



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO

GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE

AUTOR: BEDÓN JIMÉNEZ MARÍA GABRIELA

TEMA: PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS

VOLCÁNICOS, CON ENFOQUE A LA AFECTACIÓN AL SECTOR

AGROPECUARIO DEL CANTÓN MEJÍA

DIRECTOR: ING. AGUILERA, EDUARDO

CODIRECTOR: ING. PÉREZ, PABLO

SANGOLQUÍ, 10 JUNIO 2014

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

C E R T I F I C A D O

Nosotros: ING. EDUARDO AGUILERA E ING. PABLO PÉREZ

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado, "Propuesta de un Plan para la Gestión de Riesgos Volcánicos, con enfoque al sector agropecuario del Cantón Mejía" fue realizado por María Gabriela Bedón Jiménez, ha sido revisado prolijamente y cumple con los requerimientos: teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", por lo que nos permitimos acreditarlo y autorizar su entrega al Sr. Ing. Wilson Jácome, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente.

Sangolquí, 10 Junio 2014

Ing. Eduardo Aguilera

DIRECTOR

Ing. Pablo Pérez

CO-DIRECTOR

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

María Gabriela Bedón Jiménez

Declaro que:

El proyecto de grado titulado "Propuesta de un Plan para la Gestión de riesgos Volcánicos, con enfoque al sector agropecuario del Cantón Mejía" ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 10 Junio 2014

María Gabriela Bedón Jiménez

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

A U T O R I Z A C I Ó N

María Gabriela Bedón Jiménez

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado Propuesta de un “Plan para la Gestión de riesgos Volcánicos, con enfoque al sector agropecuario del Cantón Mejía” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría

Sangolquí, 10 Junio 2014

Ing. Eduardo Aguilera

DIRECTOR

Ing. Pablo Pérez

CO-DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis Padres, a mi esposo, a mis hermanas, a mi sobrina y especialmente a mi hija IRINA, que a pesar de tener una corta edad me ha enseñado las virtudes de la perseverancia, la paciencia y sobre todo el amor que uno debe poner a las cosas que hace.

A todas las personas que de algún modo me alentaron y aportaron en algo a la culminación de este proyecto.

Les agradezco infinitamente por ayudarme a terminar esta etapa de mi vida.

GABY

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a Dios, por darme la fortaleza para no decaer en este duro camino, a mis padres por darme el apoyo en todo lo que necesitaba, a mis hermanas y mis cuñados porque no dejaron que abandone, a mi esposo y a mi hija por estar conmigo en las buenas y en las malas, por ser mi pilar en mis decisiones y mi apoyo incondicional, a mis amigos (Ings. Miguel Domínguez, Edison Collaguaso) que como profesionales supieron guiarme de la mejor manera.

Agradezco a los ingenieros y profesionales que supieron brindarme sus conocimientos y sus ideas en el desarrollo de este proyecto.

GABY

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	1
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3. ÁREA DE ESTUDIO	7
1.3.1. Reseña Histórica.....	11
1.4. OBJETIVOS.....	12
1.4.1. General	12
1.4.2. Específicos.....	12
1.5. METAS	12
1.6. DISEÑO DE LA TESIS	14
1.7. ESTRUCTURA DEL PROYECTO	16
1.7.1. Capítulo I – Introducción	16
1.7.2. Capítulo II – Marco Teórico.....	16
1.7.3. Capítulo III – Metodología	16
1.7.4. Capítulo IV – Resultados	17
1.7.5. Capítulo V – Planteamiento de la propuesta.....	17
1.7.6. Capítulo VI – Conclusiones y Recomendaciones	17
1.8. AMENAZA	18
1.8.1. Tipos de amenazas naturales	19
1.8.2. Amenazas naturales de tipo geológico:	19
1.8.3. Amenazas Naturales de tipo meteorológico:.....	21
2. INTRODUCCIÓN	22
2.1. CONCEPTOS GENERALES	23
2.1.1. Desastres naturales	23
2.2. GESTIÓN DE RIESGOS	23
2.2.1. Componentes del Riesgo.....	25
2.2.2. Evaluación de riesgo.....	26

2.2.3. Amenaza Volcánica	28
2.3. VULNERABILIDAD Y EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD.....	29
2.4. ANÁLISIS GENERAL (HISTORIA DEL VOLCÁN COTOPAXI)	31
2.4.1. Ubicación	31
2.4.2. Recopilación de las Erupciones Históricas	32
2.4.3. Estructura del Volcán Cotopaxi.....	37
2.5. SEGUIMIENTO DEL VOLCÁN COTOPAXI.....	38
2.5.1. Monitoreo Sísmico y Detección de Lahares.....	38
2.5.2. Monitoreo Geodésico.....	39
2.5.3. Monitoreo Geoquímico del Volcán Cotopaxi	40
2.5.4. Observaciones visuales:	41
2.5.5. Mediciones térmicas:	41
3. METODOLOGÍA	42
3.1. RECOPIACIÓN Y VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN	42
3.2. MAPAS INSUMOS	42
3.2.1. Cartografía base	42
3.2.2. Mapa de Uso y Cobertura Vegetal de suelo	43
3.2.3. Mapa de Flujos Laháricos	46
3.3. MAPAS GENERADOS	47
3.3.1. Mapa de Dispersión de Ceniza	47
3.3.2. Mapa de Dispersión de piroclastos, tipo “fallout”	49
3.4. COMPONENTES SOCIALES Y ECONÓMICOS.....	50
3.4.1. Población	50
3.4.2. Infraestructura.....	53
3.4.3. Educación	54
3.4.4. Salud	56
3.4.5. Economía Local	57
3.4.6. Industria	58
3.5. UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG.....	58
3.5.1. Procesamiento de Mapas	58

3.5.2. Mapa Base (Anexo 1)	58
3.5.3. Modelo Digital del Terreno (DTM) (Anexo 2)	59
3.5.4. Mapa de Pendientes (Anexo 3).....	59
3.5.5. Mapa de Uso del Suelo (Anexo 4)	60
3.5.6. Mapa de Cobertura Vegetal del Suelo (Anexo 5).....	61
3.5.7. Mapa de Dispersión de Ceniza (Anexo 6).....	63
3.5.8. Mapa de Flujos Laháricos (Anexo 7)	64
3.5.9. Mapa de Dispersión de Pirocláastos, tipo "fallout" (Anexo 8)	65
3.5.10. Mapa de Vulnerabilidad de Infraestructura (Anexo 9)	66
3.5.11. Mapa de Vulnerabilidad Vial (Anexo 10).....	68
3.5.12. Mapa de Amenaza Volcánica (Anexo 11).....	70
3.5.13. Mapa de Riesgo Agropecuario (Anexo 12)	73
3.5.14. Mapa de Afectación Agropecuaria (Anexo 14).....	73
3.6. MODELO CARTOGRÁFICO PARA EL MAPA DE AFECTACIÓN AGROPECUARIA	75
4. RESULTADOS	76
4.1. ZONA 1.....	77
4.2. ZONA 2.....	78
4.3. ZONA 3.....	80
4.4. ZONA 4.....	82
5. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA	83
5.1. PLAN 1.- CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN	83
5.2. PLAN 2.- INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA LOCAL.....	84
5.3. PLAN 1.-PLAN COMUNITARIO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO ..	86
5.4. PLAN 2.-FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES DE RESPUESTA	87
5.5. PLAN 1.-IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE RIESGO.....	87
5.6. PLAN 2.-INVERSIÓN PARA REFUGIOS TEMPORALES.....	88
5.7. PLAN 3.-PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA	88
5.8. PLAN 1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS NO VULNERABLES.....	89
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90

6.1. CONCLUSIONES	90
6.2. RECOMENDACIONES.....	91
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
8. ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites Provinciales.....	8
Tabla 2. División Política	9
Tabla 3. Parámetros Cartográficos.....	10
Tabla 4. Cartografía Base	43
Tabla 5. Unidades de Uso y Cobertura Vegetal.....	44
Tabla 6. Zonas de Flujos Laháricos.....	47
Tabla 7. Espesor de Ceniza	48
Tabla 8. Espesor de piroclastos, piroclastos tipo fallout	50
Tabla 9. Población Censo 2001	51
Tabla 10. Habitantes por Parroquia.....	51
Tabla 11. Tipo De Vías.....	53
Tabla 12. Escuelas por Parroquias.....	55
Tabla 13. Proceso de elaboración del mapa de Pendientes.....	59
Tabla 14. Proceso de ponderación el mapa de Uso del Suelo	60
Tabla 15. Tabla de ponderaciones según su peso	60
Tabla 16. Proceso de ponderación del mapa de Cobertura Vegetal del Suelo	62
Tabla 17. Tabla de ponderaciones según su peso	62
Tabla 18. Proceso de elaboración del mapa de Dispersión de Ceniza	64
Tabla 19. Proceso de elaboración del mapa de Flujos Laháricos	65
Tabla 20. Proceso de elaboración del mapa de Dispersión de piroclastos, tipo fallout	65
Tabla 21. Infraestructura del Cantón Mejía.....	66
Tabla 22. Proceso de elaboración del mapa de Vulnerabilidad Infraestructura	68
Tabla 23. Tipo de vías que cubre el Cantón Mejía	68
Tabla 24. Proceso de elaboración del mapa de Vulnerabilidad Vial	70
Tabla 25. Matriz de Saati	71
Tabla 26. Proceso de elaboración del mapa de Amenazas Volcánicas.....	72
Tabla 27. Proceso de elaboración del mapa de Riesgo Agropecuario.....	73
Tabla 28. Proceso de elaboración del mapa de Afectación Agropecuaria	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites Provinciales	8
Figura 2. División Política	9
Figura 3. Ubicación General del Área de Estudio	10
Figura 4. Diseño de la Tesis.....	14
Figura 5. Esquema del Análisis de Riesgos	27
Figura 6. Ubicación del Volcán Cotopaxi.....	31
Figura 7. Volcán Cotopaxi	32
Figura 8. Red de Estaciones Sísmicas y de Detección de Lahares.....	39
Figura 9. Monitoreo Geodésico	40
Figura 10. Dispersión de Ceniza	48
Figura 11. Dispersión de Piroclastos, tipo fallout.....	49
Figura 12. Porcentajes de Habitantes por Parroquias	52
Figura 13. Distribución de vías en el Cantón Mejía	54
Figura 14. Centros Educativos Cantón Mejía	56
Figura 15. Cobertura de Uso en el año 2000.....	57
Figura 16. Modelo Cartográfico	75
Figura 17. Mapa de Zonificación	76
Figura 18. Zona 1 Riesgo muy alto.....	77
Figura 19. Vulnerabilidad Vial.....	78
Figura 20. Vulnerabilidad de Infraestructura.....	78
Figura 21. Zona 2 Riesgo alto	79
Figura 22. Vulnerabilidad Vial.....	79
Figura 23. Vulnerabilidad de Infraestructura.....	80
Figura 24. Zona 3.....	81
Figura 25. Vulnerabilidad Vial.....	81
Figura 26. Vulnerabilidad de Infraestructura.....	82
Figura 27. Zona 4.....	83
Figura 28. Vulnerabilidad Vial.....	83
Figura 29. Vulnerabilidad de Infraestructura.....	84
Figura 30. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad vial.....	84
Figura 31. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad vial.....	85

Figura 32. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad de infraestructura.....	85
Figura 33. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad de infraestructura.....	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación .1. Ecuación del Riesgo	26
Ecuación .2. Tamaño de la Muestra	52

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS A.	Listado de Mapas	94
------------------	------------------------	----

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo establecer una "Propuesta de un plan para la gestión de riesgos volcánicos con enfoque a la afectación al sector agropecuario del cantón Mejía. Para elaborar dicha propuesta, se recopiló y seleccionó información cartográfica base; información temática, como: cobertura y uso del suelo, ceniza, flujos, y lahares, toda esta información fue integrada en el análisis de datos.. Este análisis y determinación de resultados, fueron integrados para la identificación de la afectación agropecuaria del cantón, y finalmente se implantaron los planes para que sean aprovechados por los involucrados principales.

Palabras Claves: Riesgos Volcánicos, Análisis, Ceniza, Flujo, Lahares, Afectación agropecuaria.

SUMMARY

This project aims to establish a "Proposal of a plan for the management of volcanic hazards with a focus on involvement in agriculture in the Canton Mejía. In developing this proposal, collected and selected map data base; thematic information, such as: Coverage and land use, ash flows, and lahars, all this information was integrated into data analysis. This analysis and determination of results, were integrated to identify agricultural involvement of Canton, and finally the plans were implemented to that are used by the principals involved.

Keywords: Volcanic Risk Analysis, Ash, flow, lahars.

CAPITULO I

PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS VOLCÁNICOS, CON ENFOQUE A LA AFECTACIÓN AL SECTOR AGROPECUARIO DEL CANTÓN MEJÍA

1. ANTECEDENTES

"Cada cierto tiempo, nuestro mundo altera dramáticamente su ritmo originando fenómenos naturales que, aunque poco frecuentes, pueden dar lugar a situaciones de desastre" – Julio Kuroiwa.

En Hispanoamérica, catorce son los países que se encuentran ligados permanentemente a peligros volcánicos. En las últimas décadas se han suscitado grandes desastres debido a este tipo de eventos, como por ejemplo en México (Volcán Parícutin, 1994), Colombia (Nevado Ruiz, 1985), Ecuador (Volcán Tungurahua, 2002) y Chile (Cerro Hudson, 1991), originando inseguridad en las diferentes poblaciones.

Estos desastres han traído como consecuencia la pérdida de un gran número de vidas humanas, pudiendo haberse evitado estas catástrofes mediante la existencia de una adecuada formación y educación de los responsables públicos y una mejor comunicación e interacción con la comunidad local.

Los desastres sin duda son parte de nuestra vida cotidiana y se debe aprender a convivir con ellos. La preparación es la mejor forma de reducir sus efectos y las comunidades deben convertirse en los primeros actores para

instrumentar acciones de prevención y preparación, con el fin de preservar la vida de los ciudadanos, su ambiente y sus propiedades.

Los sistemas de prevención y reducción de riesgos son herramientas que tienen como finalidad actuar sobre las causas y efectos principales de los desastres. De esta manera estaremos mejor capacitados para poder afrontar sus enormes consecuencias y se tendrá cada día comunidades preparadas para afrontar este tipo de eventos, sin dejar de lado el desarrollo propio de los pueblos.

Las áreas de afectación ante la actividad volcánica se encuentran en las provincias andinas de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y en la región Amazónica. Dentro de la franja conocida como el Cinturón de Fuego del Pacífico, se encuentra una de las más altas concentraciones de volcanes activos en todo el mundo, en el Ecuador con un total de 55 volcanes en toda su extensión. Con mayor detalle, dichos riesgos se encuentran en ciudades como Quito, Latacunga, Ambato y en poblaciones rurales.

En los últimos 11 años eventos volcánicos han afectado a gran parte de nuestro territorio, como por ejemplo las erupciones del volcán Tungurahua que inició su actual proceso eruptivo en 1999 y, desde entonces, ha intercalado períodos de gran actividad, el Guagua Pichincha en 1999 y El Reventador en el 2002, afectando a la población del Ecuador y a sus diferentes sistemas de producción, en especial al sector agropecuario.

La última erupción histórica destructiva del Volcán Cotopaxi, ocurrió el 26 de junio de 1877, caracterizada por la presencia de los siguientes fenómenos eruptivos.

1. Flujos piroclásticos, tipo escoria flow
2. Caída de piroclastos y ceniza
3. Flujos de lodo (lahares)
4. Flujos de lava

Sin duda la falta de planificación y de interés por parte de las instituciones ha llevado a la falta de medidas de seguridad, planes de emergencia y sistemas de alerta ante eventos naturales, tomando en cuenta que sin una adecuada planificación la vulnerabilidad y el riesgo tienden a incrementar.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La Región de las Américas es una zona constantemente expuestas a diferentes amenazas naturales, que han provocado graves desastres, a esto se suma la acción del ser humano en el desarrollo, la industrialización, la urbanización en áreas expuestas y el deterioro del ambiente, lo cual ha incrementado la vulnerabilidad (OPS, MANUAL DE EVALUACIÓN PARA SITUACIONES DE DESASTRE, 1998)

Nuestro país no es la excepción y la probabilidad de que se suscite un evento natural como la erupción del volcán Cotopaxi es cada día mayor, a partir de su historia eruptiva, registros y períodos de recurrencia, mediante los cuales se puede establecer que la última erupción fue en el año de 1877 de magnitud considerable, la cual originó considerables eventos asociados a su erupción como por ejemplo lahares, flujos piroclásticos y caída de ceniza, e incluso inundaciones catastróficas.

El monitoreo instrumental de los volcanes y las fallas tectónicas en Ecuador han tenido un gran impulso durante 2010. Hasta la actualidad el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional ha instalado un total de 14 GPS y 19 acelerógrafos en diversas provincias del país, estas sirven para monitorear la deformación volcánica. Estos instrumentos también sirven para medir el movimiento de las fallas tectónicas, que da origen a los sismos. De esta manera se puede conocer con mayor precisión qué zonas son más propensas a la ocurrencia de sismos.

No obstante se debe establecer, que varios casos registrados alrededor del mundo han demostrado, en forma fehaciente, que el comportamiento de los volcanes se vuelve impredecible.

La vigilancia volcánica puede realizar únicamente un seguimiento de la actividad, en algunos casos arriesgarse a dar un pronóstico, pero de ningún modo realizará una predicción. Solo está en condiciones de determinar que el volcán se ha reactivado y que más tarde o temprano ocurrirá una erupción.

Sin embargo, estas son herramientas que sirve de referencia a las instituciones con este tipo de información, con miras a de informar si existe algún cambio en la actividad de un volcán.

El monitoreo del volcán Cotopaxi en los últimos años ha sido permanente, a pesar de que el año 2008 se caracterizó por un nivel alto de la actividad sísmica, no se registró otras evidencias que muestren un cambio de comportamiento del volcán (incremento de la actividad fumarólica y/o

afectación del glaciar), caso contrario sucedió a finales del año 2001 donde se registraron este tipo de variaciones pero sin afectaciones importantes. (EPN)

En tal virtud se necesita realizar una propuesta piloto de gestión de riesgos en el Cantón Mejía que sirva como un documento técnico científico, en el cual se conozca cómo afectaría este evento a los seres humanos y a sus actividades cotidianas, con la finalidad de buscar la concienciación para afrontar un suceso de tal magnitud y poder difundir e incorporar dicha gestión en cantones que son susceptibles ante estos fenómenos.

El Cantón Mejía tiene como base económica el sector agropecuario, por esta razón es necesario generar propuestas que ayuden a la planificación y prevención de la afectación a dicho sector, con la finalidad de que si ocurriese una erupción del volcán Cotopaxi, la población esté preparada para los daños que puedan suscitarse.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio sirve para implementar un Manual de Prevención de Riesgos, atención a desastres y recuperación, que permita conocer, enfrentar y prevenir los riesgos volcánicos, concentrando sobre el Cantón Mejía, debido a que el mismo posee una alta productividad agraria importante para el país y además carece de una planificación apropiada.

El cantón Mejía es uno de los territorios mayormente implicados cuando llegue a suscitarse este evento y por ende necesita desarrollar acciones

sistemáticas de carácter preventivo a nivel gubernamental con apoyo de instituciones públicas o privadas, en aspectos vinculados con la planificación urbana, delimitación de zonas de riesgo y el desarrollo de un sistema de alerta temprana acompañada de la capacitación comunitaria.

Los cambios físicos y químicos del sistema magmático bajo el volcán reflejan condiciones de intranquilidad en el sistema volcánico. Algunos de estos cambios pueden ser percibidos directamente por la población que vive en los alrededores del volcán, mientras que otros son únicamente detectados con el uso de instrumentos científicos extremadamente sensibles, no obstante es imposible llegar a precisar el momento y la intensidad de una próxima erupción.

Los tipos de monitoreo como: el sísmico, detección de lahares y el geodésico, se aplican en forma anticipada en las fases previas a un proceso eruptivo.

