



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano

**Escuela de Administración para Desastres y Gestión del
Riesgo**

Proyecto de Investigación:

Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Administración
para Desastres y Gestión del Riesgo

Tema:

**Análisis de Vulnerabilidad de Infraestructura y Elementos
Esenciales Expuestos en la Zona de Influencia del Río Cristal en
la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar, Ante la Amenaza
de Inundación, Período 2017.**

Autores:

MELIDA JHAJAYRA AGUALONGO AMANGANDI

GLORIA MERCEDES GAVILÁNEZ ZARUMA

Director del Proyecto

ING. NELSON VÁSQUEZ, MSc

Guaranda – Ecuador

2017

DEDICATORIA

A Dios por la vida de mis padres y poder disfrutar de ellos que más me aman y a los que yo más amo en mi vida.

De manera muy especial la culminación de esta etapa de mi vida a mis queridos padres Jorge Agualongo y Rosa Amangandi, fueron el principal cimiento para construcción de mi vida profesional, que han sabido sobre llevar los buenos y malos momentos, con mucho esfuerzo, sacrificio y dedicación dieron todo para mi bienestar y mi futuro, que siempre me han apoyado en todo momento, teniéndome la paciencia necesaria, formándome con honestidad, responsabilidad, deseos de superación y con ímpetu los cuales han sido un pilar muy importante.

Melida Agualongo

A Dios por darme la oportunidad de vivir y compartir con mi amada familia, por darme fuerza, voluntad y perseverancia aun en los momentos difíciles para culminar con éxito esta etapa.

A mi madre Natividad por siempre apoyarme incondicionalmente, por sus consejos e inmenso amor, a mi padre Segundo quien a pesar de no llevar su sangre ha sido siempre más que una padre, un consejero, amigo fiel incondicional, siempre han sido mi fortaleza para impulsarme a alcanzar las metas propuestas.

A mis hermanos y familia quienes siempre han tenido una palabra de aliento para no flaquear en el transcurso de este proceso.

Especialmente a mi hija Emily Sarahi quien con su llegada inesperada me inspiro a seguir siempre adelante con paso firme.

Gloria Gaviláñez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la salud, la vida y las fuerzas necesarias para poder culminar mi meta, también a mis padres y hermanos por depositar su confianza en mí que son personas que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo gracias Dios por concederme bendiciones en mi vida y una hermosa familia, a la Universidad Estatal de Bolívar a mi tutor Ing. Nelson Vásquez MSc y a mis profesores, por la enseñanza impartida con sus conocimientos; a mis familiares allegados que me motivaban cada día a seguir luchando por alcanzar mis objetivos planteados.

Melida Agualongo

Agradezco a Dios por darme sabiduría y fortaleza, a mi familia que con su amor incondicional, dedicación y esfuerzo han contribuido a alcanzar este logro.

A la Universidad Estatal de Bolívar por acogerme en su seno, proporcionándome las bases fundamentales para alcanzar este logro personal, a mis maestros y a todas aquellas personas que contribuyeron directa e indirectamente a mi formación como profesional.

A mi tutor de Trabajo de Titulación Ing. Nelson Vásquez MSc, quien gracias a su orientación, esfuerzo y dedicación ha permitido hacer posible alcanzar nuestra meta.

Gloria Gavilánez

TEMA:

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE INFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS ESENCIALES EXPUESTOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL RÍO CRISTAL EN LA PARROQUIA BALSAPAMBA, PROVINCIA BOLÍVAR, ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN, PERÍODO 2017.

TABLA DE CONTENIDO

<i>DEDICATORIA</i>	II
<i>AGRADECIMIENTO</i>	III
TEMA:	IV
TABLA DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLA.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	X
RESUMEN EJECUTIVO	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: EL PROBLEMA	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5 LIMITACIONES	6
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2 BASES TEÓRICAS	13
2.2.1 Marco Conceptual.....	13
2.2.1.1 Vulnerabilidad física de infraestructura (viviendas).....	13
2.2.1.2 Variables e indicadores de la vulnerabilidad física de infraestructura (viviendas)	13
2.2.1.3 Vulnerabilidad física de elementos esenciales.....	14
2.2.1.4 Indicadores de Vulnerabilidad física de los elementos esenciales	15
2.2.1.5 Amenaza de inundación	16
2.2.1.6 Tipos de inundación.	17
2.2.1.7 Causas de la inundación.	17
2.2.1.8 Efectos de la inundación.	18
2.2.1.9 Identificación de áreas susceptibles de inundaciones	19
2.2.1.10 Cuenca Hidrográfica	20
2.2.2 Marco Referencial.....	20
2.2.2.1 Delimitación del área de estudio.	20
2.2.2.1.1 Relieve.....	21

2.2.2.1.2 Clima	21
2.2.2.1.3 Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación	21
2.2.2.1.4 Recursos Hídricos.....	21
2.2.2.1.5 Demografía	22
2.2.2.1.6 Sistema Educativo	22
2.2.2.1.7 Sistema de la Salud.....	22
2.2.2.1.8 Infraestructura de apoyo a la producción existente en el territorio.....	22
2.2.2.1.9 Tendencia de viviendas o infraestructuras	23
2.2.2.1.10 Servicios Básicos.....	23
2.2.2.1.11 Movilidad y Viabilidad	24
2.2.3 Marco Legal.....	25
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS GLOSARIO	27
2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS	31
2.5 SISTEMA DE VARIABLES	31
CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....	34
3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.1 Tipo de investigación:.....	34
3.2 DISEÑO.....	35
3.2.1 Diseño metodológico	36
3.2.1.1 Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad Física de Infraestructura (vivienda).....	36
3.2.1.2 Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad Física de Elementos Esenciales (sistema de agua potable, alcantarillado, sistema eléctrico, sistema vial, puentes).	41
3.2.1.3 Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad de Elementos Esenciales de acuerdo a la funcionalidad en criterios de importancia de comunicaciones, conectividad, movilidad, servicio educativo, servicio de salud, servicios básicos, organismos de respuesta, sector comercial, financiero, edificaciones públicas, centro de concentración masiva y otros)	46
3.2.1.4 Metodología para la estimación de la Amenaza a Inundaciones en la Zona de Influencia del Río Cristal en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba a través del Software Hec-GeoRas.	48
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	61
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	62
3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS....	63
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	64

4.1 RESULTADOS SEGÚN OBJETIVO 1	64
4.1.1 Evaluación de la vulnerabilidad física de infraestructura (vivienda)	65
4.1.2 Resultado de la Vulnerabilidad Física de Infraestructura (vivienda)	78
4.1.3 Evaluación de la vulnerabilidad de los Elementos Esenciales	86
4.1.4 Resultado de la vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales	87
4.1.5 Resultado de la vulnerabilidad física de los elementos esenciales ...	93
4.2 RESULTADO SEGÚN OBJETIVO 2	106
4.2.1 Evaluación de la amenaza de inundación a través del Programa HEC-RAS en la microcuenca del Río Cristal	107
4.2.2 Resultados Mapas de Amenaza de Inundación, en el Área de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba	110
4.3 RESULTADO SEGÚN OBJETIVO 3	113
4.3.1 Medidas Estructurales	113
4.3.2 Medidas No Estructurales	114
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	116
5.2 CONCLUSIONES	116
5.3 RECOMENDACIONES	118
5.4 BIBLIOGRAFÍA	119
Anexo N° 1. Encuestas	122
Anexo N° 2. Fotografías.....	127
Anexo N° 3. Mapas	133
Anexo N° 4. Datos pluviométricos.....	137

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Antecedentes Históricos - Parroquia Balsapamba	9
Tabla 2. Operacionalización de Variables.....	32
Tabla 3. Niveles de Vulnerabilidad.....	37
Tabla 4. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad de Infraestructura (viviendas) expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal.....	38
Tabla 5. Niveles de Vulnerabilidad.....	41
Tabla 6. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	42
Tabla 7. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	43
Tabla 8. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba	44
Tabla 9. Variables, Indicadores Y Pesos De Ponderación Para La Vulnerabilidad De La Red Vial en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	45
Tabla 10. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad de Puentes en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	45
Tabla 11. Valores para Criterios de Importancia	46
Tabla 12. Rangos para el Nivel de Vulnerabilidad	46
Tabla 13. Criterios de Importancia para Valoración de Elementos Esenciales.....	47
Tabla 14. Clasificación de Elementos Esenciales por Áreas y/o Servicios de funcionalidad.....	47
Tabla 15. Uso de Suelos de la Parroquia Balsapamba	50
Tabla 16. Cálculo de Intensidades Máximas Diarias – Método Racional	53
Tabla 17. Intensidades Máximas Diarias (24 Horas) por Periodos de Retorno para la Estación San Pablo	54
Tabla 18. Cálculo de Intensidad de precipitación (ITR) con tiempos de retorno	55
Tabla 19. Clasificación de Grupos de Suelo para Cálculo de Precipitación para Coeficiente de Escorrentía	57
Tabla 20. Condiciones De Humedad.....	57
Tabla 21. Calculo de CN a partir de Usos de Suelo del Área de Estudio.	59
Tabla 22. Cálculos para el Coeficiente de Escorrentía (C) y otros.....	60
Tabla 23. Obtención del Caudal Q máx	60
Tabla 24. Sistema Estructural.....	65
Tabla 25. Tipo de materiales en paredes	66
Tabla 26. Tipo de Cubierta.....	67
Tabla 27. Cantidad de Pisos	68
Tabla 28. Año de Construcción.....	69
Tabla 29. Estado de Conservación	70
Tabla 30. Características del Suelo bajo la Edificación	71
Tabla 31. Topografía del sitio	72
Tabla 32. Tipo de Amenaza	73

Tabla 33. El Rio Cristal representa un riesgo para su sector.....	74
Tabla 34. Daños materiales o estructurales	75
Tabla 35. Importante trabajar en reducción de riesgos	76
Tabla 36. Viviendas vulnerables ante posibles inundaciones	77
Tabla 37. Resultado de la Vulnerabilidad física de Infraestructura (vivienda) en la zona de influencia del Rio Cristal.	78
Tabla 38. Niveles de Vulnerabilidad física de Infraestructura (viviendas) en la zona de influencia del Rio Cristal en la del Rio Cristal Parroquia Balsapamba	85
Tabla 39. Daños en elementos esenciales	86
Tabla 40. Resultado de la Calificación de Importancia de Elementos Esenciales para Funcionalidad en “Tiempo Normal” y en “Emergencia” en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba	88
Tabla 41. Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	93
Tabla 42. Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	95
Tabla 43. Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	96
Tabla 44. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Postes en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	96
Tabla 45. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Transformadores en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba	98
Tabla 46. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Seccionadores en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	99
Tabla 47. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Conductores de Media Tensión en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba	100
Tabla 48. Vulnerabilidad del Sistema Vial en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba	102
Tabla 49. Principales Puentes en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	104
Tabla 50. Coeficiente de Manning asumido.....	106
Tabla 51. Nivel de amenaza de inundación según adaptación al estudio de “Mapeo de peligro de inundación en ríos de montaña”, Luis Timbe.....	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cálculo de Intensidad de lluvias IdTr 500.....	54
Ilustración 2. Sistema Estructural.....	65
Ilustración 3. Tipo de materiales en paredes	66
Ilustración 4. Tipo de Cubierta.....	67
Ilustración 5. Cantidad de Pisos	68
Ilustración 6. Año de Construcción	69
Ilustración 7. Estado de Conservación	70
Ilustración 8. Características del Suelo bajo la Edificación	71
Ilustración 9. Topografía del sitio	72
Ilustración 10. Tipo de Amenaza.....	73
Ilustración 11. El Rio Cristal representa un riesgo.....	74
Ilustración 12. Daños materiales o estructurales	75
Ilustración 13. Importante trabajar en reducción de riesgos.....	76
Ilustración 14. Viviendas vulnerables ante posibles inundaciones.....	77
Ilustración 15. Daños registrados en elementos esenciales	87
Ilustración 16. Organigrama Estructural de la Junta Administradora del Agua Potable de la Parroquia Balsapamba.....	94
Ilustración 17. Curvas de nivel del área de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.....	108
Ilustración 18. TIN de la Microcuenca del Rio Cristal y edición de los “flowpaths.shp”	108
Ilustración 19. Definiciones de Secciones Transversales para el área de estudio.	109
Ilustración 20. Definición de la geometría en secciones transversales del Rio Cristal.	109
Ilustración 21. Calculo de Velocidades	110
Ilustración 22. Mapa de Inundación para Periodos de Retorno de 50, 100 y 500 años.	112
Ilustración 23. Mapa Delimitación de la Microcuenca.....	133
Ilustración 25. Mapa de Vulnerabilidad de Elementos Esenciales.....	134
Ilustración 26. Mapa de vulnerabilidad Red de Agua Potable	134
Ilustración 27. Mapa de Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico	135
Ilustración 28. Mapa de Vulnerabilidad Física de Puentes	135
Ilustración 29. Mapa Cabecera Parroquial	136
Ilustración 30. Mapa de Vulnerabilidad del Sistema Hídrico	136

RESUMEN EJECUTIVO

La Parroquia de Balsapamba se encuentra atravesada por 4 ríos principales entre ellos el Rio Cristal que producto de fuertes precipitaciones presentan ocasionalmente desbordamientos del cauce, especialmente en la época lluviosa, que han provocado pérdidas humanas como materiales. Por lo que para enfrentar estos riesgos climáticos hacen falta estudios que analicen el comportamiento de los caudales en diferentes tiempos de retorno para implementar una correcta planificación aplicando estos conocimientos como un enfoque estructural y no estructural para lograr una adecuada gestión de riesgos y por ende mitigación de desastres.

En el presente trabajo de investigación se describen la vulnerabilidad tanto infraestructura (viviendas) como elementos esenciales además de las condiciones hidrometeorológicas de caudal y precipitación que indujeron las crecidas en los ríos (Rio Cristal) del sector en los años 1990 al 2012, para desarrollar la modelación de inundaciones para tiempos de retorno (50, 100, 500 años) mediante las cuales se ha realizado un estudio fluviomorfológico de la microcuenca del Rio Cristal a través del cual se obtuvieron los parámetros hidráulicos necesarios para la implementación del modelo matemático Hydrologic Engineering Center–River Analyst System (HEC-RAS), conjuntamente con el Sistema de Información Geográfica (ArcGIS) y la importación de la extensión HEC-GeoRAS, con el fin de obtener calados y velocidades del caudal del rio en sus diferentes tiempos de retorno para finalmente determinar los mapas de inundación y zonas de riesgos.

El propósito es fortalecer la capacidad de toma de decisiones de las autoridades parroquiales y cantonales en materia de reducción de desastres naturales y antropicos, utilizando información técnica y científica para el desarrollo de metodologías participativas. Esto se lograría a través del entrenamiento de expertos en el campo de las amenazas naturales, así como en el uso de metodologías de zonificación de amenazas y riesgos basadas en SIG además de la aplicación efectiva de las normas y leyes expresadas en la constitución de la República del Ecuador.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se basa en el análisis de vulnerabilidad de infraestructura y de elementos esenciales expuestos en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar, ante la amenaza de inundación. Por lo cual se pretende realizar el análisis del sector en estudio, basándose en los antecedentes del sector, instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento, análisis de datos y aplicando la Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal, (PNUD, SNGR 2012), la cual se basa en las características físicas estructurales de la vivienda: como sistema estructural, tipo de material en paredes, tipo de cubierta, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, características del suelo bajo la edificación, topografía del sitio; la misma que también será aplicada para la evaluación de elementos esenciales en cuanto a la vulnerabilidad física del sistema de agua potable, alcantarillado, sistema eléctrico, sistema vial, puentes; y la vulnerabilidad funcional en criterios de importancia en comunicaciones, conectividad, movilidad, servicio educativo, servicio de salud, servicios básicos, organismos de respuesta, sector comercial, financiero, edificaciones públicas, centro de concentración masiva y otros expuestos el sector de estudio.

La provincia de Bolívar ha sido afectada por las inundaciones, especialmente la zona costera, en la Parroquia Balsapamba se han sentido los efectos de la estación lluviosa que provoco la crecida del Rio Cristal afectando al Balneario Complejo Turístico Josefina Barba (2015) según datos proporcionados por el GAD Cantonal de San Miguel de Bolívar.

Para el desarrollo del presente trabajo se ha determinado el uso de aplicación de encuestas (**ver Anexo N° 1**), Sistemas de Información Geográfica, debido a que se trata de aplicar un sistema de software, hardware y procedimientos que facilitan la obtención, gestión, análisis, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas de planificación y gestión; los SIG tienen la capacidad de análisis, resolver inquietudes, incorporan información espacial y no espacial, gestiona y administra un gran volumen de

información (es decir escalas diferentes, sistemas de coordenadas), por lo que se puede usar para determinar las áreas más vulnerables de inundación.

También se plantea proponer medidas estructurales y no estructurales que se basaran en los resultados en el área de influencia del Rio Cristal, para lo cual se plantea ejecutar el siguiente esquema de trabajo:

Parámetros/Indicadores que se caracterizaran, mediante la aplicación de instrumentos de recolección de información, como son:

- Encuestas a hogares en zonas afectadas.
- Encuestas en zonas bajas de la cuenca.
- Entrevistas a personal del GAD Parroquial de Balsapamba, GAD Cantonal de San Miguel, personas afines al tema de investigación.
- Entrevistas a pobladores de localidades determinadas como vulnerables.

Resultados, los cuales serán ostentados de las siguientes formas:

- Tablas
- Organizadores Gráficos
- Fotografías de las áreas afectadas.
- Fotografías de Terreno.
- Mapas de Riesgos resultantes.

CAPITULO 1: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el escenario de riesgo de la Parroquia de Balsapamba, indica que son amenazados por las inundaciones, al ser un área de influencia de la cuenca del Rio Guayas, la Subcuenca del Rio Babahoyo y la Microcuenca del Rio Cristal.

El incremento de la vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales ante la amenaza de inundación por la crecida del Rio Cristal en épocas lluviosas es una de las características más preocupantes para la población y para el gobierno, ya que provoca pérdidas humanas, materiales, económicas y ambientales.

Las poblaciones más afectadas en la época lluviosa son: el sector la Plancha, Cadial, el Cristal y las Peñas, las zonas de riesgo tenemos a lado derecho la cabecera parroquial y la vía que conecta la Costa con la Sierra, las Peñas con 50 viviendas vulnerables, de las cuales 25 viviendas con mayor peligro ya que las familias fueron albergadas en el colegio 8 de Noviembre según datos proporcionados por el área de riesgos del GAD cantonal de San Miguel de Bolívar, Ing. María Magarisca; en la parte superior del sector el Cristal, a un costado existen 7 viviendas asentadas en el antiguo cauce del rio, el Parque Acuático también ha resultado afectado en los últimos tiempos en el mes Abril el cauce de rio destrozó la parte inferior del balneario, además se pretende ejecutar el proyecto de Mi Yata en este sector lo que podría resultar peligroso debido a los antecedentes anteriores.

Cada año en la época lluviosa de Octubre a Mayo, la Parroquia de Balsapamba sufre los estragos de la misma, debido a la influencia del Rio Cristal adicionalmente esta estación lluviosa incrementa el caudal y los niveles del Rio Cristal, provocando inundaciones en zonas bajas dejando efectos destructivos. Por tal motivo es necesario realizar el análisis de vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales expuesto en la zona de influencia del Rio Cristal, Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar, ante la amenaza de inundación y determinar los niveles críticos de la inundación causados por el desbordamiento del Rio Cristal y sitios de estudio.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar generada por la amenaza de inundación?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis de la vulnerabilidad de infraestructura (vivienda) y elementos esenciales expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar ante la amenaza de inundación.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer parámetros cualitativos que permitan determinar los niveles de vulnerabilidad en infraestructura (vivienda) y elementos esenciales de la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.
- Elaborar mapas de amenaza de inundación en el área de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.
- Proponer medidas de prevención, estructural y no estructural ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Según los eventos hidrometeorológicos extremos suscitados en Ecuador, a partir del fenómeno del Niño de los años 1982-1983 el cual fue considerado como extremo lo que sirvió de principio para el análisis de amenazas de inundación, estudios con los cuales se ha precisado con gran porcentaje algunos eventos que permitieran tomar medidas preventivas a fin de minimizar los efectos del mismo en el año en 1997 el ERFEN determino con antelación el desarrollo de un nuevo suceso a darse en este año, pero sus efectos fueron sentidos hasta el año siguiente (Defensa Civil del Ecuador, 1997), debido a la magnitud del fenómeno según las estimaciones de la Comisión Económica para América Latina, las pérdidas económicas ascendieron a más de \$600 millones de dólares.

La época lluviosa es una factor que influye al aumento del caudal, motivo por el cual aumenta el nivel del Rio Cristal, cediendo la barrera de protección natural forzando que el agua llegue a las viviendas aledañas existiendo perdidas económicas.

En el trabajo de investigación, se realiza el análisis de vulnerabilidad de infraestructura (viviendas) y elementos esenciales expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar, ante la amenaza de inundación aplicando parámetros cualitativos que permitan determinar los niveles de vulnerabilidad; para prevenir y mitigar las pérdidas humanas, materiales, económicas, ambientales, situaciones de emergencia y desastres provocadas por esta amenaza para determinar las áreas de inundación y tomar las acciones adecuadas que contribuyan un mejor ordenamiento territorial para salvaguardar las vidas humanas. De esta manera la información obtenida con este análisis será un aporte para establecer un programa sustentable, que técnicamente solucione las etapas críticas que se producen en estación lluviosa.

1.5 LIMITACIONES

El alcance del trabajo es el análisis de vulnerabilidades de infraestructura (viviendas) y los elementos esenciales aplicando La Metodología de análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal (SNGR, PNUD, 2012), para determinar de manera cualitativa la percepción de riesgos frente a desastres, ya que plantea un mecanismo de ponderación rápido que se basa en la información que dispone el sector de estudio; y la amenaza de inundación, aplicando la Metodología de HEC-Georas con el fin de estimar el caudal lo que resultara de asociar el periodo de retorno de 50, 100 y 500 años, de esta manera proponer medidas de prevención estructuras y no estructurales

Entre las limitaciones del trabajo investigativo es el incremento en costos por varios viajes al sector de estudio que implican tiempo; el retraso en el acceso a la estación total y prisma para el levantamiento topográfico por los diferentes trámites respectivos; carencia de información actualizada de los datos meteorológicos de la Estación de San Pablo debido a fallas mecánicas de dicha estación, carencia de acceso a la información en las instituciones en referencia a elementos esenciales.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La década de 1990 fue declarada por las Naciones Unidas como el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales –DIRDN. De acuerdo con Lavell “El DIRDN” fue declarado en reconocimiento de las crecientes pérdidas asociadas con los desastres en el mundo, y con la intención de promover acciones y actividades que abrieran oportunidades para reducir su ocurrencia e impactos en el futuro.

Las inundaciones son procesos naturales de progresión continua, se deben al constante trastorno climático global esto corresponde a la interacción de amenaza naturales y antrópicas, debido a que este proceso se ha desarrollado de la misma manera desde hace generaciones. Existen pocos lugares en el planeta donde el ser humano no tenga que preocuparse de esta amenaza, cualquier lugar con precipitaciones está expuesto a este evento aunque la lluvia no es el único impulsor de las inundaciones, esta vulnerabilidad nace por la falta de planificación ya que se ha permitido o descuidado el ordenamiento territorial, los asentamientos humanos se han realizado en lugares en los cuales existían riadas, esto significa que son áreas las cuales alguna vez sirvieron de alimentadores del cauce de algún río y que tarde o temprano recuperan su cauce lo que resultan en pérdidas humanas, materias, económicas. (Naciones Unidas, 1990)

Generalmente este proceso de inundaciones se produce por lluvias excesivas, la descongelación de glaciares, en zonas denominadas altas, el fenómeno puede suceder de varias formas la más habitual es aquella en que los ríos desbordan sus riberas e invaden terrenos contiguos en cuestión de minutos o días. (Naciones Unidas, 1990)

Los gobiernos de muchos países actualmente obligan a los residentes de áreas amenazadas a inundaciones o contratar pólizas de seguro e invertir en construcciones que resistan a inundaciones, los esfuerzos masivos para mitigar

y prevenir inundaciones inevitables han generado los proyectos de ingeniería más ambiciosos nunca vistos por el ser humano. (Naciones Unidas, 1990)

Algunos estudios relacionados con el análisis de la amenaza de inundación se tomaron de: la metodología para el análisis de riesgos (sismos, deslizamientos, inundaciones) de la ciudad de Guaranda donde aplica el método racional y software HEC-GeoRAS, metodología del PNUD, SNGR, 2012 para la evaluación de la vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales, ha sido como base fundamental para el desarrollo del trabajo investigativo, otra de las bases metodológicas en las que sustentan los resultados obtenidos por el programa HEC-RAS ha sido el Mapeo de peligro de inundación en ríos de montaña, Luis Timbe, para los niveles de amenaza de los tiempos de retorno de 50, 100 y 500 años el cual ha sido adaptado a nuestro trabajo de titulación. (SNGR, PNUD, SENPLADES, 2012)

Según Germán Márquez, Doctor en Ecología Tropical Profesor Titular Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Caribe, (Abril, 08 2017); los usos inadecuados del territorio e incluso la aplicación de medidas de control son inimaginables, las cuencas hidrográficas se han venido deteriorando con los años por la exagerada deforestación y erosión continua, lo cual genera serias consecuencias debido a que la vegetación natural normaliza estado cíclico del agua; cuando llueve esta vegetación libera entre el 1 y 3% a la escorrentía de río del total de la precipitación, cuando esta es deforestada entre el 97 y 99% del total de aguas lluvias llega a este cauce. (Cruz & Karime, 2012)

Los sistemas informáticos actuales de generación de modelos de predicción permiten a las autoridades, pronosticar con gran precisión los puntos donde ocurrirán las inundaciones además de su gravedad y periodos de retorno. Persistir en el modelo tecnológico de control de inundaciones va contra la corriente mundial que propende por la adaptación al medio, ante el costo de controlar fenómenos de gran escala. La alternativa, sobre todo en un país como el nuestro, hay que buscarla en la reubicación por fuera de las zonas de riesgo. (Cruz & Karime, 2012)

En la siguiente tabla se registran algunos de los eventos suscitados por desastres de inundaciones en el área de estudio:

Tabla 1. Antecedentes Históricos - Parroquia Balsapamba

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	AFECTADOS
<p>Fecha: 2015</p> <p>Dirección: Uchu Pamba</p> <p>Fuente: Ing. Néstor García – Técnico de la SGR Teléfono: 032982901 Fuente: Jennifer Coello – Afectada Teléfono: 0992138053</p>	<p>Ing. Néstor García técnico de la SGR, informa de un colapso estructural presentado en las últimas horas por causa de las lluvias en el lugar ya mencionado.</p> <p>No se reportó personas heridas ni fallecidas. En seguimiento al evento suscitado el 20-03-2015, Teniente Político de Balsapamba informa que el 22-03-2015 la Familia Macías Coello dejó de albergaren el GAD-P de Balsapamba y se reubicaron por sus propios medios en un departamento utilizado para retiros espiritual del Sr. Willian Muñoz.</p>	<p>Vivienda totalmente destruida, en la que habitaban una familia, misma que se encuentran acogidas en la casa parroquial de Balsapamba.</p> <p>A continuación detallo de familia afectada:</p> <p>Jennifer Coello 31 Madre.</p> <p>Antonio Macías 44 Padre.</p> <p>Génisis Macías 14 Hija (discapacidad física de 90%)</p> <p>Geomara Macías 11 Hija.</p> <p>Hans Macías 17 Hijo.</p> <p>Darío Macías 16 Hijo.</p>

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	AFECTADOS
<p>Fecha: 2015/09/02</p> <p>Dirección: Las Peñas – vía Balsapamba – Montalvo</p> <p>Fuente: Jorge Barberan – SGR-ECU 911 Babahoyo Teléfono: 053701315</p>	<p>ECU 911 Babahoyo y citando el informe EDAN emitido por el técnico de la SGR-B, informan que por las lluvias presentadas en los últimos días, se produjo la inestabilidad del suelo produciendo el colapso de una parte de la vivienda en la cual habitaban dos personas con discapacidad física, cabe mencionar que la casa se encuentra en una zona de riesgo.</p> <p>No se reportan persona heridas ni fallecidas. En seguimiento al evento suscitado el 09/02/2015, MIES informa que procedió a la entrega de ayuda humanitaria el 10 de febrero de 2015.</p>	<p>Luis Vicente Moreta 78 años 78% de discapacidad física.</p> <p>Aida Zurita 71 años 71% de discapacidad visual Adicional las personas afectadas se encuentra acogidas por su hija Cecilia Moreta.</p>
<p>Fecha: 2015-02-09</p> <p>Dirección: Alungoto – vía Las Guardias – Balsapamba</p> <p>Fuente: Junior Arboleda SGR-ECU 911 Babahoyo, John Saltos Naranjo Presidente GAD-P Balsapamba Teléfono: 0981304666, Fernando Garófalo Técnico MTOP Teléfono: 0989070852</p>	<p>ECU 911 Babahoyo, informan que por las lluvias presentadas en los últimos días en el sector se produjo un deslizamiento de aproximadamente 12mts, obstaculizando la vía y el tráfico vehicular en su totalidad, al momento personal de MTOP Los Ríos y Junta Parroquial Balsapamba se encuentran en el lugar realizando labores de limpieza de la vía. No se reportan personas heridas ni fallecidas.</p>	<p>No se reportan personas heridas ni fallecidas.</p>

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	AFECTADOS
<p>Fecha: 2015/03/20</p> <p>Dirección: km 68+500 Parque Acuático.</p> <p>Fuente: María Auxiliadora Zuñiga ECU 911 de Babahoyo Teléfono: 053701315, José Medina Teniente Político de Balsapamba</p>	<p>ECU 911 de Babahoyo informa, que por las fuertes lluvias suscitadas en las últimas horas en el sector antes mencionado se produjo un deslizamiento que está totalmente obstaculizando la vía, mismo que se desconoce la afectación. Adicional indica que MTOP-B está realizando las labores de limpieza.</p>	<p>No se reportó viviendas afectadas, personas heridas ni fallecidas</p>
<p>Fecha: 2013/02/09</p> <p>Dirección: Km 78 de la vía Balsapamba – Guaranda</p> <p>Fuente: Jossie Naranjo –Supervisor de Despacho ECU 911 Babahoyo, Ing. María Magarisca.</p>	<p>ECU 911 Babahoyo, informan que por las lluvias presentas en los últimos días en el sector se produjo un deslizamiento de aproximadamente 20mts, adicional indican que personal del GAD Parroquial Balsapamba realizo los trabajos de limpieza de la vía dejándola habilitada en su totalidad para el tránsito vehicular.</p>	<p>No se reportan personas heridas ni fallecidas.</p> <p>Obstaculizando un carril de la vía.</p>
<p>Fecha: 2012</p> <p>Dirección: Recinto Alungoto</p> <p>Fuente: Sala de Situación Nacional de la SGR</p>	<p>La parte posterior de la vivienda; colapso debido a que la estructura de madera se encuentra deteriorada; por su cubierta está filtrando gran cantidad de agua lo que provoca que en esta temporada se inunde la vivienda.</p>	<p>Se registró a 5 personas victimadas y una vivienda colapsada.</p>

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	AFECTADOS
<p>Fecha: 2012</p> <p>Dirección: Sector Alungoto</p> <p>Fuente: STGR-B</p>	<p>Vía San Miguel-Balsapamba deslizamiento continuos interrupciones del tráfico la limpieza lo realiza la compañía del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.</p>	<p>No se reportan personas heridas ni fallecidas.</p>
<p>Fecha: 2012</p> <p>Dirección: Recinto Alungoto</p> <p>Fuente: Sala de Situación Nacional de la SGR.</p>	<p>La parte posterior de la vivienda; colapso debido a que la estructura de madera se encuentra deteriorada; por su cubierta está filtrando gran cantidad de agua lo que provoca que en esta temporada se inunde la vivienda.</p>	<p>Se registró a 5 personas victimadas y una vivienda colapsada.</p>
<p>Fecha: 2009-02-14</p> <p>Dirección: Sector Bilován</p> <p>Fuente: STGR-B</p>	<p>Por la cantidad de vehículos pesados que transitan por esta vía genera un eventual riesgo unido las fuertes lluvias que pueden traer como consecuencia un deslizamiento o inundaciones de magnitud afectando a la plataforma y la fibra óptica que pasa por este lugar que se encuentra en constante riesgo.</p>	<p>No se reportan personas heridas ni fallecidas.</p>

Fuente: www.desinventar.org

Elaborado por: Agualongo Melida. Gloria Gavilánez, 2017.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Marco Conceptual

2.2.1.1 Vulnerabilidad física de infraestructura (viviendas)

Las metodologías para evaluar la vulnerabilidad de viviendas varía dependiendo, no solo del tipo de estructura y amenaza considerada, sino del nivel de precisión requerido, de la información disponible y del propósito del estudio a realizar. (SNGR, PNUD, 2012)

Concepto de Vulnerabilidad: Condiciones resultantes de factores físicos socioeconómicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de la comunidad a los impactos de amenazas. (NNUU, EIRD, 2009)

Infraestructuras generales: Se define una infraestructura de carácter general como aquella realización humana diseñada y dirigida por profesionales que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, (EIRD.ORG).

