



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
GEOGRAFICA Y MEDIO AMBIENTE**

AUTOR: PAUKER GARCIA, MARIA FERNANDA

**TEMA: SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DEL RIESGO WEB DE
ORIGEN NATURAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA**

DIRECTOR: DR. TOULKERIDIS, THEOFILOS

CODIRECTOR: ING. PEREZ, PABLO

SANGOLQUÍ, ABIRL 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMAS, ESPE
CARRERA DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

María Fernanda Pauker García

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DEL RIESGO WEB DE ORIGEN NATURAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA**” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

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

Sangolquí, 3 de Junio del 2014

Ma. Fernanda Pauker García

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMAS, ESPE
CARRERA DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICADO

Dr.Theofilos Toulkeredis e Ing. Pablo Pérez

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “*Sistema Integral de Gestión del Riesgo WB de origen natural en la Provincia de Pichincha*”, realizado por la *Srta. María Fernanda Pauker García*, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS,ESPE.

Debido a *que se ha culminado el trabajo obteniendo datos de significativo valor científico, técnico e investigativo* recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a la *Srta. María Fernanda Pauker García* que lo entregue al *Ing. Wilson Jácome*, en su calidad de Director de la Carrera.

Sangolquí, 3 de Junio del 2014

Dr.Theofilos Toulkeredis
DIRECTOR

Ing. Pablo Pérez
CODIRECTOR

AUTORIZACIÓN

Yo, María Fernanda Pauker García

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la Institución el proyecto de grado titulado “SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DEL RIESGO WEB DE ORIGEN NATURAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 03 de Junio de 2014

Ma.Fernanda Pauker

Dedicado a:

Mis padres: **Crnl. Francisco Pauker y la Sra. Ximena García**, Por su ejemplo y su entrega

A mis hermanas: **Ivonne y Verónica Pauker**, Por su cariño y compañía

A mis abuelos: **Francisco García y Joseph Günter Pauker**, Por sus enseñanzas

A mi Director: **Theofilos Thoulkeredis**, Por su conocimiento y amistad

A mi Codirector: **Ing.Pablo Perez**, Por su dirección

A la UNIVERSIDADE DE LAS FUERZAS ARMADAS, ESPE

Por el Apoyo

A todos los Geógrafos

Porque podemos fusionar y dar más de lo que imaginan e imaginamos

Y a Usted Lector porque seguramente aprenderá tanto como YO....

Agradecimiento:

Este Estudio se hizo con el objetivo de implementar y fusionar Ingeniería Geográfica, Gestión de Riesgos con Tecnología y Comunicación, afinando sus similares y equilibrando sus diferencias para poder lograr un Sistema de base para el salvataje de vidas.

Un estudio de esta magnitud no se podría lograr sin el apoyo y aportación de Instituciones, y personas que nos han permitido alcanzar el objetivo planteado. Así mi agradecimiento es para la Universidad a la cual pertenezco DE LAS FUERZAS ARMADAS, ESPE, Quien con la entrega de conocimientos y la confianza en el mismo no lo hubiéramos logrado. A mis profesores y maestros que con su aporte, dirección y preparación caminaron conmigo en la realización, análisis, estudio y ejecución del Proyecto. Y nada se puede lograr sin un buen diseño que merece un reconocimiento a la creatividad y paciencia gracias a David Cabrera.

Mi agradecimiento a un profesional y sobre todo amigo Theofilos Toulkeridis un conjunto de conocimientos, aventuras y ciencia que nos invita siempre a apasionarnos. Gracias por creer, confiar pero sobretodo por el cumplimiento de sus compromisos y cariño a mis Padres. Infinitas Gracias.

A mis Padres culpables de mi existencia y responsables de mi crecimiento. Mi Padre Crnl. Francisco Pauker que en paz descansa, Quien siempre me dio un gran ejemplo de sabiduría, rectitud y lealtad a cada convicción personal, gracias por enseñarme a perseverar. A mi Madre Sra. Ximena García una madre y mujer ejemplar, gracias por su paciencia y por cada valor que inculco en mí, Quien permitió mi crecimiento humano y mi entrega desinteresada a la Sociedad en varias actividades de voluntariado.

Mil Gracias a mis Hermanas Ivonne y Verónica Pauker, dos personas imprescindibles en mi vida, que me han demostrado siempre que a pesar de la adversidad si queremos podemos hacer realidad nuestros sueños.

A mi abuelo Francisco García, infinitas gracias, muchas veces te sentaste conmigo a compartir conocimientos, aprender juntos y discutir sobre ambiente. Fuiste Quien desde un inicio comprendió el concepto básico de mi Carrera y las características de lo que se aprendía por todos tus anexos literarios, tus buenos comentarios y aportes.

A mi hoy colega y amigo Pablo Ordoñez por la dirección en muchos momentos y sobretodo por tu amistad desinteresada y fiel, eres un gran serhumano.

Y siempre la compañía en los momentos de diversidad alegría gracias a mi acompañante de camino, mi más fiel amigo Ruffo.

Sin duda todo buen final tiene un camino lleno de experiencias que suman eventos negativos y positivos, todos ellos solo se los puede enfrentar, vivir y aprender con el apoyo de seres humanos que nos acompañan en el caminar a Quienes siempre deberemos agradecer.

Por esos tres seres grandiosos que en paz descansen decirles; Jamás es tarde. Esto es por todos Ustedes:

“El conocimiento del aprender es infinito, no tiene hora, no tiene edad como tampoco una cultura establecida. Mas solo está en cada uno de nosotros que decidamos experimentarlo...”

Gracias a Dios por darme el tiempo y la vida para cumplir con mis compromisos.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I – DEFINICIÓN Y ZONA DE ESTUDIO

1.1	Introducción	1
1.2	Antecedentes	1
1.3	Justificación	2
1.4	Objetivos	3
1.4.1	Objetivo General	3
1.4.2	Objetivos Específicos	4
1.4.3	Metas	4
1.5	Zona de estudio	5
1.5.1	Descripción geográfica de la provincia Pichincha	5
1.5.2	Descripción de los cantones de Pichincha	5
1.6	Marco teórico	14
1.6.1	Definiciones	14
1.6.1.1	Fenómenos Naturales	14
1.6.1.2	Desastres Naturales	15
1.6.1.2.1	Clasificación	16
1.6.1.2.1.1	Desastres Generados por procesos dinámicos en el interior de la tierra	16
1.6.1.2.1.2	Desastres generados por procesos dinámicos en la superficie de la tierra	16
1.6.1.2.1.3	Desastres generados por fenómenos Meteorológicos o Hidrológicos	17

1.6.1.2.1.4	Desastres de origen biológico	18
1.6.1.2.1.5	Desastres tecnológicos y/o Antrópicos	18
1.7	Amenazas naturales comunes en la provincia de pichincha	19
1.7.1	Movimientos en masa y deslizamientos	20
1.7.2	Actividad volcánica	21
1.7.3	Inundaciones	22
1.7.4	Déficit hídrico y sequías	23
1.7.5	Terremotos y fallas geológicas	24
1.7.6	Cambio climático y calentamiento	25
1.8	Nomenclatura de definiciones importantes en gestión de Riesgos	28
1.8.1	Amenaza	28
1.8.2	Vulnerabilidad	29
1.8.3	Riesgo	29
1.8.4	Prevención	30
1.8.5	Mitigación	31

CAPÍTULO II - MODELAMIENTO E INTEGRACIÓN GEOESPACIAL DEL SISTEMA INTEGRAL SOSTENIBLE EN GESTIÓN DE RIESGOS

2	Geoespacial	34
2.1	Geobase	34
2.1.1	Sustento Técnico de Gestión del Riesgo en el Ámbito	

	Nacional e Internacional	34
2.1.2	Diseño e Implementación de la Base de Datos	36
2.2	Modelo cartográfico y base técnica Modelo Cartográfico y Base Técnica	38
2.2.1	Fuentes de Información Técnica	38
2.2.2	Metadatos de la Información Cartográfica	41
2.3	Modelo entidad / relación	42
2.4	Servidor de mapas web	45
2.4.1	Metadatos y Servidor de Datos	45
2.4.2	Niveles de Ingreso	47
2.4.3	Modelo del Sistema Integral en Gestión de riesgos Geoespacial	48
2.4.4	Modelo del Sistema Integral en gestión de Riesgos	49
2.4.5	Metadatos Resultados	49
CAPITULO III - EVALUACIÓN DE AMENAZAS POR DESASTRES NATURALES POTENCIALES		
3.1	Desastres naturales	51
3.1.1	Identificación de desastres naturales en la zona de estudio	51
3.1.1.1	Inundaciones	51
3.1.1.2	Inundaciones en planicie o llanuras	52
3.1.1.3	Inundaciones repentinas	52
3.1.1.4	Sequia (déficit hídrico)	53
3.1.1.5	Sequia estacional	53

3.1.1.6	Sequía accidental	54
3.1.1.7	Causas que provocan sequia	54
3.1.1.8	Efectos de las sequías	54
3.1.1.8.1	Clasificación de las sequías	56
3.1.1.8.2	Equipos de instrumentación usados para medir y monitorear las sequías	57
3.1.1.9	Erupción volcánica (actividad volcánica)	57
3.1.1.10	Sismicidad	59
3.2	Fenómenos de remoción de masa (FRM)	61
3.3	Identificación y estudio de amenazas	62
3.3.1	Las amenazas	62
3.3.2	Identificación y caracterización de las amenazas	62
3.3.2.1	Amenaza por inundaciones	63
3.3.2.1.1	Área de estudio	63
3.3.2.1.2	Análisis técnico	64
3.3.2.1.3	Análisis de susceptibilidad temática	67
3.3.2.1.4	Análisis de la zonificación de la amenaza aplicando SIG	77
3.3.2.2	Amenaza por sequia	83
3.3.2.2.1	Ocurrencia potencial de sequía	85
3.3.2.2.2	Análisis hidrometeorológico del Cantón Mejía	86
3.3.2.3	Amenaza por erupciones volcánicas	98
3.3.2.3.1	Resultados	115
3.3.2.4	Amenaza por sismicidad	118
3.3.2.4.1	Marco tectónico regional	118

3.3.2.4.2	Fallas geológicas en el área de estudio	120
3.3.2.4.3	Fuentes sismogenéticas	124
3.3.2.4.4	Aceleraciones máximas	125
3.3.2.4.5	Resultados	129
3.3.2.5	Amenaza por fenómenos de remoción en masa	133
3.3.2.5.1	Zonificación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa	133
3.3.2.5.2	Análisis técnico	139
3.4	Análisis de amenazas por cantón	146
3.4.1	Cantón Cayambe	146
3.4.2	Cantón Pedro Moncayo	147
3.4.3	Cantón San Miguel de los Bancos	147
3.4.4	Cantón Pedro Vicente Maldonado	148
3.4.5	Cantón Puerto Quito	148
3.4.6	Cantón Mejía	149
3.4.7	Cantón Rumiñahui	149
3.5	Análisis consolidado de multiamenaza por cantón	150
3.5.1	Cantón Cayambe	150
3.5.2	Cantón Pedro Moncayo	151
3.5.3	Cantón San Miguel de los Bancos	152
3.5.4	Cantón Pedro Vicente Maldonado	152
3.5.5	Cantón Mejía	153
3.5.6	Cantón Puerto Quito	154
3.5.7	Cantón Rumiñahui	154

CAPITULO IV - EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RESULTADO DEL RIESGO

4.1	Vulnerabilidad	156
4.1.1	Marco conceptual	156
4.1.2	Análisis Técnico	158
4.1.2.1	Vulnerabilidad Social	159
4.1.2.2	Vulnerabilidad Socio-Económica	161
4.1.3	Indicadores de factores de vulnerabilidad	165
4.1.3.1	Índices Socio-Económicos	165
4.1.3.2	Índices de Capacidad de respuesta	166
4.1.3.3	Percepción Local	167
4.1.3.4	Índices de Infraestructura	168
4.1.4	Niveles de Vulnerabilidad	169
4.1.5	Mapa de Vulnerabilidad	170
4.1.6	Análisis de la vulnerabilidad por cantones	176
4.2	Riesgos	181
4.2.1	Indicadores cualitativos y cuantitativos de los factores de riesgo	181
4.2.1.1	Amenaza	181
4.2.1.2	Vulnerabilidad	185
4.2.1.3	Riesgo	187
4.2.1.3.1	Indicadores Cualitativos y cuantitativos	188
4.2.2	Evaluación de niveles de riesgo	189

4.2.2.1	Marco conceptual	189
4.2.3	Mapas de riesgo	190
4.2.4	Análisis del riesgo por cantón	204

CAPITULO V - ANÁLISIS Y MAPEO DE MULTIAMENAZAS

5.	MultiAmenazas	210
5.1	Mapa Conceptual de Multiamenazas	210
5.2	MultiAmenazas en Nuestra Zona de Estudio	211
5.3	Mapeo MultiAmenaza	213
5.3.1	Normalización	214
5.3.2	Rasterización	215
5.3.3	Metodología	217
5.3.3.1	Análisis Multicriterio	217
5.3.3.1.1	Modelo Proceso Analítico Jerárquico o AHP o Thomas Saaty	218
5.3.3.2	Aplicación método Analítico Jerárquico o AHP o Thomas Saaty en Zona de Estudio	222
5.3.3.3	Aplicación Método AHP en Software ArcGIS – Mapeo	236
5.4	Reclasificación	241
5.5	Resultados	243

**CAPITULO VI - RESULTADO TECNOLÓGICO DEL SISTEMA INTEGRAL
EN GESTIÓN DE RIESGOS DE LA ZONA DE ESTUDIO – S.P.A.T.
(SISTEMA PARTICIPATIVO DE ALERTA TEMPRANA)**

6.	Introducción Tecnológica	254
6.1	Sistemas Operativos	255
6.1.1	Concepto Sistemas Operativos	256
6.1.1.1	Clasificación de los Sistemas Operativos	256
6.1.1.2	Función de los Sistemas Operativos	257
6.2	Sistemas Web	259
6.2.1	Servidor	260
6.2.1.1	Tipos de Servidores	260
6.3	Sistemas de Comunicación	262
6.3.1	Composición de los sistemas de Comunicaciones Móviles	262
6.3.1.1	Tipos de Comunicación Móvil	263
6.3.1.1.1	El Sistema de Radiotelefonía Celular	265
6.3.1.1.1.1	Evolución de los Sistemas de Comunicación Celular	266
6.3.2	Sistemas Operativos para celular	266
6.3.2.1	Tipos de Sistemas Operativos para celulares	267
6.3.3	Sistemas Operativos para Tablets o Tabletatas	270
6.3.3.1	Sistemas Operativos Tablet	270
6.3.3.2	Tipos de Sistemas Operativos para Tablets	270
6.4	Información del Sistema Integral en Gestión de Riesgos	
	Zona de Estudio	272

6.4.1	Procesos Tecnológicos	272
6.4.1.1	Información base Tecnológica	272
6.4.1.1.1	Procesos de Información	273
6.5	Aplicativo S.P.A.T. (App. SPAT)	277
6.5.1	Desarrollo de App	277
6.5.1.1	Diseño del Sistema	277
6.5.1.2	Diseño de Imagen	280
6.5.2	APP S.P.A.T	280
6.5.2.1	Conexión App S.P.A.T	280
6.5.2.1.1	Sistema de Localización	281
6.5.2.1.1.1	Precisión de la Localización	281
6.5.2.2	Tienda de Descarga App	282
6.6	Resultados	285
6.6.1	App Usuario	285
6.6.2	App Órgano de Respuesta	286

CAPÍTULO VII - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	Conclusiones	288
7.2	Recomendaciones	292

CAPÍTULO VIII - BIOGRAFIA

8	Biografía	296
8.1	Literatura	296
8.2	Digital	298

INDICE DE TABLAS

Nº Tabla	NOMBRE	PAG.
Tabla 1	Susceptibilidad Geológica para Inundación	68
Tabla 2	Susceptibilidad Hidrogeológica	71
Tabla 3	Susceptibilidad Hidrogeológica para Inundaciones	72
Tabla 4	Susceptibilidad por Geomorfología para Inundación	73
Tabla 5	Susceptibilidad por Isoyetas para Inundación	76
Tabla 6	Susceptibilidad por Pendientes para Inundación	77
Tabla 7	Estación Hidrológica	86
Tabla 8	Estación Meteorológica	87
Tabla 9	Volcán Cotopaxi	101
Tabla 10	Volcán Niñahuilca	102
Tabla 11	Volcán Atacazo	103
Tabla 12	Volcán Guagua Pichincha	104
Tabla 13	Volcán Antisana	105
Tabla 14	Volcán Reventador	107
Tabla 15	Volcán Quilotoa	108
Tabla 16	Volcán Cuicocha	109
Tabla 17	Volcán Pululahua	112

Tabla 18	Volcán Sumaco	112
Tabla 19	Volcán Cayambe	113
Tabla 20	Volcán Chalupas	114
Tabla 21	Susceptibilidad por pendientes para FRM	140
Tabla 22	Parámetros de salud en condiciones de Vulnerabilidad	161
Tabla 23	Parámetros de educación en condiciones de Vulnerabilidad	162
Tabla 24	Parámetros de vivienda en condiciones de Vulnerabilidad	162
Tabla 25	Parámetros de empresa en condiciones de Vulnerabilidad	164
Tabla 26	Parámetros Percepción Local en condiciones de Vulnerabilidad	164
Tabla 27	Representación grafica de los niveles de Vulnerabilidad	169
Tabla 28	Rangos de los Niveles de Vulnerabilidad	169
Tabla 29	Niveles de Vulnerabilidad por Cantones	169
Tabla 30	Niveles de Vulnerabilidad Cantón Cayambe	176