“Es verdaderamente imposible realizar una predicción precisa sobre el momento y las características de una próxima erupción, aún en volcanes muy bien vigilados”. (R.S.J., Sparks/Earth and Planetary Science Letters, 2003)

Sin embargo, los planificadores de las emergencias nos han influido a mantener la idea, bastante incierta de que la vigilancia volcánica es acertada y que podrá advertirnos el momento de empezar a correr hacia los albergues.

Las experiencias recientes alrededor de mundo han demostrado sustancialmente que en la actualidad el desarrollo científico y la vigilancia en los volcanes solamente puede realizar un seguimiento de la actividad, hasta

se podría especular algún pronóstico, pero nunca una predicción. Bajo estas condiciones solamente se puede determinar que volcán se ha reactivado y que algún momento en el tiempo, se dará la erupción inminente.

Por estas razones, en cualquiera de los dos escenarios, la prevención es únicamente una probabilidad.

La coordinación realizada con SIGAGRO enfoca su alto interés en la realización del presente proyecto, debido a que es de gran ayuda para el gobierno y para la comunidad local, el poder conocer los diferentes impactos que puede generar este evento natural tanto en la parte social, la parte económica y la parte agropecuaria.

1.3. ÁREA DE ESTUDIO

El Cantón Mejía se encuentra al sur oriente de la Provincia de Pichincha, tiene una superficie aproximada de 1422.9 km², una altitud que varía desde los 1700 a 4750 m.s.n.m. y con una temperatura media anual de 11.9 °C.

El suelo destinado a la agricultura (según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería), para el año 2000, ocupaba 10,5 % de la superficie total del cantón; el 13% estaba destinado a la ganadería y el 34,8 % era destinado al área forestal.

Tabla 1. Límites Provinciales

PUNTOS CARDINALES	LIMITES PROVINCIALES
Norte	Distrito Metropolitano de Quito y Cantón Rumiñahui
Sur	Provincia de Cotopaxi (Latacunga)
Este	Provincia del Napo (Archidona)
Oeste	Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas

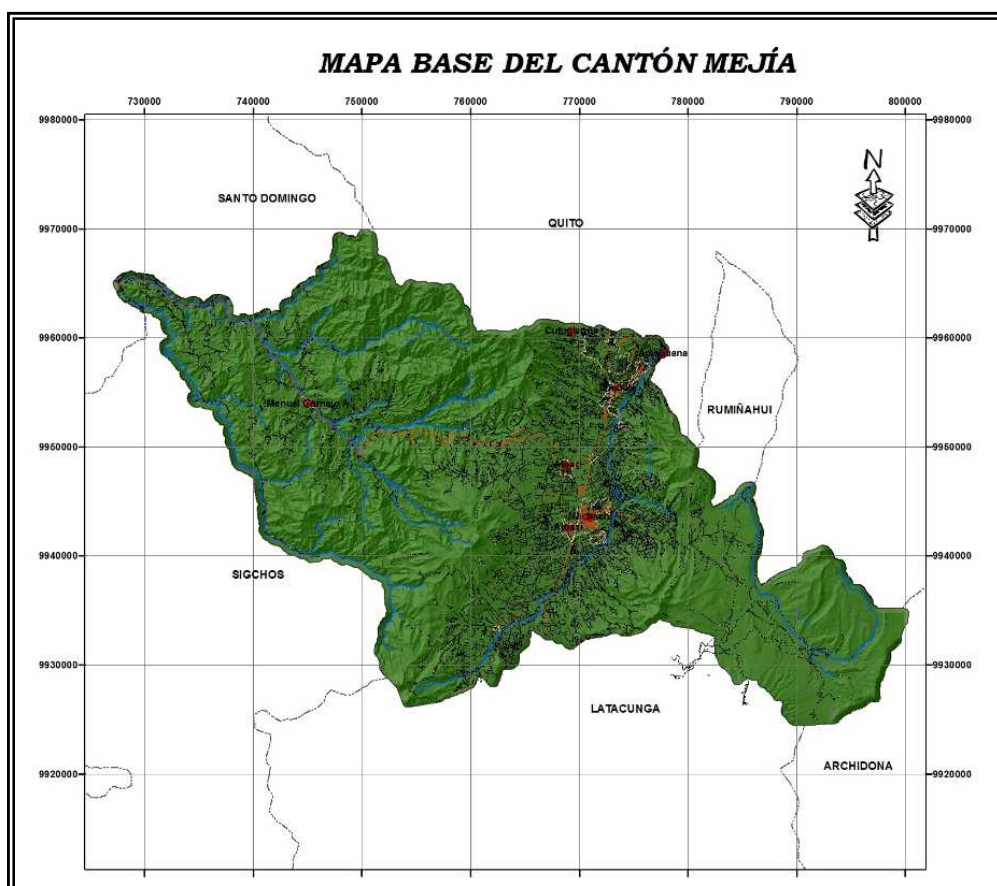


Figura 1. Límites Provinciales

Tabla 2. División Política

CABECERAS CANTONALES Y PARROQUIAS	POBLADOS
Cabecera Cantonal	Machachi
Cabecera Parroquial	Machachi
	Alóag
	Aloasí
	Cutuglahua
	Tandapi
Parroquias Urbanas y Parroquias Rurales	El Chaupi
	Tambillo
	Uyumbicho
	Machachi

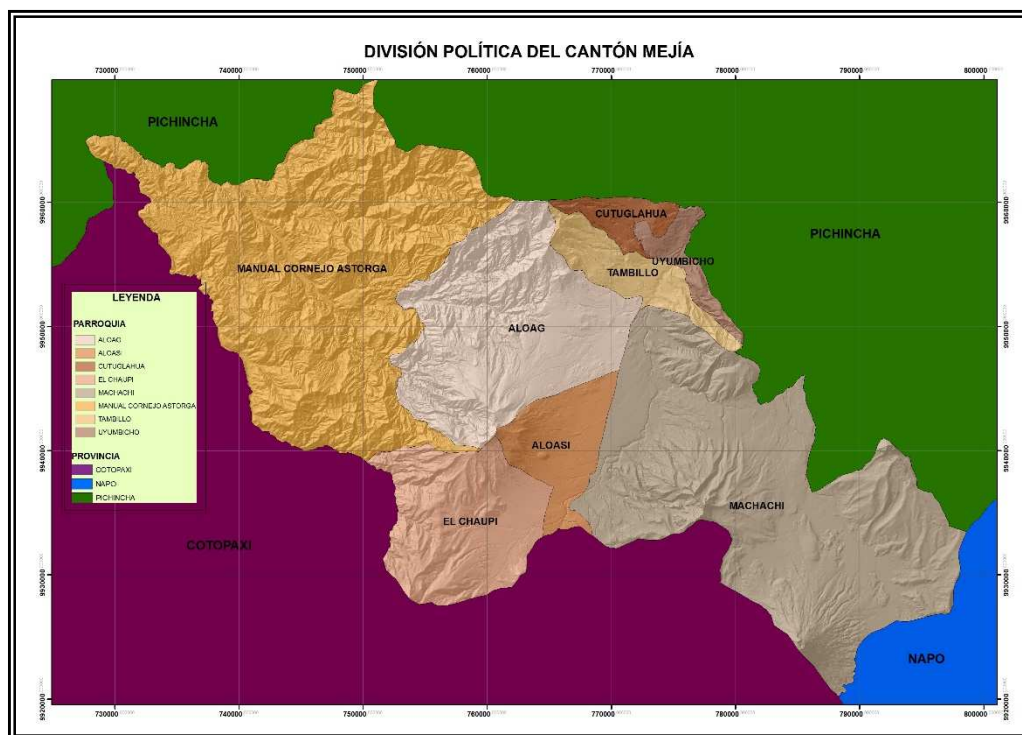


Figura 2. División Política

Tabla 3. Parámetros Cartográficos

PARÁMETROS CARTOGRÁFICOS	
Escala	1:50.000
Proyección Cartográfica	UTM
Zona Cartográfica	17 S
Elipsoide	WGS 84
Datum Vertical	WGS 84
Datum Horizontal	WGS 84

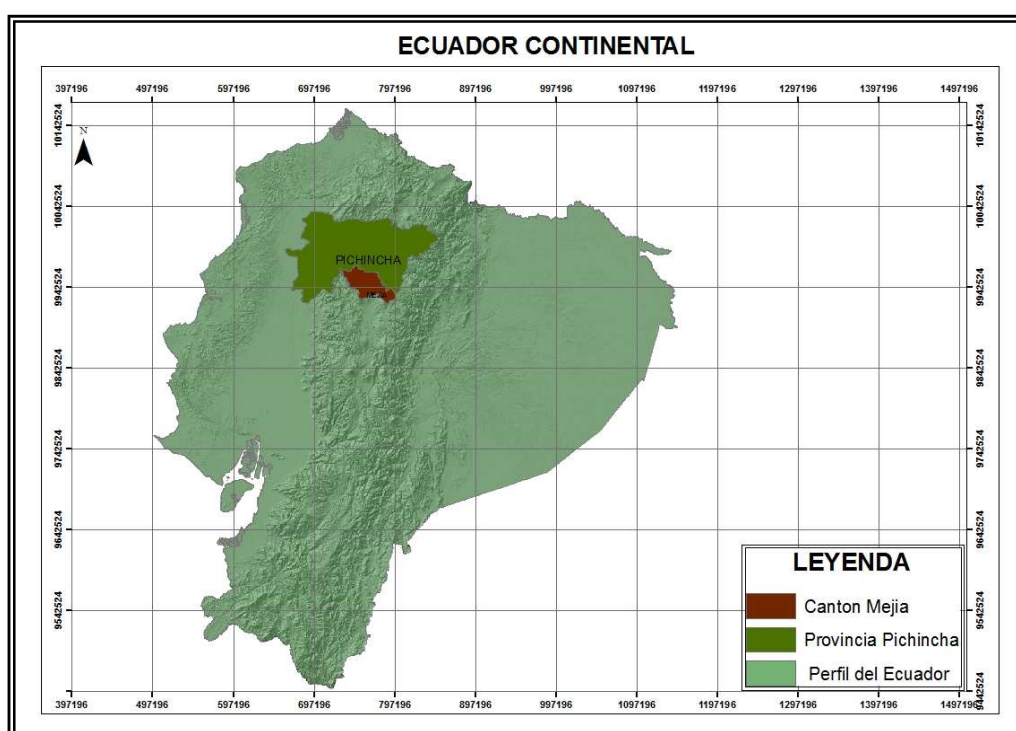


Figura 3. Ubicación General del Área de Estudio

1.3.1. Reseña Histórica

Los primeros aborígenes del Valle de Machachi fueron los Panzaleos. Cabe destacar que la cultura de los Panzaleos fue la más antigua que se estableció en el Ecuador Interandino. Fueron de origen centroamericano, después de permanecer unos doscientos años en el centro y sur de Colombia, ingresaron al Ecuador y se establecieron en él.

Los españoles establecen tres asentamientos poblacionales de acuerdo a un trazado urbano. Por un lado, nacen las tres parroquias eclesiásticas: Alóag, Santa Ana de Aloasí y Santiago de Machachi y, por otro, se desarrolló un centro demográfico, que fue cobrando una hegemonía política y administrativa, Machachi.

La superficie de aproximada de 1.500 km² que ocupa actualmente el Cantón Mejía antes de 1875 y a finales de La Colonia estaba compuesta por enormes extensiones dedicadas al cultivo de cereales hortalizas y a la cría de ganado vacuno.

El Cantón Mejía originalmente denominado Machachi, en el proceso hacia su constitución como cantón, pasó por varias incidencias jurídicas administrativas. Fue elevado a la categoría de parroquia en 1824, según la Ley de División Territorial de junio 25 de 1824 (Archivo Legislativo. Folleto 1824).

En 1869 pasó a pertenecer al cantón Quito mediante la Ley de División Territorial del 30 de agosto de 1869 (archivo legislativo, Folleto 1869, p. 130). El 23 de julio de 1883 se concretó la erección del Cantón Mejía (Archivo Legislativo, Folleto Nacional 28), en memoria del ilustre quiteño José Mejía Lequerica Barriotieta.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Realizar un plan para la Gestión de Riesgos Volcánicos, con enfoque a la afectación del sector agropecuario en el Cantón Mejía.

1.4.2. Específicos

- Recopilar, verificar y validar los datos existentes en la zona de estudio.
- Diagnosticar el estado de la situación actual del cantón.
- Evaluar las zonas vulnerabilidad a la afectación agropecuaria.
- Proponer alternativas para la prevención de riesgo volcánico.
- Elaborar un documento técnico de procedimientos para la gestión de riesgos volcánicos, con enfoque a la afectación del sector agropecuario.

1.5. METAS

- Diseñar una base de datos históricos de la actividad eruptiva del volcán Cotopaxi.

- Realizar un historial de la comunidad.
- Construir una base de datos en la cual se recopile el parámetro socio económico cultural de la población del Cantón Mejía.
- Elaborar mapas temáticos a escala 1:50.000:
 - Mapa de dispersión de ceniza
 - Mapa de dispersión de piroclastos, tipo fallout
 - Mapa de flujos volcánicos
 - Mapa de zonificación
 - Mapa de riesgos volcánicos (lahares, caída de ceniza y piroclastos tipo fallout)
 - Mapa de afectación agropecuaria
- Generar un plan de acción para prevención de riesgos, atención de desastres y recuperación

1.6. DISEÑO DE LA TESIS

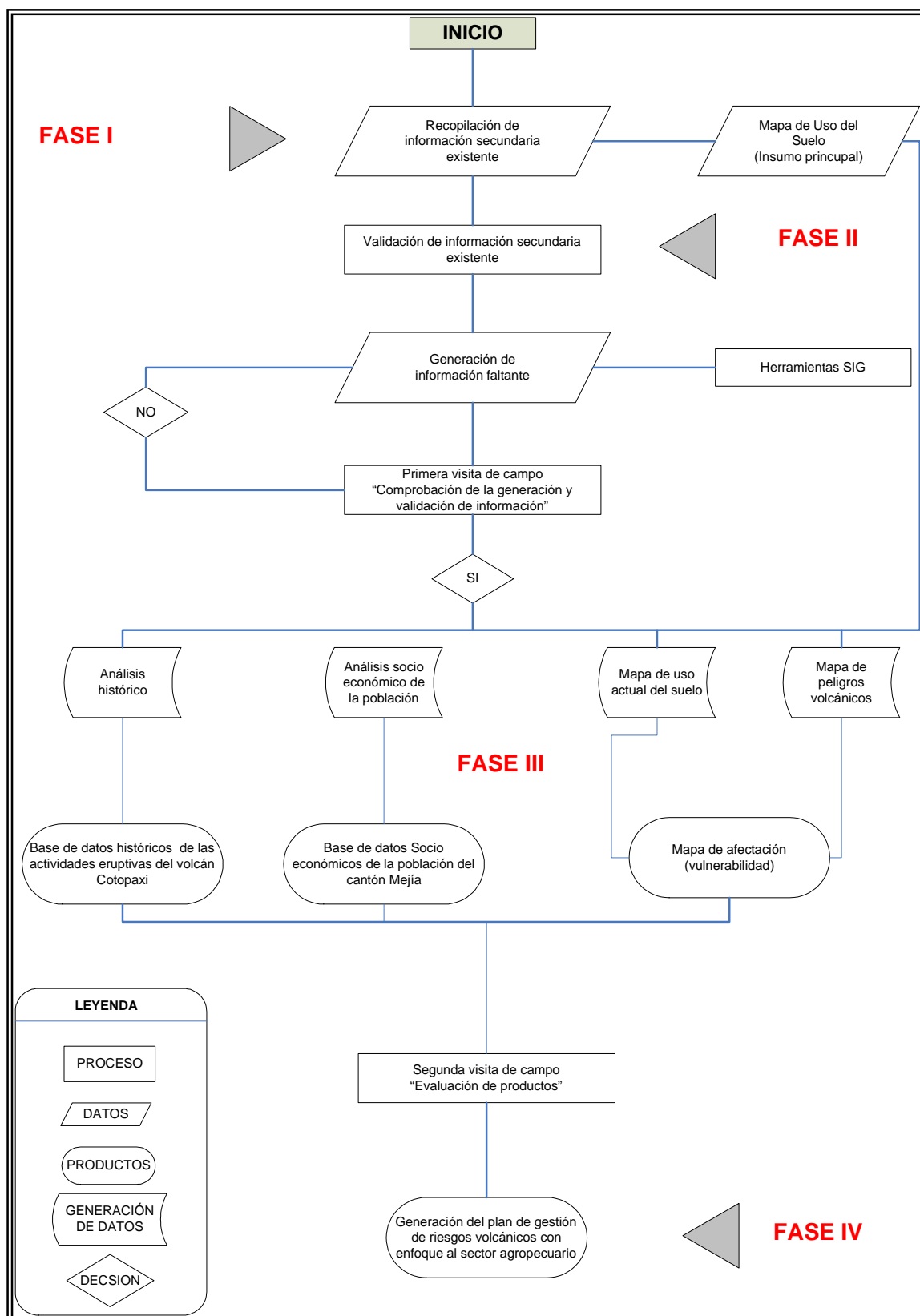


Figura 4. Diseño de la Tesis

La metodología a utilizar en este trabajo es un estudio descriptivo y cualitativo que va a permitir determinar las zonas de peligros volcánicos y afectación al sector agropecuario, y una investigación documental la cual se basa en la recopilación de información secundaria, permitiendo la observación en contacto directo con lo que se estudia.

La utilización de herramientas geoinformáticas es fundamental en la generación de la información requerida y necesaria para la realización del plan de Gestión de Riesgos Volcánicos, que es el objetivo de este proyecto.

En la FASE I, se procedió a la recopilación de información secundaria documental y cartográfica necesaria para realizar el estudio, como son: mapa base, mapa geomorfológico, mapa hidrológico, mapa de uso y cobertura actual del suelo, mapa de flujos volcánicos, mapa de pendientes, mapa de ceniza volcánica, y así mismo información detallada respecto al Cantón Mejía.

En la FASE II, se realizó la validación de la información recopilada, con la utilización de herramientas geoinformáticas y además se procedió a generar la información faltante, como actualización de cartografía.

Una vez obtenidos estos productos se realizó la primera salida de campo, como reconocimiento del área de estudio y la verificación de la información recopilada.

En la FASE III, con lo adquirido en la fase II se generó los diferentes mapas y se aplicó una metodología recomendable para la Gestión de Riesgos Volcánicos. Además se realizó una segunda salida de campo para validar los productos obtenidos.

Finalmente en la FASE IV, con los productos ya validados se procedió a realizar el Plan para la Gestión de Riesgos Volcánicos, con enfoque a la afectación al sector agropecuario del Cantón Mejía, Provincia de Pichincha – Ecuador.

1.7. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

1.7.1. Capítulo I – Introducción

Dentro de este capítulo se encuentran el ¿Por qué? y ¿Para qué? de la realización del presente proyecto. Además, se explica el alcance que tiene el mismo y su estructuración.

1.7.2. Capítulo II – Marco Teórico

Los temas que abarca este capítulo son de gran importancia para la completa ejecución del proyecto, ya que, define cada uno de los conceptos que se encuentran involucrados en los riesgos volcánicos.

1.7.3. Capítulo III – Metodología

En este capítulo se da a conocer la metodología del proyecto, con el análisis y validación de los datos obtenidos en el cantón, además, se encuentran los diferentes pasos que se han seguido para la realización y actualización de los mapas que intervienen en el análisis de la información del cantón.

1.7.4. Capítulo IV – Resultados

En este capítulo se presenta un diagnóstico general y la situación actual del cantón identificándose las amenazas y riesgos dentro del mismo.

1.7.5. Capítulo V – Planteamiento de la propuesta

Aquí se da a conocer un planteamiento de la propuesta mediante planes y programas de emergencia asociados a riesgos volcánicos con enfoque a la afectación agropecuaria.

1.7.6. Capítulo VI – Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se emiten criterios personales basados en el análisis de los factores anteriormente descritos y de los resultados obtenidos en el transcurso de la realización del presente proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

1.8. AMENAZA

La amenaza es la probabilidad de que un fenómeno natural o causado por la acción humana, ocurra y pueda poner en peligro a un grupo de personas y su medio ambiente.

