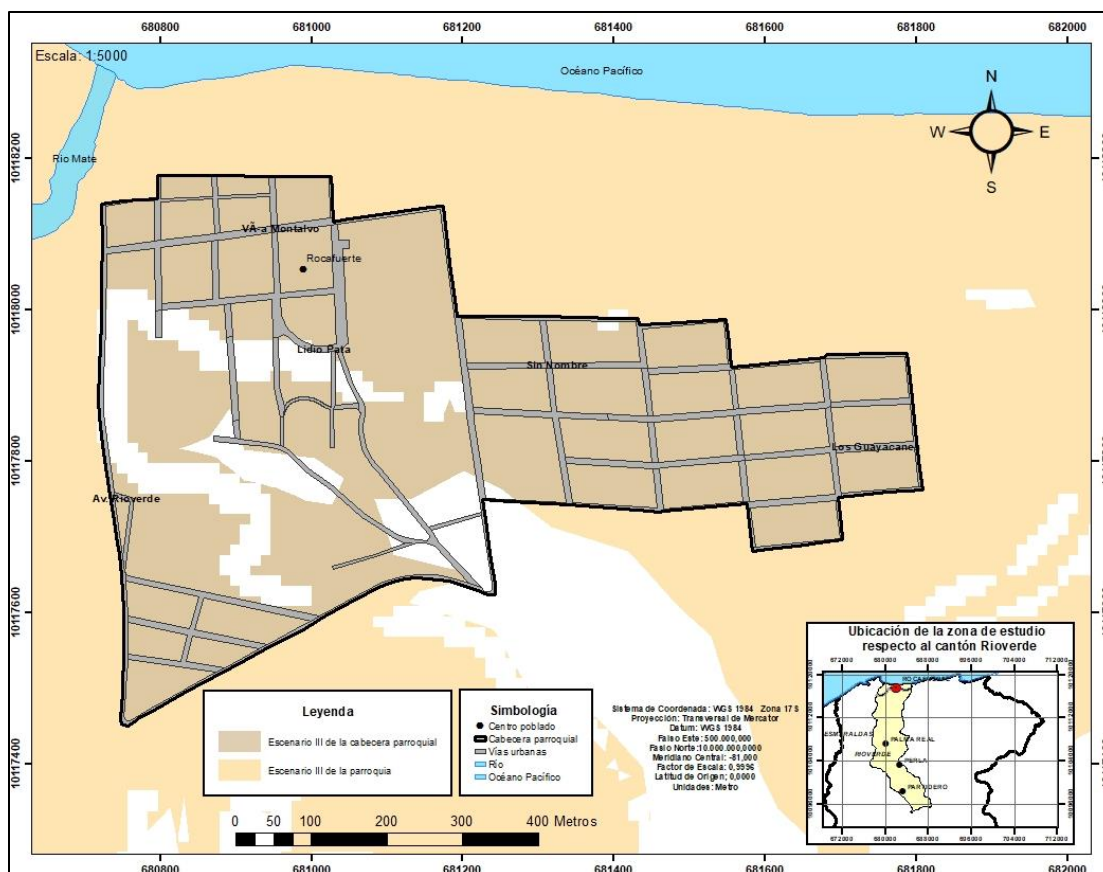


Figura 15. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario III

Al generarse un posible caso de inundación, este escenario va desde la cota de los 17,64 msnm hasta la cota de los 29,46 msnm. Tendría mayor ventaja que los escenarios anteriores, ya que presenta un cambio notorio en el grado de inclinación de su pendiente.

La probabilidad de que ocurra este escenario fue determinada con la frecuencia relativa, mediante Excel y la función “countifs” primero se determinó la frecuencia absoluta y luego se realizó la frecuencia relativa con el valor de cada rango dividido para el total del mismo. Para el acontecimiento de este escenario tendría 3 probabilidades, la primera de 70,95% correspondiente al primer escenario, la segunda de 13,85% correspondiente al segundo escenario y la probabilidad de 9,12% resultante de este escenario.

▪ **Escenario N°4:**

Se creó este escenario automatizando mediante el álgebra de mapas, con el modelo digital de elevación y los valores mayores a 29,46 msnm y menores o iguales a 39,20 msnm, siendo el valor de la cota máxima para el escenario número 4. A su vez se calculó la

superficie y perímetro para este escenario, convirtiendo el raster obtenido con el álgebra de mapas a un polígono, mediante la herramienta “Conversion tools” - “Raster to polygon”. En la tabla de atributos se creó dos campos, mediante la herramienta “Calculate geometry”, se determinó las medidas descritas anteriormente. El resultado de este proceso es un perímetro de 10,8 km y una superficie de 0,43 km<sup>2</sup>. Se visualiza en la figura 16, Anexo 7.

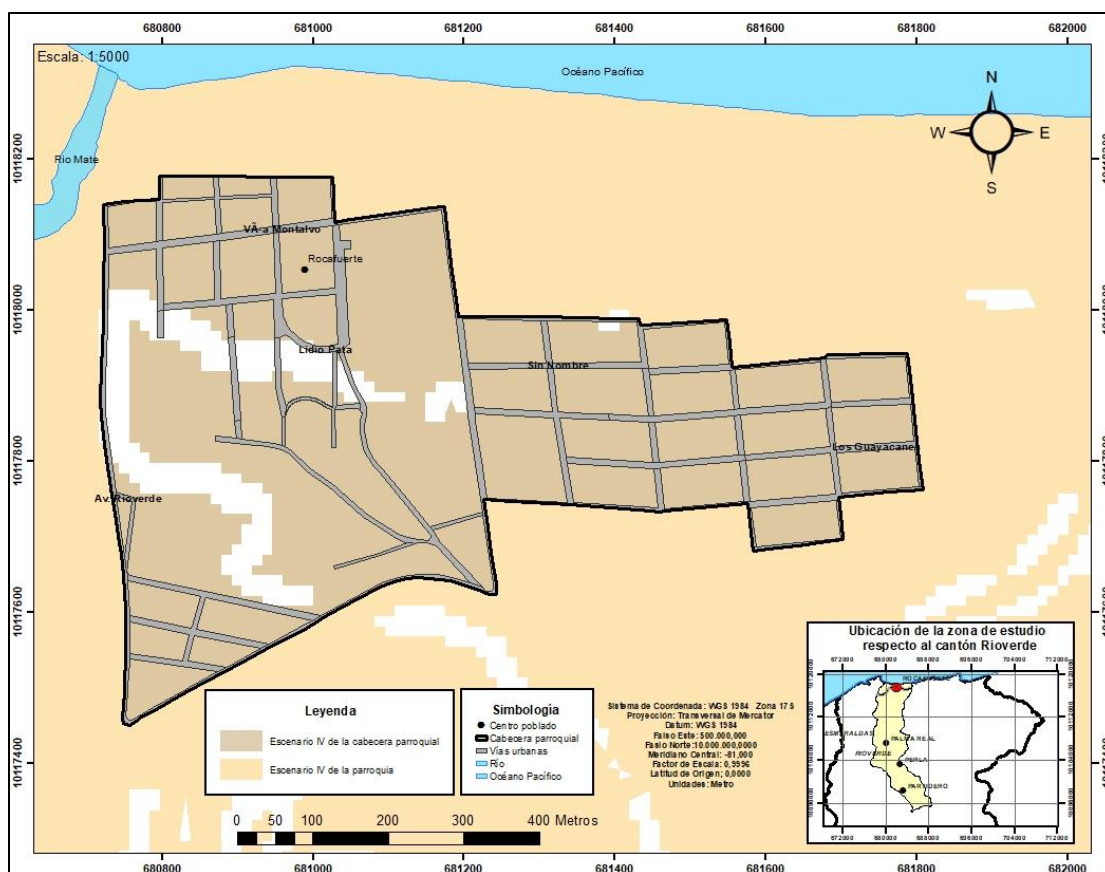


Figura 16. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario IV

Al presentarse un caso de inundación con este escenario, los pobladores serían afectados de manera directa. Un factor importante es que el grado de inclinación de la pendiente en el terreno es mayor frente a los escenarios predecesores. También cuenta con una superficie mayor de 0,43 km<sup>2</sup> y un perímetro de 10,8 km por lo cual se generarían daños para las personas ubicadas en este sector. La probabilidad de que ocurra este escenario fue determinada con la frecuencia relativa, mediante Excel y la función “countifs” primero se determinó la frecuencia absoluta y luego se realizó la frecuencia relativa con el valor de cada rango dividido para el total del mismo. Este escenario presenta 4 probabilidades de

ocurrir, las 3 probabilidades anteriormente determinadas y el 6,08% de probabilidad para este caso.

### 2.4.3 Análisis de datos históricos de inundaciones con los modelos de escenarios

Para realizar un estudio más detallado en relación a las inundaciones presentadas en la cabecera parroquial de Rocafuerte, se efectuó un análisis de los últimos 10 años en relación a las encuestas realizadas a la población, datos hidrológicos del INAMHI y extractos de noticias de medios de prensa escrita. De esta manera, se logró realizar un enfoque adecuado junto a los escenarios antes descritos.

Los modelos de escenarios se calcularon mediante las encuestas obtenidas por la percepción de los pobladores, la encuesta también arrojó un dato relevante acerca de los años en donde se presentan fuertes precipitaciones, mismos que se vienen presentando de forma periódica, debido a que ocurren cada año. El 80% de la población de Rocafuerte establece, que en los últimos 10 años se han originado inundaciones. Demostrando así, que es altamente posible la ocurrencia de uno de los cuatro escenarios anteriormente descritos, por lo menos cada año. No obstante, se procedió a investigar los registros de precipitaciones de una fuente verídica y confiable la cual es el INAMHI, ya que es la entidad encargada de llevar un registro de las precipitaciones reales del país. Estos datos revelaron la estrecha relación que guarda los datos del organismo con la percepción de los pobladores, en donde se puede observar los mismos en la figura 17.

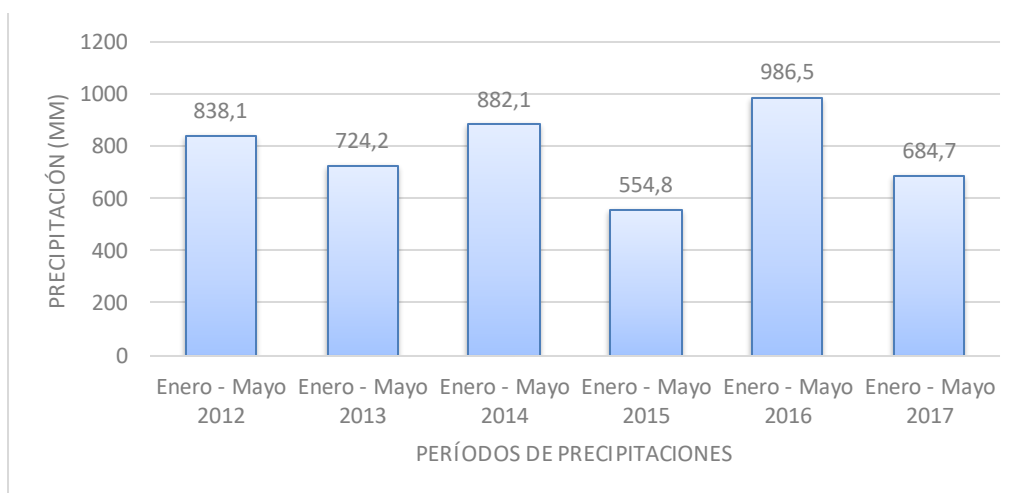


Figura 17. Registros históricos del INAMHI

Se comprobó que existieron precipitaciones cada año, en donde los valores obtenidos de la precipitaciones, son los resultantes de la sumatoria de los valores mensuales en los que se demostraron altas precipitaciones, indicando que la presencia de los mismos estaba entre los meses de Enero – Mayo. El año que presentó mayor precipitación fue el 2016, siendo este de 986,5 mm. Estos hechos comprueban que las inundaciones ocurren durante la época de invierno, es así que los extractos de noticia de la prensa escrita lo demuestran: el 26 de enero del 2016 hubo familias damnificadas debido al desbordamiento de los ríos Verde, Ostiones, Orqueta y Culebra.

La decisión tomada frente a los sucesos ocurridos en el mes de Febrero del año 2012: Tras las últimas lluvias que se han presentado en varias partes del país, que han anegado varios poblados, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos resolvió decretar la alerta amarilla para Esmeraldas la misma que se ha visto afectada por el temporal (La Hora, 2012).

De igual importancia, los hechos ocurridos el 21 de enero del 2011: En la parroquia de Rocafuerte, el invierno también causa estragos; hubo derrumbes, ríos con mayor caudal y barrios inundados (El Universo, 2011) y la noticia del 10 de enero del 2017: las fuertes lluvias ocasionadas por la presente estación invernal, están produciendo estragos en el cantón Rioverde, donde desde el pasado fin de semana se registran inundaciones en la cabecera cantonal, en Palestina y Rocafuerte, se dispuso la suspensión de clases en el colegio Ramón Estupiñán de Rocafuerte (La Hora, 2017).

Por consiguiente, se demuestra que la parroquia de Rocafuerte del cantón Rioverde, posee vulnerabilidad frente a las inundaciones, determinando que puede presentarse la posibilidad de ocurrencia de alguno de los cuatro posibles escenarios. De igual forma estos pueden presentarse, ya que existen inundaciones de periodicidad anual, exactamente en épocas invernales.

#### **2.4.4 Simulación de los modelos de escenarios**

Finalmente se elaboró una simulación de escenarios mediante el programa ArcMap – ArcScene 10.4.1, con la herramienta “Animation”. Se visualiza en la figura 18.

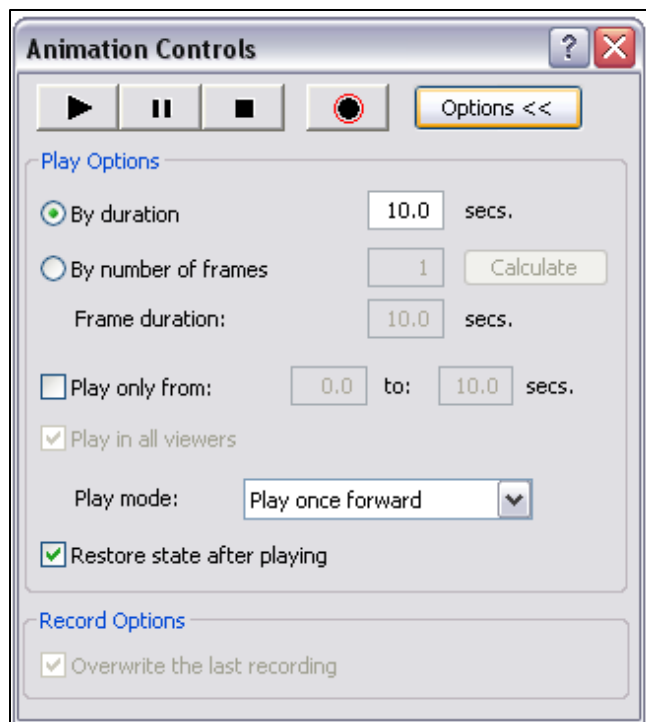


Figura 18. Herramienta Animation

Fuente: ArcGIS, 2017

A manera de animación se representó los cuatro posibles escenarios que pueden suscitarse en la cabecera parroquial de Rocafuerte. Se observa en la figura 19.

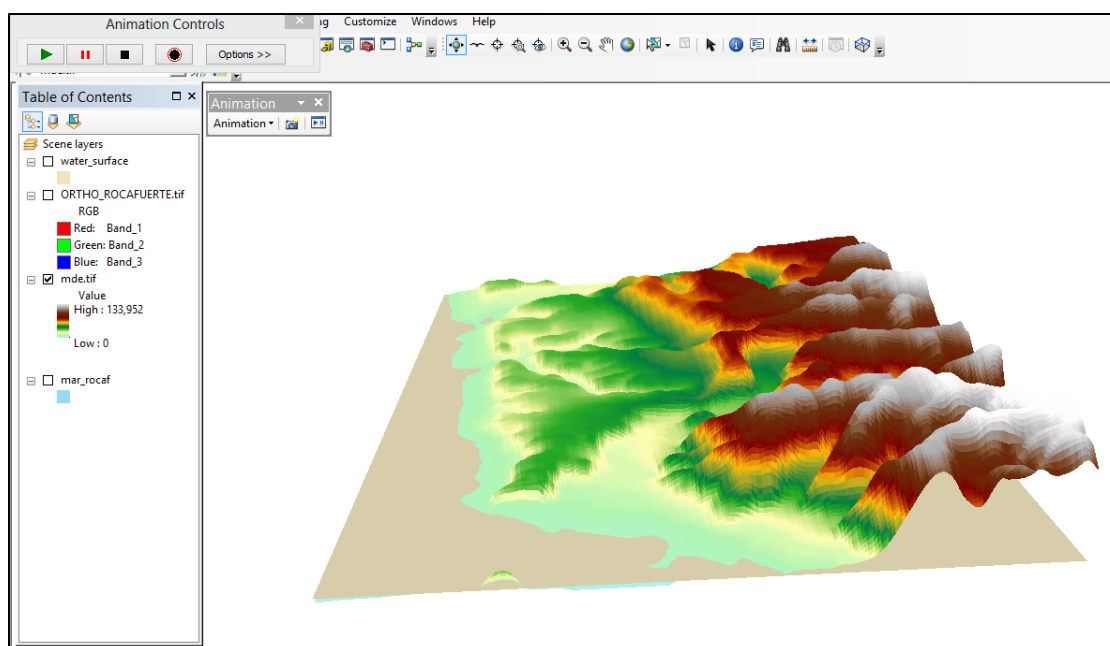


Figura 19. Simulación de los escenarios de inundación

## **CAPÍTULO III. VULNERABILIDAD FÍSICA Y CAPACIDAD DE RESPUESTA ACTUAL ANTE LOS ESCENARIOS DE INUNDACIONES**

### **3.1 Vulnerabilidad física**

La vulnerabilidad física determina la vulnerabilidad que posee un lugar en función de sus variables físicas. Supone la ubicación de los pobladores en áreas de riesgo físico debido a los recursos económicos y la falta de alternativas para ubicaciones en lugares menos riesgosos; sino también por el elevado rendimiento de la ubicación en estas áreas, ya sean agrícolas o cercanas a los centros de producción (HABITAT, 2010).

### **3.2 Cálculo de la vulnerabilidad física**

El riesgo es una variable objetiva cuantificable para lo cual se hará una valoración y ponderación de variables a través de la metodología AHP denominada proceso de análisis jerárquico, la misma que se basa en comparaciones por parejas determinada por el investigador. Las comparaciones se realizan utilizando una escala de juicios absolutos que representa, cuanto un elemento predomina con respecto al otro (Saaty, 2008)

#### **3.2.1 Metodología AHP**

Para la elaboración de la metodología por proceso de análisis jerárquico, se determinaron 5 variables, las mismas que son descritas y ponderadas a continuación.

##### *3.2.1.1 Determinación de las variables*

Para realizar el mapa de vulnerabilidad física, con cada escenario, es necesario definir cuáles son las variables que intervendrán en la realización de los mismos, la escala utilizada es la de 1:25.000.

- Pendiente
- Isoyetas

- Textura del suelo
- Geoformas
- Uso y cobertura tierra

### 3.2.1.2 Ponderación de las variables

Se examinaron los campos establecidos en cada variable para asignar un peso en base a las mismas y a la posibilidad de ocurrir una inundación. El peso asignado fue de 0 a 2, siendo 2 el más alto y 0 el más bajo. Esta ponderación de variables será la misma para los 4 escenarios debido a que las coberturas son las mismas.

- Pendiente: En la cabecera parroquial de Rocafuerte existen algunos tipos de pendientes, de las cuales predominan la plana a casi plana, también llamada como llanura o planicie, la cual posee una curvatura menor a los 150 metros de altura sobre el nivel del mar. La segunda escarpada, la cual se presenta en los terrenos muy desiguales, se pueden visualizar en los mapas donde la curva de nivel se encuentra muy cerca las unas de las otras (GAD Parroquial Rocafuerte, 2015). Se visualiza en la tabla 9.

Tabla 9. Vulnerabilidad por pendiente

Vulnerabilidad por pendiente		0 - 2
Indicador	Grado de la pendiente	Peso
1	0 - 9,56	2
2	9,56 - 19,12	1,5
3	19,12 - 28,68	1
4	28,68 - 39,55	0,5

- Isoyetas: Une a los puntos del plano cartográfico con los que poseen el mismo índice de pluviosidad, los cuales tienen la misma media de lluvia anual (GAD Parroquial Rocafuerte, 2015). Nótese en la tabla 10.

Tabla 10. Vulnerabilidad por precipitación

Vulnerabilidad por precipitación		0-2
Indicador	Rango de precipitación	Peso
1	500 - 700	1

- Textura de suelo: La cabecera parroquial de Rocafuerte presenta 2 tipos de textura de suelo. La textura gruesa, muestra una eminente proporción de arena, estos suelos también se los conoce como ligeros, debido a su limitada facilidad para el trabajo y su plasticidad, ante la presencia de fuertes lluvias son suelos erosionables, la materia orgánica al momento de acumularse es mínima. La textura fina, determina una porción grande de partículas finas como la arcilla y el limo, el movimiento del agua y del aire tiende a retrasarse siendo adhesivo fuertemente cuando se encuentra excesivamente mojado, de este modo tiene una elevada capacidad de retener nutrientes y humedad (GAD Parroquial Rocafuerte, 2015). Se aprecia en la tabla 11.

Tabla 11. Vulnerabilidad por textura del suelo

Vulnerabilidad por textura del suelo		0-2
Indicador	Tipos de textura	Peso
1	Gruesa	1
2	Fina	2

- Geoforma: La llanura es una continuación del continente bajo el mar. Nótese en la tabla 12.

Tabla 12. Vulnerabilidad por geoforma

Vulnerabilidad por geoformas		0-2
Indicador	Geoforma	Peso
1	Llanura	2

- **Uso y Cobertura Tierra:** La cobertura vegetal, muestra el destino que las poblaciones dan a un territorio, en la cabecera parroquial de Rocafuerte existen dos tipos: pastizales y mosaico agropecuario. Se aprecia en la tabla 13.

Tabla 13. Vulnerabilidad por uso y cobertura tierra

Vulnerabilidad por uso cobertura tierra		0-2
Indicador	Categoría de uso cobertura de suelo	Peso
1	30% Arboricultura tropical	1
2	70% Pasto cultivado	2

### 3.2.1.3 Cálculo de la matriz de Saaty

Se hizo la asignación de valores en base al grado de importancia que tienen las variables de las filas en relación con las variables de las columnas. Este grado de importancia se lo determinó en base a los siguientes criterios establecidos por el método AHP. Nótese en la figura 20.

<i>Escala fundamental de valoración usada en el método AHP</i>		
Intensidad	Definición	Explicación
1	Importancia igual	Las dos actividades constituyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
5	Importancia esencial o fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
7	Importancia muy fuerte	Una actividad es fuertemente favorecida y su dominancia es demostrada en la práctica
9	Importancia extrema	La evidencia en favor de una actividad sobre otra presenta el mayor orden posible de afirmación
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre los dos juicios adyacentes	Cuando el compromiso es necesario

Figura 20. Escala de valoración AHP

Fuente: Saaty, 2008

A continuación, se realizó la matriz de Saaty para los diferentes escenarios. Se realiza una jerarquización de las variables más relevantes frente a una amenaza de inundaciones, para

lo cual se tomaron 5 criterios esenciales, obteniendo pendiente, precipitación, textura del suelo, geoformas, uso y cobertura del suelo. Estas se asignarán para filas y columnas en el mismo orden ya que el objetivo es analizar comparativamente las mismas. De acuerdo a la escala de Saaty, se observa la escala numérica y el criterio de cada valor, en relación a ello, la diagonal principal será 1, puesto que se comparan las mismas variables y ambos criterios son de igual importancia.

Posteriormente se realiza una comparación de las variables que estén por encima de la diagonal, comenzando a confrontar y comparar filas en función de columnas, necesariamente en este orden, asignándoles valores de la escala numérica de acuerdo a su importancia, pudiendo ser más o menos importante, llenando todos los valores arriba de la diagonal. La misma comparación se realiza por debajo de la diagonal, solo que en la misma se aplica el recíproco de su comparación, siendo esta una comparación inversa, por lo que deben tener los valores inversos a los de las comparaciones de la diagonal superior. Luego se procede a sumar cada columna y obtener un total.

La normalización de la matriz se obtiene dividiendo cada celda o comparación previa de ambas variables para el total obtenido de la suma de cada columna. Con estos nuevos valores se puede obtener el vector propio, este es el promedio de cada fila normalizada de la matriz.

Para evaluar los resultados obtenidos, encontramos el índice de consistencia (IC) y el ratio de consistencia (RC), estos siempre serán menores al 0,10 y 10% respectivamente, con lo cual, si se obtienen valores menores a estos límites, se puede concluir que los resultados son satisfactorios. Las matrices se observan en los Anexo 8 – 11.

#### 3.2.1.4 *Elaboración de la cartografía*

Utilizando el programa ArcGIS 10.4.1, se suben los shapefile previamente determinados: pendiente, isoyetas, textura del suelo, geoformas, uso y cobertura tierra. Se realiza un clip de cada una de estas variables con cada uno de los 4 escenarios establecidos, una vez realizado este proceso se convierte a raster los shapefiles obtenidos. Utilizando la herramienta “raster calculator”, se realiza la sumatoria de las 5 capas, cada una de ellas multiplicada por el peso asignado previamente con la matriz de Saaty (vector propio). Se puede apreciar en la figura 21.

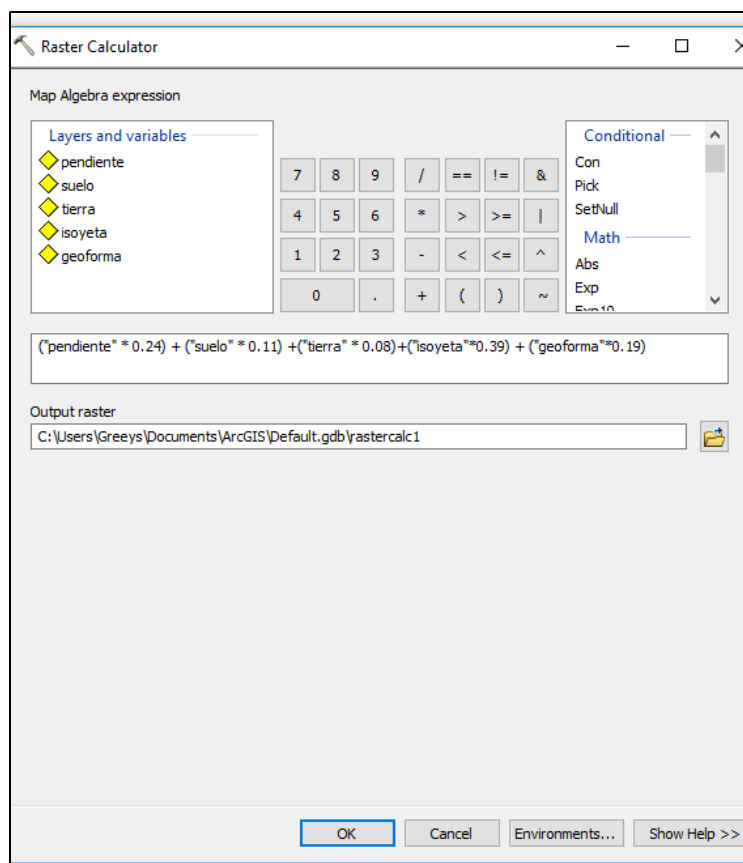


Figura 21. Herramienta raster calculator

Completado este procedimiento, se obtiene un nuevo shapefile el cual será la “vulnerabilidad”. Con la herramienta “Reclassify”, se procede a clasificar a la vulnerabilidad en 3 clases, siendo estas alta, media y baja. Así mismo, utilizando la herramienta “Raster to polygon”, se convierte a polígono obteniendo así, un nuevo shapefile denominado “Vulnerabilidad”, teniendo de esta manera la vulnerabilidad. De la misma manera se procede a realizar los procedimientos para el resto de los escenarios. En las figuras 22- 25 se visualiza la vulnerabilidad física para cada escenario de la cabecera parroquial de Rocafuerte y se muestra en los Anexos 12 – 15.