Tabla 31	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón Cayambe	177
Tabla 32	Niveles de Vulnerabilidad Cantón Pedro Moncayo	177
Tabla 33	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón Pedro Moncayo	177
Tabla 34	Niveles de Vulnerabilidad Cantón San Miguel de los Bancos	176
Tabla 35	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón San Miguel de los Bancos	178
Tabla 36	Niveles de Vulnerabilidad Cantón Pedro Vicente Maldonado	178
Tabla 37	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón Pedro Vicente Maldonado	179
Tabla 38	Niveles de Vulnerabilidad Cantón Puerto Quito	179
Tabla 39	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón Puerto Quito	179
Tabla 40	Niveles de Vulnerabilidad Cantón Mejía	180
Tabla 41	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón Mejía	180
Tabla 42	Niveles de Vulnerabilidad Cantón Rumiñahui	180
Tabla 43	Rango de los Niveles de Vulnerabilidad Cantón	

	Rumiñahui	181
Tabla 44	Análisis de los Indicadores de Amenazas	184
Tabla 45	Nivel de Vulnerabilidad por Parroquias	186
Tabla 46	Nivel del Riesgo	188
Tabla 47	Análisis del Riesgo por Cantón Cayambe	204
Tabla 48	Análisis del Riesgo por Cantón Pedro Moncayo	205
Tabla 49	Análisis del Riesgo por Cantón San Miguel de los Bancos	206
Tabla 50	Análisis del Riesgo por Cantón Pedro Vicente Maldonado	206
Tabla 51	Análisis del Riesgo por Cantón Puerto Quito	207
Tabla 52	Análisis del Riesgo por Cantón Mejía	207
Tabla 53	Análisis del Riesgo por Cantón Rumiñahui	208
Tabla 54	Representación de Niveles de Amenaza	213
Tabla 55	Representación Grafica de Niveles de Amenaza	215
Tabla 56	Modalidad de Asignación de Pesos	220
Tabla 57	Representación de los Rangos de MultiAmenaza	243
Tabla 58	Representación Gráfica de Niveles y Rangos de MultiAmenaza	243

INDICE DE CUADROS

Nº Cuadro	NOMBRE	PAG.
Cuadro 1	Características del Cantón Pedro Moncayo	6
Cuadro 2	Características del Cantón Cayambe	7
Cuadro 3	Características del Cantón San Miguel de los Banco	8
Cuadro 4	Características del Cantón Pedro Vicente Maldonado	9
Cuadro 5	Características del Cantón Puerto Quito	11
Cuadro 6	Características del Cantón Mejía	12
Cuadro 7	Características del Cantón Rumiñahui	13
Cuadro 8	Información de caudales de Estación Hidrológica	89
Cuadro 9	Precipitación Mensual	92
Cuadro 10	Comparación Sísmica de Rangos y peligrosidad	128
Cuadro 11	Análisis FRM Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	134
Cuadro 12	Análisis FRM Cantone San Miguel de Los Bancos	135
Cuadro 13	Análisis FRM Cantón Pedro Vicente Maldonado	135
Cuadro 14	Análisis FRM Cantón Puerto Quito	135
Cuadro 15	Análisis FRM Cantón Puerto Cayambe	135
Cuadro 16	Análisis FRM Cantón Pedro Moncayo	136
Cuadro 17	Análisis FRM Cantón Rumiñahui	136
Cuadro 18	Análisis FRM Cantón Mejía	136
Cuadro 19	Análisis de Amenaza Cantón Cayambe	146
Cuadro 20	Análisis de Amenaza Cantón Pedro Moncayo	146
Cuadro 21	Análisis de Amenaza Cantón San Miguel de los Bancos	147

Cuadro 22	Análisis de Amenaza Cantón Pedro Vicente Maldonado	148
Cuadro 23	Análisis de Amenaza Cantón Puerto Quito	148
Cuadro 24	Análisis FRM Cantón Mejía	149
Cuadro 25	Análisis FRM Cantón Rumiñahui	149
Cuadro 26	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón Cayambe	150
Cuadro 27	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón Pedro Moncayo	151
Cuadro 28	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón San Miguel de los Bancos	152
Cuadro 29	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón Pedro Vicente Maldonado	152
Cuadro 30	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón Puerto Quito	153
Cuadro 31	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón Mejía	153
Cuadro 32	Análisis consolidado de Multiamenazas en el Cantón Rumiñahui	154
Cuadro 33	Determinación RI	221
Cuadro 34	Rangos de Multiamenaza según Niveles de Amenaza	242
Cuadro 35	Rangos Niveles de Multiamenaza	242

LISTADO DE GRAFICOS

Nº Grafico	NOMBRE	PAG.
Grafico 1	Ubicación Cantón Pedro Moncayo	6
Grafico 2	Ubicación Cantón Cayambe	7
Grafico 3	Ubicación Cantón San Miguel de los Bancos	8
Grafico 4	Ubicación Cantón Pedro Vicente Maldonado	9
Grafico 5	Ubicación Cantón Puerto Quito	11
Grafico 6	Ubicación Cantón Mejía	12
Grafico 7	Ubicación Cantón Rumiñahui	13
Grafico 8	Modelo Entidad Relación S.P.A.T	42
Grafico 9	Proceso Sistema aplicado a la Gestión de Riesgos	42
Grafico 10	Obtención de Amenaza por Inundación	43
Grafico 11	Obtención de Amenaza por Sequía	43
Grafico 12	Obtención de Amenaza por Sismos	44
Grafico 13	Obtención de Amenaza por Volcanismo	44
Grafico 14	Obtención de Amenaza por Movimiento de Masa	45
Grafico 15	Modelo del Sistema Integral en G.R. Geoespacial	48
Grafico 16	Modelo del Sistema Integral en Gestión de Riesgos	49
Grafico 17	Geodinámica de la peligrosidad sísmica del Ecuador	59
Grafico 18	Nivel de Amenaza de Sequia por Cantón de Ecuador	85
Grafico 19	Representación de los Caudales Medios mensuales y Anuales ciudad Machachi	90
Grafico 20	Representación de los Caudales Medios mensuales y	

	Anuales parroquia Manuel Cornejo	91
Grafico 21	Estación Izobamba	93
Grafico 22	Estación Uyumbicho	94
Grafico 23	Estación Cotopaxí	95
Grafico 24	Estación Loreto	96
Grafico 25	Estación Chirioga	97
Grafico 26	Mapa geológico del Ecuador modificado	99
Grafico 27	Mapa de Intensidades Sísmicas	118
Grafico 28	Fallas y Pliegues, Norte Ecuador	120
Grafico 29	Mapa Sismotectónico del Ecuador	125
Grafico 30	Peligrosidad Sísmica	127
Grafico 31	Mapa de Isoaceleraciones del Ecuador	128
Grafico 27	Mapa de Intensidades Sísmicas	118
Grafico 28	Fallas y Pliegues, Norte Ecuador	120
Grafico 29	Mapa Sismotectónico del Ecuador	125
Grafico 30	Peligrosidad Sísmica	127
Grafico 32	Multiamenazas	210
Grafico 33	Modelos Digitales	216
Grafico 34	Proceso Vector Raster	216
Grafico 35	Jerarquía de Elementos Interrelacionados Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	223
Grafico 36	Jerarquía de Elementos Interrelacionados Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito	227

Grafico 37	Jerarquía de Elementos Interrelacionados Cantones Mejía y Rumiñahui	232
Grafico 38	Función de Herramienta Weighted Overlay	236
Grafico 39	Weighted Overlay - Escala de Evaluación	239
Grafico 40	Weighted Overlay - Ingreso Ráster	239
Grafico 41	Weighted Overlay – Ingreso de Escala	240
Grafico 42	Weighted Overlay - Ingreso de Pesos	240
Grafico 43	Weighted Overlay – Aplicación de Herramientas	241
Grafico 44	Weighted Overlay – Aplicación de Herramientas	241
Grafico 45	Weighted Overlay – Aplicación de Herramientas	241
Grafico 46	Sistemas Operativos	272
Grafico 47	Sistemas Integral	272
Grafico 48	Recopilación	273
Grafico 49	Almacenamiento de Informacion	274
Grafico 50	Sitio ArcGisOnline	276
Grafico 51	Icono del App SPAT	280
Grafico 52	App SPAT en Pantalla de Celular	283
Grafico 53	Imagen en dispositivos de App S.P.A.T	285
Grafico 54	Detalle del App SPAT	286
Grafico 55	App SPAT del Órgano de Respuesta	286
Grafico 56	Detalle del App SPAT del Órgano de Respuesta	287

LISTADO DE MAPAS

Nº Mapa	NOMBRE	PAG.
Mapa 1	Zonificación de amenazas por inundaciones Cantones Cayambre y Pedro Moncayo	80
Mapa 2	Zonificación de amenazas por inundaciones Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito	81
Mapa 3	Zonificación de amenazas por inundaciones Cantones Mejía y Rumiñahui	82
Mapa 4	Zonificación de la amenazas Volcánica Cantones Mejía y Rumiñahui	115
Mapa 5	Zonificación de amenazas por Volcanismo Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito	116
Mapa 6	Zonificación de amenazas sísmica de los Cantones Cayambre y Pedro Moncayo	130
Mapa 7	Zonificación de amenazas sísmica de los	

	Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito	131
Mapa 8	Zonificación de amenazas sísmica de los Cantones Mejía y Rumiñahui	132
Mapa 9	Zonificación de amenazas por Fenómeno de Remoción en Masa de los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	143
Mapa 10	Zonificación de amenazas por Fenómeno de Remoción en Masa de los Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito	144
Mapa 11	Zonificación de amenazas por Fenómeno de Remoción en Masa de los Cantones Mejía y Rumiñahui	145
Mapa 12	Zonificación de Vulnerabilidad de Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	173
Mapa 13	Zonificación de Vulnerabilidad de Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente	

	Maldonado y Puerto Quito	174
Mapa 14	Zonificación de Vulnerabilidad de Cantones Mejía y Rumiñahui	175
Mapa 15	Zonificación del Nivel de Riesgo Sísmico Cantones Mejía y Rumiñahui	192
Mapa 16	Zonificación del Nivel de Riesgo ante Fenómenos de Remoción en Masa Cantones Mejía y Rumiñahui	193
Mapa 17	Zonificación del Nivel de Riesgo Volcánico de Cantones Mejía y Rumiñahui	194
Mapa 18	Zonificación del Nivel de Riesgo ante Inundaciones Cantones Mejía y Rumiñahui	195
Mapa 19	Zonificación del Nivel de Riesgo Sísmico Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	196
Mapa 20	Zonificación del Nivel de Riesgo ante Fenómenos de Remoción en Masa Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	197
Mapa 21	Zonificación del Nivel de Riesgo Volcánico de	

	Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	198
Mapa 22	Zonificación del Nivel de Riesgo ante Inundaciones Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	199
Mapa 23	Zonificación del Nivel de Riesgo Sísmico Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito	200
Mapa 24	Zonificación del Nivel de Riesgo ante Fenómenos de Remoción en Masa Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito	201
Mapa 25	Zonificación del Nivel de Riesgo Volcánico de Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito	202
Mapa 26	Zonificación del Nivel de Riesgo ante Inundaciones Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito	203
Mapa 27	Multiamenazas de los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	244

Mapa 28	Multiamenazas de los Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito	245
Mapa 29	Multiamenazas de los cantones Mejía y Rumiñahui	246
Mapa 30	Multiamenazas de los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo	248
Mapa 31	Multiamenazas de los Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito	250
Mapa 32	Multiamenazas de los cantones Mejía y Rumiñahui	252

LISTADO FOTOGRAFICO

Nº Foto	NOMBRE	PAG.
Foto 1	Fenómenos Naturales	15
Foto 2	Desastres Naturales	15
Foto 3	Desastres Tecnológicos	19
Foto 4	Movimiento en Masa	20
Foto 5	Tsunami debido a Deslizamiento	21
Foto 6	Mayoría de Amenazas Volcánicas	22
Foto 7	Banda Aceh – Antes de Tsunami	23
Foto 8	Banda Aceh - Después de Tsunami	23
Foto 9	Sequías	24
Foto 10	Tipos de Fallas	25
Foto 11	Cambio Climático	27
Foto 12	Calentamiento Climático	28
Foto 13	Calentamiento Climático	28
Foto 14	Explosión Volcán Tungurahua	29
Foto 15	Impacto negativo de la caída de ceniza	31
Foto 16	Sistema de Alerta Temprana Cotopaxi	32
Foto 17	Rio Santa Clara	63
Foto 18	Actividad Agrícola, generación de deslizamiento	137
Foto 19	Erosión generadora de FRM	137
Foto 20	Zona de bajo Peligro	138
Foto 21	Zona sin Peligro de FRM	138

RESUMEN:

Que amenazas por eventos adversos afectan a Pichincha? Cuáles son sus Vulnerabilidades? Existe un sistema que pueda permitir dar una Alerta Temprana en caso de Emergencias en Ecuador o en el Mundo? Este es un planteamiento justo en tiempos de altos niveles de desarrollo tecnológico en áreas de comunicación y ciencia. Al vivir en un país altamente expuesto a eventos adversos nos hace rápidamente analizar que debemos buscar alternativas contingentes y preventivas para responder a posibles emergencias sin dejar de lado la historia que bien nos sirve de parámetro de arranque para posibles escenarios tangenciales. Analizando la situación geográfica, geológica y geodinámica de la provincia de Pichincha, se encuentra el impacto de posibles amenazas naturales debido a la recurrencia de procesos geológicos e hidrometeorológicos, que se dan en la zona de estudio, entre ellos podemos mencionar: inundaciones, sequías, deslizamientos, erupciones volcánicas y sismos, con sus fallas geológicas. En esta zona se puede resaltar dos variables importantes la primera que corresponde a las posibles amenazas que pueden presentar los diversos riesgos de origen natural antes mencionados y la segunda la vulnerabilidad a la que está expuesta la población, sus actividades socioeconómicas y la infraestructura. Presentamos entonces un análisis completo de todas las variables, parámetros e indicadores que pueden intervenir en el este sistema.

Palabras Claves: Gestión de Riesgos, Vulnerabilidad, Amenaza, MultiAmenaza, Desastres.

SUMMARY :

Threats that affect Pichincha adverse events? What are your vulnerabilities? There is a system which can facilitate a Early Warning in case of Emergency in Ecuador or in the World? This is a fair approach in times of high levels of technological development in areas of communication and science. Living in a country highly exposed to adverse events makes us that we should seek to quickly analyze and preventive quotas to meet possible emergencies without ignoring the history that serves us well boot parameter tangential possible alternative scenarios. Analyzing the geographical , geological and geodynamic situation of the province of Pichincha , is the impact of potential natural hazards due to the recurrence of geological and hydrometeorological processes that occur in the study area , including include: floods, droughts, landslides, volcanic eruptions and earthquakes , with their faults. In this area you can highlight two important variables corresponding to the first potential threats that may present various risks mentioned above and the second natural vulnerability to which the population is exposed , its socio-economic activities and infrastructure. Then present a complete analysis of all variables, parameters and indicators that may be involved in this system.

KEYWORDS: Risk Management, Vulnerability, Hazard, Multi-Hazard, Disaster.

CAPÍTULO I - DEFINICIÓN Y ZONA DE ESTUDIO

1.1.INTRODUCCIÓN

1.2.ANTECEDENTES

Analizando la situación geográfica, geológica y geodinámica de la provincia de Pichincha, se encuentran el impacto de posibles amenazas naturales debido a la recurrencia de procesos geológicos e hidrometeorológicos, que se dan en la zona de estudio; entre ellos podemos mencionar; inundaciones, sequias, deslizamientos, erupciones volcánicas y sismos. Con sus fallas geológicas. En esta zona se puede resaltar dos variables importantes la primera que corresponde a las posibles amenazas que pueden presentar los diversos riesgos de origen natural antes mencionados; y la segunda la vulnerabilidad a la que está expuesta la población, sus actividades socioeconómicas y la infraestructura.

Esto ha llevado a la planificación e implementación de una adecuada Gestión de Riesgos, que al momento al no ser eficiente, más que en una política de respuesta y atención que en prevención y mitigación, ha llevado al sector a un uso ineficiente de posibles soluciones y afectación de la vulnerabilidad en caso de darse cualquiera de los eventos naturales inevitables.

1.3. JUSTIFICACION

En las últimas décadas se ha generado en el territorio Ecuatoriano una serie de fenómenos catastróficos de origen natural de gran magnitud y de gran extensión y alcance. Estos eventos fueron en diferentes ocasiones catastróficos; es decir, su carácter destructivo causó desequilibrios socioeconómicos y ambientales muy graves que, en algunos casos, tuvieron consecuencias a largo plazo.

Adicionalmente, la aparición de una multitud de eventos menores que tuvieron impactos menos devastadores revela a un país cuyo territorio está en su gran mayoría expuesto a amenazas naturales. Es también importante considerar a los fenómenos naturales benignos ya que representan amenazas³ potenciales que podrían afectar de una manera significativa a la población, su actividad socioeconómica y la infraestructura, en particular en un contexto de crecimiento demográfico sostenido.

La historia conocida de los últimos siglos, nos narra diferentes eventos naturales que ha tenido que enfrentar la provincia de Pichincha tales como: terremotos, activación de fallas geológicas, precipitación de ceniza por la erupción de volcanes dentro y fuera de la Provincia, inundaciones a causa de los fuertes inviernos e independientes de las temporadas típicas y tormentas eléctricas, entre otros. Los altos niveles de vulnerabilidad manifestada a través, de asentamientos humanos en zonas de riesgo, el escaso nivel de organización en los niveles locales, la baja

percepción del riesgo, inciden de manera directa en los impactos ambientales por efecto de los desastres.