Las amenazas pueden clasificarse según su origen:

Natural: se origina por la dinámica propia de la tierra, en su permanente transformación.

Socio Natural: se refiere a fenómenos de la naturaleza intensificados por las actividades humanas.

Antrópico: si es producto de la acción humana sobre elementos de la naturaleza o la misma población.

La evaluación de la amenaza se realiza a través de inventarios de fenómenos realizados de forma participativa con las municipalidades, los líderes comunales y la población; observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de información científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes, etc.), con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los

fenómenos naturales peligrosos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica.

El resultado es la elaboración de un mapa de amenazas, el cual representa un elemento clave para la planificación del uso del territorio y constituye un insumo imprescindible para la evaluación de los riesgos actuales y potenciales.

1.8.1. Tipos de amenazas naturales

Las amenazas naturales pueden clasificarse en (Plaza & Yépez, 2001):

1.8.2. Amenazas naturales de tipo geológico:

- Sismos o terremotos
- Deslizamientos
- Erupciones volcánicas

Los volcanes son parte de nuestro mundo. El 10% de la población mundial 600 millones de personas aproximadamente viven en zonas donde existen volcanes potencialmente activos. En el siglo XX, un 76% de las muertes causadas por erupciones volcánicas ocurrieron en naciones de América Latina y el Caribe. En los últimos 10 años, casi la mitad de las erupciones más fuertes en el mundo tuvieron lugar en esta región del planeta (OPS, Desastres, 2002).

Según la (OPS, Los Desastres Naturales, 1993), la actividad volcánica puede manifestarse en dos tipos de erupciones.

- Erupción explosiva. Se da una rápida disolución y expansión del gas al acercarse las rocas fundidas a la superficie. Las explosiones diseminan bloques y fragmentos de rocas y lava.
- Erupción efusiva. Aquí, el flujo de materiales (fango, ceniza, lava) es la mayor amenaza. (OPS, Los Desastres Naturales, 1993).

El suelo resultante de la alteración de la ceniza volcánica, es rico en nutrientes inorgánicos en lo que posee una excelente capacidad para la agricultura, por lo que ha servido como sitio preferido para el asentamiento de pueblos y ciudades, desconociendo en sí el o los largos períodos de inactividad y la afectación de un proceso eruptivo. La dificultad para predecir cuándo se producirá hace más difícil su prevención.

“Las erupciones volcánicas afectan a la población y a la infraestructura de muchas formas. Las lesiones traumáticas inmediatas se deben al contacto con el material volcánico pues la ceniza sobrecalentada, los gases, las rocas y el magma suelen causar quemaduras suficientemente graves como para provocar la muerte.

La caída de piroclastos puede ocasionar lesiones por aplastamiento, y la inhalación de gases y humos suele producir trastornos respiratorios. Edificios e infraestructuras pueden resultar destruidos si se encuentran en el camino del fluido piroclástico y los lahares. Las cenizas que se acumulan en los

tejados de las casas pueden aumentar el riesgo de derrumbamiento” (OPS, Los desastres naturales y la protección de la salud, OPS-OMS. 2000., 2000).

Entre los efectos más importantes para la salud de la población están:

- Flujos piroclásticos
- Nubes ardientes
- Cenizas
- Aire (los cuales pueden provocar la muerte o al menos, quemaduras en las vías respiratorias (Kuroiwa, 2002)
- Corrientes de fango
- Lahares
- Gases volcánicos
- Lluvias de cenizas, (sin ser tan peligrosos, constituyen cuestiones de seguridad);
- Lava
- Lluvia ácida (aunque generalmente letales, pueden afectar a comunidades dependiendo de su proximidad al volcán) (OPS, Desastres, 2002).

1.8.3. Amenazas Naturales de tipo meteorológico:

- Inundaciones

- Sequías

2. INTRODUCCIÓN

En nuestro país se pueden suscitar eventos naturales de magnitud considerable, siendo producidos por la fuerza de la naturaleza, desastres naturales como: sismos, terremotos, deslizamientos y erupciones volcánicas, en algunos de ellos ha influenciado el hombre considerablemente.

Se debe recalcar que estos eventos por si solos ofrecen un mínimo peligro, ya que son expresiones de la naturaleza, a menos que dichos eventos sean acontecidos donde existe actividad humana, es ahí cuando se convierten en una amenaza para los habitantes de la zona.

Todos los aspectos que nos hacen débiles para resistir los eventos que se producen en los lugares donde se habita, es lo que se conoce como vulnerabilidad y cuando se evalúa lo que podría ocurrir si se llega a concretar una amenaza (natural o antrópica) en una comunidad vulnerable a la misma, estamos realizando un análisis de riesgo.

El objetivo de esta Propuesta de una Gestión de Riesgos Volcánicos con enfoque a la afectación del sector agropecuario es dar a conocer, guiar y ayudar a generar un cambio de visión frente a los desastres, con la finalidad de que se pueda salvar vidas, proteger el ambiente y preservar sus bienes, logrando obtener comunidades con un amplio desarrollo.

2.1. CONCEPTOS GENERALES

2.1.1. Desastres naturales

Al decir que los desastres se dan inevitablemente provoca una actitud pasiva frente a los mismos. Los desastres son la manifestación de un fenómeno de origen natural o provocado por el hombre (antrópico), que se presenta en un espacio y tiempo limitado ocasionando trastornos en los patrones normales de vida y pérdidas humanas, materiales y económicas debido a su impacto sobre la población, edificaciones, recursos vitales o el ambiente (OPS, Manual de Evaluación para situaciones de desastres, 2003).

Se denominan fenómenos naturales, aquellos que se manifiestan sin causar daño al ser humano. Cuando estos fenómenos tienen el potencial de afectar a poblaciones humanas, sus actividades, infraestructura, producción, etc., se llaman amenazas naturales. Éstas se convierten en desastres, cuando provocan daños o pérdidas y requieren la intervención activa o pasiva del hombre para que sucedan. Si se conoce el potencial destructivo de las amenazas naturales, se puede incorporar esa información en los procesos de planificación del desarrollo (OPS, Los Desastres Naturales, 1993).

2.2. GESTIÓN DE RIESGOS

La gestión de los riesgos consiste en adoptar políticas, estrategias y medidas orientadas a reducir o minimizar sus efectos, en las que participan la población y las autoridades.

Los resultados de este proceso continuo de manejo o gestión de riesgos pueden ser divididos en:

- Medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos, la exposición o el grado de vulnerabilidad.
- Medidas de preparación cuyo objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de gente y bienes de zonas amenazadas.
- Medidas de respuesta cuando está sucediendo o ha sucedido un desastre (manejo o gestión de desastres, recuperación, reconstrucción).

Las medidas de prevención incluyen la realización de estudios y análisis para identificar, evaluar y cuantificar el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como las acciones para mitigar (reducir) los efectos de los peligros observados. Los estudios y análisis de identificación y evaluación de amenazas y vulnerabilidades están englobados en el denominado análisis de riesgos. El análisis de riesgos tiene como objetivo servir como base para la elaboración de los planes de reducción de desastres, y más allá de los planes de desarrollo local.

El concepto de trabajo para el Análisis de Riesgos planteado en este documento y sugerido por varios autores, implica una estrecha interrelación entre los especialistas, el gobierno seccional y la población. Es importante

integrar desde un inicio a miembros de las municipalidades al trabajo de análisis y evaluación con el objetivo de transmitir algunos conocimientos a éstos, entender más de la realidad del municipio y garantizar la continuidad e implementación de las recomendaciones vertidas en el documento resultado del estudio. Así se obtendrá información valiosa sobre zonas a priorizar, eventos desastrosos ocurridos, (ubicación, daños causados etc.), que permiten ahorrar esfuerzos y tiempo. El gobierno municipal como máxima autoridad del municipio, tiene obviamente la potestad de participar en la evaluación proponiendo acciones, obras etc.

El procedimiento implica también la participación de la población en gran parte del proceso de análisis de riesgos, a través de talleres participativos, como de entrevistas individuales a líderes comunales. Se pretende con esto por una parte el levantamiento de la información histórica sobre desastres ocurridos en la zona o sus alrededores, y por otra parte la integración de la comunidad en la definición y ejecución de las recomendaciones, como por ejemplo participación en comités de prevención y/o emergencia, en obras estructurales participativas como barreras vivas o muros de contención; o en medidas no estructurales como la reforestación de las zonas degradadas ambientalmente.

2.2.1. Componentes del Riesgo

La existencia de condiciones de riesgo, así como la ocurrencia de desastres, está determinada por la combinación de dos componentes de estrecha relación entre sí: la amenaza de que se presente un fenómeno de

origen natural o humano, y las condiciones de vulnerabilidad de un territorio determinado y sus pobladores. La combinación de ambos factores determina el riesgo, por tanto es necesario identificar, analizar y estudiar estas condiciones, con el fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de desastres.

2.2.2. Evaluación de riesgo

El riesgo tendrá siempre un valor numérico (número de víctimas y/o pérdidas económicas) que podrá calcularse con algún tipo de fórmula. Todas estas fórmulas, en el caso del riesgo volcánico, incluyen el producto de la peligrosidad volcánica por su respectiva vulnerabilidad. Al ser las funciones de peligrosidad y vulnerabilidad, distribuciones definidas en un marco probabilístico, hay que entender este producto como un producto de convolución entre funciones.

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} * \text{VULNERABILIDAD}$$

Ecuación .1. Ecuación del Riesgo

Una vez identificado un sitio de coexistencia de vulnerabilidad y amenazas se puede evaluar el riesgo, a partir de lo cual se generan las correspondientes recomendaciones para la reducción del mismo. En particular, las evaluaciones de riesgo sirven como base para incorporar medidas de mitigación, lineamientos de uso del suelo y otras recomendaciones a los planes estratégicos de desarrollo a nivel nacional, gobiernos seccionales, de cuencas

e inclusive a nivel micro en el diseño de proyectos de construcción o infraestructura.

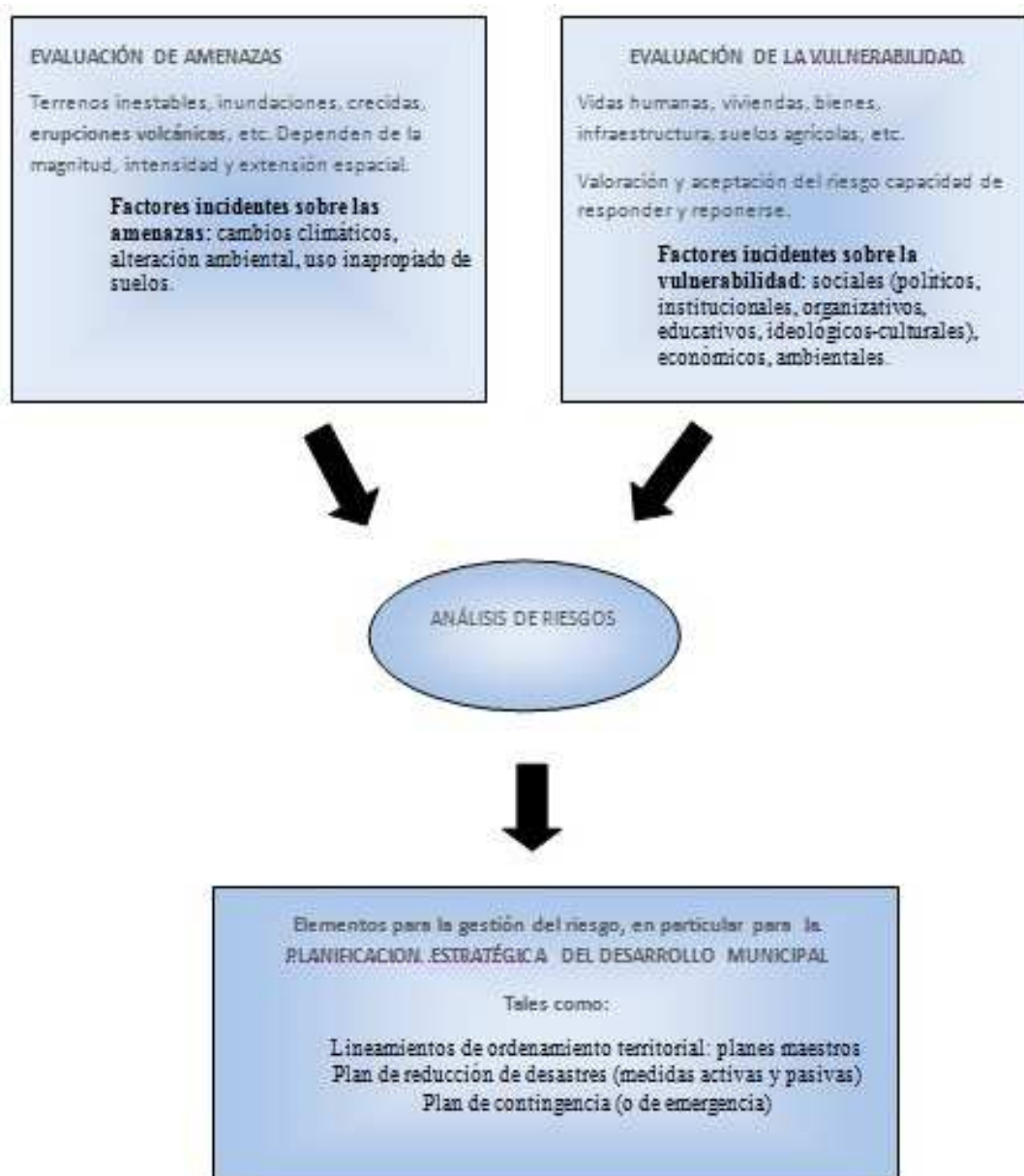


Figura 5. **Esquema del Análisis de Riesgos**
(Giraldo Rincón, Fiallos Peña, & Alvares Poveda, 2006)

2.2.3. Amenaza Volcánica

La amenaza volcánica representa la posibilidad de que un fenómeno volcánico de carácter destructivo pueda ocurrir en algún momento del futuro mediato o inmediato.

El estudio de la actividad volcánica en una región cambia substancialmente cuando va dirigido a la evaluación de la peligrosidad volcánica (Blong, 1984). Debe plantearse el estudio del volcán en dos frentes: hay que conocer cuál es el estado del volcán a través de su historia eruptiva, de los magmas que intervienen, de sus ciclos de evolución magmática y de los distintos mecanismos eruptivos.

Según Araña y Ortiz, 1993 se deben individualizar los peligros volcánicos asociados a cada estado evolutivo, determinando su periodo de retorno y los parámetros que lo caracterizan.

Se observa que las erupciones que han producido mayor número de muertes lo han hecho de modo indirecto: provocando hambre al arruinar las cosechas, desencadenándose flujos de lodo que han llevado la destrucción hasta zonas muy lejanas del aparato volcánico o por terremotos probablemente tectónicos ocurridos en la zona.

Esto es debido a que un volcán no pasa inmediatamente del más absoluto reposo a la más violenta actividad, por lo que todas las grandes erupciones

vienen precedidas de actividad menor, pero suficiente para que las poblaciones próximas al volcán evacuen espontáneamente.

La mayor parte de los eventos volcánicos sólo suceden en las proximidades del volcán (caída de bombas y nubes de gases tóxicos) o bien presenta una movilidad baja, como las lavas. Incluso los grandes efectos del volcanismo explosivo están limitados a un entorno de pocos kilómetros.

Otras catástrofes asociadas a los volcanes, como pueden ser los lahares o los deslizamientos de ladera pueden ocurrir sin erupción o terremoto, disparados simplemente por unas lluvias torrenciales que hacen inestables los materiales volcánicos.

No sólo las vidas humanas son los elementos de riesgo, ya que nuestra sociedad posee y depende de estructuras básicas muy vulnerables, como son los sistemas de comunicación o las redes de distribución de agua y energía. Además, los núcleos urbanos en la proximidad de volcanes potencialmente peligrosos son cada vez mayores, llegándose en algunos casos a urbanizar hasta las laderas de un volcán de alto riesgo como es el caso del Vesubio en Italia.

2.3. VULNERABILIDAD Y EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad es la condición por la cual una población o estructura social, económica o infraestructura, está expuesta al peligro de resultar afectada por un fenómeno de origen humano o natural llamado amenaza,

también se refiere a las condiciones que dificultan que una comunidad, región, municipio o país pueda recuperarse de los efectos de un desastre.

La evaluación de vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a daños y pérdidas, ante una amenaza específica. Consiste en la identificación y evaluación de los elementos vulnerables y la estimación del porcentaje de pérdidas resultante de un fenómeno peligroso.

La vulnerabilidad puede clasificarse según su origen o fuente:

- Factores de vulnerabilidad ambientales: se relaciona con la forma de que una comunidad determinada utiliza los elementos de su entorno, debilitándose a sí misma y debilitando a los ecosistemas que le sustentan en su capacidad para tolerar los fenómenos de la naturaleza.
- Factores de vulnerabilidad físicos: incluyen la ubicación física de los asentamientos humanos, las calidades de materiales o condiciones técnicas con las que se construyen viviendas edificios, carreteras, instalaciones eléctricas, etc.
- Factores de vulnerabilidad económicos: se refieren a la falta de recursos económicos de los miembros de una comunidad, que por ejemplo los obliga a invadir zonas de riesgo o a construir sin la técnica y los materiales adecuados, así como la mala utilización de los recursos disponibles.
- Factores de vulnerabilidad sociales: comprenden el conjunto de comportamiento, relaciones, creencias, formas de organización

comunitaria e institucional, y manera de actuar de las personas y la comunidad. Esta subdividida en: educativos, ideológico- cultural, institucionales, políticos y organizativos.

2.4. ANÁLISIS GENERAL (HISTORIA DEL VOLCÁN COTOPAXI)

2.4.1. Ubicación

El volcán Cotopaxi se encuentra localizado en la cordillera real, en la planicie de Limpiopungo a 35 Km. al noreste de Latacunga y 60 Km. al sureste de Quito.

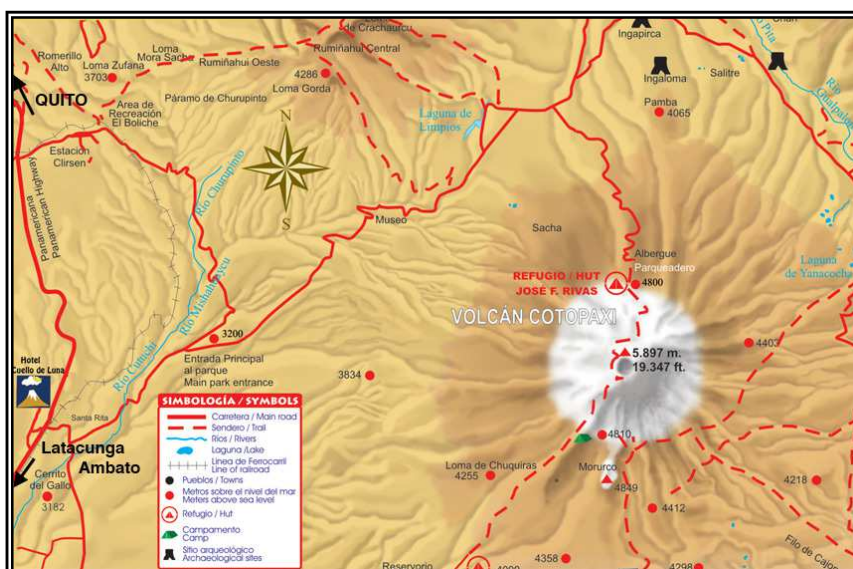


Figura 6. Ubicación del Volcán Cotopaxi
(Aguilera, El Riesgo Volcánico del Cotopaxi, 2004)

Con coordenadas UTM:

- UTM X:: 754130 m
- UTM Y: 9929942 m

Datos Fisiográficos

- Elevación: 5897 m
- Tipo de volcán: Estrato-volcán joven de forma cónica y simétrica
- Diámetro basal: 19 Km.