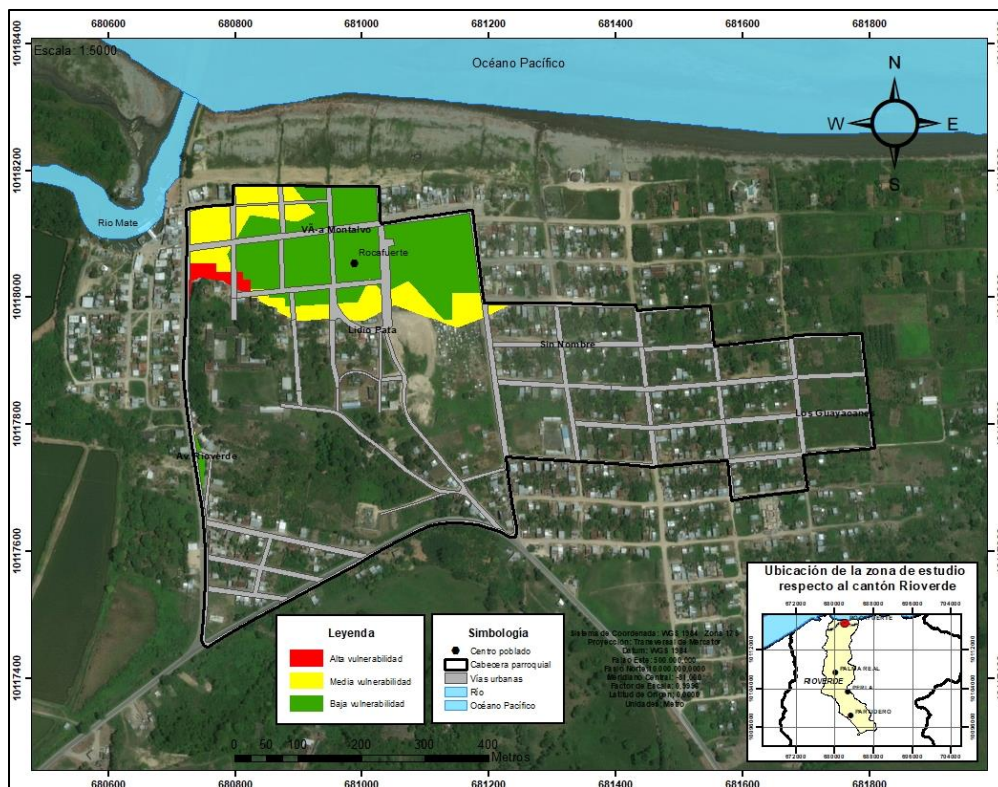


Figura 22. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario I

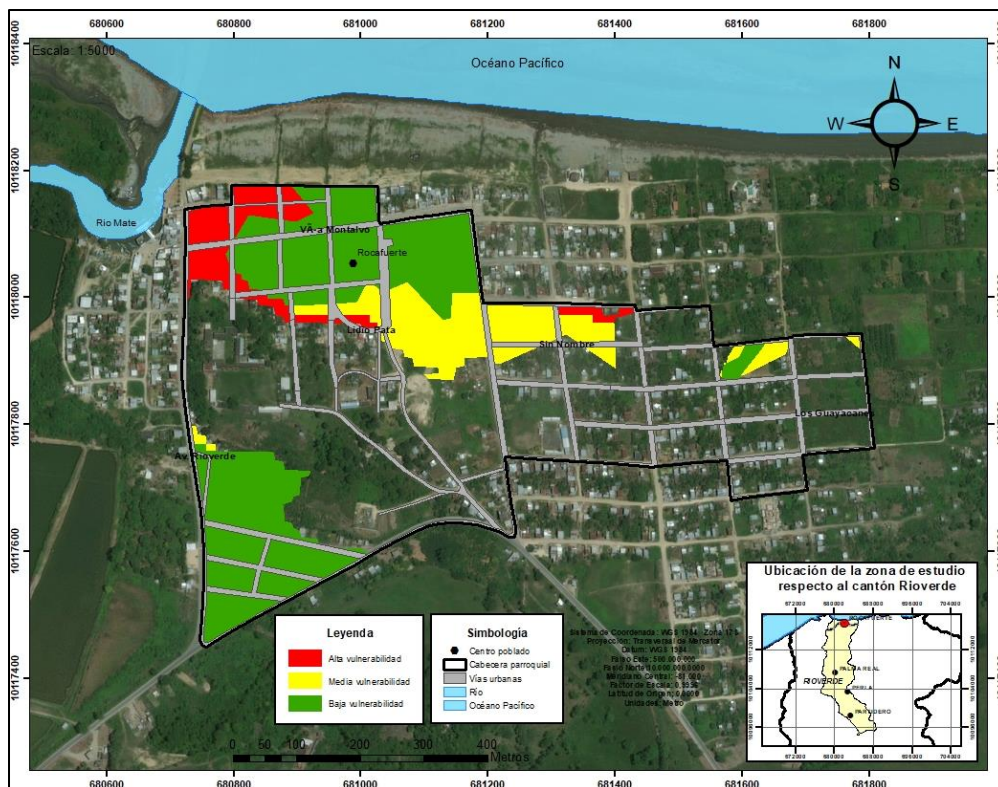


Figura 23. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario II

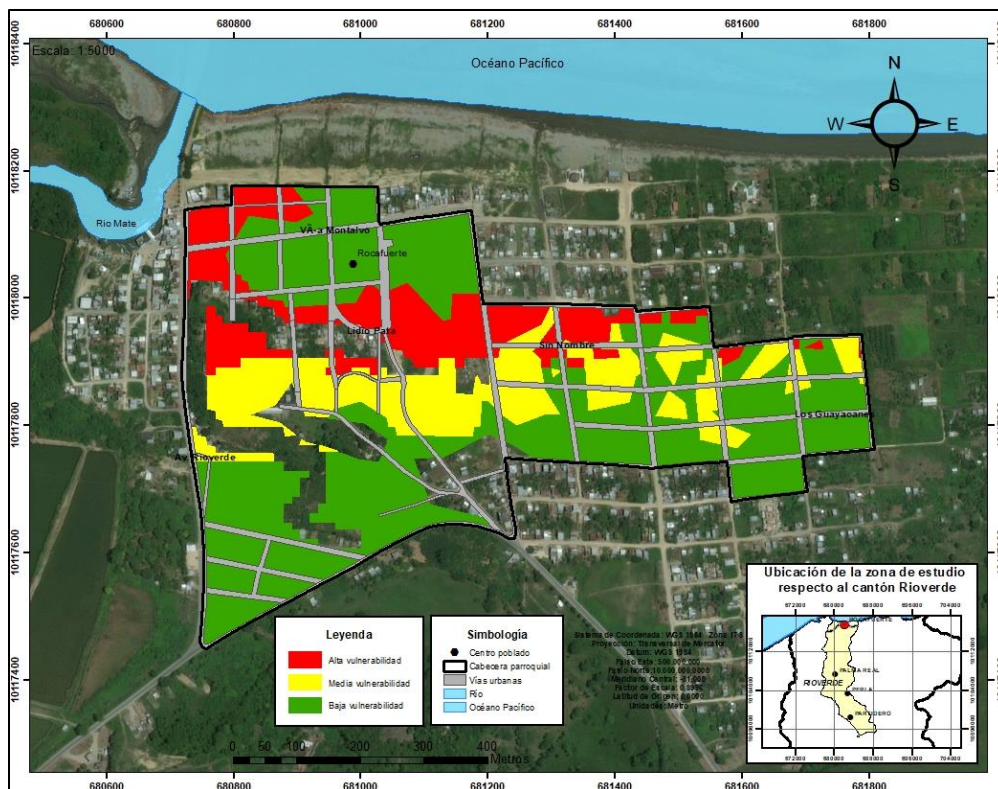


Figura 24. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario III

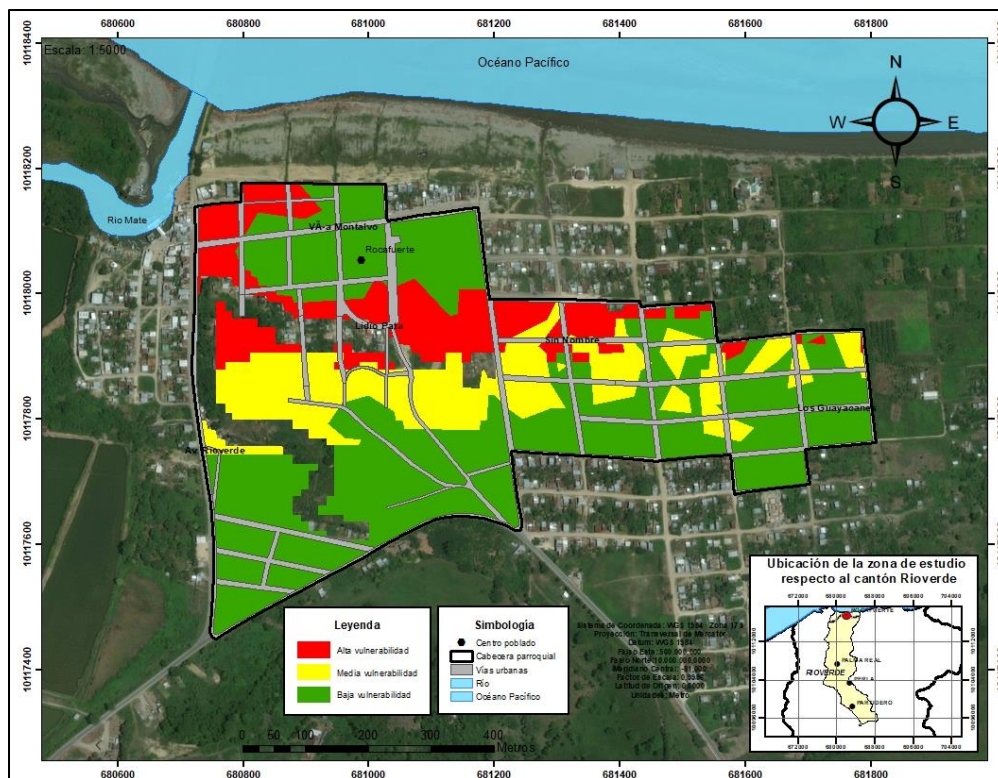


Figura 25. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Vulnerabilidad física escenario IV

Previamente identificados los escenarios de riesgo, estos pueden transformarse en escenarios de desastre. El enfoque de la gestión de riesgos implica el estudio de los escenarios y la intervención sobre los mismos, manifestadas por acciones de prevención o mitigación, acciones necesarias para el desarrollo.

Para la intervención, se utilizaba dos alternativas en relación con los escenarios, estas eran conocidas como gestión compensatoria y gestión prospectiva. La gestión compensatoria radica en la acción sobre debilidades o vulnerabilidades que se ocasionaron en el pasado por las inundaciones, necesaria para la protección de vidas y el patrimonio de los pobladores. La gestión prospectiva en cambio se enfoca en evitar o mitigar los conflictos que se crean en los procesos futuros. Esta determina acciones a seguir en la planificación de varios sectores, en los cuales antes de tener población o infraestructura se considera zonas con probabilidad de inundaciones (Samaniego, 2004).

### **3.3 Determinación de la capacidad de respuesta actual**

La determinación de la capacidad de respuesta actual se efectuó mediante las encuestas ya mencionadas en el capítulo anterior. Se efectuaron preguntas expresadas de dos formas: técnicas que se presentan a continuación en las gráficas y otras de sencilla comprensión para la población siendo estas las siguientes: ¿Qué efectos le ha producido a Ud. las inundaciones?, ¿Cómo reaccionó frente a este evento, ¿Tiene Ud. claro los lugares a los cuales debe ir en caso de una inundación?, Recordando el último desastre relevante por inundaciones ¿Qué impactos socioeconómicos le originaron? (pérdida de los cultivos, daños en las viviendas), ¿Qué hicieron luego de ocurrir la inundación?, ¿Qué elementos sufrieron daños (ríos, árboles, puentes) ?, ¿Conoce Ud. sobre alguna institución que se encargue de las inundaciones?, ¿Se han realizado simulacros sobre inundaciones?

Es importante determinar y analizar estas problemáticas, en las cuales se demuestra los efectos o daños causados por las inundaciones a las personas, capacidad de respuesta, conocimiento de los pobladores sobre hechos históricos o relevantes y su noción sobre alguna entidad delegada para afrontar las inundaciones. Sus repuestas y su precepción demuestran que los habitantes de Rocafuerte están vulnerables frente a inundaciones. Para lo cual, una vez formuladas las recomendaciones y de ponerse en práctica, se espera mitigar el riesgo que mantienen e impartir una cultura preventiva.

La percepción de los pobladores objetos del estudio demostró la vulnerabilidad y el efecto de las inundaciones, en el cual, se obtuvo en un 36% afectaciones o daños en la vivienda de la muestra, siendo esta la cifra más notoria obtenida de un número aprox. de 107 personas. El segundo efecto es el impedimento de realizar sus trabajos o las actividades que le generen ingresos, reflejado por un 32% de la población obtenida a través de un número aprox. de 95 personas. El tercer y siguiente efecto es el daño o afectación que sufre la ganadería, agricultura y pesca conseguida por un número de personas aprox. de 74 siendo esta el 25%. El cierre de vías refleja un 5% determinado por un número aprox. de 15 personas. La quinta afectación ocasionada a los pobladores y no menos importante, es la pérdida de vidas humanas, siendo esta de familiares o amistades, afectación ocasionada a un número aproximadamente de 5 personas manifestado en un 2% de la muestra, como se observa en la figura 26.

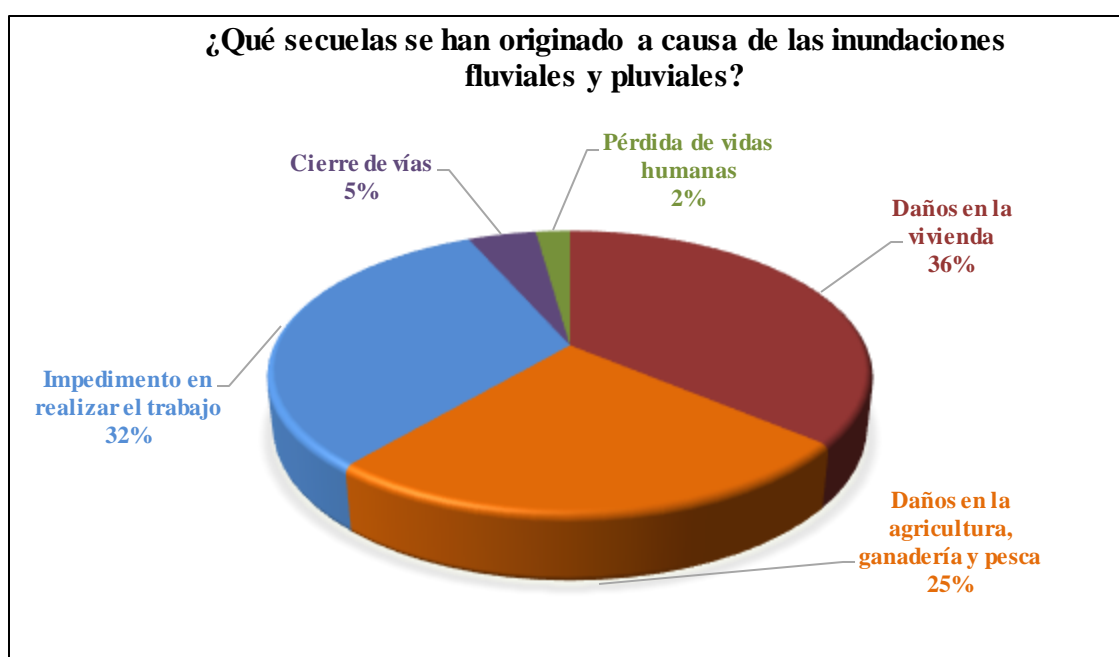


Figura 26. Secuelas por inundaciones

Los habitantes de la cabecera parroquial de Rocafuerte tuvieron diferentes reacciones ante algún evento de inundación. La mayoría de las personas, siendo esta un 42% de la muestra, obtenida de un número de 124 personas aproximadamente; decidieron continuar con lo habitual, mantener la rutina y no permitirse decaer por el suceso, respuesta que refleja que los pobladores están familiarizados a estos eventos y su cultura preventiva ha disminuido.

La segunda opción de reacción más escogida tendiendo esta un 23%, por medio de un número aprox. de 68 personas, fue el observar o ver los distintos bienes materiales que poseen, ya sean artículos para el hogar o para sus actividades económicas esperando verlos en buen estado, caso contrario observar que tan afectados están con la expectativa de acomodarlos o arreglarlos. La tercera reacción más común, contando con un 20% de la muestra a través de la respuesta de un número aproximadamente de 59 personas fue esperar la ayuda del GAD parroquial o cantonal. La colaboración entre los habitantes a pesar de ser necesaria apenas contó con un 9% de personas que coincidieron con esta opción, un número minoritario de personas reflejada por medio de sus 27 contestatarios. Participar de los programas del gobierno representó un 6% de la muestra por medio de 18 personas aproximadamente, como se aprecia en la figura 27.

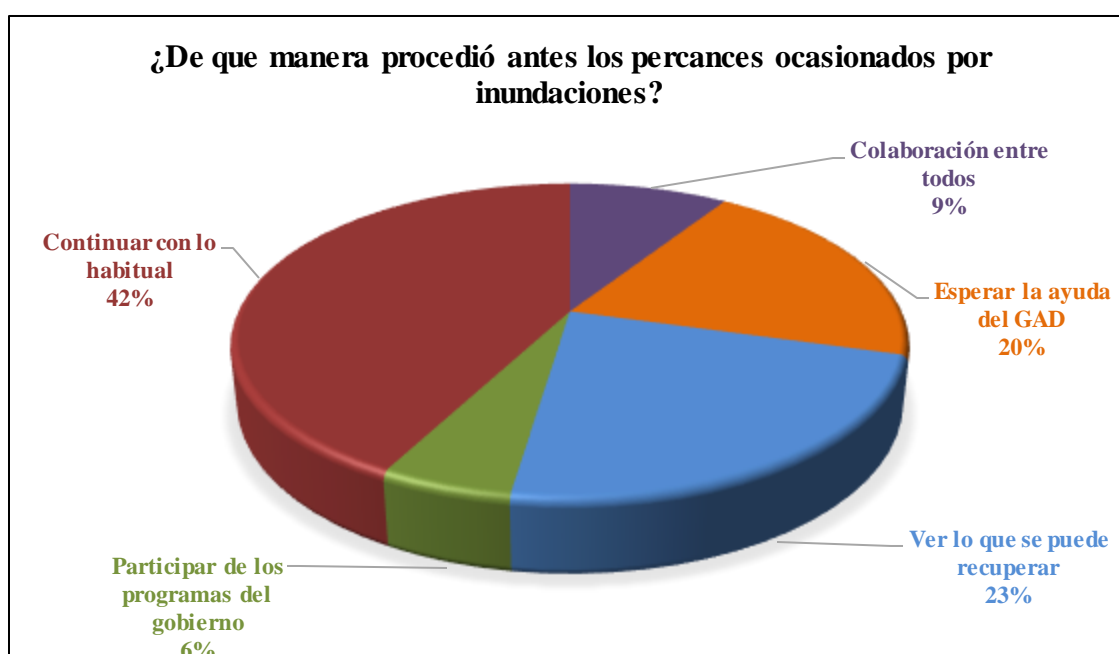


Figura 27. Reacción frente a este evento

La percepción de los pobladores objetos del estudio demostró que un 26% tuvo pérdidas económicas causados por las inundaciones, obtenida a través de 77 personas. El segundo impacto para los pobladores no sería ninguno, ya que ellos no tuvieron que atravesar o pasar algo que haya llegado a mayores, el número de personas contestarías fue de 74 personas representado en un 25%. El tercer y siguiente impacto son los daños materiales conseguidos por un número de personas aproximadamente de 65, siendo esta el 22%. La

interrupción del comercio, en sus diferentes o diversas formas de negocio refleja un 21% determinado por un número aprox. de 62 personas. El quinto impacto ocasionado a los pobladores y no por ello menos importante, son las enfermedades causadas a ellos o a sus familiares, afectación ocasionada a un número aproximadamente de 18 personas manifestado en un 6% de la muestra. Como se visualiza en la figura 28.

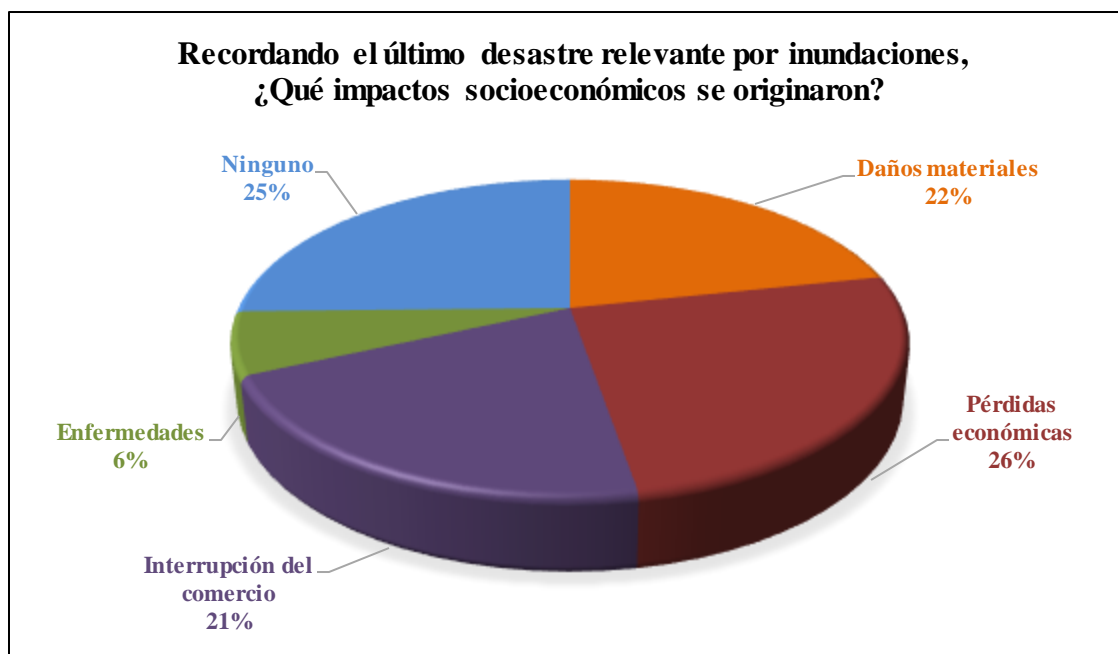


Figura 28. Impactos socioeconómicos

Los lugares u objetos físicos afectados por inundaciones han sido diversos, dentro de los cuales se contemplaron algunos escenarios a los cuales se adiciono el puente de Rioverde, opción mencionada por las personas encuestadas. La opción de respuesta más escogida contando con un 56% de la muestra y un número de 166 personas aproximadamente, ya que es un suceso que se ha repetido en varias oportunidades, ha sido el desbordamiento de ríos ocasionado por las inundaciones. La caída de árboles es la segunda opción escogida, tiene un 19% de la muestra y un número de 56 personas. La caída o deterioro del puente de Rioverde fue la tercera opción de respuesta, hecho ocurrido hace algunos años, pero todavía intacto en la memoria de los habitantes, reflejado en un 15% de la muestra por medio de 44 personas aproximadamente. Deslizamientos de tierra continúa y se ubica como la cuarta opción de respuesta, tiene un 7% a través de 21 personas, 9 personas

respondieron a ninguno de estos sucesos determinando un 3% de la muestra. Nótese en la figura 29.

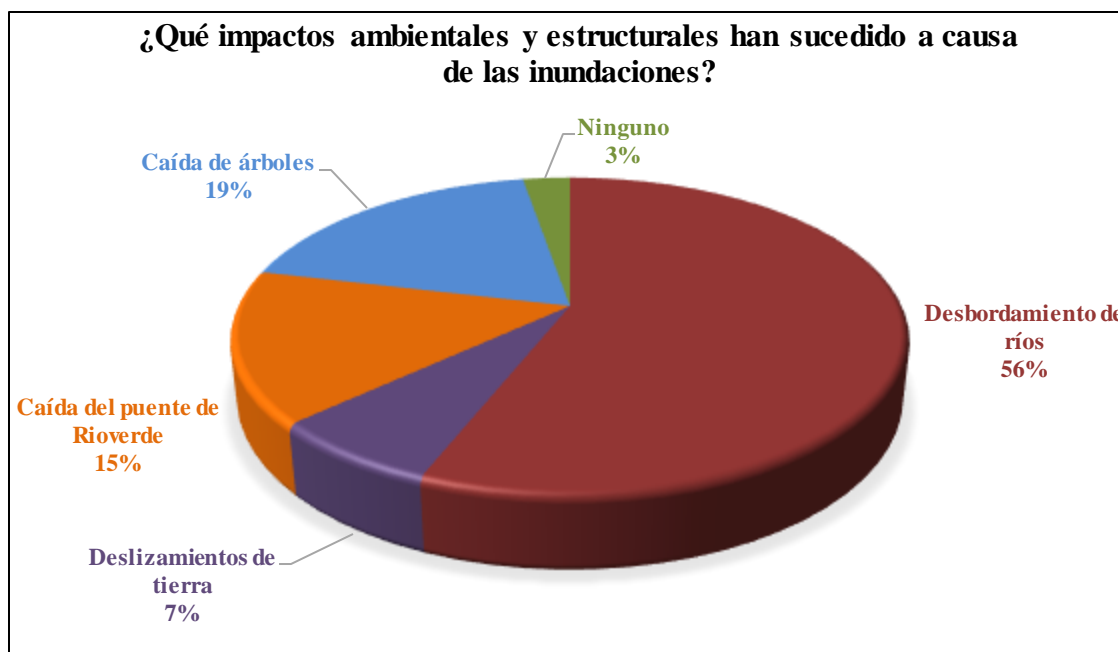


Figura 29. Impactos ambientales y estructurales

Las personas en las que se aplicó la encuesta tuvieron diferentes formas de abordar el suceso de una inundación, ante lo cual la mayoría, siendo esta un 41% de la muestra, obtenida de un número de 121 personas aproximadamente; decidieron continuar con lo habitual, mantener la rutina respuesta que refleja que los pobladores están familiarizados a estos eventos. La segunda opción de reacción más escogida tendiendo esta un 22%, por medio de un número aprox. de 65 personas, fue el observar o ver los distintos bienes materiales que poseen, ya sean artículos para el hogar o para sus actividades económicas esperando verlos en buen estado, caso contrario observar que tan afectados están con la expectativa de acomodarlos o arreglarlos. La tercera actividad más común, contando con un 14% de la muestra a través de la respuesta de un número aproximadamente de 41 personas fue sacar el agua se metió en sus viviendas u hogares. El 12% de la población, mismo que fueron 30 personas, decidió informar al GAD parroquial en busca de colaboración o apoyo. La colaboración entre los habitantes a pesar de ser necesaria apenas contó con un 11% de personas que coincidieron con esta opción, un número minoritario de personas reflejada por medio de sus 33 contestatarios. Teniendo concordancia con las respuestas de la segunda pregunta de la misma encuesta (ver figura 30).