Las amenazas pueden generar desastres y por lo tanto peligro. Cuando el grado de peligrosidad se relaciona con los niveles de vulnerabilidad sus consecuencias se reflejan en un territorio susceptible y con diferentes grados de exposición a potenciales desastres. Es por ello que, la lectura del territorio debe ser concebida integralmente y a través de ella deben ser dilucidadas sus vulnerabilidades y factores para un adecuado análisis de riesgos.

En la provincia de Pichincha se ha tratado poco desde la perspectiva de la Gestión de Riesgos a las amenazas naturales. Si bien se mantiene un desarrollo amplio de la generación de información sobre amenazas de origen natural, con lo cual se han elaborado mapas de amenazas considerando solamente la exposición de determinadas infraestructuras y elementos en zonas potencialmente amenazadas; es imprescindible la identificación y análisis de las debilidades territoriales, sociales e institucionales importantes para comprender los riesgos en su concepción integral.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General.

Diseñar un Sistema Integral basado en WEB en Gestión del Riesgo de origen natural el cual se implementara para la Provincia de Pichincha.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Estructurar la base de datos geoespacial, para obtener conjuntamente un modelo cartográfico y uno de Entidad-Relación, con el objetivo de lograr un sistema servidor de mapas web.
- Evaluar las diversas amenazas y subsecuente los riesgos de Origen natural a través de la identificación de los mismos.
- Evaluar los índices de vulnerabilidad de la población, sus actividades e infraestructura asociada con las diferentes amenazas naturales.
- Tratar al Riesgo de Origen Natural, a partir del análisis de las diferentes problemáticas identificadas, alcanzando la obtención de mapas de riesgos.
- Obtención de productos y resultados que nos permitirán entregar a los usuarios un Sistema Integral WEB de la Gestión de Riesgos, el cual se aplicara en la Provincia de Pichincha.

1.4.3. Metas

- Obtención de 1 mapa general de multi-amenazas y de riesgos de la Provincia de Pichincha de 9.496 Km² a una escala de 1:50.000 como está estipulado en la exigencias estándar del Instituto Geográfico Militar (IGM) y la ley de calidad ISO-131.
- Obtención de varios mapas de las diferentes amenazas (inundaciones, sequías, deslizamientos, erupciones volcánicas, entre otras ya mencionadas) y su alcance destructivo, en escala 1:50.000.

- Implementación de un Diseño WEB del Sistema Integral en Gestión de Riesgos de origen natural de la Provincia de Pichincha, de características amigables y de fácil uso para el usuario, que desee ingresar a conocer y obtener información.

1.5. ZONA DE ESTUDIO

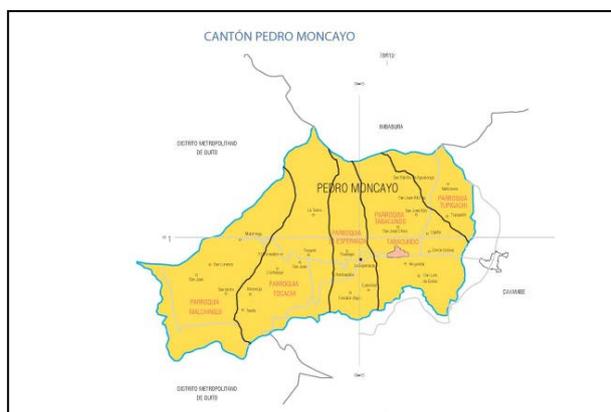
1.5.1 Descripción Geográfica de la Provincia Pichincha.

La provincia de Pichincha está situada en la región central de la sierra, hacia el norte del territorio ecuatoriano. Esta ubicación geográfica le confiere las siguientes características: Es ecuatorial pues le atraviesa la línea equinoccial; es andina por encontrarse entre las cordilleras Occidental y Real de los Andes, ambas separadas del Callejón Interandino y atravesándole una variedad de volcanes antiguos, extintos como activos. Aún más la Provincia está caracterizada por el cruce de varias fallas geológicas activas de primer, segundo y tercer orden.

1.5.2 Descripción de los Cantones de Pichincha.

Los cantones de Pichincha son: Cayambe, Pedro Moncayo, San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, Mejía, Rumiñahui y Puerto Quito. A continuación se detallan algunos aspectos importantes de cada uno de los cantones:

Grafico 1 Ubicación Cantón Pedro Moncayo



Fuente: FUNEPSA, 2010.

Cuadro 1 Características del Cantón Pedro Moncayo

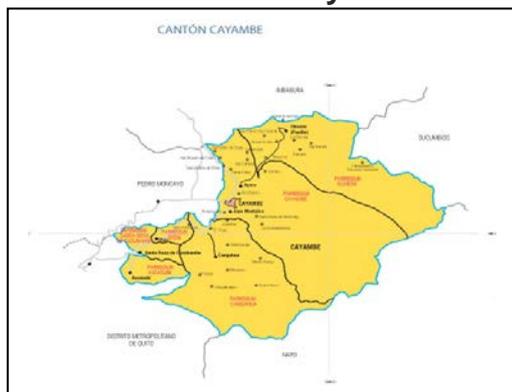
Creación	El cantón Pedro Moncayo, fue creado mediante Decreto legislativo el 26 de septiembre de 1911.
Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capital: Tabacundo • Fecha fundación: 26 de septiembre de 1911 • Superficie: 333 km² • Ubicación: Nororiente de la provincia de Pichincha • Temperatura media: 13° C promedio • Altitud: varía entre 1.730 y 4.300 msnm • Límites: Norte: Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura, Sur: Distrito Metropolitano de Quito y Cantón Cayambe. Este: Cantón Cayambe. Oeste: Distrito Metropolitano de Quito
Aspectos Políticos	Cabecera cantonal: Tabacundo Parroquias rurales: La Esperanza, Tocachi, Malchinguí y Tupigachi.
Orografía	El cantón se extiende desde el río Granobles al Este, hasta las quebradas de Guatacpí y Josefina que se desembocan en el Guayllabamba, al Oeste y desde las frías cumbres del Mojanda - Cajas al Norte, hasta las abrigadas márgenes del río Pisque al Sur. Esta zona se halla en una semihoya abierta hacia el poniente cuyos puntos culminantes serían el nudo de Mojanda-Cajas al Norte, el Pambamarca al Sur y el nevado Cayambe al Este.

Continua →

Cuencas y subcuencas	El sistema fluvial principal nace del nevado Cayambe. En el sector oriental el río Granobles se une con el Guachalá y forman el río Pisque, que siendo principal afluente del Guayllabamba forma el límite sur del cantón. El cantón se localiza en el cauce medio y bajo de la microcuenca del río Pisque, el mismo que es alimentado por diversos deshielos y vertientes del Mojanda, Cayambe, Pambamarca, presentando patrones de drenaje rectangular, subparalelo, angular con cursos alineados y cambios bruscos de dirección.
Población	De acuerdo con el CPV 2010, el cantón Pedro Moncayo cuenta con 33.172 habitantes, de los cuales 16.861 son mujeres y 16.311 hombres.

Fuente: Pauker, 2013

Grafico 2 Ubicación Cantón Cayambe



Fuente: FUNEPSA, 2010.

Cuadro 2 Características del Cantón Cayambe

Breve Reseña Histórica	<p>“Según Ley del Congreso del la Gran Colombia, de 25 de junio de 1824, publicada en la Gaceta de Colombia No. 124, del 4 de julio del mismo año, Cayambe es cabecera del cuarto cantón de la provincia de Imbabura; los otros son Ibarra, capital de la provincia, Otavalo y Cotacachi. Al disolverse la Gran Colombia, se puede deducir que Cayambe vuelve a ser parroquia de Otavalo.</p> <p>El 17 de mayo de 1851 se vuelve a crear el cantón Cayambe con las siguientes parroquias: Cayambe - cabecera cantonal, Tabacundo, Cangahua, Tocachi y Malchingui.</p> <p>El 13 de septiembre de 1852 la Asamblea Nacional cambia la cabecera cantonal, nominando entonces a Tabacundo y convirtiendo a Cayambe, una vez más, en parroquia. El 20 de octubre de 1855 es anexada al cantón Quito como parroquia.</p> <p>Definitivamente el 23 de julio de 1883, el gobierno provisional presidido por el señor Luis Cordero, crea el cantón Bolívar con las siguientes parroquias Cayambe - cabecera cantonal, Tabacundo, Cangahua, Tocachi, Malchingui, Guayllabamba y Otón, nombre de cantón que permaneció durante 9 meses.</p> <p>Por pedido de sus pobladores se le restituye el nombre ancestral de Cayambe, según consta en la Ley de División Territorial de 17 de abril de 1884”.</p> <p>Fuente: Plan General de Desarrollo de Pichincha</p>
Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capital: Cayambe • Fecha fundación: 17 de abril de 1884 • Superficie: 1.187 km² • Ubicación: Nororiente de la provincia de Pichincha • Temperatura media: 14,8° C • Altitud: 2.830 m.s.n.m. • Límites: Norte: Provincia de Imbabura, Suroeste: Distrito Metropolitano de Quito, Sureste: Provincia de Napo, Este: Provincia de Sucumbíos, Oeste: Cantón Pedro Moncayo
Aspectos Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: Cayambe • Parroquias urbanas: Ayora y Juan Montalvo • Parroquias rurales: Ascázubi, Sta. Rosa de Cusubamba, Otón, Cangahua y Olmedo.

Continua →

Cuencas y subcuencas	<p>“Al oeste del cantón se ubica la microcuenca del río Pisque perteneciente a la subcuenca del río Guayllabamba, alimentada por deshielos y vertientes del volcán nevado Cayambe que recargan el curso superior del río, presentando patrones de drenaje rectangular, paralelo, subparalelo, radial, con el curso alineado y cambios bruscos de dirección; el total del área de la microcuenca es de 1.118 Km², la longitud del río hasta la desembocadura es de 65 Km, densidad de drenaje 0.40 (unidad permeable) y pendiente media del 4%.</p> <p>Al este, se localiza la subcuenca del río Quijos, perteneciente a la cuenca del río Napo, su cauce principal es el río Quijos, el cual se alimenta de los ríos que nacen del volcán Cayambe y Sarahurco, presentado patrones de drenaje radial, subparalelo y angular.</p> <p>Además cuenta con ríos de curso doble y ríos de curso simple; entre los principales están: “Guachalá, Granobles, San José, La Chimba, Chalpar, Blanco; las Quebradas Cajas, Alpachaca, San Blas y Yasnan”.</p>
Población	De acuerdo con el CPV 2010, el cantón Cayambe cuenta con 85.795 habitantes, de los cuales 43.828 son mujeres y 41.967 hombres.

Fuente: Pauker, 2013

Grafico 3 Ubicación Cantón San Miguel de los Bancos



Fuente: FUNEPSA, 2010

Cuadro 3 Características del Cantón San Miguel de los Banco

Breve reseña histórica	<p>En la década de los 50 el Gobierno Ecuatoriano propuso la colonización del sector llamado Noroccidente de la Provincia de Pichincha, con miras a posibilitar el asentamiento de colonos y evitar la migración dirigida a los principales centros de desarrollo, como la ciudad de Quito.</p> <p>La Parroquia “San Miguel de Los Bancos”, fue creada mediante Acuerdo Ministerial del 2 de Abril de 1,971, siendo Ministro de Gobierno El Lic. Galo Martínez Merchán y Presidente de la República Dr. José María Velasco Ibarra. La cantonización de San Miguel de los Bancos se lleva a cabo mediante Decreto No. 115, del 14 de Febrero de 1,991, siendo Presidente de la República el Dr. Rodrigo Borja.</p>
Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capital: San Miguel de Los Bancos • Fecha de fundación: 2 de Abril de 1.971 • Superficie: 801 km². • Ubicación: Noroccidente de la Provincia de Pichincha. • Temperatura: 16° a 22° C • Altitud: 1.100 msnm • Límites: Norte: Cantón Pedro Vicente Maldonado y Distrito Metropolitano de Quito. Sur: Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas Este: Distrito Metropolitano de Quito. Oeste: Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas

Continua →

Aspectos Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: San Miguel de Los Bancos • Parroquia rural: Mindo • Posee 52 centros poblados entre comunidades, recintos y cooperativas distribuidas en toda la geografía cantonal, siendo las más importantes San Bernabé, Ganaderos Orenses, San José de Saloya, Pueblo Nuevo, entre otros.
Orografía	El cantón San Miguel de Los Bancos está sentado en el Ramal de Mindo de la Cordillera Occidental de los Andes, a unos 700 msnm; su terreno es irregular y se destacan las cordilleras de Lorenzo y de Nambillo.
Cuencas y subcuencas	Al norte se ubica la subcuenca del río Guayllabamba que pertenece a la cuenca del río Esmeraldas, su cauce principal, los ríos tributarios Pachijal, Chalguayacu, presentan patrones de drenaje paralelo, dentrítico, subparalelo; al sureste la microcuenca del río Cinto, con sus cauces principales los ríos Mindo, Cinto, Saloya con patrones de drenaje angular, subparalelos y cursos alineados con cambios bruscos de dirección, desembocan en el río Blanco. En el suroeste se encuentra la subcuenca del río Blanco con sus afluentes los ríos Cabuyales, Caoní y Abundancia.
Población	De acuerdo con el CPV 2010, el cantón San Miguel de Los Bancos cuenta con 17.573 habitantes, de los cuales 8.160 son mujeres y 9.413 hombres. <i>Fuente: INEC</i>
Descripción territorial	El Cantón San Miguel de Los Bancos se ubica en una superficie aproximada de 801Km ² , de los cuales el 60% es de topografía plana ondulada, con pendientes del 5 al 20%. El Cantón se ubica en las estribaciones occidentales de la cordillera de Los Andes, dentro de la subcuenca hidrográfica del río Blanco y del Guayllabamba y de la cuenca hidrográfica mayor del río Esmeraldas. Pertenece al ecosistema de bosque nublado, bosque húmedo subtropical y bosque húmedo tropical, situado entre los 300 y 1800 metros sobre el nivel del mar.

Fuente: Pauker, 2013

Grafico 4 Ubicación Cantón Pedro Vicente Maldonado



Fuente: FUNEPSA, 2010.

Cuadro 4 Características del Cantón Pedro Vicente Maldonado

Breve reseña histórica	<p>El 16 de julio de 1978, el Municipio del Cantón Quito aprueba la ordenanza de creación de la parroquia, y luego de la aprobación del Consejo Provincial, la resolución se publica en el Registro Oficial, el día 6 de septiembre de 1978.</p> <p>El plenario de las comisiones legislativas expide la ley de creación del cantón Pedro Vicente Maldonado el día 15 de enero de 1992, que es promulgada el 24 de enero de 1992. Se publica en el Registro Oficial # 802, el 28 de enero de 1992.</p>
------------------------	--

Continua →

Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capital: Pedro Vicente Maldonado • Fecha fundación: 15 de enero de 1992 • Superficie: 656.5 km². • Ubicación: Noroccidente de la provincia de Pichincha • Temperatura: 24 a 25° C • Altitud: 600 m.s.n.m. • Límites: Norte: Provincia de Imbabura, Sur: Cantón S. M. de Los Bancos y Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Este: Cantón S. M. de los Bancos y Distrito Metropolitano de Quito, Oeste: Cantón Puerto Quito
Aspectos Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: Pedro Vicente Maldonado • Parroquia urbana: Pedro Vicente Maldonado • Además posee treinta y un recintos
Orografía	<p>El cantón Pedro Vicente Maldonado está constituido por un territorio con un 90% de topografía plana a ondulada con pendientes generales del 3 al 4%.</p> <p>La característica predominante es el paisaje pie de monte, se observan relieves de disección débil a moderada, con cimas planas y redondeadas; conos de deyección y esparcimiento; mesetas y colinas bajas; con alturas que oscilan entre los 300 y 900 m.</p>
Cuencas y subcuencas	<p>Al sur se ubica la subcuenca del río Blanco que pertenece a la cuenca del río Esmeraldas, siendo sus cauces principales los ríos tributarios Silanche, Cabuyales, Caoní, Achiote y Abundancia, con patrones de drenaje paralelo, subparalelo, dentrítico, al norte la subcuenca del río Guayllabamba, con su cauce principal los ríos tributarios Pitzara, Cristal, con patrones de drenaje paralelo dentrítico.</p>
Población	<p>De acuerdo con el CPV 2010, el cantón Pedro Vicente Maldonado cuenta con 12.924 habitantes, de los cuales 6.189 son mujeres y 6.735 hombres.</p>
Descripción territorial	<p>El cantón se ubica sobre las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes, en la subcuenca hidrográfica conformada por la margen izquierda del río Guayllabamba, de los ríos Mulante y Blanco y sus distintos afluentes.</p> <p>Las características climáticas, su unidad geográfica, el tipo de producción y riqueza natural del suelo definen claramente a esta región. Pertenece al ecosistema bosque nublado, húmedo subtropical y húmedo tropical; con temperaturas medias entre 16° a 25° C; humedad relativa sobre el 70%; está situado entre los 280 y 1.080 metros sobre nivel del mar. La topografía de la región es variable, con zonas irregulares en las cuales existían grandes extensiones de bosques naturales que han sido explotados en forma irracional.</p> <p><i>Fuente. Cartografía IGM</i></p> <p>Las zonas regulares, en cambio, han permitido el desarrollo de la producción agropecuaria, gracias a la alta fertilidad de su suelo; adicionalmente, la rica y variada biodiversidad existente en algunas zonas, permite el desarrollo del ecoturismo.</p> <p>La microregión logra una estructuración homogénea, no sólo por sus características propias, sino además por la procedencia de los colonizadores que, por lo general, provienen de los sectores rurales de otras provincias, pero que traen iguales inquietudes y necesidades, lo cual les permite una identidad y voluntad de trabajo para el desarrollo de sus actividades, fundamentalmente agropecuarias, llegando a definir una cultura propia del sector que resume tradiciones y costumbres de sus lugares de origen.</p>