La importancia del análisis es el impacto que producen en la infraestructura (viviendas) y elementos esenciales debido a las amenazas de inundación las mismas que producen daños en la comunicación, conectividad, educación, salud, organismos de respuesta, sector comercial, financiero, instituciones públicas, centros de concentración masivo, así como en las redes de servicios vitales como el agua, alcantarillado, electricidad, movilidad. (SNGR, PNUD, 2012).

2.2.1.2 Variables e indicadores de la vulnerabilidad física de infraestructura (viviendas)

- **Sistema estructural:** Son elementos independientes para conformar un cuerpo, el tipo de resistencia estructural es la variable básica a considerarse, ya que proporciona la información mínima necesaria para iniciar el análisis. (SNGR, PNUD, 2012).

- **Tipo de material en paredes:** Se define por un lado si la estructura es de paredes portantes o si más bien obedece a tipologías menos vulnerables. (SNGR, PNUD, 2012).
- **Tipo de cubierta:** La cubierta de una estructura no solo proporciona confinamiento al sistema estructural sino califica la debilidad de la misma frente a eventos adversos externos. (SNGR, PNUD, 2012).
- **Entrepisos:** Es sistema de entrepisos confina al resto de elementos estructurales y proporciona resistencia. (SNGR, PNUD, 2012).
- **Número de pisos:** Si la estructura es más alta, típicamente es más vulnerables que las de un piso pues requiere mayores esfuerzos y cuidados para presentar un buen comportamiento (SNGR, PNUD, 2012).
- **Año de construcción:** Está asociado con la resistencia de códigos de construcción apropiadas (SNGR, PNUD, 2012).
- **Estado de conservación:** El grado de conservación califica el posible deterioro de las propiedades mecánicas de los materiales y de su resistencia a las amenazas (SNGR, PNUD, 2012).
- **Características del suelo:** El suelo donde está construida es susceptibles de facilitar que la amenaza afecte a la edificación, suelo firme y seco implica menos vulnerabilidad que el húmedo (SNGR, PNUD, 2012).
- **Topografía del sitio:** Si el terreno donde está construido es escarpado genera vulnerabilidades en la edificación, mientras que el terreno a nivel disminuye la vulnerabilidad (SNGR, PNUD, 2012).
- **Forma de construcción:** La forma regular presenta menos vulnerabilidad que la forma irregular (SNGR, PNUD, 2012).

2.2.1.3 Vulnerabilidad física de elementos esenciales

La cobertura de la infraestructura y servicios básicos, constituyen el soporte físico del desarrollo territorial, son herramientas de gestión para el proceso de fortalecimiento del desarrollo humano, económico y hacen del territorio un espacio competitivo

El sistema de agua potable, alcantarillado y de vialidad, son infraestructuras esenciales para el desenvolvimiento normal de una población y, en caso de desastres, son primordiales para garantizar el funcionamiento normal, la atención de emergencias, la pronta recuperación y rehabilitación del territorio, es importante el funcionamiento de los elementos esenciales, ya que podrían poner en riesgo el abastecimiento de servicios de la población o garantizar la atención de emergencia (SNGR, PNUD, 2012).

La exposición de los elementos esenciales, por lo tanto, no sólo se enmarca en una construcción social del riesgo, sino en la susceptibilidad de las infraestructuras a ser afectadas. Ante esto, algunos estudios analizan la exposición de amenazas y sus posibles efectos. A partir de estos parámetros, se han hecho varios estudios como es el caso de la OPS, que analizó varios escenarios de amenazas y efectos sobre los sistemas de agua potable, alcantarillado y la red vial (SNGR, PNUD, 2012).

2.2.1.4 Indicadores de Vulnerabilidad física de los elementos esenciales

Se presenta las siguientes variables e indicadores a ser considerados:

Estado actual: El estado actual permite determinar el funcionamiento real, este podría disminuir o ampliar los niveles de vulnerabilidad. Si en condiciones normales de funcionamiento un sistema no trabaja bien, significa que mucho menos en situaciones de emergencia (SNGR, PNUD, 2012).

Mantenimiento: El mantenimiento de las estructuras garantiza el buen funcionamiento y la detección de fallas en el sistema. El mantenimiento preventivo corresponde a la fase de gestión de riesgos, dentro del ámbito de la prevención, en donde se aplican medidas correctivas, antes que se presente un disfuncionamiento de la red (SNGR, PNUD, 2012).

Antigüedad: Determina las condiciones intrínsecas de las redes que podrían fallar, asociadas al material de construcción. Generalmente, las redes más antiguas que han rebasado su periodo de diseño, no son resilientes, por lo tanto, son más vulnerables (SNGR, PNUD, 2012).

Parámetros o estándares de diseño: Al contar con unas normativas específicas y estándares de diseño, se garantiza obras seguras, durables, de funcionamiento adecuado, sostenibles en el tiempo y con costos que garanticen los mayores beneficios a la inversión prevista. (SNGR, PNUD, 2012).

Tipo de material de construcción: Permite conocer vulnerabilidades intrínsecas asociadas a los materiales. Determinados materiales son más o menos vulnerables en relación a las amenazas, es decir, su comportamiento varía y pueden ser más o menos susceptibles de ser afectadas, o en el peor de los casos, de colapsar (SNGR, PNUD, 2012).

Para el caso especial de la red de alcantarillado se adiciona la variable de:

Funcionamiento hidráulico: En una red de alcantarillado el caudal de diseño está considerado como el 80% de la altura de su construcción, el 20% restante corresponde a un canal abierto, donde corre el aire que permite su funcionamiento adecuado, caso contrario, la red funciona a presión, el funcionamiento hidráulico es importante en la medida que podría generar nuevos riesgos, como es el caso de ex filtraciones, lavado de sedimentos y en el peor de los casos hundimientos de tierra (SNGR, PNUD, 2012).

2.2.1.5 Amenaza de inundación

Se considera así a la invasión de aguas en terrenos cercanos a las riberas del río, eventos naturales recurrentes en zonas bajas como resultado de lluvias intensas o continuas que al sobrepasar la capacidad de retención del suelo o de drenaje de sus cauces o afluentes; las inundaciones pueden ser: costeras, fluviales, lacustres y pluviales, según se registren en las costas marítimas, en las zonas aledañas a los márgenes de los ríos y lagos, y en terrenos de topografía plana, a causa de la lluvia excesiva y a la inexistencia o defecto del sistema de drenaje, respectivamente. (INAMHI, Abril 2013)

2.2.1.6 Tipos de inundación.

Inundaciones lentas o progresivas: Se presentan en las zonas planas cercanas a las riberas de los ríos cuando las precipitaciones permanecen por largo tiempo. (Cruz & Karime, 2012)

Inundaciones torrenciales o súbitas: Ocurren ante tormentas fuertes en cuencas de alta pendiente y con baja cobertura vegetal. (Cruz & Karime, 2012).

Inundaciones por afloramiento de aguas subterráneas: Ocurre de forma natural ante precipitaciones fuertes y prolongadas, este tipo de inundación ocurre de forma lenta y son larga permanencia en el tiempo (Cruz & Karime, 2012).

Inundaciones urbanas: Se presentan por deficiencias de las redes de drenaje, con una topografía plana o cóncava y/o por el desbordamiento de los ríos y quebradas que atraviesan o bordean las poblaciones (Cruz & Karime, 2012).

Inundación fluvial: Ocurren cuando las áreas de lecho mayor han sido ocupadas por las personas, y esto se produce cuando no incluyen limitaciones claras en la ocupación del espacio en los planes de desarrollo, cuando hay invasión del espacio del río, o cuando las obras de protección dan una contradictoria sensación de seguridad que permite el desarrollo urbanístico en zonas de riesgo. (Tucci, 2006)

Inundación pluvial: Inundaciones por colapso del sistema de drenaje. Se deben en gran parte a la urbanización e impermeabilización de superficies (tejados, calles, pisos, etc.) por fuera de los planes de desarrollo urbano y de infraestructura de drenaje y saneamiento. (Tucci, 2006)

2.2.1.7 Causas de la inundación.

Actividades humanas: Cuando se construyen viviendas cerca de los ríos y barrancos, cuando tálamos los árboles, destruimos la cobertura vegetal del suelo al llover, el agua arrastra la tierra hacia las partes bajas, tapando el drenaje y desbordando los ríos lo que favorece las inundaciones. (CENAPRED, 2009)

Exceso de Precipitación: De mayo a noviembre es época de ciclones tropicales, por lo que ocurren fuertes lluvias, que pueden inundar grandes áreas, cuya principal fuente son masas de aire frío, conocidos como frentes fríos (CENAPRED, 2009).

Falla de obras hidráulicas: Cuando se rompe una presa, dique, el agua almacenada sale rápidamente y puede causar graves daños a poblaciones ubicadas en las zonas bajas o aguas abajo. (CENAPRED, 2009).

2.2.1.8 Efectos de la inundación.

La energía que movilizan puede transformar el paisaje, son esenciales en los ciclos vitales de los ecosistemas fluviales que favorecen la productividad de las llanuras de inundación, también pueden ocasionar daños sobre la infraestructura, los bienes y las personas (CENAPRED, 2009).

En el paisaje: Las inundaciones tienen un alto poder de modificación del paisaje, tanto en el mismo cauce, como en las áreas potencialmente inundables. (CENAPRED, 2009).

En los ecosistemas: Tienen efectos sobre el crecimiento y muerte de muchas especies en las riberas, se incrementa la fertilidad del suelo, se limpian los cauces, se renuevan aguas estancadas y acuíferos. (CENAPRED, 2009).

En la infraestructura: Incrementa el riesgo de daños parciales o totales sobre vías, sistemas de telecomunicaciones, viviendas, industrias, cultivos, puentes, defensas, presas, redes de agua potable, tuberías, embalses, canales, acequias, etc... (CENAPRED, 2009).

En las personas: Paralización de actividades productivas con las respectivas pérdidas económicas directas e indirectas en sector privado y público, deterioro de la calidad de vida, del desarrollo económico y del bienestar, conflictos sobre la propiedad, migraciones y desplazamiento, efectos sobre la salud pública, propagación de epidemias y pérdidas de vidas humanas (CENAPRED, 2009).

2.2.1.9 Identificación de áreas susceptibles de inundaciones

Una zona de inundación se puede identificar en el campo observando la superficie del suelo para detectar indicios geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos (forma del relieve), litológicos (suelos), edafológicos (vegetación) y otros, como por ejemplo humedad del terreno, áreas con aguas empozadas, socavación de suelos, terrazas de aluviones, sedimentos, zonas con vegetación baja o vegetación dañada y líneas de escombros. Se puede también identificar a través de comparaciones de imágenes de satélites o fotos aéreas con el fin de determinar los cambios durante periodos de tiempo específicos.

Criterios de identificación de zonas de inundación:

Geomorfológicos: Áreas muy planas, ubicadas a lo largo de los ríos; presencia de zonas de erosión y de terrazas. (Medina, 2010)

Geológicos: Terrenos compuestos por depósitos no consolidados, derivados de sedimentos transportados por el río. (Estratos de lodo, arena, limo y gravas), que son muy erosionables durante las inundaciones y crecidas. (Medina, 2010)

Hidrológicos: Lecho menor y mayor, terreno sujeto a inundaciones periódicas en ríos grandes, en ríos pequeños la llanura de inundación se encuentra solo en el interior de la curva del meandro, presencia de lagos de forma semi-lunar (meandros abandonados), presencia de diques naturales de sedimentos gruesos que se depositan durante las inundaciones, áreas pantanosas o áreas con suelos reteniendo altos niveles de humedad. (Medina, 2010)

Vegetación: Diferencias de vegetación, vegetación perturbada por efectos de inundaciones anteriores. (Medina, 2010)

Evaluación de las amenazas por inundaciones

Los procesos de inundaciones se describen en términos de su frecuencia. Por ejemplo, una inundación de 100 años de período de retorno se refiere a un evento con una probabilidad de excedencia anual de 1% (es decir: hay un por ciento de probabilidad que suceda, durante un año dado, una inundación igual o todavía más fuerte). Para fines prácticos se delimitarán, en los mapas indicativos de

amenaza, cuando esto es posible, las zonas afectadas por fenómenos de por lo menos 100 años de período de retorno. (Medina, 2010)

Cuando se realiza un análisis detallado de la amenaza por inundación, los límites de las llanuras de inundación de diferentes períodos de retorno (10 años, 50 años, 100 años) se pueden reflejar en un mapa con el fin de identificar las áreas donde la amenaza es más o menos significativa. Además, la información se suele completar por indicaciones sobre la profundidad del agua y su velocidad. La amenaza por inundación siempre se considerará grande cuando la profundidad del agua puede llegar a tener la altura de una persona o de un piso de edificio (1,50 o 2,00 m), aunque sea con una probabilidad débil (100 años o más de período de retorno). (Medina, 2010)

2.2.1.10 Cuenca Hidrográfica

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, río muy grande, lago o mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas. (Paucar, y otros, 2014)

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales, infraestructura, elementos esenciales creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano así como para los fenómenos naturales que se desencadenan dentro de la cuenca, se considera que no existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica. (Paucar, y otros, 2014)

2.2.2 Marco Referencial

2.2.2.1 Delimitación del área de estudio.

La parroquia Balsapamba se encuentra delimitado por:

Norte: Parroquia Telimbela y Parroquia La Magdalena, Cantón Chimbo

Sur: Parroquia Bilován, Cantón San Miguel.

Este: Parroquia Matriz y parroquia San Pablo, Cantón San Miguel

Oeste: Cantón Montalvo, provincia de Los Ríos (PDOT, 2015 - 2020)

2.2.2.1.1 Relieve

En Balsapamba se encontró tres (3) tipos de relieves los cuales se encuentran representados por el relieve montañoso con 929.54 Ha (7.83%), estribaciones andinas con 201.99 Ha (1.70%) y en mayor representación la vertientes con 1075.58 Ha. (90.47%). (PDOT, 2015 - 2020)

2.2.2.1.2 Clima

En Balsapamba se encontró un (1) tipo de clima el clima mesotérmico semihumedo considerado de esa manera debido a la precipitación anual es de 500 a 1750 mm, el cual tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero-mayo y octubre-noviembre, este es el clima que más se encuentra en los valles de la Sierra, la temperatura media oscila entre 12 y 16°C. (PDOT, 2015 - 2020)

2.2.2.1.3 Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación

Los ecosistemas más frágiles de Balsapamba son vegetación de páramo y bosques en zonas protegidas, debido a su conflicto con el uso del suelo ya que las costumbres de la población en la Parroquia tienden a la expansión de sus territorios para otros usos. (PDOT, 2015 - 2020)

2.2.2.1.4 Recursos Hídricos

Balsapamba por su parte cuenta con recursos hídricos que forman parte de la cuenca del Río Guayas, la cual tiene una extensión de 53.299 km² y es una de las más grandes riquezas potenciales con que cuenta el Ecuador; puesto que se trata de la mayor cuenca hidrográfica de la costa del Pacífico de América del Sur. La Parroquia se encuentra en la Subcuenca del Río Babahoyo San Pablo, Microcuenca Río Cristal, (SENAGUA, 2015)

El Sistema Hídrico de Balsapamba consta del Río el Salto, Quebrada las Juntas, Río Angas, Río Motilones, Quebrada las Zarcas, Río el Vergel y el Río Cristal

2.2.2.1.5 Demografía

La información se basa en datos Censales recopilados en el año 2010 realizadas por el INEC para establecer la población total de la Parroquia Balsapamba determino que existen 1.415 hombres, 1.350 mujeres con un total de 2675 habitantes, los cuales gozan de diferentes costumbres y tradiciones; mestizos con 2.637 (95%); los indígenas con 23 casos (1%); los Montubios 16 casos (1%); y el Blanco con 70 casos (3%) de la misma. (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.2.1.6 Sistema Educativo

En relación a la Asistencia a los Centros Educativos, en la Parroquia de Balsapamba se tiene una tendencia descendente, siendo mayor la tasa de asistencia en los niveles educativos primarios, disminuyendo en los niveles educativos más altos. Los datos oficiales señalan que en Balsapamba cuenta con los siguientes niveles educativos: Educación Básica con un 93% y Primaria 93%, Secundario 79%, Bachillerato con una tasa intermedia-baja en un 64% y el nivel Superior presenta el menor valor con un 30% (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.2.1.7 Sistema de la Salud

En Balsapamba, cuenta con infraestructura y equipamientos de salud, los cuales se distribuyen en dispensarios y centros de salud, dicha infraestructura se compone únicamente de dos Unidades de Salud. Una de ellas administrada por el Ministerio de Salud Pública y la segunda bajo la jurisdicción del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.2.1.8 Infraestructura de apoyo a la producción existente en el territorio

En relación a la infraestructura existente de apoyo a la producción, se ha levantado el inventario de dicha infraestructura, la cual se destina hacia la

transformación básica y comercialización, así como para la movilidad de los productos generados, están representados por canales de riesgo y carreteras (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.2.1.9 Tendencia de viviendas o infraestructuras

La vivienda digna se considera uno de los derechos humanos fundamentales; para el caso de la Parroquia Balsapamba, se han establecido nueve (9) tipos de vivienda, existen 1.163 viviendas las cuales están divididas en: Casas/Villas (90%) 1.044 casos; Departamento en Casa en 17 casos (1%); 23 Mediaguas (2%); 59 son Ranchos (5%); 7 en Covachas (1% del porcentaje total); 6 viviendas en choza y representa el 1%; Y finalmente 3 casos responden a otros tipos de vivienda particular (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.2.1.10 Servicios Básicos

Cobertura de Agua potable, Saneamiento, Energía eléctrica (Electricidad) y Desechos Sólidos (PDOT, 2015 - 2020).

Agua Potable: Existen 267 casos (34%) acceden al líquido vital por la red pública; 11 casos (1%) acceden por medio de pozos; (63%) 494 casos acceden al líquido vital por medio de toma directa de ríos, vertientes, acequias o canales; finalmente, se encontraron 13 casos (2%) no acceden al líquido vital por medios convencionales agua lluvia/albarrada) (PDOT, 2015 - 2020).

Saneamiento: Existen 121 casos (15%) de que se conectan a la red pública de alcantarillado; 319 casos (41%) presentes por sistemas de pozo séptico, 76 casos (10%) responden al saneamiento por pozo; 92 casos se han registrado, en los cuales la descarga es directa a, ríos, lagos o quebradas, representa 12% de la totalidad registrada, se registran 23 (3%) casos en los que la descarga se efectúa por medio de letrinas, finalmente existen 155 casos en los que no se cuenta con ningún tipo de conexión/forma/medio de saneamiento y que representan el 20% del total de casos existentes en la parroquia Balsapamba (PDOT, 2015 - 2020).

Energía Eléctrica: En 709 (90%) casos se dispone de éste servicio directamente de la Red de la Empresa eléctrica; el 9 % o a su vez, 73 casos registrados no

disponen del servicio de energía eléctrica, y únicamente se data de 4 casos (1%) en que se genera corriente con plata eléctrica (PDOT, 2015 - 2020).

Desechos Sólidos: El 337 de casos (43%) de la población elimina los desechos sólidos por carro recolector, por otra parte el 296 casos (38%) de la población elimina los desechos sólidos arrojándola directamente a quebradas o lotes baldíos, otros eliminan sus desechos quemando los mismos en 128 casos (16%); 2% (14 cosas) de la población elimina los desechos sólidos enterrándola, (1%) 4 casos, la arrojan al río, acequia o canal; 7 casos los cuales eliminan los desechos de otras formas no convencionales (PDOT, 2015 - 2020).

Telecomunicaciones: Se dispone de algunos tipos de aparatos y/o tecnologías como son: Telefonía Convencional, Telefonía Celular, Internet, Televisión por Cable; hablando de telefonía convencional en la Parroquia, se puede decir que el 82% de la Población (650 casos) no dispone del servicio, y únicamente el 18% dispone de ésta tecnología (143 casos); En relación a la telefonía celular, conforme los datos oficiales se tienen que el 39% de la Población no dispone del servicio, pero más de la mitad (61%) dispone de ésta tecnología; Internet en la Parroquia, conforme los datos oficiales se tiene que el 96% de la Población (758 casos) no dispone del servicio, y únicamente el 4% restante dispone de ésta tecnología (35 casos). La televisión por cable, corresponde a otra tecnología y de ésta, solamente el 5% es decir 43 casos, mientras que el restante 95% no dispone de dicho medio de telecomunicación (750 casos) (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.2.1.11 Movilidad y Viabilidad

Balsapamba, cuenta con redes viales definidas, las cuales brindan cobertura aproximadamente en un 68% del territorio, en tiempos de viaje cortos, al sistema vial en el ámbito Parroquial es considerada como precaria, dispone de un nivel de cobertura alto en relación al territorio de la Parroquia, ya que abarca casi toda la Extensión de Balsapamba y su grado de cobertura en relación a los poblados existentes, es adecuada (PDOT, 2015 - 2020).

Para el caso de la Parroquia Balsapamba existen vías asfaltadas en un tramo de 23.5 km (14.20%); vías lastradas cubren 119.2 km (71.99%); la vías adoquinadas

con una longitud de 0.8 (0.47%); por otra parte, las vías empedradas con 0.4 km (0.21%); y finalmente, las vías de tierra, ocupan en una longitud de 21.7 km (13.12%) de la totalidad de vías de la parroquia (PDOT, 2015 - 2020).

2.2.3 Marco Legal

La Constitución de la República del Ecuador enmarca en su art 389 y 390, señala que: “El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, además de que los riesgos se gestionaran bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicara la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica brindan el apoyo sin relevarlos de su responsabilidad gestionaran bajo el principio de descentralización subsidiaria.

Ley de Seguridad Pública y del Estado y su Reglamento aprobada en 2009, en el artículo 11, literal d, menciona “La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, la rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), art 140 promueve que la gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción mitigación reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico, donde los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptaran obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza

Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, (COPLAFID) aprobada el 22 de octubre del 2010 en el artículo 64, indica “Incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgos en el diseño e implementación de programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de

acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales.

La Secretaria Nacional de Gestión de Riesgo elaboro en el 2012 el Manual de Comité de Gestión de Riesgos, el mismo que en el capítulo 5 numeral 4.3, menciona que los Comités de Gestión de Riesgos, deben mantener dos mecanismos permanentes: el Plenario y las Mesas de Trabajo, sea en el ámbito cantonal, regional y nacional.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Parroquial de Balsapamba en el año 2015 se elaboró el PDOT, consta de un diagnostico; un propuesta de desarrollo y ordenamiento territorial y un modelo de gestión, esta propuesta de desarrollo y ordenamiento territorial comprende la definición de una visión y objetivos estratégicos de desarrollo vinculados a problemáticas y oportunidades con su respectiva identificación y priorización de problemas y potencialidades.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS GLOSARIO

Amenaza: Factor externo de riesgo asociado con un fenómeno físico, representada por un evento o condición peligrosa que puede ocasionar trastornos a la normalidad de una comunidad, representa un peligro latente produciendo efectos adversos en las personas, bienes, servicios, medio ambiente, con cierta intensidad, en un lugar y periodo de tiempo determinado. (Riesgos, 2010)

Avenida Máxima: Aumento del caudal, donde se eleva el nivel normal del río a niveles superiores llegando al cauce máximo presentada, debido a escurrimientos extraordinarios en la corriente natural a causa de la época lluviosa a este proceso también se lo denomina crecida o creciente (INAMHI, Abril 2009)

Cauce: Se conoce así a las corrientes de agua que representan el lecho de ríos, arroyos, canales naturales a artificiales por los cuales corren aguas en mayor o menor cantidad dependiendo de la forma hidrológica. (Civil, 1997)

Capa vegetal: Mezcla de varios materiales como arcilla, limo, materia orgánica y en ocasiones con gravas y arenas, de coloraciones gris oscuro o negro. Su espesor es variable. (INAMHI, Abril 2009).

Cartografía: Ciencia que se encarga de reunir y analizar medidas y datos de regiones del planeta, para representarlas gráficamente a diferentes dimensiones lineales, a escalas diferentes, esta información está dada por información sobre topografía, geodesia, fotogrametría, teledetección. (Civil, 1997)

Corriente Superficial: Clase de corriente acuífera de la cual existe tres tipos; perenne tiene un escurrimiento constante que no se interrumpe en ninguna época del año durante todo su trayecto. (INAMHI, Abril 2009)

Cuenca: Depresión que permiten la acumulación de sedimentos, es decir que las gotas de lluvia que caen sobre la cumbre de las colinas o montañas tienden a ser drenadas o llevadas hacia un mismo punto de salida. (INAMHI, Abril 2009)

Clima: Condiciones atmosféricas de un lugar determinado, constituido por una diversidad de factores físicos y geográficos, que caracterizan una región debido a la descripción estadística del estado del tiempo en un lapso suficientemente amplio, estudiado por la climatología como por la meteorología, que es la

disciplina que se ocupa de las propiedades de la atmósfera y de los fenómenos físicos y dinámicos que en ella ocurren. (INAMHI, Abril 2009).

Depósito aluvial: Estrato constituido por arena media ha gruesa y gravas de granulometría gruesa a media y redondeadas. (INAMHI, Abril 2009).

Drenajes: Se conoce como drenaje al proceso natural o antrópico para descargar un terreno, desagüe o canal por donde se evacua las aguas, es decir fluye a través de la superficie o de infiltraciones en el terreno. (Civil, 1997)

Erosión: Proceso de sustracción de roca al suelo, generalmente por acción de corrientes superficiales de agua o viento, este proceso desintegra y modifica las estructuras superficiales o relieve de la corteza terrestre, estos procesos se desencadenan por características puramente físicos en este caso se trata de la composición de las rocas. (INAMHI, Abril 2009).

Escorrentía: Cuando llueve la precipitación que no tiene la oportunidad de infiltrarse ni se evaporarse, escurre por las cuencas aluviales superficialmente hasta desembocar en cauces más grandes u caudalosos. (INAMHI, Abril 2009).

Estación Lluviosa: Periodo en el cual se define el tiempo en el que se presentan las lluvias en una zona determinada, en la Provincia de Bolívar normalmente comprendido entre los meses de Febrero a Junio con variaciones en días a su inicio o final de esta época. (INAMHI, Abril 2009).

Evaluación del riesgo: Proceso de análisis que determina el riesgo de daño potencial en un área determinada. Proceso general que incluye: la identificación de riesgos, análisis del riesgo, reducción de riesgo, manejo de eventos adverso y la evaluación del riesgo. (ISO 31000, Guía 73).

Evento: Descripción de un fenómeno natural, tecnológico o provocado por el hombre, en términos de sus características, su dimensión, ubicación geográfica y área de influencia, es el registro en el tiempo y el espacio de un fenómeno que caracteriza una amenaza. (Civil, 1997).

HEC-GeoRAS: Conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades especialmente diseñadas para procesar datos georeferenciados que permiten bajo

el entorno de los SIG, facilitar y complementar el trabajo de diagnóstico de modelamiento de la amenaza de inundación. (INAHMI, 1999).

Hidrografía: Es la ciencia que estudia las formaciones de agua en el planeta en todos sus aspectos físicos, químicos, biológicos, estático y dinámico; la hidrografía se basa en factores tales como la lluvia, las nubes, la niebla, etc. que depende mayormente de las modificaciones del vapor del agua en la atmósfera. (INAMHI, Abril 2009).

Isoyeta: Isolíneas que une los puntos en un plano cartográfico, que presenta la misma precipitación, así en un área determinada, se puede diseñar un gran número de planos con isoyetas, como un ejemplo tenemos las isoyetas de las precipitaciones anuales. (Riesgos, Noviembre 2014).

Levantamiento Topográfico: Procedimiento sistemático que tiene como propósito principal obtener información para estudiar las condiciones físicas, geológicas, geográficas, a través de puntos geográficos. (INAMHI, Abril 2009).

Litología: Estudio de las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características (INAMHI, Abril 2009).

Llanura de Inundación: Planicies aluviales aledañas a las corrientes de agua superficiales como ríos, arroyos, lagunas, las cuales se han formado en el pasado con sedimentos que se han depositado las inundaciones fluviales. (Civil, 1997).

Lluvia: Se trata de un fenómeno atmosférico producido por la condensación de las nubes, consiste en la precipitación de gotas de agua líquida o solidificada, generalmente las gotas de agua líquida, al chocar con los objetos, se aplastan esparciéndose, mojando rápidamente el área del impacto y tratándose de gotas grandes, produciendo salpicaduras (INAMHI, Abril 2009).

Mapa de Riesgos: Se conoce así a los mapas topográficos de escala variable, a la cual se le agrega la simbología de un tipo determinado de riesgo, en el cual se especifique las condiciones alto, medio o bajo para la probabilidad de ocurrencia de un posible desastre (INAMHI, Abril 2009).

Margen de río: Hace referencia a las orillas del río o borde, es decir a sus límites laterales, de una margen a otro se mide el ancho del cauce del río, para determinar las zonas aledañas al río. (INAMHI, Abril 2009).

Meteorología: Ciencia que estudia los fenómenos que se producen en la atmósfera, sus causas y mecanismos. (INAMHI, Abril 2009).

Mitigación: Medidas adoptadas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo, bajo el nivel de riesgo aceptable obtenido dicho riesgo no es posible reducirlo totalmente. (INAMHI, Abril 2009).

El Niño: Ocurre de cada dos a siete años, en una secuencia de eventos de 18 meses que se extienden a través de todo el océano Pacífico y el Índico. Se inicia con un calentamiento de la parte superior del océano a gran distancia de la costa oeste de América del Sur y puede provocar sequías. (INAMHI, Abril 2009).

Región Hidrológica: Superficie determinada que comprende una o varias cuencas hidrológicas con características físicas y geográficas semejantes que tienen varios contribuyentes y puntos desembocadura. (INAMHI, Abril 2009)

Sistemas hidrográficos: Conjunto de ríos que constituyen una cuenca hidrográfica, se refiere a las ramificaciones de las escorrentías desde la divisoria de lluvias ubicada en las cumbres de las colinas (INAMHI, Abril 2009).