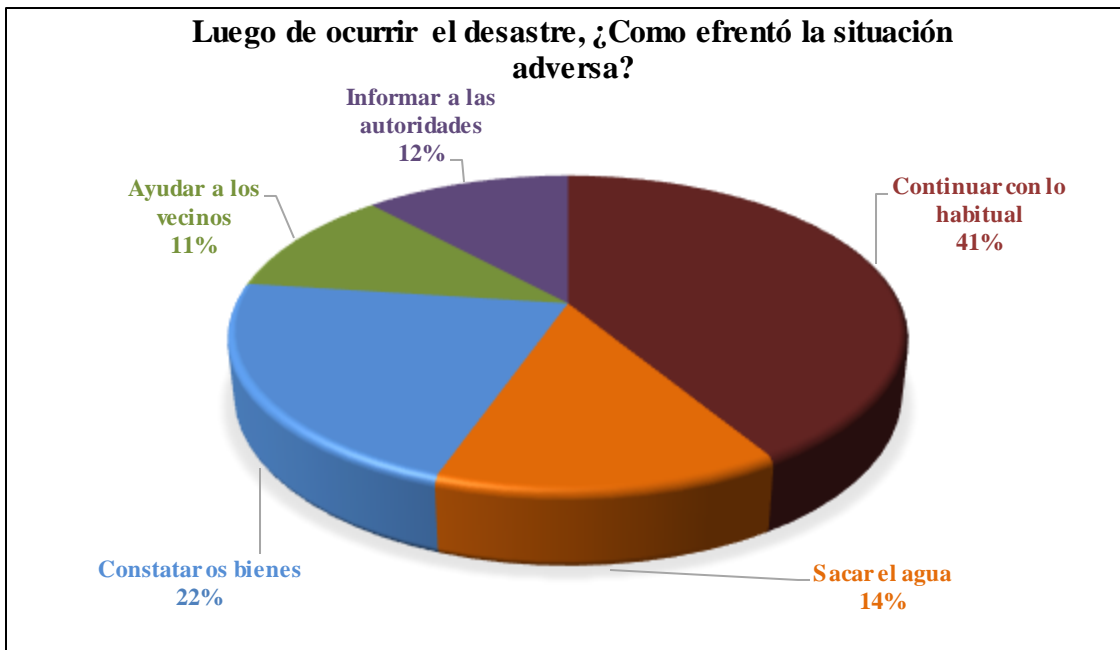


Figura 30. Medidas frente al desastre

Forma parte de una cultura preventiva frente al riesgo, el conocer la entidad responsable o delegada a nivel nacional que tomará medidas frente a estos sucesos. Una mayoría abrumadora de habitantes de la cabecera parroquial no tiene conocimiento, noción o idea de cuál sería esta. Algunos respondieron la Defensa Civil, desconociendo la desaparición e inexistencia de la misma. De forma que un 86% no conoce alguna entidad, obtenido por medio de 255 personas. El restante de la población encuestada respondió la SGR, determinado por el 14% de la muestra, mediante un número de 41 personas, como se observa en la figura 31.



Figura 31. Instituciones gubernamentales

De forma preventiva es siempre importante realizar simulacros frente a fenómenos naturales, siendo nuestro tema las inundaciones, se preguntó a los pobladores de la cabecera parroquial acerca de la elaboración y práctica de simulacros, determinando que un 73% por medio de 216 personas, no ha estado en la práctica de algún simulacro y desconoce y el GAD los ha realizado. Eventos trágicos permitió desarrollar estas prácticas, se evidencia en la segunda opción con mayor respuesta, a partir del terremoto del 16 de abril en Ecuador, se comenzaron a tomar acciones preventivas, dentro de las cuales están los simulacros, de los cuales un 18% de los habitantes por medio de 53 personas lo han practicado. Otro suceso importante fue el Tsunami ocurrido el 2004 en Tailandia e Indonesia, ya que el lugar de estudio es costero, tiene una relación estrecha con el suceso mencionado. La población que ha practicado algún simulacro de tsunami está dentro del 9% de la muestra, determinada por 27 personas. Se puede apreciar en la figura 32.

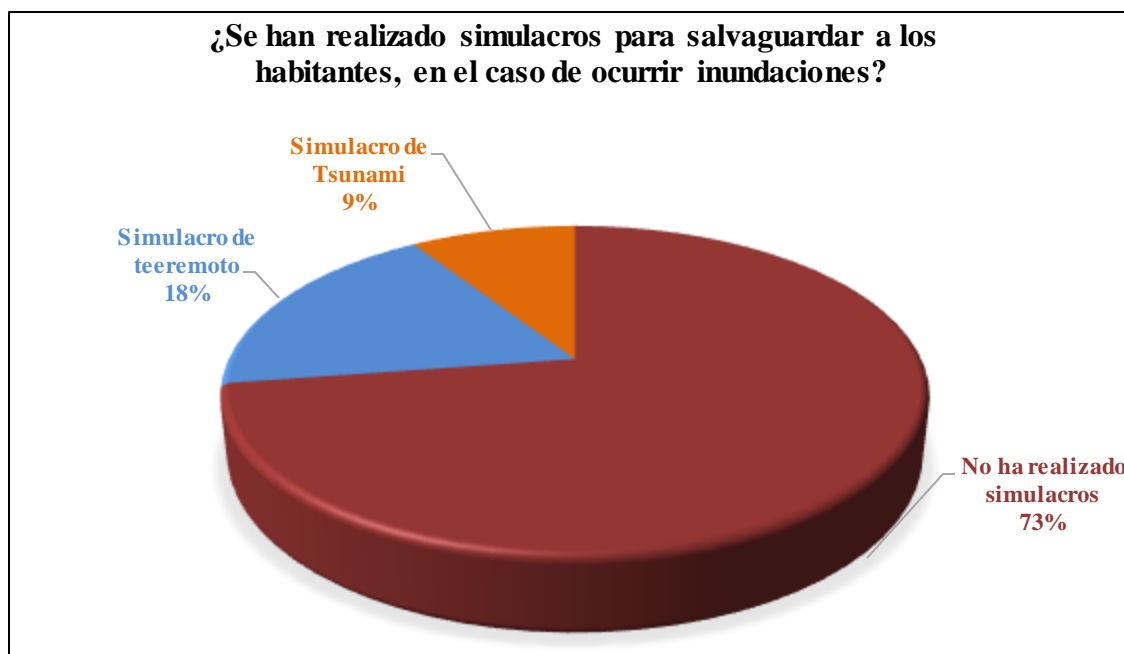


Figura 32. Simulacro

Una gran parte de los pobladores a pesar de contar con una cultura preventiva frente al riesgo mínima, coincide con el resto de habitantes. Ante el suceso de eventos de inundación, dirigirse a zonas altas, descripción emitida de diversas formas tales como montaña, cerro, loma, entre otros. Se evidencia que tienen un sitio seguro determinado en forma general ya que se obtuvo una coincidencia en la respuesta, siendo esta el 100% a través de las 296 encuestas realizadas.

Finalmente se elaboró una encuesta a la presidenta de la junta parroquial de Rocafuerte de cuales han sido las políticas y programas que permiten mejorar la preparación frente a los eventos de riesgo por inundaciones, estos eventos generan efectos adversos y negativos para la población. La indagación realizada a la autoridad del GAD parroquial, evidenció que se ha planificado medidas para mitigar las consecuencias perjudiciales, sin embargo, la realización de las mismas ha estado desatendida.

Razones por las cuales, el GAD parroquial, piensa que tendrá una mejor preparación para eventos futuros adversos de esta índole. En la figura 33 se evidencia políticas, programas y su estado actual. No obstante, a futuro esperan tener una mejora sustancial de los porcentajes presentados a continuación.



Figura 33. Políticas y programas del GAD parroquial

### 3.4 Determinación del riesgo físico

Para determinar el riesgo físico que presenta la cabecera parroquial de Rocafuerte se utiliza la siguiente ecuación:

$$Rf = \left( \frac{\text{Probabilidad} * \text{Vulnerabilidad } f}{\text{Capacidad de respuesta}} \right) \quad (4)$$

En donde la probabilidad son los modelos de escenarios que se realizaron anteriormente, por lo cual la ecuación utilizada queda de la siguiente forma:

$$Rf = \left( \frac{\text{Vulnerabilidad } f}{\text{Capacidad de respuesta}} \right) \quad (5)$$

### 3.4.1 Estandarización cuantitativa de la vulnerabilidad para cada escenario

La vulnerabilidad para cada escenario fue determinada en rangos cualitativos (alta, media y baja), teniendo que convertir de manera cuantitativa para poder calcular el riesgo físico (ver tabla 14).

Tabla 14. Estandarización de la vulnerabilidad

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valores</b>
Vulnerabilidad alta	1
Vulnerabilidad media	2
Vulnerabilidad baja	3

De acuerdo a esto el valor tres fue definido para baja vulnerabilidad, el dos para media vulnerabilidad y uno para alta vulnerabilidad. Siendo tres el mejor de los casos, debido a que la población se encontraría en bajo riesgo a inundación, y tres el peor de los casos porque la exposición de la población frente al riesgo sería directamente proporcional.

### 3.4.2 Estandarización cuantitativa de la capacidad de respuesta

Se realizó una tabulación de las encuestas ejecutadas a los pobladores de la cabecera parroquial de Rocafuerte, determinando un porcentaje de respuesta para cada una de las preguntas, y relacionando sus características con la pertinencia a la capacidad de respuesta que los habitantes tengan, obteniendo la siguiente tabla 15.

Tabla 15. Estandarización de la capacidad de respuesta

Pregunta	Ponderación	Porcentaje
1	0,03	3%
2	0,2	20%
3	0,24	24%

4	0,05	5%
5	0,03	3%
6	0,2	20%
7	0,1	10%
8	0,15	15%
Total	1	100%

Una vez tabulada las respuestas, se fijaron pesos correspondientes a la capacidad de respuesta de los pobladores, estableciéndose con un criterio de relación, en cuan afirmativa con respecto a la CR es cada pregunta, determinando como 3 la pregunta más afirmativa, 2 si es media su capacidad de respuesta, o 1 si la CR que posean los pobladores sea negativa, conforme a la siguiente manera, nótese en la tabla 16.

Tabla 16. Peso de la capacidad de respuesta

Capacidad de respuesta	Peso
Alta	3
Media	2
Baja	1

Con esta referencia se determinaron los pesos para cada pregunta, y se realizó un promedio entre los mismos, obteniendo el valor promedio de 1,38. Este valor refleja la baja capacidad de respuesta de la población de la cabecera parroquial de Rocafuerte con respecto al riesgo de inundación. Se observa en la tabla 17.

Tabla 17. Peso de la capacidad de respuesta para cada pregunta

Pregunta	Ponderación	Porcentaje	Peso
1	0,03	3%	1
2	0,2	20%	1
3	0,24	24%	3
4	0,05	5%	1
5	0,03	3%	1

6	0,2	20%	1
7	0,1	10%	1
8	0,15	15%	2
Total	1	100%	1,38

Los pesos de las preguntas sumados entre sí dan como resultado un valor de 11, determinando un 45,83% de capacidad de respuesta. Siendo el valor esperado de 24 en caso de obtener una buena CR reflejada en la serie de preguntas y equivalente al 100%. El resultado de 1,38 obtenido de la capacidad de respuesta, normalizada con los valores de Alto -3, Medio -2 y Bajo -1, proporciona un valor de 1, demostrando la baja capacidad de respuesta de los pobladores, para determinar en qué nivel se encuentra esta capacidad de respuesta se realiza una valoración por rangos en donde se puede apreciar en la tabla 18.

Tabla 18. Rangos para determinar la capacidad de respuesta

0 - 50%	Baja
50 - 80%	Media
80 - 100%	Alta

Este valor permite calcular el riesgo físico, basándose en la fórmula se obtendrían los siguientes resultados. Como se observa en la figura 34.

$$Rf = \frac{Vf}{CR}$$

$$\frac{3}{1} = 3$$

(6)

$$\frac{2}{1} = 2$$

$$\frac{1}{1} = 1$$

En base a estas ecuaciones se obtiene que 3 corresponde a alto riesgo, 2 a moderado riesgo y 1 a riesgo bajo. Se visualiza en el Anexo 16.

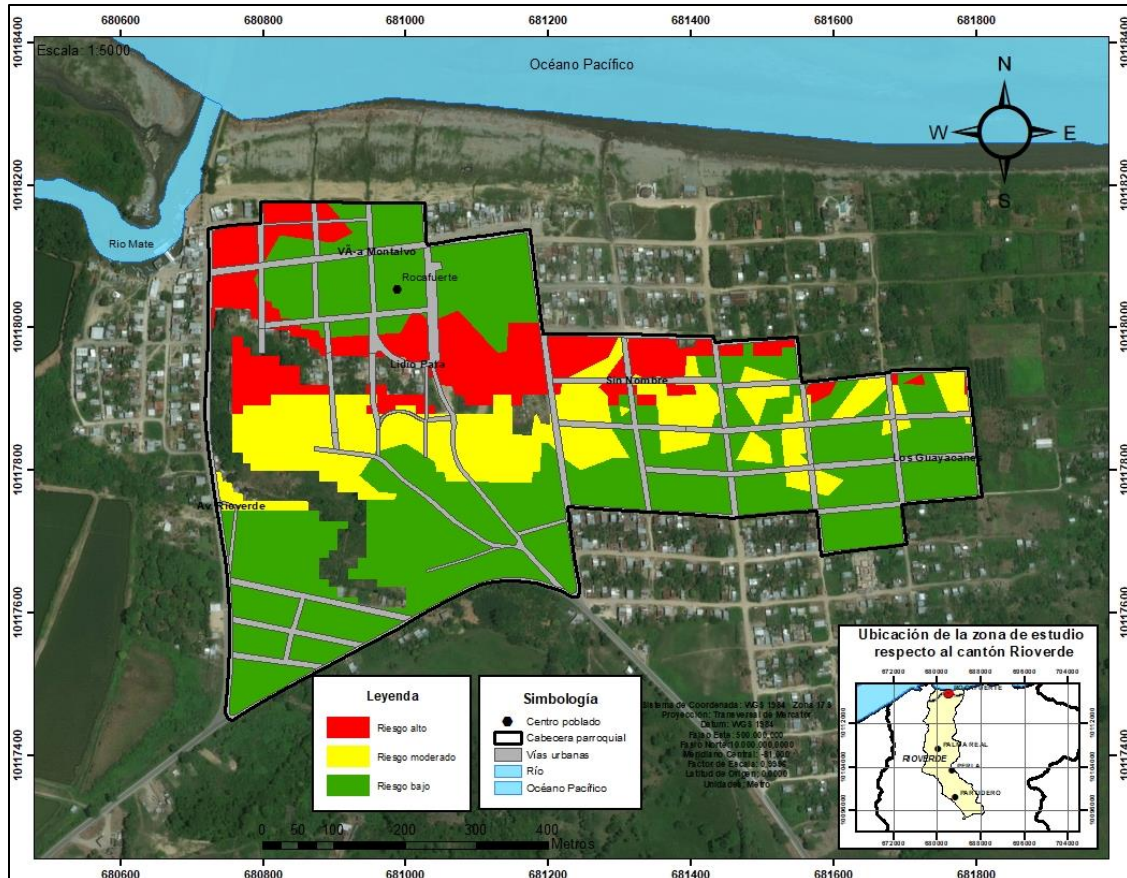


Figura 34. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Riesgo físico frente a inundaciones

El mapa de riesgo físico es el mismo que el mapa de la vulnerabilidad física del escenario IV, debido a que la vulnerabilidad física es el grado de los daños ocasionados a elementos que se encuentran bajo riesgo, consecuencia de la probabilidad de incidencia de un acontecimiento peligroso. Por consiguiente, el riesgo físico es la estimación de las pérdidas a causa de la ocurrencia de un suceso particular en función de la vulnerabilidad y la amenaza. De igual importancia el riesgo físico y la amenaza se relacionan con la posibilidad de que se dé un evento natural o antrópico, por lo que el riesgo depende de la probabilidad de que ocurran estos efectos, los mismos que están ligados al grado de exposición de los elementos y a la vulnerabilidad física que poseen.

Este proyecto de investigación pretende determinar el riesgo físico de la cabecera parroquial de Rocafuerte, pero es necesario realizar un análisis previo de la vulnerabilidad

física, debido a que está en relación con los elementos expuestos a causa de los fenómenos y a su grado de exposición.

## **CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS SEGUROS**

### **4.1 Determinación de sitios seguros**

Debido a las características geográficas y las amenazas que ocurren en la parroquia de Rocafuerte, obligan a tener zonas señaladas correctamente, las cuales permiten a la ciudadanía encontrarse en un ambiente seguro en el instante de suceder algún peligro.

Para establecer los parámetros utilizados en la determinación de sitios seguros en el lugar antes mencionado, se realizó una visita a la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos en donde se tuvo una entrevista con el Ingeniero Cristian Méndez, quien mencionó que para establecer sitios seguros en un lugar se lo realiza con base a las características del terreno, ubicación de la zona, cerca de lugares de asistencia hospitalaria y cerca de lugares donde puedan ubicarse albergues en caso de ser necesario (Méndez, 2017).

De igual forma, se acudió al Centro de Operaciones de Emergencia Metropolitano pero en este lugar no se obtuvo información puesto que ellos no determinaron los sitios seguros para el Distrito Metropolitano, sino más bien la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos, en donde se llevó a cabo una reunión con la Ingeniera Lorena Pozo, quien explico que la definición de sitios seguros para el Distrito Metropolitano se lo realizó con base a 10 parámetros, los mismos que se encuentran descritos en la tabla 19.

Tabla 19. Parámetros para la definición de sitios seguros

Parámetro	Descripción
Espacio	Es favorable disponer de un área libre que permita el diseño adecuado de un área de refugio temporal sin muchos obstáculos, como podría ser las construcciones previamente existentes.
Tamaño	Si el sitio es mayor a 1 hectárea se considera el más favorable para fines de diseño, mientras que menores a 0,5 hectáreas no servirán adecuadamente al proyecto.
Acceso	Si se dispone de accesos directos por vías principales es la condición más favorable, mientras accesos por vías secundarias o de difícil tránsito son condiciones desfavorables.
Cercanía a instalaciones esenciales	Entendiéndose como instalaciones esenciales aquellas que pueden brindar apoyo a la población en caso de desastre, tales como hospitales y centros de salud, cuerpo de bomberos, policía, fuerzas armadas, entre otros, su cercanía a 4 o 6 instalaciones se considera muy favorable.
Cercanía a instalaciones peligrosas	Entendiéndose como instalaciones peligrosas a sitios de acopio o producción de sustancias peligrosas, tales como gasolineras, depósitos de gas, fábricas e instalaciones industriales de productos de manejo delicado, la cercanía a pocas o ninguna instalación de este tipo se considera favorable, igualmente en aproximadamente 10 cuadras a la redonda del sitio analizado
Entorno económico	Se considera que, en los entornos socioeconómicos de la población, mientras menor es la densidad de población es mayor, y son esos los estratos que tengan la probabilidad mayor de necesitar los servicios de un área de refugio temporal. En tal sentido si el entorno es bajo y medio bajo obtiene la mayor puntuación para su priorización.
Densidad de población	Cuántas personas existen en el lugar.

Cercanía a pozos de agua	Debido a que el agua es prioridad en la vida de las personas para la subsistencia es importante que este lo más cerca posible.
Cercanía a zonas peligrosas	Determinar que no se encuentre cerca a zonas de peligro.
Cercanía a edificios altos	No se ubique cerca de edificios altos.

Para realizar la determinación de las zonas seguras, se realizó un modelo cartográfico en el programa Visio, como se presenta en la figura 35. El mismo es la representación del proceso “sitios seguros”, diagrama realizado con base al listado de actividades que se definieron como necesarias e indispensables, estas fueron:

- Contar con la información geográfica de la parroquia Rocafuerte.
- Verificar si los archivos shapefile son adecuados para el estudio, caso contrario recopilar los archivos necesarios.
- Encontrarse a 500 metros por fuera de la zona de inundación.
- Hallarse dentro de un perímetro de 500 metros de las vías.
- Encontrarse dentro de un perímetro de 500 metros con pendientes menores al 10 %.
- Ubicarse en un perímetro de 500 metros de centros educativos.
- Estar dentro de un perímetro de 500 metros de centros de salud.
- Generar zonas seguras.

La distancia de 500 metros establecida fue considerada en relación a parámetros definidos por la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos, quienes definieron sitios seguros para el Distrito Metropolitano de Quito. Siendo esta una distancia considerada como prudente y recomendable para evitar desastre frente a las amenazas.

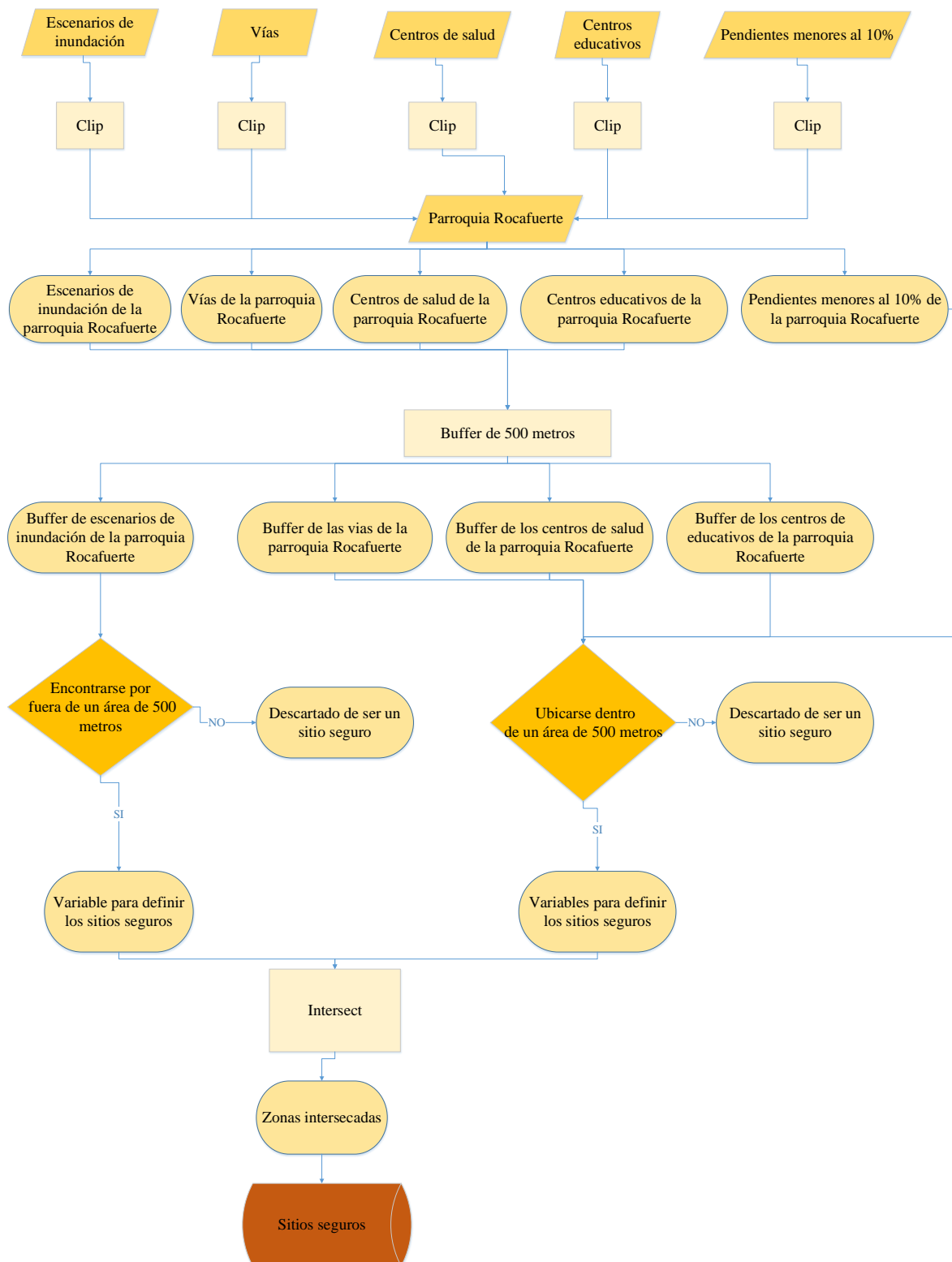


Figura 35. Modelo cartográfico para determinar los sitios seguros

A su vez se empleó la herramienta “buffer”, como se muestra en la figura 36. Esta permite determinar que variables son excluyentes e incluyentes en el análisis de los sitios seguros.

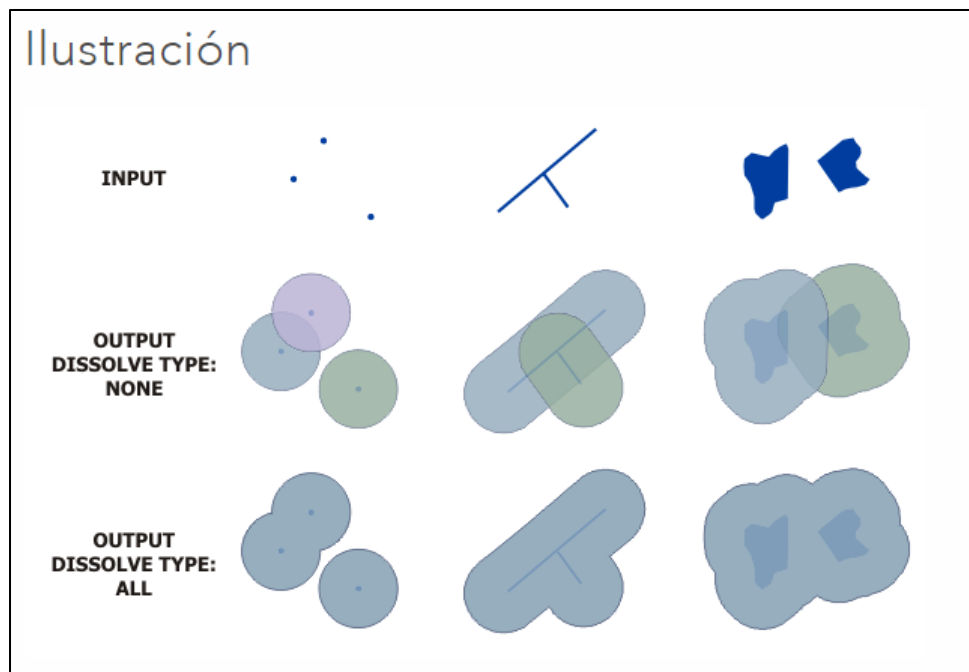


Figura 36. Herramienta buffer

Fuente: ArcGIS, 2017

#### 4.1.1 Caracterización de variables físicas

Con base a la investigación realizada previamente, para la determinación de sitios seguros se definieron variables físicas tomando en cuenta un análisis geográfico del territorio de Rocafuerte, determinado de la siguiente forma:

- Los escenarios de inundaciones deben encontrarse fuera de un radio de 500 metros, como se visualiza en la figura 37, debido a que este parámetro indica la vulnerabilidad de inundaciones, por lo cual la cercanía de los pobladores con este factor ocasionaría pérdidas y daños materiales al momento de ocurrir un desastre.