Fuente: Pauker, 2013

Grafico 5 Ubicación Cantón Puerto Quito



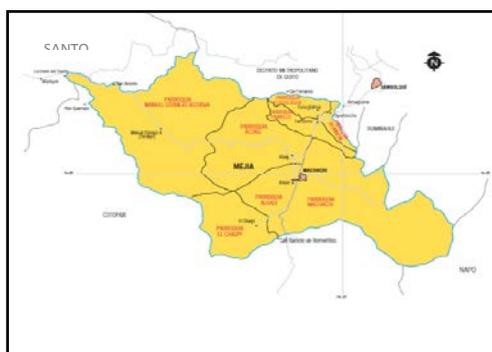
Fuente: FUNEPSA, 2010

Cuadro 5 Características del Cantón Puerto Quito

Breve reseña histórica	El Plenario de las Comisiones Legislativas del Congreso Nacional, mediante Decreto No. 115 del 7 de Marzo de 1996, expide la Ley de Creación del Cantón Puerto Quito, publicada en el Registro Oficial No. 916 del 01 de Abril del mismo año. El Municipio expide su Reglamento Orgánico Funcional el día 21 de Agosto de 1997.
Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Capital: Puerto Quito • Fecha de fundación: 01 de Abril de 1996 • Superficie: 719 km² • Ubicación: Noroccidente de la Provincia de Pichincha. • Temperatura media: 24° C • Altitud: 200 msnm • Límites: Norte: Provincia de Esmeraldas, Sur: Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Este: Cantón Pedro Vicente Maldonado, Oeste: Provincia de Esmeraldas
Aspectos Políticos	Cabecera cantonal: Puerto Quito. Además posee 88 Recintos
Orografía	El cantón Puerto Quito se asienta sobre terreno totalmente plano, circundado por colinas de pendientes superiores al 10%. El centro poblado de Puerto Quito se encuentra localizado a 200 m s.n.m
Cuencas y subcuencas	Se ubica en la subcuenca del río Blanco, la que pertenece a la cuenca del río Esmeraldas siendo sus cauces principales los ríos tributarios Silanche, Cabuyales, Caoní, Achiotte y Abundancia, con patrones de drenaje paralelo, subparalelo, dentrítico; al noreste se ubica la subcuenca del río Guayllabamba, su cauce principal el río tributario Pitzara con patrones de drenaje subparalelo dentrítico.
Población	De acuerdo con el CPV 2010, el cantón Puerto Quito cuenta con 20.445 habitantes, de los cuales 9.671 son mujeres y 10.774 hombres. Fuente: INEC
Descripción territorial	La superficie del cantón es de 719 km ² , de los cuales 50 ha corresponden a la cabecera cantonal, la cual constituye paso obligado desde y hacia el Noroccidente. Su desarrollo urbanístico gira en torno a la vía alterna por el by pass y a la vía principal de acceso, en donde se han establecido los principales comercios y servicios. Puerto Quito constituye la única parroquia del cantón, también forman parte de éste 88 recintos dispersos, cuyos orígenes se remontan a la colonización, inicialmente con fines de explotación maderera. En la actualidad se caracteriza la zona por ser altamente productiva. El cantón se encuentra ubicado en la subcuenca del río Blanco, perteneciente a la cuenca del río Esmeraldas.

Fuente: Pauker, 2013

Grafico 6 Ubicación Cantón MEJIA



Fuente: FUNEPSA, 2010.

Cuadro 6 Características del Cantón Mejía

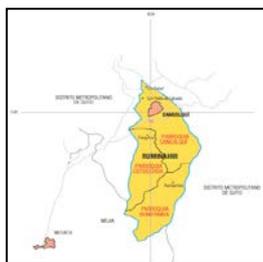
Breve reseña histórica	El Plenario de las Comisiones Legislativas del Congreso Nacional, mediante Decreto No. 115 del 7 de Marzo de 1996, expide la Ley de Creación del Cantón Puerto Quito, publicada en el Registro Oficial No. 916 del 01 de Abril del mismo año. El Municipio expide su Reglamento Orgánico Funcional el día 21 de Agosto de 1997.
Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: Machachi • Fecha fundación: 23 de julio de 1883 • Superficie: 1.459 km². • Temperatura: entre 1,8 y 21,5° C. • Altitud: entre 600 y 4.750 m.s.n.m. • Límites: Norte: Cantón Rumiñahui, DMQ y Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Sur: Provincia de Cotopaxi. Este: Provincia de Napo. Oeste: Provincia de Cotopaxi y Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas
Aspectos Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: Machachi • Parroquias rurales: Alóag, Aloasí, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Cutuglagua, El Chaupi, Tambillo, Uyumbicho
Orografía	La jurisdicción del cantón Mejía se ubica en el callejón interandino y en la cordillera Occidental. La topografía del valle interandino es suave desde la parte central, relativamente plana, la pendiente cambia a inclinada y se levanta hacia los volcanes extinguidos, Paschoa y Rumiñahui al Este, Atacazo, Corazón e Illinizas, al Oeste
Geología	Rocas volcano-sedimentarias marinas de composición andesito – basáltica, con intercalaciones de meta sedimentos de edad cretácica, caracterizan la Formación Macuchi, que se encuentra parcialmente recubierta por rocas volcano clásticas, conglomerados, lutitas, tobas, de la formación Silante (carretera Alóag - Santo Domingo) y rocas sedimentarias marinas tipo flysh (calizas de la formación Yunguilla), y al Este rocas volcánicas continentales del Pleistoceno - Holoceno de composición generalmente andesítica. Pequeños cuerpos cuarzo dioríticos sin foliación, con hornblenda, han sido intruidos en las Formaciones Silante y Macuchi.

Continúa →

Cuencas y subcuencas	Al Este se ubica la microcuenca del río San Pedro, afluente del río Guayllabamba que recoge aportes de deshielos y vertientes de los volcanes Rucu Pichincha, Atacazo, Corazón, Illinizas, Rumiñahui, Sincholagua, Pasochoa, Ilaló, Cotopaxi, con patrones de drenaje rectangular, subparalelo, paralelo, radial, con curso alineado y cambios de dirección; el área de la microcuenca cubre 1.512 km ² , río de 99 km de longitud, densidad de drenaje 0,37 (unidad permeable), pendiente media del 4%. Al Oeste el curso superior de la microcuenca del río Toachi, con su cauce principal el río Pilatón, pertenece a la subcuenca del río Blanco que recibe aportes de nevados y vertientes que recargan su curso superior, Atacazo, Corazón, Illinizas, Quilotoa, cordillera Leila, con patrones de drenaje angular, paralelo, radial; pendiente media del río 7,11% en el curso superior
Población	De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, el cantón Mejía cuenta con 81.335 habitantes, de los cuales 41.552 son mujeres y 39.783 hombres. <i>Fuente: INEC</i>

Fuente: Pauker, 2013

Grafico 7 Ubicación Cantón RUMIÑAHUI



Fuente: FUNEPSA, 2010.

Cuadro 7 Características del Cantón Rumiñahui

Breve reseña histórica	El cantón lleva el nombre del héroe indio defensor de nuestra patria, el general Rumiñahui, cuyo nombre significa “cara de piedra” en el quichua que se habla en nuestra región y, en el quichua del Cusco, significa “ojo de piedra”. Rumiñahui fue uno de los consejeros que consiguió, de Huayna Cápac, reconocer a Atahualpa como heredero del Tahuantinsuyo, junto con su hermano Huáscar.
Aspectos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: Sangolquí • Fecha fundación: 31 de mayo de 1.938 • Superficie: 134 km² • Temperatura Media: 16,4° C. • Altitud: 2.550 msnm • Límites: Norte, Este, y Oeste: Distrito Metropolitano de Quito. Sur: Cantón Mejía
Aspectos Políticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cabecera cantonal: Sangolquí • Parroquias urbanas: Sangolquí, San Pedro deTaboada, San Rafael • Parroquias rurales: Cotogchoa, Rumipamba
Orografía	Al sur del cantón existen algunas elevaciones, entre ellas sobresale el Pasochoa. Una extensa zona de su territorio conforma el fértil Valle de los Chillós.

Continúa →

Geología	Secuencias de piroclastos, brechas y aglomerados que subyacen a flujos de lava del volcán Rumiñahui, constituidos por rocas volcánicas – continentales del Pleistoceno, generalmente de composición andesítica; se observan tobas cortadas por diques andesíticos. Los sectores bajos del volcán Rumiñahui y las faldas del Pasochoa, están cubiertas por cangahua.
Cuencas y subcuencas	Hidrográficamente el cantón está ubicado en la microcuenca del río San Pedro, su cauce principal es el río Pita, alimentado por deshielos y vertientes de los volcanes Rumiñahui, Cotopaxi y Pasochoa, con patrones de drenaje rectangular, subparalelo, paralelo, radial, con curso alineado y cambios bruscos de dirección.
Población	De acuerdo con el CPV 2010, el cantón Rumiñahui cuenta con 85.852 habitantes, de los cuales 43.935 son mujeres y 41.917 hombres. <i>Fuente: INEC</i>
Descripción territorial	El cantón Rumiñahui comprende la principal arteria vial del Valle de los Chillos; todo viajero o turista puede contemplar desde lo alto de la autopista y carretera que la une con Quito, sus fértiles tierras y, de modo especial, diferentes paisajes de vivos colores y encantadores matices. Rumiñahui ocupa el centro y la parte más llamativa del Valle de los Chillos. Según el decreto de cantonización, comprende todo el territorio que antes constituyó la parroquia civil de Sangolquí.

Fuente: Pauker, 2013

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 DEFINICIONES

1.6.1.1 Fenómenos Naturales

La Naturaleza se manifiesta viva de diversas maneras como por ejemplo lluvia, mareas, vientos, terremotos, geisers y volcanismo entre otros. Algunas expresiones de la naturaleza son diarias y estamos acostumbrados a ellas, y otras nos conmueven profundamente pues ocurren esporádicamente. Entre las últimas podemos situar procesos de naturaleza con gran magnitud y alcance cuales pueden resultar en los llamados "desastres naturales" (Tsunami, lluvias prolongadas que producen inundaciones, tornados, etc.), cuya mejor expresión sería "fenómenos naturales peligrosos".



Foto 1.
Fenómenos Naturales
Fuente:Thoulkeredis, 2013

1.6.1.2 Desastres Naturales

Son los eventos adversos producidos por la fuerza de la naturaleza, afectando a los seres humanos, a sus bienes y así como daños severos en el ambiente.



Foto 2
Desastres Naturales
Fuente:Thoulkeredis, 2013

1.6.1.2.1 Clasificación

Los desastres Naturales se clasifican en:

- 1) Desastres generados por procesos dinámicos en el interior de la tierra
- 2) Desastres generados por procesos dinámicos en la superficie de la tierra
- 3) Desastres generados por fenómenos Meteorológicos o Hidrológicos
- 4) Desastres de origen Biológico
- 5) Desastres Tecnológicos y/o Antrópicos

1.6.1.2.1.1 Desastres Generados por procesos dinámicos en el interior de la tierra.- Como:

- a) **Sismos.**- Son los movimientos de la corteza terrestre que generan deformaciones intensas en las rocas del interior de la tierra, acumulando energía que súbitamente es liberada en forma de ondas que sacuden la superficie terrestre.
- b) **Tsunamis.**- Propagación de una gran masa de agua provocada por un movimiento absoluto de diferentes orígenes.
- c) **Actividad Volcánica.**- Es el paso del material (magma), cenizas y gases del interior de la tierra a la superficie.

1.6.1.2.1.2 Desastres generados por procesos dinámicos en la superficie de la tierra.- Como:

- a) **Deslizamiento de Tierras.**- Que ocurren como resultado de cambios súbitos o graduales de la composición, estructura, hidrología o vegetación de un terreno en declive o pendiente:
- b) **Derrumbes.**- Es la caída de una franja de terreno que pierde su estabilidad o la destrucción de una estructura construida por el hombre.
- c) **Aludes.**- Masa de nieve que se desplaza pendiente abajo.
- d) **Aluviones.**- Flujos de grandes volúmenes de lodo, agua, hielo, rocas, originados por la ruptura de una laguna o deslizamiento de un nevado.
- e) **Huaycos.**- Desprendimientos de lodo y rocas debido a precipitaciones pluviales, se presenta como un golpe de agua lodosa que se desliza a gran velocidad por quebradas secas y de poco caudal arrastrando piedras y troncos.

1.6.1.2.1.3 **Desastres generados por fenómenos Meteorológicos o Hidrológicos.**- Como:

- a) **Inundaciones.**- Invasión lenta o violenta de aguas de río, lagunas o lagos, debido a fuertes precipitaciones fluviales o rupturas de embalses, causando daños considerables. Se pueden presentar en forma lenta o gradual en llanuras y de forma violenta o súbita en regiones montañosas de alta pendiente.
- b) **Sequías.**- Deficiencia de humedad en la atmósfera por precipitaciones pluviales irregulares o insuficientes, inadecuado uso de las aguas subterráneas, depósitos de agua o sistemas de irrigación.

- c) **Heladas.**- Producidas por las bajas temperaturas, causando daño a las plantas y animales.
- d) **Tormentas.**- Fenómenos atmosféricos producidos por descargas eléctricas en la atmósfera.
- e) **Granizadas.**- Precipitación de agua en forma de gotas sólidas de hielo.
- f) **Tornados.**- Vientos huracanados que se producen en forma giratoria a grandes velocidades.
- g) **Huracanes.**- Son vientos que sobrepasan más 24 Km./h como consecuencia de la intracción del aire caliente y húmedo que viene del océano Pacífico con el aire frío.

1.6.1.2.1.4 Desastres de origen biológico.- Como:

- a) **Plagas.**- Son calamidades producidas en las cosechas por ciertos animales.
- b) **Epidemias.**- Son la generalización de enfermedades infecciosas a un gran número de personas y en un determinado lugar.

1.6.1.2.1.5 Desastres tecnológicos y/o Antrópicos.- Como:

- a) Incendios.
- b) Explosiones.
- c) Derrames de Sustancias Químicas.
- d) Contaminación Ambiental.
- e) Guerras.
- f) Subversión.

g) Terrorismo.



Foto 3
Desastres Tecnológicos
Fuente: Reuters, 2010

1.7 Amenazas Naturales comunes en la Provincia de Pichincha

Las amenazas naturales se refieren a situaciones que pueden ocurrir por afectaciones, que devienen en peligro para las comunidades e infraestructuras, por fenómenos tales como: sísmicos, volcánicos, fenómenos de remoción, inundaciones y sequías así en la Provincia de Pichincha se presentan las siguientes:

- Movimientos en Masa y Deslizamientos
- Actividad Volcánica
- Inundaciones
- Déficit hídrico y Sequías
- Terremotos y Fallas Geológicas

1.7.1 Movimientos en Masa y Deslizamientos

Fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimientos ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierra (Cruden, 1991).

Masa de suelo o roca inestable o marginalmente estable que actualmente presenta un movimiento continuo o intermitente.

Los deslizamientos son el movimiento repentino o progresivo de cúmulos de tierra o rocas por una pendiente. Se produce por efecto de las lluvias, sismos, filtraciones o por causa de el hombre (que realiza desbanques y cortes en las laderas).

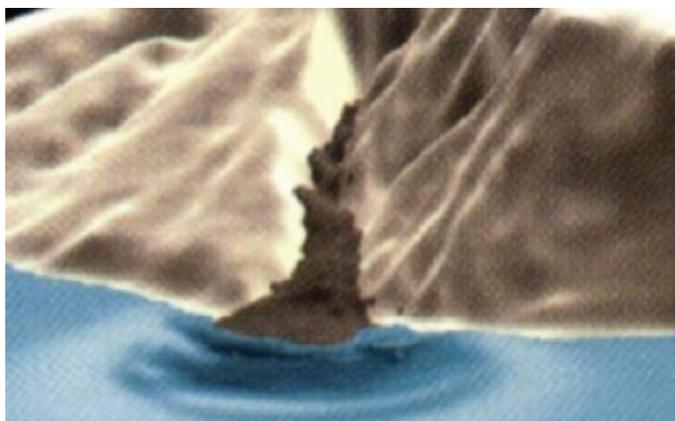


Foto 4

Movimiento en Masa - Deslizamiento subaereo (arriba) cayendo en el mar, provocando tsunami.
Fuente: Glossary international tsunami information center.

Nace un deslizamiento cuando los materiales sueltos en una ladera se tornan inestables. El agua es con frecuencia uno de los factores claves de su

desencadenamiento. Tras grandes lluvias, el agua satura la superficie y se filtra a través de la capa superior.

El agua aumenta el peso del material superficial, la tierra pierde su agarre a las laderas, no puede resistir el tirón de la gravedad; tierra, piedras, sedimentos y escombros se deslizan y propician su desintegración.