Vertiente: Declive en las divisorias de lluvia que conforman las cuencas hidrológicas es decir que las aguas corren o pueden correr por las avenidas fluviales. (INAMHI, Abril 2009)

Vulnerabilidad: Factor de riesgo interno de un sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. Facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad (Civil, 1997).

Zona Inundable: Franjas a ambos lados del río cercanas que pueden ser inundadas en época lluviosa, debido a la saturación del suelo, grandes flujos de agua pueden sobrepasar el nivel del cauce normal del río. (INAMHI, Abril 2009)

2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS

Las inundaciones afectan a la infraestructura y elementos esenciales expuestos a las riberas de Rio Cristal

2.5 SISTEMA DE VARIABLES

Variable Independiente:

Vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales

Variable Dependiente:

Inundaciones

Tabla 2. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA-INSTRUMENTO
Independiente: Vulnerabilidad	Son las características y circunstancias de una comunidad que la vuelve susceptible a los efectos dañinos de una amenaza. Es el riesgo de ocurrencia de una inundación, frente al aumento del Caudal del Río; dejando como resultado pérdidas humanas, materiales, económicas, políticas, ambientales, etc... produciendo la inestabilidad en el desarrollo de la Parroquia Balsapamba.	Infraestructura	Sistema Estructural	Hormigón armado
				Estructura metálica
				Estructura de madera
				Estructura de caña
				Mixta madera hormigón
				Mixta metálica hormigón
			Tipo de material de paredes	Pared de ladrillo
				Pared de bloque
				Pared de piedra
				Pared de adobe
				Pared de tapial
			Tipos de cubierta	Cubierta metálica
				Losa hormigón
				Vigas de madera y zinc
				Caña y Zinc
			Número de Pisos	Vigas de madera y teja
				1 piso
				2 pisos
				3 pisos
				4 pisos
			5 o mas	
			Año construcción	<1970
				1971-1980
				1981-1990
				>1991
			Estado de conservación	Bueno
				Aceptable
		Regular		
		Malo		
		Características del suelo	Firme, seco	
			Inundable	
			Ciénega	
			Húmedo, blando, relleno	
Topografía del sitio	A nivel terreno plano			
	Bajo nivel calzada			
	Sobre nivel calzada			
	Escarpe positivo o negativo			
		Elementos Esenciales.		Se ha registrado daños en elementos esenciales tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación y conectividad. • Servicio Educativo. • Servicios de Salud. • Servicios Básicos. • Organismos de Respuesta. • Sector Comercial Financiero. • Instituciones Públicas. • Centros de Concentración Masiva.
		Niveles de percepción de presencia institucional y elementos básicos funcionales para la Parroquia Balsapamba.		

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA-INSTRUMENTO
Dependiente: Inundaciones	Proceso natural provocado por intensas lluvias por el cual el caudal del río rebasa las riberas del mismo, invadiendo extensiones de terreno a ambos lados del cauce del mismo el mismo que puede durar de minutos a días.	(Software) ArcGis Hec-GeoRas	Calcula el periodo de retorno de las inundaciones e identifica las zonas de mayor vulnerabilidad estructural y elementos esenciales.	Mapas de retorno de caudal: En periodos de 50, 100, 500 años. Mapa de Escenario de riesgos. Mapa de vulnerabilidad estructural y de elementos esenciales.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación:

De campo: Se realizó la aplicación de las encuestas de preguntas cerradas y entrevistas a pobladores de sectores vulnerables, entrevistas a institución del GAD Parroquial de Balsapamba y GAD del Cantón San Miguel.

Descriptiva: Tabulación y sistematización de la información geografía, valoración de las variables para la vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales expuesto en la zona de influencia, mediante los paramentos que van afectar al área.

Explicativo: Los resultados se presentaran mediante tablas, gráficos, fotografías de terreno y mapa de riesgos resultantes.

El tipo de estudio de esta investigación es de campo, descriptivo y explicativo la recolección de datos se obtuvo a través de encuestas y entrevistas, el mismo que permitió realizar un análisis de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal, Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar, ante la amenaza de inundación.

3.2 DISEÑO

El Trabajo Investigativo de Análisis de Vulnerabilidad de Infraestructura (viviendas) y Elementos Esenciales (sistema de agua potable, alcantarillado, sistema eléctrico, sistema vial, puentes; y la vulnerabilidad funcional en criterios de importancia en comunicaciones, conectividad, movilidad, servicio educativo, servicio de salud, servicios básicos, organismos de respuesta, sector comercial, financiero, edificaciones públicas, centro de concentración masiva y otros) expuestos en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba, ante la amenaza de inundación se enmarca dentro del diseño No experimental, debido a que es un tipo de investigación sistemática en la que los sujetos de investigación no poseen control sobre las variables independientes ya que los mismos ya se llevaron a cabo, los sujetos deben limitarse a la observación de situaciones ya existentes dada la limitación para actuar sobre las variables y los efectos que las mismas podrían desarrollar.

La investigación de diseño No Experimental es aquella que se realiza sin que el investigador realice la manipulación determinadamente de las variables, lo que se realiza es la recolección de datos de los eventos desarrollados así como la observación de los fenómenos como tal para luego analizarlos (Trochim, 2006)

3.2.1 Diseño metodológico

El diseño metodológico a utilizarse para el desarrollo del presente trabajo investigativo es: La Metodología de Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal (PNUD, SNGR, 2012), así como también levantamiento topográfico y georeferencial (**ver anexo 2 FOTO1**), aplicación de encuestas cuyas preguntas son de carácter cerrado en zonas afectadas, entrevistas a pobladores, presidente de la Junta Parroquial de la Parroquia Balsapamba, GAD del Cantón de San Miguel de Bolívar, Junta Administrativa de Agua Potable, CNEL de la Parroquia, observación directa, tabulación y procesamiento de datos geográficos, cualitativos y cuantitativamente, informes del INHAMI (Instituto Meteorología e Hidrología de la República del Ecuador, 1990-2012), ortofotos, aplicación del método hidrológico-hidráulico (método racional), revisión de información bibliográfica, informes técnicos, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Balsapamba 2015-2020.

3.2.1.1 Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad Física de Infraestructura (vivienda)

Determinar de manera cualitativa la percepción de riesgos frente a desastres ya que no consiste en una evaluación exacta del nivel de vulnerabilidad, si no plantea un mecanismo de ponderación rápido que se basa en la utilización de información que dispone la Parroquia, además de información recolectada a través de encuestas y entrevistas, lo que permita determinar un relación de escala numérica que indique el grado de vulnerabilidad de infraestructura localizadas dentro del área de estudio, para desarrollar acciones que permitan mitigar y prevenir en base a la gestión de riesgos (SNGR PNUD, 2012)

Para establecer el nivel de vulnerabilidad para infraestructura (viviendas) por Amenaza de Inundación, se ha considerado el nivel de vulnerabilidad bajo, medio y alto los mismos que resultaran de los valores de cada una de las variables expuestas, para obtener estos niveles se realiza la multiplicación del valor posible del indicador por el valor de ponderación, por lo que este resultado sumado conjuntamente con el de las otras variables, determina el nivel de vulnerabilidad de viviendas dentro de los rangos representados a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 3. Niveles de Vulnerabilidad

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	1 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	67 a 100 puntos

Fuente: SNGR, PNUD, 2012.

Tabla 4. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad de Infraestructura (viviendas) expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal.

VARIABLES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE Y USO DE LA INFORMACIÓN	INDICADORES	AMENAZA DE INUNDACIONES	VALORES	PONDERADOR INUNDACIÓN	VALOR MÁXIMO INUNDACIÓN
Sistema Estructural	Descripción de la Variable y uso de la información	Hormigón armado	1	0,1,5,10	0.5	5
		Estructura Metálica	1			
		Estructura de Madera	10			
		Estructura de caña	10			
		Estructura de pared	5			
		Mixta madera/hormigón	5			
		Mixta metálica/hormigón	1			
Tipo de material en paredes	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la vivienda.	Pared de ladrillo	1	0,1,5,10	1.1	11
		Pared de bloque	5			
		Pared de piedra	5			
		Pared de adobe	5			
		Pared de tapial/bahareque/madera	5			
Tipo de cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la vivienda.	Cubierta metálica	1	0,1,5,10	0.3	3
		Losa de hormigón	0			
		Vigas de madera y zinc	5			
		Caña y zinc	10			
		Vigas de madera y teja	5			
Sistema de entrepisos	Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta.	Losa, hormigón armado	N A	0,1,5,10	N A	0
		Vigas y entramado de madera				
		Entramado de madera/caña				
		Entramado metálico				
Número de pisos	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento	1 piso	10	0,1,5,10	1.1	11
		2 pisos	5			
		3 pisos	1			
		4 pisos	1			
		5 pisos o mas	1			
Año de construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza	Antes de 1970	1	0,1,5,10	0.5	5
		Entre 1971 y 1980	5			
		Entre 1981 y 1990	1			
		Entre 1991 y 2010	0			

VARIABLES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE Y USO DE LA INFORMACIÓN	INDICADORES	AMENAZA DE INUNDACIONES	VALORES	PONDERADOR INUNDACIÓN	VALOR MÁXIMO INUNDACIÓN
Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.	Bueno	0	0,1,5,10	0.5	5
		Aceptable	1			
		Regular	5			
		Malo	10			
Características del suelo bajo la edificación.	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física	Firme, seco	0	0,1,5,10	3	30
		Inundable	10			
		Ciénega	10			
		Húmedo, blando, relleno	5			
Topografía del sitio	La topografía del sitio de constitución de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza	A nivel, terreno plano	5	0,1,5,10	3	30
		Bajo nivel calzada	10			
		Sobre nivel calzada	0			
		Escarpe positivo o negativo	1			
Forma de la construcción	La presencia de irregularidad en la edificación genera vulnerabilidad	Regular	N A	0,1,5,10	N A	0
		Irregular				
		Irregularidad severa				

Fuente: SNGR, PNUD, 2012.

El aspecto físico de infraestructura (vivienda) analiza de manera detallada los rasgos característicos de las viviendas así como variables específicas de las estructuras, para así poder entender las debilidades por lo tanto la falta de resistencia de las mismas a eventuales amenazas como la de posibles inundaciones, en este sentido juegan un papel clave los catastros realizados por las municipalidades, pero resultan imprecisos e desconfiables debido a que existen datos incompletos o sesgados dentro de la ficha catastral de dichas infraestructuras. (SNGR PNUD, 2012).

La vulnerabilidad física de infraestructuras y su evaluación exacta varían dependiendo de la amenaza en consideración y de la calidad de información adquirida y del objetivo a estudiar o ejecutar, en este caso el método cualitativo considerado de primer nivel, por lo tanto, la técnica a aplicar evaluará las características de la infraestructura de cada vivienda frente a la amenaza de inundación. (SNGR PNUD, 2012)

El análisis de vulnerabilidad física de infraestructura se determina aplicando el valor correspondiente al nivel de vulnerabilidad a través de la aplicación de la técnica que es la matriz en la cual se considera las variables e indicadores presentada en la **Tabla 4** el cual se obtuvo el resultado del nivel de vulnerabilidad ver en la **Tabla 37**.

3.2.1.2 Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad Física de Elementos Esenciales (sistema de agua potable, alcantarillado, sistema eléctrico, sistema vial, puentes).

La metodología utilizada para desarrollar el análisis de vulnerabilidad de elementos esenciales (sistema de agua potable, alcantarillado, sistema eléctrico, sistema vial, puentes) en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba, ante la amenaza de inundación, analiza la exposición y vulnerabilidad física con relación a la amenaza mencionada, con el objetivo determinar de manera cualitativa la percepción de riesgos frente a desastres ya que no consiste en una evaluación exacta del nivel de vulnerabilidad, si no plantea un mecanismo de ponderación rápido que se basa en la utilización de información que dispone la Parroquia, además de información recolectada a través de encuestas y entrevistas, lo que permita determinar un relación de escala numérica que indique el grado de vulnerabilidad

Para establecer el Nivel de Vulnerabilidad Física de Elementos Esenciales por Amenaza de Inundación, se ha considerado el nivel de vulnerabilidad bajo, medio y alto los mismos que resultaran de los valores de cada una de las variables expuestas, para obtener estos niveles se realiza la multiplicación del valor posible del indicador por el valor de ponderación, por lo que este resultado sumado conjuntamente con el de las otras variables, determina el nivel de vulnerabilidad física para elementos esenciales dentro de los rangos representados a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 5. Niveles de Vulnerabilidad

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	1 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	67 a 100 puntos

Fuente: SNGR, PNUD, 2012.

Tabla 6. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba

Componente	Variable	Indicadores	Amenaza de inundación		
			Valor Indicador	Peso de ponderación	Valor máximo
Agua Potable Captación	Estado actual	Bueno	1	1,5	15
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25	1	2	20
		25 a 50	5		
		> de 50	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	10
		Esporádico	5		
		Ninguno	10		
	material de construcción	PVC	1	3	30
		Hormigón	1		
		Asbesto cemento	5		
		Mampostería de piedra mampostería de ladrillo	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	2,5	25
Entre el IEOS		5			
Después de la norma local		10			
TOTAL					100
Agua potable: conducción	Estado actual	Bueno	1	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25	1	2	20
		25 a 50	5		
		> de 50	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	2	20
		Esporádico	5		
		Ninguno	10		
	material de construcción	PVC	1	2,5	25
		Hormigón	1		
		Asbesto cemento	5		
		Mampostería de piedra, ladrillo, tierra	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	2,5	25
Entre el IEOS		5			
Después de la norma local		10			
TOTAL					100
Agua potable Tratamiento	Estado actual	Bueno	0	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25	1	2	20
		25 a 50	5		
		> de 50	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	10
		Esporádico	5		
		Ninguno	10		
	Material de construcción	Hormigón, PVC	1	3	30
		Asbesto cemento	5		
		Mampostería de piedra, ladrillo, tierra	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	3	30
		Entre el IEOS	5		
Después de la norma local		10			
TOTAL					100

Fuente: Metodología SNGR-PNUD (2012), adaptado por Llumitasig L., UEB, 2013

Tabla 7. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba

Componente	Variable	Indicadores	Amenaza de inundación			
			Valor Indicador	Peso de ponderación	Valor máximo	
Alcantarillado	Funcionamiento Hidráulico	Caudal Real < Caudal de diseño	0	2	20	
		Caudal Real = Caudal de diseño	5			
		Caudal Real > Caudal de diseño	10			
	Estado actual	Bueno	1	1	10	
		Regular	5			
		Malo	10			
	Antigüedad	0 a 25	1	1	10	
		25 a 50	5			
		> de 50	10			
	Mantenimiento	Planificado	1	2	20	
		Esporádico	5			
		Ninguno	10			
	Material de construcción	PVC	0	3	30	
		Hormigón	1			
		Asbesto cemento	5			
		Mampostería de piedra, ladrillo	10			
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	10	1	10	
		Entre el IEOS	5			
		Después de la norma local	1			
	TOTAL					100

Fuente: Metodología SNGR-PNUD (2012), adaptado por Llumitasig L., UEB, 2013

Tabla 8. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba

COMPO NENTE	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO	VARIABLE	INDICADOR	INUNDACIÓN		
				VALOR	PESO POND	VALOR MÁXIMO
POSTE	Cumple la función de soporte a todos los elementos que conforman el sistema Eléctrico.	Tipo de material	Hormigón armado	1	5	50
			Metálicos	5		
			Madera	10		
		Estado de poste	Bueno	1	4	40
			Malo	10		
		Aterramiento	Si	5	1	10
			No	10		
TOTAL				10	100	
TRANSFORMADORES	cumple la función de disminuir el voltaje de 13.800 voltios a 120v, 240v 360v	Potencia	25 KVA	1	8	80
			50 KVA	5		
			100 KVA	10		
		Estado de transformador	Bueno	1	1	10
			Regular	5		
			Malo	10		
		Protección	Con protección	1	1	10
Sin protección	10					
TOTAL				10	100	
SECCIONADORES	Dispositivo mecánico capaz de mantener aislada una red de alimentación	Tipo de seccionador	A transformador	1	4	40
			A red	10		
		Estado de seccionador	Bueno	1	6	60
			Regular	5		
			Malo	10		
TOTAL				10	100	
CONDUCTOR MEDIA TENSIÓN	Es aquel material que ofrece poca resistencia al paso de la corriente eléctrica	Tipo de conductor	ASCR # 1/0	1	5	50
			ASCR # 2	5		
			Cobre cableado # 2	10		
		Estado del conductor	Bueno	1	5	50
			Regular	5		
			Malo	10		
TOTAL				10	100	

Fuente: Metodología SNGR-PNUD (2012), adaptado por Llumitasig L., UEB, 2013

Tabla 9. Variables, Indicadores Y Pesos De Ponderación Para La Vulnerabilidad De La Red Vial en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

COMPO NENTE	VARIABLE	INDICADORES	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND	VALOR MÁXIMO
RED VIAL	Estado revestimiento	Bueno	1	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	3	30
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	5	50
		Versión anterior al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
	TOTAL			10	100

Fuente: Metodología para el Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal, PNUD, SNGR, 2012.

Tabla 10. Variables, Indicadores y Pesos de Ponderación para la Vulnerabilidad de Puentes en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADORES	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND.	VALOR MÁXIMO
PUENTES	Estado revestimiento	Bueno	1	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0-25	1	3	30
		25-50	5		
		>50	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	10
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	Hormigón	1	2	20
		Piedra	5		
		Mixto (piedra y cemento)	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	2	20
		Versión anterior al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
TOTAL			10	100	

Fuente: Metodología para el Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal, PNUD, SNGR, 2012.

El análisis de vulnerabilidad física de elementos esenciales se determina aplicando el valor correspondiente al nivel de vulnerabilidad a través de la aplicación de la técnica que es la matriz en la cual se considera las variables e indicadores presentadas en las **Tablas 6,7,8,9 y 10** el cual se obtuvo el resultado ver en las **Tabla 41,42,43,44,45,46,47,48 y 49**.

3.2.1.3 Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad de Elementos Esenciales de acuerdo a la funcionalidad en criterios de importancia de comunicaciones, conectividad, movilidad, servicio educativo, servicio de salud, servicios básicos, organismos de respuesta, sector comercial, financiero, edificaciones públicas, centro de concentración masiva y otros)

Para establecer el nivel de Vulnerabilidad de acuerdo al criterio de importancia de Elementos Esenciales por Amenaza de Inundación, se ha considerado el nivel de vulnerabilidad bajo, medio y alto los mismos que resultaran de los valores de cada una de las variables expuestas, para establecer el grado de vulnerabilidad, en base a la metodología de calificación de los criterios de importancia (cobertura, especificidad, concentración y dependencia) para los elementos esenciales, que fueron valorados en alto (3 puntos), medio (2 puntos) y bajo (1 punto), la sumatoria de los cuatro factores, permite ubicar en los rangos establecidos en base los valores máximos y mínimos (0-1,0 bajo, 1,1-2,0 medio, 2,1-3,0 alto), y de esta manera determinar el nivel de vulnerabilidad del elemento esencial.

Tabla 11. Valores para Criterios de Importancia

Valores para criterios de importancia (cobertura, especificidad, concentración, dependencia)	
Nivel de Importancia	Valor
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: SNGR-PNUD-UEB, 2013

Tabla 12. Rangos para el Nivel de Vulnerabilidad

Rangos para nivel de Vulnerabilidad	
Nivel de Importancia	Rango (Promedio)
Alto	2,1 - 3,0
Medio	1,1 - 2,0
Bajo	0 - 1,0

Fuente: SNGR-PNUD-UEB, 2013

Tabla 13. Criterios de Importancia para Valoración de Elementos Esenciales

Cobertura: Se refiere a nivel de cobertura geográfica del elemento hacia la población y/o territorio	Valor	Especificidad: Se refiere si el elemento, brinda un servicio o función general o es de especialidad	Valor
Regional / Provincial	3	Varias funciones	3
Cantonal	2	Dos funciones	2
Local (urbano o rural)	1	Función única	1
Accesibilidad: Facilidad para acceso al servicio o elemento.	Valor	Dependencia: Si el elemento para su funcionalidad es autónomo o presenta dependencia externa.	Valor
Fácil acceso	3	Ejerce dependencia	3
Limitado acceso	2	Ejerce poca dependencia	2
Difícil acceso	1	No ejerce dependencia	1

Fuente: SNGR-PNUD-UEB, 2013

Tabla 14. Clasificación de Elementos Esenciales por Áreas y/o Servicios de funcionalidad

Comunicaciones, Conectividad y Movilidad	Servicio Educativo
Elementos: Antenas de telecomunicación, vías (Estatal – panamericana, caminos vecinales, rurales y unidades de transporte, puentes.	Elementos: Establecimiento de educación básica y bachillerato.
Servicio de salud	Servicios básicos
Elementos: Subcentro de Salud Balsapamba, Seguro de Salud Campesino Huilloloma.	Elementos: Sistema de agua potable, alcantarillado, electricidad, conectividad vial.
Organismos de respuesta	Sector comercial y financiero
Elementos: Policía Nacional.	Elementos: Mercado, Cooperativas de Ahorro y Crédito
Edificaciones públicas	Centros de concentración masiva
Elementos: edificaciones de Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Balsapamba, SENAGUA, CNEL., MAGAP etc...	Elementos: Parques, coliseo, iglesia, casa del adulto mayor, casas parroquiales, centro de capacitación, complejos turísticos.
Otros: Gasolineras, cementerio.	

Fuente: SNGR-PNUD-UEB, 2013.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

El análisis de vulnerabilidad funcional de elementos esenciales se determina aplicando el valor correspondiente al nivel de vulnerabilidad a través de la aplicación de la técnica que es la matriz en la cual se considera las variables e indicadores presentada en la **Tabla 14** el cual se obtuvo el resultado ver en la **Tabla 40**.

3.2.1.4 Metodología para la estimación de la Amenaza a Inundaciones en la Zona de Influencia del Río Cristal en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba a través del Software Hec-GeoRas.

Para evaluar la amenaza de inundación en la zona de influencia del Rio Cristal, hace referencia diversos análisis (IGM-E, 2008), en la cual se procederá a realizar lo siguiente:

- Análisis geomorfológicos y geológicos.
- Análisis de Datos Históricos.
- Análisis hidrológico e hidráulico.
- Software ARCGIS, HEC-GeoRAS, HEC-RAS.

Metodología Hec-GeoRAS 10.2: El propósito del presente estudio hidrológico se plantea con el fin de estimar el caudal lo que resultara de asociar el periodo de retorno o frecuencia con el que se presenta la amenaza de inundación en el área de estudio.

HEC-GeoRAS es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades para procesar datos geospaciales, esta aplicación se utilizara debido a que permite la creación de un archivo que sirve para importar a HEC-RAS, que básicamente trata de datos de geometría del terreno incluyendo cauce del rio, secciones transversales, etc... eventualmente los resultados obtenidos de calados y velocidades se transfieren desde HEC-RAS a ArcGis y pueden ser procesados para obtener mapas de inundación y riesgo.

Los elementos de los datos de entrada, tales como las series temporales, tablas y datos por celdas son requeridos como parámetros o condiciones de contorno tanto en el modelo de la cuenca como las características meteorológicas, el modelo de la cuenca se desarrolla conectando e incluyendo elementos hidrológicos, los mismos que usan modelos matemáticos para describir los procesos físico naturales que se producen en la cuenca.

Los datos ingresados para el procesamiento de análisis y la generación de resultados por el software HEC RAS son:

- La superficie digital del área de estudio, en este caso la superficie donde está ubicado el Rio Cristal.
- Los caudales máximos instantáneos calculados a partir de las curvas de intensidad, duración y frecuencia de la estación meteorológica San Pablo.
- Los coeficientes de rugosidad de Manning, que varían entre 0,030 y 0,050.

Caracterización de la microcuenca del Rio Cristal para la aplicación del método hidrológico.

La cuenca del Rio Cristal que atraviesa la parroquia Balsapamba en la zona oeste de la misma con una superficie de 12. Km, que representa el 22,32% de la microcuenca y mantiene como tributarios o afluentes importantes: Rio Angas, Quebrada las Juntas, El Salto, Rio el Vergel, entre otras vertientes menores.

Para el estudio de la amenaza de inundación en la zona de influencia del Rio Cristal en la parroquia Balsapamba, se trabajará con el método hidrológico e hidráulico que persigue la estimación de los caudales generados en una cuenca, el cálculo de calados, velocidad con que se presenta en un tramo fluvial depende de las características de la microcuenca representada por: geología, usos de suelo, geomorfología, precipitación. Incurren en la generación de caudales, en la época lluviosa las precipitaciones extremas, pueden generar crecidas torrenciales que pueden afectar a los habitantes.

Datos Generales de la Microcuenca Rio Cristal

La Microcuenca Rio Cristal (5204035), forma parte de la Subcuenca del Rio Babahoyo (5204) la misma que pertenecen en la Cuenca Rio Guayas (52), donde el Rio Cristal cause principal posee un área de 209 km², longitud de 12 km aproximadamente, donde su altura máxima es 2683 msnm y la altura mínima es 381 msnm, con una pendiente media de 0,1819, esta área de estudio se encuentra enmarcada dentro de la zona 30 de acuerdo a la zonificación de intensidades.

Distribución del territorio en la microcuenca

El conocimiento de la cobertura y uso del suelo constituye uno de los aspectos más importantes dentro del análisis físico de la microcuenca por ser indispensable no sólo en la caracterización y especialización de las unidades de paisaje, además de su influencia en la formación y evolución de los suelos.

Tabla 15. *Uso de Suelos de la Parroquia Balsapamba*

Uso de Suelos y Actividades Productivas				
No	Aptitud	Descripción	Área (Ha)	%
1	Bosque	Forestación, reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal natural, limitaciones importantes	10116.4	85.18
2	Cultivos	Agricultura con limitaciones importantes, (textura) mecanización especializada y riego difícil	65.4	0.55
3	Cultivos	Agricultura con limitaciones muy importantes, (pendiente) mecanización especializada y riego difícil a imposible	231.1	1.95
4	Cultivos	Agricultura con limitaciones importantes, (pendiente) medidas de protección, explotación aconsejada	1320.4	11.12
5	Pastos	Zonas marginales para la agricultura, mejoramiento de pastos naturales existentes, limitaciones importantes	143,8	1.21
TOTAL			11877.1	100.00

Fuente: PDOT-Balsapamba, 2015-2020

Caracterización de Tipos de Suelo

Etnisol: Estas áreas son de alta saturación de agua y por lo general mantienen un 30% de pedregocidad, normalmente expuesto a procesos erosivos, además contienen en su estructura de arcilla y arena. Al ser suelos recientemente creados, son superficiales aunque pueden ser aptos para la agricultura (bosques y pastos). Estos suelos han sido reconstituidos para las actividades productivas, en general es un suelo bueno si es que viene acompañado de actividades de conservación y mantenimiento. (PDOT, 2015 - 2020)

Geomorfología y Geología

El área se encuentra depósitos fosilizados en su mayoría por proyecciones volcánicas eólicas de espesor variable y originado por episodios volcánicos sucesivos en los volcanes del norte de la sierra. Compuestos originalmente por lapillis y cenizas, estos depósitos totalmente meteorizados y los suelos limosos derivados, constituyen a que la zona agrícola sea bastante fértil.

La geomorfología del área de estudio está dada por terrazas indiferenciadas, relieve montañoso, en cuanto a la geología tenemos tres clases que están dadas por: corneanas indiferenciadas, rocas afectadas por la metamorfosis de contacto; lava indiferenciada, lava de almohadilla, brechas gruesas de la formación Macuchi de la edad del paleoceno; intrusivo ácido intermedio diferenciado, cuarzo diorita. (IGM, 2012)

Conforme al sistema de clasificación de tierras se la considera clase III, posee moderadas limitaciones en cuanto su uso, el cual radica en la baja pluviosidad en la época seca del año, durante ella cae el 10.2 % de la precipitación total anual, considerada de Mayo a Noviembre (Paucar, y otros, 2014)

En cuanto a las características físicas:

- Moderadamente profundo (entre 50 y 90 cm.).
- Textura, moderadamente finas que comprende las clases textuales:
- Franco arcillo arenoso (Fara)
- Franco arcilloso (Far)
- Franco arcillo limoso (Farl)

En cuanto a las condiciones químicas del suelo

- Fertilidad respecto a Nitrógeno y fósforo bajo
- La reacción del suelo (pH), de medianamente ácido a neutro (5.9 a 7.2)
- Tipo de suelo clase O, libre de sales o álcalis, prácticamente ningún cultivo es inhibido en su crecimiento.

Afloramientos rocosos no hay en la parte baja pero es frecuente en la parte alta, estas características han provocado que el suelo y subsuelo tengan cierto grado de inestabilidad y susceptibles de erosión laminar y deslizamientos permanentes.

En la parte alta el uso actual del suelo se caracteriza por poseer zonas de montaña, pastos para ganadería con muy poco mejoramiento genético, vegetación herbácea. A criterio del Ministerio del Ambiente no se cuenta con un plan de manejo ambiental (Ambiente, 2012).

Pendiente

El nivel de elevación o altura de un terreno de acuerdo a su prolongación, puede establecer limitaciones debido a las dificultades para el trazo de diseño, este componente determina las medidas de conservación y buenas prácticas para el manejo necesarias para la conservación del suelo además del recurso hídrico, estas prácticas de manejo a medida de que la pendiente aumenta requiere de mayores cuidados por lo que los costos de equipo de trabajo u otros incrementan en estas zonas, en la zona de estudio se determinó que la pendiente está dada por el valor de 0,1918, este factor determina las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y del agua. A medida que el terreno presenta más pendiente requiere de más manejo, incrementando los costos de mano de obra y equipo.

MÉTODO HIDROLÓGICO: CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS

Para la consideración del desarrollo del trabajo de investigación, se debe transformar la lluvia con el método racional conocido como método simple, se trata de una ecuación que permite calcular los caudales de avenida en cuencas pequeñas a partir de los datos de precipitación y de las condiciones de escurrimiento de la cuenca. Se denomina racional al ser una expresión coherente, frente a los modelos empíricos

La ecuación de este método para el cálculo de caudal instantáneo máximo está dado por:

$$Q_{\text{máx}} = \frac{(K)(C)(I)(A)}{3}$$

Dónde: **Q máx**: Caudal instantáneo máximo de descarga en metros cúbicos por segundo.

K: Coeficiente de ajuste

C: Coeficiente de escorrentía medio ponderado de la cuenca

I: Intensidad de la precipitación media máxima para una duración igual al tiempo de concentración, de la sección de cálculo (mm/h) en milímetros por hora.

A: Área total de la Cuenca en kilómetros cuadrados.

A. CÁLCULO DE INTENSIDAD MÁXIMA (I)

Las ecuaciones pluviométricas correspondientes a la estación de Meteorológica San Pablo de Atenas (M131), perteneciente a la zona 30 de influencia a la Parroquia Balsapamba, sobre la base de información de máximas lluvias en 24 horas en el período 1964 – 1998 (INAHMI, 1999), son:

Para duraciones de la lluvia de 79 min < tc < 1440 min:

$$ITr=432.57*tc^{-0.8304} IdTr$$

Dónde: ITR= Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en (mm/h)

Tc= Duración de la lluvia, igual al tiempo de concentración (minutos)

Tr= Período de retorno (años)

IdTR= Valor de las intensidades máximas diarias (mm/h) para un período de retorno.