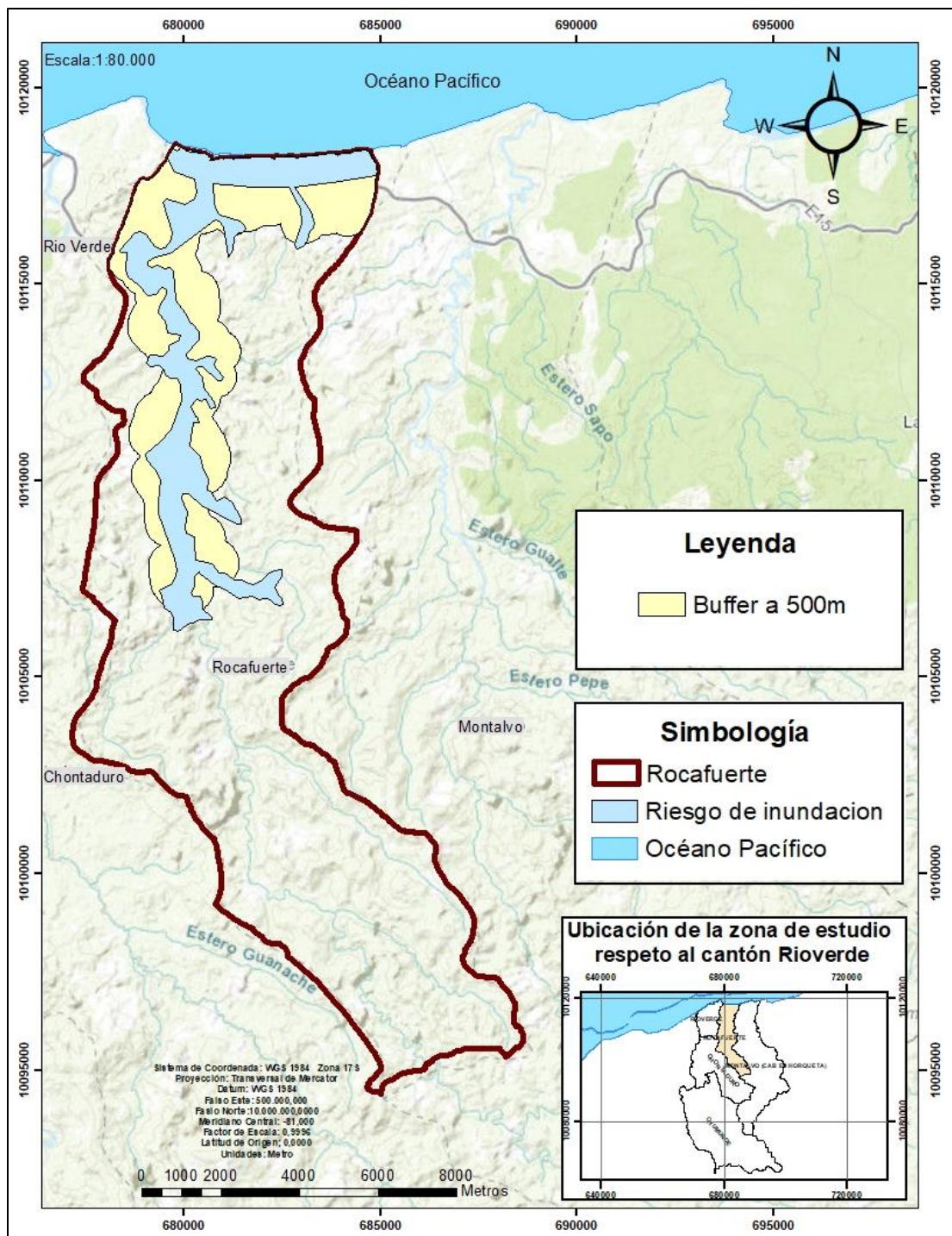


Figura 37. Buffer a 500 metros de los escenarios de inundación

- Los sitios seguros deben estar ubicados dentro de un área de 500 m de la vía principal, como se observa en la figura 38. Este parámetro es relevante por la necesidad de acceder al lugar, al momento que se requiriera de ayuda inmediata por parte de organismos de auxilio. A su vez facilita la salida de las personas, en el caso que necesiten desplazarse.

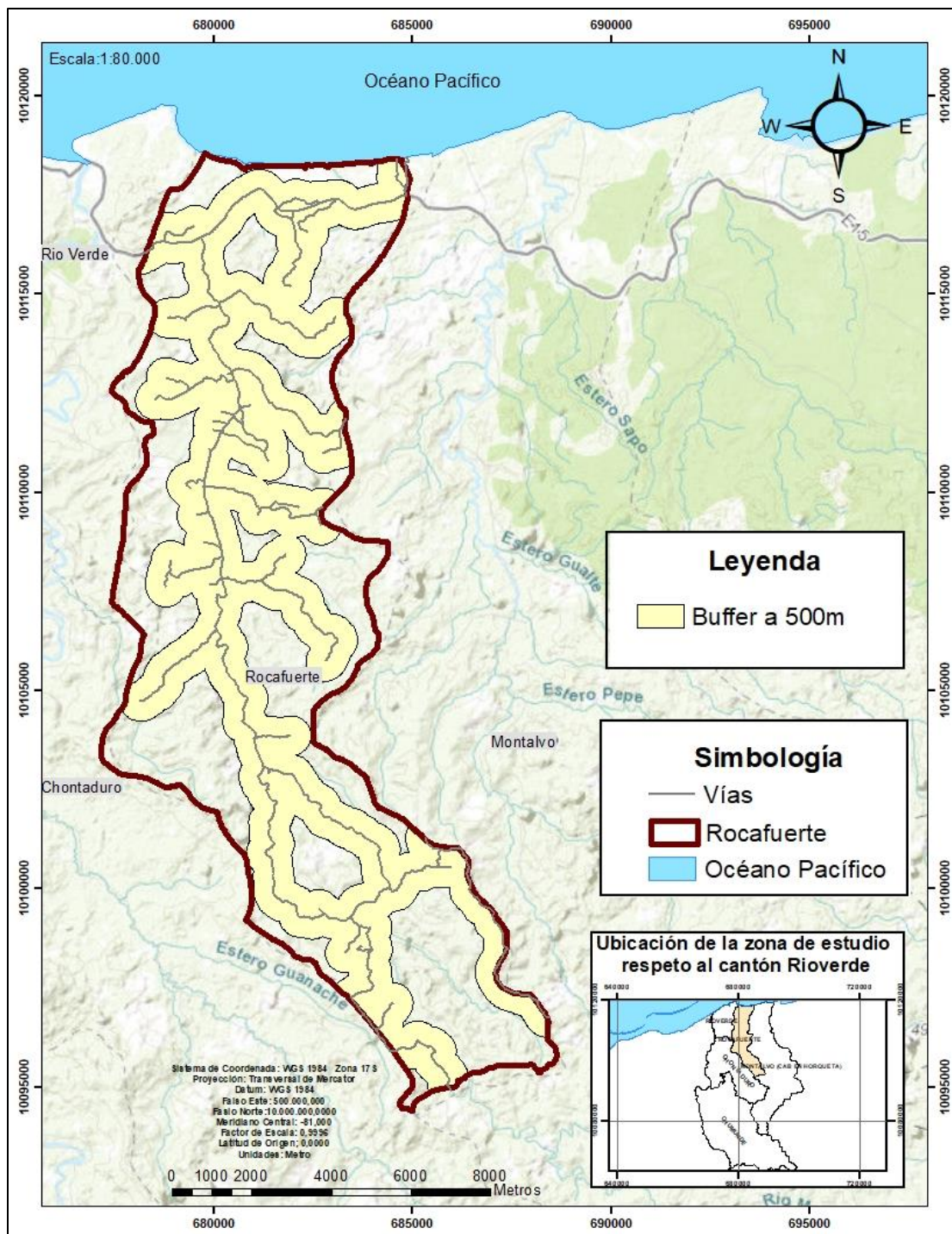


Figura 38. Buffer a 500 metros de las vías

- Las zonas seguras deben ubicarse en un área delimitada por un buffer de 500 metros como se muestra en la figura 39, dentro de los terrenos con pendientes menores al 10 por ciento (pendientes onduladas o planas), para que las personas puedan acceder al lugar con facilidad y no tengan percances por las características que pueda presentar el lugar.

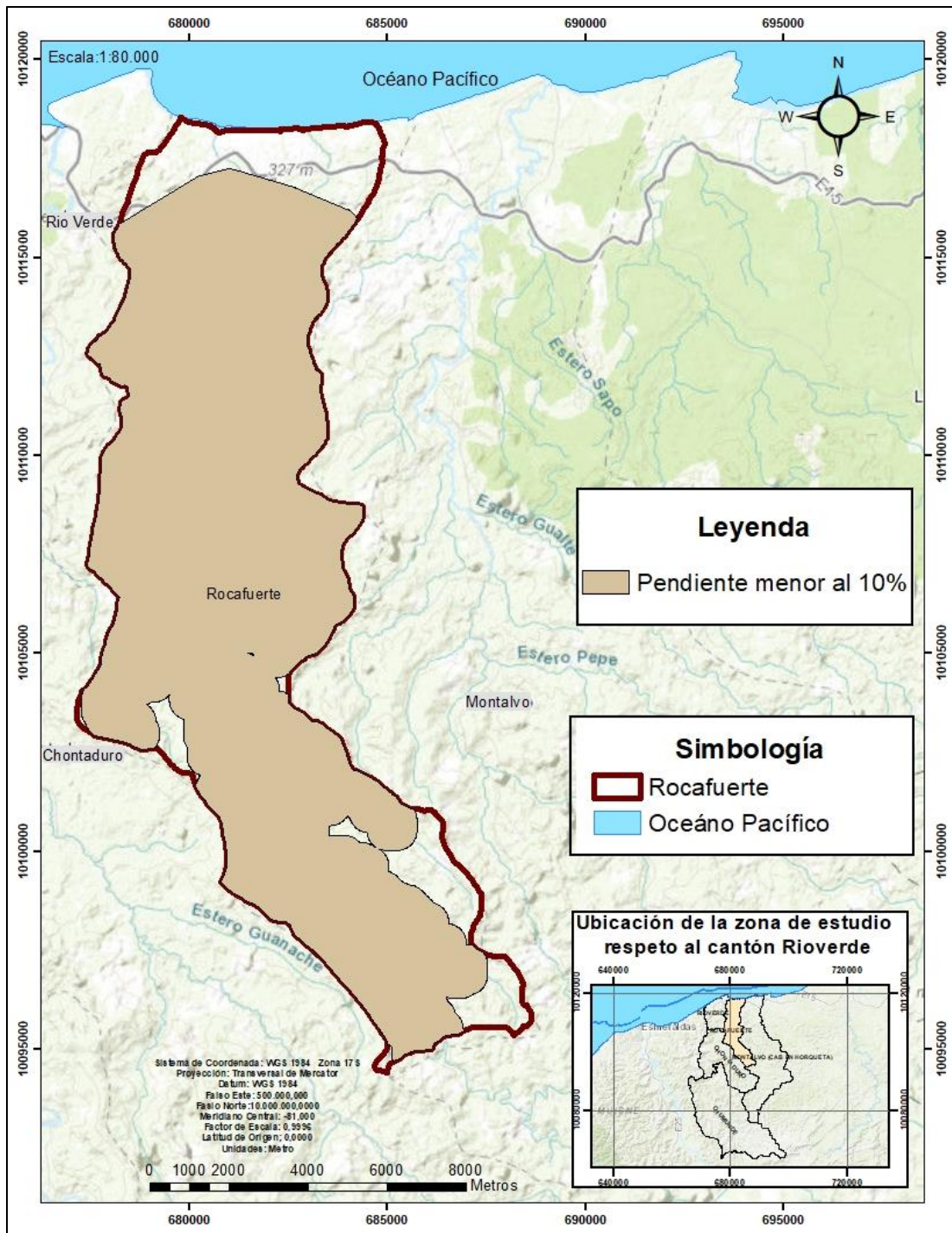


Figura 39. Buffer a 500 metros de la pendiente

- La ubicación de sitios seguros se lo debe hacer dentro de un perímetro de 500 metros a los centros educativos. Así se tendría la capacidad de albergar a los pobladores en el

caso de necesitar un refugio temporal, ya que es un lugar con la infraestructura adecuada (techo, sanitarios). Como se visualiza en la figura 40.

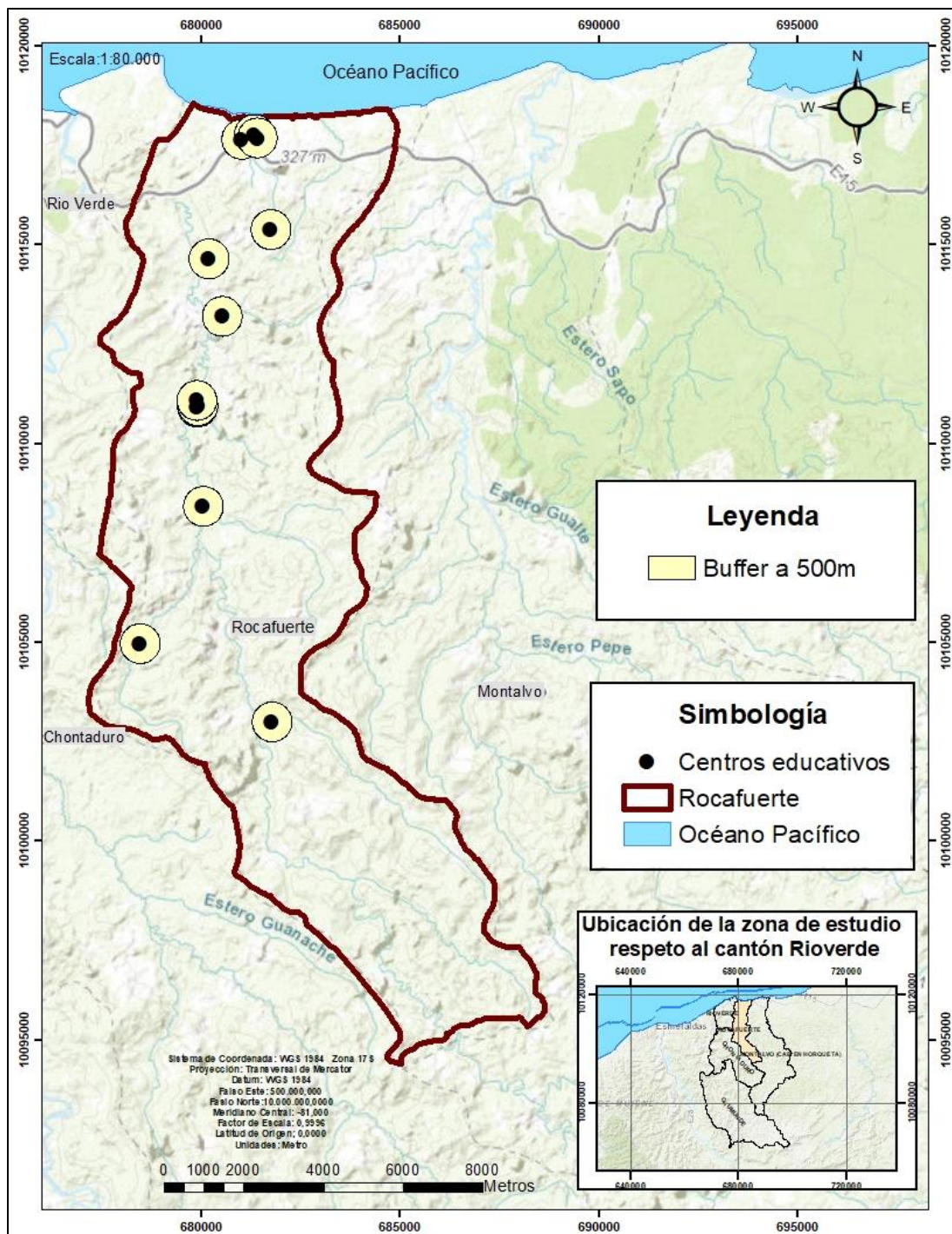


Figura 40. Buffer a 500 metros de los centros educativos

- Es prioritario la localización de un centro de asistencia hospitalaria a 500 metros de una zona segura, debido a que permitiría tener una respuesta adecuada, presentando disponibilidad inmediata de los servicios de salud (ver figura 41).

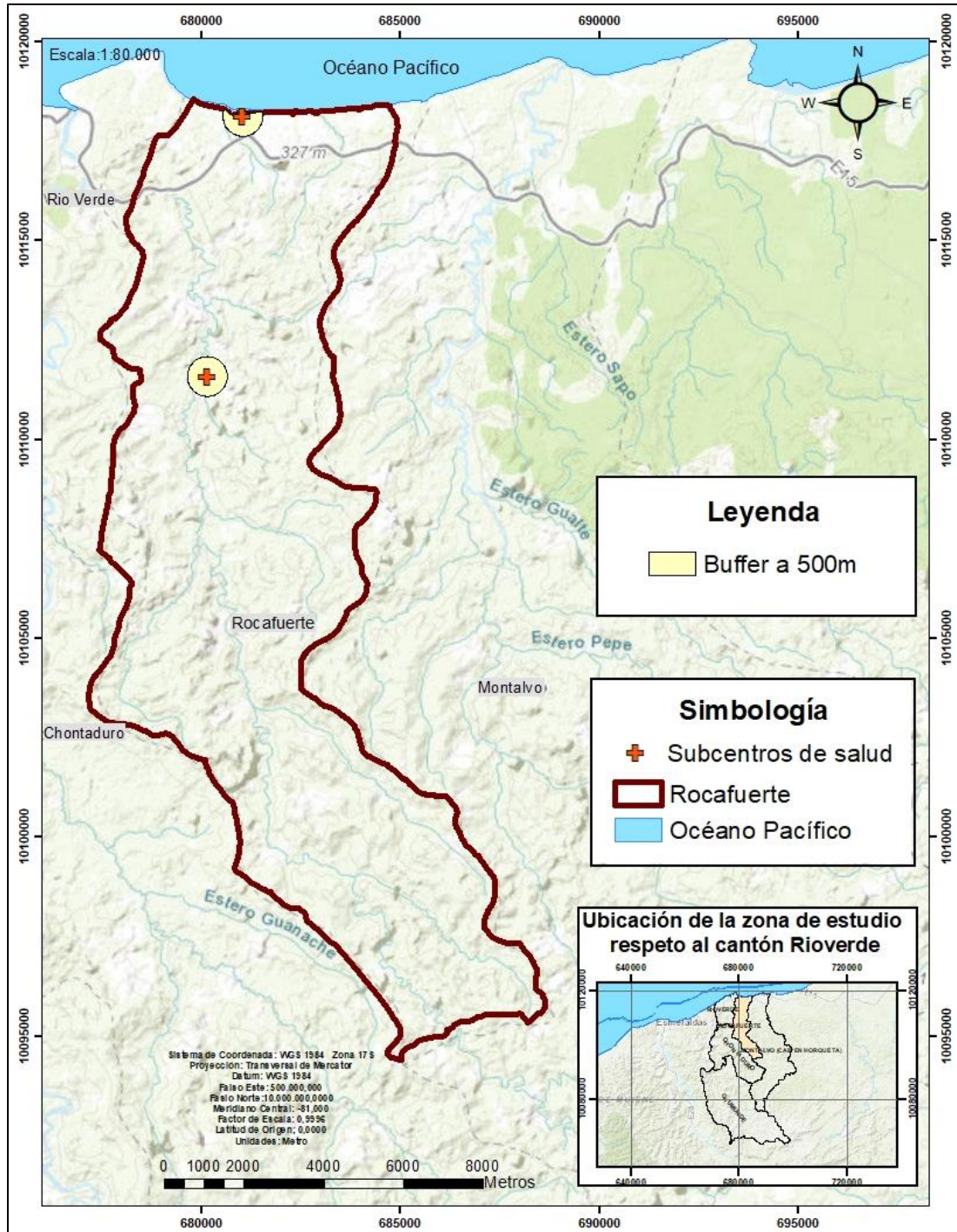


Figura 41. Buffer a 500 metros de los centros de salud

- Una vez teniendo el análisis de las variables físicas descritas anteriormente se determina los sitios seguros, mediante la herramienta “intersect”, los mismos que se encuentran a 500 metros fuera de los escenarios de inundación, 500 metros dentro la vía principal, dentro de terrenos con pendientes menores al 10 por ciento, cerca de centros de salud y cerca de centros educativos, los mismos que se los visualiza en la figura 42, Anexo 17.

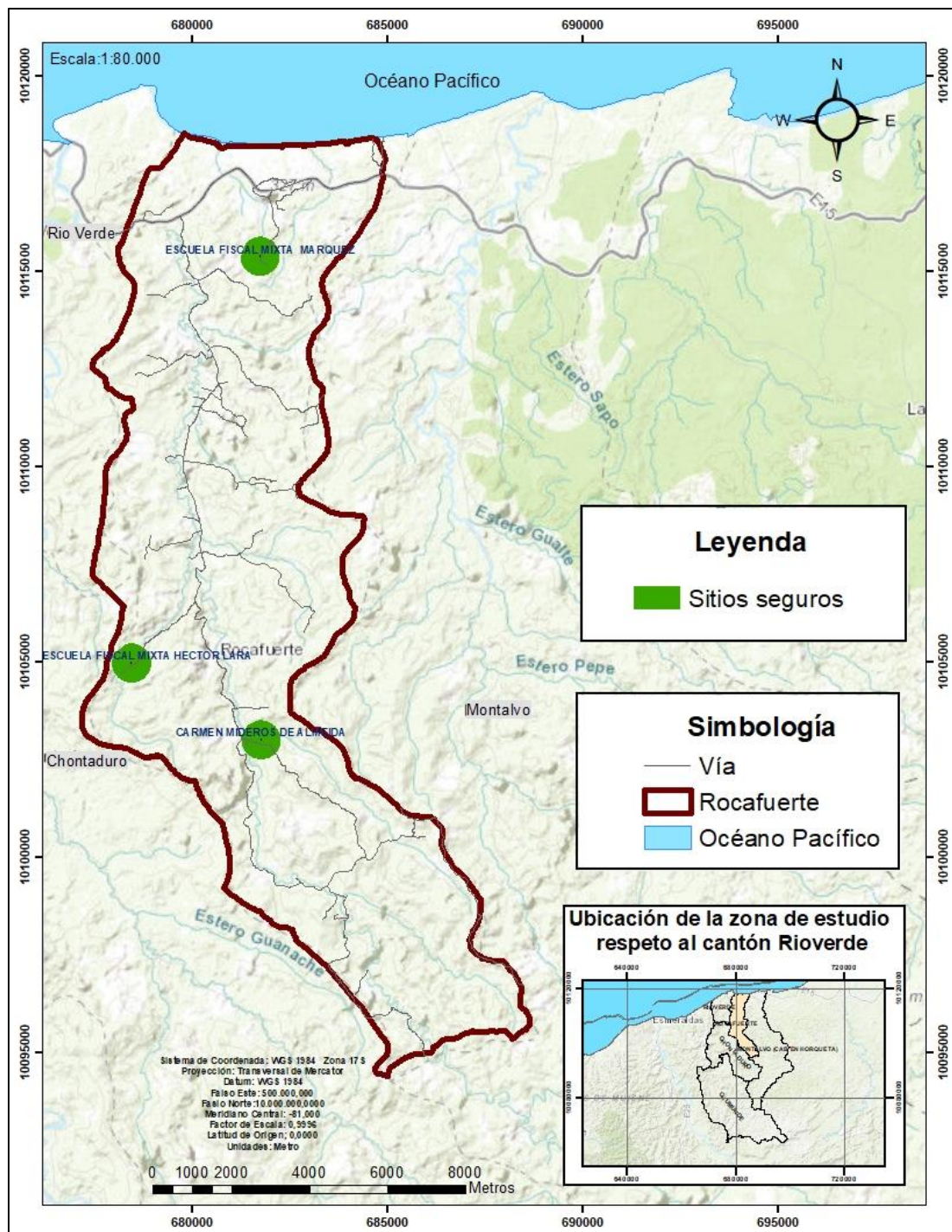


Figura 42. Sitios seguros de la parroquia Rocafuerte

Una vez realizado el análisis para la definición de sitios seguros en la parroquia de Rocafuerte, se han determinado 3 zonas seguras para el lugar. Sin embargo, solo una de ellas serviría como sitio seguro por la cercanía a la que se encuentra de la cabecera parroquial, siendo esta la escuela fiscal mixta Márquez, las otras dos zonas seguras serian consideradas como albergues temporales debido a que se encuentran a una distancia de 15 km aproximadamente.

## CAPÍTULO V. Generación de propuestas para la gestión del riesgo

### 5.1 Análisis multicriterio por ponderación lineal

La generación de propuestas para la gestión del riesgo frente a inundaciones en la cabecera parroquial de Rocafuerte, se lo realizará mediante la utilización del método por ponderación lineal o Scoring, el mismo que se basa en ponderar las variables seleccionadas previamente y de acuerdo a ello determinar la factibilidad para que las mismas se puedan desarrollar en el lugar de estudio. Para la determinación de estas variables se lo realizara a través de las medias estructurales y no estructurales, las mismas que serán evaluadas con base a costos, tiempo de ejecución, factibilidad de implementación, porcentaje de reducción de inundaciones y sostenibilidad con el medio ambiente; este último parámetro se lo utilizara en las medidas estructurales únicamente por lo que estas se fundamentan en la cimentación de obras civiles las cuales pueden generar daños al medio ambiente al momento de ejecutarlas, la descripción de estos parámetros se los observa en la tabla 20.

Tabla 20. Parámetros de implementación

Criterio	Descripción	Indicador
Costos	Expendio económico que se necesita para la ejecución de una obra o elaboración de servicios; determinar el costo es primordial al momento de la decisión, sino está dentro un presupuesto acorde a las necesidades del lugar, la medida no puede realizarse.	Dólares
Tiempo de ejecución	Período que se necesita para llevar a cabo la implementación de una obra o servicio, este factor siempre tiene que determinarse debido a la importancia que representa cumplir con la obra en el menor tiempo posible.	Meses o años

Factibilidad de implementación	Posibilidad de realizar una obra o servicio, de acuerdo a las características que posea el lugar. Se debe realizar necesariamente, ya que este factor permite analizar características externas que puedan afectar o beneficiar en la implementación de las medidas.	Ejecución
Reducción de inundaciones	Grado de disminución que brinda una obra o servicio, respecto a posibles eventos adversos. Es fundamental que esta variable este presente, puesto que representa el beneficio que significará la obra para la mitigación y reducción de inundaciones.	Porcentaje
Sostenibilidad con el medio ambiente	Relevancia en ser amigable con el medio ambiente, por lo cual es necesario buscar medidas sostenibles para no causar efectos adversos en el lugar de estudio.	Reducción de contaminación

## 5.2 Medidas estructurales y no estructurales

La determinación de las medidas estructurales y no estructurales se lo realizó con base a la investigación de las medidas estipuladas en el marco teórico (ver sección 1. 7. 4). Con estas medidas, se establecieron posibles criterios que pueden ser usados para la elaboración de propuestas en la cabecera parroquial de Rocafuerte.

### 5.2.1 Medidas estructurales

Se seleccionaron las siguientes medidas estructurales: estructuras de retención como estanques de detención y estructuras subterráneas de retención. Estructuras de protección como diques, dunas y barreras frente a oleajes. Sistemas de drenaje sostenibles como áreas de bioretención, mejora de cunetas y zanjas de infiltración (Rodríguez & Momparler, 2010).