Figura 7. **Volcán Cotopaxi**

(Aguilera, El Riesgo Volcánico del Cotopaxi, 2004)

2.4.2. Recopilación de las Erupciones Históricas

FECHA	EVENTOS
15 de noviembre de 1532	Datos pobres e incompletos

FECHA	EVENTOS
Junio-Julio de 1534	Provocó muertes de mucha gente por el fuego y piedras que caían era muy menuda y caliente, derritió la nieve y bajo tan gran cantidad de agua y con tanto ímpetu, que se hundió y anegó un pueblo que se llamaba La Contiega.
15 de Junio de 1742	El deshielo de una parte de sus nieves había causado grandes estragos", arruinó haciendas, arrebató ganados, destrozó los puentes que había de arcos, y amedrentó los ánimos hasta el último término de la aflicción
9 de Diciembre de 1742	Hombres y animales murieron por centenares, molinos, obrajes y haciendas situadas en las cercanías de los ríos, fueron arrebatadas. En Latacunga desapareció casi completamente el "barrio caliente" y el lugar llamado Rumipamba
Abril y Septiembre de 1743	Masas inmensas de agua se precipitaron del cono, las que sin embargo, causaron menores daños que la vez pasada, por estar robados ya los ganados y las haciendas
30 de Noviembre al 2 de Diciembre de 1744	Una abundante caída de ceniza produjo oscuridad en una extensa zona. "Las cenizas fueron lanzadas hasta el mar, a más de 80 leguas y cubrieron la tierra hasta el punto de que no se veía ni la menor verdura en los campos, a doce y quince leguas en la región. lo cual duró un mes y más en algunos sitios, haciendo morir un gran número de ganado mayor y menor.
18 de Diciembre de 1757-1758	Mulalo, Callo, y el pueblo de Latacunga fueron devastados por una inundación, destruyendo sus viviendas.
10 de Febrero de 1766	Como siempre causó también esta vez, grandes inundaciones. De nuevo fue arrebatado el "barrio caliente" de Latacunga y el río Ataques excavó un nuevo cauce cerca de la ciudad. En el valle de Tanicuchíyen otros

FECHA	EVENTOS
2 de Abril de 1768	<p>puntos cayó tanta arena y piedra pómez gruesa, que se arruinaron muchas haciendas</p> <p>El 2 de abril entre las 9 y 10 de la noche los habitantes de diversos poblados diseminados de oriente a occidente, oyeron un fuerte estruendo subterráneo semejante a un poderoso trueno, y enseguida sintieron un fuerte sacudimiento del suelo.</p>
4 de Abril de 1768	<p>Desde luego volaron las piedras encendidas por los aires, se levantaron crecidas nubes de ceniza, cambiando el día apenas amanecido en noche oscura; se derramaron del cráter ríos de lava incandescente y las avenidas de agua y lodo no tardaron en precipitarse</p>
Abril de 1768	<p>En la Hda. Pedregal, ubicada a unos 16 Km. al N-NW del cráter, la caída de cenizas solo originó una reducción del 53% en la producción de quesos.</p>
1768	<p>El obraje de la Hacienda Chillo Compañía, ubicado sobre la orilla izquierda del río Santa Clara cerca de Sangolquí, no fue afectado por un lahar. Esto significaría que el que generó esta erupción no tuvo el volumen suficiente para desbordar el cauce del Río Pita, en el sitio "La Caldera".</p>
4 de Enero 1803	<p>Como consecuencia de la erupción del Cotopaxi en 1803, sobrevino una sequía general que atormentó a toda la Hoya del Cutuchi produciendo, sobre todo en nuestra región de Pillaro una espantosa hambre, también esta erupción estuvo seguida por una desastrosa inundación que causó grandes pérdidas</p>
Abril de 1845	<p>Es poco conocida la actividad de este año, salvo una referencia aislada, en donde se dice que las cenizas parecían llegar hasta dos veces la altura de la montaña.</p>

FECHA	EVENTOS
Septiembre de 1853	Emisión del flujo de lava.
9 al 12 de Septiembre de 1854	Se registraron temblores, escape de lapillos, ceniza y una considerable avenida que arrasó con casas, labrantíos y ganado
1855	<p>El Cotopaxi continuó lanzando fumarolas, humo, fuego, truenos y derrames acuosos</p> <p>Hizo erupción de rocas fundidas (lava); por suerte, los cauces tomaron rumbo al oriente, despejándose el peligro que acechaba a</p>
21 de Mayo de 1856	Latacunga y alrededores; Fuertes caídas de ceniza durante los meses de mayo, octubre, noviembre y diciembre.
1857 enero	Bocanadas de densísimo humo en forma de columna.
16 al 21 de Septiembre de 1866	Se habrían emitido pequeños flujos de lava. Derrame de lava liquescente, ruidos, creciente del Cutuchi y otras manifestaciones, mantuvieron en alerta a los cotopaxenses
Enero a Junio 1877	<p>Desde el principio del año de 1877 se observaba casi continuamente una nube ó columna de vapor y humo sobre el cráter del Cotopaxi, mas fuerte y espesa que lo que solía mostrarse en tiempos de tranquilidad, y algunas veces iluminaba la noche En la noche del 21 de abril se verificó la primera erupción considerable que no causó daños, porque sus efectos estuvieron limitados al cono volcánico</p> <p>Sobre el labio oriental del cráter parecía derramarse un río de fuego. Un momento más y un escuadrón de piedras incandescentes comenzó a emerger de las entrañas del Monstruo. Eran disparadas hasta lo más alto</p>

FECHA	EVENTOS
	<p>del cielo, y en contacto con las capas frías de la atmósfera estallaban y se destrozaban en fragmentos.. El 26 de junio, a las 10 de la mañana se produjo la erupción paroxismal con la emisión de flujos piroclásticos del tipo "boiling over", que fundieron los glaciares y desencadenaron grandes lahares que transitaron por todos los drenajes naturales causando alrededor de 1,000 víctimas y cuantiosas pérdidas económicas. La caída de ceniza empezó antes y duró varias hora. En Quito anocheció a la una y media y hubo necesidad de alumbrado artificial. En Guayaquil la lluvia empezó el 26 de junio a las nueve de la mañana y duró, con breves interrupciones, hasta el 1 de julio.. En promedio, el espesor del depósito llegó a 2 cm en Machachi, 6 mm en Quito y menos de 6 mm en Latacunga. El 27 y 28 de junio hubo caída de cenizas en el mar, en el trayecto de Guayaquil a Manta.</p>
23 de Agosto de 1878	<p>Existió una negra columna de humo, rayos de mayor o menor intensidad, y tenemos a la vista la grandiosa imagen de esas refulgentes e irregulares zetas de una desencadenada tempestad de las eléctricas.</p>
23 de Agosto de 1880	<p>Se presentaron emisiones de ceniza, efusión de pequeñas coladas de lava y la formación de lahares de pequeño volumen.</p>
22 de Julio de 1885	<p>Sin que se le pueda relacionar con algún pulso eruptivo, un lanar de importancia transitó por el Río Pita y causó algunos daños importantes en el Valle de Los Chillos. Actividad explosiva concentrada en el cráter; emisión de bombas, lapilli y ceniza gruesa con la formación de una "inmensa columna". Lluvia de ceniza en Callo.</p>
1912	<p>Durante febrero y marzo, pequeñas pero muy frecuentes explosiones; en mayo una columna de humo y gases</p>

FECHA	EVENTOS
1942	Mencionan una erupción severa, que habría ocurrido en febrero de 1942
Mayo de 195	Una actividad volcánica, consistente en una claridad de color amarillo ubicada sobre el cráter, a la que siguió la expulsión de rocas incandescentes

(Aguilera, El Riesgo Volcánico del Cotopaxi, 2004)

2.4.3. Estructura del Volcán Cotopaxi

El Cotopaxi es un gran estrato-volcán joven ubicado en la Cordillera Real de los Andes Ecuatorianos a 60 Km. SE de Quito. A lo largo de su historia ha producido dos tipos de erupciones: las andesíticas (erupciones de tamaño leve a moderado) y las riolíticas (erupciones muy grandes, cuyos productos tienen una amplia distribución).

Por esta razón es un volcán con carácter bi-modal. Durante los últimos 4000 años los magmas expulsados durante sus erupciones han sido de composición andesítica. Se pueden identificar 19 ciclos eruptivos que empezaron con caídas plinianas, y además produjeron la producción de flujos piroclásticos y flujos de lava. Cada ciclo terminó con períodos de calma, durante los cuales se formaron capas de suelo que representan períodos de pausa en la actividad eruptiva.

El Cotopaxi tiene un diámetro basal de 16 x 19 Km., alcanza los 5897 m.s.n.m y está cubierto desde los 5000 m.s.n.m con glaciares que tienen un volumen estimado de 0.5 km³.

La actividad fumarólica en el cráter y en los flancos superiores del volcán, así como las recientes erupciones históricas ratifica el estado activo del

Cotopaxi. Estas erupciones generaron caídas de ceniza, pómez y escoria, flujos de lava, flujos piroclásticos y lahares que afectaron severamente las áreas aledañas.

Debido a los grandes flujos de lodo y escombros que fluyeron decenas de kilómetros en los cauces de los ríos que nacen en el volcán, las erupciones del volcán causaron importantes daños a las propiedades, pérdidas de vidas humanas y de ganado y graves crisis económicas en toda la región.

2.5. SEGUIMIENTO DEL VOLCÁN COTOPAXI

2.5.1. Monitoreo Sísmico y Detección de Lahares

La red de monitoreo sísmico compuesta por:

- 5 sismómetros verticales de período corto ubicados alrededor del volcán
- 2 sismómetros de tres componentes.
- 2 sismómetros de banda ancha.
- 7 estaciones de detección de Lahares

Detectores de lahares: Permite detectar el tránsito de lahares (flujos de lodo) en tiempo real. Se cuenta con:

- 7 estaciones telemétricas

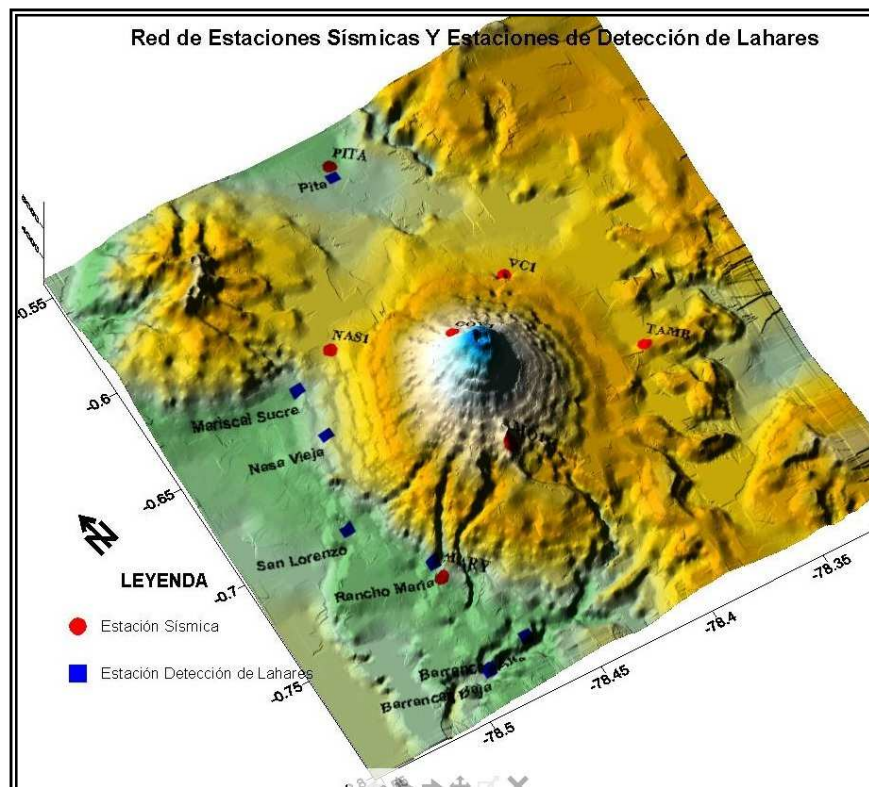


Figura 8. Red de Estaciones Sísmicas y de Detección de Lahares (EPN)

2.5.2. Monitoreo Geodésico

Permite controlar la deformación del volcán. La red de inclinometría permite monitorear la pendiente de los flancos del volcán, la información se transmite por telemetría al Departamento de Geofísica, de esta forma se puede conocer cualquier variación que presente.

La Bases de EDM

(Líneas de Distanciometría Electrónica) juntamente con los prismas permiten medir distancias con precisiones muy altas. Las variaciones de estas dan la

deformación del volcán. Adicionalmente, para el control de deformación, en los flancos norte, noroccidente, nororiente y sur del volcán Cotopaxi están instaladas 4 estaciones de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de precisión que permiten observar hasta minúsculas variaciones en la forma del volcán, utilizando la relación con satélites para este efecto.

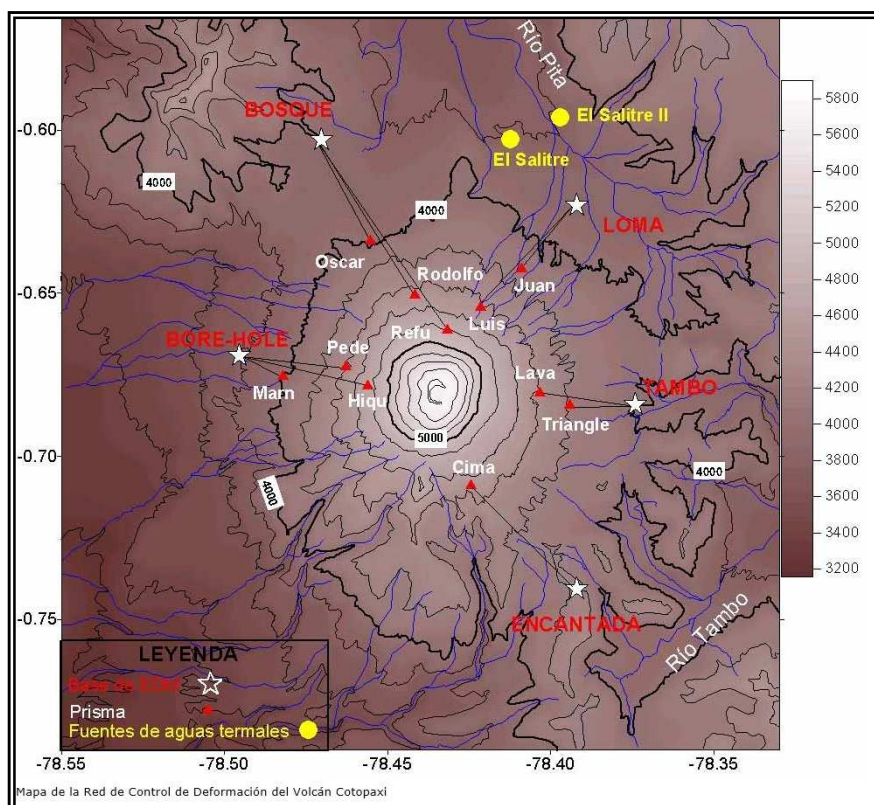


Figura 9. **Monitoreo Geodésico**
(EPN)

2.5.3. Monitoreo Geoquímico del Volcán Cotopaxi

- Equipo para muestreo de gases y fumarolas.
- Equipo para detectar concentraciones anómalas de SO₂ en las fumarolas.
- Equipo para detectar concentraciones anómalas de SO₂.
-

2.5.4. Observaciones visuales:

Por el momento se realizan observaciones visuales con el aporte del personal del Instituto Geofísico los cuales efectúan visitas periódicas, así como también con los diferentes grupos de andinistas y con el personal de los refugios del Parque Nacional Cotopaxi, además, se instaló una cámara de video telemétrica que se encuentra en el borde occidental del cráter.

2.5.5. Mediciones térmicas:

Se instaló un sistema de medición de flujo de calor en el volcán Cotopaxi que consiste en termo cuplas que se encuentran enterradas en el suelo, la estación consta de cuatro sensores que recolectan la información y la almacenan y luego se procesan esos datos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

La metodología para realizar un plan de riesgos considera la realidad como base para estimar el futuro de investigación, explica y detalla procedimientos que se han llevado a cabo durante la ejecución del desarrollo del proyecto; involucra procesos basados en fuentes bibliográficas y conocimientos adquiridos, que hacen posible analizar y validar los datos obtenidos en la investigación.

3.1. RECOPIACIÓN Y VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN

Se recopiló la información disponible del Cantón Mejía.

3.2. MAPAS INSUMOS

3.2.1. Cartografía base

Generada por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mejía, en el Departamento de Cartografía. Se tomó en consideración los vectores relevantes para el análisis, que se los indica a continuación: (Anexo 1).

Tabla 4. Cartografía Base

	DESCRIPCIÓN	COBERTURA
1	Limite	Cantonal
2	Limites varios	Urbano
3	Ríos simples	Cantonal
4	Ríos dobles	Cantonal
5	Vías	Cantonal
6	Infraestructura	Cantonal

(Mejía)

3.2.2. Mapa de Uso y Cobertura Vegetal de suelo

El levantamiento de Cobertura y Uso actual de la tierra puede ser definido como el análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en esa zona o región determinada. Su importancia se fundamenta en que la información obtenida durante el estudio puede contribuir a la solución de diversos problemas de interés para el hombre y su bienestar.

Para realizar este mapa se utilizó un ortofotomosaico de la zona a escala 1:5.000 con año de toma 2006 y generada por el Cantón Mejía.

Digitalización en pantalla y observación directa en el campo con toma de puntos GPS en las diferentes unidades homogéneas. (Anexo 4 y Anexo 5)

Datos obtenidos:

Tabla 5. Unidades de Uso y Cobertura Vegetal

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	SUPERFICIE (ha)	%
Bosque intervenido	Bosque intervenido	5762,64	3,55
Cuerpo de agua (laguna)	Cuerpo de agua	19,99	0,01
Cuerpo de agua (río doble)	Cuerpo de agua	227,12	0,14
Cuerpos otros (banco de arena)	Cuerpos otros	23,82	0,01
Cuerpos otros (nieve perpetua o hielo intermitente)	Cuerpos otros	033,87	0,64
Erial (afloramiento rocoso)	Erial	8533,66	5,25
Erosión (Área en proceso de erosión)	Área en proceso de erosión	1026,23	0,63
Erosión (Área erosionada)	Área erosionada	234,29	0,14
Pasto cultivado (especies herbáceas introducidas - nativas mejoradas)	Pasto cultivado	32533,06	20,03

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	SUPERFICIE (ha)	%
Pasto natural (especies herbáceas nativas)	Pasto natural	2615,34	1,61
Páramo (vegetación herbáceas de páramo)	Páramo	34820,51	21,44
			0,06
Uso agrícola (1 año < ciclo de producción < 3 años)	Cultivo semi-perenne	94,15	
Uso agrícola (ciclo de producción <= 1 año)	Cultivo anual	8942,68	5,51
Uso agrícola (ciclo de producción >= 3 años)	Cultivo perenne	20,70	0,01
Uso agrícola (invernadero)	Invernadero	171,57	0,11
Uso bioacuático (instalación para explotación de sp acuáticas)	Piscícola	1,30	0,00
Uso conservacionista (vegetación arbustiva)	Vegetación arbustiva	7215,07	4,44
Uso forestal (bosque plantado)	Bosque plantado	1987,32	1,22
Uso industrial (agroindustrial)	Industrial	87,718	0,05
Uso industrial (metalúrgica)	Industrial	5,06	0,00

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	SUPERFICIE (ha)	%
Uso industrial (minera)	Industrial	6,16	0,00
Uso protección (bosque natural)	Bosque natural	54054,63	33,29
Uso recreacional y turístico (instalación turística)	Recreación y turismo	34,28	0,02
Área de uso habitacional con servicios básicos	Área habitacional	379,69	0,23
Área urbana (cabecera cantonal)	Área urbana	598,39	0,37
Área urbana (cabecera parroquial)	Área urbana	1965,40	1,21
(SIGAGRO)			

3.2.3. Mapa de Flujos Laháricos

Nos indica que zonas son vulnerables, a este tipo de peligro volcánico, tomando en cuenta los flujos piroclásticos, lava y lahares. (Anexo 7), este mapa fue generado por SIGAGRO.