Intensidades máximas diarias (24 horas) por periodos de retorno para estación meteorológica San Pablo

Tabla 16. Cálculo de Intensidades Máximas Diarias – Método Racional

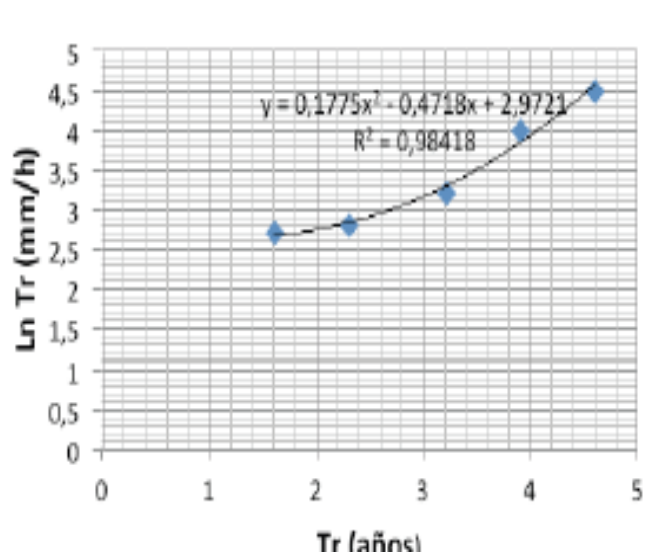
Zona	TR (años)	Ln Tr (Años)	Id TR (mm/h)
Estación Meteorológica San Pablo de Atenas	5	1,60943779	2,5
	10	2,30258509	3
	25	3,21887582	3,2
	50	3,91202300	4,0
	100	4,60517019	4,2
	500	6,21460809	6,9

Fuente: INAMHI (1999).

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

El presente estudio de titulación referente a la amenaza de inundación de la microcuenca del Rio Cristal de la Parroquia Balsapamba, se ha considerado analizar los tiempos de retorno comprendidos entre los 50, 100, 500 años proyectándose el comportamiento probable de la microcuenca de acuerdo a la información disponible en el INAMHI para proyecciones hasta los 100 años de periodo de retorno, por lo que para el cálculo de las intensidad máxima diaria para los próximos 500 años se aplicó el cálculo del logaritmo natural (Ln) de los datos existes de 5, 10, 25, 50, 100 años, utilizando los tiempos de retorno y valores de intensidades diarias de los mismos.

Ilustración 1. Cálculo de Intensidad de lluvias $IdTr$ 500



El cálculo del valor de las intensidades máximas diarias para el tiempo de retorno de 500 años se basa en la fórmula desplegada en el gráfico, en la siguiente ecuación:

$$IdTR = 0,1775 * (TR)^2 - 0,4718 * (TR)$$

$$IdTR500 = 0,1775 * (500)^2 - 0,4718 * (500) \Rightarrow IdTR500 = 6,90 \text{ mm/h}$$

Tabla 17. Intensidades Máximas Diarias (24 Horas) por Periodos de Retorno para la Estación San Pablo

ZONA	ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAN PABLO		
TR(años)	50	100	500
IdTR(mm/h)	4,0	4,2	6,9

Fuente: INAMHI(1999).

Elaborado por: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

Determinación del Tiempo de Concentración - Fórmula Empírica de Kirpich.

Se ha escogido el modelo de Kirpich frente a otras fórmulas empíricas, por ser la que más se ajusta a las características del terreno, en función de sus características topográficas, geológicas, geomorfológicas ya desarrolladas anteriormente como datos de partida:

$$TC = 0,02 * L^{0,77} * S^{-0,385} = (\text{minutos})$$

Dónde: TC: Tiempo de Concentración.

L: Longitud máxima del canal o río desde aguas arriba hasta la salida, (en metros).

S: Pendiente del cauce o H/L (m/m), es la diferencia de elevación entre el punto más elevado y el punto de interés (Environmental Modeling System).

Siendo:

$$TC = 0,02 * L^{0,77} * S^{-0,385} = (\text{minutos})$$

$$S = \frac{H. \text{ max.} - H. \text{ min.}}{L}$$

$$S = \frac{2683 - 381}{12000} = 0,1918 \text{ m/m}$$

$$TC = 0,02 * 12000^{0,77} * 0,1918^{-0,385} = (\text{HORAS})$$

$$Tc = 52.252 \text{ minutos} \Rightarrow 0.87 \text{ hrs}$$

Determinación de intensidad de precipitaciones I_{TR}

Ahora calcularemos la intensidad de precipitación (**I**) a través de la fórmula:

$$I_{TR} = 432.57 * t_c^{-0.8304} * I_d$$

Tabla 18. Cálculo de Intensidad de precipitación (ITR) con tiempos de retorno

TR	T _c	I _d TR (mm/h)	I _{TR} (mm/h)
TR 50 AÑOS	52.252	4	64,7744
TR 100 AÑOS		4,2	68.0132
TR 500 AÑOS		6,9	111,7359

Fuente: IV Seminario Internacional de Actualización en Administración de Desastres y Gestión de Riesgo

Elaborado por: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

B. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

(C)

Dada la presencia de diferentes usos de tierra en la microcuenca es necesario establecer el Coeficiente de Escorrentía Ponderado en función de las áreas, este elemento representa una sección de la escorrentía que escurre de forma directa y pondera su valor entre cero y uno, la misma que varía debido a las condiciones de humedad iniciales de la microcuenca, el mismo que depende de varios factores como: tipo de pluviosidad, (Metodo de los coeficientes de escorrentia), ponderación determinada $0 \leq C \leq 1$.

a. Grupos de Suelos

Los grupos de suelos también se conocen como abstracciones iniciales, es un dato que aparece tabulado en función del uso de la superficie (A, B, C o D, de más arenoso y permeable a más arcilloso e impermeable). Finalmente hay que modificarlos si los días anteriores han sido muy secos o muy húmedos.

Características de los Usos o Grupos de Suelos

Grupo C: La profundidad de suelo es inferior y su textura es franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa, limosa o arcillo-arenosa. Son suelos imperfectamente drenados, cuando están muy húmedos la infiltración es lenta.

En base a la identificación de factores, el análisis del estudio de la microcuenca del Rio Cristal corresponde al tipo de suelo que se ha tipificado dentro del grupo de suelo C ya que la tipología se caracteriza por la presencia de suelos poco manejados y sus condiciones de uso de suelos.

Tabla 19. Clasificación de Grupos de Suelo para Cálculo de Precipitación para Coeficiente de Escorrentía

ID			GRUPO DE SUELO				ID	
			A	B	C	D		
1	Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación		72	81	88	91	1
2		sin tratamiento de conservación		62	71	78	81	2
3	Pastizales	Condición pobre		68	79	86	89	3
4		Condición buena		39	61	74	80	4
5	Praderas			30	58	71	78	5
6	Bosques	Cubierta pobre		45	66	77	83	6
7		Cubierta buena		25	55	70	77	7
8	Espacios abiertos: con césped, parques, cementerios, etc.	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área.		39	61	74	80	8
9		Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área		49	69	79	84	9
10	Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)			89	92	94	95	10
11	Zonas industriales (75% impermeable)			81	88	91	93	11
	Zonas residenciales	Tamaño medio de parcela	% medio imp					
12		500	65	77	85	90	92	12
13		1.000	38	61	75	83	87	13
14		1.350	30	57	72	81	86	14
15		2.000	25	54	70	80	85	15
16		4.000	20	51	68	79	84	16
17	Tejados, parkings, superficies impermeables en general			98	98	98	98	17
18	Calles y carreteras	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta		98	98	98	98	18
19		De grava		76	85	89	91	19
20		De tierra		72	82	87	89	20

Fuente: Material del Curso “Amenaza de inundación para la ciudad de Guaranda”, UPV –UEB, 2013.

b. Condiciones de Humedad

Las condiciones de humedad se determinaran bajo tres niveles los mismos que se relacionan con el tipo de suelo, así como las condiciones de humedad que se van a dar en el terreno como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 20. Condiciones De Humedad

Humedad Previa	Plantas en período latente	Plantas en período de crecimiento
I (seco)	menos de 13 mm	menos de 35 mm
II (normal)	de 13 a 32 mm	de 35 a 52 mm
III (húmedo)	Más de 32 mm	Más de 52 mm

Fuente: Material del Curso “Amenaza de inundación para la Ciudad de Guaranda”.

Elaborado por: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

Las condiciones de humedad establecidas en la microcuenca se determinó por las condiciones del Rio Cristal (SCS), se estipulo en el tipo III, esta se definió a través de los análisis de precipitación y meteorológicos, que es la definición más favorable la misma que se refiere a historiales de humedad.

c. Usos de suelo:

Bosque Cubierto (10,83 %); Tierras cultivadas (3,45%); Pastos cultivados (17,8%); Arbocultura (59,54); Cultivos de ciclo corto (8,29%); entre otras

d. Cálculo de Pérdidas de Precipitación

Conocido como el SCS analiza la relación entre Precipitación total y Precipitación efectiva para muchas cuencas y encontró curvas que son función de la superficie de las cuencas (“Mapa de Peligrosidad por Avenidas e Inundaciones, 2009) es decir que trata de proyectar el cálculo de los caudales perdidos por varios factores; evapotranspiración, infiltración, desvíos de tributarios, etc... Para estandarizarlas definió el número de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$, para superficies impermeables y superficies de agua les corresponde un CN igual a 100. Para las superficies naturales (permeables) el CN será menor que 100.

Se puede calcular S (retención potencial máxima) según la siguiente ecuación:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

A partir de la determinación de los usos del suelo de la Microcuenca del Rio Cristal y con ayuda de la tabla de los tipos de suelo, se determina el número de curva CN, según el método del SCS para abstracciones (pérdidas), para unas condiciones de humedad normales CN (III).

Calculo del Número de Curva (CN)

Para la obtención del número de curva de la microcuenca del Rio Cristal, se tomó la información de los de usos de suelos analizados y proyectados por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial e información clave proporcionada por el GAD-Cantonal de San Miguel de Bolívar para la misma, lo que fue definido por la siguiente matriz:

Tabla 21. *Calculo de CN a partir de Usos de Suelo del Área de Estudio.*

N° tipo Suelo	Uso del suelo (1)	% de Uso de Suelo (2)	% de Fracción Uso de Suelo (3)	ID (4)	CN Asumido (5)	CN(II) (3*5)
1	Bosque Cubierto	10,83	0,1083	2	78	8,4474
2	Tierras cultivadas	3,45	0,0345	1	88	3,036
3	Pastos cultivados	17,8	0,178	4	74	13,172
4	Arbocultura	59,54	0,5954	7	70	41,678
5	Calles	0,02	0,0002	19	89	0,0178
6	Cultivos de ciclo corto	8,29	0,0829	2	78	6,4662
7	Zonas residenciales	0,07	0,0007	12	90	0,063
Total		100	1			72,88

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Cálculo por las diferentes condiciones de humedad el CN se calculara como:

$$CN (I)= \frac{4.2 CN(II)}{10-0.058 CN(II)} \quad ; \quad CN (III)= \frac{23 CN(II)}{10+0.13 CN(II)}$$

En nuestro caso, conocidas las condiciones de antecedentes de humedad correspondientes al CN (III), aplicaremos la segunda ecuación:

$$CN (III)= \frac{23 (72.88)}{10+0.13 (72.88)} \quad \Rightarrow \quad CN (III)= 86.07$$

Por tanto la retención potencial máxima será:

$$S= \frac{25400}{CN} - 254 \quad \Rightarrow \quad S= \frac{25400}{86.09} - 254 \quad \Rightarrow \quad S= 41.11$$

Ahora se determinara el coeficiente de escorrentía C, precipitación total, escorrentía directa acumulada ya que se conoce la lluvia que quedara acumulada en el suelo por lo que se aplicara las siguientes fórmulas:

$$C= \frac{Pe}{P} \quad ; \quad P= I_r+tc \quad ; \quad Pe= \frac{(P-0,2*S)^2}{P+0,8*S}$$

Dónde: Pe= Escorrentía directa acumulada, precipitación acumulada (mm).

P= Precipitación total.

Para efectos de cálculo se representa los resultados obtenidos para la obtención del Coeficiente de Escorrentía:

Tabla 22. Cálculos para el Coeficiente de Escorrentía (C) y otros.

Tr	I _{Tr} (mm/h)	t _c (horas)	P (mm) (I _{Tr} *t _c)	S	Pe (P*C)	C (Pe/P)
50 años	64.7744	0.87	56.35	41.11	25.95	0.46
100 años	72.0132		62.65		31.01	0.49
500 años	111.7359		97.21		60.87	0.63

Fuente: Metodología Para El Análisis De Riesgos (Sismos, Deslizamientos e Inundaciones)

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

C. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE AJUSTE (K)

El coeficiente ajuste representa la tormenta de diseño que hace referencia a lluvias uniformes en tiempos y espacios de intensidad obtenida a partir de la curva IDF (intensidad, duración y frecuencia), definida por: $K = K_A + K_u$.

Donde K_A se manifiesta como el coeficiente de uniformidad temporal (adimensional) ≤ 1 , donde tenemos: $K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$ donde $K_A = 0,85$

K_u es el coeficiente de uniformidad temporal (adimensional) ≤ 1 , este tiene en cuenta el reparto no uniforme de la escorrentía dentro del intervalo de t_c (horas).

$$K_u = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14} \quad \text{Donde } K_u \text{ se define así } K_u = 1 + \frac{0.87^{1.25}}{0.87^{1.25} + 14} = 1.057$$

Por lo que $K = K_A + K_u$ se define así: $K = 0,85 * 1.057 \Rightarrow K = 0.898$

D. OBTENCIÓN DEL CAUDAL POR MÉTODO RACIONAL

Se calculara el caudal con la fórmula anteriormente expuesta: $Q = \frac{(K)(C)(I)(A)}{3}$

Tabla 23. Obtención del Caudal Q máx

Tr	K	C	I	A	Q máx
50 años	1.057	0.46	64.77	209	2193.98
100 años		0.49	72.01		2598.30
500 años		0.63	111.74		5183.81

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el presente proyecto de titulación se consideró datos proporcionados por el INEC 2010 a 1163 viviendas o infraestructura, ya que se aplicara una encuesta por familia de la vivienda habitada o con personas presentes y lo validamos a través del Presidente de la Junta Parroquial

Para la muestra de la población, el tamaño se estableció a través de la siguiente formula.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Dónde: n = el tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población 1163

σ = Desviación estándar de la población que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante 0,5

Z= Nivel de confianza del 95% (1,96)

e = margen de error equivalente al 6%

Reemplazando:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$
$$n = \frac{(1163)(0.25)^2(1.96)^2}{(1163-1)(0.06)^2 + (0.25)^2(1.96)^2}$$
$$n = \frac{279.2363}{(4.1832) + (0.2401)}$$
$$n = \frac{279.2363}{4.4233}$$
$$n = 63$$

En la formula expuesta tenemos como resultado 63 familias para la realización de la encuesta, teniendo un grado de confiabilidad de 95% ya que el valor utilizado en la fórmula es una constante y con un margen de error del 6% que es un nivel intermedio a ser utilizado, para poder obtener resultados más fiables.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se aplicó las siguientes técnicas de recolección de información:

Fuentes Primarias:

- Para el desarrollo de este estudio, se aplicaron encuestas a las familias afectadas que viven a las riberas del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.
- Entrevistas a personal del GAD Parroquial de Balsapamba, GAD Cantonal de San Miguel, personas afines al tema de investigación.
- Entrevistas a pobladores de localidades determinadas como vulnerables.
- Para el análisis de la amenaza de inundación, se realizó recorridos que nos permitió sistematizar los datos para el nivel de vulnerabilidad física y elementos esenciales de la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.
- Los resultados serán presentados de la siguiente formas tablas, gráficos, fotográficas del terreno, mapas de riesgo resultantes.
- Fichas de Observación Directa e Indirecta.

Fuentes Secundarias:

- Revisión bibliográfica
- INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
- SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua
- SNRG: Secretaria Nacional de Gestión del Riesgo
- PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
- IGM: Instituto Geofísico Militar (Imagen obtenida)

3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento para la redacción del trabajo de titulación se realizó a través del programa informático con el software Word.

El procesamiento para la tabulación y representación en cuadros y gráficos del análisis de la información de datos se realizó a través del programa informático con el software Excel.

Para la representación de los mapas temáticos y el análisis del mismo se realizó a través de los sistemas de información geográfica con el software ARCGIS 10.2.1.

El método HEC-RAS 4.1.0 se realiza con cálculo de cauda, levantamiento topográfico.

CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 RESULTADOS SEGÚN OBJETIVO 1

Establecer parámetros cualitativos que permitan determinar los niveles de vulnerabilidad en infraestructura y elementos esenciales de la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba.

Presentación de Resultados de las Encuestas

Aplicar encuestas para el análisis de vulnerabilidad de infraestructura (viviendas) y elementos esenciales (del sistema de agua potable, alcantarillado, sistema eléctrico, sistema vial, puentes; la vulnerabilidad en criterios de importancia en comunicaciones, conectividad, movilidad, servicio educativo, servicio de salud, servicios básicos, organismos de respuesta, sector comercial, financiero, edificaciones públicas, centro de concentración masiva y otros) expuestos en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar, ante la amenaza de inundación, período 2017, el instrumento de encuesta que utilizamos fue elaborada por el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo adaptada a nuestro trabajo investigativo; solo se utilizó preguntas referentes a la operación de variables y adecuando al ambiente de estudio.

Se analizó las preguntas que son más relevantes para el trabajo de titulación.

4.1.1 Evaluación de la vulnerabilidad física de infraestructura (vivienda)

1. ¿Cuál es el material predominante de la vivienda

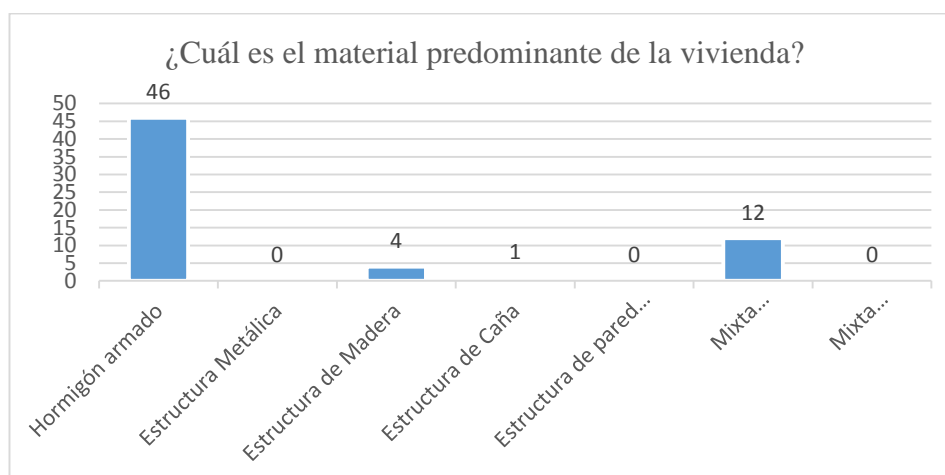
Tabla 24. Sistema Estructural

Variable	Valor	Porcentaje
Hormigón armado	46	73
Estructura Metálica	0	0
Estructura de Madera	4	6
Estructura de Caña	1	2
Estructura de pared portante	0	0
Mixta madera/hormigón	12	19
Mixta metálica/hormigón	0	0
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gaviláñez Gloria, 2017.

Ilustración 2. Sistema Estructural



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gaviláñez Gloria, 2017.

Análisis: La mayor parte del sistema estructural de las viviendas representa un 73% en hormigón armado por lo tanto el nivel es bajo en la amenaza de inundación, el 19% mixta madera/hormigón representa un nivel medio en la amenaza de inundación, el 6% estructura de madera y el 2% estructura de caña representa un nivel alto en la amenaza de inundación. Se recomienda construir viviendas de hormigón armado con materiales sismo resistente ya que representa un nivel de vulnerabilidad baja para la amenaza de inundación de esta manera disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

2. ¿Cuál es el tipo de material en paredes?

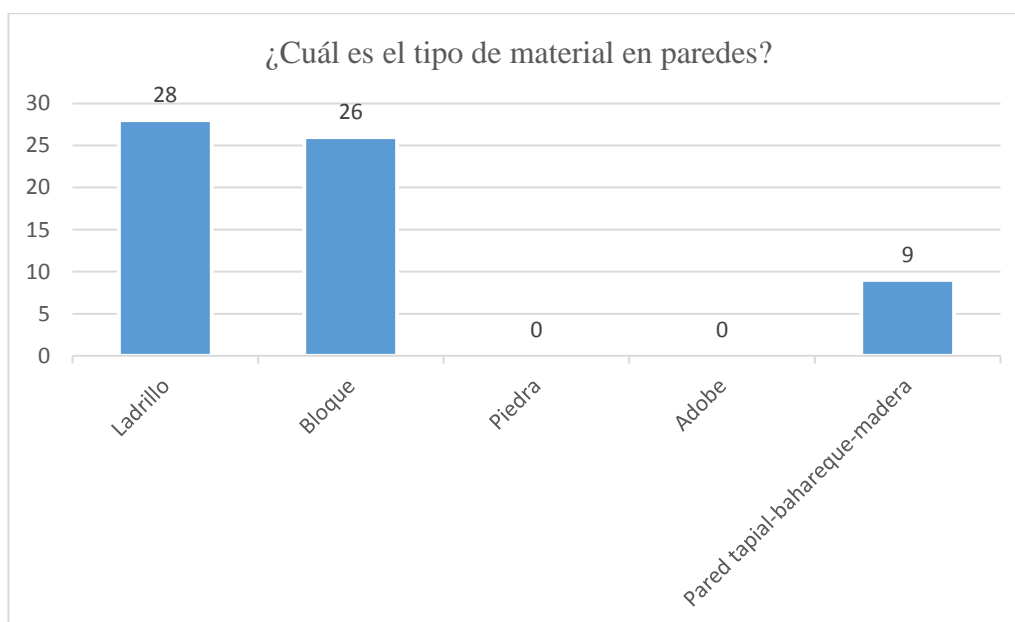
Tabla 25. Tipo de materiales en paredes

Variable	Valor	Porcentaje
Ladrillo	28	45
Bloque	26	41
Piedra	0	0
Adobe	0	0
Pared tapial-bahareque-madera	9	14
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 3. Tipo de materiales en paredes



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El tipo de material de las paredes de la vivienda representa el 45% en ladrillo por lo tanto el nivel es bajo en la amenaza de inundación, el 41% bloque y el 14% de madera representa un nivel medio en la amenaza de inundación. Se recomienda utilizar el ladrillo en el materiales de paredes de la vivienda ya que representa un nivel de vulnerabilidad baja para la amenaza de inundación de esta manera disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

3. El tipo de cubierta de la vivienda

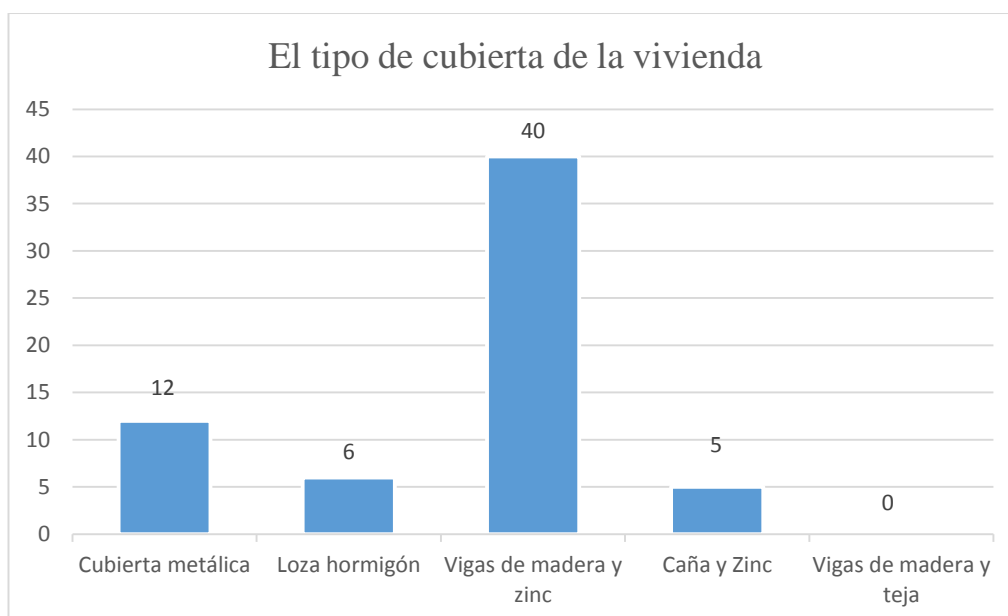
Tabla 26. Tipo de Cubierta

Variable	Valor	Porcentaje
Cubierta metálica	12	19
Loza hormigón	6	10
Vigas de madera y zinc	40	63
Caña y Zinc	5	8
Vigas de madera y teja	0	0
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 4. Tipo de Cubierta



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El tipo de cubierta de las viviendas representa un 63% vigas de madera y zinc por lo tanto el nivel es medio en la amenaza de inundación, el 19% cubierta metálica representa un nivel bajo en la amenaza de inundación, el 10% loza y hormigón no hay amenaza de inundación y el 8% caña y zinc representa un nivel alto en la amenaza de inundación. Se recomienda para construcción de viviendas en el tipo de cubierta que sea de loza y hormigón ya que no representa amenaza de inundación debido a la calidad de material resistente de esta manera disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

4. ¿Cuál es el número de pisos de la vivienda?

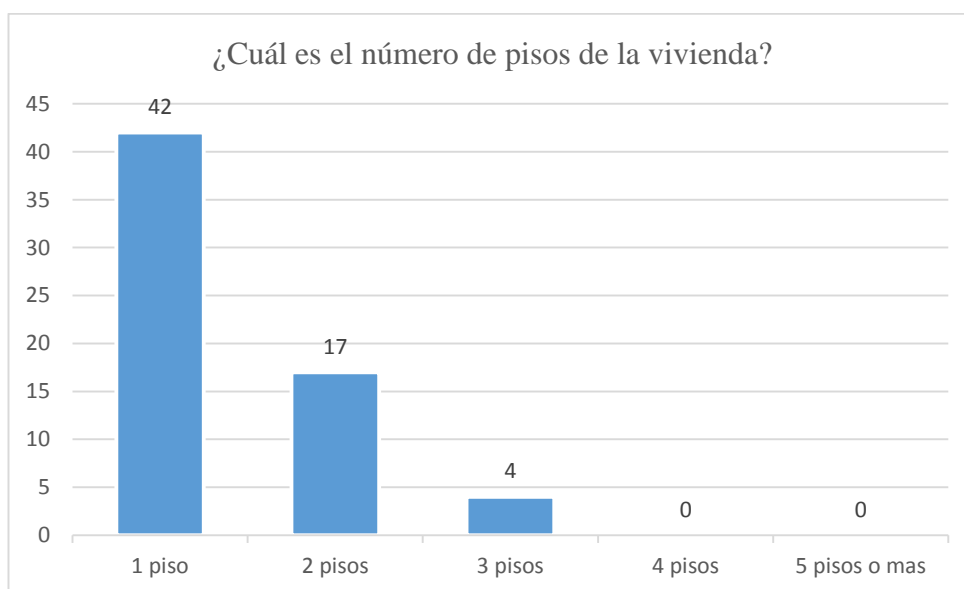
Tabla 27. Cantidad de Pisos

Variable	Valor	Porcentaje
1 piso	42	67
2 pisos	17	27
3 pisos	4	6
4 pisos	0	0
5 pisos o mas	0	0
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 5. Cantidad de Pisos



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El número de pisos de la vivienda representa un 67% con un piso por lo tanto el nivel es alto en la amenaza de inundación, el 27 % de dos pisos representa un nivel medio en la amenaza de inundación y el 6% de tres pisos representa un nivel bajo en la amenaza de inundación. Se recomienda para la amenaza de inundación que los pisos sean de tres en adelante ya que representa un nivel de vulnerabilidad baja de esta manera disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

5. Año de construcción de la vivienda

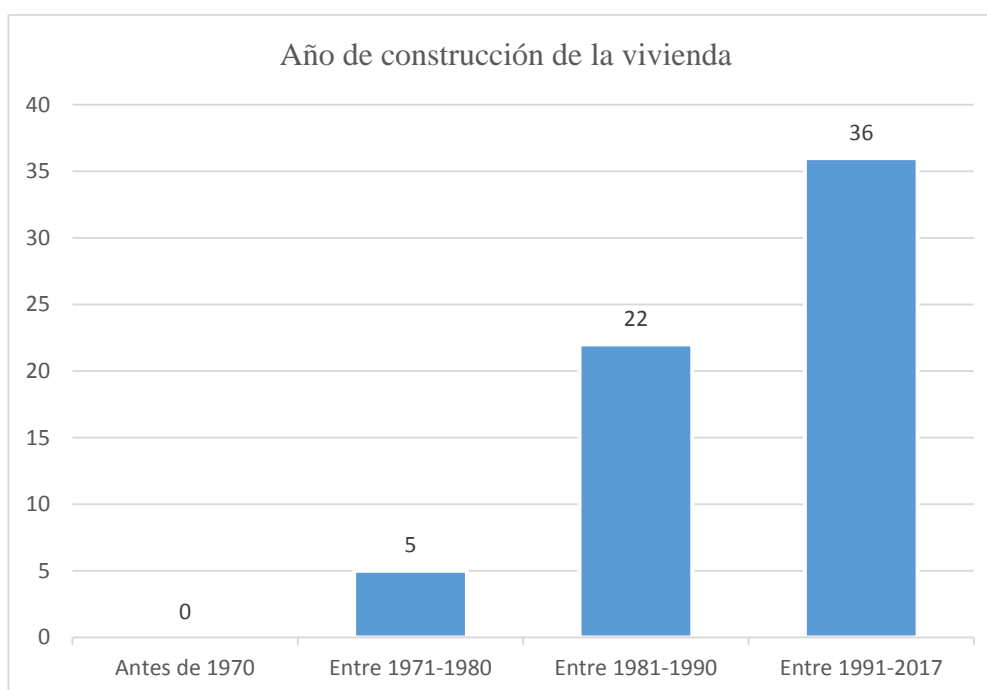
Tabla 28. Año de Construcción

Variable	Valor	Porcentaje
Antes de 1970	0	0
Entre 1971-1980	5	8
Entre 1981-1990	22	35
Entre 1991-2017	36	57
Total	63	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 6. Año de Construcción



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El año de construcción de la vivienda representa un 57% entre el año 1991 -2017 por lo tanto no hay amenaza de inundación, el 35% entre 1981-1990 representa un nivel bajo en la amenaza de inundación y el 8% entre 1971-1980. Mientras más reciente sea el año de construcción de la vivienda a partir del año 1991 -2017 no hay amenaza de inundación, ya si es más antigua no resistiría la amenaza de inundación y tendremos niveles de vulnerabilidad media y alta, de esta manera disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

6. Estado de conservación

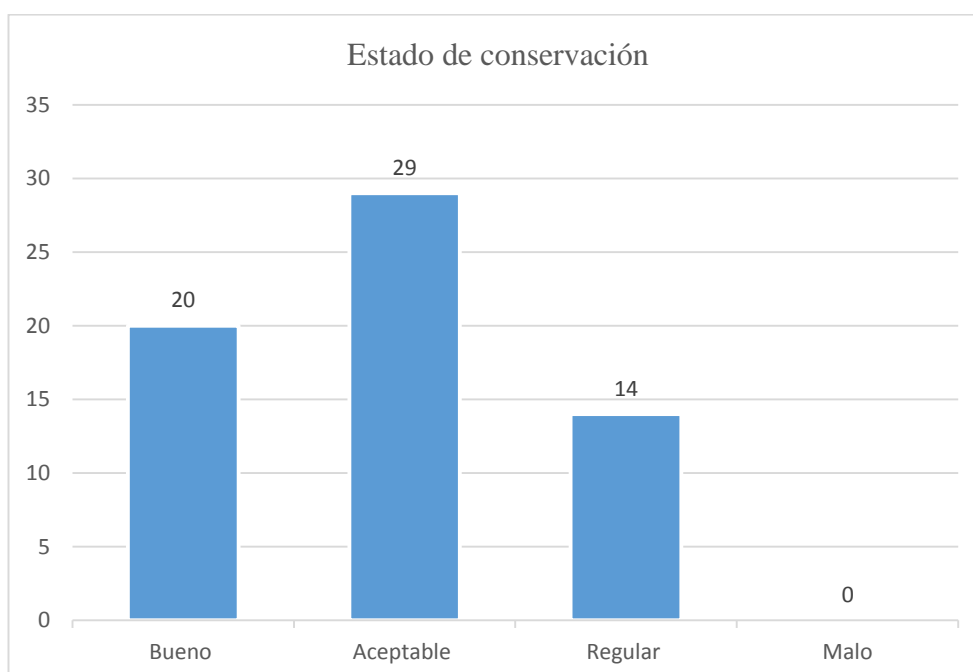
Tabla 29. Estado de Conservación

Variable	Valor	Porcentaje
Bueno	20	32
Aceptable	29	46
Regular	14	22
Malo	0	0
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 7. Estado de Conservación



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El estado de conservación de las viviendas representa el 46% son aceptables por lo tanto el nivel es bajo en la amenaza de inundación, el 32% buenos no hay amenaza de inundación y el 22% regular representa un nivel medio en la amenaza de inundación. El estado de conservación de las viviendas tiene que ser buenos ya que no representa una amenaza de inundación de esta manera disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

7. Características del suelo sobre el cual está construido la vivienda

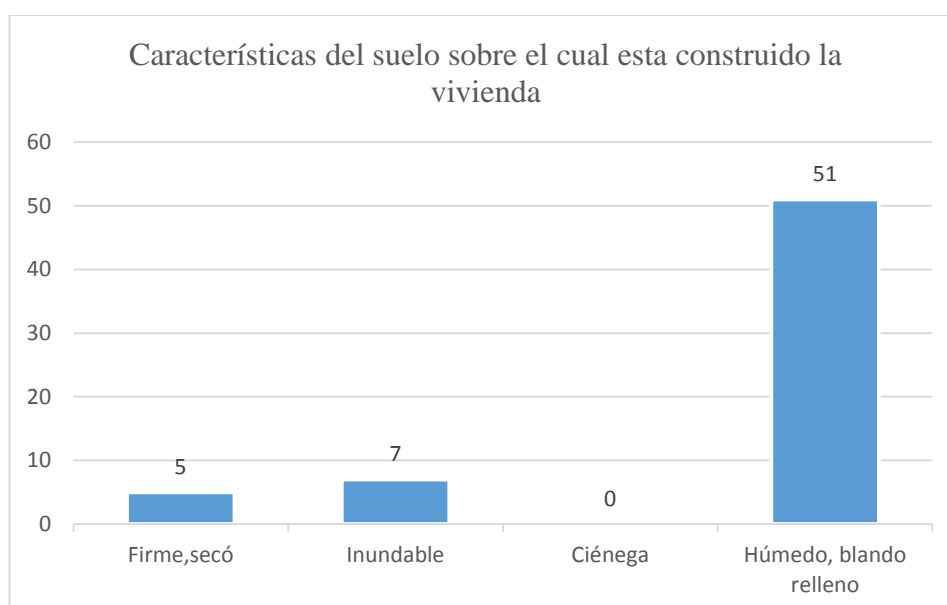
Tabla 30. Características del Suelo bajo la Edificación

Variable	Valor	Porcentaje
Firme, secó	5	8
Inundable	7	11
Ciénega	0	0
Húmedo, blando relleno	51	81
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 8. Características del Suelo bajo la Edificación



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: La característica del suelo sobre el cual está construido la vivienda representa un 81% húmedo por lo tanto el nivel es medio en la amenaza de inundación, el 7 % inundable representa un nivel alto en la amenaza de inundación y el 8% firme, seco no hay amenaza de inundación. El suelo sobre el cual está construido la vivienda es muy importante en todas las amenazas, si el suelo es firme o seco no representa amenaza de esta manera disminuiríamos los daños económicos, materiales y sociales, por eso es recomendable la construcción en un suelo firme y seco.