Empleando la metodología Scoring, se realizó la asignación de ponderación en una escala de 1 a 5, la escala empleada se observa en la tabla 21.

Tabla 21. Escala de ponderación

Descripción	Ponderación
Poca importancia	1
Leve importancia	2
Moderada importancia	3
Esencial importancia	4
Extrema importancia	5

En la tabla 22 se seleccionaron algunas medidas estructurales que pueden ser usadas en la cabecera parroquial de Rocafuerte.

Tabla 22. Descripción de las medidas estructurales

	Medida	Descripción
Estructuras de detención	Estanques de detención	Son utilizados para tratar el flujo de la escorrentía, áreas que se pueden inundar mientras se producen fuertes precipitaciones, a través del almacenamiento de agua a corto plazo.
	Estructuras subterráneas de retención	Tiene el fin de disminuir el caudal de descarga, permitiendo una filtración al subsuelo, también pueden ser impermeables, reponiendo el agua recogida al sistema continuando con los ratios de descarga.
Estructuras de protección	Diques	Estructuras que se construyen siguiendo el cauce del río, mar o el perfil de lagos naturales. Los diques marítimos se construyen generalmente a partir de montículos de materiales finos, con una pendiente suave en el lado exterior para reducir el sobrevertido y la erosión del dique debido al oleaje.

	Dunas	Se fundamenta en colocar arena de playa que tenga específica granulometría para cimentar un campo de dunas que sustituyan a las dunas que hayan sido apartadas o desechadas en el momento de ocurrir precipitaciones fuertes.
	Barreras frente a oleajes	Las estructuras están compuestas por un procedimiento mixto de compuertas y diques. Las compuertas pueden ser giratorias o deslizantes, su base está formada por construcciones de acero, resguardan estuarios de los oleajes o los cambios que se realizan en el nivel del mar.
Sistemas de drenaje sostenibles	Áreas de bioretención	Estructuras de control del agua proveniente de la lluvia que tratan agua de escorrentía de frecuentes eventos de precipitación. La calidad del agua es tratada por la vegetación en cuencas poco profundas u otras zonas contaminadas, de manera que se descarten los contaminantes.
	Cunetas Verdes	Canales al aire libre con vegetación que manejan el agua proveniente de la escorrentía mediante celdas húmedas o secas.
	Zanjas de infiltración	Excavaciones superficiales, saturadas de piedras o basura, las cuales forman una acumulación sub-superficial por un determinado tiempo para infiltrar el agua de escorrentía en el subsuelo. Además, debe recibir flujo lateral desde un plano impermeable contiguo.

Los Sistemas de drenajes urbanos (SUDS) presentan una característica específica debido a que son amigables con el medio ambiente, siendo nuevas estrategias planteadas para combatir problemas relacionados al drenaje de agua pluvial y una adecuada gestión del agua. Estos problemas ocurren ante un crecimiento urbanístico desaforado y no tener implementadas medidas acordes para el mismo.

Los SUDS son soluciones a la falta de espacios permeables, presentando una opción verde, esta es una forma natural y sostenible capaz de gestionar el agua lluvia, además consiguen disminuir la cantidad de contaminantes que fluyen en estas aguas (Rodríguez J. , 2013).

Áreas de bioretención: Son áreas verdes que poseen suelos permeables, ubicadas en zonas deprimidas. Permite filtrar y drenar el agua lluvia, aunque su capacidad de caudal es reducida. Además, se convierte en una opción natural por medio de su vegetación para la eliminación de contaminantes.

Cunetas Verdes: Son áreas verdes dispuestas al largo de caminos, calles. Están diseñadas para una adecuada gestión del agua de escorrentía en diversas zonas. Existen tres tipos: tradicionales que permiten gestionar el agua, vegetales secos en las que con un filtro formado por material permeable permite una infiltración de calidad, vegetales húmedos son las que retienen el agua de forma permanente ubicados en suelos impermeables.

Zanjas de infiltración: Son depósitos subterráneos de origen natural, los cuales almacenan el agua de escorrentía hasta que se provoque la infiltración de esta en el propio terreno. Este sistema se lo encuentra situado en zonas verdes, medida con la que se puede añadir vegetación al diseño urbanístico de una ciudad (Abellán, 2016).

Para poder determinar qué medida es conveniente en la zona se realizó un estudio en cuestión de costos, tiempo de ejecución, factibilidad de implementación, porcentaje de reducción de inundaciones y sostenibilidad con el medio ambiente. Como se observa en la tabla 23.

Tabla 23. Costo, tiempo y reducción de las medidas estructurales

Medidas estructurales	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de Inundación
Estanques de retención	\$100000 (García, 2016).	2 años y medio - 3 años (García, 2016).	Alto (Abellán, 2016).
Estructuras subterráneas de retención	\$50000 (García, 2016).	1 año y medio (García, 2016).	Medio (Abellán, 2016).
Diques	\$10,500 x km (Ramírez, 2012).	8km en 1 mes y medio (Ramírez, 2012)	Alto (Abellán, 2016).
Dunas	\$35 x m2 (Lithgow, 2013)	50 m2 x 1 día (Lithgow, 2013).	Bajo (Abellán, 2016).
Barreras frente a oleajes	\$7 Millones x cada hectárea (Rodríguez, 2014).	5-6 meses x hectárea (Rodríguez, 2014).	Alto (Abellán, 2016).

Áreas de bioretención	60-80 \$/m <sup>2</sup> (Dixon, 2016).	1 km x 8h (Dixon, 2016).	Medio (Reducción de un 20%) (Abellán, 2016).
Cunetas Verdes	\$28,97 x metro (Vázquez, 2009).	150m x 1 mes (Vázquez, 2009).	Medio (Abellán, 2016).
Zanjas de infiltración	29.125 \$/m <sup>3</sup> (Pizarro, 2004).	180m <sup>3</sup> x 1 mes (Pizarro, 2004).	Medio (Abellán, 2016).

Posterior, a ello se realizó la ponderación de cada opción en función de los criterios definidos. La cual se puede observar en la tabla 24, mostrando el resultado de la metodología Scoring usada en las medidas estructurales.

Tabla 24. Metodología Scoring de medidas estructurales

Medidas estructurales	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de Inundación	Sostenible con el ambiente	Total
Estanques de retención	1	1	5	2	9
Estructuras subterráneas de retención	2	2	3	1	8
Diques	2	4	5	1	12
Dunas	4	5	1	1	11
Barreras frente a oleajes	1	3	5	1	10
Áreas de bioretención	5	5	3	5	18
Cunetas verdes	5	4	3	5	17
Zanjas de infiltración	5	4	3	5	17

### 5.2.2 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales engloban políticas, medidas para el desarrollo del conocimiento, procesos de participación pública y recolección de información que

posibilite reducir el riesgo. Las medidas no estructurales determinadas para el presente estudio son las siguientes: políticas y planeamiento urbano, predicción de inundaciones, como se visualiza en la tabla 25.

Tabla 25. Descripción de las medidas no estructurales

Tipo	Medida	Descripción
Políticas y planeamiento urbano	Planeamiento urbano	Existen lugares donde cohabitan con zonas inundables, en las que están presentes infraestructuras sin tener en consideración la percepción del riesgo. Un adecuado planeamiento urbano necesita impedir la construcción en zonas vulnerables, lo cual necesita del uso normativo que delimite los usos de suelo y el modelo de edificación en lugares con peligro a inundaciones, determinando prohibiciones como: usos de suelo, empleo de materiales de construcción y estructuras que puedan soportar el agua.
Predicción de inundaciones	Predicción meteorológica	Esta característica provee información esencial para realizar los modelos de la pre caracterización de avenidas, teniendo como fin pronosticar la inundación antes de que se suceda
Comunicación	Comunicación general	Esta medida se forma básicamente de la instrucción a los pobladores y la comunicación de la existencia del riesgo, para lo cual el habitante aprende cómo reaccionar en el caso de suceder una inundación
	Sistemas de alarma temprana	Estos sistemas se enfocan en avisar a la población de un apremiante suceso de inundación. El uso de un adecuado sistema conjuntamente con las acciones de formación, disminuyen las víctimas, debido a que son un instrumento esencial para comenzar con los procedimientos de una evacuación.
Movilización	Evacuación preventiva	Se la realiza antes de que inicie el suceso de la inundación.

	Evacuación forzosa	Se lo lleva a cabo en el transcurso del desarrollo del suceso.
Capacitaciones	Capacitaciones	Posee información teórica y práctica que se imparte a los pobladores, para que puedan tener una mejor acción de respuesta

Para realizar el establecimiento de las medidas más convenientes para la cabecera parroquial, se realizó una estimación de costos, tiempo de ejecución, factibilidad de implementación, porcentaje de reducción de inundaciones, como se observa en la tabla 26.

Tabla 26. Costo, tiempo y reducción de las medidas no estructurales

Medida no estructural	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de Inundación
Planeamiento urbano	\$2500 - \$5000 (Senplades, 2014).	6 meses (Sornoza, 2015).	Alto (Senplades, 2014).
Comunicación general	\$1500 (Pérez, 2014).	5 días (Cardona, 2001)	Alto (Abellán, 2016).
Sistemas de alarma temprana	\$7940 costo de sistema básico (Pérez, 2014).	1KM /día (INHAMI, 2010).	Alto (Pérez, 2014).
Evacuación preventiva	\$1000 - \$3000 (Gregorini, 2013).	1 -3 horas (Gregorini, 2013).	Alto (MINVU, 2015).
Evacuación forzosa	\$250 - \$500 (MINVU, 2015).	1 - 2 horas. Dependiendo de altura, fuerza del caudal (MINVU, 2015)	Medio (MINVU, 2015).
Capacitaciones	\$1500 - \$2500 dependiendo de valor de capacitación del especialista (Rodríguez D. , 2014).	1 capacitación trimestralmente (Cardona, 2001).	Alto (Cardona, 2001).

Luego de esto, se efectuó una ponderación de cada opción en función de los criterios definidos. La cual se puede observar en la tabla 27, exponiendo el resultado de la metodología Scoring usada en las medidas no estructurales.

Tabla 27. Metodología Scoring de medidas no estructurales

Medida no estructural	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de Inundación	Total
Planeamiento urbano	4	4	5	13
Comunicación general	5	4	5	14
Sistemas de alarma temprana	5	5	5	15
Evacuación preventiva	3	5	4	12
Evacuación forzosa	4	4	3	11
Huida	4	5	1	10
Capacitaciones	5	5	5	15

### 5.2.3 Resultados de la evaluación de medidas estructurales y no estructurales

Se realizó la evaluación de las medidas estructurales y no estructurales mediante la metodología Scoring para determinar cuál de ellas sería factible incorporar en la cabecera parroquial de Rocafuerte, obteniendo como resultados, medidas con mejor puntuación y alternativas para su ejecución. Por otra parte, se agrega otro factor de análisis para las medidas estructurales, siendo el mismo la sostenibilidad con el ambiente, factor que es relevante para la ejecución, por los beneficios que pueden brindar para mitigar el riesgo de inundaciones.

Se puntuó como mejor medida estructural: “Áreas de bioretención”; y como mejores medidas no estructurales: “Capacitaciones” y “Sistema de alerta temprana”. De la misma forma, la implementación de otras medidas estructurales y no estructurales puede suponer

una considerable mejora para la reducción del riesgo de inundaciones a costos accesibles, tiempos óptimos en su implementación, por consiguiente, en la tabla 28 se presenta un ranking de las mejores medidas estructurales y no estructurales.

Tabla 28. Medidas para la disminución de inundaciones

Ranking de las medidas estructurales			Ranking de las medidas no estructurales		
Posición	Medida	Puntuación	Posición	Medida	Puntuación
1	Áreas de bioretención	18	1	Capacitaciones	15
2	Cunetas verdes	17	2	Sistema de alerta temprana	15
3	Zanjas de infiltración	17	3	Comunicación general	14
4	Diques	12	4	Planeamiento urbano	13

Por lo tanto, la procedencia del resultado de la medida “áreas de bioretención” corresponde a que en tres de los cuatro criterios (tiempo de implementación, costo de implementación, sostenible con el ambiente) analizados se alcanzó la puntuación más alta de la escala de ponderación, teniendo en el criterio restante un puntaje intermedio (reducción de inundación); con lo cual la suma de los criterios analizados reportó el peso más alto de 18 puntos.

Por otra parte, el origen de los resultados de las medidas “capacitaciones” y “sistema de alerta temprana” corresponden a que en los tres criterios (tiempo de implementación, costo de implementación, reducción de inundación) analizados se alcanzó la puntuación más alta de la escala de ponderación, para lo cual la suma de los criterios analizados reportó el peso más alto de 15 puntos.

Por último, las medidas estructurales restantes están ligadas a la medida con mayor puntaje ya que son sostenibles con el ambiente, razón por la cual poseen los mismos puntajes en tres de los cuatro criterios analizados (costo de implementación, sostenible con el ambiente, reducción de inundación), variando en el criterio restante (tiempo de implementación) ya que estos son esencialmente importantes, siendo de esta manera que obtienen un peso de 17 y 12 puntos.

Asimismo, las medidas no estructurales restantes tienen importancia a pesar de no ser las medidas con mayor puntaje, estas se pueden implementar debido a que presentan beneficios, ejemplo de esto son las “comunicación general” presentando dos criterios de extrema importancia y uno de esencial importancia, obteniendo una puntuación de 14; finalmente “planeamiento urbano” alcanza la puntuación de 13, debido a que en dos criterios son de esencial importancia y tan solo uno de extrema importancia. Finalmente se observa en la figura 29 las mejores medidas estructurales y no estructurales que pueden ser usadas en la cabecera parroquial de Rocafuerte.

Tabla 29. Mejores medidas para la disminución de inundaciones

Número	Medida	Tipo
1	Áreas de bioretención	Estructural
2	Capacitaciones	No estructural
3	Sistema de alerta temprana	No estructural

### 5.3 Propuestas para la reducción de inundaciones

Ante el inadecuado desarrollo urbanístico por el crecimiento poblacional, y gestión de los recursos hídricos en sus diferentes presentaciones, será necesario determinar propuestas para aminorar los efectos que puedan causar los eventos de inundaciones.

Las propuestas representan oportunidades que permitirán implementar alternativas para reducir o mitigar considerablemente las consecuencias antes, durante y después de las inundaciones.

Razón por la cual una vez analizado la incidencia de inundaciones, la vulnerabilidad física, la capacidad de respuesta actual de la población y los sitios seguros; será necesario buscar soluciones para mitigar el riesgo de inundaciones en la cabecera parroquial de Rocafuerte. Por lo tanto, se realizó un análisis multicriterio de las medidas estructurales y no estructurales, determinando tres soluciones que se pueden implementar en la zona de estudio, las mismas se presentan a continuación:

## **A) Áreas de bioretención**

### **Objetivo:**

Disminuir y reducir el volumen de flujo de agua en áreas impermeables para mejorar la calidad de la misma y remover numerosos contaminantes.

### **Propuesta:**

Será necesario implementar áreas de bioretención en sectores estratégicos de los escenarios con mayor riesgo de la cabecera parroquial para reducir paulatinamente el flujo de agua, antes de que esta pueda acrecentar el riesgo de inundación. Se implementarán las áreas de bioretención acorde al clima de la zona, deberá ser vegetación que se pueda adaptar al medio y esencialmente vegetación propia de la zona, para asegurar el adecuado funcionamiento. Las concentraciones de áreas de bioretención contrarrestarán también los contaminantes.

Tal propuesta es beneficiosa debido a los bajos costos y tiempos de implementación, además de ser amigable con el medio ambiente ya que permitirá la expansión de áreas verdes dentro del área de la cabecera parroquial, razones que la convierten como una excelente alternativa de mitigación.

## **B) Sistema de alerta temprana**

### **Objetivos:**

Mitigar el riesgo de inundaciones y mejorar la preparación de la población mediante la detección temprana de fenómenos hidrometeorológicos potencialmente peligrosos.

Emitir alertas inmediatas ante niveles altos o alarmantes de precipitaciones y del caudal que pueda presentar un peligro.

Salvaguardar la integridad de los pobladores y evitar mayores desastres.

### **Propuesta:**

El aumento poblacional y los recurrentes casos de inundaciones hacen que los efectos causados por estos desastres sean mayores, razón por la cual es necesaria una herramienta alternativa de apoyo y prevención para la comunidad y para la toma de decisiones por parte de las autoridades de la parroquia.

El sistema de alerta constará principalmente de pluviómetros y limnómetros, instalados estratégicamente en el área de estudio, proporcionando una alternativa de mitigación de los efectos causados por inundaciones, permitiendo mejorar la capacidad de respuesta de la población. Además, permitirá recolectar información, proporcionar alertas de inundaciones que se generen por la elevación y nivel del río.

Esta es una excelente alternativa de propuesta debido a que el tiempo de uso del sistema de alerta es extenso, y el costo en comparación al tiempo que será empleada esta herramienta proporciona un gran beneficio para evitar los estragos socio-económicos, o afectaciones que proporcionen las inundaciones a la población de la cabecera parroquial de Rocafuerte.

### **C) Capacitaciones**

#### **Objetivos:**

Realizar campañas de información

Generar conocimientos por parte de los expertos en gestión de riesgos, para que la población tenga una efectiva acción de respuesta.

Emitir conocimientos claros y efectivos con las acciones y medidas a tomar en el momento de la ocurrencia de fenómenos de inundaciones.

Efectuar simulacros de los lugares a los cuales pueden dirigirse ante sucesos de inundaciones.

#### **Propuesta:**

Es trascendental que los pobladores de la cabecera parroquial de Rocafuerte tengan una mayor comprensión de las consecuencias y causas de los desastres, para lo cual será necesario que las autoridades realicen periódicamente capacitaciones tanto teóricas como prácticas en materia de gestión de riesgos, con el fin de que los habitantes posean una mejor capacidad de respuesta en comparación a la actual. Es preciso realizar periódicamente capacitaciones por parte de los expertos en gestión de riesgos para la población y de esta manera dar a conocer las mejores medidas para salvaguardar la integridad de los pobladores, vías por los que puedan guiarse y zonas seguras a las cuales pueden dirigirse para resguardarse. Esta es una alternativa significativa debido a la reiterada e inesperada ocurrencia de inundaciones que anteriormente ha tomado

desprevenidamente a los habitantes del lugar. El valor de esta propuesta es alto porque se imparte conocimientos los cuales una vez ya adquiridos por cierto número de personas, podrán transferir estos conocimientos en su núcleo.

### **5.3.1 Propuesta para grupos de atención prioritaria**

Las propuestas planteadas abarcan las alternativas con mayor puntuación tanto estructurales y no estructurales que representan las mejores oportunidades en relaciones costo-beneficio, tiempo-beneficio, acordes para la situación actual de la cabecera parroquial. Tales buscan favorecer a todos los habitantes que están inmersos en el área de estudio, beneficiando sustancialmente a las personas que están ubicadas en los sectores de alto riesgo y generando mayor tranquilidad a los habitantes que se encuentran en los sectores de riesgo medio y bajo.

Sin embargo, existen grupos de atención prioritaria (niños, mujeres embarazadas, personas con discapacidad y adultos mayores), para los cuales se busca proveer mejores alternativas al momento de enfrentar los efectos de inundaciones, por lo que se plantea una propuesta distinta enfocada en salvaguardar la integridad de este grupo prioritario.

#### **Objetivos:**

Proteger la mayor cantidad de vidas humanas en un corto periodo de tiempo.

Dar prioridad a los grupos de atención prioritaria.

#### **Propuesta:**

La propuesta se basa en crear una aplicación online con el programa ArcGIS Developer, la misma que se encuentre a la disponibilidad de toda la población, puede ser utilizada antes, durante y después de ocurrir una inundación. La misma estará sincronizada al sistema de alerta propuesto previamente y a su vez conectada a los organismos de rescate en el caso de que se llegue a necesitar. Mediante la georreferenciación de este grupo a través de los sistemas de información geográfica, se obtendrá una base de datos con el uso de un formulario mediante google formulario, el mismo que contenga la ubicación de su domicilio, números de contacto y tipo de prioridad. En caso de suceder una inundación y se presenten escenarios con mayor peligro, se procederá a observar en el mapa si en esos sectores se encuentran personas pertenecientes a este grupo prioritario, se puede visualizar en las figuras 43, 44, 45.

## Riesgo de inundaciones Rocafuerte

**\*Obligatorio**

**Apellidos y Nombres Completos \***

Tu respuesta

**Dirección del domicilio \***

Tu respuesta

**Teléfono \***

Tu respuesta

**Número de cédula \***

Tu respuesta

**Tipo de atención prioritaria \***

Tu respuesta

**Nombre y número de contacto en caso de emergencia \***

Tu respuesta

**Grupos de atención prioritaria**

Figura 43. Formulario en google

Dirección electrónica: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdFq1F5GhT-8IL24B5zLIXcmUO8jacFxxJVOiIZSNSSIF6R4g/viewform?vc=0&c=0&w=1>

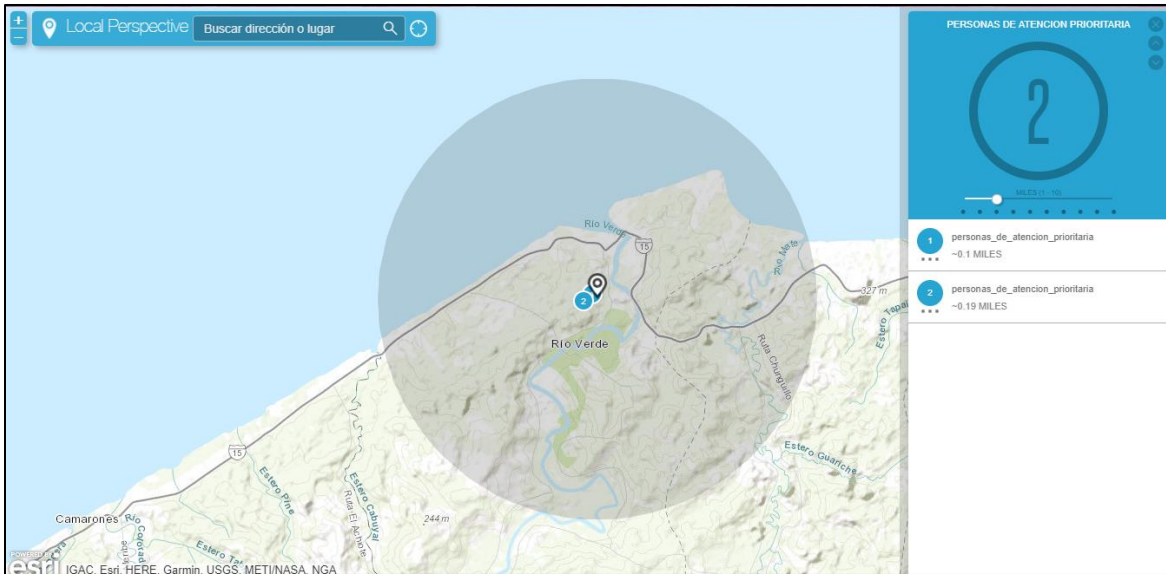


Figura 44. Aplicación online

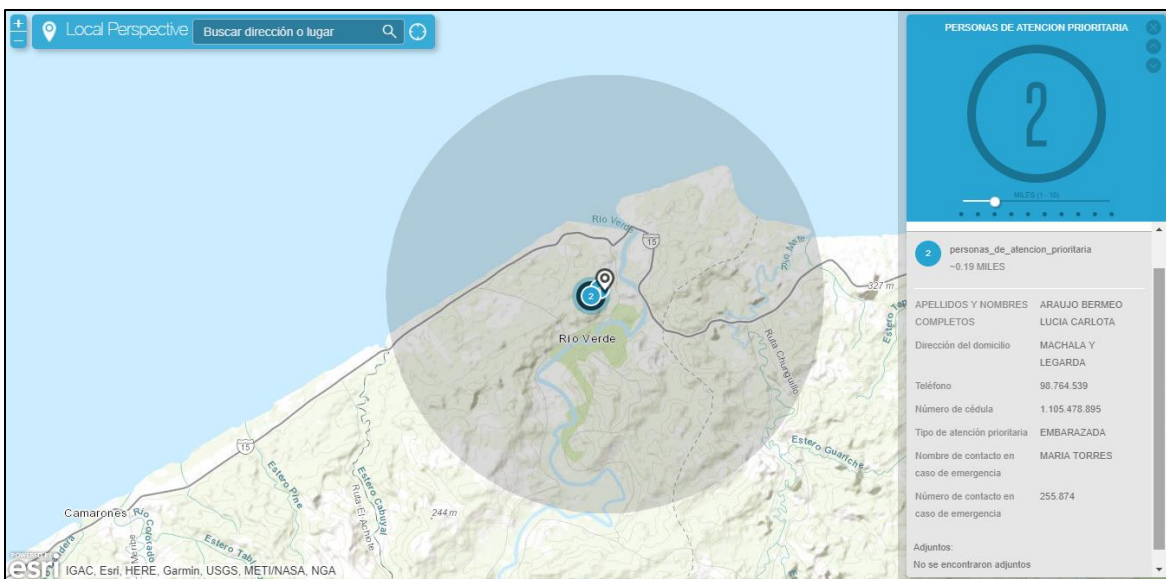


Figura 45. Datos de las personas de atención prioritaria

Dirección electrónica: <https://atencion-priori.maps.arcgis.com/apps/LocalPerspective/index.html?appid=6d994ddd19bf49b1b14379b38f4e2b71>

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- De acuerdo al registro obtenido de los años 2012 – 2017, las inundaciones fluviales y pluviales se han presentado reiteradamente en los meses comprendidos de enero a mayo, en donde las precipitaciones esperadas entre estos meses eran de 629,2 mm. No obstante, las mayores precipitaciones se registraron en el año 2016 con un valor de 986,5 mm y en el año 2014 se obtuvo 882,1 mm. Cabe mencionar que para el año 2012 se esperaban registros de precipitaciones de 599,5 mm y se obtuvieron precipitaciones de 838,1 mm. Evidenciando que históricamente se esperaban registros menores a los presentados en la actualidad; el incremento del cambio climático a causa de factores antrópicos ocasiona estas alteraciones conforme transcurre el tiempo.

Además, se presenció en la base de datos que mes a mes existía una variación notable entre lo que se esperaba frente a lo que se obtuvo, evidenciándose que la población está expuesta al riesgo de inundaciones, por lo que la percepción de los habitantes demostró tal afirmación al momento de dar contestación a las encuestas debido a que se generaron pérdidas económicas, daños materiales, interrupción del comercio, enfermedades, desbordamiento de ríos, caída de árboles, caída del puente de Rioverde y deslizamiento de tierra. Así mismo la prensa escrita corroboró en diferentes ocasiones la peligrosidad de dicho fenómeno, ejemplo de esto el 10 de enero de 2017 y el 13 de mayo de 2012 se dieron eventos desfavorables para la población.

- Los lugares que tienen pendientes planas y ligeramente onduladas presentan riesgo a inundaciones en la cabecera parroquial de Rocafuerte, estos fueron definidas mediante 4 cotas máximas. Las mismas que son los cuatro probables escenarios de inundación. El escenario I conlleva a una cota de 9,06 msnm, escenario II presenta una cota de 17,64 msnm, escenario III presenta una cota de 29,46 msnm y finalmente el escenario IV presenta una cota de 39,20 msnm, en donde se inundaría un área 0,08; 0,18; 0,40 y 0,43 km<sup>2</sup> respectivamente.