Tabla 6. Zonas de Flujos Laháricos

VOLCÁN	DESCRIPCIÓN	GRAD O	SUPERFICIE (ha)	%
	Sin peligro por flujos	Bajo	136 318.956	88.011
Cotopaxi	Mayor peligro de flujo piroclásticos y lava	Alto	7 363.818	4.754
Cotopaxi	Mayor peligro de lahares	Alto	1 946,242	1,256
Cotopaxi	Menor peligro de flujos piroclásticos y lava	Medio	7 451.855	4.811
Cotopaxi	Menor peligro de lahares	Medio	1 807,620	1,167

(SIGAGRO)

3.3. MAPAS GENERADOS

3.3.1. Mapa de Dispersión de Ceniza

Se obtuvo de los datos tomados de la dispersión de las cenizas del Cotopaxi en la erupción de 1877.

Tomando como base el esquema que se publicó en el Proyecto PREVOLCO, 2006. Con una georeferenciación y digitalización en pantalla y una base de datos con el espesor de la ceniza y la descripción correspondiente a la misma. (Anexo 6)

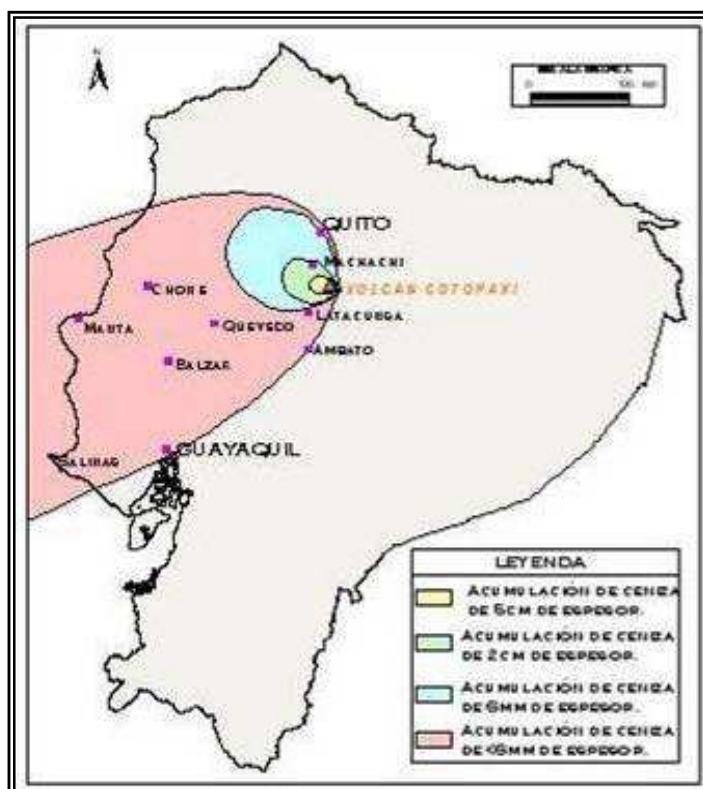


Figura 10. **Dispersión de Ceniza**
(Aguilera, El Riesgo Volcánico del Cotopaxi, 2004)

Tabla 7. **Espesor de Ceniza**

ESPESOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (ha)	%
4 mm	Bajo	4 mm	2.245
6mm	Medio	6mm	53.110
20mm	Alto	20mm	38.547
40mm	Muy alto	40mm	1.040

(Aguilera, El Riesgo Volcánico del Cotopaxi, 2004)

3.3.2. Mapa de Dispersión de piroclástos, tipo “fallout”

Se obtuvo de los datos publicados en el Geological Society of America Bulletin del 26 de enero del 2011. Los piroclástos, tipo fallout es un término adoptado por los vulcanólogos que significa que el espesor está entre las medidas de la ceniza y el cascajo. De igual manera con una Georeferenciación y digitalización en pantalla de la dispersión de puntos con una elíptica, se logró obtener la capa de piroclástos, tipo fallout para el análisis de peligros volcánicos. (Anexo 8)

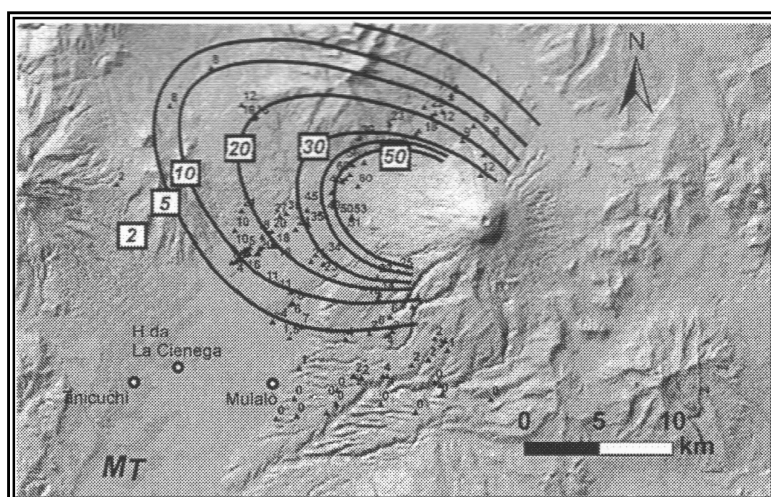


Figura 11. **Dispersión de Piroclástos, tipo fallout**
(Pistolesi, y otros, 2001)

De igual manera se generó una base de datos.

Tabla 8. Espesor de piroclastos, piroclastos tipo fallout

ESPESOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (ha)	%
5 mm	Bajo	3 765.487	2.43
10mm	Medio	3 303.472	2.13
20-30mm	Alto	314.778	0.20
5 mm	Bajo	3 765.487	2.43

(Pistolesi, y otros, 2001)

3.4. COMPONENTES SOCIALES Y ECONÓMICOS

La información relacionada a la población y a sus distintos indicadores fue recolectada del último censo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) 2001, de documentos realizados por el mismo Gobierno Autónomo

3.4.1. Población

Las poblaciones que se encuentran en el área de estudio, con su respectivo número de habitantes se describen en las siguientes tablas:

Con un área de 1 422, 9 Km², el cantón Mejía comprende el territorio de ocho parroquias ubicadas al sur del Distrito Metropolitano de Quito; Aloasí, Chaupi, Uyumbicho, Cutuglahua, Alóag, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Tambillo y la cabecera cantonal Machachi.

Al año 2001 dentro del área de intervención se registró una población de 62.888 hab.

Tabla 9. Población Censo 2001

ZONAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
URBANO	12.469	6.014	6.455
RURAL	50.419	25.191	25.228

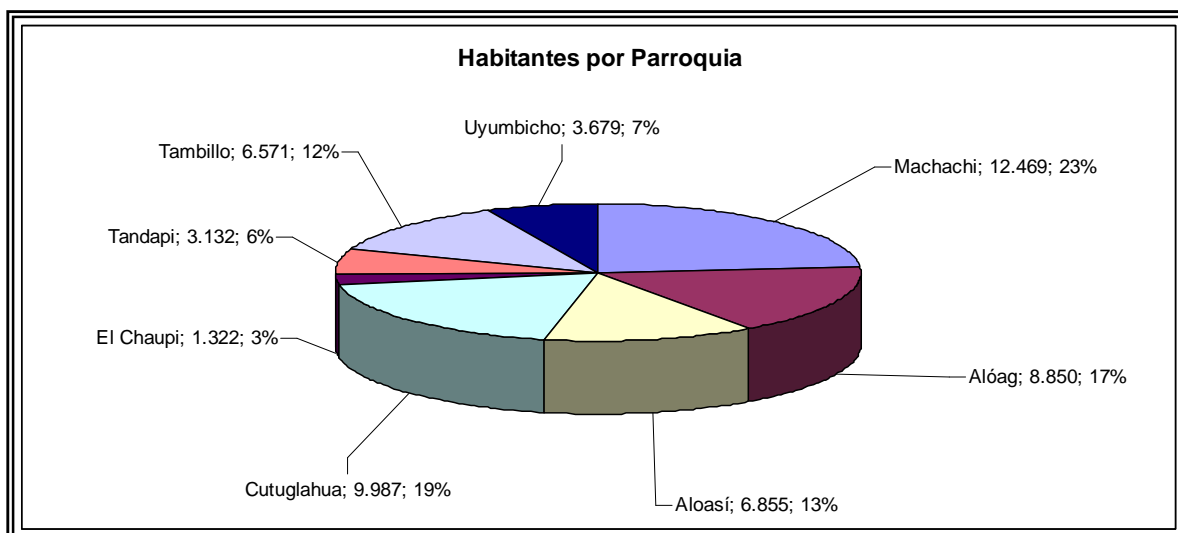
(INEC)

El 80,2% de su población reside en el área rural.

Tabla 10. Habitantes por Parroquia

PARROQUIA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
MACHACHI	12.469	6.014	6.455
ALÓAG	8.850	4.686	4.164
ALOASÍ	6.855	3.301	3.554
CUTUGLAHUA	9.987	4.955	5.032
EL CHAUPI	1.322	666	656
MANUEL CORNEJO	3.132	1.651	1.481
ASTORGA. (TANDAPI)	3.132	1.651	1.481
TAMBILLO	6.571	3.229	3.342
UYUMBICHO	3.679	1.829	1.850

(INEC)



**Figura 12. Porcentajes de Habitantes por Parroquias
(Mejía)**

Para la elaboración de las encuestas se determinó el tamaño de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

N = tamaño de la población

Z = grado de confianza

δ = varianza

τ = error estándar

n = tamaño de la muestra

$$n = \frac{0,25N}{\left(\frac{\alpha}{Z}\right)^2 (N - 1) + 0,25}$$

Ecuación .2. Tamaño de la Muestra

El tamaño total de la población es de 14 574 viviendas, aplicando la fórmula se determinó un tamaño de la muestra de 67 viviendas a ser encuestadas.

Se lo realizó con un 90% de confiabilidad y un 10% de error debido a que los datos son del 2001 y que en realidad no existen muchas vías de acceso.

3.4.2. Infraestructura

Red Vial

Elaborada por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mejía, en el departamento de cartografía a escala 1:50.000. (Anexo 10)

Tabla 11. Tipo De Vías

CLASE	TIPO
1	Camino de herradura
2	Camino de verano
3	Carretera lastrada angosta
4	Carretera lastrada de dos o más vías
5	Carretera pavimentada de dos o más vías
6	Carretera pavimentada de una vía
7	Línea Férrea
8	Puente
9	Sendero o vereda

(Mejía)

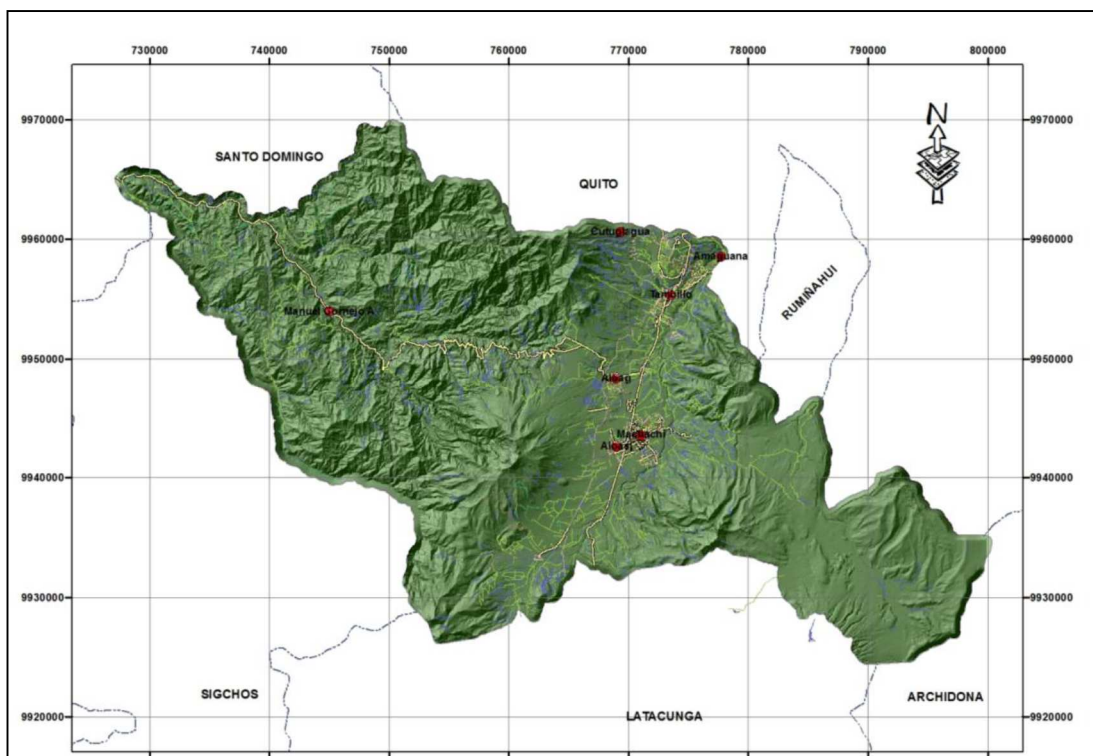


Figura 13. Distribución de vías en el Cantón Mejía

3.4.3. Educación

Tiene una cobertura de educación aceptable. La mayoría de planteles se encuentran en la cabecera cantonal. En cada parroquia, existe por lo menos un jardín de infantes, una escuela y un colegio, siendo los mejor servidos la cabecera cantonal y las parroquias de Alóag y Aloasí.

Hasta el 2001 en 51 establecimientos educativos primarios, eran beneficiados por el Programa Nacional de Alimentos, a través del programa de colación escolar, del Ministerio de Educación y Cultura, 49 planteles son partícipes del Almuerzo Escolar. El nivel formativo de los profesores es aceptable, la mayor parte de docentes tiene nivel post-secundario y superior.

En lo que tiene que ver con la deserción escolar, los mayores niveles de abandono se hallan ubicados en el sexto grado, en donde el 40.26 % de los

estudiantes dejan los estudios, no obstante, no existen datos que nos permitan medir las razones para tan alta deserción, sin embargo, cotejando estos datos con los de pobreza, es fácil suponer que en el factor económico se ubica la principal causa de deserción escolar. (Anexo 9).

Tabla 12. Escuelas por Parroquias

PARROQUIA	JARDINES	ESCUELAS	COLEGIOS
	<i>Público/Privado</i>	<i>Público/Privado</i>	<i>Público/Privado</i>
Machachi	4/2	11/2	2/3
Alóag	1/0	10/0	1/0
Aloasí	1/1	6/1	3/0
Cutuglahua	2/0	5/0	1/0
El Chaupi	2/0	1/0	1/0
M. Cornejo	1/0	21/0	2/0
Tambillo	15/18	59/3	2/0
Uyumbicho	1/0	1/0	1/0
TOTAL			13/3

(Mejía)

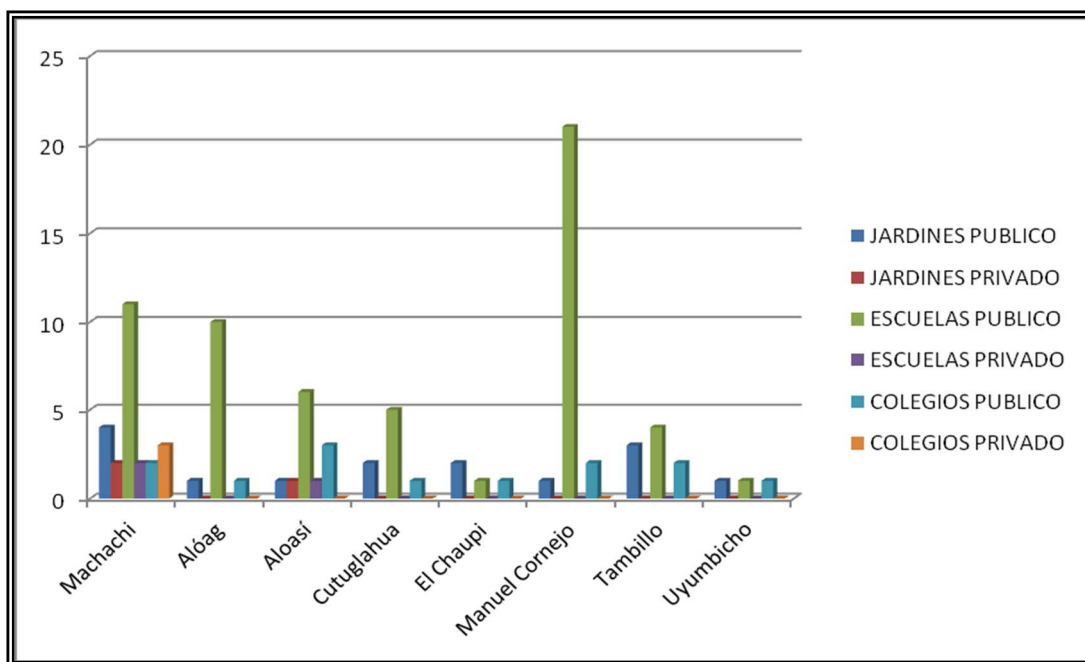


Figura 14. **Centros Educativos Cantón Mejía**
(Mejía)

3.4.4. Salud

Las casas de salud tanto sub-centros como puestos de salud son deficitarios en el cantón. Por la falta de personal médico, estas casas de salud se hallan en precarias condiciones, y no cuentan con la infraestructura requerida, tampoco disponen de equipos necesarios para brindar una atención de calidad.

Como generalidad los principales problemas de salud son la parasitosis, desnutrición, enfermedades respiratorias, infecciones intestinales entre otras, y las principales causas de muerte en el campo, se tiene a las enfermedades isquémicas del corazón y a las enfermedades crónicas de las vías respiratorias. (Anexo 9)

3.4.5. Economía Local

Este cantón es fundamentalmente agrícola y ganadero. El Ministerio de Agricultura y Ganadería registra al año 2000 los siguientes datos en este campo:

- Superficie del cantón destinada a la agricultura: 10.5 %
- Superficie del cantón destinada a la ganadería 13 %
- Superficie dedicada al uso forestal 34,8 %
- Páramos 6.3 %
- Otros Usos 5.4 %

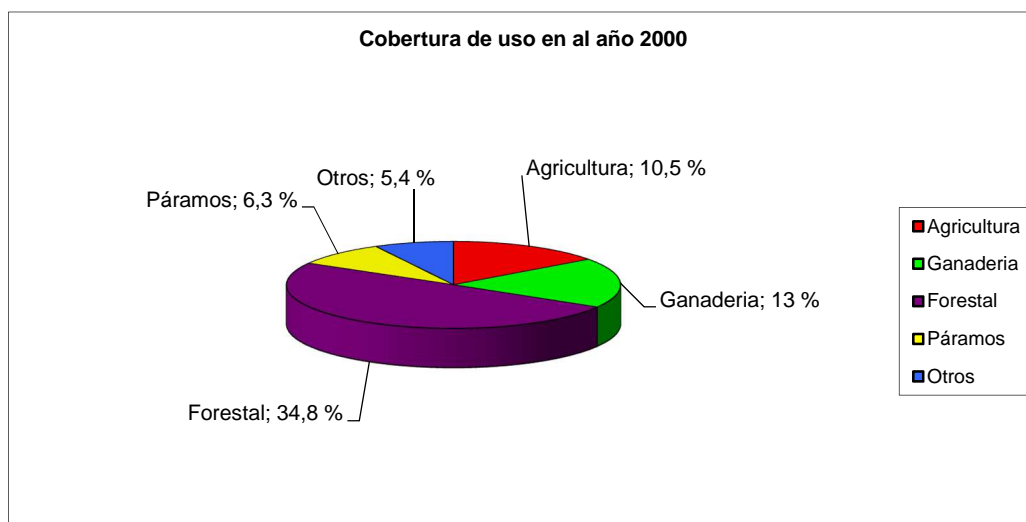


Figura 15. Cobertura de Uso en el año 2000.
(Mejía)

Hoy por hoy la cobertura de cada uno de los usos ha aumentado. El cantón se caracteriza por tener grandes haciendas de tipo tradicional, las mismas que han mantenido mucha importancia.

La presencia de pastos naturales y pastos cultivados es utilizada para mantener a los bovinos

3.4.6. Industria

Durante la última década se ha incrementado la actividad industrial en Mejía, mediante la creación de nuevas industrias y el afianzamiento de las ya existentes.