8. Topografía del sitio

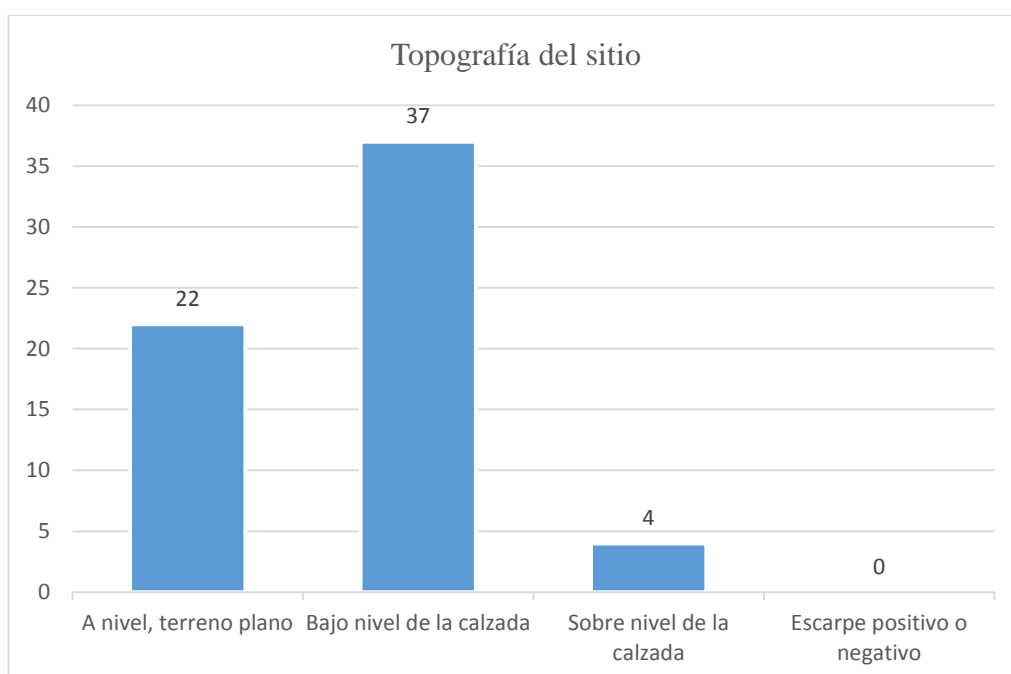
Tabla 31. Topografía del sitio

Variable	Valor	Porcentaje
A nivel, terreno plano	22	35
Bajo nivel de la calzada	37	59
Sobre nivel de la calzada	4	6
Escarpe positivo o negativo	0	0
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria

Ilustración 9. Topografía del sitio



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: La topografía del sitio sobre el cual está construido la vivienda representa un 59% bajo nivel de la calzada por lo tanto el nivel es alto en la amenaza de inundación, el 35% a nivel, terreno plano representa un nivel medio en la amenaza de inundación y el 6% sobre el nivel de la calzada no hay amenaza de inundación. En las zonas costeras se recomienda la construcción de las viviendas sobre el nivel de la calzada para que de esta manera el agua no entre a las viviendas y poder disminuir los daños económicos, materiales y sociales.

AMENAZA DE INUNDACIÓN

9. Qué tipo de amenaza afecta a su sector

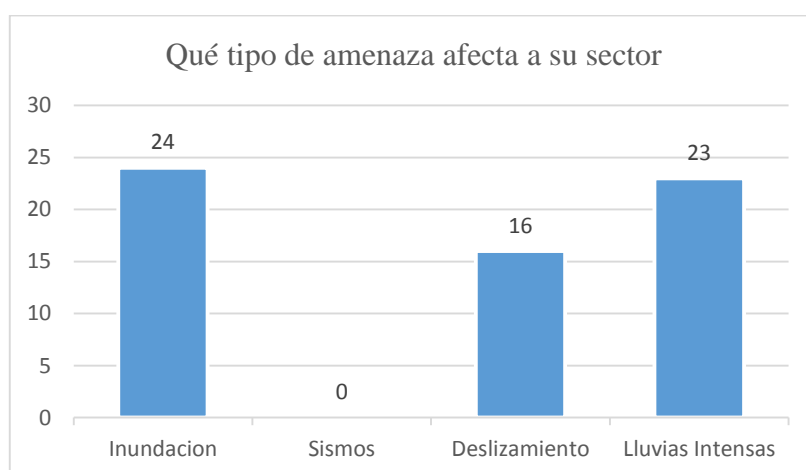
Tabla 32. Tipo de Amenaza

Variable	Valor	Porcentaje
Inundación	24	38
Sismos	0	0
Deslizamiento	16	25
Lluvias Intensas	23	37
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 10. Tipo de Amenaza



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El tipo de amenaza que afecta al sector representa el 38% a inundación debido a la presencia del Río Cristal ya que la infraestructura y los elementos esenciales está cerca al Río, el 37% lluvias intensas debida a la época lluviosa de cada año y el 25% deslizamientos por su topografía irregular y montañosa del sector. Las amenazas son latentes en el sector de estudio por eso es necesario realizar estudios técnicos teniendo en cuenta los elementos expuestos y las amenazas con el fin de prevenir y mitigar los daños económicos, materiales y sociales para salvaguardar la vida humana.

10. ¿Cree Ud. que el Rio Cristal representa un riesgo para su sector?

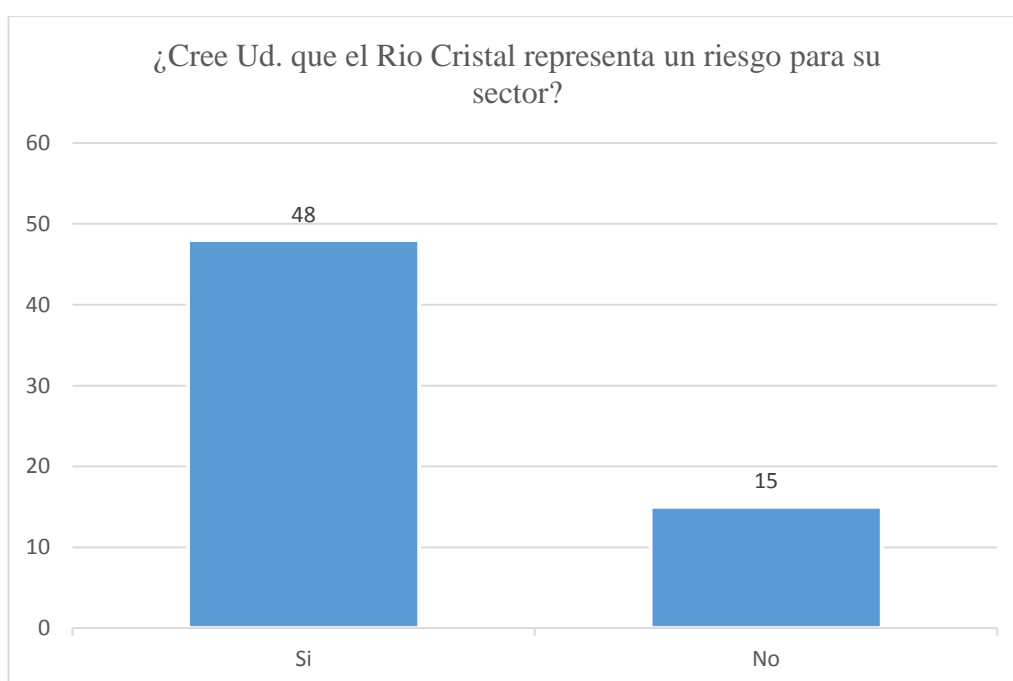
Tabla 33. El Rio Cristal representa un riesgo para su sector

Variable	Valor	Porcentaje
Si	48	76
No	15	24
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 11. El Rio Cristal representa un riesgo



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis El Rio Cristal representa el 76% de riesgo debido a la infraestructura que se encuentra cerca del mismo por la falta de planificación territorial y en épocas lluviosas aumenta su caudal afectando los puentes que comunican los demás sectores de la parroquia Balsapamba y el 24% mencionan que no representa ningún riesgo. La presencia del Rio Cristal es una amenaza constante por eso es necesario la construcción de muros de gaviones resistentes y puentes tomando en cuenta el aumento de caudal y los posibles efectos negativos presentes, de esta manera poder prevenir los daños económicos, materiales y sociales.

11. Se ha registrado daños materiales o estructurales

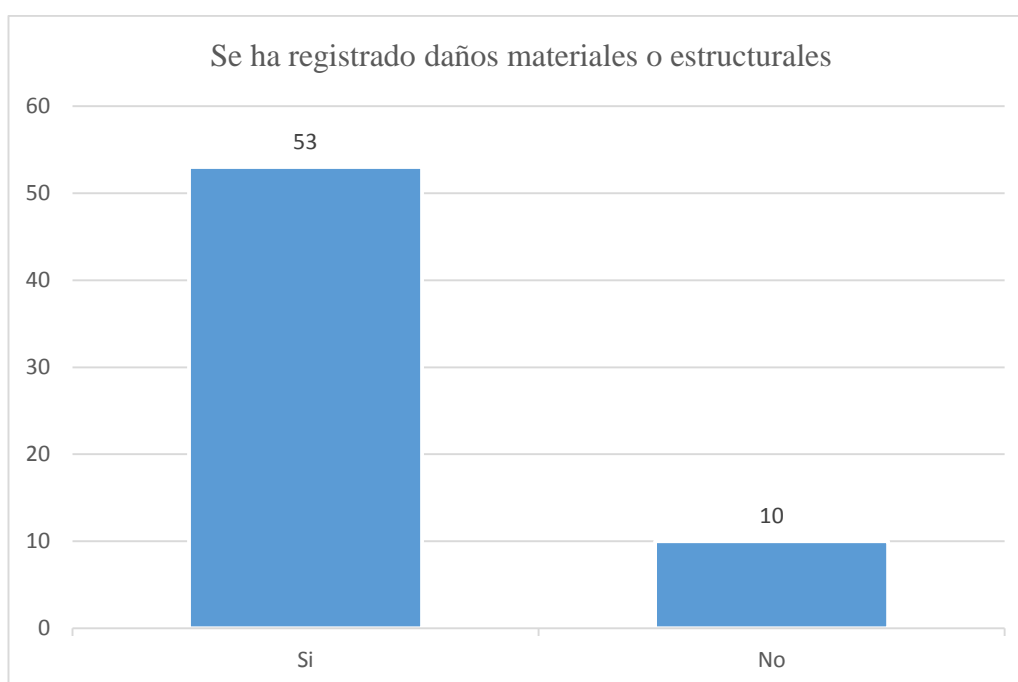
Tabla 34. Daños materiales o estructurales

Variable	Valor	Porcentaje
Si	53	84
No	10	16
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 12. Daños materiales o estructurales



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: El 84% registra daños materiales y estructurales especialmente en los puentes y en algunas viviendas del sector la Plancha y el 16% no registra ningún daño estructural. Los daños existentes en el área de estudio por el aumento de caudal en épocas lluviosas son las destrucciones de los muros de gaviones los puentes ya que no toman en cuenta el aumento de caudal del Río Cristal.

12. Considera que es importante trabajar en reducción de riesgos para la seguridad y el desarrollo local

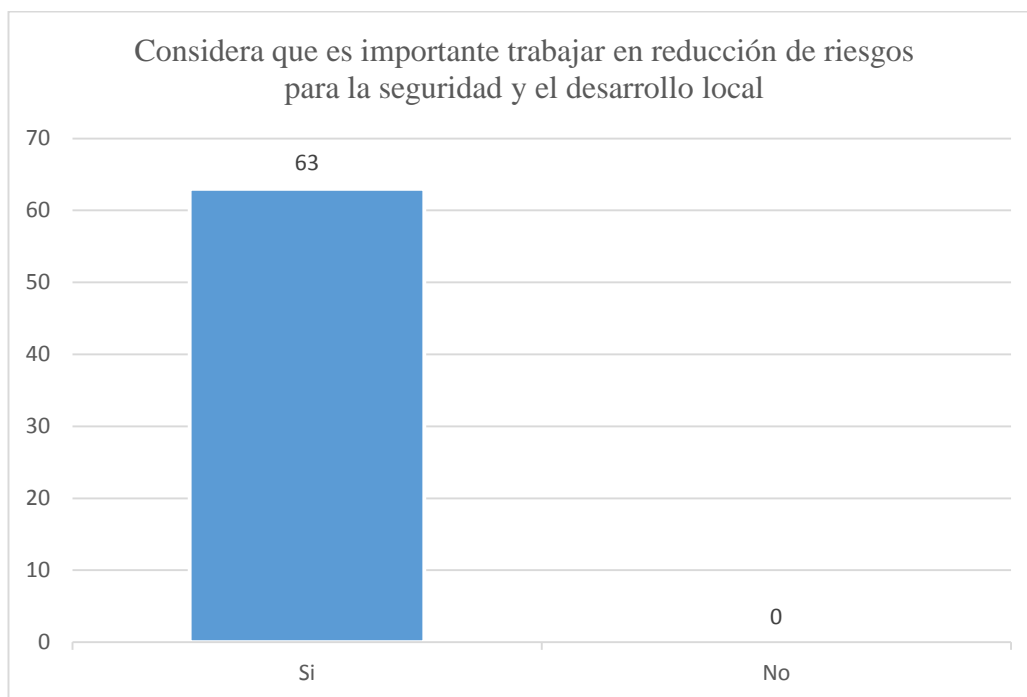
Tabla 35. Importante trabajar en reducción de riesgos

Variable	Valor	Porcentaje
Si	63	100
No	0	0
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 13. Importante trabajar en reducción de riesgos



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: Se evidencia la necesidad de trabajar en gestión de riesgos ya que el 100% menciona que es importante trabajar en la reducción de riesgos para la seguridad y desarrollo local de esta manera mitigar y prevenir riesgos futuros y salvaguardar la vida humana ya que un sector bien capacitado podrá tendrá una resiliencia ante los desastres.

13. ¿Considera que su vivienda es vulnerable ante posibles inundaciones?

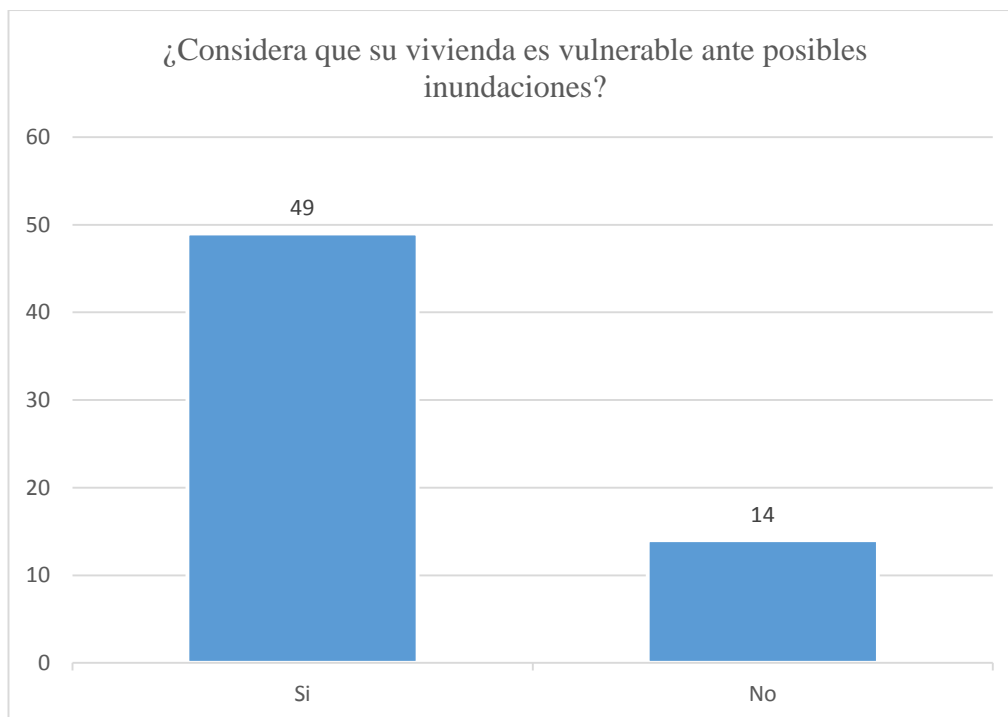
Tabla 36. Viviendas vulnerables ante posibles inundaciones

Variable	Valor	Porcentaje
Si	49	78
No	14	22
Total	63	100

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gaviláñez Gloria, 2017.

Ilustración 14. Viviendas vulnerables ante posibles inundaciones



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gaviláñez Gloria, 2017.

Análisis: El 78% considera que la vivienda es vulnerable ante posibles inundaciones especialmente en época lluviosa porque el caudal del Río Cristal aumenta y se desborda y el 22% considera que no es vulnerables ante inundaciones. En el sector el Cristal y la Plancha son vulnerables debido que se encuentra las viviendas en las riberas del Río Cristal.

4.1.2 Resultado de la Vulnerabilidad Física de Infraestructura (vivienda)

Tabla 37. Resultado de la Vulnerabilidad física de Infraestructura (vivienda) en la zona de influencia del Rio Cristal.

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN								VULNERABILIDAD FÍSICA	
OR DE N	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
1	Hormigón armado	Pared de bloque	Losa de hormigón	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	0	11	0	0	15	30	62	Medio
2	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Sobre nivel calzada	0.5	5.5	1.5	11	0	0	15	0	34	Medio
3	Mixta madera/hormigón	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	2.5	5.5	1.5	5.5	0	0	15	30	60	Medio
4	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0	0	15	30	59	Medio
5	Mixta madera/hormigón	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Sobre nivel calzada	2.5	1.1	1.5	11	0	0	15	0	31	Bajo
6	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	11	0	0.5	15	30	64	Medio
7	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	1.5	11	0	0.5	15	15	49	Medio
8	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	2 pisos	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	0.3	5.5	0.5	0.5	15	15	38	Medio
9	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1971 y 1980	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	1.5	11	2.5	0.5	15	15	47	Medio

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN							VULNERABILIDAD FÍSICA		
ORDEN	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
10	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	5.5	0	0	15	30	58	Medio
11	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	5.5	0	0	15	30	58	Medio
12	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	1.5	5.5	0	0	15	15	43	Medio
13	Estructura de Madera	Pared de tapial/bahareque/madera	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	5	5.5	1.5	11	0.5	0.5	15	30	69	Alto
14	Mixta madera/hormigón	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Inundable	Bajo nivel calzada	2.5	1.1	1.5	11	0	0	30	30	76	Alto
15	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	11	0.5	2.5	15	30	67	Medio
16	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	0.3	11	0	0.5	15	30	63	Medio
17	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	1 piso	Entre 1991 y 2010	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	0.3	11	0	2.5	15	30	60	Medio
18	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Firme, seco	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	0.3	5.5	0	0.5	0	30	38	Medio
19	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	0.3	5.5	0	0.5	15	30	57	Medio

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN							VULNERABILIDAD FÍSICA		
ORDE N	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
20	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	3 pisos	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	0.3	1.1	0	0.5	15	30	49	Medio
21	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Firme, seco	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	5.5	0	0.5	0	30	39	Medio
22	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0.5	2.5	15	30	62	Medio
23	Mixta madera/hormigón	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Inundable	Sobre nivel calzada	2.5	5.5	1.5	11	0	0.5	30	0	51	Medio
24	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	1.5	11	0.5	0	15	15	45	Medio
25	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	0.3	5.5	0	0	15	15	42	Medio
26	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	1.5	11	0.5	0.5	15	15	45	Medio
27	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	1.5	11	0	0	15	15	49	Medio
28	Hormigón armado	Pared de bloque	Losa de hormigón	3 pisos	Entre 1981 y 1990	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	0	1.1	0.5	0	15	15	38	Medio
29	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	0.3	11	0	0	15	15	43	Medio
30	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	3 pisos	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	0.3	1.1	0	0	15	30	48	Medio

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN							VULNERABILIDAD FÍSICA		
ORDE N	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
31	Estructura de caña	Pared de tapial/bahareque/madera	Caña y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	5	5.5	3	11	0	2.5	15	30	72	Alto
32	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	0.3	11	0	0	15	30	62	Medio
33	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Cubierta metálica	2 pisos	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Firme, seco	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	0.3	5.5	0.5	0.5	0	30	38	Medio
34	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Caña y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Bueno	Firme, seco	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	3	11	0.5	0	0	30	46	Medio
35	Mixta madera/hormigón	Pared de ladrillo	Caña y zinc	2 pisos	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Firme, seco	Bajo nivel calzada	2.5	1.1	3	5.5	0.5	0.5	0	30	43	Medio
36	Mixta madera/hormigón	Pared de tapial/bahareque/	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	2.5	5.5	1.5	11	0.5	0.5	15	15	52	Medio
37	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Losa de hormigón	3 pisos	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	0	1.1	0.5	0.5	15	15	38	Medio
38	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Losa de hormigón	1 piso	Entre 1981 y 1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	0	11	0.5	2.5	15	15	46	Medio
39	Mixta madera/hormigón	Pared de tapial/bahareque/madera	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1971 y 1980	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	2.5	5.5	1.5	11	2.5	2.5	15	15	56	Medio
40	Mixta madera/hormigón	Pared de tapial/bahareque/madera	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1971 y 1980	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	2.5	5.5	1.5	5.5	2.5	2.5	15	15	50	Medio

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN							VULNERABILIDAD FÍSICA		
ORDEN	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
41	Hormigón armado	Pared de bloque	Cubierta metálica	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	0.3	11	0	0	15	30	62	Medio
42	Mixta madera/hormigón	Pared de tapial/bahareque/madera	Caña y zinc	1 piso	Entre 1971 y 1980	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	2.5	5.5	3	11	2.5	2.5	15	30	72	Alto
43	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0.5	0	15	30	60	Medio
44	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Bueno	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	11	0	0	15	30	64	Medio
45	Mixta madera/hormigón	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1981 y 1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	2.5	1.1	1.5	5.5	0.5	2.5	15	30	59	Medio
46	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Inundable	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0	0.5	30	30	75	Alto
47	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Inundable	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0	0.5	30	30	75	Alto
48	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Inundable	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0	0.5	30	30	75	Alto
49	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Inundable	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0.5	0.5	30	30	75	Alto
50	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Inundable	Bajo nivel calzada	0.5	1.1	1.5	11	0	0.5	30	30	75	Alto

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN							VULNERABILIDAD FÍSICA		
ORDE N	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
51	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Losa de hormigón	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Inundable	Sobre nivel calzada	0.5	1.1	0	11	0	0.5	30	0	43	Medio
52	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	1.5	11	0	0.5	15	15	49	Medio
53	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	5.5	0	0.5	15	30	59	Medio
54	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	5.5	0.5	0.5	15	30	59	Medio
55	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	2 pisos	Entre 1991 y 2010	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	0.5	5.5	1.5	5.5	0	2.5	15	30	61	Medio
56	Mixta madera/hormigón	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	2.5	5.5	1.5	11	0.5	2.5	15	30	69	Alto
57	Estructura de Madera	Pared de tapial/bahareque/madera	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1971 y 1980	Regular	Húmedo, blando, relleno	Bajo nivel calzada	5	5.5	1.5	11	2.5	2.5	15	30	73	Alto
58	Estructura de Madera	Pared de tapial/bahareque/madera	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	5	5.5	1.5	11	0.5	2.5	15	15	56	Medio
59	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	1.5	11	0.5	0.5	15	15	50	Medio
60	Hormigón armado	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	5.5	1.5	11	0.5	0.5	15	15	50	Medio

DIMENSIÓN ESTRUCTURAL, CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA									VALORES DE INDICAR POR PESO DE PONDERACIÓN							VULNERABILIDAD FÍSICA			
ORDEN	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Sistema Estructural	Tipo de material en paredes	Tipo de Cubierta	Número de Pisos	Año de Construcción	Estado de conservación	Características del suelo bajo la edificación	Topografía del sitio	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad	
61	Hormigón armado	Pared de ladrillo	Losa de hormigón	2 piso	Entre 1981 y 1990	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	0.5	1.1	0	5.5	0.5	0.5	15	15	38	Medio	
62	Estructura de Madera	Pared de tapial/bahareque/madera	Caña y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Regular	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	5	5.5	3	11	0	2.5	15	15	57	Medio	
63	Mixta madera/hormigón	Pared de bloque	Vigas madera y zinc	1 piso	Entre 1991 y 2010	Aceptable	Húmedo, blando, relleno	A nivel, terreno plano	2.5	5.5	1.5	11	0	0.5	15	15	51	Medio	
Nivel de Vulnerabilidad				Puntaje															
Bajo				1 a 33 puntos															
Medio				34 a 66 puntos															
Alto				67 a 100 puntos															

Fuente: SNGR, PNUD 2012

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilanez Gloria, 2017.