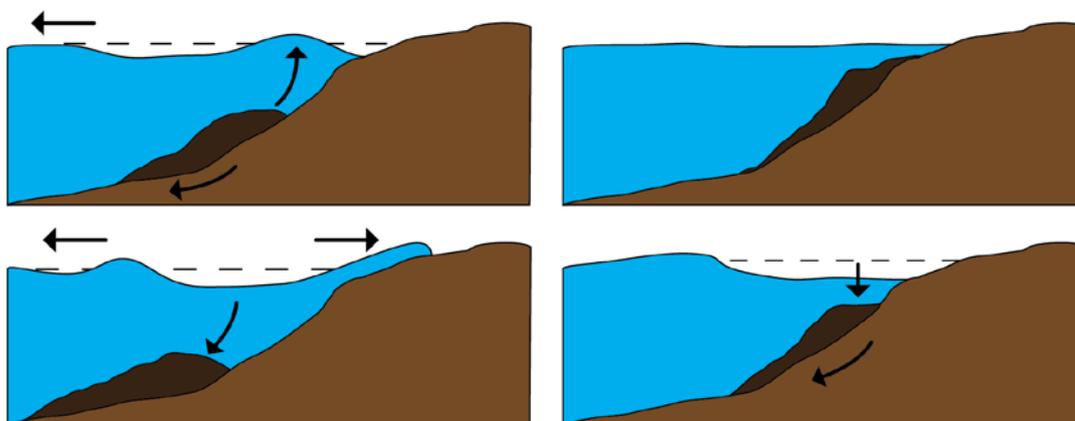


Foto 5

Generación de una ola de tsunami debido a un deslizamiento (submarino). Adaptado y modificado INOCAR.
Fuente: GEO1 - Theofilos Toulkeridis

1.7.2 Actividad Volcánica

Los volcanes por lo general, se ubican principalmente en los bordes de placas tectónicas o a lo largo del llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico”.

Debido a la fricción entre placas adyacentes, al subducirse una de ellas bajo otra, se genera la fusión de rocas dentro de la corteza, este magma tiende a ascender a la superficie a través de grietas o fisuras. Los volcanes se han constituido por acumulación de sus propios productos (lava, bombas, cenizas, polvo volcánico).

El proceso por el cual este material es expulsado, en ocasiones suavemente o en forma explosiva se denomina erupción volcánica.

Las partes principales de un volcán son:

- La cámara magmática, localizada a profundidad y comunicada con la superficie por medio de la chimenea y el cráter que es el orificio de salida. Pueden existir otros cráteres secundarios o adventicios.

La actividad volcánica, es el producto de la expulsión de materiales (sólidos, gaseosos y líquidos) del interior del globo terráqueo y que se encuentran a elevadas temperaturas.

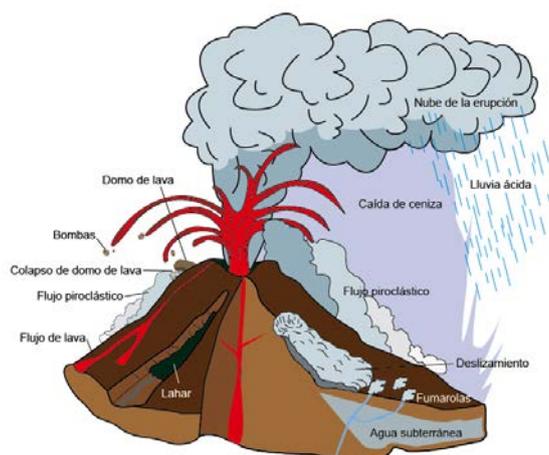


Foto 6

Gráfico esquemático y ejemplar con la mayoría de amenazas volcánicas.
Fuente: GEO1 - Theofilos Toulkeridis

1.7.3 Inundaciones

Es aquella que se produce cuando el agua invade terrenos que normalmente son secos porque, por efecto de las lluvias, se desbordan los ríos, lagunas o diques, y, los diques (naturales o construidos) son insuficientes o están obstruidos.

Las inundaciones son peligrosas porque suelen ser muy rápidas, a veces sin previo aviso, y arrastran todo lo que encuentran a su paso: personas, construcciones, sembríos, vehículos y carreteras, etc. Con una fuerza muy poderosa.



Foto 7,8

Banda Aceh, Indonesia, antes y después de tsunami
Fuente: Cortesía AP & DLR/Space Imagin.

1.7.4 Déficit hídrico y Sequías

Las sequías, son un fenómeno de lenta evolución, que consiste en una escasez de agua, por insuficiencia de las lluvias, que se prolonga por meses, años, décadas y aún centurias, cuyas consecuencias acarrear graves problemas a la comunidad (urbana y rural) y se van observando paulatinamente, ya que afecta por la disminución de las fuentes y escases de agua potable para el consumo humano y animal; afecta a la fauna, flora y siembras, disminución de higiene y salubridad, riesgo de enfermedades; disminución de agua para el riego y cultivo, dando como resultado la muerte de animales y de la vegetación. Como consecuencia de ello, se produce la emigración de la fauna, afectando la flora, la misma que es susceptible

de quemarse fácilmente, generando riesgos de incendios forestales y propiciando más el desarrollo de la sequía y, disminución de la producción de energía hidroeléctrica.

Una sequía prolongada podría afectar a las cosechas y hasta provocar hambruna.



Foto 9

Sequias

Fuente: Thoulkeredis,2013

1.7.5 Terremotos y Fallas Geológicas

Un temblor, sismo o terremoto, es un movimiento de la corteza corriente, provocado por el choque de grietas o fallas que tiene la corteza terrestre, que súbitamente libera energía en forma de ondas, produciendo un gran ruido.

Luego de un sismo es normal que se repitan movimientos a los que se los denomina replicas.

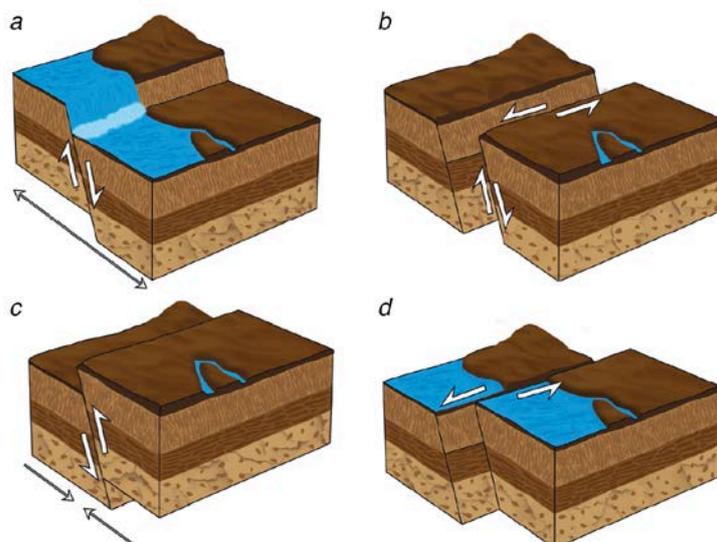


Foto 10

Tipos de fallas. a: Falla normal; b: Falla oblicua; c: Falla inversa; d: Falla transcurrente.
Fuente: GEO1 - Theofilos Toulkeridis.

1.7.6 Cambio Climático y Calentamiento Global

¿Qué es el Cambio Climático?

La evidencia científica del cambio climático es indiscutible, esto según lo planteado por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) organización internacional líder sobre el tema del cambio climático.

El cambio climático es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años. Pudiera ser un cambio en las condiciones climáticas promedio o la distribución de eventos en torno a ese promedio (por ejemplo más o menos eventos climáticos extremos). El cambio climático puede estar limitado a una región específica, como puede abarca toda la superficie terrestre.

El término, a veces se refiere específicamente al cambio climático causado por la actividad humana, a diferencia de los cambios climáticos causados por procesos naturales de la Tierra y el Sistema Solar. En este sentido, especialmente en el contexto de la política ambiental, el término "cambio climático" ha llegado a ser sinónimo de "calentamiento global antropogénico". En las revistas científicas, calentamiento global se refiere a los aumentos de temperatura superficial, mientras que cambio climático incluye al calentamiento global y todos los otros aspectos sobre los que influye un aumento de los gases invernadero.

La evidencia del cambio climático se basa en observaciones de los aumentos de temperatura del aire y de los océanos, el derretimiento de hielos y glaciares en todo el mundo y el aumento de los niveles de mar a nivel mundial.

Los científicos mundiales han determinado que el aumento de la temperatura debiera de limitarse a 2°C para evitar daños irreversibles al planeta y los consiguientes efectos desastrosos en la sociedad humana. Para lograr evitar este cambio climático irreversible y sus efectos, las emisiones de gases invernaderos debieran de alcanzar su máximo en el 2015 y disminuir progresivamente después de esa fecha hasta alcanzar una disminución del 50% para el año 2050.



Foto 11
Cambio Climático
Fuente:Thoulkeredis, 2013

¿Qué es el Calentamiento Global?

El término Calentamiento Global se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha detectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se proyecta a futuro.

Nadie pone en duda el aumento de la temperatura global, lo que todavía genera controversia es la fuente y razón de este aumento de la temperatura. Aún así, la mayor parte de la comunidad científica asegura que hay más que un 90% de certeza que el aumento se debe al aumento de las concentraciones de gases invernadero por las actividades humanas que incluyen deforestación y la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón. Estas conclusiones son avaladas por las academias de ciencia de la mayor parte de los países industrializados.

El aumento de la temperatura se espera será mayor en los polos, en especial en el Ártico y se observará un retroceso de los glaciares, hielos permanentes y hielo en los mares.

Otros efectos incluirían clima extremo más frecuente, lo que incluye sequías, olas de calor y precipitaciones fuertes. Se esperan extinciones de especies debido a los cambios de temperatura y variaciones en el rendimiento de las cosechas.

Se postula que si el aumento de la temperatura promedio global es mayor a 4°C comparado con las temperaturas preindustriales, en muchas partes del mundo ya los sistemas naturales no podrán adaptarse y, por lo tanto, no podrán sustentar a sus poblaciones circundantes. En pocas palabras, no habrán recursos naturales para sustentar la vida humana.



Foto 12, 13

Calentamiento Climático
Fuente:Thoulkeredis, 2013

1.8 Nomenclatura de definiciones Importantes en Gestión de Riesgos

1.8.1 Amenaza

Se entienden los procesos o fenómenos naturales que ocurren en la biosfera y que pueden constituir un evento perjudicial. Esas amenazas comprenden sismos, tormentas de viento, huracanes, fenómenos de remoción en masa, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, heladas, incendios forestales y sequías, o una

combinación de estos fenómenos, también derivados de variaciones climáticas como las relacionadas con el fenómeno El Niño.

1.8.2 Vulnerabilidad

Es una condición determinada por factores o procesos físicos y socioeconómicos que dejan a una comunidad más expuesta a los efectos de las amenazas.

1.8.3 Riesgo

Es la probabilidad de que un territorio y la sociedad que habita en él, se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario (desastres); en la práctica, *el riesgo es función de la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición.*

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Probabilidad} \times \text{Exposición}}{\text{Preparación} \times \text{Prevención} \times \text{Mitigación}}$$



Foto 14

Explosión estromboliana nocturna del Volcán Tungurahua en 1999.

Fuente: Alois Speck

1.8.4 Prevención

Se conoce a la prevención como las medidas cuyo objetivo es organizar y facilitar los operativos para el efectivo y oportuno aviso, salvamento y rehabilitación de la población y la economía en caso de desastre. La preparación se lleva a cabo mediante la organización y planificación de las acciones de alerta, evacuación, búsqueda, rescate, socorro y asistencia que deberán realizarse en caso de emergencia.

Entonces la Prevención de Riesgos son las medidas y acciones dispuestas con anticipación que buscan prevenir nuevos riesgos o impedir que aparezcan. Significa trabajar en torno a amenazas y vulnerabilidades probables. Visto de esta manera, la prevención de riesgos se refiere a la Gestión Prospectiva del Riesgo, mientras que la mitigación o reducción de riesgos se refiere a la Gestión Correctiva.

Dado que la prevención absoluta rara vez es posible, la prevención tiene una connotación semi-utópica y debe ser vista a la luz de consideraciones sobre el riesgo aceptable, el cual es socialmente determinado en sus niveles.



Foto 15

Impacto negativo de la caída de ceniza volcánica.

Fuente: Diario El Hoy, USGS; IG-EPN.

1.8.5 Mitigación

Es la ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente. La mitigación asume que en muchas circunstancias no es posible, ni factible, controlar totalmente el riesgo existente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables y factibles. La mitigación de riesgos de desastre puede operar en el contexto de la reducción o eliminación de riesgos existentes, o aceptar estos riesgos y, a través de los preparativos, los sistemas de alerta, etc., buscar disminuir las pérdidas y daños que ocurrirían con la incidencia de un fenómeno peligroso. Así, las medidas de mitigación o reducción que se adoptan en forma anticipada a la manifestación de un fenómeno físico tienen el fin de: a) evitar que se presente un fenómeno peligroso, reducir su peligrosidad o evitar la exposición de los elementos ante el mismo; b) disminuir sus efectos sobre la

población, la infraestructura, los bienes y servicios, reduciendo la vulnerabilidad que exhiben.

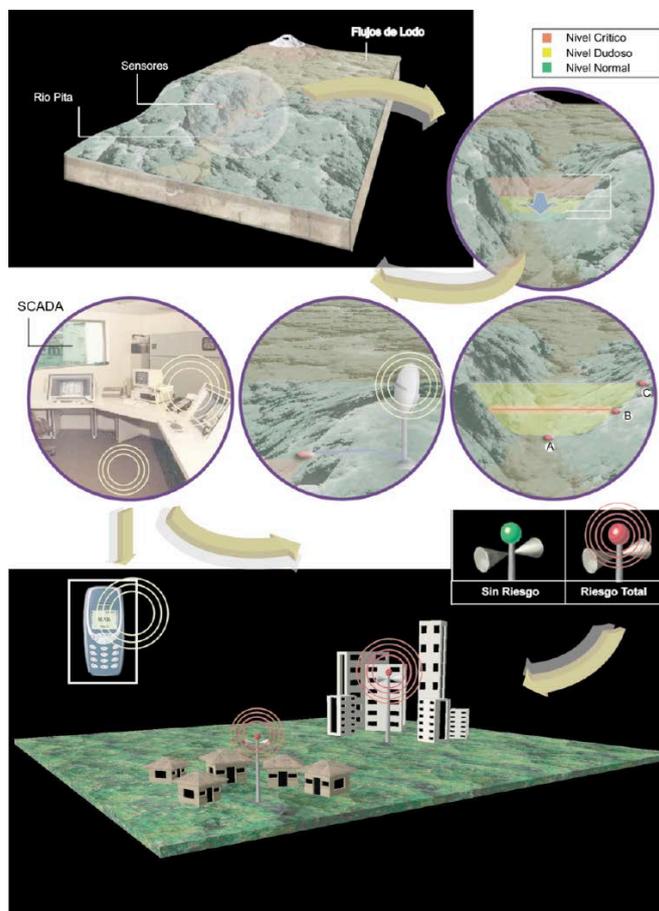


Foto 16

Sistema de alerta temprana por detectar en forma segura lahares del Cotopaxi.

Fuente: IGN

CAPITULO II

MODELAMIENTO E INTEGRACIÓN GEOESPACIAL DEL SISTEMA INTEGRAL SOSTENIBLE EN GESTIÓN DE RIESGOS

Iniciamos con el reconocimiento del sustento Técnico de Gestión del Riesgo para el cual nos basamos en lo sugerido en el ámbito técnico Nacional e Internacional, para que nuestro estudio y base se puedan aplicar y tenga un resultado óptimo.

Se desarrolla el diseño e Implementación de la Base de Datos con la recopilación de toda la información disponible, la misma que pasa por una sistematización, revisión y análisis, logrando obtener la Base de Datos de nuestra zona de estudio.

En esta etapa desarrollamos el Modelo Cartográfico y la Base Técnica del estudio iniciando con las fuentes de Información Técnica de los cuales se obtienen los datos geográficos (**Topografía, Geología – Geomorfología, Hidrogeología, Fenómenos de Remoción en Masa, Peligros Volcánicos y Vulcanismo, Sísmica, Uso del Suelo, Hidrología y Meteorología, Información Ambiental, Socio – económica, Desarrollo**), estos datos nos permiten obtener documentos y cartografía temática, en la que se puede identificar fuentes de información y datos más específicos, todos representados en una misma plataforma digital.

Finalmente en el Sistema Integral Sostenible en Gestión de Riesgos que es el objetivo de estudio obtendremos una plataforma virtual que tiene como resultado mapas finales de Multi-amenazas, que partirán de toda la información obtenida en las amenazas y las vulnerabilidades presentes en la zona, las mismas que serán establecidas y enumeradas.

Obteniendo así en este segundo capítulo el Modelo del Sistema Integral en Gestión de riesgos Geoespacial y el Sistema de ingreso geoespacial al Sistema Integral Sostenible en Gestión de Riesgos de la Zona de estudio.

2 Geoespacial

2.1 Geobase

2.1.1 Sustento Técnico de Gestión del Riesgo en el Ámbito Nacional e Internacional

Nos basaremos en lo sugerido en el ámbito técnico Nacional e Internacional, para que nuestro estudio y base se puedan aplicar y tenga un resultado óptimo así conocemos:

Ámbito Nacional

- Constitución 2008 Titulo VII. Sección Novena, artículos No.389 y No.390, que delega la rectoría de la Gestión del Riesgo, a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, que es la encargada de dictar las políticas y estrategias del SNGR.
- Ley de Gestión Ambiental.
- Resoluciones del Gobierno de la Provincia de Pichincha.
- Políticas de Gestión del Riesgo del Gobierno de la Provincia de Pichincha. (Art. 389 de la Constitución 2008), en virtud del cual está desarrollando acciones, orientadas a la construcción del Sistema Provincial de Gestión del

Riesgo; y, es así que ha gestionado la consecución de recursos ante el BID para el desarrollo de la consultoría: “APOYO AL SISTEMA DE GESTION DEL RIESGO NATURAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”, a fin de contar con la información y las herramientas necesarias para el cumplimiento de este objetivo.

- Ordenanzas municipales de los cantones involucrados.