De los datos establecidos en el Plan Provincial de Pichincha se determina que el 52 % de las industrias se dedican al procesamiento o elaboración de productos alimenticios, en tanto que el 48 % restante diversifica su actividad en otras áreas como la construcción.

Sin lugar a dudas, la empresa embotelladora Tesalia, es una de las más importantes industrias con que cuenta el cantón, por su capacidad de producción que abastece todo el territorio nacional. (Anexo 9)

3.5. UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG.

3.5.1. Procesamiento de Mapas

A continuación se detalla la elaboración o recopilación de cada uno de los mapas que se obtuvieron como resultado:

3.5.2. Mapa Base (Anexo 1)

Escala 1: 50.000

Fuente: Departamento de cartografía del Cantón Mejía

3.5.3. Modelo Digital del Terreno (DTM) (Anexo 2)

Escala: 1:5.000

Fuente: SIGAGRO

3.5.4. Mapa de Pendientes (Anexo 3)

Escala: 1:5.000

Fuente: SIGAGRO

Proceso:

Tabla 13. Proceso de elaboración del mapa de Pendientes

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Spatial Analyst	ArcGis 9.3 Slope - Spatial	Utilización del DTM
Reclasificación de Pendientes	Reclassify - Spatial Analyst - ArcGis 9.3	La determinación de las clase y rangos de pendientes corresponde a la clasificación de pendientes adoptada por el Programa MAG-PRONAREG - ORSTOM, 1983.
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

3.5.5. Mapa de Uso del Suelo (Anexo 4)

Escala: 1:50.000

Fuente: SIGAGRO

Proceso:

Tabla 14. Proceso de ponderación el mapa de Uso del Suelo

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Reclasificación	ArcGis 9.3	Según el uso designado
Ponderación	ArcGis 9.3	Según pesos de importancia de afectación del 1 al 4
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

Tabla 15. Tabla de ponderaciones según su peso

USO	COBERTURA	PONDERACIÓN	DESTINO DEL USO	Ha
Bosque intervenido (ecosistema arbóreo con intervención humana)	Bosque intervenido	2	Forestal	4024,97
Pasto cultivado (especies herbáceas introducidas -	Pasto cultivado	5	Agricultur a	34 446.59

USO	COBERTURA	PONDERACIÓN	DESTINO DEL USO	Ha
nativas mejoradas)				
Pasto natural (especies herbáceas nativas)	Pasto natural	5	Ganadería	266.188
Páramo (vegetación herbáceas de páramo)	Páramo	4	Paramo	41 446,92
Uso agrícola (1 año < ciclo de producción < 3 años)	Cultivo anual	5	Agricultura	4319,91
Uso conservacionista (vegetación arbustiva)	Vegetación arbustiva	3	Forestal	2600,54
Uso forestal (bosque plantado)	Bosque plantado	2	Forestal	815,19
Uso protección (bosque natural)	Bosque natural	2	Forestal	66947,99

3.5.6. Mapa de Cobertura Vegetal del Suelo (Anexo 5)

Escala 1:50.000

Fuente: SIGAGRO

Proceso:

Tabla 16. Proceso de ponderación del mapa de Cobertura Vegetal del Suelo

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Reclasificación	ArcGis 9.3	Según su tipo de cobertura vegetal
Ponderación	ArcGis 9.3	Según pesos de importancia de afectación del 1 al 5
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

Tabla 17. Tabla de ponderaciones según su peso

USO	COBERTURA	PONDERACIÓN	DESTINO DEL USO	Ha
Bosque intervenido (ecosistema arbóreo con intervención humana)	Bosque intervenido	2	Forestal	4024,971
Pasto cultivado (especies herbáceas introducidas - nativas mejoradas)	Pasto cultivado	5	Agricultura	34 446.592
Pasto natural (especies	Pasto natural	5	Ganadería	266.188

USO	COBERTURA	PONDERACIÓN	DESTINO DEL USO	Ha
herbáceas nativas)				
Páramo (vegetación herbáceas de páramo)	Páramo	4	Paramo	41 446,924
Uso agrícola (1 año < ciclo de producción < 3 años)	Cultivo anual	5	Agricultura	4319,913
Uso conservacionista (vegetación arbustiva)	Vegetación arbustiva	3	Forestal	2600,545
Uso forestal (bosque plantado)	Bosque plantado	2	Forestal	815,197
Uso protección (bosque natural)	Bosque natural	2	Forestal	66947,991

3.5.7. Mapa de Dispersión de Ceniza (Anexo 6)

Escala: 1:50.000

Fuente: Autor

Proceso:

Tabla 18. Proceso de elaboración del mapa de Dispersión de Ceniza

a	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Georeferenciación jpg de ceniza	ArcGis 9.3	Tomando como base el esquema que se publico en el Proyecto PREVOLCO, 2006.
Digitalización de las elípticas de afectación por ceniza.	ArcGis 9.3	-----
Clasificación según su espesor	ArcGis 9.3	Medidas en milímetros
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

3.5.8. Mapa de Flujos Laháricos (Anexo 7)

Escala: 1:50.000

Fuente: SIGAGRO

Proceso:

Tabla 19. Proceso de elaboración del mapa de Flujos Laháricos

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Elaboración de del mapa de Flujos Volcánicos	ArcGis 9.3	Elaborado por SIGAGRO
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

3.5.9. Mapa de Dispersión de Piroclástos, tipo "fallout" (Anexo 8)

Escala: 1:50.000

Fuente: Autor

Proceso:

Tabla 20. Proceso de elaboración del mapa de Dispersión de piroclástos, tipo fallout

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Georeferenciación jpg de piroclástos, tipo fallout	ArcGis 9.3	Fuente: Geological Society of America Bulletin. Published online 26 January 2011
Digitalización de las elípticas de afectación por	ArcGis 9.3	-----

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
piroclastos, tipo fallout		
Clasificación según su espesor	ArcGis 9.3	Medidas en milímetros
Organización del layout	ArcGis 9.3	

3.5.10. Mapa de Vulnerabilidad de Infraestructura (Anexo 9)

Para obtener este mapa se hizo un análisis de la infraestructura (tabla 20) y cada elemento de este se lo fue ponderando, de acuerdo a la vulnerabilidad que presentaba según el estudio,

Tabla 21. Infraestructura del Cantón Mejía

INFRAESTRUCTURA	PONDERACIÓN
Antena/comunicación	1
Cantera	2
Control eléctrico	3

INFRAESTRUCTURA	PONDERACIÓN
Salud	4
Colegio	4
Dispensario	4
Escuela	4
Industria	3
Planta (H2O)	4
Vivienda	3

Los valores de ponderación tienen las siguientes clasificaciones según su importancia:

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

4 = Muy alto

Tabla 22. Proceso de elaboración del mapa de Vulnerabilidad Infraestructura

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Vulnerabilidad de infraestructura	ArcGis 9.3 Spatial Analyst	Se realiza una intersección con el mapa de amenazas volcánicas, para visualizar que infraestructura vías se ve afectada de acuerdo con el tipo de peligro.
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

3.5.11. Mapa de Vulnerabilidad Vial (Anexo 10)

De igual manera se realizó el análisis de los elementos de vías y se los ponderó de la siguiente manera:

Tabla 23. Tipo de vías que cubre el Cantón Mejía

INFRAESTRUCTURA	PONDERACIÓN
Herradura	4
Verano	4
Lastrado una vía	3

INFRAESTRUCTURA	PONDERACIÓN
Lastrado 2 o más vías	3
Lastrado angosto	3
Pavimentado una vía	2
Pavimentado 2 o más vías	2
Línea férrea	4
Sendero o vereda	4
Puente	3

Los valores de ponderación tienen las siguientes clasificaciones según su importancia:

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

4 = Muy alto

Tabla 24. Proceso de elaboración del mapa de Vulnerabilidad Vial

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Vulnerabilidad de infraestructura	ArcGis 9.3 Spatial Analyst	Se realiza una intersección con el mapa de amenazas volcánicas, para visualizar que vías se ven afectadas de acuerdo con el tipo de peligro.
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

3.5.12. Mapa de Amenaza Volcánica (Anexo 11)

Para la obtención de este mapa se utilizó las capas de ceniza, flujos y piroclastos, tipo fallout generadas anteriormente, con sus respectivas bases de datos y ponderaciones.

Se realizó una tabla de ponderación de relaciones entre las capas de ceniza, lahares y fallout y se les dio valores según su importancia de afectación.

Tabla 25. Matriz de Saati

	Lahares (lh)	Ceniza (cz)	Fallout (f)
Lahares (lh)	lh/lh	cz/lh	f/lh
Ceniza (cz)	lh/cz	cz/cz	f/cz
Fallout (f)	lh/f	cz/f	f/f

	Lahares (lh)	Ceniza (cz)	Fallout (f)
Lahares (lh)	0.1/0.1	0.65/0.1	0.25/0.1
Ceniza (cz)	0.1/0.65	0.65/0.1	0.25/0.1
Fallout (f)	0.1/0.25	0.65/0.25	0.25/0.25

	Lahares (lh)	Ceniza (cz)	Fallout (f)
Lahares (lh)	1	6.5	2.5
Ceniza (cz)	0.1538	1	2.5
Fallout (f)	0.4	2.6	1

Los valores de porcentaje fueron asignados de acuerdo al grado de importancia según su afectación.

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

4 = Muy alto

Escala 1:50.000

Fuente: Autor

Proceso:

Tabla 26. Proceso de elaboración del mapa de Amenazas Volcánicas

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Capa ceniza		
Capa flujos	ArcGis 9.3	Aplicando la matriz de Sati
Capa piroclástos, tipo fallout		
Algebra de mapas	Raster calculator	$(lh/cz) + (cz/cz) + (f/cz)$ Valor del pixel 100
Organización del layout	ArcGis 9.3	-----

3.5.13. Mapa de Riesgo Agropecuario (Anexo 12)

Escala 1:50.000

Fuente: Autor

Proceso:

Tabla 27. Proceso de elaboración del mapa de Riesgo Agropecuario

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Mapa de Riesgo Agropecuario	ArcGis 9.3	$R=A*V$
Organización del layout	ArcGis 9.3	

3.5.14. Mapa de Afectación Agropecuaria (Anexo 14)

Escala 1:50.000

Fuente: Autor

Proceso:

Tabla 28. Proceso de elaboración del mapa de Afectación Agropecuaria

TIPO DE PROCESO	HERRAMIENTA	OBSERVACIÓN
Mapa de Afectación Agropecuaria	ArcGis 9.3	Mapa amenaza volcánica, vulnerabilidad agropecuaria
Organización del layout	ArcGis 9.3	

3.6. MODELO CARTOGRÁFICO PARA EL MAPA DE AFECTACIÓN AGROPECUARIA

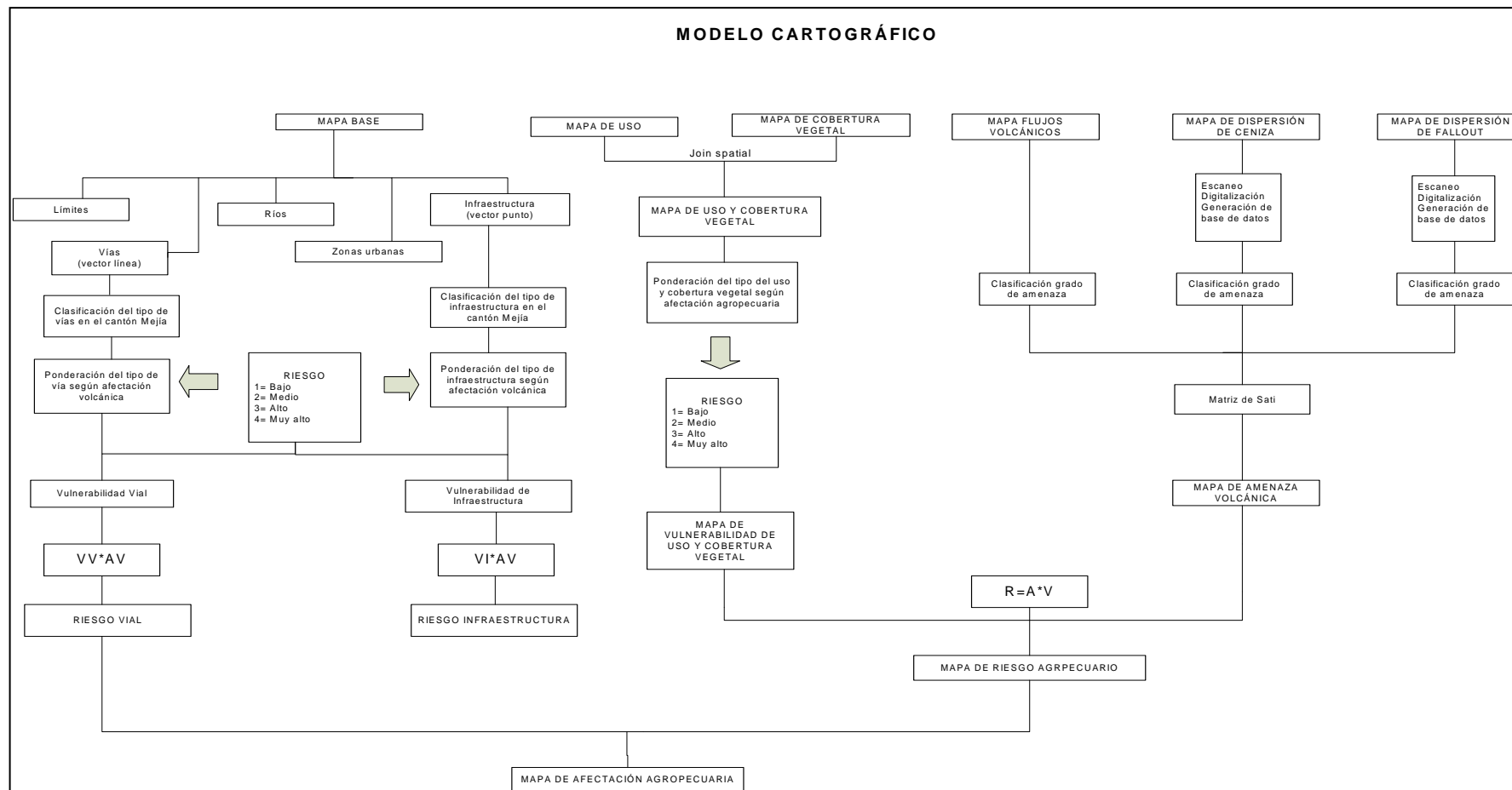


Figura 16. Modelo Cartográfico

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos del análisis de riesgo volcánico dentro del Cantón Mejía, que para su estudio se lo clasificó en un mapa de zonificación según el grado de amenaza y vulnerabilidad.

Así, si hablamos de porcentaje encontramos que la Zona 1 abarca aproximadamente un 30%, la Zona 2 un 40% la Zona 3 un 15% y la Zona 4 de igual manera un 15%.

A continuación se presenta el Mapa de Zonificación de Riesgos Volcánicos generados en 4 zonas específicas en donde:

- Zona 1 representa un riesgo muy alto
- Zona 2 representa un riesgo alto
- Zona 3 representa un riesgo medio
- Zona 4 representan un riesgo bajo

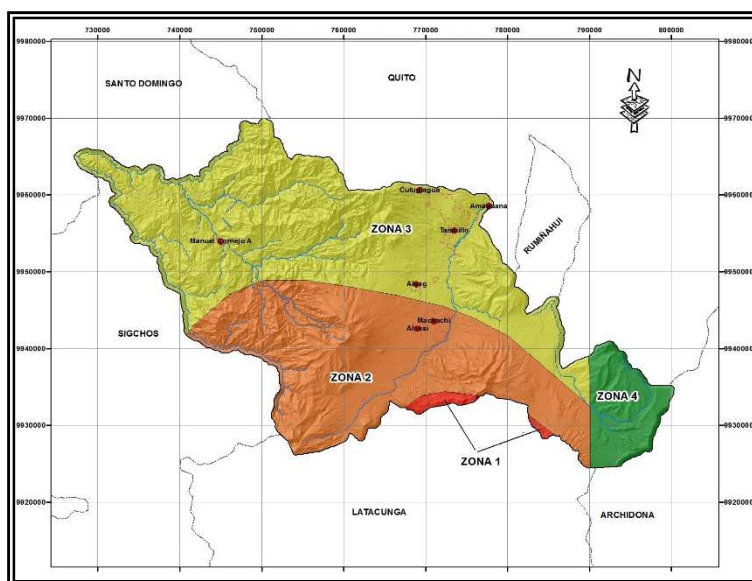


Figura 17. Mapa de Zonificación

De esta manera se describe las zonas en estudio:

4.1. ZONA 1

Abarcando un área del 1.06% aproximadamente, esta zona se encuentra ubicada en las partes bajas del volcán Cotopaxi al sur del cantón Mejía.

En esta zona lo que abarca son páramos y vegetación herbácea; por su tipo de cobertura sirve como uso ganadero.

El riesgo muy alto se debe a que esta zona se encuentra en los flancos del volcán y es ahí donde el espesor de ceniza es mayor, su color que lo caracteriza como riesgo muy alto es rojo.

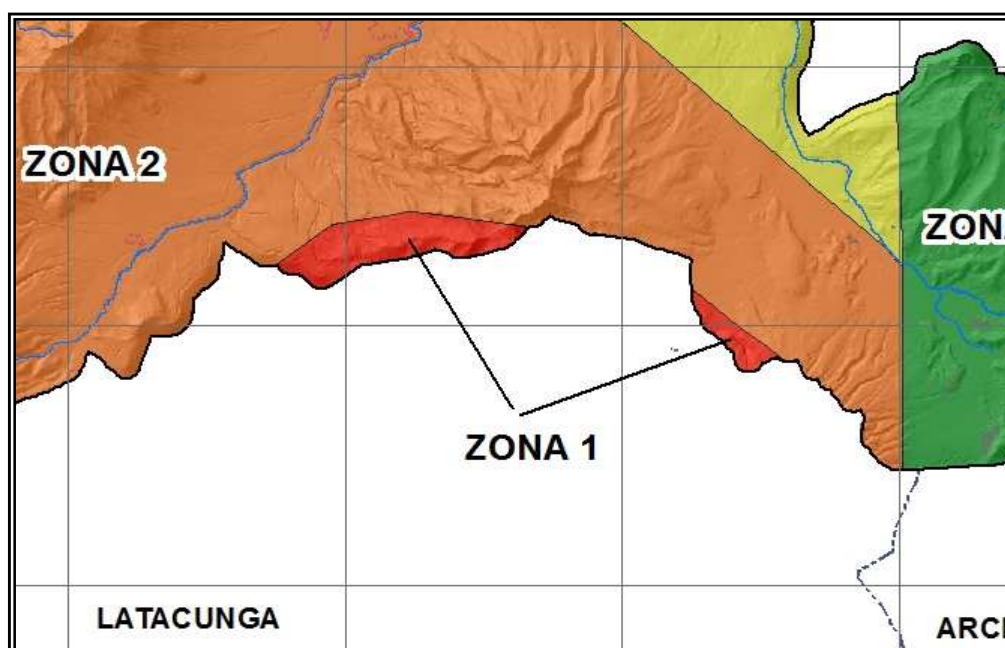


Figura 18. Zona 1 Riesgo muy alto

- **Vulnerabilidad Vial:** las vías que son afectadas son caminos de verano, utilizados para el paso de habitantes de la zona y ganado.