Tabla 38. Niveles de Vulnerabilidad física de Infraestructura (viviendas) en la zona de influencia del Rio Cristal en la del Rio Cristal Parroquia Balsapamba

NIVEL DE VULNERABILIDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
BAJO	1	1,59	Se caracterizan por ser edificaciones resistentes a la amenaza de inundación ya que su sistema estructural es de hormigón armado, tipo de material de pared de ladrillo, año de construcción (1991-2010), estado de conservación bueno.
MEDIO	50	79,37	Se caracterizan por ser edificaciones que influye el nivel de vulnerabilidad en la amenaza de inundación ya que su sistema estructural es mixta madera hormigón, tipo de material de pared de bloque y madera, año de construcción (1981-1990), estado de conservación aceptable.
ALTO	12	19,05	Se caracterizan en su mayoría tiene un estado regular de conservación, su año de construcción (1971-1980), se encuentran en sitios inundable, bajo nivel de la calzada y son de un piso con el sector la Plancha.
TOTAL	63	100	

Fuente: SNGR-PNUD, Ing. Abelardo Paucar UEB, (2013), Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

4.1.3 Evaluación de la vulnerabilidad de los Elementos Esenciales

14. Se han registrado daños en elementos esenciales (funcionalidad)

Tabla 39. Daños en elementos esenciales

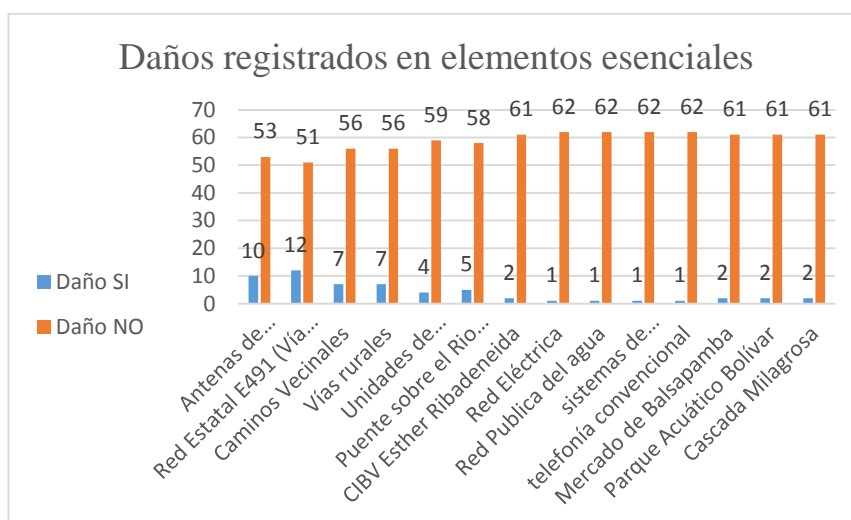
Elemento Esencial	Daño	
	SI	NO
COMUNICACIÓN Y CONECTIVIDAD		
Antenas de comunicación	10	53
Red Estatal E491 (Vía Panamericana)	12	51
Caminos Vecinales	7	56
Vías rurales	7	56
Unidades de transporte público (rural)	4	59
Puente sobre el Río Cristal	5	58
SERVICIO EDUCATIVO		
U.E. Panamá	0	63
U.E. Manuel Escorza	0	63
U.E. Ayacucho	0	63
U.E. 27 de Febrero	0	63
U.E. Ángel Eudoro	0	63
U.E. 8 de Noviembre	0	63
U.E. Carlos Chávez Guerrero	0	63
U.E. Carmen Sucre	0	63
U.E. Republica de Japón	0	63
U.E. Crnl Miguel Vargas	0	63
U.E. Manabí	0	63
CIBV Esther Ribadeneida	2	61
SERVICIOS DE SALUD		
Subcentro de Salud Balsapamba	0	63
Subcentro de Salud del Seguro Social Campesino Huilloloma	0	63
SERVICIOS BÁSICOS		
Red Eléctrica	1	62
Red Publica del agua	1	62
Sistema de alcantarillado	1	62
Telefonía convencional	1	62
Telefonía celular	0	63
ORGANISMOS DE RESPUESTA		
Policía Nacional (Unidad Policial Comunitaria)	0	63
SECTOR COMERCIAL FINANCIERO		
Mercado de Balsapamba	2	61
Cooperativa San Miguel	0	63
INSTITUCIONES PUBLICAS		
Asociación de Productores Agropecuarios y de Comercialización "BALSAPAMBA AGROPRODUCTIVA"	0	63
Junta Administrativa de Agua Potable (SENAGUA)	0	63
MAGAP Unidad de Asistencia Técnica	0	63
Infocentro Balsapamba	0	63
GAD-Parroquial	0	63
CENTRO DE CONCENTRACIÓN MASIVA		
Iglesia de Balsapamba	0	63
Iglesia Santa Marianita	0	63
Coliseo de Deportes Fabiola Aguirre Vásquez de García	0	63
Auditorio del Gobierno Parroquial de Balsapamba Bolívar Tapia Gaibor	0	63

Elemento Esencial	Daño	
	SI	NO
Parque Central	0	63
Casa comunal	0	63
Casa Parroquial Santa Marianita	0	63
Casa del Adulto Mayor	0	63
Centro de Capacitación, medio ambiente y reducción	0	63
Parque Acuático Josefina Barba	2	61
Complejo turístico la Chorrera	0	63
Cascada Milagrosa	2	61
Balneario Wonderland Tdoogan	0	63
Balneario K172	0	63
OTROS		
Cementerio	0	63
Gasolinera	0	63

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Ilustración 15. Daños registrados en elementos esenciales



Fuente: Encuesta

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: Los daños registrados en los elementos esenciales identificados tenemos las antenas de comunicación que representan 10 casos, vía panamericana (E491) 12 casos, los caminos vecinales 7 casos vías rurales 7 casos, unidades de transporte público 4 casos, puentes sobre el río cristal 5 casos, CIBV Esther Rivadeneira 2 casos, red eléctrica 1 caso, red pública de agua 1 caso, sistema de alcantarillado 1 caso, telefónica convencional 1 caso, mercado de Balsapamba 2 casos, parque acuático 2 casos en el año 2016-2017, cascada milagrosa 2 casos los años 2015-2017

4.1.4 Resultado de la vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales

Tabla 40. Resultado de la Calificación de Importancia de Elementos Esenciales para Funcionalidad en “Tiempo Normal” y en “Emergencia” en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba

Elemento Esencial	Criterio de Importancia						Nivel de importancia en "tiempo normal"	Valoración en "tiempo de emergencia"	Escala	Criterios de Importancia
	Cobertura	Especificidad	Concentración	Dependencia	Total	Promedio				
COMUNICACIÓN Y CONECTIVIDAD										
Antenas de comunicación	3	3	2	2	10	2,5	Alto	Alto	Cantonal	Permite la comunicación para el cantón y sus parroquias
Red Estatal E491 (Vía Panamericana)										
	3	3	2	3	11	2,8	Alto	Alto	Nacional y Regional	Principal eje de movilidad y conectividad que une las poblaciones de Guaranda, Chimbo, San Miguel, Bilován, Las Guardias, Balsapamba siga por la misma Vía hasta Montalvo y llegue a Babahoyo, Guayas.
Caminos Vecinales	1	2	1	2	6	1,5	Medio	Bajo	Local (rural)	Permite la movilidad en tiempo normal, y la evacuación en tiempo de emergencia.
Vías rurales	1	2	1	2	6	1,5	Medio	Alto	Local (rural)	
Unidades de transporte público (rural)	3	2	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Cantonal (rural)	
Puente del Río San Jorge	2	2	2	2	8	2,0	Medio	Alto	Cantonal	
Puente el Cristal	3	2	2	2	9	2,3	Medio	Alto	Provincial	
Puente Complejo Turístico el Cristal	1	1	1	1	4	1,0	Bajo	Alto	Local (rural)	
Puente Mi Yata	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Alto	Local (rural)	
Puente la Choza	3	2	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Provincial	
Puente la Cascada Milagrosa	3	2	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Provincial	
Puente la Chorrera	3	2	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Provincial	
Puente la Plancha	2	2	2	2	8	2,0	Medio	Alto	Cantonal	
Puente la Plancha Baja	1	1	1	1	4	1,0	Bajo	Alto	Local (rural)	
SERVICIO EDUCATIVO										
U.E. Panamá	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	En caso de emergencia, se pueden usar como centro de albergue temporal.
U.E. Manuel Escorza	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. Ayacucho	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. 27 de Febrero	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. Ángel Eudoro	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. 8 de Noviembre	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Alto	Local (rural)	
U.E. Carlos Chávez Guerrero	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	

Elemento Esencial	Criterio de Importancia						Nivel de importancia en "tiempo normal"	Valoración en "tiempo de emergencia"	Escala	Criterios de Importancia
	Cobertura	Especificidad	Concentración	Dependencia	Total	Promedio				
CIBV Esther Rivadeneira	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Alto	Local (rural)	En caso de emergencia, se pueden usar como centro de albergue temporal.
U.E. Carmen Sucre	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. Republica de Japón	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. Crnl Miguel Vargas	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
U.E. Manabí	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
SERVICIOS DE SALUD										
Subcentro de Salud Balsapamba	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Alto	Local (rural)	Brinda servicios de atención primaria de la salud, a un número importante de la población y de tiempo de emergencia se constituirá en el centro de primera respuesta.
Subcentro de Salud del Seguro Social Campesino Huilloloma	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	
SERVICIOS BÁSICOS										
Red Eléctrica	1	1	2	2	6	1,5	Medio	Alto	Local	Depende del sistema nacional interconectado, administrado por el CNEL y tiene amplia cobertura.
Red Publica del agua	2	2	3	2	9	2,3	Alto	Alto	Local (rural)	
Sistema de alcantarillado	2	3	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Local (rural)	Elemento del sistema de agua potable que brinda servicio a la Parroquia.
Telefonía convencional	2	3	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Local (rural)	
Telefonía celular	2	3	2	2	9	2,3	Alto	Alto	Cantonal	Es importante para la comunicación en tiempo normal y emergencia
ORGANISMOS DE RESPUESTA										
Policía Nacional (Unidad Policial Comunitaria)	3	1	2	2	8	2,0	Medio	Alto	Local (rural)	En "tiempo de emergencia", juega un rol importante en la evacuación y seguridad
SECTOR COMERCIAL FINANCIERO										
Mercado de Balsapamba	1	3	3	3	10	2,5	Alto	Alto	Local (rural)	Expendio de alimentos
Cooperativa San Miguel	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Bajo	Local (rural)	Dinamiza el sistema económico financiero en tiempo normal en la parroquia

Elemento Esencial	Criterio de Importancia						Nivel de importancia en "tiempo normal"	Valoración en "tiempo de emergencia"	Escala	Criterios de Importancia
	Cobertura	Especificidad	Concentración	Dependencia	Total	Promedio				
INSTITUCIONES PUBLICAS										
Asociación de Productores Agropecuarios y de Comercialización "BALSAPAMBA AGROPRODUCTIVA"	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Bajo	Local (rural)	Rol que cumple en la función de apoyo al sector agropecuario, tanto en tiempos normales y de emergencia
Junta Administrativa de Agua Potable (SENAGUA)	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Centro Local (rural)	Rol que cumple en la construcción, reparación, administración y mantenimiento del abastecimiento de Agua Potable
MAGAP Unidad de Asistencia Técnica	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	Rol que cumple en la función de apoyo al sector agropecuario, tanto en tiempos normales y de emergencia
Infocentro Balsapamba	1	2	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Local (rural)	Rol en la participación y desarrollo, que garantizan el acceso inclusivo a las Tecnologías de la Información y Comunicación
GAD-Parroquial Balsapamba	1	3	3	3	10	2,5	Alto	Alto	Local (rural)	Atiende con el requerimiento de las necesidades del territorio. Constituye el Presidente del COE en "tiempo de emergencia"
Corporación Nacional de Electricidad	1	1	2	2	6	1,5	Medio	Alto	Local (rural)	Encargada de generar y de abastecer de energía eléctrica a la Parroquia
CENTRO DE CONCENTRACION MASIVA										
Iglesia El Cristal	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Medio	Local (rural)	Elemento de identidad religiosa
Iglesia de Balsapamba	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Medio	Local (rural)	
Iglesia Santa Marianita	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Medio	Local (rural)	
Coliseo de Deportes Fabiola Aguirre Vásquez de García	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Alto	Local (rural)	En tiempo normal son centros de concentración masiva, y en tiempos de emergencia constituirían en sitios seguros
Auditorio del Gobierno Parroquial de Balsapamba Bolívar Tapia Gaibor	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Medio	Local (rural)	
Parque Central	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Medio	Local (rural)	
Casa comunal	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Alto	Local (rural)	En tiempo normal son centros de concentración masiva, y en tiempos de emergencia podría servir de albergue temporal
Casa Parroquial Santa Marianita	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Alto	Local (rural)	
Casa del Adulto Mayor	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Alto	Local (rural)	
Centro de Capacitación, medio ambiente y reducción	1	2	2	1	6	1,5	Medio	Medio	Local (rural)	

Elemento Esencial	Criterio de Importancia						Nivel de importancia en "tiempo normal"	Valoración en "tiempo de emergencia"	Escala	Criterios de Importancia	
	Cobertura	Especificidad	Concentración	Dependencia	Total	Promedio					
Parque Acuático Bolívar	2	1	3	2	8	2,0	Medio	Alto	Cantonal	En tiempo normal son centros de concentración masiva	
Complejo turístico la Chorrera	2	1	3	2	8	2,0	Medio	Alto	Cantonal		
Complejo Turístico Cascada Milagrosa	2	1	3	2	8	2,0	Medio	Alto	Cantonal		
Balneario Wonderland Tobogán	2	1	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Cantonal		
Balneario K172	2	1	2	2	7	1,8	Medio	Medio	Cantonal		
OTROS											
Cementerio	1	1	1	1	4	1,0	Bajo	Bajo	Local (rural)	Es un elemento cultural y religioso de la población	
Gasolinera	1	2	1	1	5	1,3	Medio	Medio	Local (rural)	Abastecimiento de Combustible	
Valores para criterios de importancia (accesibilidad, especificidad, concentración, dependencia)			Rangos para nivel de importancia								
Nivel importancia	Valor		Nivel importancia	Rango (Promedio)							
Alto	3		Alto	2,1 - 3,0							
Medio	2		Medio	1,1 - 2,0							
Bajo	1		Bajo	0-1,0							

Fuente: Taller expertos de GAD San Miguel y UEB, 2012.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: Para la funcionalidad de la Parroquia Balsapamba en “tiempo normal”, los elementos esenciales de alta importancia y que requieren ser protegidas son: Antenas de comunicación, vía Panamericana, puente sobre el Rio Cristal, Unidades de transporte público (rural), sistema eléctrico, sistema del agua y alcantarillado, telefonía celular, mercado de Balsapamba, GAD parroquial, por su rol en atender con el requerimiento de las necesidades del territorio, constituye una potencialidad para el desarrollo productivo, movilidad, conectividad y comercio. En “tiempo de emergencia” los elementos esenciales: Antenas de comunicación, vía Panamericana eje de movilidad y conectividad, puente, Unidades de transporte público (rural) permite la evacuación en tiempo de emergencia, sistema eléctrico, sistema del agua y alcantarillado, telefonía celular, policía nacional UPC juega un rol importante en la evacuación y seguridad, mercado de Balsapamba para el expendio de alimentos, GAD parroquial. Los elementos esenciales son de vital importancia, permite el funcionamiento del sector en estudio una vez analizados cada uno se procede aplicar medidas de protección y garantizar el funcionamiento de la estructura urbana en caso de una emergencia o desastres.

4.1.5 Resultado de la vulnerabilidad física de los elementos esenciales

Tabla 41. Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND.	TOTAL
CAPTACIÓN	Estado actual	Regular	5	1,5	7,5
	Antigüedad	25 a 50	5	2	10
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	Hormigón	1	3	3
	Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS	5	2,5	12,5
	TOTAL			MEDIO	
CONDUCCIÓN	Estado actual	Regular	5	1	5
	Antigüedad	25 a 50	5	2	10
	Mantenimiento	Planificado	1	2	2
	Material de construcción	Hormigón	1	2,5	2,5
	Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS	5	2,5	12,5
	TOTAL			MEDIO	
TRATAMIENTO	Estado actual	Bueno	1	1	1
	Antigüedad	25 a 50	5	2	10
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	Hormigón	1	3	3
	Estándares de diseño y construcción	Entre el IEOS	5	3	15
	TOTAL			MEDIO	
DISTRIBUCIÓN	Estado actual	Bueno	1	1	1
	Antigüedad	25 a 50	5	2	10
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Material de construcción	PVC	1	3	3
	TOTAL			BAJA	

Fuente: Entrevista Junta Administradora de Agua Potable Parroquia Balsapamba

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

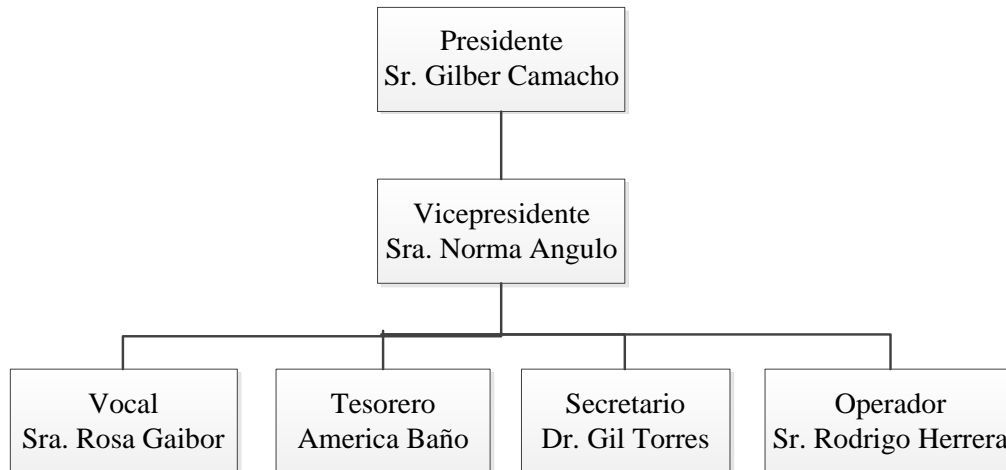
Análisis: La parroquia Balsapamba cuenta con un servicio de Agua Potable que representa el 34% según datos INEC 2010, que acceden al líquido vital por medio de red pública que es una de las principales formas de abastecimiento de

agua, el sistema de agua potable es administrada por la Junta de Agua Potable de la Parroquia, pero no administra el sistema de alcantarillado, cabe mencionar que cada comunidad de la Parroquia Balsapamba cuenta con su Junta Administradora el cual mantiene el control sobre el agua para consumo humano y en las zonas agrícolas.

La captación del agua está ubicada en el sector de San Vicente, el diseño está realizado de acuerdo a las condiciones topográficas del sitio, la conducción se efectúa a gravedad dadas las características topográficas desde el sector San Vicente hasta la cabecera parroquial, que recorre por una pendiente a dos tanques de conducción; el tratamiento del agua se lo realiza en los tanques de reserva que está ubicado como referencia a lado del Subcentro de Salud y la distribución que se realiza por medio de tuberías PVC para sus diferentes destinos.

La estructura orgánica de la Junta Administradora del Agua Potable está formada por:

Ilustración 16. Organigrama Estructural de la Junta Administradora del Agua Potable de la Parroquia Balsapamba



Fuente: Entrevista GAD Parroquial

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Al analizar los valores de todos los indicadores de la matriz expuesta, según la metodología de la SNGR-PNUD (2012) “Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Cantonal”, se evalúa el sistema de agua potable frente a un riesgo de inundación con nivel medio, por sus componentes de captación, conducción, tratamiento y distribución.

Tabla 42. Vulnerabilidad del Sistema de Alcantarillado en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND.	TOTAL
ALCANTARILLADO COLECTOR	Funcionamiento Hidráulico	$Q_r > Q_d^*$	10	2	20
	Estado Actual	Malo	10	1	10
	Antigüedad	25 a 50	5	1	10
	Mantenimiento	Esporádico	5	2	10
	Material de Construcción	Asbesto cemento	5	3	15
	Estándares de Diseño y Construcción	Antes de IEOS	10	1	10
	TOTAL			ALTO	

Fuente: Entrevista Junta administradora de Agua Potable, CNEL. Parroquia Balsapamba.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gaviláñez Gloria, 2017.

Análisis: La Parroquia Balsapamba está dotado de alcantarillado público de tipo sanitario, estas funcionan a través de tuberías de PVC, localizadas en las vías a 1.00 metro de profundidad, los cuales descargan en unos pozos sin protección localizados en las vías, sin ningún tratamiento cuyas aguas se vierten al Rio Cristal, no existen piscinas de oxidación.

El servicio de alcantarillado según datos INEC 2010, representa un 15 % del total de casos existentes en la Parroquia, el porcentaje más elevado es el 41% que está conectado a pozos sépticos. Al analizar los valores de todos los indicadores de la matriz expuesta, según la metodología de la SNGR-PNUD (2012) “Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Cantonal”, se evalúa el Sistema de Alcantarillado en la Parroquia Balsapamba, que presenta una vulnerabilidad alta frente a inundaciones en el sistema de alcantarillado, este problema se ve deteriorado por la poca planificación por parte de las instituciones públicas, al no contar con políticas de gestión de riesgos.

Tabla 43. Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba.

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND.	TOTAL
POSTE	Tipo de material	Hormigón	1	5	5
	Estado de poste	Bueno	1	4	4
	Aterramiento	Si	1	1	1
	TOTAL			BAJO	
TRANSFORMADOR	Potencia	25 KVA	1	8	8
	Estado del transformador	Bueno	1	1	1
	Protección	Con Protección	1	1	1
	TOTAL			BAJO	
SECCIONADOR	Tipo de seccionador	A transformador	1	8	8
	Estado del seccionador	Bueno	1	1	1
	TOTAL			BAJO	
CONDUCTOR MEDIA TENSIÓN	Tipo de conductor	ASCR	1	8	8
	Estado del conductor	Bueno	1	1	1
	TOTAL			BAJO	

Fuente: CNEL. Bolívar 2011-2016.

Elaborado por: Aqualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Tabla 44. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Postes en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

Código de estructura	# de postes	%	Caracterización
PHC11m350KG	60	16.76	Poste Hormigón armado Circular de 11m carga de rotura 350kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
PHC11m500KG	68	18.99	Poste Hormigón armado Circular de 11m carga de rotura 500kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
PHC9m350KG	91	25.42	Poste Hormigón armado Circular de 9m carga de rotura 350kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
PHC11m400KG	80	22.35	Poste Hormigón armado Circular de 11m carga de rotura 400kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
PMC9m	19	5.31	Poste Madera Circular de 9m, que podrían presentar menor resistencia frente a un evento de inundación
PHC10m400KG	25	6.98	Poste Hormigón armado Circular de 10m carga de rotura 400kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación

Código de estructura	# de postes	%	Caracterización
PHC12m500KG	5	1.40	Poste Hormigón armado Circular de 12m carga de rotura 500kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
PEC9m	3	0.84	Poste Metálico Circular de 9m, que podrían presentar resistencia media frente a un evento de inundación
PHR11m500KG	1	0.28	Poste Hormigón armado Rectangular de 11m carga de rotura 500kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
PMC11m	4	1.12	Poste Madera Circular de 11m, que podrían presentar menor resistencia frente a un evento de inundación
PMC10m	1	0.28	Poste Madera Circular de 10m, que podrían presentar menor resistencia frente a un evento de inundación
PHC9m400KG	1	0.28	Poste Hormigón armado Circular de 9m carga de rotura 400kg, que podrían presentar mayor resistencia frente a un evento de inundación
TOTAL	358	100	

Niveles de vulnerabilidad	Inundaciones	
	# postes	%
BAJO	331	92
MEDIO	3	1
ALTO	24	7
TOTAL	358	100

Fuente: CNEL. Bolívar 2011-2016.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Para definir los niveles de vulnerabilidad que afectan a este componente del Sistema Eléctrico, se va a calificar (alto, medio, bajo), considerando el mayor valor al tipo de material del poste en este caso el de madera por ser más vulnerable un valor (10) alto, el valor medio (5) se lo ha dado también por el tipo de material en este caso al poste metálico, el valor bajo se dio también por el tipo de material en este caso al poste de hormigón armado un peso de (1) por ser menos vulnerable.

Análisis: El sistema eléctrico en su mayoría presenta un nivel bajo con el 92% postes de hormigón armado, los cuales ofrecen una mayor resistencia ante una posible amenaza de inundación; sin embargo presentan niveles de vulnerabilidad media los postes metálicos con una resistencia media ante un posible evento de inundación con el 1%; un nivel alto en caso de amenaza de inundaciones, los postes de madera, presenta una baja resistencia ante un posible evento adverso con el 7%. Es importante destacar que los postes dentro de un Sistema Eléctrico

son la base fundamental para el soporte de todos los elementos que contiene el sistema.

Transformadores: Para definir las características de los transformadores, se adjunta una tabla donde se encuentra la información referente al código estructural del Transformador (potencia), la cantidad total de transformadores de los que se dispone, el porcentaje (%) y finalmente una caracterización por elemento analizado.

Tabla 45. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Transformadores en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

Código de estructura de transformador (potencia)	#	%	Caracterización
10KVA	6	16.67	Transformadores de 10KVA, mayor resistencia frente a una inundación.
25KVA	11	30.56	Transformadores de 25 KVA, mayor resistencia frente a una inundación
5KVA	5	13.89	Transformadores de 5 KVA, mayor resistencia frente a una inundación
15KVA	8	22.22	Transformadores de 15 KVA, mayor resistencia frente a una inundación
38KVA	3	8.33	Transformadores de 38 KVA, mayor resistencia frente a una inundación
100KVA	1	2.78	Transformadores de 100 KVA, mediana resistencia frente a una inundación
250KVA	1	2.78	Transformadores de 250 KVA, menor resistencia frente a una inundación
3KVA	1	2.78	Transformadores de 3 KVA, mayor resistencia frente a una inundación
TOTAL	36	100.00	

Niveles de vulnerabilidad	Inundaciones	
	# transformadores	%
BAJO	34	94
MEDIO	1	3
ALTO	1	3
TOTALES	36	100

Fuente: CNEL. Bolívar 2011-2016.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Para definir los niveles de vulnerabilidad que afectan a este componente del Sistema Eléctrico, se va a calificar (alto, medio, bajo), considerando el mayor valor, a la potencia del transformador, en este caso el de mayor potencia por ser más vulnerable un valor (10) alto, el valor medio (5) se lo ha dado también por

tener una potencia media, el valor bajo se dio al de potencia más baja (1) por ser menos vulnerable.

Análisis: La mayoría de transformadores presentan el 94% niveles bajos para un evento de inundación en relación a la potencia más baja del transformador por ser menos vulnerable y el 3% nivel medio y alto. En la amenaza de inundación la potencia más baja del transformador representa un nivel de vulnerabilidad baja para prevenir problemas futuros.

Seccionador: Para definir las características de los seccionadores se adjunta una tabla donde se encuentra la información referente a los tipos de seccionadores de lo que se dispone, la cantidad total, el porcentaje (%) y finalmente una caracterización por elemento analizado

Tabla 46. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Seccionadores en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

Tipo de seccionadores	#	%	Caracterización
Seccionador de transformador	20	100	Son seccionadores fusible instalados a una red de media tensión, los mismos que son contralados manualmente como protección de un transformador trifásico, cuya afectación puede influir menormente ante un posible evento adverso al funcionamiento del sistema eléctrico y a menor número de usuarios.
Total	20	100	

Fuente: CNEL. Bolívar 2011-2016

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: Los seccionadores de transformadores, podrían presentar mayor resistencia ante una amenaza de inundación, los que presenta un nivel bajo ya que se encuentran en buen estado y son menos vulnerable.

Conductores de media tensión: Para definir las características de los elementos conductores de media tensión del sistema eléctrico, se adjunta una tabla donde se encuentra la información referente a los códigos estructurales de los conductores, la cantidad total, el porcentaje (%) y finalmente una caracterización por elemento analizado.

Tabla 47. Vulnerabilidad del Sistema de Eléctrico - Conductores de Media Tensión en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

Código estructural de los conductores de media tensión	#	%	Caracterización
ACSR #2/0	84	9	Este tipo de conductor podrían presentar mayor resistencia a un evento de inundación
ACSR #4/0	162	18	
ACSR #2	210	23	
ACSR #4	385	43	
ACSR #1/0	56	6	
THHN Cu #8	1	0	Este tipo de conductor podrían presentar mediana resistencia a un evento de inundación
ASC #1/0	2	0	
ASC #2/0	1	0	
TTU Cu #8	1	0	
ASC #2	1	0	
TOTAL	903	100	

Niveles de vulnerabilidad	Inundaciones	
	# conductores de Media Tensión	%
BAJO	897	99
MEDIO	6	1
TOTALES	903	100

Fuente: CNEL. Bolívar 2011-2016.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Para establecer los niveles de vulnerabilidad medio y bajo, se ha considerado, el valor medio a los conductores ACS 1/0, 2/0, 3/0 con un valor de (5), el valor bajo se dio al conductor ACSR en todos sus calibres con un valor de (1) por ser menos vulnerable

Análisis: De acuerdo a los resultados que se observa en el cuadro, se presenta un nivel baja para el evento de inundación los conductores de media tensión ACSR con sus diferentes tipos de calibre que podrían presentar mayor resistencia ante un posible evento adverso, por último se observa que presentan niveles de vulnerabilidad media ante un posible evento adverso los conductores de ASC 1/0, ASC 2/0, ASC 2, THHN Cu 8 y TTU Cu 8 , los cuales presentan una resistencia media frente a un evento de inundación

De los elementos que componen el sistema eléctrico en cuanto a postes y transformadores, del área de influencia del Río Cristal, cuya administración lo realiza CNEL. Regional Bolívar se concluye lo siguiente:

1. De un total de 358 postes, mediante el análisis de vulnerabilidad por evento de inundación, se determina un nivel bajo de vulnerabilidad predominando los postes de hormigón armado ante una posible inundación, sin embargo aún se puede encontrar postes madera, que representan los niveles altos de vulnerabilidad.
2. Hay 36 transformadores, los mismos que están distribuidos en el sistema de acuerdo a criterios técnicos de empleados del departamento técnico de CNEL. Bolívar, se concluye tras el análisis de vulnerabilidad por inundación que en su mayor parte presentan un nivel bajo
3. De los 20 seccionadores, se concluye mediante el análisis de vulnerabilidad realizado por evento de inundación, que predomina el nivel de vulnerabilidad bajo, debido a que la mayoría de los seccionadores se encuentran en un buen estado.
4. De los 903 tramos de conductor en media tensión presentes en todos los alimentadores del sistema, se puede concluir que de acuerdo a los niveles de vulnerabilidad para un evento de inundación predominan los de nivel bajo es decir los conductores ACSR, que poseen una mayor resistencia de fuerza ante una posible inundación.

Tabla 48. Vulnerabilidad del Sistema Vial en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

Vías Principales de ingreso y salida de la Parroquia Balsapamba																										
Ruta	Categoría	Tipo de material	Estado de revestimiento						Mantenimiento						Estándares de diseño						Valor del indicador*Peso ponderación			Total de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad	
			Bueno		Regular		Malo		Planificado		Esporádico		Ninguno		Aplicad la Normativa MOP2002		Versión anterior al 2002		No aplica normativa		Estado de revestimiento	Mantenimiento	Estándares de diseño			
			Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso						
Vía Guaranda-Babahoyo	Estatad	Asfalto dos carriles			5	2			1	3								5	5			10	3	25	38	Medio
Tornado- Balsapamba	Parroquial	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Vía del Consuelo- Regulo de Mora	Parroquial	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Tronador- Balsapamba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Capilla del Tronador- Balsapamba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Chiriyacu-Balsapmba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Chorrera, Cadial- Balsapamba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Limón- Balsapamba Las	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Peñas- Balsapamba	Rural	Asfalto	1	2						5	3							5	5			2	15	25	42	Medio
La Plancha-Balsapamba	Rural	Tierra					1	0	2		5	3						5	5			20	15	25	60	Medio
Copalillo-Balsapamba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Huilloloma-Balsapamba	Rural	Asfalto	1	2						5	3							5	5			2	15	25	42	Medio
Alungoto-Balsapamba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio
Angas-Balsapamba	Rural	Lastrado			5	2				5	3							5	5			10	15	25	50	Medio

Vías de la Cabecera Parroquial Balsapamba																									
Nombre de la Vía	Categoría	Tipo de material	Estado de revestimiento			Mantenimiento						Estándares de diseño			Valor del indicador*Peso ponderación			Total de vulnerabilidad							
			Bueno		Regular		Malo		Planificado		Esporádico		Ninguno		Aplicad la Normativa		Versión anterior al		No aplica normativa						
			Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor		Peso	Valor	Peso	Estado de revestimiento	Mantenimiento	Estándares de diseño	
1 de Mayo	Urbana Principal	Asfalto de un carril	1	2					1	3							5	5			2	3	25	30	Bajo
8 de Noviembre	Urbana Principal	Asfalto de un carril	1	2					1	3							5	5			2	3	25	30	Bajo
Vía Estrada	Urbana Principal	Asfalto de un carril	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Pasaje S/N	Urbana Principal	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
La Yora	Urbano primaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle 1	Urbano secundaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle 2	Urbano secundaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle 1 Calle 3	Urbano secundaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle A	Urbano secundaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle B	Urbano secundaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle 3 Calle 5	Urbano secundaria	Asfalto	1	2						5	3						5	5			2	15	25	42	Medio
Calle 4	Urbano secundaria	Lastre			5	2				5	3						5	5			10	15	25	50	Medio

Fuente: Entrevista Junta administradora de Agua Potable, CNEL. Parroquia Balsapamba.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilánez Gloria, 2017.

Análisis: Los niveles de vulnerabilidad de las vías principales de acceso a la Parroquia Balsapamba, se establece que la principal vía de ingreso y salida, como la interprovincial (estatal E491) que permite la movilidad y conectividad en la ruta Guaranda- Babahoyo, una de las más transitadas, presentan niveles medios de vulnerabilidad física, debido a los deslizamientos en época lluviosa la cantidad de materia expuesta en la vía que presenta obstáculos que dificultan la normal circulación de los vehículos, las demás vías tanto de ingreso y salida a la parroquia y las vías de la cabeza parroquial representa una vulnerabilidad media, debido al mantenimiento, estándares de diseño, el tipo de material y el estado de conservación que tiene cada una de las respectivas vías.