Ámbito Internacional

- Convenios y acuerdos suscritos por el Ecuador.
- Conferencias ambientales a nivel global.
- Gestión Integral de Riesgos y Desastres, Universidad Politécnica de Cataluña - Red Structuralia – España, (dos módulos), ONU - Ginebra; Riesgos Geológicos Instituto Geológico Minero de España-IGME. 1980-2000; La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina – La Red (1998); Gestión del Riesgo, Proyectos DIPECHO- FUNEPSA/ Comunidad Europea/ Ayuda Humanitaria (2007-2008); Programa Regional Andino para la Prevención y Reducción de Desastres – PREANDINO (2006); Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres – CAPRADE (2007); Prevención y Atención de Desastres de la Comunidad Andina – PREDECAN (2007-2008); Instituto Geológico Minero de Colombia, INGEOMINAS (2006); Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Kobe, Hyogo

- Japón, marco de acción periodo 2005 – 2015: aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres; Decenio Internacional de Reducción de Desastres de la Organización de Naciones Unidas.

2.1.2 Diseño e Implementación de la Base de Datos

Se recopiló toda la información disponible, la misma que pasó por una sistematización, revisión y análisis, reunida en la siguiente Base de Datos:

Base de Datos de Eventos Históricos de la Amenaza Sísmica

La fuente principal de información constituye el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, INEMIN – CODIGEM, ESPE- DNDC, Servicio Geológico – USA, IRD – Francia, Publicaciones en revistas nacionales e internacionales.

Base de Datos de Eventos Históricos de la Amenaza Volcánica

La fuente principal de información constituye: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, INEMIN - Geotérmica Italiana, CODIGEM - Grupo Nacional de Vulcanología de Italia, INECEL, Servicio Geológico de los Estados Unidos – USGS, IRD – Francia, Publicaciones en revistas nacionales e internacionales.

Base de Datos de Eventos Históricos de Fenómenos de Remoción en Masa

FRM

La fuente principal de información constituye: CODIGEM – NN.UU, Dirección Nacional de Geología – DINAGE – Gobierno de Canadá, ORSTOM – IRD - Francia, CLIRSEN, SIGAGRO, Servicio Geológico y Minero de España, GAD PP, Dirección Nacional de Defensa Civil y SNGR, Publicaciones en revistas nacionales e internacionales.

Base de Datos de Eventos Históricos de Inundaciones

La fuente principal de información constituye: INAMHI, CLIRSEN, ORSTOM - IRD Francia, SIGAGRO, GAD PP, Robert D'Ercole/Mónica Trujillo, Dirección Nacional de Defensa Civil y SNGR, Publicaciones en revistas nacionales e internacionales.

Base de Datos de Eventos Históricos Sequías (Déficit hídrico)

La fuente principal de información constituye: INAMHI, CLIRSEN, ORSTOM – IRD Francia, Robert D'Ercole/Mónica Trujillo.

Los documentos, cuyas fuentes se mencionan anteriormente, constan en la Base de Datos, en la plataforma Access 2007.

2.2 Modelo Cartográfico y Base Técnica

2.2.1 Fuentes de Información Técnica

Todos los datos geográficos fueron sacados del Informe Final del estudio realizado por el Banco Interamericano de desarrollo (BID) y por el Gobierno de la Provincia de Pichincha, los mismos se basaron en:

- **Datos de la Base:** 32 cartas topográficas digitales, escala 1:50.000, editadas por el Instituto Geográfico Militar – IGM:
 - ✓ Rosa Zárate
 - ✓ La Concordia
 - ✓ Monterrey
 - ✓ Las Golondrinas
 - ✓ Pedro V. Maldonado
 - ✓ Cristóbal Colón
 - ✓ Río Guayllabamba, San Miguel de Los Bancos
 - ✓ Mindo
 - ✓ Vacas Galindo
 - ✓ Calacalí, Nono
 - ✓ Otavalo
 - ✓ Mojanda
 - ✓ El Quinche
 - ✓ San Pablo del Lago

- ✓ Cayambe
 - ✓ Cangahua
 - ✓ Mariano Acosta
 - ✓ Nevado Cayambe
 - ✓ Cerro Sarahurco
-
- **Topografía:** las mismas 32 cartas topográficas de la base de datos digitales de escala 1:50.000, editadas por el Instituto Geográfico Militar.
 - **Geología - Geomorfología,** basados en:
 - ✓ Las Hojas Geológicas digitales, escala 1:100.000, publicadas por el Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgica – INIGEMM:
 - Otavalo
 - Santo Domingo
 - Las Delicias
 - Pacto y Quito
 - ✓ Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 0° y 1° N, editado por el BGS y MEM
 - ✓ Carta Geológica del Volcán Guagua Pichincha, escala 1:50.000;
 - ✓ Mapa de fallas y estructuras del Ecuador, escala 1:1'000.000, editado por la USGS – IG/EPN.

- **Hidrogeología:** Datos tomados de:
 - ✓ Mapa hidrogeológico de la Provincia de Pichincha. Escala 1:200.000, editado por el INEMIN / HCPP;
 - ✓ Actualización del Mapa Hidrogeológico del Ecuador, Escala 1:500.000, editado por PETROECUADOR/SIGAGRO/INAMHI.

- **Fenómenos de Remoción en Masa:** datos tomados de: INIGEMM, SENPLADES, SIGAGRO, CLIRSEN, SNGR, PETROECUADOR, UNION EUROPEA, FUNEPSA, GPP, etc.

- **Peligros Volcánicos y Vulcanismo:** Los datos tomados fueron del: Instituto Geofísico - EPN, USGS, INEMIN – GEOTERMICA ITALIANA.

- **Sísmica:** Los datos sustraídos fueron del: Instituto Geofísico – EPN, DNDC – ESPE, USGS

- **Uso del Suelo:** datos proporcionados por: SIGAGRO – MAGAP, HCPP

- **Hidrología y Meteorología:** datos proporcionados por: INAMHI

- **Información Ambiental:** MAE, Organismos Seccionales y especializados

- **Socio – económica:** INEC, INFOPLAN, SISE, SENPLADES, Ministerio de Inclusión Económica y Social, GPP, Municipios de los cantones involucrados en el Proyecto.

- **Desarrollo:** Plan Provincial de Pichincha, Planes de los cantones involucrados y Estudios publicados por organizaciones públicas y privadas.

Estos datos nos permiten obtener documentos y cartografía temática, en la que se puede identificar fuentes de información y datos más específicos, todos representados en una misma plataforma digital.

2.2.2 Metadatos de la Información Cartográfica

Contiene datos de los principales parámetros de la información cartográfica obtenida, de acuerdo al siguiente esquema:

- Formato
- Directorio
- Proyección
- Referencia Espacial
- Escala
- Coordenadas
- Referencia o fuente

Así se pudo identificar fuentes de información y datos más representativos, integrados en una sola plataforma digital que forman parte del estudio.

Como se indicó anteriormente, la Base de Datos fue estructurada con apoyo en la plataforma Excel y contiene información de los principales documentos cartográficos recopilados, que han servido para respaldar la elaboración del Sistema, que a su vez nos permite crear un verdadero estudio organizado y garantizado para los fines deseados.

2.3 Modelo Entidad / Relación

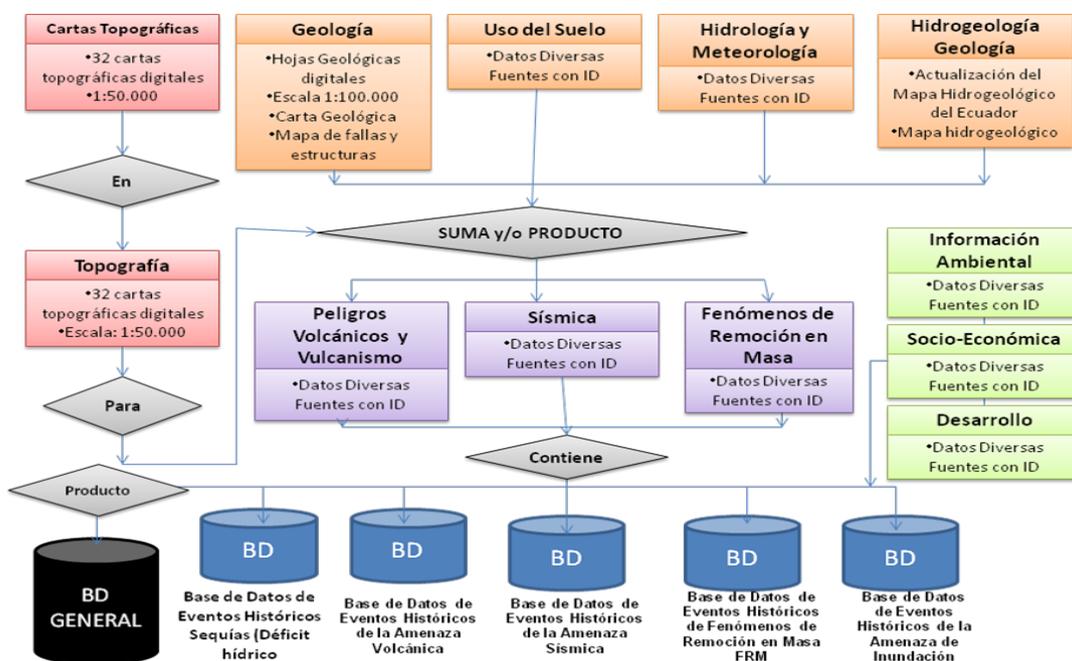


Grafico 8 - Modelo Entidad Relación – Sistema General en Gestión de Riesgos
Fuente: Pauker, 2013

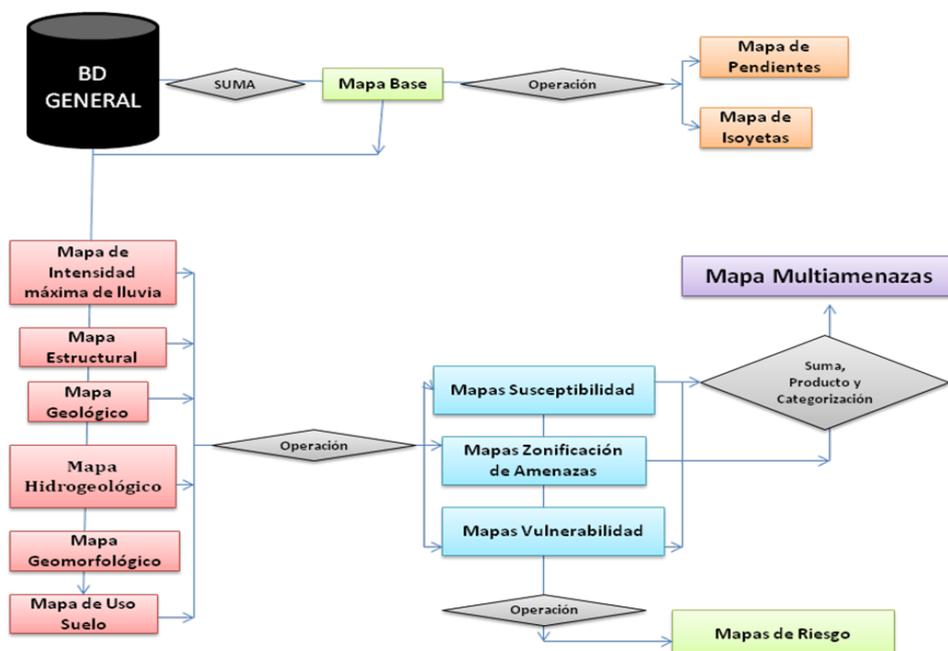


Grafico 9 - Modelo Entidad Relación – Proceso Sistema aplicado a la Gestión de Riesgos
Fuente: Pauker, 2013

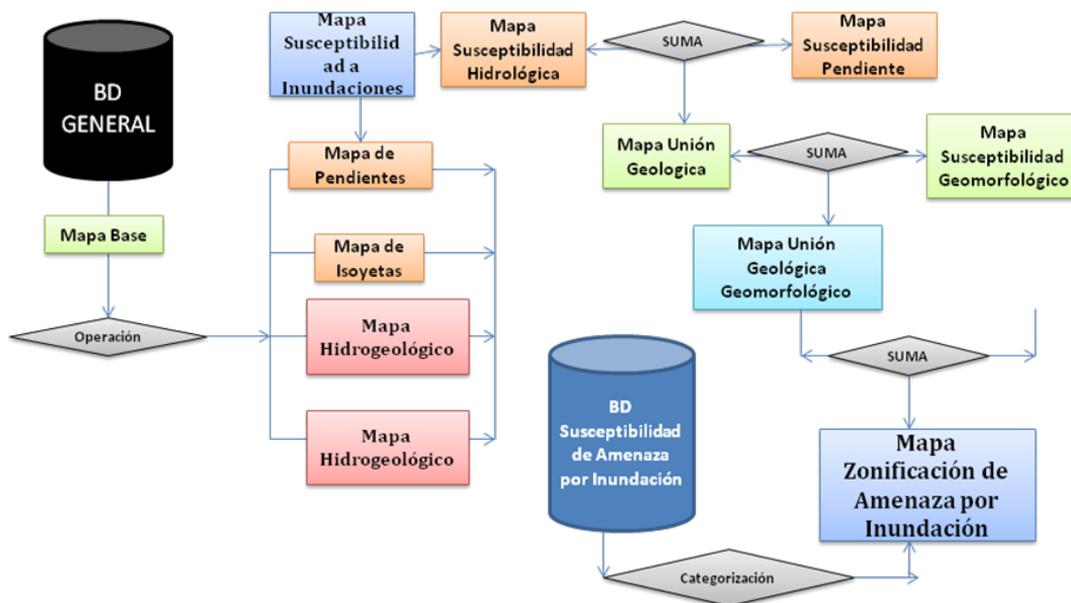


Gráfico 10 - Modelo Entidad Relación – Obtención de Amenaza por Inundación
 Fuente: Pauker,2013

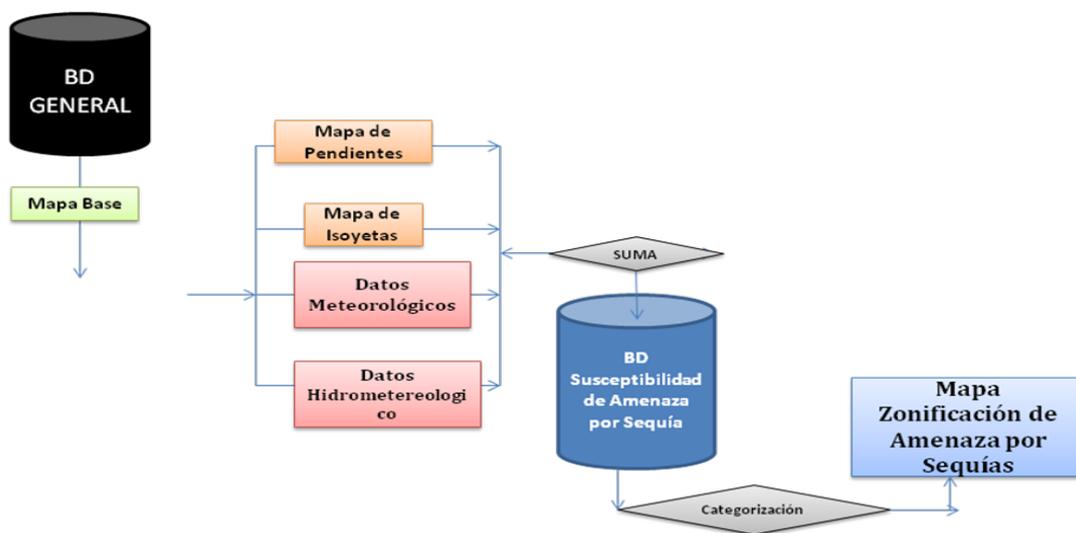


Gráfico 11 - Modelo Entidad Relación – Obtención de Amenaza por Sequía
 Fuente: Pauker,2013

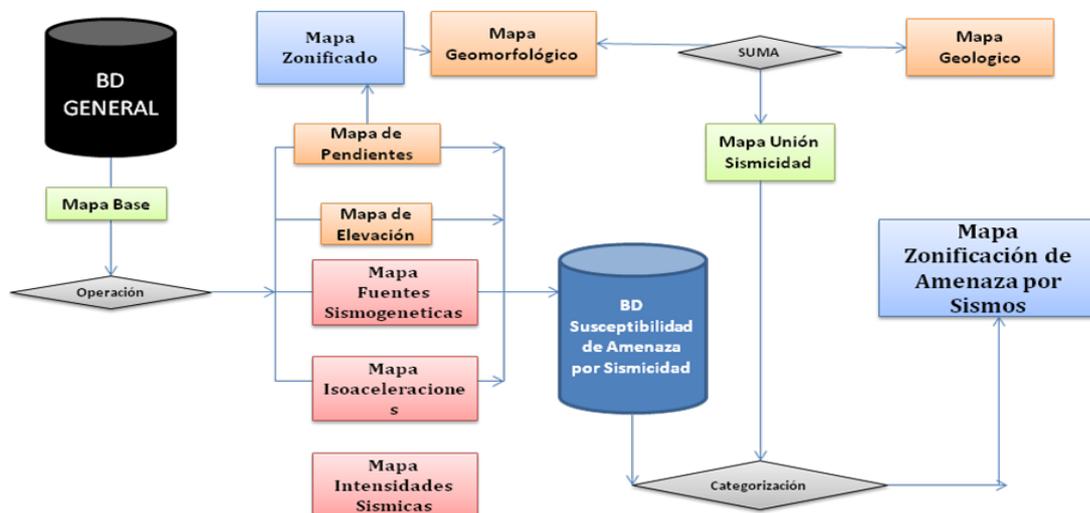


Gráfico 12 - Modelo Entidad Relación – Obtención de Amenaza por Sismos
Fuente: Pauker,2013