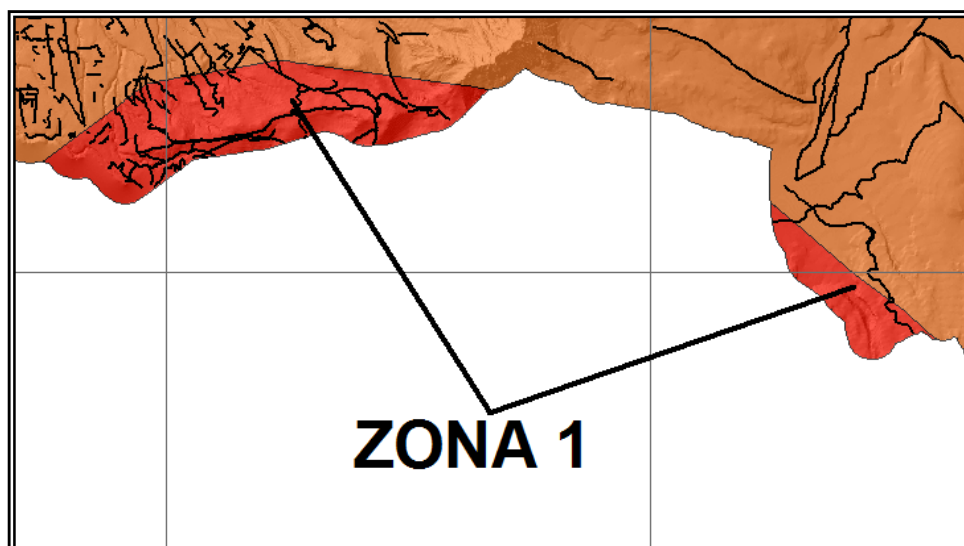


Figura 19. Vulnerabilidad Vial

- **Vulnerabilidad de infraestructura:** la infraestructura que se encuentra en esta zona, son netamente viviendas.

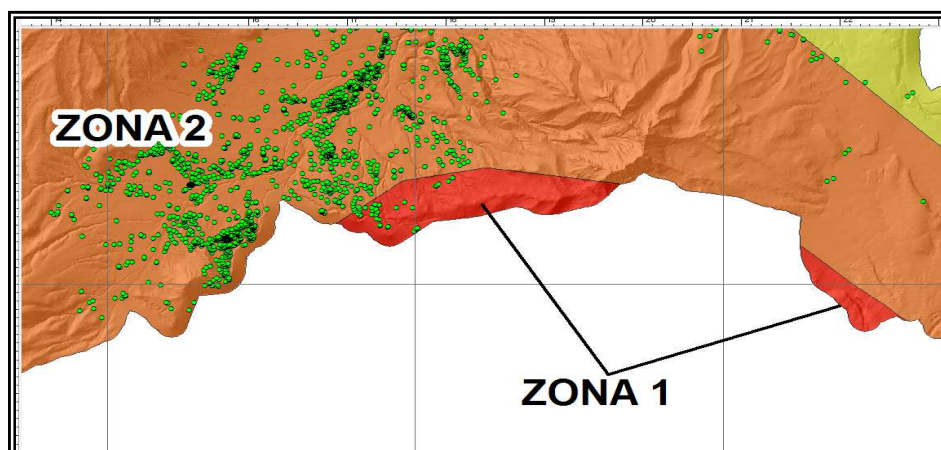


Figura 20. Vulnerabilidad de Infraestructura

4.2. ZONA 2

Con un 38.52% de área, esta zona se encuentra ubicada en la parte centro sur, del Cantón Mejía, abarcando las parroquias de Aloasí, Machachi, y El Chaupi.

Dicha zona se encuentra en varios de los lugares más comerciales del cantón, posee zonas urbanas importantes como Machachi y Aloasí.

Según el análisis realizado se determina una zona de alto riesgo, diferenciada por el color naranja, tiene una cobertura bastante miscelánea, es decir existe bosque natural, páramo, zona urbana, pasto cultivado, cultivos semi-perennes, cultivos anuales, y se ve afectado mayormente por la caída de ceniza.

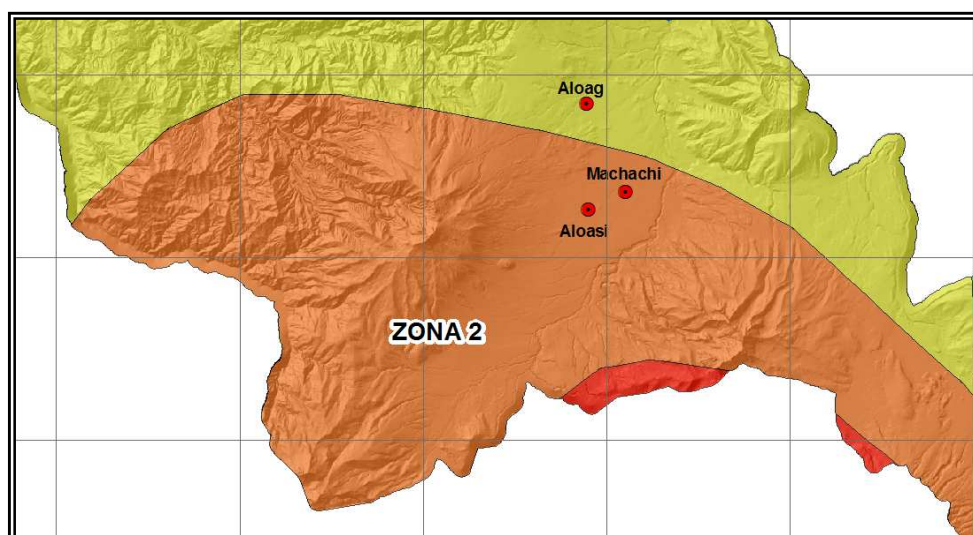


Figura 21. Zona 2 Riesgo alto

- **Vulnerabilidad Vial:** las vías que son afectadas son carreteras lastradas angostas de una o dos vías, justamente porque se encuentran en los poblados de Machachi y Aloasi.

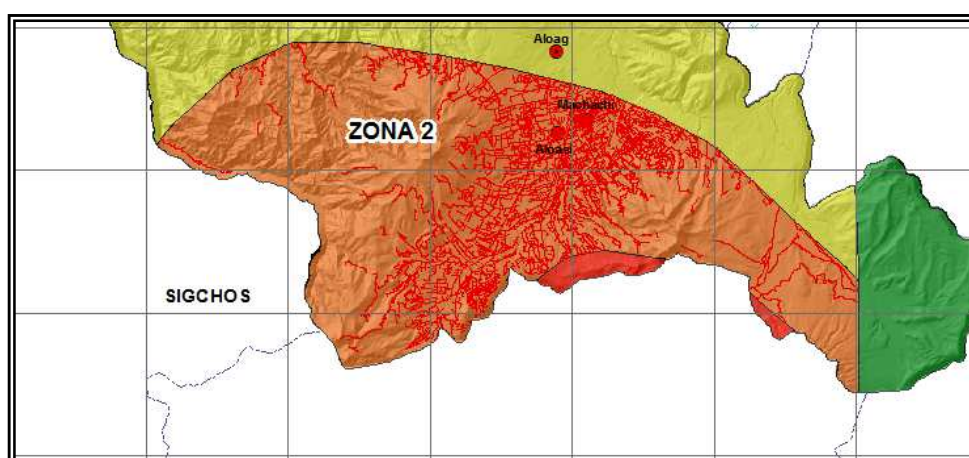


Figura 22. Vulnerabilidad Vial

- **Vulnerabilidad de Infraestructura:** la infraestructura que se encuentra en esta zona, son netamente viviendas, escuelas y subcentros de salud.

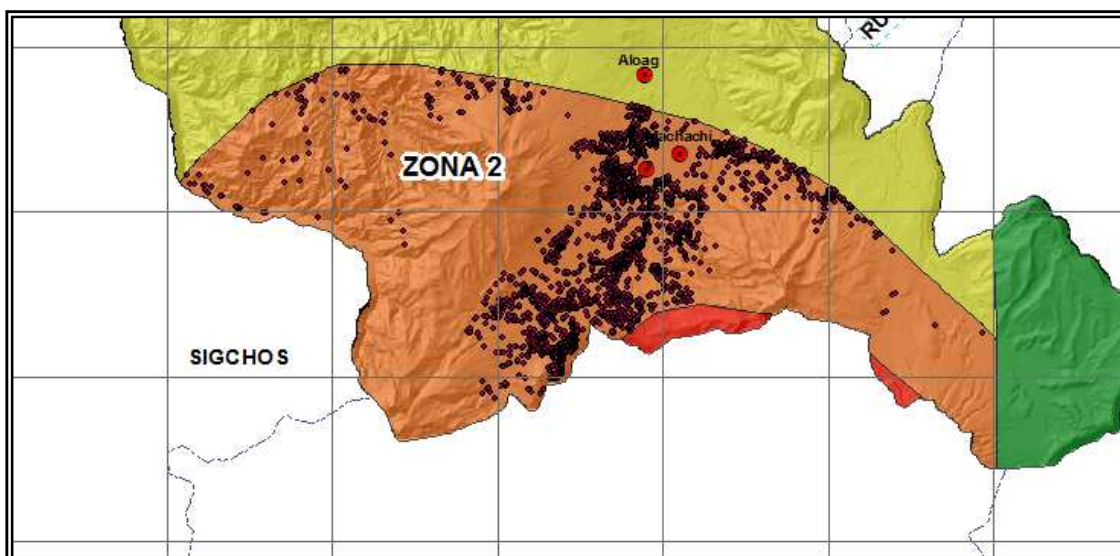


Figura 23. Vulnerabilidad de Infraestructura

4.3. ZONA 3

Con un 53.11% de cobertura, esta zona se encuentra ubicada en la parte norte del cantón, abarcando los poblados de Alóag, Tambillo, Amaguaña, Cutuglahua y Manuel Cornejo Astorga

Entre la cobertura y el uso se ven afectados los bosques intervenidos, pastos cultivados, vegetación arbustiva y bosques naturales

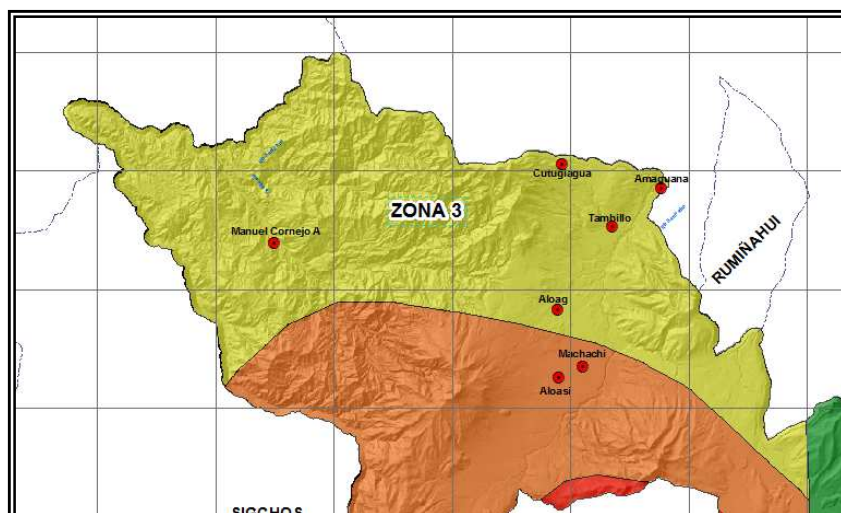


Figura 24. Zona 3

Vulnerabilidad Vial: las vías que son afectadas son carreteras pavimentadas de una, o de dos a más vías, estas pasan por los centros más poblados Aloag, Tambillo, Amaguana, Cutuglagua y Manuel Cornejo Astorga.

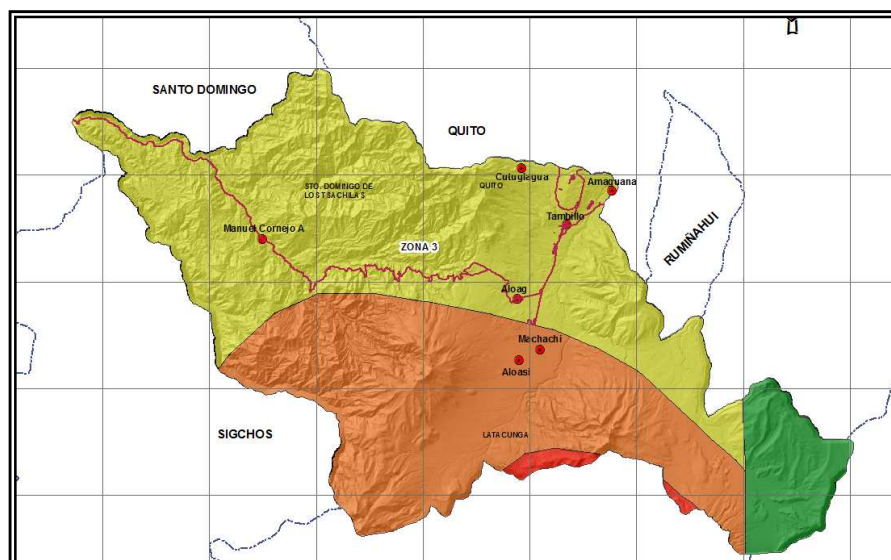


Figura 25. Vulnerabilidad Vial

- **Vulnerabilidad Infraestructura:** la infraestructura que se encuentra en esta zona, son netamente viviendas, escuelas, colegios, sub-centros de salud, antenas y canteras.

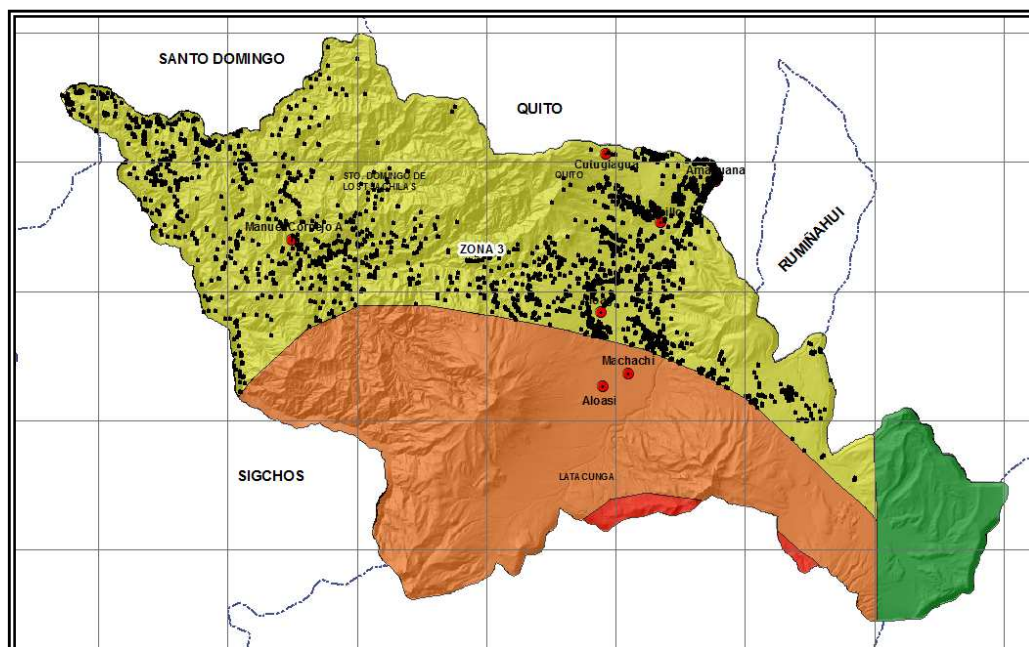


Figura 26. Vulnerabilidad de Infraestructura

4.4. ZONA 4

Con un 7.30% de cobertura, esta zona se encuentra ubicada en la parte oriental del Cantón Mejía, clasificada como zona bajo riesgo, a pesar de que se encuentra en las cercanías del volcán.

Cubierto por su totalidad de vegetación herbáceas de páramo. Consumo ganadero.

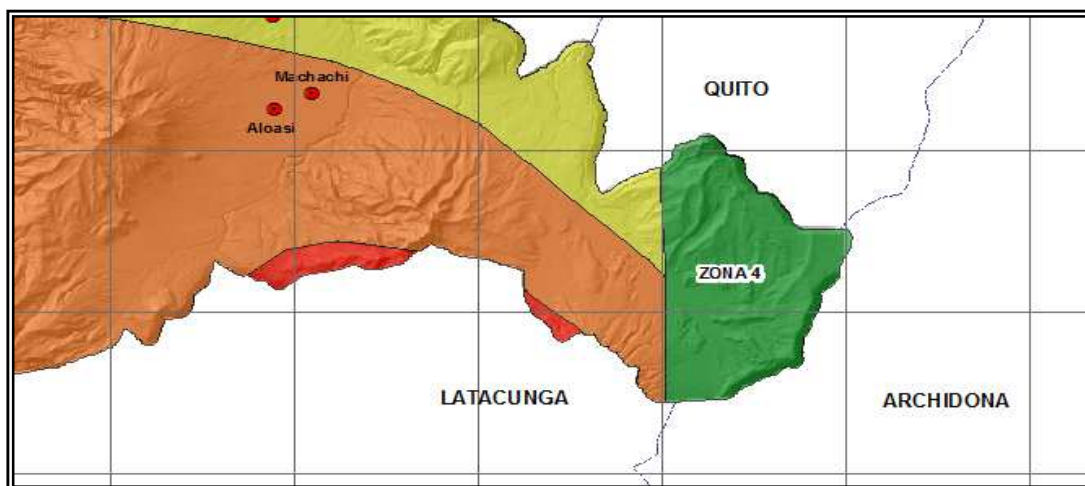


Figura 27. Zona 4

- **Vulnerabilidad Vial:** Constituida por vías de tercer orden.

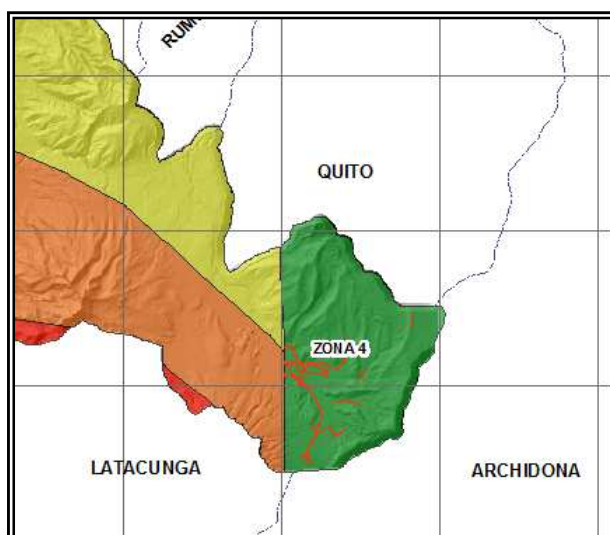


Figura 28. Vulnerabilidad Vial

- **Vulnerabilidad de Infraestructura:** catalogada como zona de baja vulnerabilidad, su infraestructura afectada es vivienda de los lugareños del sitio.