Tabla 49. Principales Puentes en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND.	TOTAL
Puente del Rio San Jorge	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Bajo	22
Puente el Cristal	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Bajo	22
Puente Complejo el Cristal	Estado actual	Malo	10	2	20
	Antigüedad	0 - 25	1	3	3
	Mantenimiento	Ninguno	10	1	10
	Materiales de construcción	Caña	10	2	20
	Estándares de diseño y construcción	No aplica Normativa	10	2	20
	Total			Alto	73
Puente-Mi Yata	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	0 - 25	1	3	3
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Bajo	10
Puente La Choza	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Mixto (piedra y cemento)	10	2	20
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Medio	40
Puente S/N	Estado actual	Malo	10	2	20
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Ninguno	10	1	10
	Materiales de construcción	Caña	10	2	20
	Estándares de diseño y construcción	No aplica Normativa	10	2	20
	Total			Alto	85

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	INUNDACIÓN		
			VALOR INDICAD.	PESO POND.	TOTAL
Puente la Cascada Milagrosa	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Bajo	
Puente La Chorrera	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Bajo	
Puente la Plancha	Estado actual	Bueno	1	2	2
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Planificado	1	1	1
	Materiales de construcción	Hormigón	1	2	2
	Estándares de diseño y construcción	Aplica Normativa MOP 2002	1	2	2
	Total			Bajo	
Puente la Plancha Bajo	Estado actual	Regular	5	2	10
	Antigüedad	25 a 50	5	3	15
	Mantenimiento	Esporádico	5	1	5
	Materiales de construcción	Metálico	10	2	20
	Estándares de diseño y construcción	No aplica Normativa	10	2	20
	Total			Alto	

Fuente: Entrevista Junta administradora de Agua Potable, CNEL. Parroquia Balsapamba.

Elaborado por: Agualongo Melida, Gavilán Gloria, 2017.

Análisis: Para los niveles de vulnerabilidad, se han tomado en cuenta condiciones específicas; la mayoría se encuentra en buen estado, poseen de entre 25 a 50 años de construcción, el mantenimiento es planificado, material de construcción hormigón; excepto el puente Complejo el Cristal, el puente S/N su estado es malo, no tiene ningún mantenimiento, el material de construcción de caña, no aplica normativa; el puente la Plancha Baja su estado regular, el mantenimiento esporádico, el material de construcción metálico, estos puentes poseen una vulnerabilidad alta; el puente el complejo el Cristal, el puente S/N y el puente de la Plancha Baja posee una vulnerabilidad Alta; el puente la Chozza posee una vulnerabilidad media

4.2 RESULTADO SEGÚN OBJETIVO 2

Elaborar mapa de amenaza de inundaciones en el área de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba, el instrumento a través del cual se trabajara el modelamiento de inundación por tiempos de retorno de 50, 100 y 500 años; para lo cual se realizó un levantamiento topográfico, modelo digital de terreno del área más vulnerable (según encuestas), luego se exporto a la herramienta informática ARCGIS para desarrollar las respectivas curvas de nivel, para crear el TIN (Trianguled Irregular Netwok) para así trasladar los datos a la extensión informática Hec-GeoRAS para desarrollar el modelo propuesto, para el modelamiento se toman en consideración variaciones matemáticas acerca la sección transversal del flujo ya que el modelo realiza sus cálculos a través de estos con sus condiciones iniciales conocidas o supuestas.

Variables a ser consideradas en la elaboración del mapa de inundaciones

Coefficiente de Rugosidad de Manning

El coeficiente de manning es una característica que se determina para modelos uni o bidimensionales, ya que hace referencia a la capacidad de transporte de una sección en la hidráulica de canales, los coeficientes de manning se estimaron mediante inspección visual de cada una de las secciones del cauce y de fotografías aéreas del año 2012, en función del tamaño de agregados del cauce y de la cobertura vegetal predominante en las márgenes (Ven To Chow, 1959), el mismo que recoge valores recomendados de coeficiente de rugosidad de Manning, que además son valores para cauces naturales por el propio programa HECRAS en sus tablas de ayuda.

Tabla 50. Coeficiente de Manning asumido

Descripción de la Corriente	
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas, árboles y arbustos en las laderas que se sumergen a niveles de la crecida. (Cauce de grave, cantos rodados y algunas rocas), además para las planicies de inundación de acuerdo al tipo/uso de suelo.	Mínimo 0,030 Normal 0,040 Máximo 0,050

Fuente: Aplicación del Modelo HEC-RAS.

Elaborado por: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

Coefficiente de contracción y expansión del flujo

Se utiliza en el modelo para determinar las pérdidas de energía de transición de dos secciones adyacentes a través de los mencionados coeficientes de contracción y expansión, los mismo que fueron desarrollados en el Hydraulic Reference Manual, de lo cual se recomienda que para una gradual transición tomar los valores de: 0.1 (contracción) y 0.3 (expansión), cuando hace referencia a la cercanía de puentes el coeficiente puede variar entre los siguientes 0,3 y 0,5 a más, debido a que presenta mayor pérdida de energía.

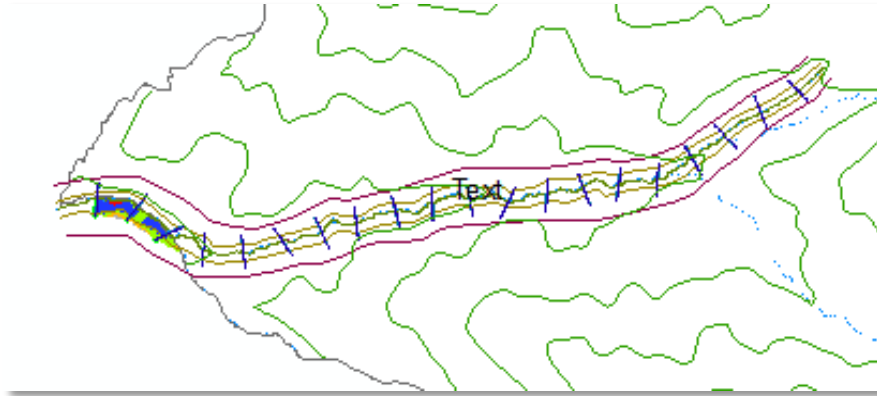
Secciones en HEC-RAS

Estas se componen principalmente de un conjunto geométrico de secciones transversales, equidistanciadas y dispuestas a lo largo de un eje que representa la dirección principal de la corriente del cauce del río en estudio, dichas secciones deberán ser suficientemente representativas del cauce a modelar en estas se debe reflejar tanto el lecho de la corriente como sus llanuras de inundación, estas secciones no son más que perfiles transversales del cauce o corriente los cuales se basan en representar la geometría general del sistema fluvial a escala real.

4.2.1 Evaluación de la amenaza de inundación a través del Programa HEC-RAS en la microcuenca del Río Cristal

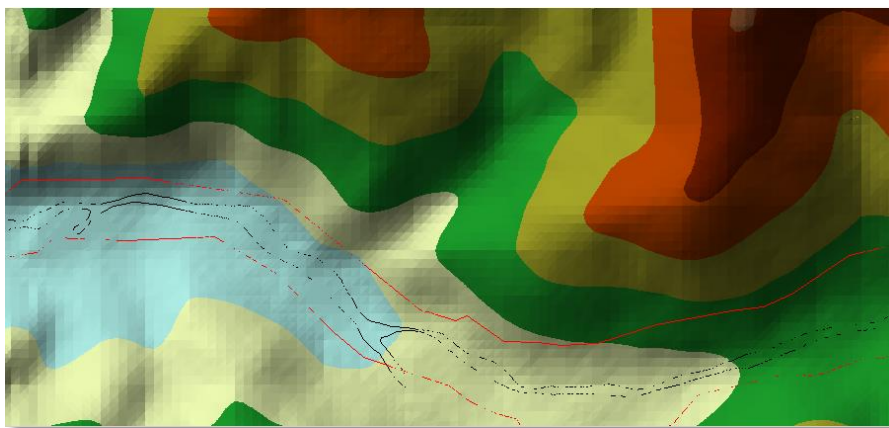
Calculado los valores anteriormente requeridos desarrollaremos el programa HEC-RAS en la microcuenca del Río Cristal con el siguiente proceso: A partir del levantamiento planimétrico es necesario crear un proyecto, asignando un nombre, introduciendo datos geométricos, a través de un archivo shp sobre el cual se creara las curvas de nivel que para el desarrollo del trabajo de investigación será tomado a 1m de distancia, para poder desarrollar un MDT (modelo digital de terreno) en formato vectorial llamado TIN, a través de la extensión 3D Analyst, entonces tenemos:

Ilustración 17. Curvas de nivel del área de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba



Fuente: Aplicación del Modelo HEC-RAS.
Elaborado: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

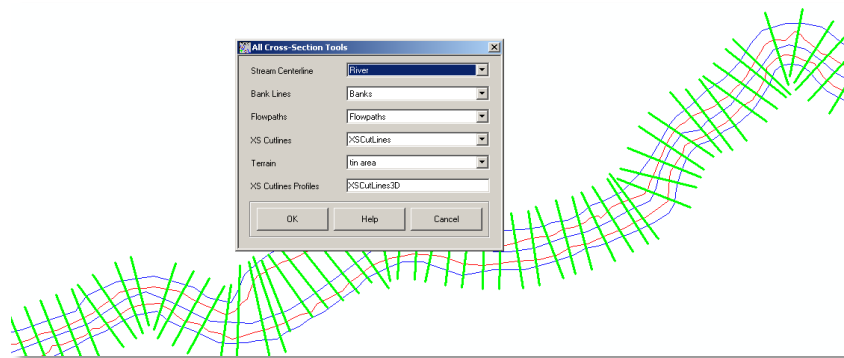
Ilustración 18. TIN de la Microcuenca del Rio Cristal y edición de los “flowpaths.shp”.



Fuente: Aplicación del Modelo HEC-RAS.
Elaborado: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

Para la edición de los flowpaths centerlines se debe definir para cada segmento su posición sea derecha, izquierda o centro, para trazar las posibles áreas por donde el cauce podría escurrir en los tiempos de retorno antes mencionados, para posteriormente dibujar las secciones transversales a través de RAS Geometry/ create RAS Layer/ XS Cutlines.

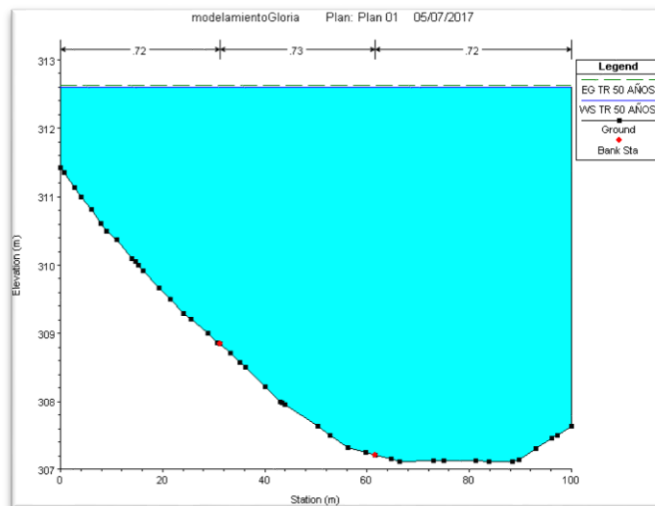
Ilustración 19. Definiciones de Secciones Transversales para el área de estudio.



Fuente: Aplicación del Modelo HEC-RAS.

Elaborado: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

Ilustración 20. Definición de la geometría en secciones transversales del Rio Cristal.



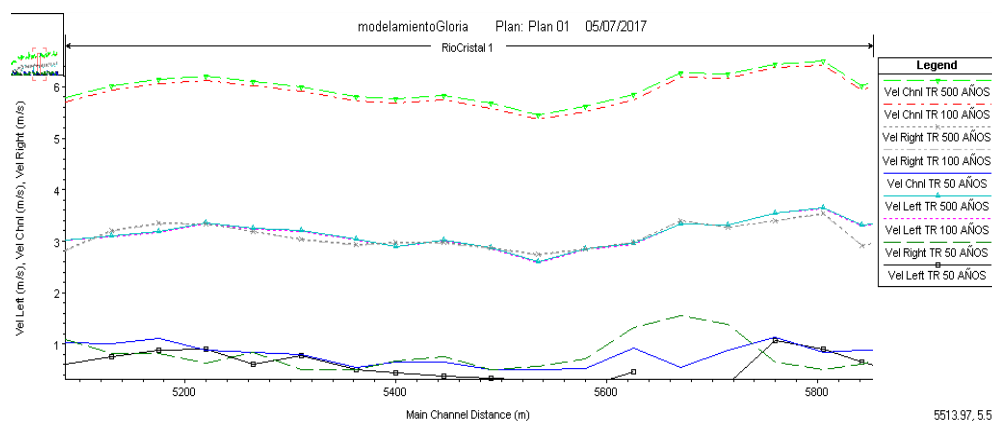
Fuente: Aplicación del Modelo HEC-RAS.

Elaborado: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

Después de este proceso se sigue a introducir los datos hidrológicos, en este caso los valores de los caudales máximos calculados por el método racional con sus diferentes tiempos de retorno, para después delimitar las condiciones del contorno, que permita establecer en los extremos del río el nivel de agua inicial; para la cual el programa define las condiciones de profundidad o calado en tres dimensiones: (Critical Depth) calado crítico, (Normal Depth) calado o profundidad normal, (Rating Curve) curva de gasto, para el presente estudio el tramo de proyección del área estudiada se encuentra dentro del rango de profundidad.

Para la obtención del resultado final se crea un plan para ejecutar la simulación hidráulica del cauce del río, donde se integrara un fichero de datos geométricos e hidráulicos, lo que permite obtener resultados de simulación con secciones transversales y perfiles de las láminas de agua a lo largo del río entre otras.

Ilustración 21. Calculo de Velocidades



Fuente: Aplicación del Modelo HEC-RAS.

Elaborado: Melida Agualongo, Gloria Gavilánez, 2017.

4.2.2 Resultados Mapas de Amenaza de Inundación, en el Área de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba

Previo a la implementación del modelo hidráulico se realizó el levantamiento de las secciones transversales del río, 120 perfiles transversales a lo largo de 12 km con una separación de 100 metros en dirección de los cambios de la sección del cauce y la dirección del eje del río, a través de la obtención del caudal máximo que se podría generar el modelamiento hidráulico sobre el río antes mencionado, se pudo establecer el área de inundación, el calado (probabilidad de alturas que podrían ser alcanzadas por el cauce del río) y velocidad para los tiempos de retorno (50, 100, 500 años); cuyos cálculos además del levantamiento topográfico, modelo digital de terreno, datos del libro “Estudio de Lluvias Intensas del Ecuador”, Quito, Ecuador, 1999 y anuarios meteorológicos proporcionados por el INAMHI desde 1990 hasta 2012; introducidos en la herramienta informática ArcGis (10.2.1); dichos factores han permitido establecer el nivel de amenaza por inundación en el sector, para así realizar un análisis de vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales en el área de estudio.

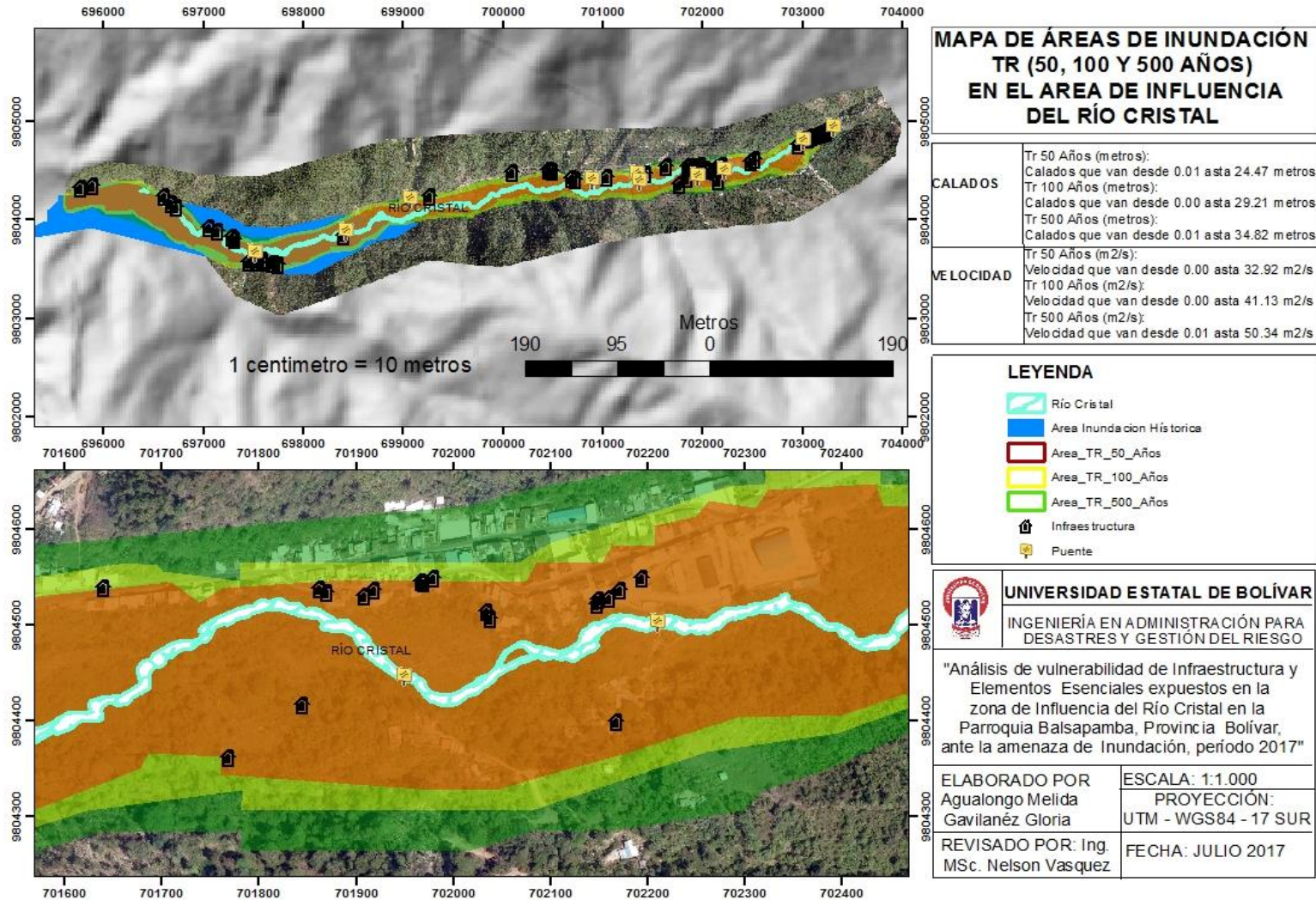
De tal manera que la presentación de resultados de la modelación de la amenaza de inundación en el área de influencia del Río Cristal se detallara a continuación:

Tabla 51. Nivel de amenaza de inundación según adaptación al estudio de “*Mapeo de peligro de inundación en ríos de montaña*”, Luis Timbe.

Clase	Nivel de Amenaza de Inundación	Características
I	Bajo	Esta zona está delimitada por márgenes altos, definidos y estables por lo mismo no se presentan desbordes del cauce principal, esta zona presenta una cobertura vegetal de ribera relativamente bueno, lo cual mantiene las condiciones problemáticas de erosión y socavación de los márgenes del río, se establece que en estas áreas no permitir asentamientos humano sin planificación, en esta área se encuentra el GAD, cooperativa San Miguel, entre otras infraestructuras.
II	Medio	Zonas de márgenes bajos, y áreas con llanuras aluviales más amplias en comparación al nivel bajo presenta rellenos, medidas no estructurales, socavación en los márgenes del cauce, esta zona presenta características de zona amenazada por inundaciones, se puede observar una zona más amplia de inundación en ambos márgenes, en esta área se encuentra el coliseo, mercado, además de otras infraestructuras, además de puentes los mismos que ocasionan represamientos, incrementando el nivel de aguas en eventos extremos,
III	Alto	La planicie de inundación natural de la margen derecha e izquierda es inexistente debido a la presencia de rellenos y formación natural propia de montaña, lo que impiden la presencia de áreas inundables en eventos de grandes avenidas fluviales, lo cual incrementa la velocidad del flujo en zonas en las cuales el ancho activo del río es estrecho, produciendo daños especialmente en el área del complejo turístico Josefina Barba, infraestructura aledaña al cauce del río, esta área también presenta erosión del lecho y socavación de los márgenes lo que afecta a infraestructura y puentes, además características como vegetación escasa, áreas de desbordamiento de cauce.

Adaptado: Mapeo de peligro de inundación en ríos de montaña, Luis Tumbe.

Ilustración 22. Mapa de Inundación para Periodos de Retorno de 50, 100 y 500 años.



4.3 RESULTADO SEGÚN OBJETIVO 3

Proponer medidas de prevención, mitigación estructural y no estructural ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba; en el análisis de vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales expuestos, se determinó la naturaleza y extensión de la amenaza existente mediante el análisis de los factores, los cuales han causado daños a la propiedad y al ambiente, las estrategias para reducir la amenaza de inundación se divide en dos factores: medidas estructurales y no estructurales.

4.3.1 Medidas Estructurales

Están representadas por todas aquellas construcciones planificadas que mitigan y reducen la posible amenaza de inundación, contribuidas de primera mano por obras de ingeniería civil, las medidas estructurales para la gestión de riesgos efectiva del riesgo se valoran de acuerdo a su funcionalidad que probablemente se encuentre limitada, debido a que sus diseños se proyectan para eventos o circunstancias asociadas a una cierta probabilidad, por lo que si se produce un evento que supere el diseño aplicado, la estructura no es capaz de proporcionar la protección adecuada ante la amenaza de inundación y pierde su funcionalidad (Lopez, 2012)

Las medidas estructurales se dividen en tres grupos:

Estructuras de Retención: Este tipo de estructura se utiliza con el objetivo de retener el agua para evitar inundaciones ocasionadas por grandes caudales, los más utilizados son las presas y embalses, así como también se opta por utilizar estanques de retención. (Lopez, 2012)

Estructuras de Protección: Este tipo de estructuras se realizan con el objetivo de proteger zonas pobladas de carácter directo previniendo así la entrada de aguas en estas áreas, dentro de este tipo se encuentran los diques, simples muros verticales; estas obras sirven para canalizar el flujo por un lugar determinado lo que se conoce con encauce, para proteger las infraestructuras se emplean medidas tales como: empleo de materiales de construcción impermeables, construcciones basadas en las normas propuestas por cada municipio,

modificación del uso del suelo en la planta baja de la infraestructura para reducir los efectos de la amenaza de inundación. (Lopez, 2012)

Las medidas de protección también se basan en la modificación de la morfología del cauce para así mejorar la capacidad en las áreas pobladas, dadas por el ensanchamiento de una sección del río lo cual se realiza para reducir el calado resultante para el mismo nivel de descarga o la reducción de la rugosidad que dará lugar a mayores velocidades del flujo y por lo tanto, calados inferiores en el cauce, también se propone realizar la modificación de las características físicas de la cuenca con acciones de reforestación para aumentar el nivel de intercepción del agua lluvia antes de llegar al cauce del río. (Lopez, 2012)

Sistemas de Drenaje: Estos sistemas se denominan de captación y drenaje que se diseñan para encausar el agua de lluvias o escorrentía generada por la precipitación existente en una zona poblada, principalmente en las áreas urbanas se utilizan el sistema de alcantarillado y el sistema principal que drena el agua superficial o el flujo excedente, además estos sistemas se complementan a través de sistemas invernales, tuberías, colectores, etc.... (Lopez, 2012)

4.3.2 Medidas No Estructurales

Las medidas no estructurales se establecen a través de políticas, campañas de concientización, mecanismos de participación pública como voluntariados, socialización de información oportuna; todas estas medidas buscan la reducción de la vulnerabilidad de los agentes expuestos a la amenaza de inundación, exponiendo medidas que planteen y gestionen acciones antes, durante y después del desastre exponiéndose a continuación algunos grupos:

Política y Planeamiento Urbano: Desarrollo de normativas que regulen el uso de suelo (COOTAD), construcción de infraestructura (NEC), articulados con los procesos de desarrollo social, ambiental para fomentar la sostenibilidad de los mismos, en la Constitución del Estado se encuentra descrito dentro de sus artículos 389 y 390 garantizando la protección de las personas bienes y servicios, además de la descentralización subsidiaria; pero existe un gran número de viviendas en zonas potencialmente de riesgo debido a la disminución de la percepción de la amenaza de inundación.

Predicción de Inundaciones: Se aplican con el afán de proyectar una estimación de desarrollo, tiempo y duración de aumento del cauce máximo en un área delimitada como consecuencias de las lluvias intensas en la región hidrológica a la que pertenece; la estimación o modelamiento de inundaciones analiza el comportamiento meteorológico para el desarrollo de software experimentales tales como lo presenta este trabajo de titulación, el desarrollo del software HEC-RAS conjuntamente con el programa ARCGIS(10.2.1) y la extensión HEC-GeoRAS, para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, pronóstico el cálculo de calados y velocidades del área de estudio, con los cuales se obtuvo una herramienta para la mitigación y prevención de efectos a causa de la amenaza de inundación.

Comunicación: Esta medida es fundamental es dos fases la primera en la comunicación general a la población ya que facilita la comprensión de la amenaza existente, facilita la actuación de la población durante una emergencia, la segunda comunicación durante el evento de inundación que se centra en el aviso a la población sobre la amenaza de carácter inminente, mediante la utilización del sistema de alarma.

Movilización: Esta medida no estructural es clave ya que entre menor el tiempo de evacuación mejor será la respuesta, esta se caracteriza por la evacuación preventiva que se da antes del evento, la evacuación forzosa durante el desarrollo de la inundación y la huida que se da en casos de amenaza inminente.

Coordinación y procedimientos de operación: Tratan de lograr una mejora en la comunicación entre diferentes organizaciones y actores con un papel de relevancia en la gestión del riesgo de inundación.

Seguros e indemnizaciones: Son herramientas clave para financiar las pérdidas producidas por un evento de inundación. Las cuotas de los seguros son mayores para las zonas con riesgo de inundación y las indemnizaciones sirven para obtener compensaciones por pérdidas no cubiertas por los seguros.

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Las inundaciones si afectan a la infraestructura y elementos esenciales con una vulnerabilidad media y alta en la zona de influencia del Rio Cristal.

5.2 CONCLUSIONES

- Se establecieron parámetros cualitativos que determinaron los niveles de vulnerabilidad de edificaciones y elementos esenciales de la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba, a través de la metodología del PNUD, donde se determinó que existe vulnerabilidad alta (67 a 100 puntos) en la zona de La Plancha, vulnerabilidad media (34 a 66 puntos), en el sector de Cadial, Peñas, Proyecto mi Yata.
- Se elaboraron mapas de amenazas de inundaciones con caudales máximos para 50 años ($2193.98\text{m}^3/\text{s}$) 100 años ($2598.30\text{m}^3/\text{s}$) 500 años ($5183.81\text{m}^3/\text{s}$) en el área de influencia del Rio Cristal, entre otros, a través de SHP's proporcionados por el IGM, Levantamiento Planimétrico con estación Total Datum WGS-84, flexómetro y GPS Magellan 315, Proyección Cartográfica UTM, Zona 17 Sur, basados en la información obtenida y datos tabulados.
- Según los datos obtenidos en este estudio, se sugiere estrategias sobre medidas de prevención estructural y no estructural ante la amenaza de inundación en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia.
- La estación meteorológica influyente en el proyecto de titulación fue la estación San Pablo de Atenas de código M131, la misma que se encuentra en la zona 30 de zonificación de intensidades de la cual se tomaron datos para desarrollar el Método Racional, se derivó la aplicación de la metodología HEC-RAS que por los datos de precipitaciones e intensidades máximas y caudales medios diarios de la microcuenca del Rio Cristal se consideran confiables para el estudio.
- Mediante los resultados obtenidos a través de la modelación hidráulica, se obtuvo la máxima crecida a través de calados y velocidades que es el

parámetro fundamental del mismo, simulando las condiciones más realistas posibles de la amenaza de inundación en el área de influencia del Río Cristal en la Parroquia Balsapamba.

- En la delimitación de la Microcuenca del Río Cristal, en la época lluviosa aquellos afluentes que alimentan al cauce de este río se convierten en cursos de descarga al río principal como se refleja en la Quebrada Las Juntas, Río San Jorge, Quebrada La chorrera, los mismos que se dirigen al Barrio El Cristal, El Cadial, Las Peñas, Mi Yata, centro de la Parroquia Balsapamba, los cuales se afectan debido a la alteración del cauce del río y los desbordamientos que se suscitan en él.
- La modelación de inundaciones a través del uso de la extensión Hec-GeoRas permite combinar datos proporcionados por los sistemas de información geográfica (GIS) con HEC-RAS, lo que representa un herramienta muy valiosa ya que esta combinación facilita enormemente el trabajo, refleja una simulación en las condiciones previstas en el estudio y ofrece una mejor calidad de presentación de resultados.
- El uso de los SIG permitió determinar cuáles son las planicies de inundación, tanto para cálculos como para la elaboración de mapas temáticos que muestren aquellas zonas que representan vulnerabilidad ante la amenaza de inundación.

5.3 RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimientos constantes en las estaciones meteorológicas a nivel nacional ya que los datos meteorológicos registrados por el INAMHI están desactualizados debido a que actualmente la estación M131 de San Pablo de Atenas se encuentra averiado por lo que los datos que se registran son discontinuos y no se avalan para poder publicarlos como corresponderían.
- Utilizar la información de la vulnerabilidad físico estructural como requisito a cualquier trabajo de desarrollo y a través de esto mejorar la gestión de riesgos.
- Remodelar o en caso de ser necesario reubicar las infraestructuras de elementos esenciales de mediana vulnerabilidad, pero de importancia alta.
- Debido a la alta probabilidad de ocurrencia de una avenida máxima en época lluviosa en el área de estudio, se deberán considerar los diseños de obras de protección a inundaciones en las áreas identificadas de alto riesgo.
- Permitan disponer de mayor información meteorológico e hidrológica aplicable a inundaciones, se recomendaría a los Gobiernos autónomos y a las instituciones locales apoyen, coordine y promuevan estudios de riesgos locales para la reducción, prevención de riesgos y estrategias en el fortalecimiento de preparación en los procesos de planificación, de esta manera gestionen adecuadamente los riesgos y se contribuya a los procesos de desarrollo sostenible en el territorio.
- Incluir este tipo de análisis en otras zonas pobladas con recurrencia a inundaciones, realizar actividades de capacitación en toda la población en temas de gestión de riesgos.
- Es necesario implementar una unidad de gestión de riesgos que colabore técnicamente con la realización de estudios, apoye la toma de decisiones en el GAD Parroquial y coordine con otros organismos operativos.

5.4 BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Nacional (2009). Art. 389 y 390. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador.

CENAPRED. (Agosto de 2009). *Sistema Nacional de Protección Civil*, Lima Perú.

Civil, A. I. (1997). *Defensa y Protección Civil*. Obtenido de Glosario de terminos de la Asociación Iberoamericana de Organismos Gubernamentales, Quito, Ecuador.

Ministerio del Interior, (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito, Ecuador.

Cruz, S., & Karime, R. (Julio de 2012). *Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. Bogotá, Colombia.

Defensa Civil del Ecuador. (1997). *Fenómeno "El Niño 1997-1998"*. Quito: IV Conferencia Internacional de la Organización de protección Civil y Administración de Desastres, Ecuador.

ISDR. (2009). *Documento de Apoyo Infraestructura*. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Países Miembros.