- Las zonas de riesgo a inundación presentan precipitaciones con un rango anual de 500 a 700 mm, pendientes tanto planas y escarpadas, textura del suelo gruesa y fina, geoformas como la llanura, uso y cobertura tierra como son pastizales y mosaicos agropecuarios. Con estas características se obtuvo un mapa de vulnerabilidad física para cada escenario en donde está representada la vulnerabilidad alta, media y baja que presenta la cabecera parroquial. A su vez se determinó que la población presenta una baja capacidad de respuesta actual frente a eventos de inundaciones.

Así mismo se analizó que el riesgo físico presenta una mayor proporción de riesgo bajo ya que afecta un área de 0,23 km<sup>2</sup>, después continua un riesgo medio que afecta un área 0,08 km<sup>2</sup> y finalmente se presenta un riesgo alto en la cual se afecta un área de 0,07 km<sup>2</sup>.

- Los sitios seguros a los cuales puede evacuar la población en caso de ocurrir una inundación son tres: escuela fiscal mixta Héctor Lara, escuela fiscal Márquez Miraflores y escuela fiscal Carmen Mideros. Los mismos que se encuentran cerca de las vías, lugares de asistencia hospitalaria y de ser necesario lugares donde se puede implementar albergues temporales como son los centros educativos.
- Las propuestas generadas para la gestión del riesgo de inundación son: áreas de bioretención siendo beneficiosas por los bajos costos y tiempos de implementación, además de ser amigables con el medio ambiente ya que permiten la expansión de áreas verdes dentro de la cabecera parroquial; sistema de alerta proporcionan un gran beneficio para evitar los estragos socio-económicos, o afectaciones a causa de las inundaciones; capacitaciones son alternativas significativas frente a la reiterada e inesperada ocurrencia de inundaciones que anteriormente ha tomado desprevenidos a los habitantes del lugar, además se fomentará una capacidad de respuesta efectiva frente a los efectos que pueden ocasionar las inundaciones.

## 6.2 Recomendaciones

- Para obtener un estudio con mayor precisión es necesario que se instale una estación meteorológica en la cabecera parroquial de Rocafuerte, además de estaciones hidrológicas las cuales permitan obtener datos de los ríos presentes en el lugar. La implementación de estas dos estaciones sería un gran avance debido a que se tendrían datos precisos los mismos que ayudarían de manera directa a posteriores estudios de riesgos frente a las amenazas hidrometeorológicas existentes en el lugar.
- Al haber revisado otros tipos de métodos como el determinístico o directo y el indirecto, se recomienda que se redefinan los escenarios de inundaciones, aplicando técnicas de mínimas varianzas las mismas dan datos más eficientes presentando menor varianza.
- Se determinó la vulnerabilidad física del lugar con variables de precipitación, uso y cobertura tierra, textura del suelo, geoformas y pendientes; sin embargo, se recomendaría analizar esta vulnerabilidad con información catastral como es el tipo de vivienda, material de construcción, entre otros. Además, que para profundizar el estudio se recomienda analizar la vulnerabilidad social, económica y cultural.
- Para una mejor definición de sitios seguros será necesario realizar el análisis multicriterio con un grupo multidisciplinario, por el hecho de que cada miembro tiene conocimientos técnicos de acuerdo a su rama lo cual permitirá tomar decisiones pertinentes al estudio en mención, siendo el resultado la delimitación precisa de las zonas seguras.
- Si se requiere realizar estudios a futuro se recomienda levantar información geográfica a una escala que presente mayor detalle como 1:5000. Siendo esta necesaria debido a que se tendrá una mejor información del terreno a estudiar.
- Los elevados costos que representaría implementar medidas estructurales y no estructurales demandaría una fuerte inversión para el GAD parroquial, para lo cual es necesario evaluar con otros parámetros, obteniendo medidas que puedan representar mayores índices de implementación.

## Bibliografía

- Abellán, A. (2016). *SUD Sostenible*. Recuperado el 16 de 09 de 2017, de <http://sud.sostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/cunetas-verdes/>
- Abrisketa, J. (2010). *Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo*. Recuperado el 15 de 11 de 2016, de <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/229>
- Ahrens, D. (2000). *Meteorology today, an introduction to weather; climate and the environment*, (sexta ed.). California: Brooks Cole.
- Alto Incendios. (2016). Recuperado el 18 de Diciembre de 2016, de <http://www.altoincendios.cl/prevencion/?prev1>
- Arenas, F. (2010). Los riesgos naturales en la planificación territorial. Chile.
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador de 2008*. Recuperado el 20 de 11 de 2016, de [http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.PDF](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.PDF)
- Asamblea Nacional. (2010). *Ley de Seguridad Pública*. Recuperado el 20 de 11 de 2016, de [http://www.seguridad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/reglamento\\_a\\_la\\_ley\\_de\\_seguridad\\_publica\\_y\\_del\\_estado.pdf](http://www.seguridad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/reglamento_a_la_ley_de_seguridad_publica_y_del_estado.pdf)
- Ayala, F. J., & Cantos, C. J. (2002). *Riesgos naturales*. España: Ariel,S.A.
- Barrantes, S. A. (2009). *Gestión de la información y comunicación en emergencias y desastres*. Obtenido de [http://www.eird.org/publicaciones/gestion\\_i\\_c\\_emergencias\\_desastres.pdf](http://www.eird.org/publicaciones/gestion_i_c_emergencias_desastres.pdf)
- Barreiro, P. L., & Albandoz, J. P. (s.f.). *Población y muestra. Técnicas de muestreos*. Recuperado el 03 de 06 de 2016, de [http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaesch/veroeffentlichungen/ver\\_texte/sampling\\_es.pdf](http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaesch/veroeffentlichungen/ver_texte/sampling_es.pdf)
- Beltrán, M. (16 de 11 de 2012). *Unidad Mínima Cartografiabl*. Recuperado el 17 de 05 de 2017, de <https://es.slideshare.net/leugimxw/unidad-mnima-cartografiabl>

- Billers, L., & López, J. (2004). Método de evaluación . En *Incendios forestales en México* . México: UNAM.
- Bruno, G., & Toscano, H. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP)*. Lima.
- Bryant, E. (2005). *Natural Hazards* (Vol. 2). New York, Estados Unidos .
- Buzai, G. R. (2006). *Análisis Socioespacial con Sistema de Información Geográfica* (1 ed.). Buenos Aires: GEPAMA.
- Cardona, O. D. (2001). *Midiendo lo inmedible*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiJtoX\\_6OTXAhUImeAKHdMEBycQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fidea.unalmz.edu.co%2Fdocumentos%2F09Cardonamidiendoloinmedible.pdf&usg=AOvVaw2Ag\\_pF4MWgrMHWEiOZWHSU](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiJtoX_6OTXAhUImeAKHdMEBycQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fidea.unalmz.edu.co%2Fdocumentos%2F09Cardonamidiendoloinmedible.pdf&usg=AOvVaw2Ag_pF4MWgrMHWEiOZWHSU)
- CENAPRED. (2009). *Inundaciones*. Recuperado el 10 de 05 de 2017, de Centro Nacional de Prevenciones de Desastres: [http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto\\_i.pdf](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto_i.pdf)
- CENAPRED. (2014). *Inundaciones*. Recuperado el 30 de 05 de 2016, de [www.cenapred.gob.mx](http://www.cenapred.gob.mx)
- CONAFOR. (2010). *Incendios forestales*. Obtenido de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador*. (2008). Recuperado el 16 de 04 de 2016, de [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Contreras , K., & Bieres, R. (2008). *SIG control y combate de incendios forestales*. Barcelo: Fundación UPC.
- COOTAD. (2010). Obtenido de [www.ame.gov.ec/ame/pdf/cootad\\_2012.pdf](http://www.ame.gov.ec/ame/pdf/cootad_2012.pdf)
- Cortijo, O. L. (2008). *El estudio de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las construcciones en centros urbanos*.

- CRE. (2016). *Cruz Roja Ecuatoriana*. Obtenido de Acciones :  
[http://www.cruzroja.org.ec/index.php/component/search/?searchword=emergencia  
 &searchphrase=all&start=20](http://www.cruzroja.org.ec/index.php/component/search/?searchword=emergencia&searchphrase=all&start=20)
- Cuadra, D. E. (2014). *Los Enfoques De La Geografía En Su Evolución Como Ciencia*.  
 Obtenido de <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo21/archivos/cuadra14.pdf>
- Cuerpo de Bomberos Santiago de Píllaro. (2016). *Incendios forestales del cantón Santiago de Píllaro* . Píllaro .
- Dixon, A. (2016). *Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de  
<http://www.redalyc.org/jatsRepo/1251/125148006008/125148006008.pdf>
- Doswell. (2008). *Flooding*. Recuperado el 10 de 05 de 2017, de  
[http://curry.eas.gatech.edu/Courses/6140/ency/Chapter8/Ency\\_Atmos/Flooding.pdf](http://curry.eas.gatech.edu/Courses/6140/ency/Chapter8/Ency_Atmos/Flooding.pdf)
- Duaibe, K. (2008). *Human Activities And Flood Hazards* . Recuperado el 10 de 05 de 2017, de  
<http://researcharchive.vuw.ac.nz/xmlui/bitstream/handle/10063/1004/thesis.pdf?sequence=2>
- Earl Case, D. B. (1958). *Geografía General Regional y Económica*. Omega.
- EduGlobal. (2013). Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, de  
<http://www.eduglobal.cl/2013/08/01/concurso-escolar-de-afiches/>
- El Comercio. (2015). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de  
<http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/el-comercio-2015-05-13>
- El Comercio. (2016). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de  
<http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/el-comercio-2016-01-10>
- El Herald. (17 de Noviembre de 2016). 88 Hectáreas de vegetación de pajonal fueron quemadas. *El Herald*, pág. 10.
- El Universo. (2010). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de  
<https://www.eluniverso.com/2010/12/18/1/1357/fuerte-lluvia-inunda-calles-esmeraldas.html>

- El Universo. (2011). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de <https://www.eluniverso.com/2011/01/21/1/1447/fuerte-lluvia-inunda-calles-esmeraldas.html>
- ESRI. (2015). *Understanding Spatial Relationships and Patterns*. Recuperado el 17 de 05 de 2017, de <http://www.esri.com/products/arcgis-capabilities/spatial-analysis>
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Recuperado el 25 de 06 de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- FAO. (2011). *Actividades Forestales de la FAO*. New York .
- FEMA. (2005). *Types of Floods and Floodplains*. Recuperado el 10 de 06 de 2017, de <https://training.fema.gov/hiedu/docs/fmc/chapter%20%20-%20types%20of%20floods%20and%20floodplains.pdf>
- Fernández. (2015). *Los efectos del cambio climático sobre el riesgo de inundaciones*. Recuperado el 16 de 05 de 2017, de [https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-inundaciones\\_cc-castellano.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-inundaciones_cc-castellano.pdf)
- Fernández, A. (2008). *Diseño de una Herramienta de Evaluación Multicriterio*. Tesis Pregrado, Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software, Madrid.
- Fernández, P., & Pértegas Díaz. (2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Recuperado el 17 de 05 de 2017, de [http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti\\_cuali/cuanti\\_cuali2.pdf](http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali2.pdf)
- Flores, A. M., Martínez, A. T., & Pacheco, V. G. (2010). *Propuesta Para La Evaluación De Riesgos Por Inundaciones Urbanas: El Caso De Xalapa (México)*. Recuperado el 15 de 12 de 2016, de [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0096\\_PU-SA-VIII-2012-AG\\_MOGUEL.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0096_PU-SA-VIII-2012-AG_MOGUEL.pdf)
- GAD Parroquial Rocafuerte. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Rocafuerte*. Rocafuerte.
- GAD Rocafuerte. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rocafuerte*. Recuperado el 04 de 05 de 2017, de <http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0860028410001\\_Diagnostico\\_Rocafuerte\\_Final\\_Def\\_29-10-2015\\_19-04-14.pdf](http://link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0860028410001_Diagnostico_Rocafuerte_Final_Def_29-10-2015_19-04-14.pdf)

GAD Santiago de Píllaro. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Píllaro, Tungurahua, Ecuador.

GADM canrón Santiago de Píllaro. (2016). *Ordenanza Que Regula La Gestión De Los Servicios De Prevención, Protección, Socorro Y Extinción De Incendios En El Cantón Santiago De Píllaro*. Obtenido de <http://pillaro.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/bomberos.pdf>

GADM de Santiago de Píllaro. (2014). *SNI*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2016, de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1860000720001\\_PDyOT%20Pillaro%202014-2015\\_16-03-2015\\_22-55-27.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1860000720001_PDyOT%20Pillaro%202014-2015_16-03-2015_22-55-27.pdf)

GADM de Santiago de Píllaro. (2016). *Ordenanza Que Regula La Gestión De Los Servicios De Prevención, Protección, Socorro Y Extinción De Incendios En El Cantón Santiago De Píllaro*. Obtenido de <http://pillaro.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/bomberos.pdf>

García, A. V. (2014). *Formulación De Protocolos En Incendios Forestales, Inundaciones Y Deslizamientos Para La Adecuada Gestión Administrativa Del Riesgo De Desastre*. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13393/2/Formulacion%20de%200Protocolos%20en%20incendios%20forestales,%20inundaciones%20y%20deslizamientos%20para%20la%20adecuada%20gestion%20administrativa%20del%20riesgo%20de%20desastre..pdf>

Geographic, N. (2010). *Cambio climático, sequías e inundaciones*. Recuperado el 15 de 05 de 2017, de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2017/05/los-planes-de-africa-para-obtener-energia-generada-con-carbon-presentan>

Geographyinactions. (2010). *Nature and Causes of Floods*. Recuperado el 12 de 05 de 2017, de [https://geographyinactionshss.wikispaces.com/file/view/Nature+and+causes+of+flooding+and+associated+secondary+hazards+\(1\).pdf](https://geographyinactionshss.wikispaces.com/file/view/Nature+and+causes+of+flooding+and+associated+secondary+hazards+(1).pdf)

- Geohistoriaymas. (2012). *Introducción al estudio de la Geografía* . Obtenido de <https://geohistoriaymas.files.wordpress.com/2011/03/introduccion-estudio-geograf3ada.pdf>
- GISWEB. (2014). *PENDIENTE*. Obtenido de [http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisTerreno/DEMModule/DEM\\_T\\_Sl.htm](http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisTerreno/DEMModule/DEM_T_Sl.htm)
- Gobierno de Costa Rica. (1999). *Programación Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres*. San José.
- Gregorini, F. (2013). *El Sur*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de <http://en.calameo.com/books/000757861c535c2120208>
- Guijarro, M., & Madrigal, J. (2007). *Caracterización de la propagación del fuego*. Madrid : CIFOR-INIA.
- HABITAT, U. (2010). *Gestión comunitaria de Riesgos*. Recuperado el 23 de 04 de 2017, de <http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/gestionriesgos.pdf>
- Hales, E. K. (2012). *Impacts on health of climate extremes*. Recuperado el 16 de 05 de 2017, de <http://www.who.int/globalchange/publications/climatechangechap5.pdf>
- Hurtado, T., & Bruno, G. (2005). *El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- HYPERGEO. (2014). *Análisis Espacial*. Obtenido de <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article265>
- IEE. (2017). *Descargas de información de los proyectos IEE*. Recuperado el 15 de 04 de 2017, de <http://www.ideportal.iee.gob.ec/descargas/>
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico del año 2015*. Píllaro .
- INEC. (2010). *Censo de población y vivienda* . Píllaro .
- INEC. (2010). *Población y Demografía*. Recuperado el 15 de 05 de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

- INEGI. (s.f.). *Definición, aplicación de la geografía y representaciones de la tierra*. Recuperado el 01 de 06 de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/definicionaplicaciongeografia.pdf>
- INTA. (2014). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Recuperado el 30 de 11 de 2016, de <https://inta.gob.ar/documentos/anuario-2014>
- Inteciencia. (2014). *Método Heurístico*. Recuperado el 15 de 02 de 2017, de <https://inteciencia.wordpress.com/2013/01/22/que-es-el-metodo-heuristico/>
- Keller, E., & Blodgett, R. (2007). *Riesgos Naturales: Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes*. España: PEARSON EDUCACIÓN,S.A.
- Kelsen, H. (s.f.). *Teoría pura del derecho*. Recuperado el 23 de 11 de 2016, de [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjvu4-K5-PXAhWmQ98KHW6DwiQFggzMAE&url=http%3A%2F%2Fenj.org%2Fweb%2Fdocman%2Fdoc\\_download%2F5191-teoria-pura-del-derecho-hans-kelsen.html&usg=AOvVaw1VIM3z8NrI5y389S\\_Kms8p](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjvu4-K5-PXAhWmQ98KHW6DwiQFggzMAE&url=http%3A%2F%2Fenj.org%2Fweb%2Fdocman%2Fdoc_download%2F5191-teoria-pura-del-derecho-hans-kelsen.html&usg=AOvVaw1VIM3z8NrI5y389S_Kms8p)
- La Hora. (2008). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de <https://www.lahora.com.ec/noticia/0956121541/esmeraldas>
- La Hora. (2012). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de <https://www.lahora.com.ec/noticia/110114746/esmeraldas>
- La Hora. (2013). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de <https://www.lahora.com.ec/noticia/1102616541/esmeraldas>
- La Hora. (2017). Recuperado el 08 de 05 de 2017, de <https://www.lahora.com.ec/noticia/1102117741/esmeraldas>
- Lascars, D. H. (2005). *Evacuación*. Recuperado el 25 de 11 de 2016, de [http://www.izt.uam.mx/proteccion\\_civil/MANUAL\\_\\_Evac\\_Instal.pdf](http://www.izt.uam.mx/proteccion_civil/MANUAL__Evac_Instal.pdf)
- Lind & Marchal. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: McGrawHill.
- Lithgow, J. (2013). Recuperado el 14 de 09 de 2017, de <http://yvsource.com/images/asourceweb0315.pdf>

- MAE. (2014). *Propagación de incendios forestales*. Ecuador .
- MAE. (2015). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Prevención y control de incendios una prioridad nacional: <http://www.ambiente.gob.ec/prevencion-y-control-de-incendios-una-prioridad-nacional/>
- MAE. (01 de 18 de 2016). *Campaña nuestros bosques*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2016, de <http://www.ambiente.gob.ec/campana-protegamos-nuestros-bosques-de-incendios/>
- Malanski. (2014). *Revista Geográfica de América Central*. Obtenido de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica>
- MAPFRE. (2016). Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, de <http://emssolutionsint.blogspot.com/2014/03/prevencion-de-incendios-por-fundacion.html>
- Méndez, C. (20 de 07 de 2017). Determinación de Sitios Seguros. (G. Vargas, Entrevistador)
- Ministerio del Litoral, Organización Panamericana de la Salud, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. (2008). *La respuesta frente a las inundaciones en el Litoral*. Imprenta Activa.
- MINVU. (2015). *Construcción Sustentable*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de [http://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2016/11/ECSV\\_1.pdf](http://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2016/11/ECSV_1.pdf)
- Mitchell, W. (1979). *Atlas Del Medio Físico de América*. Recuperado el 23 de 11 de 2016, de [https://books.google.com.ec/books?id=kpOz-Ggq44QC&pg=PA107&lpg=PA107&dq=GEOGRAFIA+DE+LOS+RIESGOS+\(Mitchell,+1979\).&source=bl&ots=YgkQTFDSPz&sig=baEZ69Mt3iNHldKi0nTJlmEHLLk&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjw9JLF6OPXAhUjT98KHV59Aw4Q6AEIWTAN#v=onepage&q=GEOGRAFIA%](https://books.google.com.ec/books?id=kpOz-Ggq44QC&pg=PA107&lpg=PA107&dq=GEOGRAFIA+DE+LOS+RIESGOS+(Mitchell,+1979).&source=bl&ots=YgkQTFDSPz&sig=baEZ69Mt3iNHldKi0nTJlmEHLLk&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjw9JLF6OPXAhUjT98KHV59Aw4Q6AEIWTAN#v=onepage&q=GEOGRAFIA%20de%20los%20riesgos)
- Molina, Y. (2006). *La Participación Comunitaria en la Prevención y Combate de Incendios Forestales: Estrategias que lo promueven*. Instituto Forestal Latinoamericano.

- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa*. Recuperado el 17 de 05 de 2017, de <https://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Gu%C3%ADa+did%C3%A1ctica+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n.pdf>
- MSP. (2015). *Medidas De Auto Protección De La Salud Frente A Incendios Forestales*. Obtenido de <http://www.salud.gob.ec/medidas-de-auto-proteccion-de-la-salud-frente-a-incendios-forestales/>
- MSP. (2015). *Servicios de salud a nivel cantonal*. Píllaro.
- OMM. (2013). *Directrices Sobre Sistemas De Alerta Temprana Y Aplicación De Predicción Inmediata Y Operaciones De Aviso*. Obtenido de [http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/documents/PWS21-TD1559\\_111543\\_es.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/documents/PWS21-TD1559_111543_es.pdf)
- ONU. (2010). Recuperado el 20 de 11 de 2016, de <http://www.un.org/es/treaty/untc.shtml>
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 16 de 04 de 2016, de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- OPS. (2010). *Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres*. Obtenido de <http://www.msal.gob.ar/dinesa/images/stories/pdf/guia-para-el-desarrollo-de-simulacros.pdf>
- Pizarro. (2004). *prevention*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2013/en/bgdocs/OSSO,%202012c.pdf>
- Porto, A. (2014). *Establecimiento de zonas de seguridad para prevención de emergencias*. Recuperado el 04 de 11 de 2016, de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93747/09CAPITULO6.PDF?sequence=9&isAllowed=y>
- Ramírez, C. (2012). *preventionweb*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de Impacto de obras de protección contra inundaciones en la hidrodinámica del río cauca tramo la balsa - la virginia:

- <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2013/en/bgdocs/OSSO,%202012c.pdf>
- Roche & Vejo. (2011). *Análisis multicriterio en la toma de decisiones*. Obtenido de [https://issuu.com/and.pc.uc/docs/mda-scoring-ahp\\_multicriterio](https://issuu.com/and.pc.uc/docs/mda-scoring-ahp_multicriterio)
- Roche, H., & Vejo, C. (2005). *Análisis Multicriterio en la Toma de Decisiones*. Recuperado el 28 de Enero de 2017, de Métodos Cuantitativos Aplicados a la Administración: Material de Apoyo Multicriterio en la toma de Decisiones: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>
- Rodríguez, & Momparler. (2010). *Strategies of Urban Flood Risk Management*. Recuperado el 15 de 04 de 2017, de [http://www.ipresas.upv.es/docs/2010\\_12\\_15\\_Memoria\\_SUFRI\\_WP3\\_borrador.pdf](http://www.ipresas.upv.es/docs/2010_12_15_Memoria_SUFRI_WP3_borrador.pdf)
- Rodríguez, J. (2013). *SUDS*. Recuperado el 16 de 09 de 2017, de <http://www.caminospaisvasco.com/Profesion/Publicaciones%20de%20nuestros%20colegiados/suds>
- Saaty, T. L. (2008). *Decision making with the analytic hierarchy process*. Recuperado el 17 de 08 de 2017, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.409.3124&rep=rep1&type=pdf>
- Samaniego. (2004). Guía de la Red para la Gestión local del riesgo.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2015). *Inundaciones y cambio climático*. Recuperado el 16 de 05 de 2017, de [http://escuelasdeinnovacion.conectarigualdad.gob.ar/pluginfile.php/3206/mod\\_page/content/26/CambioClimatico\\_web.pdf](http://escuelasdeinnovacion.conectarigualdad.gob.ar/pluginfile.php/3206/mod_page/content/26/CambioClimatico_web.pdf)
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional 2013 - 2017*. Recuperado el 16 de 04 de 2016, de <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-3.-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion>
- SEPA, S. E. (2015). *Natural Flood Management Handbook*. Obtenido de <https://www.sepa.org.uk/media/163560/sepa-natural-flood-management-handbook1.pdf>

- Sevilla, E. T. (2015). *El método AHP*. Recuperado el 10 de 02 de 2017, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70496/fichero/Capitulo+4+El+m%C3%A9todo+AHP.pdf>
- SGR. (2015). *Escenarios de incendios forestales cantonal*. Ecuador .
- Sornoza. (2015). *Informalidad, pobreza urbana y precios de la tierra*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de [https://www.livogland.dk/sites/livogland.dk/files/dokumenter/publikationer/regnavnd\\_i\\_byen\\_screen.pdf](https://www.livogland.dk/sites/livogland.dk/files/dokumenter/publikationer/regnavnd_i_byen_screen.pdf)
- Ulloa. (2008). *Comunicación para la prevención de desastres*. Obtenido de <http://www.alainet.org/es/active/27121>
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre reducción del Riesgo de Desastres*. Recuperado el 29 de 05 de 2016, de [www.unisdr.org/publications](http://www.unisdr.org/publications)
- Valdivieso , J. (1990). *Diseño de índices de riesgo de incendios forestales para Chile* . Valdivia: Bosque .
- Vázquez, A. (2009). *La gestión de riesgos en el ordenamientos territorial: Inundaciones en Cali, la CVC y el fenómeno ENSO*. Recuperado el 14 de 09 de 2017, de <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2013/en/bgdocs/OSSO,%202012c.pdf>
- Vihar. (2006). *Natural Hazards and disaster management* (Vol. 1). Chandu Press.
- Villalobos, M. (1998). *Uso de los medios de comunicación en la prevención de desastres*. Obtenido de [http://www.cridlac.org/PDF/bibliodes26/B26\\_art2.pdf](http://www.cridlac.org/PDF/bibliodes26/B26_art2.pdf)
- Watersafety. (2010). *Flooding*. Recuperado el 13 de 05 de 2017, de <http://www.watersafetykids.co.uk/pdfs/flooding.pdf>

# **ANEXOS**



## Anexo 2. Modelo de encuestas realizada al GAD parroquial

1. ¿Cuáles son las políticas y programas que el GAD parroquial está implementando para mejorar la preparación frente a los eventos de riesgo por inundación?

	En uso		¿Desde cuándo está en uso?	Muy efectivo	Efectivo	Algo efectivo	Poco efectivo	Nada efectivo
	Si	No		5	4	3	2	1
Planes de emergencia								
Estrategias para la gestión del riesgo								
Definición de rutas de evacuación								
Establecimiento de sitios seguros								
Otros:								

2. ¿Piensa Ud. que en eventos futuros frente a inundaciones el GAD parroquial estará mejor preparada para afrontar eventos de esta índole?