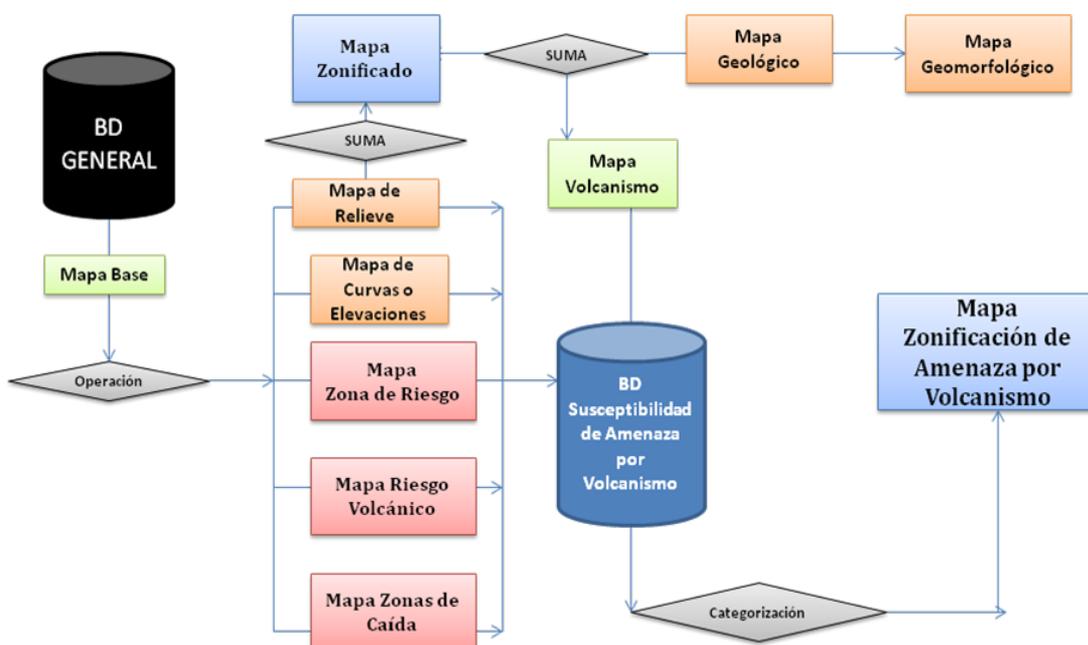


Gráfico 13 - Modelo Entidad Relación – Obtención de Amenaza por Volcanismo
Fuente: Pauker,2013

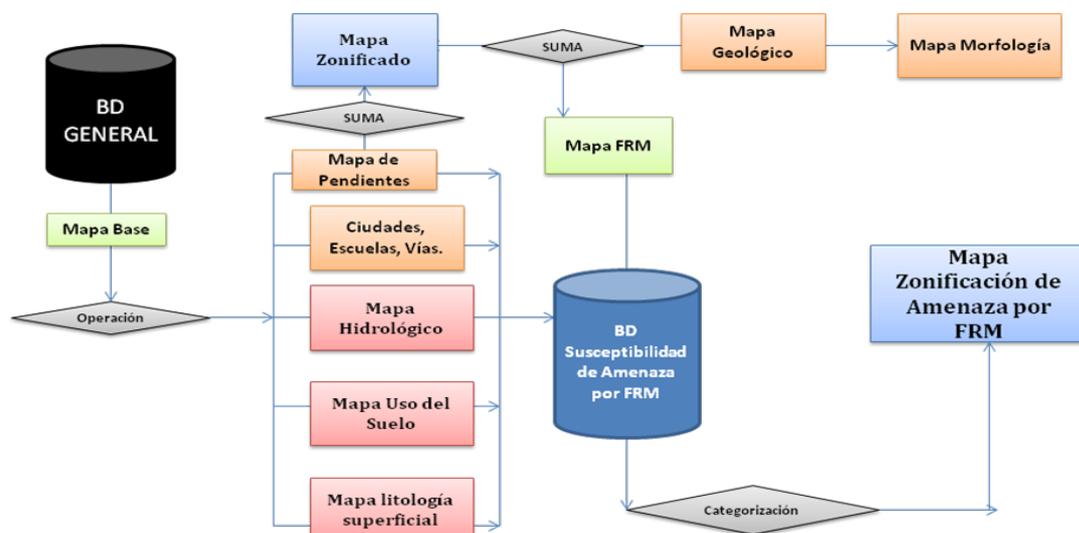


Gráfico 14 - Modelo Entidad Relación – Obtención de Amenaza por Movimiento de Masas
Fuente: Pauker,2013

2.4 Servidor de mapas WEB

En el Sistema Integral Sostenible en Gestión de Riesgos que es el objetivo de estudio obtendremos una plataforma virtual que tiene como resultado 1 mapa final de Multi-amenazas, que partirá de toda la información obtenida en las 5 amenazas y las vulnerabilidades señaladas anteriormente establecidas y enumeradas.

2.4.1 Metadatos y Servidor de Datos

La Base de Mapas que contendrá el Servidor que estará a disposición de todo los usuarios será:

- Mapa Base
- Mapa Geológico
- Mapa de Pendientes
- Mapa Geomorfologico

- Mapa Hidrogeológico
- Mapa Estructural
- Mapa de Análisis Geológico estructural
- Mapa de Isoyetas
- Mapa de Intensidad máxima de lluvia en 24 horas
- Mapa de Uso del Suelo
- Mapa de susceptibilidad geológica ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de susceptibilidad por pendientes ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de susceptibilidad hidrogeológica ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de susceptibilidad geomorfológica ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de susceptibilidad por precipitación ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de susceptibilidad por uso del suelo ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de susceptibilidad geológica ante fenómenos de inundación
- Mapa de susceptibilidad geomorfológica ante fenómenos de inundación
- Mapa de susceptibilidad por pendientes ante fenómenos de inundación
- Mapa de susceptibilidad hidrogeológica ante fenómenos de inundación
- Mapa de zonificación de amenaza ante fenómenos de remoción en masa

- Mapa de zonificación de amenaza ante inundación
- Mapa de zonificación de amenaza sísmica
- Mapa de zonificación de amenaza sísmica
- Mapa de zonificación de amenaza volcánica
- Mapa de zonificación de la vulnerabilidad
- Mapa de zonificación del nivel de riesgos ante fenómenos de remoción en masa
- Mapa de zonificación del nivel de riesgos ante inundación
- Mapa de zonificación del nivel de riesgos sísmicos
- Mapa de zonificación del nivel de riesgos volcánicos

2.4.2 Niveles de Ingreso

- a) Primer Nivel:** Se ingresarán todo los mapas elaborados de toda la Zona de estudio, que se encuentran en el punto anterior que especifica los Metadatos y Base de Datos que arrojan los mismos.
- b) Segundo Nivel:** Se ingresa el estudio de probabilidades de cada evento adverso que tiene como resultado un Mapa de Multiamenaza y sus debidos puntos de alertas, las mismas que se definen por diferentes espectros de influencia ósea buffers de cálculo y diseño que permitirán dar a conocer si la población estará en riesgo no y tomar las medidas del caso.
- c) Tercer Nivel:** Nivel de resultados donde se colocan los puntos de emergencia de la población, alertando de un posible evento adverso, los mismos que se

colocan por datos de coordenadas que se emiten desde su medio de comunicación, sea este internet, celular o llamada convencional. Este nivel se adecua y localiza sobre los otros niveles logrando resultados óptimos para la activación del Sistema Integral de la siguiente manera.

2.4.3 Modelo del Sistema Integral en Gestión de riesgos Geoespacial:



Grafico 15 – Sistema Integral de Gestión de Riesgos
Fuente: Pauker, 2013

2.4.4 Modelo del Sistema Integral en Gestión de Riesgos:

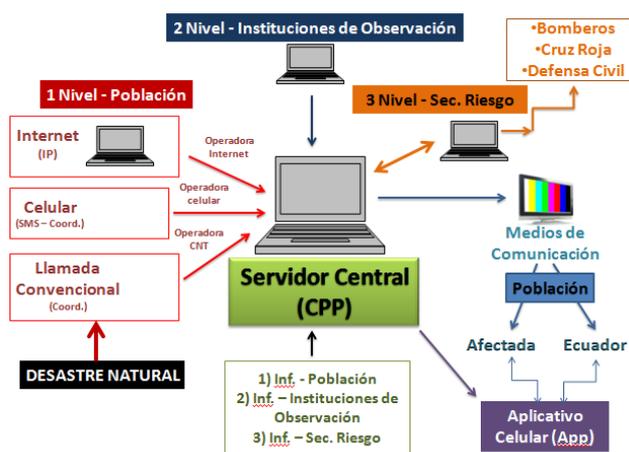


Grafico 16 – Niveles del Sistema Integral en Gestión de Riesgos
Fuente: Pauker, 2013

2.4.5 Metadatos Resultados

Después de la recopilación de datos y la elaboración de Mapas base y de datos de eventos adversos, obtenemos un Mapa resultado considerado como el Mapa de Multiamenazas de la Provincia de Pichincha.

En el Mapa de Multiamenazas podremos evidenciar las amenazas que se pueden dar en la Provincia y los diferentes niveles que darán funcionamiento al Sistema Integral en Gestión de riesgos, así tenemos las siguientes amenazas:

- Movimientos en Masa y Deslizamientos
- Actividad Volcánica
- Inundaciones
- Déficit hídrico y Sequías
- Terremotos y Fallas

CAPITULO III

EVALUACIÓN DE AMENAZAS POR DESASTRES NATURALES POTENCIALES

Iniciamos con el reconocimiento de las diversas amenazas que podrían presentarse en la zona de estudio definiendo a las amenazas; volcánicas, sísmicas, inundaciones, sequias y fenómenos por remoción de masas. Estas amenazas presentan diversas características dadas por factores específicos y que podrían afectar a la naturaleza misma, al hombre y sus estaciones urbanísticas o infraestructuras similares por el impacto que podrían generar.

Nuestra Zona de estudio presenta amenazas sísmicas que se encuentran bajo parámetros de intensidad, niveles de sismogenetica, aceleraciones y registros históricos que nos permiten colocar a cada uno de los sectores de estudios en diversos niveles de peligrosidad y afectación siendo estos; muy alto, alto, medio y bajo, de esta manera podemos identificar la amenaza, sus características y su relevancia en el estudio.

Así como la amenaza anterior la amenaza volcánica es definida por la presencia de fallas geológicas, características tectónicas del sector que dan niveles de afectación por una erupción posible, por la caída de ceniza, flujos piroclásticos, entre otros, sin dejar de tomar en cuenta las características propias de la ubicación de Ecuador y su arco volcánico.

Aunque las sequias y las inundaciones no son de muy alta ocurrencia en la zona, se las toma en cuenta ya que podrían activarse con otra amenaza.

Por ejemplo deshielo por erupciones o sismos que causan deslizamientos o talúes, bloqueando drenajes, entre otros.

Los Fenómenos de Remoción de Masas no son atípicos se pueden presenciar en ciertas zonas de nuestro estudio pero una característica interesante es que muchos de ellos se dan por infraestructuras humanas y el clima que pueden influir sobre ellas dando resultados devastadores si están cercanos a un poblado o a vías de accesos o transporte importantes.

Reconocemos entonces en este capítulo amenazas, factores, parámetros, niveles y la consolidación entre amenazas obteniendo un resumen de Multiamenazas por cantón de estudio y resultados en mapas que pueden observarse claramente lo antes mencionado.

3.1 Desastres Naturales

3.1.1 Identificación de Desastres Naturales en la Zona de Estudio

3.1.1.1 INUNDACIONES

Las inundaciones son eventos naturales para un río o drenaje natural; estadísticamente los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et al., 1984). Las inundaciones son resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras, lo que hace que un determinado curso de agua rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes.

Debemos definir dos conceptos importantes para entender más adelante el estudio técnico de las Amenazas por Inundaciones así tenemos:

- a) Inundaciones en planicie o llanuras:** Normalmente se presenta cuando el hombre invade las áreas naturales de inundaciones o transporte de excesos del agua. Tienen lugar cuando el volumen de agua originado por las lluvias excede la capacidad de conducción del cauce normal del río.
- b) Inundaciones repentinas:** Son inundaciones locales de gran volumen y de cierta duración, producto de lluvias torrenciales que se producen con bastante frecuencia en los ríos de montaña o de alta pendiente. Se originan mayormente en quebradas y ríos pequeños.

La frecuencia de las inundaciones depende del clima, del material de las riberas del río y de la pendiente del cauce. Cuando ocurre precipitación copiosa en un determinado lapso, las llanuras de inundación pueden ser inundadas casi todos los años, aún a lo largo de grandes ríos con muy poca pendiente de canal.

En Ecuador las inundaciones, se dan en la plataforma continental costanera. Tanto en la región oriental, relacionadas directamente con la magnitud e intensidad de las lluvias como en el sector occidental, de manera especial en la cuenca del río Guayas, la amenaza natural afecta a extensas superficies y, en ocasiones, con la presencia de lluvias extremas y el Fenómeno El Niño, superan, de manera intermitente, cotas de hasta 30 metros sobre el nivel del mar. (FUNEPSA, 2011)

Las inundaciones, para ser consideradas como tales, deben tener, primero la característica de súbita e inesperada y, luego, de permanencia en el espacio y tiempo, cubriendo grandes áreas de producción y vivienda, produciendo impactos temporales en las comunidades afectadas, ubicadas en las llanuras de inundación de los cauces por los que fluyen los caudales de agua producto de lluvias, tanto en el mismo sector costero bajo, como en los flancos de la Cordillera Occidental que, en ocasiones, son los que producen o contribuyen a la ocurrencia del fenómeno inundación. (FUNEPSA, 2011)

3.1.1.2 SEQUIA (DEFICIT HIDRICO)

Es importante exponer algunos conceptos para nuestra área de estudio para entender más adelante la aplicación técnica y sus resultados:

Sequía: es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio (déficit hídrico), y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente acentuada y prolongada, como para afectar las actividades humanas.

- **Sequia Estacional:** se produce en las zonas semiáridas o en los climas semihúmedos, de temporada de lluvias de corta duración. (Ej. Zona semiárida es aquella que tiene menos de 500 mm de lluvias al año).

- **Sequía Accidental:** se puede producirse en las regiones más tropicales en donde la escasez de agua es poco frecuente. Se considera una zona árida aquella que recibe a 100 a 250 mm de precipitaciones de agua al año”.¹

La magnitud, duración y severidad de una sequía se pueden considerar como relativas, ya que depende del efecto que esta ocasiona directamente a las actividades humanas.

Causas que provocan Sequia: Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera. Así tenemos: una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares, e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono, que ocasionan variaciones espacio - temporales de las precipitaciones.

Efectos de las Sequías: pueden ser síntomas de vulnerabilidad. La sequía produce una compleja red de impactos que abarca muchos sectores de la economía y va mucho más allá de lo que ocasiona una sequía física. Esta complejidad existe porque definitivamente el recurso agua es integral a la habilidad de la sociedad para producir bienes y proveer servicios.

¹ Cardona O.D; Barbat.A; Curso Internacional de Post Grado de Gestión del Riesgo y Desastres.2004; Convenio contra Desertificación y Sequia (UNCLD); Programa de Acción Nacional. República Dominicana.2004.

Estos impactos o efectos pueden ser directos o indirectos siendo los primeros los que incluyen productividad reducida en cultivos y bosques, incremento de peligro de incendios, reducidos niveles de agua, incremento en la mortalidad ganadera y vida silvestre, entre otros. Estos impactos directos forman o inician impactos indirectos.

Los efectos de la sequía pueden ser sentidos a corto y a largo plazo, siendo sus impactos principales dirigidos hacia lo económico, social y ambiental, uno de los efectos más perjudiciales y peligrosos de la sequía se refleja en el medio ambiente, en los recursos naturales, hábitat y ecosistemas sumándolo al bienestar y la salud de los habitantes de las comunidades con respecto a su calidad de vida.

Las sequías pueden presentarse en cualquier tiempo y en cualquier lugar, pero existen áreas específicas sensibles al fenómeno, definidas básicamente por su localización geográfica, como lo es la latitud, ya que a partir de la línea del Ecuador hacia los polos, en forma alterna, se presentan las franjas de baja y alta presión atmosférica, donde las primeras corresponden a las áreas lluviosas y húmedas en el planeta, desde el Ecuador hacia los 60° de latitud Norte y Sur y las segundas, corresponden a zonas donde los vientos son secos y descendentes, que no proporcionan lluvia y están alrededor de los 30° Norte y Sur, y en los polos. (CENAPRED, 2012)

Clasificación de las Sequías

- **Sequía Meteorológica:** Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio.
- **Sequía Hidrológica:** Se presenta en un período de tiempo cuando escurrimientos y flujos de agua (superficiales y subterráneos), están por debajo del promedio.
- **Sequía Agrícola:** Se presenta en un período de tiempo cuando la humedad retenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

Equipos de instrumentación usados para medir y monitorear las sequías

Se utilizan estaciones climatológicas que miden la temperatura ambiental, la lluvia, el contenido de humedad en el ambiente, la velocidad del viento, entre otras.

Más del 30% de la superficie del Planeta constituye áreas susceptibles a desertificación. En ellas viven alrededor de mil millones de personas que, en menos de unas décadas, será muy difícil alimentarlas. Los más perjudicados son los países de África, de algunas zonas de Asia del Este y del Sur, así como de Sudamérica.

En el Ecuador, el fenómeno natural que representa a la sequia es “La Niña”, que suele producir condiciones hídricas deficientes, siendo los efectos globales de este, empero, menores y también variables afectando a las actividades productivas, generalmente agropecuarias. Se presentan en casi todos los años entre las estaciones invernales por ausencia de lluvias especialmente en las provincias

costeras y, más específicamente, en la plataforma costera que por sus características ambientales está sujeta a este tipo de variaciones climatológicas, que producen falta de humedad en el suelo para desarrollo de la agricultura y ganadería

No es conveniente aplicar el nombre de sequía a estos ciclos hidroclimatológicos, porque no tienen el carácter de permanentes y, más que nada, porque al entrar de inmediato el próximo invierno, las condiciones de productividad son exuberantes.