IGM. (2012). *Shapefile.shp*. Obtenido de Instituto Geográfico Militar. Quito, Ecuador.

ISO, N. (2015). Guía ISO 73(2009), Normas ISO 9000. Organismos Miembros ISO.

INAHMI. (1999). *Estudio de Lluvias Intensas*. Quito, Ecuador.

INAMHI. (Abril 2009). *Caracterización Hidrogeológica de la Zona Sur de la Cuenca Baja del Río Guayas*. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional. (2009). Ley de Seguridad Pública y del Estado. Quito, Ecuador.

Lopez, D. N. (2012). *Riesgo de Inundación*. Medidas estructurales y no estructurales. Cuenca, Ecuador.

- Magarisca, I. M. (2014). Evaluacion de Daños de la Parroquia Balsapamba. San Miguel de Chimbo, Provincia Bolivar.
- Martinez, K. (2011). *Administración de desastres. Tipos-de-vulnerabilidad*. Quito, Ecuador.
- Medina, P. (2010). *Instrumento de apoyo para el estudio de amenazas evaluacion de amenazas*. Guaranda, Ecuador.
- NNUU. (2009). *Estrategia Internacional Reduccion de Desastres*. Países Miembros.
- Paucar, A., Acosta, E., Gavilanes, E., Martinez, M., Medina, P., & Ocampo, C. (2014). *Metodologias para analisis de Riesgos (Sismos,Deslizamientos e Inundaciones), de la Ciudad de Guaranda*. ISBN: 9789978364109. Guaranda, Ecuador.
- PDOT, G. A. (2015 - 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Parroquia Balsapamba, Sam Miguel, Ecuador.
- Riesgos, S. d. (Noviembre 2014). *Probabilidad de Inundación por Lluvias Extremas*. Quito, Ecuador.
- Salazar, J. (2013). *Guia Metodologica para educadores de reduccion de riesgos*. Quito, Ecuador.
- Baño, A. (2015). *SENAGUA*. Guaranda, Ecuador.
- Sandoval, M. A. (2013). *Estudio hidrológico para el diseño de obra de protección contra inundaciones del río Xulá, cantón santa teresa, municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez*. Guatemala.
- SENPLADES. (2015). *Herramientas para la planificación Territorial*. Quito, Ecuador.
- SNGR PNUD, S. (2012). *Propuesta Metodologica Analisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal*. ISBN. 9942-9887-4. Quito, Ecuador.
- Tucci, C. (2006). *Gestión de Inundaciones Urbanas*. Brasil: Secretaria de la OMM.

ANEXOS

Anexo N° 1. Encuestas

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACION PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS

GUÍA DE ENCUESTA A SER APLICADA A POBLADORES DE LA PARROQUIA DE BALSAPAMBA

OBJETIVO: Realizar el análisis de vulnerabilidad de infraestructura y elementos esenciales expuestos en la zona de influencia del Rio Cristal en la Parroquia Balsapamba, Provincia Bolívar.

1. DATOS DE UBICACIÓN

Provincia:	Bolívar	Coordenadas	N° Casa
Cantón:	San Miguel	X	
Parroquia:	Balsapamba	Y	

2. SITUACIÓN SOCIAL ANTE INUNDACIONES

1. Grupo étnico que pertenece

Mestizo.....	Indígena.....
Blanco.....	Afro ecuatoriano.....

2. Lengua que habla

Español.....	Kichua.....
Inglés.....	

3. Genero

Hombre.....	Mujer
-------------	-------------

4. Edad.....

5. Nivel de instrucción del Jefe de Familia

Primaria.....	Secundaria.....
Superior.....	Ninguna.....

6. Qué tipo de amenaza afecta a su sector

Inundación.....	Deslizamiento.....
Sismos.....	Lluvias Intensas.....

7. ¿Cree Ud. que el Rio Cristal representa un riesgo para el sector?

Si..... No.....

8. Conoce Ud. si alguna vez ha ocurrido un evento adverso de inundación en el sector

Si..... No.....

Si la respuesta es positiva cuando

.....

10. Cada año existen problemas de inundación en su sector

Si..... No.....

11. Se ha registrado daños materiales o estructurales

Si..... No.....

12. Se ha registrado muertes debido a la influencia del rio Cristal en época lluviosa.

Si..... No.....

13. Considera que es importante trabajar en reducción de riesgos para la seguridad y el desarrollo local

Si..... No.....

14. En caso de presentarse una inundación su familia sabe cómo actuar

Si..... No.....

15. ¿Considera que su vivienda es vulnerable ante posibles inundaciones?

Si..... No.....

3. INFORMACIÓN DE VULNERABILIDAD DE INFRAESTRUCTURA

16.Cuál es el material predominante de la vivienda

Hormigón.....	Metica.....
Madera.....	Caña.....
Pared portante.....	Mixta madera/

Mixta metálica/ Hormigón.....
Hormigón.....

17. Cuál es el tipo de material en paredes

Ladrillo..... Bloque.....
Piedra..... Adobe.....
Pared
tapial/bahareque/
madera.....

17. El tipo de cubierta de la vivienda

Metálica..... Hormigón.....
Caña y Zinc..... Madera y teja.....
Vigas de madera
y zinc

18. Cuál es el número de pisos de la vivienda

1 piso..... 2 pisos.....
3 pisos..... 4 pisos.....
5 pisos o
mas

19. Año de construcción de la vivienda

<1970..... 1971-1980.....
1981-1990..... >1991.....

20. Estado de conservación

Bueno..... Aceptable.....
Regular..... Malo.....

21. Características del suelo sobre el cual está construido la infraestructura

Firme..... Inundable.....
Ciénega..... Húmedo.....

22. Topografía del sitio

A nivel..... Bajo nivel.....
Sobre nivel..... Escarpe positivo
o negativo

4. INFORMACIÓN DE VULNERABILIDAD EN ELEMENTOS ESENCIALES ANTE INUNDACIONES

23. Se han registrado daños en elementos esenciales

COMUNICACIÓN Y CONECTIVIDAD

Antenas de comunicación.....	Caminos Vecinales.....
Unidades de transporte público (rural).....	Red estatal/ Vía Panamericana.....
Vías rurales.....	Puente sobre el Rio Cristal....

SERVICIO EDUCATIVO

U.E. Panamá.....	U.E. Ángel Eudoro
U.E. 27 de Febrero.....	U.E. Manabí.....
U.E. Carmen Sucre.....	U.E. Manuel Escorza.....
U.E. 8 de Noviembre.....	U.E. Republica de Japón.....
U.E. Ayacucho.....	U.E. Carlos Chávez Guerrero.....
U.E. Crnl Miguel Vargas.....	CIBV Esther Ribadeneida.....

SERVICIOS DE SALUD

Subcentro de Salud Balsapamba.....	Subcentro de Salud del Seguro Social Campesino Huilloloma
------------------------------------	---

SERVICIOS BÁSICOS

Red Eléctrica.....	Agua Potable
Alcantarillad.....	Telefonía celular.....
Telefonía convencional.....	

ORGANISMOS DE RESPUESTA

Policía Nacional.....

SECTOR COMERCIAL FINANCIERO

Cooperativa San Miguel.....	Mercado de Balsapamba.....
-----------------------------	----------------------------

INSTITUCIONES PÚBLICAS

Asociación de Productores Agropecuarios y de Comercialización "BALSAPAMBA AGROPRODUCTIVA"
Junta Administrativa de Agua Potable (SENAGUA)
MAGAP Unidad de Asistencia Técnica
Infocentro Balsapamba
GAD-Parroquial

CENTRO DE CONCENTRACIÓN MASIVA

Iglesia de Balsapamba.....	Iglesia Santa Marianita.....
Parque Central.....	Casa comunal.....
Casa Parroquial Santa Marianita.....	Coliseo de Deportes Fabiola Aguirre Vásquez de García.....
Auditorio del Gobierno Parroquial de Balsapamba Bolívar Tapia Gaibor.....	Centro de Capacitación, medio ambiente y reducción.....
Casa del Adulto Mayor.....	Cascada Milagrosa.....
Parque Acuático Bolívar.....	Balneario Wonderland Tobogán.....
Complejo turístico la Chorrera.....	Balneario K172.....

OTROS

Cementerio.....	Gasolinera.....
-----------------	-----------------

Anexo N° 2. Fotografías

Levantamiento Topográfico



Foto 1 Equipo estación total, teodolito y prisma.



Foto 2 Señalizaciones del punto como referencia.



Foto 3 Levantamiento topografía en el sector la Plancha.

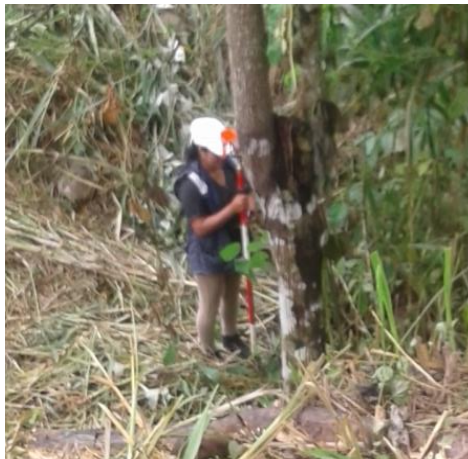


Foto 4 Nivelación del Prisma.



Foto 5 Medicion en las riberas del rio y el cause del rio Cristal.



Foto 6 Terminación del levantamiento topográfico.

Entrevistas a las Instituciones de la Parroquia



Foto 7 Entrevista al municipio de San Miguel al departamento de Planificación para la recolección de información de la Parroquia.



Foto 8 Entrevista al GAD Parroquial de Balsapamba.



Foto 9 Entrevista a la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Balsapamba.



Foto 10 Entrevista al CNEL de la Parroquia.

Aplicación de Encuestas y Georeferenciación



Foto 11 Aplicación de las encuestas a los pobladores que viven en las riberas del Rio Cristal en la Parroquia.



Foto 12 Aplicación de las encuestas.



Foto 13 Aplicación de las encuestas.



Foto 14 Aplicación de las encuestas.



Foto 15 Aplicación de las encuestas.

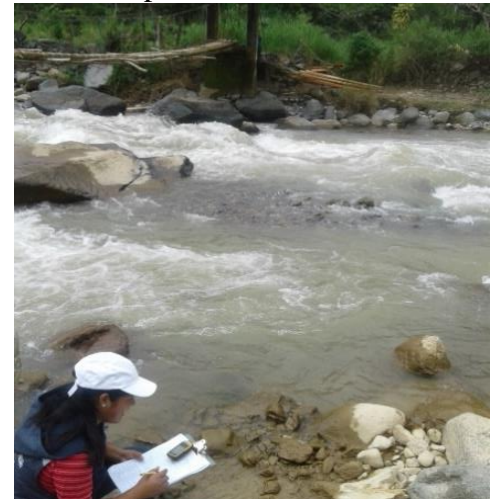


Foto 16 Coordenada de la Cota menor de la microcuenta del Rio Cristal.

Elementos esenciales y georefenciacion



Foto 17 Tanque de tratamiento del agua potable en la Parroquia Balsapamba.



Foto 18 Sistema de alcantarillado sanitario.



Foto 18 Oficina del CNEL. de la Parroquia.



Foto 19 Sistema electrico de la Parroquia.



Foto 20 Red Estatal E491 eje de movilidad y conectividad que une las poblaciones de Guaranda, Balsapamba, Guayaquil.



Foto 21 Vias rurales permite la movilidad en tiempo normal, y la evacuación en tiempo de emergencia en las comunidades.



Foto 22 Puente la Plancha de hormigón sobre el Rio Cristal, permite la movilidad en tiempo normal, y la evacuación en tiempo de emergencia.



Foto 23 Coordenada del Puente la Cascada Milagrosa de Hormigon.



Foto 24 Puente de cana Complejo el Cristal sobre el Rio Cristal.



Foto 25 Georeferenciación de los elementos esenciales.



Foto 26 Parque Central de la Parroquia en tiempo normal son centros de concentración masiva, y en tiempos de emergencia constituirían en sitios seguros



Foto 27 Iglesia Santa Marianita elemento de identidad religiosa



Foto 28 Cooperativa San Miguel dinamiza el sistema económico financiero en tiempo normal en la parroquia.



Foto 29 Junta Administrativa de Agua Potable (SENAGUA), MAGAP Unidad de Asistencia Técnica, GAD-Parroquial.



Foto 30 UPC En “tiempo de emergencia”, juega un rol importante en la evacuación y seguridad



Foto 31 Parque Acuatico Bolivar, en tiempo normal son centros de concentración masiva



Foto 32 Infraestructura en las riberas del Rio Cristal expuesta ha la ameneza de inundación.



Foto 33 Infraestructuras en las riberas del Rio Cristal expuesta ha la ameneza de inundación.



Foto 34 Afectacion al Paque Acuatico Bolivar por las credidas del Rio Cristal.



Foto 35 Destruccion del muro de gaviones por las credidas del Rio Cristal.

Anexo N° 3. Mapas

Ilustración 23. Mapa Delimitación de la Microcuenca

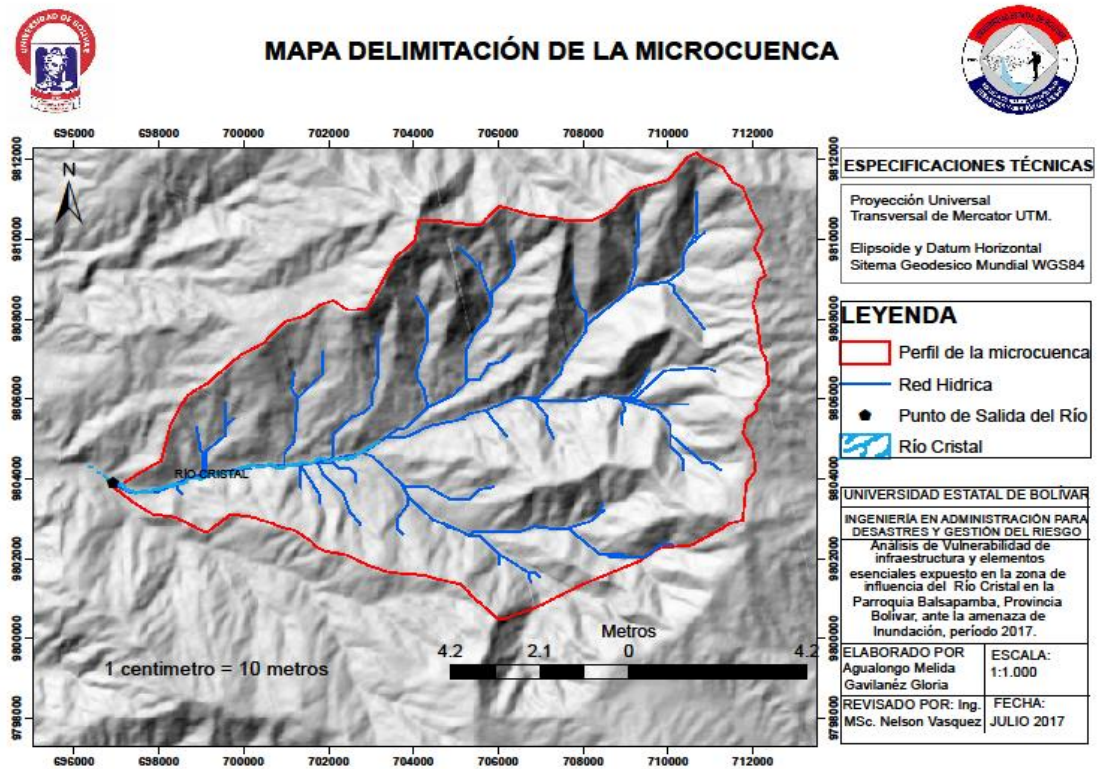


Ilustración 24. Vulnerabilidad Física de infraestructura

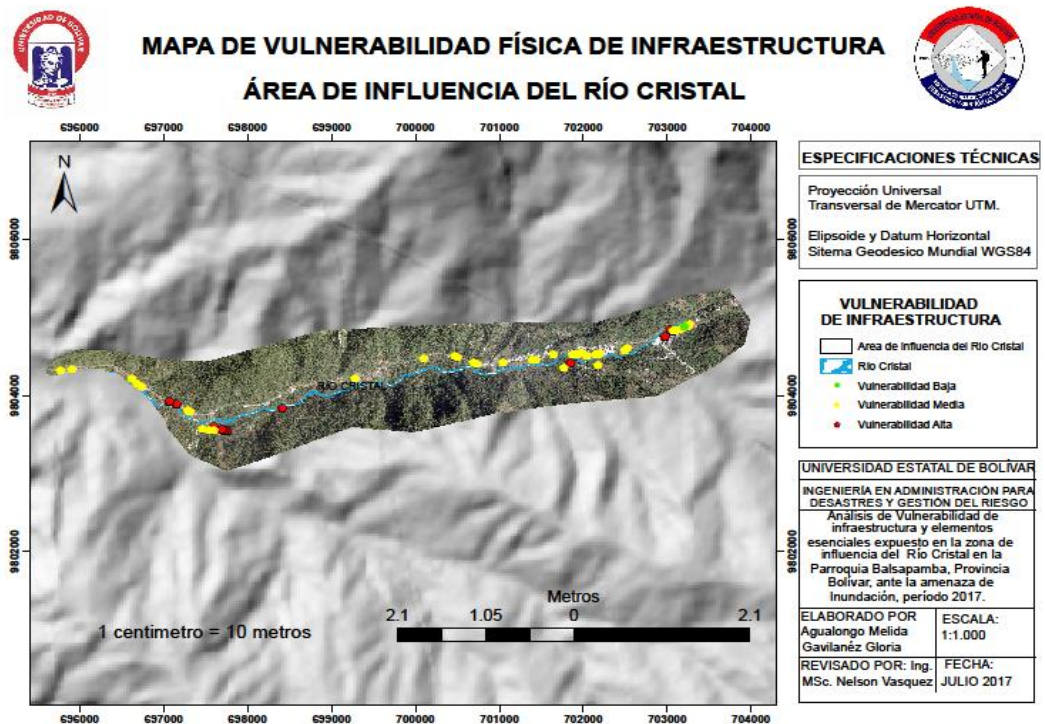


Ilustración 25. Mapa de Vulnerabilidad de Elementos Esenciales



Ilustración 26. Mapa de vulnerabilidad Red de Agua Potable

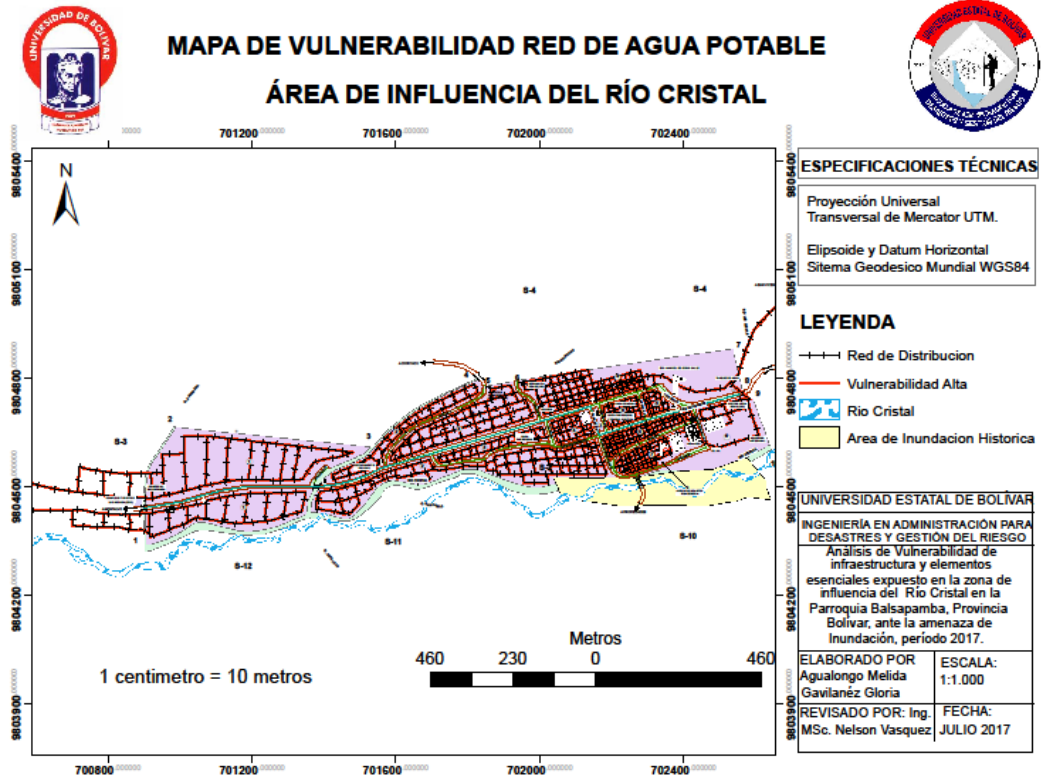


Ilustración 27. Mapa de Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico

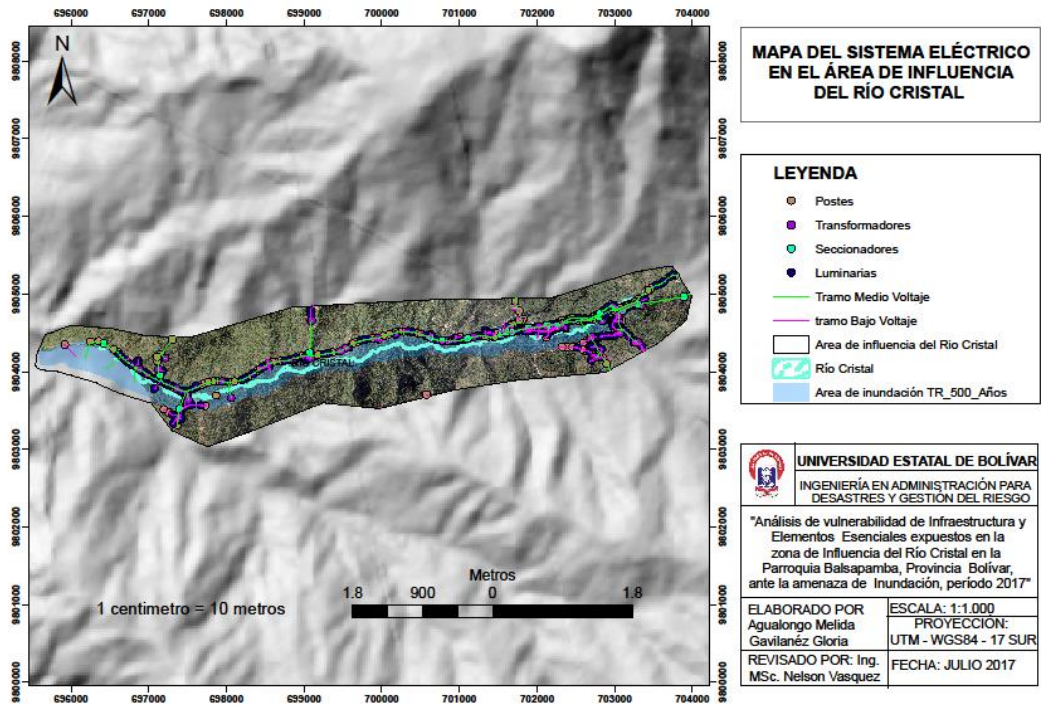


Ilustración 28. Mapa de Vulnerabilidad Física de Puentes

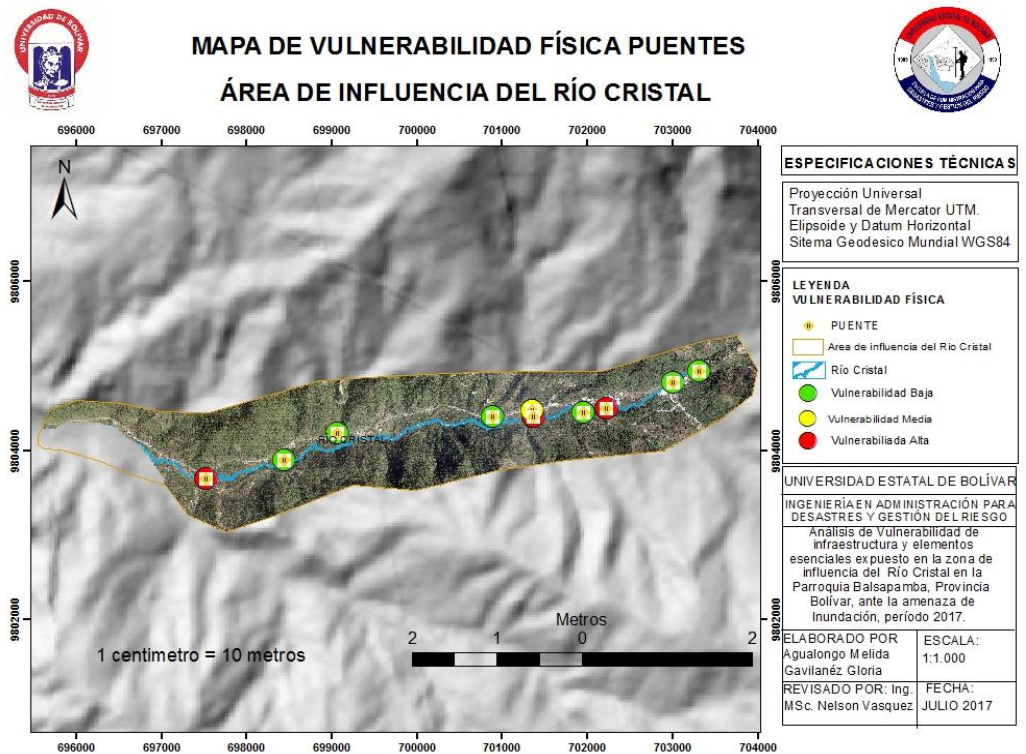


Ilustración 29. Mapa Cabecera Parroquial

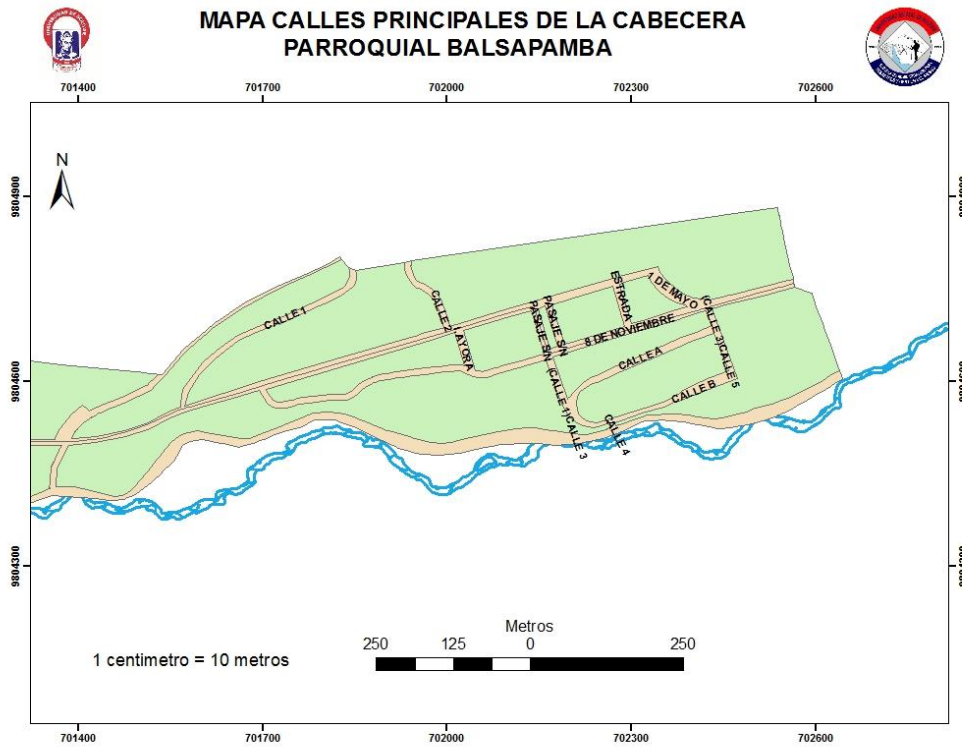
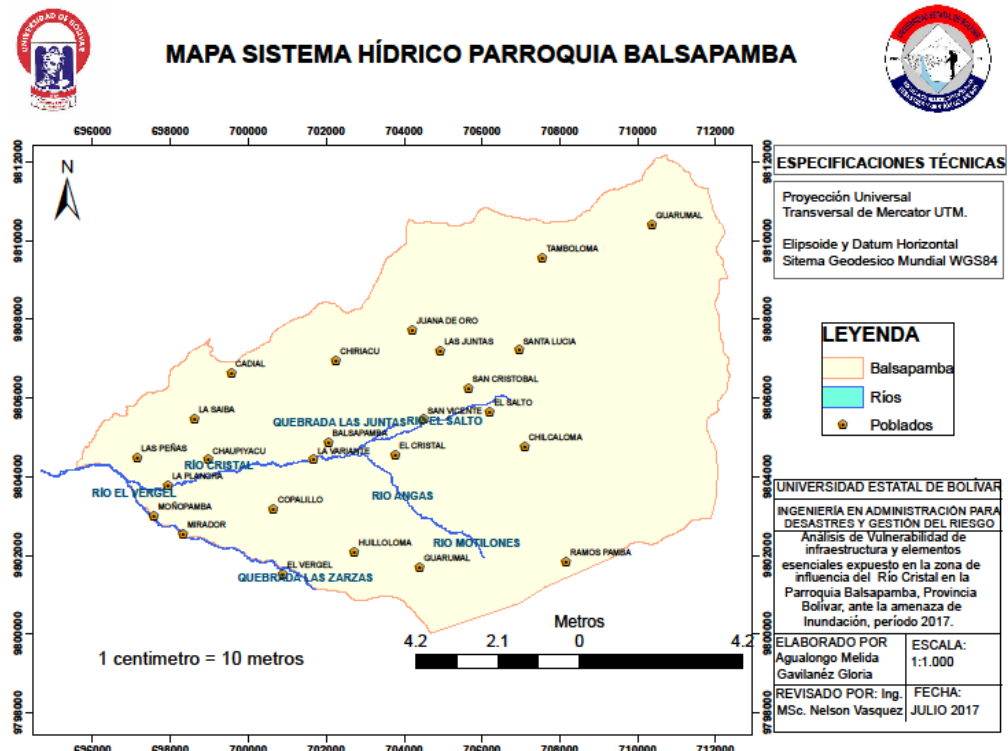


Ilustración 30. Mapa de Vulnerabilidad del Sistema Hídrico



Anexo N° 4. Datos pluviométricos.

N°	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - x)^2$
1	1990	1304.00	1304.00	108615.239
2	1991	1027.03	1027.03	2766.57705
3	1992	1711.60	1711.60	543417.045
4	1993	1733.70	1733.70	576488.292
5	1994	1373.00	1373.00	158856.659
6	1995	771.70	771.70	41100.1581
7	1996	581.20	581.20	154631.201
8	1997	857.20	857.20	13743.2807
9	1998	833.40	833.40	19889.9514
10	1999	1634.50	1634.50	435690.109
11	2000	406.90	406.90	322092.275
12	2001	585.70	585.70	151112.365
13	2002	844.10	844.10	16986.3622
14	2003	763.50	763.50	44492.1986
15	2004	671.50	671.50	91767.6386
16	2005	654.10	654.10	102612.423
17	2006	1043.30	1043.30	4742.83736
18	2007	936.20	936.20	1461.66588
19	2008	1203.50	1203.50	52472.2681
20	2009	820.80	820.80	23602.7113
21	2010	907.40	907.40	4493.25405
22	2011	686.50	686.50	82904.6864
23	2012	1061.10	1061.10	7511.38744
Suma			22411.9	2961450.6