SI

NO

¿Por qué?:

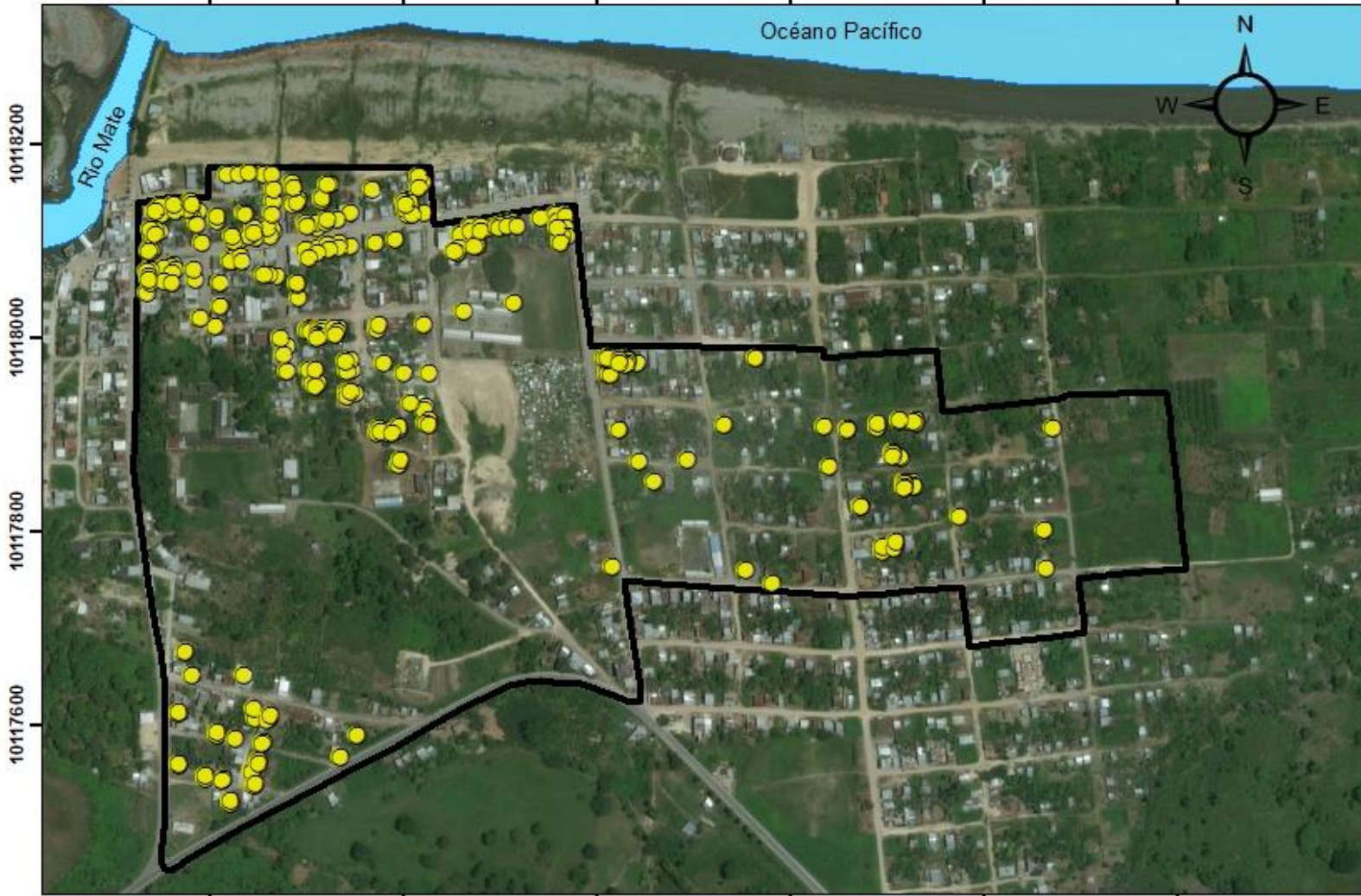
---

### **Anexo 3. Encuestas realizadas a la población de la cabecera parroquial Rocafuerte**

Escala: 1:5000

# Encuestas realizadas a la cabecera parroquial de Rocafuerte

680800 681000 681200 681400 681600 681800



**Leyenda**

- Encuestas

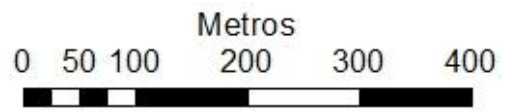
**Simbología**

- ▭ Cabecera parroquial
- ▭ Río Mate
- ▭ Océano Pacífico



680800 681000 681200 681400 681600 681800

Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
 Proyeccion: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500.000,000  
 Falso Norte: 10.000.000,0000  
 Meridiano Central: -81,000  
 Factor de Escala: 0,9996  
 Latitud de Origen: 0,0000  
 Unidades: Metro

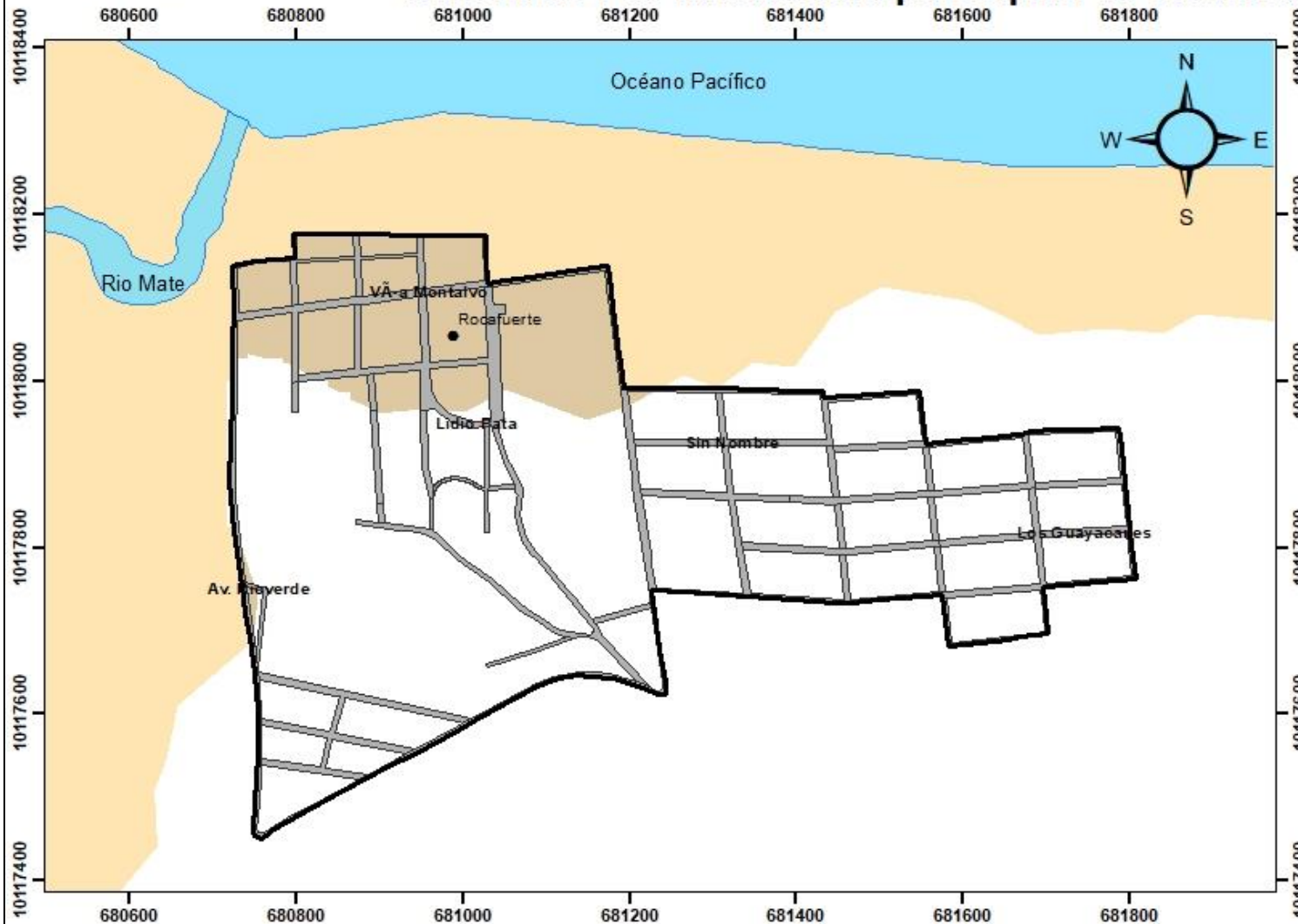


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n°1: Encuestas realizadas a la población de la cabecera parroquial de Rocafuerte		
Realizado por: Greeyes Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 125000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 15000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 4. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario I**

Escala: 1:5000

# Escenario I de la cabecera parroquial de Rocafuerte



### Legenda

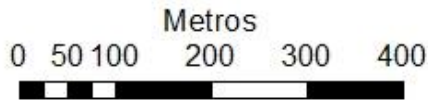
- Escenario I de la cabecera parroquial
- Escenario I de la parroquia

### Simbología

- Centro poblado
- Cabecera parroquial
- Vías urbanas
- Río
- Océano Pacífico



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,0000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro

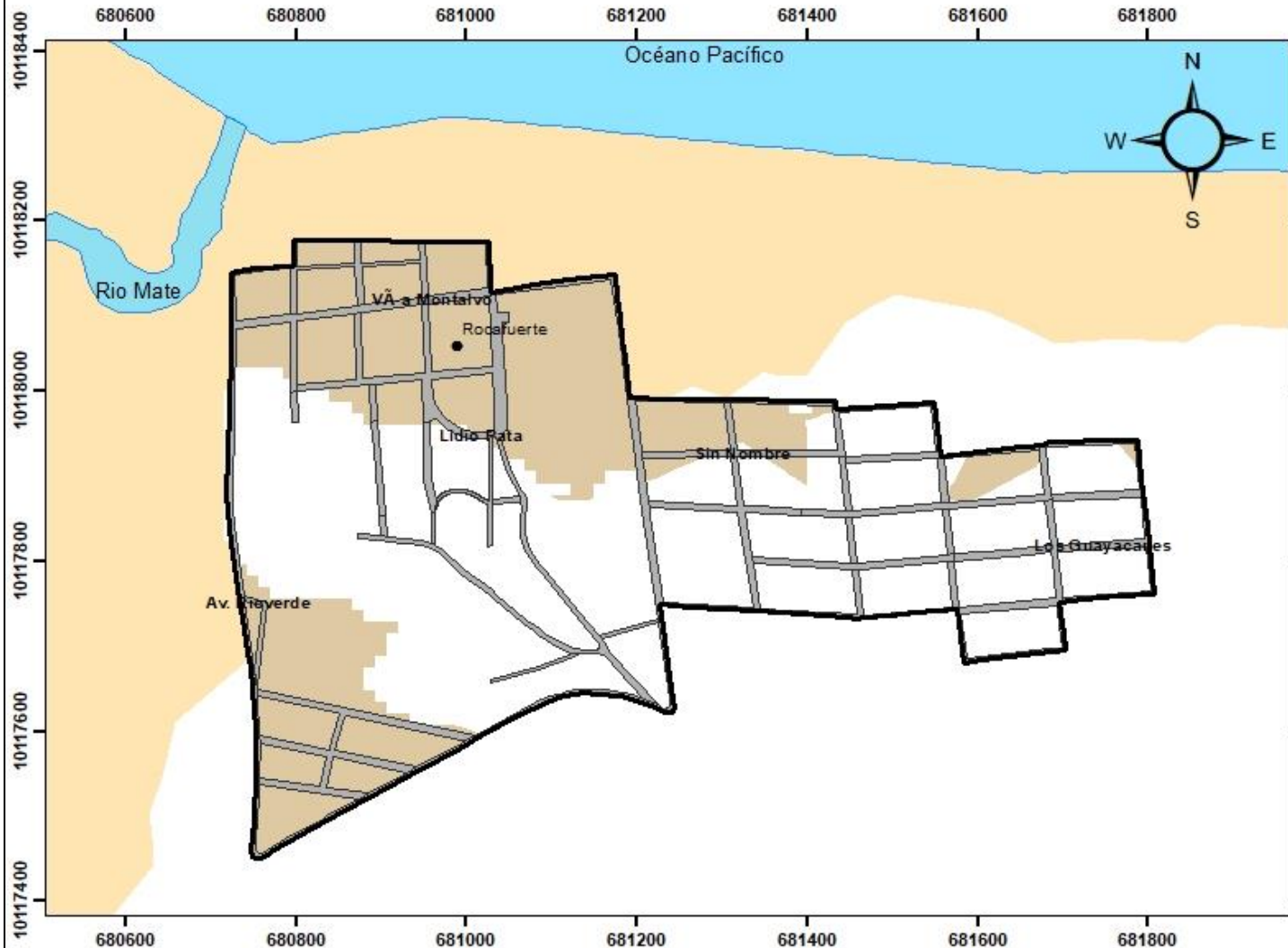


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n° 2 Escenario I de la cabecera parroquial de Rocafuerte		
Realizado por: Greelys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 1:25000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 1:5000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 5. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario II**

Escala: 1:5000

# Escenario II de la cabecera parroquial de Rocafuerte



### Leyenda

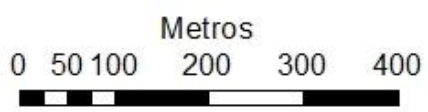
- Escenario II de la cabecera parroquial
- Escenario II de la parroquia

### Simbología

- Centro poblado
- Cabecera parroquial
- Vías urbanas
- Río
- Océano Pacífico



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
 Proyeccion: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500.000,000  
 Falso Norte: 10.000.000,000  
 Meridiano Central: -81,000  
 Factor de Escala: 0,9996  
 Latitud de Origen: 0,0000  
 Unidades: Metro

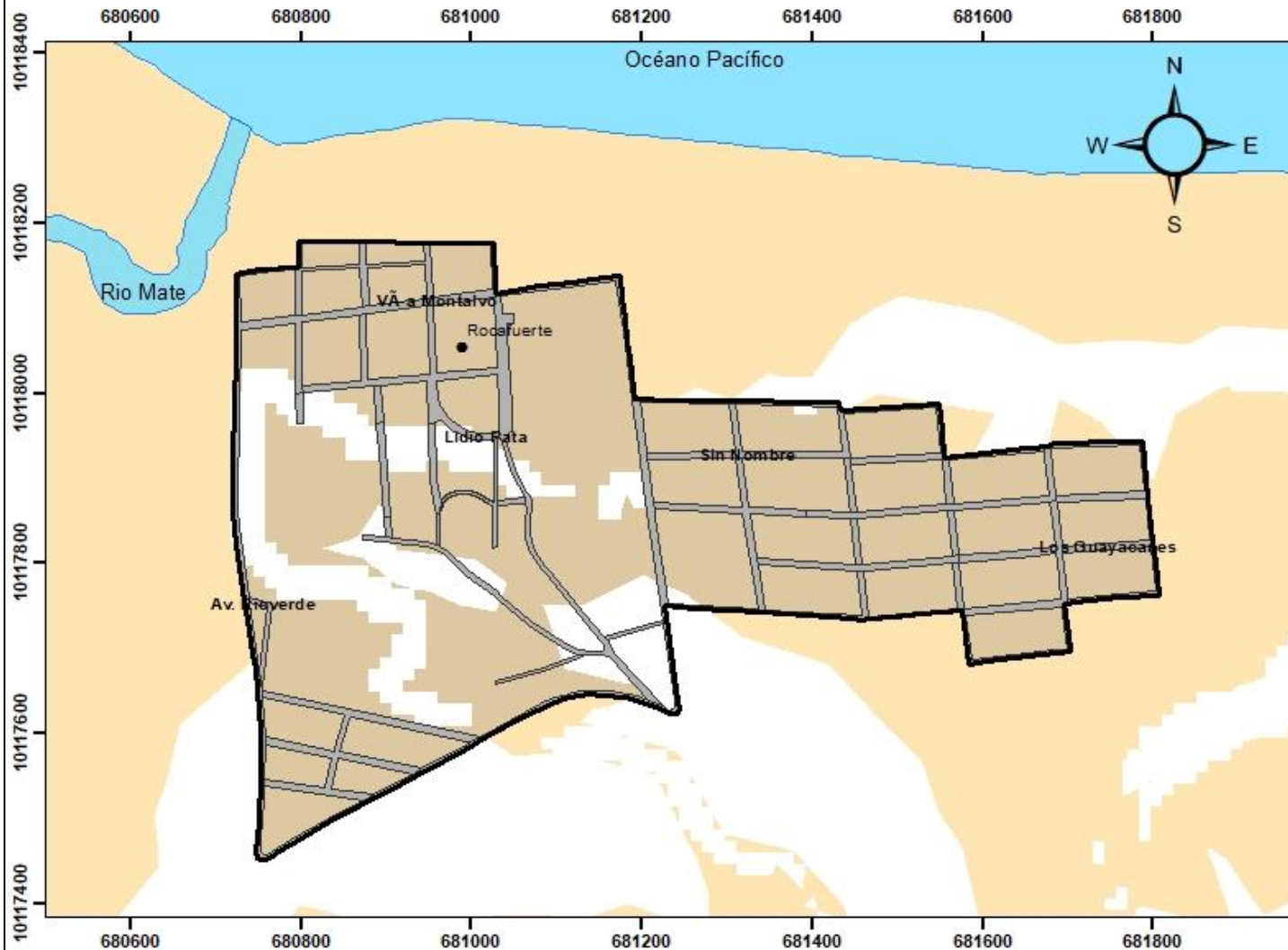


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n°3: Escenario II de la cabecera parroquial de Rocafuerte		
Realizado por: Greelys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 125000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 15000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 6. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario III**

Escala: 1:5000

## Escenario III de la cabecera parroquial de Rocafuerte



### Leyenda

- Escenario III de la cabecera parroquial
- Escenario III de la parroquia

### Simbología

- Centro poblado
- Cabecera parroquial
- Vías urbanas
- Río
- Océano Pacífico



Sistema de Coordinada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,0000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro

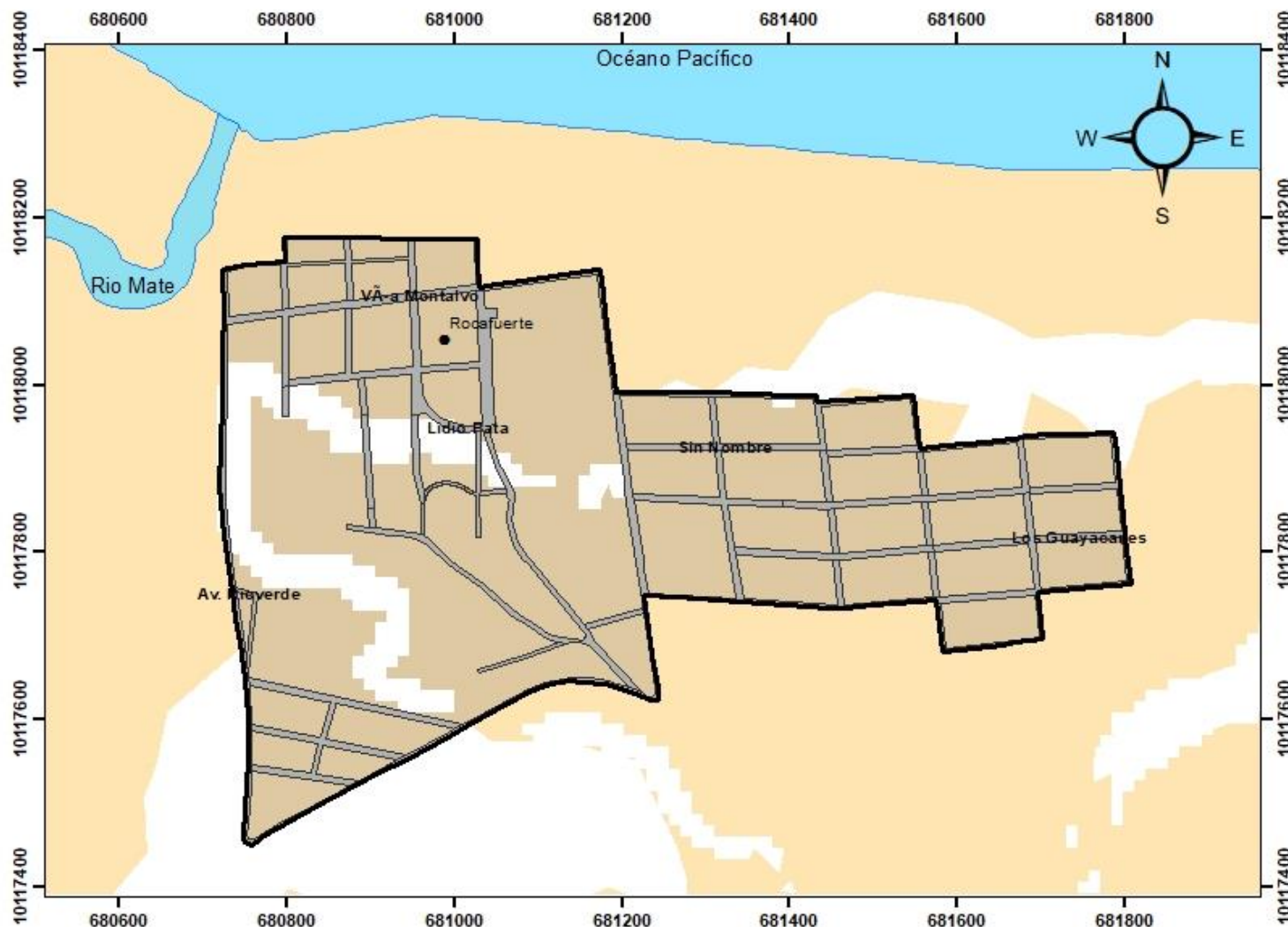


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n°4: Escenario III de la cabecera parroquial de Rocafuerte		
Realizado por: Greeys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 1:25000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona 17S	Escala de trabajo: 1:5000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 7. Cabecera parroquial de Rocafuerte: Escenario IV**

Escala: 1:5000

## Escenario IV de la cabecera parroquial de Rocafuerte



### Leyenda

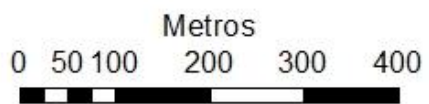
- Escenario IV de la cabecera parroquial
- Escenario IV de la parroquia

### Simbología

- Centro poblado
- Cabecera parroquial
- Vías urbanas
- Río
- Océano Pacífico



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n°5: Escenario IV de la cabecera parroquial de Rocafuerte		
Realizado por: Greeys Vargas		Revisado por: Ing. Armando Echeverría
Datum: WGS84	Escala fuente: 1:25000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 1:5000	Fecha: 10/10/2017

### Anexo 8. Matriz de Saaty para el escenario I

Identificación de ponderados según criterios asignados a la amenaza de inundaciones													
Tamaño de la Matriz													
n=		5,00											
Código		C1	C2	C3	C4	C5	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo
		Pendiente	Precipitación	Textura del suelo	Geoformas	Uso y cobertura tierra	C1	C2	C3	C4	C5	Ti	$\lambda_{max}$
<b>C1</b>	Pendiente	1,00	0,50	3,00	2,00	2,00	0,23	0,21	0,29	0,30	0,17	<b>0,24</b>	1,03
<b>C2</b>	Precipitación	2,00	1,00	3,00	3,00	4,00	0,46	0,41	0,29	0,45	0,33	<b>0,39</b>	0,94
<b>C3</b>	Textura del suelo	0,33	0,33	1,00	0,33	2,00	0,08	0,14	0,10	0,05	0,17	<b>0,11</b>	1,11
<b>C4</b>	Geoformas	0,50	0,33	3,00	1,00	3,00	0,12	0,14	0,29	0,15	0,25	<b>0,19</b>	1,25
<b>C5</b>	Uso y cobertura tierra	0,50	0,25	0,50	0,33	1,00	0,12	0,10	0,05	0,05	0,08	<b>0,08</b>	0,96
Total		4,33	2,42	10,50	6,67	12,00						1,00	5,29
Evaluación de la consistencia de los juicios													
Fórmulas		Descripción			Resultados								
$CI = \frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia			CI= 0,07								
IA= 1,12		Índice de consistencia Aleatorio			n= 5,00								
RC= IC/IA		Ratio de consistencia			RC= debe ser menor al 10% 0,06 6,48 %								

### Anexo 9. Matriz de Saaty para el escenario II

Identificación de ponderados según criterios asignados a la amenaza de inundaciones													
Tamaño de la Matriz													
n=		5,00											
Código	C1	C2	C3	C4	C5	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo	
	Pendiente	Precipitación	Textura del suelo	Geoformas	Uso y cobertura tierra	C1	C2	C3	C4	C5	Ti	λmax	
<b>C1</b>	Pendiente	1,00	0,50	4,00	2,00	3,00	0,24	0,22	0,32	0,26	0,21	<b>0,25</b>	1,03
<b>C2</b>	Precipitación	2,00	1,00	4,00	4,00	4,00	0,49	0,44	0,32	0,52	0,29	<b>0,41</b>	0,93
<b>C3</b>	Textura del suelo	0,25	0,25	1,00	0,33	3,00	0,06	0,11	0,08	0,04	0,21	<b>0,10</b>	1,26
<b>C4</b>	Geoformas	0,50	0,25	3,00	1,00	3,00	0,12	0,11	0,24	0,13	0,21	<b>0,16</b>	1,26
<b>C5</b>	Uso y cobertura tierra	0,33	0,25	0,33	0,33	1,00	0,08	0,11	0,03	0,04	0,07	<b>0,07</b>	0,94
<b>Total</b>		<b>4,08</b>	<b>2,25</b>	<b>12,33</b>	<b>7,67</b>	<b>14,00</b>						<b>1,00</b>	<b>5,42</b>
Evaluación de la consistencia de los juicios													
Fórmulas		Descripción			Resultados								
$CI = \frac{(Lmax - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia			CI= 0,11								
IA= 1,12		Índice de consistencia Aleatorio			n= 5,00								
RC= IC/IA		Ratio de consistencia			RC= debe ser menor al 10% 0,09 9,46 %								

### Anexo 10. Matriz de Saaty para el escenario III

Identificación de ponderados según criterios asignados a la amenaza de inundaciones													
Tamaño de la Matriz													
n=		5,00											
Código	C1	C2	C3	C4	C5	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo	
	Pendiente	Precipitación	Textura del suelo	Geoformas	Uso y cobertura tierra	C1	C2	C3	C4	C5	Ti	λmax	
<b>C1</b>	Pendiente	1,00	2,00	5,00	4,00	4,00	0,45	0,53	0,37	0,41	0,29	<b>0,41</b>	0,91
<b>C2</b>	Precipitación	0,50	1,00	4,00	4,00	4,00	0,23	0,27	0,30	0,41	0,29	<b>0,30</b>	1,12
<b>C3</b>	Textura del suelo	0,20	0,25	1,00	0,33	2,00	0,09	0,07	0,07	0,03	0,14	<b>0,08</b>	1,10
<b>C4</b>	Geoformas	0,25	0,25	3,00	1,00	3,00	0,11	0,07	0,22	0,10	0,21	<b>0,14</b>	1,39
<b>C5</b>	Uso y cobertura tierra	0,25	0,25	0,50	0,33	1,00	0,11	0,07	0,04	0,03	0,07	<b>0,06</b>	0,91
	Total	2,20	3,75	13,50	9,67	14,00						1,00	5,42
Evaluación de la consistencia de los juicios													
Fórmulas		Descripción			Resultados								
$CI = \frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia			CI= 0,11								
IA= 1,12		Índice de consistencia Aleatorio			n= 5,00								
RC= IC/IA		Ratio de consistencia			RC= debe ser menor al 10% 0,10 9,52 %								