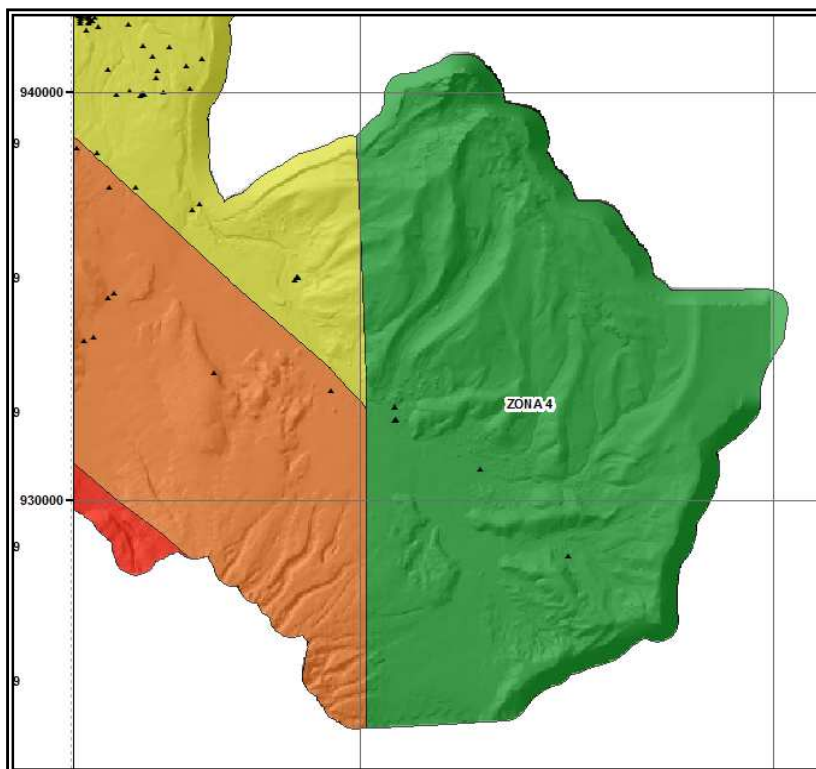


Figura 29. Vulnerabilidad de Infraestructura

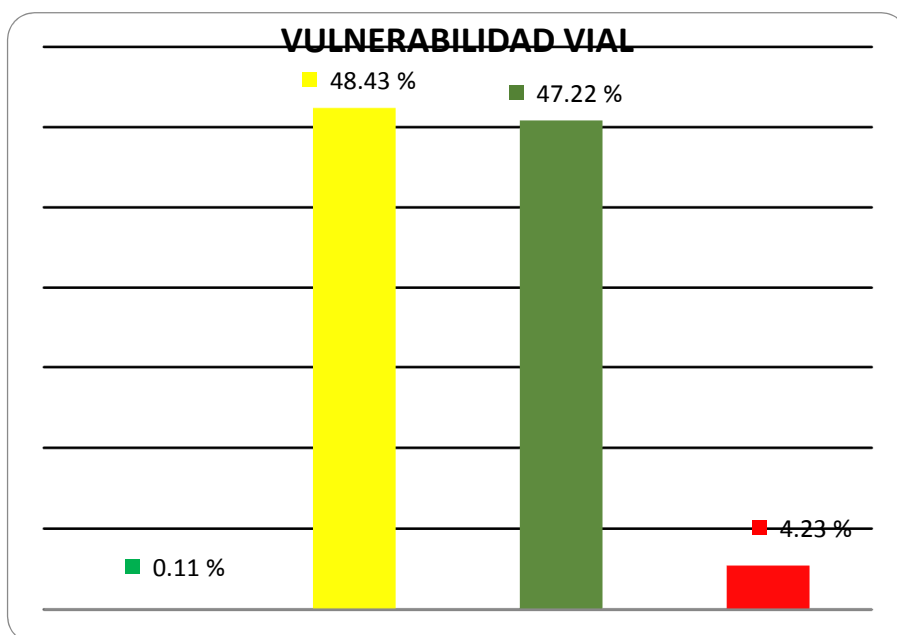


Figura 30. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad vial

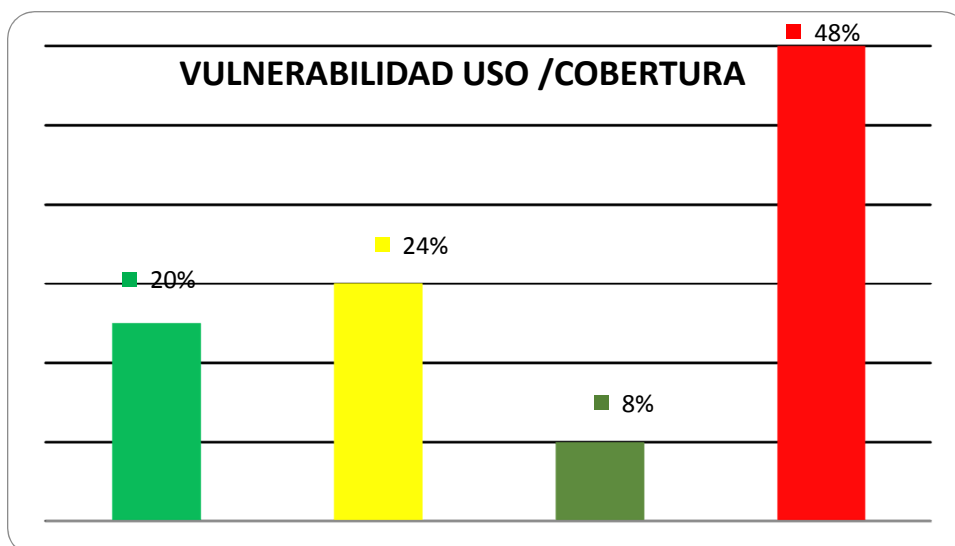


Figura 31. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad vial

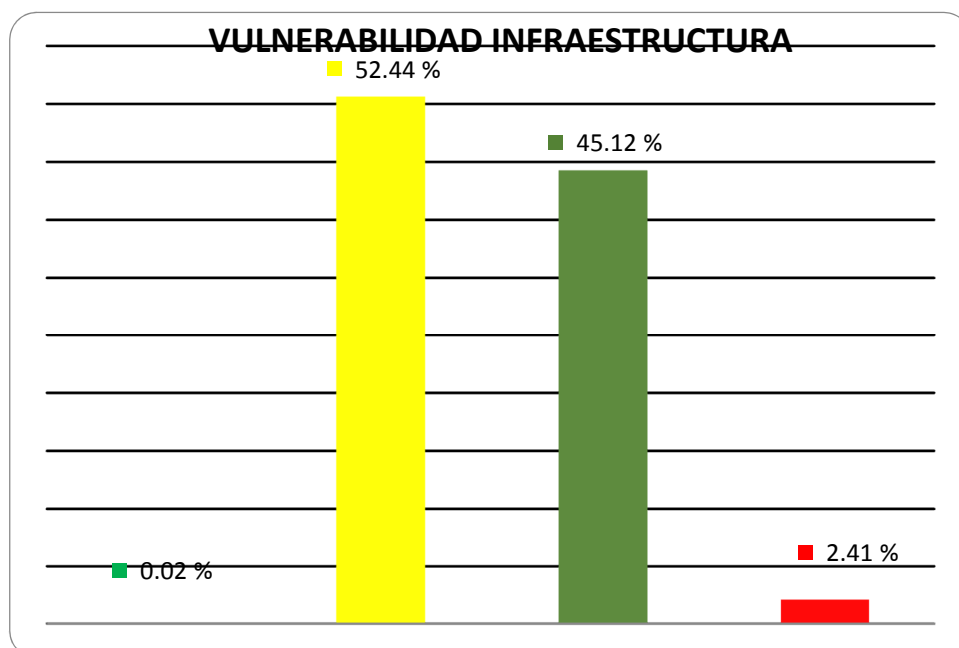


Figura 32. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad de infraestructura

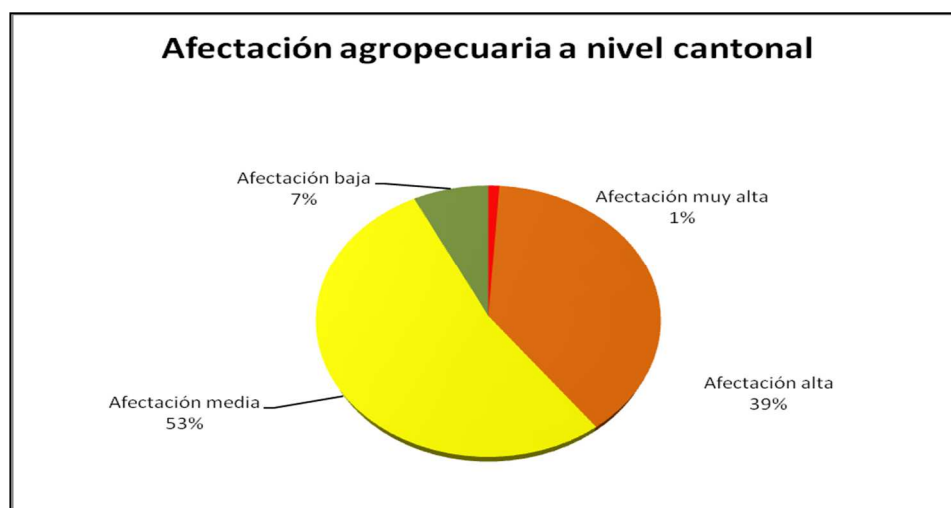


Figura 33. Cuadro estadístico de la vulnerabilidad de infraestructura

CAPÍTULO V

5. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA

El objetivo fundamental del plan de gestión de riesgos volcánicos con enfoque a la afectación al sector agropecuario consiste en dar soluciones relevantes de acuerdo a las áreas que se verán afectadas si ocurriera un erupción del volcán Cotopaxi, y en base a un diagnóstico de la situación social, ambiental y económica del cantón, buscando así la prevención y mitigación de los daños posibles al sector agropecuario.

Las propuestas que se encuentran a continuación, se basan en el análisis de las alternativas para la gestión de riesgos descritas en el capítulo IV, y buscan el compromiso y apoyo de la comunidad junto con las autoridades de los gobiernos locales, de manera que se llegue a convenios y consensos que beneficien a la población que se dedica a la agricultura y ganadería.

ZONA 1 (Muy alta)

5.1. PLAN 1.- CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN

Objetivo:

Capacitar y difundir información a la población, sobre los fenómenos volcánicos y medidas de prevención existentes.

Metas:

- Población capacitada.
- Organismos locales preparados para una emergencia.

Responsables:

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Bomberos
- Cuerpos de emergencia Dicho plan es estructurado para frenar el incremento de la vulnerabilidad social.

Es muy importante que la población, cuerpos de emergencia y seguridad, y organismos locales reciban una información precisa sobre los fenómenos volcánicos y las medidas de prevención existentes: de poco sirve un plan de emergencia si éste no se conoce y no es asumido por la población.

Para esto es necesario que las entidades públicas encargadas del cantón, adquieran información continua de la actividad del volcán, esta información está disponible en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, ya que poseen información de las estaciones sísmicas puestas en el Cotopaxi en el 2001, que envían sus datos en tiempo real, de esta manera si es que existe una anomalía en los datos recibidos se podrá alertar a la población y tomar las medidas necesarias de prevención.

5.2. PLAN 2.- INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA LOCAL

Objetivo:

Mejorar la infraestructura local (vías, escuelas, viviendas, puentes), con las siguientes metas:

Metas:

- Disminuir la vulnerabilidad física (vías e infraestructura)
- Realizar una propuesta financiera, con respecto al arreglo de vías de acceso a las zonas más vulnerables (rurales).

Responsables:

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Bomberos
- Cuerpos de emergencia
- Población

Estructurado para disminuir la vulnerabilidad física (vías e infraestructura), dentro de la zona1 (muy alta), el análisis anterior indica que es una zona netamente ganadera ya que está cubierto de pastizales y plantas del lugar, como se encuentra en los flancos del volcán existen solamente viviendas y ganado de los lugareños. Como zona rural no poseen una capacidad de respuesta frente a un desastre.

Para esto es necesario que las entidades públicas encargadas del cantón (municipio, bomberos), hagan una propuesta financiera para el arreglo de vías de acceso, solo las vías en donde se encuentra asentada la zona urbana de cada parroquia se encuentran pavimentadas, el resto de vías son de segundo orden, es decir en su mayoría lastrado, empedrado y en muchos casos de tierra.

ZONA 2 (Alta)**5.3. PLAN 1.-PLAN COMUNITARIO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO****Objetivo:**

Informar a la población en general de los sucesos que se puedan presentar, con respecto a los fenómenos volcánicos y sus consecuencias, para reducir o mitigar los desastres naturales.

Metas:

- Difundir a la población, cualquier tipo de información, con respecto a cambios del volcán Cotopaxi y que sea relevante.
- Generar un folleto educativo y fácil de entender, sobre los fenómenos volcánicos y sus consecuencias y daños que puedan ocasionar.
- Población capacitada.
- Organismos locales preparados para una emergencia.

Responsables:

- Población
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Cuerpos de Emergencia

Dicho plan es estructurado para informar a la población en general de los sucesos que se puedan presentar. Es muy importante que la misma población, cuerpos de emergencia y seguridad y organismos locales reciban una información precisa sobre los fenómenos.

Para dicho plan se realizará un folleto informativo del estado del volcán y de los peligros que afectan a la zona, para así dar a conocer a lo que la población está expuesta.

5.4. PLAN 2.-FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES DE RESPUESTA

Objetivo:

Fortalecer las capacidades de respuesta a emergencias y/o desastres mediante talleres de primeros auxilios, búsqueda, rescate y evacuación de víctimas.

Metas:

- Comunidad capacitada en normas básicas de primeros auxilios.

Responsables:

- Población
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Cuerpos de Emergencia

ZONA 3 (Media)

5.5. PLAN 1.-IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE RIESGO

Objetivo:

Identificar desde las perspectivas de los habitantes los riesgos de la comunidad.

Metas:

- Probables escenarios de riesgo actual.
- Organismos locales preparados para una emergencia.

Responsables:

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Población

5.6. PLAN 2.-INVERSIÓN PARA REFUGIOS TEMPORALES

Objetivo:

- Generar refugios temporales frente a una erupción volcánica.

Metas:

- Colaboración de la población aledaña a la zona.
- Adecuar la infraestructura existente, como refugio temporal.
- Población capacitada.
- Organismos locales preparados para enfrentar una emergencia.

Responsables:

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Población

5.7. PLAN 3.-PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA

Objetivo:

- Minimizar el impacto de los cultivos frente a un peligro volcánico.
- Minimizar el impacto causado sobre todo el ganado dentro del área afectada.

Metas:

- Población capacitada.
- Reubicar al ganado de la zona afectada.

- Generar un modelo de estructura para protección de cultivos.

Responsables:

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Población

Este plan está estructurado para minimizar el impacto en los cultivos en esta zona frente a un peligro volcánico.

Por lo que la zona es netamente agrícola, es necesario realizar una protección preventiva para dichos cultivos, así implementar sobre los estos una estructura similar a la de los invernaderos, pues el material que protege es fuerte y duradero, va a depender mucho en el estado que se encuentren los cultivos es decir si su proceso es reciente o si ya está listo para su cosecha.

ZONA 4 (baja)**5.8. PLAN 1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS NO VULNERABLES.****Objetivo:**

Identificar zonas que no son afectadas a estos eventos de peligros volcánicos.

Metas:

- Una comunidad informada
- Una comunidad capacitada

Responsables:

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía
- Población

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Los productos generados son estrictamente ponderados para el fin agropecuario y su afectación frente a la erupción del volcán Cotopaxi.
- El Mapa de Zonificación fue generado de acuerdo al tipo de riesgo de todo el cantón, y agrupado de acuerdo al grado de daño que pueda causar.
- La planificación ante una emergencia por erupción volcánica se actualiza a partir de la información aportada por el sistema de vigilancia y los mapas de riesgo establecidos para la actividad que presenta el volcán.
- La población, en general, desconoce qué tipo de riesgos pueden afectar sus propiedades, y como enfrentarse frente a una posible erupción del Volcán Cotopaxi.
- Sin duda el Cantón Mejía posee una economía netamente agrícola y ganadera, posee una afectación agropecuaria del 7% en cuanto al tipo de amenaza bajo, un 53% en cuanto al tipo de amenaza medio; y un 39% al tipo de amenaza alto.
- El 64% del cantón se encuentra afectado sobre un tipo de riesgo medio y muy alto.

- El Cantón Mejía cuenta con aproximadamente el 69% de pasto cultivado, de los cuales el 20% está destinado para uso agrícola; un 5% a pasto natural y un 6% de cobertura en la zona urbana.

6.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar la información disponible generada, para que los productos sirvan al Gobierno Autónomo Descentralizado de Mejía, para la toma de decisiones y que sea guía para la planificación y para un mejor ordenamiento territorial.
- Revisar las variables que se utilizaron y el producto final para tener un producto coherente, lógico y sin errores.
- Difundir un plan de capacitación a la población para que sepan como actuar ante una eventual erupción del volcán.
- Implementar comités de voceros para que así toda la población esté informada de las actividades que se realicen.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, E. (2004). *El Riesgo Volcánico del Cotopaxi*. Sangolquí: EDIESPE.
- Aguilera, E., & Toulkeredis, T. (2006). *El Volcán Cotopaxi una amenaza que asecha. Un enfoque a la Gestión de Riesgos Volcánicos del Ecuador, PROYECTO PREVOLCO* (Segunda ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: Sotavento Ind. Gráfica.
- Alvares Poveda, C. I., Giraldo Rincón, M. A., & Giraldo Botero, J. A. (2008). *Nuestro Planeta Tierra, Guía educativa para la gestión del riesgo*. Manta, Ecuador: Gráficas Guevara.
- Blong, R. J. (1984). *Volcanic Hazards: a source book on the effects of eruptions*. Sydney: Academic Press.
- Donga, M., & Monterao, J. (s.f.). *Aplicación de la Gestión de Riesgo para el Desarrollo Sostenible, Marco Conceptual, Módulo 1*. Lima, Perú.
- EPN. (s.f.). *Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <http://www.igepn.edu.ec/flacsoandes.org/biblio/catalog/resGet.php?resId=36957>. (s.f.).
- Giraldo Rincón, M. A., Fiallos Peña, B., & Alvares Poveda, C. I. (2006). *La Gestión del Riesgo en los procesos de planificación territorial*. Quito: Gráficas Guevara.
- <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/pdf/SaludVol1.pdf>. (1998). OPS 1998.
- http://tierra.meteored.com/tierra_Canton+Mejia_3654259_EC_esp.html. (s.f.).
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5929>. (s.f.).
- <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=2325>. (s.f.).
- http://www.epn.edu.ec/pdf/gob_ecuador/plan_nacional_desarrollo_2007-2010.pdf. (s.f.).
- <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/el-ecuador-con-poca-gestion-para-prevenir-riesgos-de-desastres-naturales-194613-194613.html>. (s.f.).
- <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/ecuador-obtiene-cero-en-prevencion-de-desastres-190911-190911.html>. (s.f.).
- <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea32s/ch71.htm>. (s.f.).
- <http://www.oas.org/osde/publications/Unit/oea65s/begin.htm>. (s.f.).
- <http://www.pichincha.gov.ec/download/bajadocu/doculink6351.pdf>. (s.f.).
- http://www.prevac.org.ni/files/doc/1143745212_Guia_Especial.pdf. (s.f.).
- http://www.tierradelvolcan.com/Espa%F1ol/ecuador_esp.htm. (s.f.).
- <http://www.tutiempo.net/Tierra/Ecuador/Canton-Mejia-EC009817.html>. (s.f.).
- http://www.visitaecuador.com/menu.php?cod_sec=D1BQBKN&cod_men=P2zOErmb6. (s.f.).
- INEC. (s.f.). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Kuroiwa, J. (2002). *Ciudades Sostenibles*. Obtenido de <http://www.reeme.arizona.edu/materials/Ciudades%20Sostenibles.pdf>
- Mejía, G. M. (s.f.). Obtenido de <http://www.municipiodemejia.gob.ec/>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura , MAGAP Pratt. (2003). Información Temática Georeferenciada. Quito, Pichincha, Ecuador.
- OPS. (1993). *Los Desastres Naturales*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de Organizacion Panamericana de la Salud: <http://helid.digicollection.org/en/d/Jh0202s/11.html>
- OPS. (1993). *Los Desastres Naturales*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de Organizacion Panamericana de la Salud: <http://helid.digicollection.org/en/d/Jh0202s/11.html>
- OPS. (1998). *MANUAL DE EVALUACIÓN PARA SITUACIONES DE DESASTRE*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de Organización Panamericana de la Salud: http://www.preventionweb.net/files/1934_VL206208.pdf
- OPS. (2000). *Los desastres naturales y la protección de la salud, OPS-OMS. 2000*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de Los desastres naturales y la protección de la salud, OPS-OMS. 2000.: www.who.int/disasters/
- OPS. (2002). *Desastres*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de Organizacion Panamericana de la Salud: <http://www.hhri.org/es/thematic/disaster.html>
- OPS. (2003). *Manual de Evaluación para situaciones de desastres*. Recuperado el 24 de Agosto de 2013, de Organizacion Panamericana de la Salud: http://www.preventionweb.net/files/1934_VL206208.pdf
- Pistolesi, M., Rosi, M., Cioni, R., Cashman V, K., Rossotti, A., & Aguilera , E. (2001). *Geological Society of America Bulletin*.
- Plaza, G., & Yépez, H. (2001). *Manual para la mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua Potable* (Segunda ed.). Washington D.C.: OPS.

- R.S.J. (2003). Forecasting Volcanic Eruption. *Earth and Planetary Science letters.*, 210.
- R.S.J. (2003). Sparks/Earth and Planetary Science Letters., 210.
- SIGAGRO. (s.f.).

8. ANEXOS

ANEXOS A. Listado de Mapas