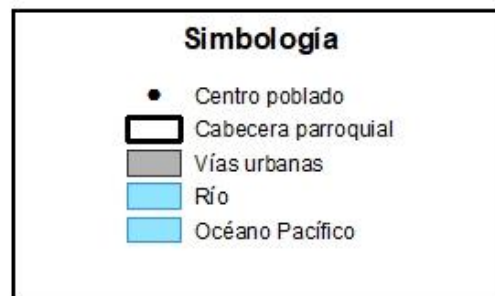
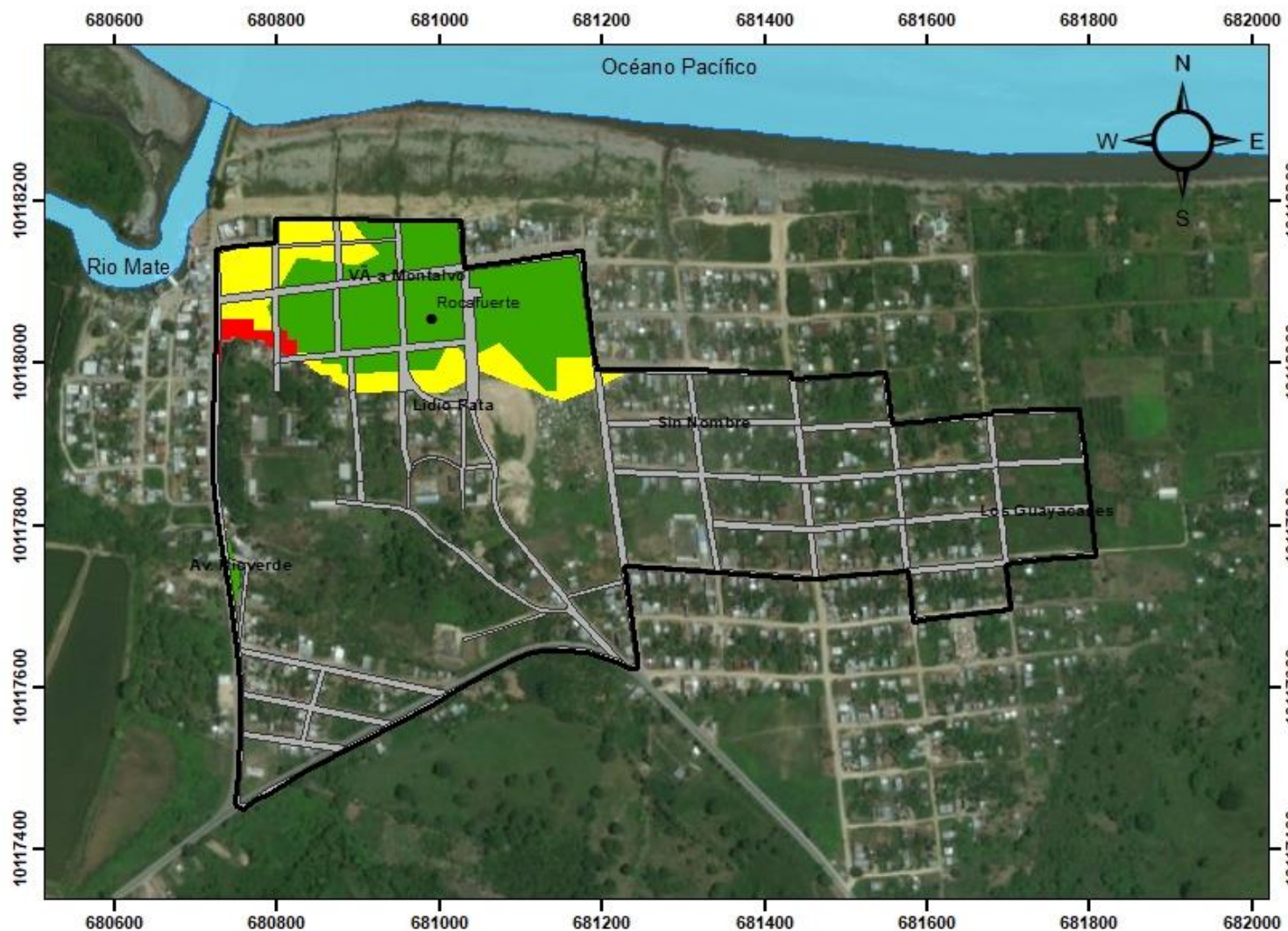
### Anexo 11. Matriz de Saaty para el escenario IV

Identificación de ponderados según criterios asignados a la amenaza de inundaciones													
Tamaño de la Matriz													
n=		5,00											
Código	C1	C2	C3	C4	C5	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo	
	Pendiente	Precipitación	Textura del suelo	Geoformas	Uso y cobertura tierra	C1	C2	C3	C4	C5	Ti	λmax	
<b>C1</b>	Pendiente	1,00	3,00	6,00	4,00	6,00	0,52	0,63	0,41	0,47	0,30	<b>0,47</b>	0,89
<b>C2</b>	Precipitación	0,33	1,00	4,00	3,00	5,00	0,17	0,21	0,28	0,35	0,25	<b>0,25</b>	1,21
<b>C3</b>	Textura del suelo	0,17	0,25	1,00	0,33	2,00	0,09	0,05	0,07	0,04	0,10	<b>0,07</b>	1,01
<b>C4</b>	Geoformas	0,25	0,33	3,00	1,00	6,00	0,13	0,07	0,21	0,12	0,30	<b>0,16</b>	1,40
<b>C5</b>	Uso y cobertura tierra	0,17	0,20	0,50	0,17	1,00	0,09	0,04	0,03	0,02	0,05	<b>0,05</b>	0,93
	Total	1,92	4,78	14,50	8,50	20,00						1,00	5,44
Evaluación de la consistencia de los juicios													
Fórmulas		Descripción			Resultados								
$CI = \frac{(Lmax - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia			CI= 0,11								
IA= 1,12		Índice de consistencia Aleatorio			n= 5,00								
RC= IC/IA		Ratio de consistencia			RC= debe ser menor al 10% 0,10 9,92 %								

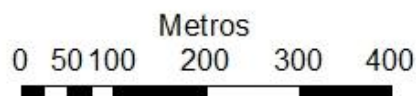
## **Anexo 12. Vulnerabilidad escenario I**

Escala: 1:5000

# Vulnerabilidad física del escenario I



Sistema de Coordinada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro

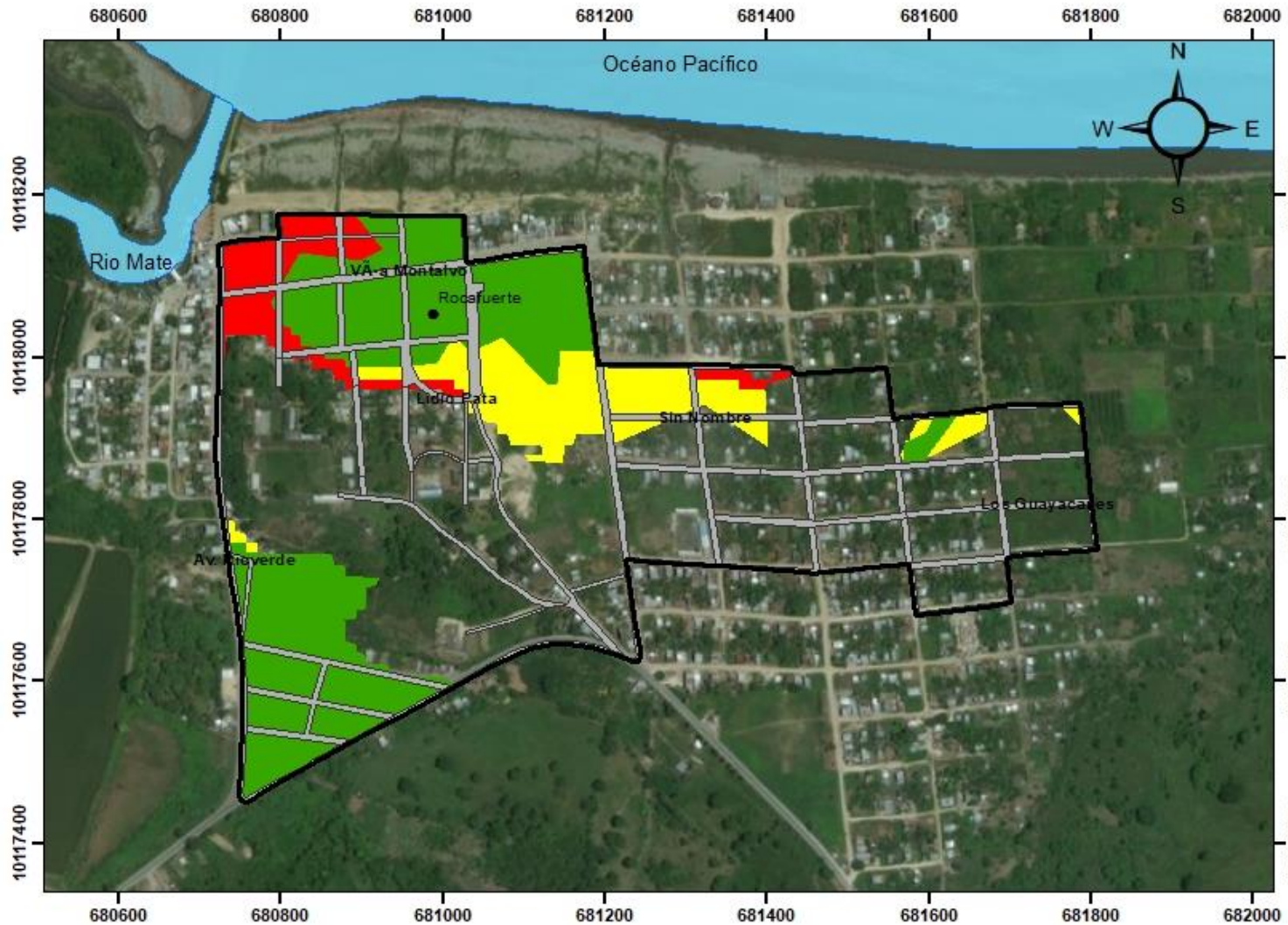


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n° 6: Vulnerabilidad física del escenario I		
Realizado por: Greeys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 125000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 15000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 13. Vulnerabilidad escenario II**

Escala: 1:5000

## Vulnerabilidad física del escenario II



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
 Proyeccion: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500.000,000  
 Falso Norte: 10.000.000,0000  
 Meridiano Central: -81,000  
 Factor de Escala: 0,9996  
 Latitud de Origen: 0,0000  
 Unidades: Metro

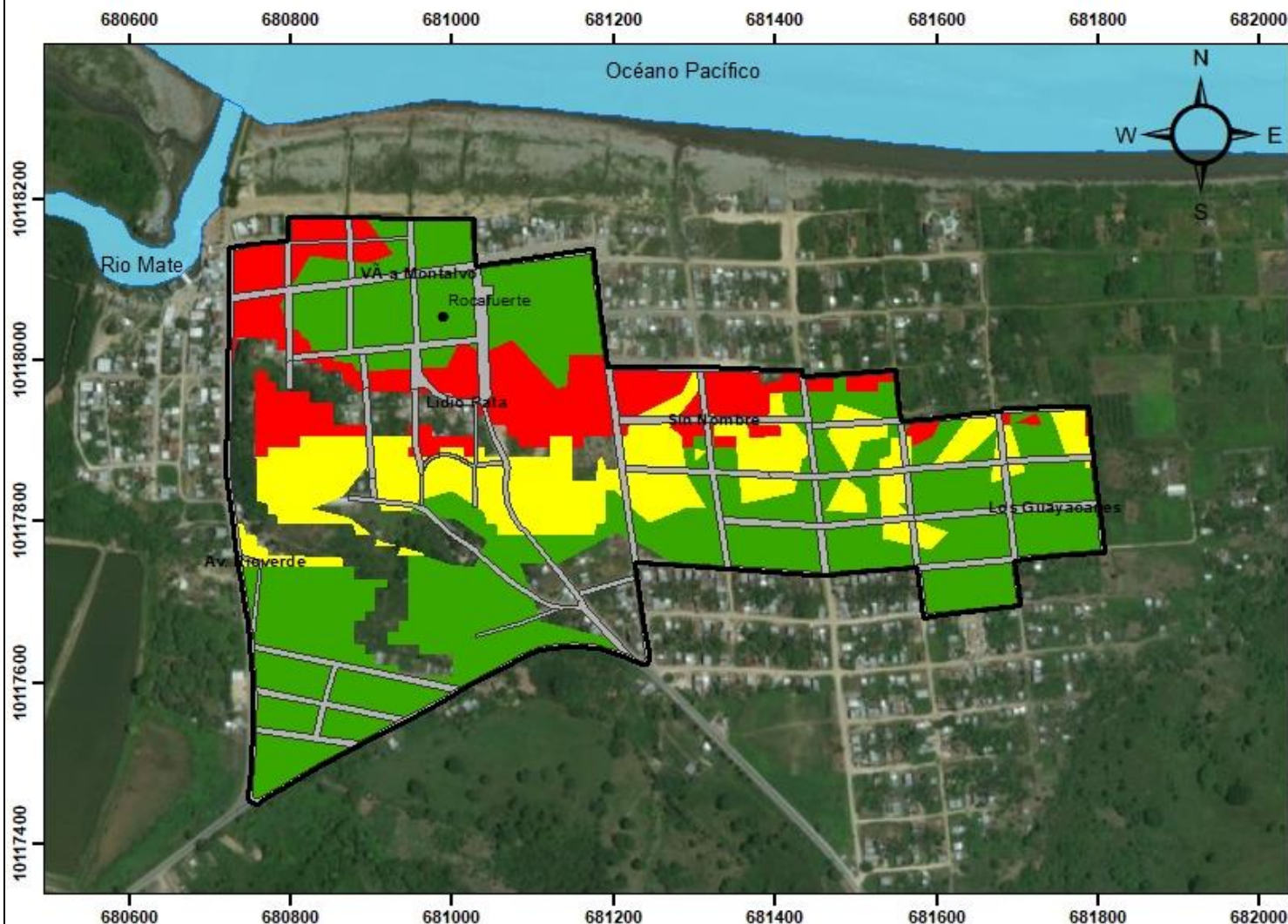


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCLELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
M apañ 7: Vulnerabilidad física del escenario II		
Realizado por: Greeyes Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 125000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 15000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 14. Vulnerabilidad escenario III**

Escala: 1:5000

## Vulnerabilidad física del escenario III



### Leyenda

- Alta vulnerabilidad
- Media vulnerabilidad
- Baja vulnerabilidad

### Simbología

- Centro poblado
- Cabecera parroquial
- Vías urbanas
- Río
- Océano Pacífico

### Ubicación de la zona de estudio respecto al cantón Rioverde



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro

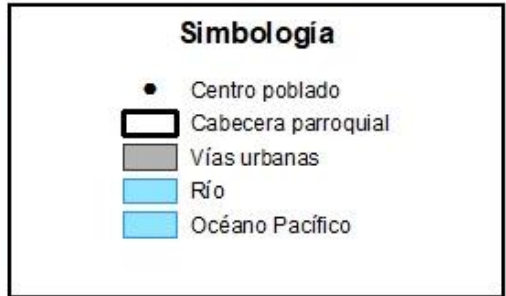
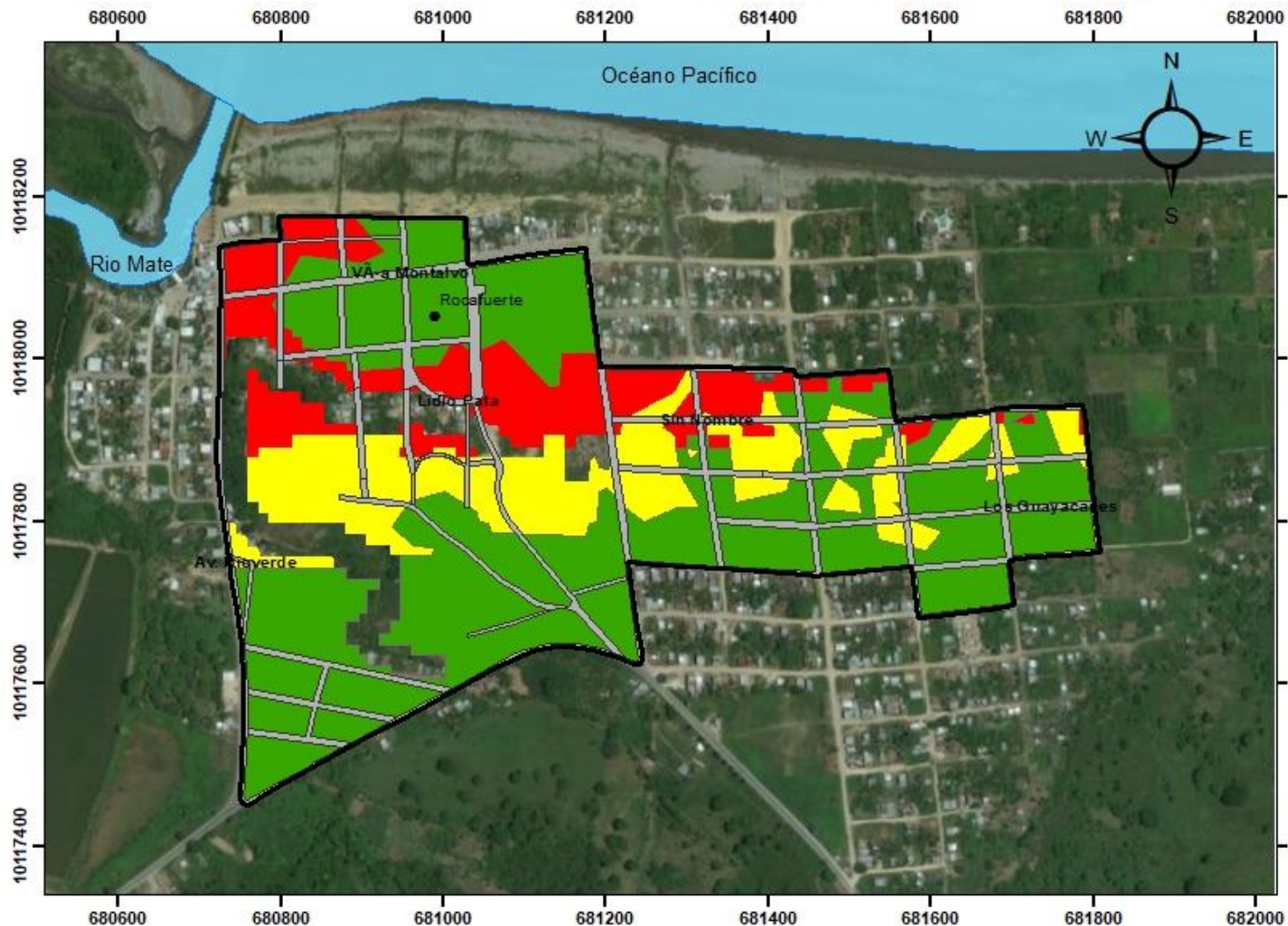


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n° 8: Vulnerabilidad física del escenario III		
Realizado por: Greys Vargas		Revisado por: Ing. Armando Echeverría
Datum: WGS84	Escala fuente: 1:25000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 1:5000	Fecha: 10/10/2017

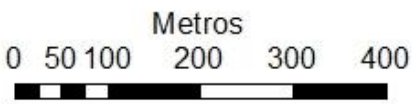
## **Anexo 15. Vulnerabilidad escenario IV**

Escala: 1:5000

## Vulnerabilidad física del escenario IV



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro

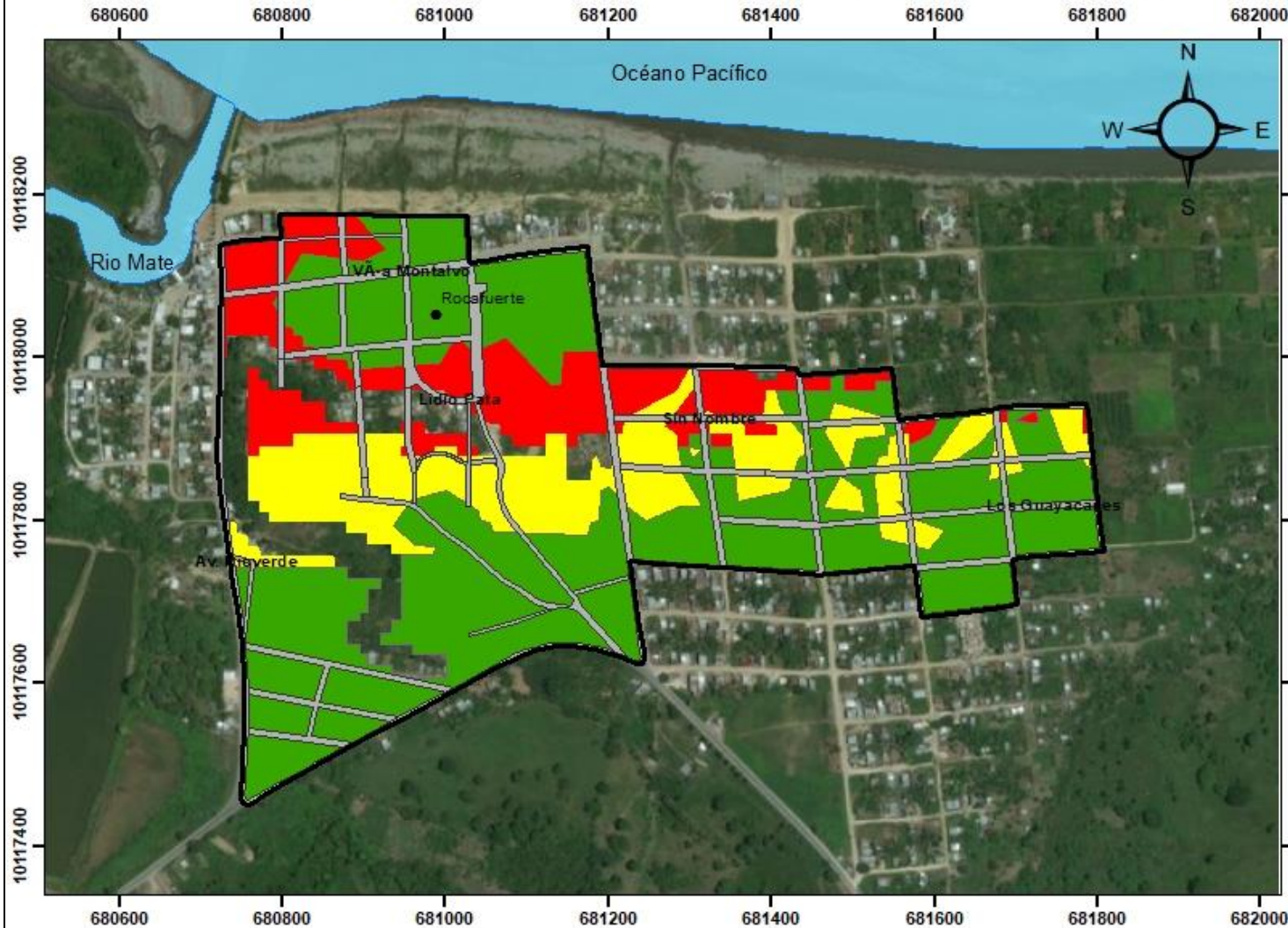


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n°9: Vulnerabilidad física del escenario IV		
Realizado por: Greeys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 1:25000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 1:5000	Fecha: 10/10/2017

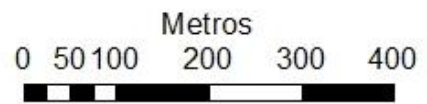
## **Anexo 16. Riesgo físico**

Escala: 1:5000

# Riesgo físico de la cabecera parroquial de Rocafuerte



Sistema de Coordenada: WGS 1984 Zona 17S  
Proyeccion: Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Falso Este: 500.000,000  
Falso Norte: 10.000.000,000  
Meridiano Central: -81,000  
Factor de Escala: 0,9996  
Latitud de Origen: 0,0000  
Unidades: Metro

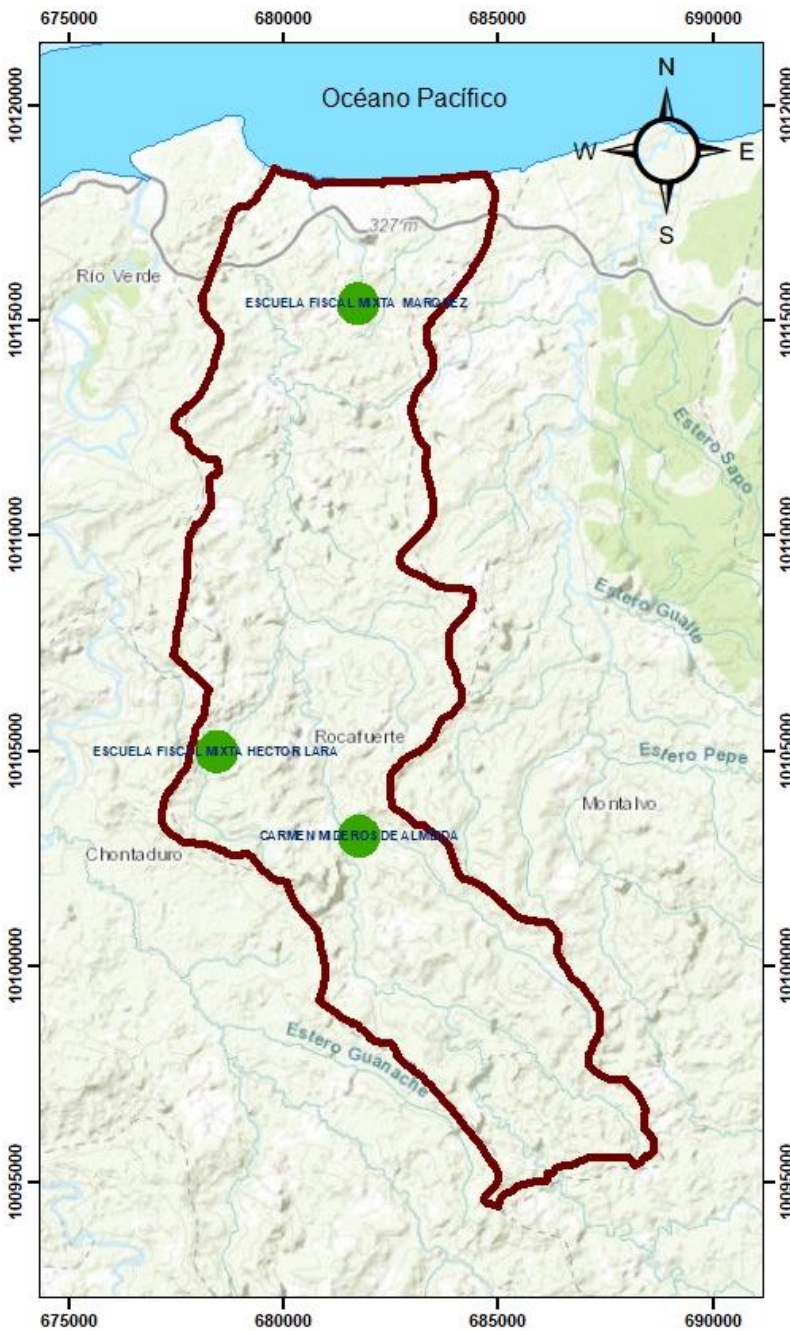


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n°10: Riesgo físico		
Realizado por: Greys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 1:25000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona 17S	Escala de trabajo: 1:5000	Fecha: 10/10/2017

## **Anexo 17. Sitios seguros**

Escala: 1:80.000

# Sitios seguros de la parroquia Rocafuerte

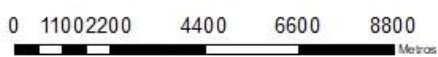


**Leyenda**

- Sitios seguros

**Simbología**

- Rocafuerte
- Océano Pacífico



Sistema de Coordinada: WGS 1984 Zona 17S  
 Proyección: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500.000.000  
 Falso Norte: 10.000.000.000  
 Meridiano Central: -81.000  
 Factor de Escala: 0,9998  
 Latitud de Origen: 0,0000  
 Unidades: Metro

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS		
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS		
Mapa n° 11: Sitios seguros de la parroquia Rocafuerte		
Realizado por: Greys Vargas	Revisado por: Ing. Armando Echeverría	
Datum: WGS84	Escala fuente: 125000	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Rioverde
Zona: 17S	Escala de trabajo: 15000	Fecha: 10/11/2017