Los suelos se deterioran y es evidente el resacamiento así tenemos:

- ✓ Este fenómeno es previsible en el Ecuador, con el retroceso evidente de los glaciares que constituyen fuentes de abastecimiento de agua de poblaciones interandinas y de aporte del recurso agua a las cuencas hídricas de la costa.
- ✓ Según informe del Clima, se pronostica que para el año 2100 un tercio del planeta Tierra será desértico e inhabitable y que la superficie afectada por sequías aumentará en un 30%.
- ✓ Las sequías serán muy graves en zonas semiáridas o sub-húmedas del planeta. (FUNEPSA, 2011)

3.1.1.3 ERUPCION VOLCANICA (ACTIVIDAD VOLCÁNICA)

Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma y gases que se encuentran en el depósito interno del volcán. En este sentido, las erupciones están

compuestas por una mezcla de magma, gases volcánicos y fragmentos de roca del cerro o montaña que se rompe.

Como efecto del fenómeno de subducción de las placas Nazca y Sudamericana, debido a la acción de esfuerzos de alta magnitud que provocan la fundición de los materiales rocosos de la zona de rozamiento, se producen materiales líquidos densos (magma) de diferente composición mineralógica, que ascienden rompiendo las unidades geológicas y salen a la superficie terrestre, mediante fenómenos conocidos como erupciones que acumulan materiales y forman los volcanes.

Las erupciones volcánicas van desde pequeños rebalses de lava hasta explosiones violentas, que se diferencian por la viscosidad del magma (roca fusionada), y su contenido de gas disuelto. Los magmas fluidos, ricos en Fe y Mg, tienden a permitir que los gases volcánicos escapen y lleguen a la superficie en forma de flujos de lava suaves. Los magmas más viscosos, ricos en sílice, tienden a atrapar los gases volcánicos y producir erupciones violentas.

Los peligros volcánicos incluyen la caída de tefra y proyectiles balísticos (fragmentos de roca de todo tamaño y burbujas de magma eyectadas a la atmosfera), fenómenos piroclásticos (flujos y explosiones dirigidas lateralmente), lahares (flujos de lodo), flujos de lava, eventos asociados con domos de lava, explosiones freáticas y emisiones de gases venenosos o corrosivos (FUNEPSA,2011)

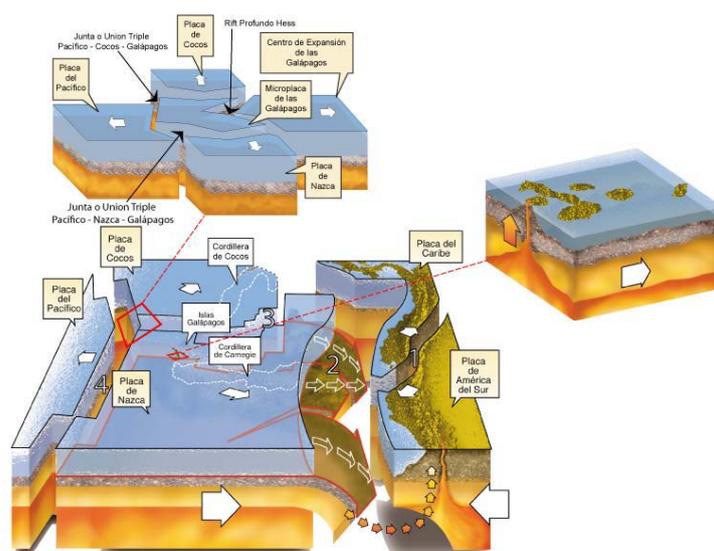


Gráfico 17 - Geodinámica de la peligrosidad sísmica del Ecuador
Fuente: Toulkeridis (2009)

3.1.1.4 SISMICIDAD

Fue A. Wegner quien, en 1915, lanzó la idea de la deriva continental, tomando como base muchas investigaciones geológicas y geofísicas de la Tierra, así se pudo establecer un modelo dinámico global, el cual explica la actividad de la Tierra. En su elaboración, tuvo especial importancia los datos que ponen de manifiesto el movimiento de las capas superiores de la Tierra, en particular los sismos y la actividad volcánica.

Los sismos, son una manifestación de movimientos rápidos de las fallas que separan bloques rocosos de comportamiento elástico, condición necesaria para poder dar lugar a trenes de ondas. El estudio de la distribución de los focos sísmicos, permite localizar las fallas actualmente en actividad, así como las zonas en que el comportamiento de las rocas es elástico. Los epicentros se localizan en la

superficie terrestre, en la vertical de los hipocentros, situándose más hacia el interior del continente cuanto más profundas sean los hipocentros respectivos (VERA,1996)

Según el tamaño y ubicación, un sismo puede causar los fenómenos físicos de sacudimiento del terreno y ruptura en una superficie de falla, así ocurren réplicas sísmicas más pequeñas después del evento principal, a veces después de varias horas, meses o aún años.

El territorio ecuatoriano está prácticamente surcado en su totalidad por sistemas o conjuntos de fallas geológicas, entre las cuales unas son más activas que otras, es decir que dependerán de la cantidad, frecuencia y magnitud de los eventos generados por una falla geológica determinada, lo cual hace que ciertas regiones sean sísmicamente más activas que otras.

En Ecuador se ha ampliado y mejorado las redes de monitoreo con modernas estaciones sísmicas de banda ancha y acelerómetros. La actual cobertura de la red sísmica y acelerométrica permite obtener mejores soluciones hipocentrales y registra eventos de magnitudes menores en relación a años anteriores comparado con el 2013, permitiendo conocer con mayor detalle la microsismicidad. (IGEPN,2013)

3.1.1.5 FENÓMENOS DE REMOCIÓN DE MASA (FRM)

Los fenómenos de remoción en masa son procesos de transporte de material definidos como procesos de ‘movilización lenta o rápida de determinado volumen de

suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores (Hauser, 1993). Estos movimientos tienen carácter descendente ya que están fundamentalmente controlados por la gravedad (Cruden, 1991).

Existen numerosas clasificaciones para los distintos tipos de eventos de remoción en masa, las cuales han sido proporcionadas, entre otros, por Varnes (1978), Hauser (1993) y Cruden & Varnes (1996). Las remociones en masa han sido clasificadas por estos últimos autores en las siguientes categorías principales:

- Desprendimientos o caídas
- Deslizamientos (rotacionales y traslacionales)
- Flujos
- Toppling o volcamientos
- Extensiones laterales

Estas clasificaciones consideran diversos factores, como por ejemplo, los tipos de materiales involucrados (suelo o roca), el mecanismo de ruptura, el grado de saturación que alcanza. Estos factores, junto con las características geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del entorno, condicionan la potencial generación de remociones en masa, así como las velocidades de desplazamiento y el volumen de material desplazado. Son frecuentes además, los procesos combinados, como por ejemplo deslizamientos que derivan en flujos (Scott et al, 2001).

Existen ciertos factores que serán condicionantes para la generación de los diferentes tipos de remoción en masa (Hauser, 1993). Los factores condicionantes corresponden a aquéllos que generan una situación potencialmente inestable. Estos corresponden principalmente a la geomorfología, geología, geotecnia y vegetación, que actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar fenómenos de remoción en masa, donde la susceptibilidad se define como la capacidad o potencialidad de una unidad geológica o geomorfológica de ser afectada por un proceso geológico determinado (Sepúlveda, 1998).

Las regiones del Ecuador, que se encuentran en mayor riesgo por deslizamiento y derrumbes son las de la zona norte, de la Sierra Central y Sur y de las estribaciones de la Cordillera Oriental, en el norte, centro y sur. A pesar que en toda la Sierra hay peligro de deslizamientos, no todos los cantones tienen el mismo nivel de riesgo.

3.2 IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE AMENAZAS

3.2.1 LAS AMENAZAS

Las diversas amenazas en gestión del riesgo, en la provincia de Pichincha son situaciones que pueden ocurrir por afectaciones hidroclimáticas y geológicas / geodinámicas, que definen finalmente en un peligro para las comunidades e infraestructuras, por fenómenos tales como: sísmicos, volcánicos, fenómenos de remoción, inundaciones y sequías.

Todas las amenazas han sido identificadas y las detallaremos a continuación para continuar con nuestro estudio y análisis.

3.2.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AMENAZAS

3.2.2.1 AMENAZA POR INUNDACIONES

3.2.2.1.1 Área de Estudio

Los cantones de Pichincha, prácticamente no han sido objeto de inundaciones fuertes, a no ser casos de anegamiento de sectores aledaños a los drenajes de los cauces provenientes de los nevados y páramos, por taponamiento de los mismos, generalmente causados por actividades humanas.



Debemos señalar que los cantones del sector Noroccidente, en los inviernos acusan el crecimiento del nivel de los ríos que ocupan las llanuras de inundación naturales y, como resultado lógico, afectan y destruyen infraestructuras productivas y de vivienda ubicadas en las mismas, fenómeno relacionado con la infraestructura de turismo, especialmente en los Cantones de Puerto Quito y Los Bancos, donde se aprovecha a los ríos para actividades turísticas que se relacionan con éstos.

En general, para los cantones de Pichincha en los cuales se realiza el estudio, las “inundaciones” se limitan a los cauces de los cursos de agua, en el entorno rural, y calles de poblaciones con insuficiencia del drenaje.

En definitiva, ninguno de los cantones se ubica en llanuras de inundación y todos ellos se encuentran en zonas de relieve montañoso, donde el drenaje se produce naturalmente, siguiendo el desnivel propio del terreno.

En los centros poblados de los diferentes cantones, el problema de inundaciones está relacionado con insuficiencia del sistema de drenaje pluvial, que se realiza por las calles, a través de sumideros y colectores de agua lluvia, cuyo diseño no es consecuente con el incremento de las intensidades de las lluvias. En muchos casos solo existe un sistema combinado (aguas servidas - aguas lluvias), en los mismos colectores.

3.2.1.1.2 Análisis técnico

Para este análisis deberemos tomar en cuenta los fenómenos naturales presentes en la zona, debemos resaltar que las inundaciones están consideradas como peligrosas ya que sus características de intensidad y frecuencia causan daños, y puede empeorar si los asentamientos humanos siguen dándose junto a cauces y llanuras de inundación de ríos, dadas por falta de planificación del crecimiento y uso del suelo, así como por las características socioeconómicas de la población, aumentando el riesgo por inundaciones.

- **FACTORES DE INUNDACIÓN:** La ocurrencia de precipitaciones resulta de una serie de factores, como:
 - ✓ **Latitud.-** Es aquella disminuye las precipitaciones, ya que decrece la humedad atmosférica con la disminución de la temperatura, en dirección Norte y Sur desde el paralelo cero.
 - ✓ **Distancia a la fuente de humedad.-** Mientras más cercanos encontramos a las fuentes de humedad (como el mar, entre otros) existirá mayor posibilidad de lluvias.
 - ✓ **Presencia de montañas.-** El desnivel orográfico favorece las precipitaciones conforme se crece en altitud. Así por ejemplo en una cadena montañosa ocurren precipitaciones más intensas en laderas expuestas al viento. Aquí también incide en el tipo y cantidad de vegetación.
- **FACTORES QUE AFECTAN LA ESCORRENTIA:** Los factores más relevantes que afectan la escorrentía en una cuenca son:
 - ✓ **Climáticos:** Precipitación, forma (lluvia, granizo, nieve, etc.), intensidad, duración, distribución en el tiempo, distribución en el área, precipitaciones anteriores, humedad del suelo.

- ✓ **Evaporación:** temperatura, viento, presión atmosférica, naturaleza y forma de la superficie de evaporación. Transpiración: temperatura, radiación solar, viento, humedad y clase de vegetación.
 - ✓ **Fisiográficos:** Características de la cuenca: geometría, tamaño, forma, pendiente, orientación y dirección.
 - ✓ **Físicos:** Uso y cobertura de la tierra, condiciones de infiltración, tipo de suelo, condiciones geológicas como permeabilidad y capacidad de formación de aguas subterráneas, condiciones topográficas como presencia de lagos, pantanos y drenajes artificiales.
- **ZONIFICACION DE AMENAZA POR INUNDACION:** Se determina las posibles áreas de inundación, por acumulación de las susceptibilidades hidrogeológica, pendientes, geomorfológica e isoyetas, así como los cauces afectados, analizando parámetros de ocurrencia, tales como:
 - ✓ **Tiempo de duración:** Este parámetro establece los lapsos, dentro de la sucesión anual de las estaciones climáticas, en los que hay la posibilidad de que se produzca el fenómeno y alcance la magnitud de desastre. En la zona en la que estamos, la probabilidad de ocurrencia se establece, generalmente, en el período comprendido entre noviembre de un año “n” y el mes de abril del año “n+1”, correspondiente al invierno que puede reducir o ampliar su duración, en dependencia de factores globales de incidencia climática.
 - ✓ **Escorrentía:** Este parámetro es de importancia porque las corrientes de agua superficial, denominadas escorrentía, provienen de las precipitaciones y

pueden desplazarse en forma de mantos o corrientes. Tomando en cuenta la morfogenética de la superficie terrestre tiene afectación en aguas de los torrentes y ríos que producen la erosión del terreno y llevan a cabo también el transporte y la sedimentación de materiales. Sin olvidar la geomorfológica, en cada caso, depende de muchos factores, como la pendiente del terreno y el tipo de roca superficial.

- ✓ **Niveles máximos probables:** En este parámetro se conjuga la intensidad de lluvias con el componente morfológico del terreno. La información producida por el INAMHI, que entrega registros de precipitación mensual por estaciones, nos ayuda a definir que la variación en los meses de invierno, concuerda con los mapas de Isoyetas, inclusive con los años de alta intensidad y, por supuesto, resaltando los correspondientes a los Fenómenos El Niño.

3.2.1.1.3 Análisis de Susceptibilidad Temática

a) **Susceptibilidad a Inundaciones:** Los campos de susceptibilidad temática en la zona de estudio a inundaciones son:

- ✓ Hidrogeología
- ✓ Pendientes
- ✓ Geomorfología
- ✓ Isoyetas

Así por ejemplo, los sectores de bajo porcentaje de pendiente son más propensos a la ocurrencia de inundaciones, igual sucede con las morfologías planas y suelos impermeables.

b) **Susceptibilidad a la amenaza:** Los rangos de susceptibilidad a la amenaza son:

- ✓ muy alto
- ✓ alto
- ✓ medio
- ✓ bajo

Podemos definir gracias a estos rangos el “grado de propensión que tiene una zona a que en ella se genere o a que resulte afectada por inundación, debido a sus condiciones intrínsecas”.

En el área de estudio ocurren condiciones naturales propias que, al ser modificadas por la actividad humana (intervención antrópica), determinan realidades técnicas de susceptibilidad a procesos de posible ocurrencia de fenómenos de inundación o anegamiento en todos los sectores estudiados.

Tabla 1
Susceptibilidad Geológica para Inundación

SIMBOLO	LITOLOGIA	SUSCEP.	SIMBOLO	LITOLOGIA	SUSCEP
Cd	cono de deyección	MA	Qc/Pv	cangahua sobre volcánicos indiferenciados	M
Da	depósito aluvial	MA	Qc/Qr	cangahua sobre volcánicos Reventador	M
Dc	depósito coluvial	A	Qc/Qr	cangahua sobre volcánicos Reventador	M
De	Derrumbe	MA	Qc/Qr	cangahua sobre volcánicos Reventador	M
Dg	depósito glacial	MA	Qc/Qy	cangahua sobre volcánicos Cayambe	M

Continúa →

SIMBOLO	LITOLOGIA	SUSCEP.	SIMBOLO	LITOLOGIA	SUSCEP
DI	depósito lagunar	MA	Qc/Qy	cangahua sobre volcánicos Cayambe	M
G	rocas intrusivas, granito, granodiorita	B	Qi	cuaternario indiferenciado	M
Gu	depósito fluvio glacial, piroclastos	M	QP	aglomerado, lava indiferenciada	B
KM	lava con amigdaloides, basalto con amigdaloides	B	Qr	lavas basálticas, lahar, piroclastos	A
KMCh	pizarra, cuarcita, esquisto, conglomerado brechoso	M	Qy	andesitas piroxénicas, basaltos	B
Ks	conglomerado volcánico, arenisca volcánica a limolita volcánica	M	Sd	volcano - sedimentos desordenados	A
Lh	depósitos laharíticos	MA	T	terrazza indiferenciada	MA
Lv	lava con amigdaloides	B	t1	terrazza indiferenciada nivel 1	MA
M	Morrenas	A	t2	terrazza indiferenciada nivel 2	MA
MPIDB	limo, arcillas, arenisca fina gris azulada, arenisca y conglomerado	M	t3	terrazza indiferenciada nivel 3	MA
Nevado	NO APLICABLE		t4	terrazza indiferenciada nivel 4	MA
PB	volcano - sedimentos San Miguel	A	Wn	No aplicable	
PBb	ceniza aglomerado volcánico (lahar)	M	Dc	depósito coluvial	A
Pcc	gneis, anfibolita, cuarcita	B	Gu	depósito fluvio glacial, piroclastos	M
Pch	sedimentos Chichi	MA	DI	depósito lagunar	MA
Pcu	andesita, aglomerado	M	PIAn	andesita, brecha, aglomerado	M

Continua →

SIMBOLO	LITOLOGIA	SUSCEP.	SIMBOLO	LITOLOGIA	SUSCEP
PMo	andesita, brecha	M	T	terrazza indiferenciada	MA
Ps	volcano - sedimentos San Miguel	M	PST	conglomerado volcánico arcilloso, flujos de lodo (lahares), materiales piroclásticos	M
PST	conglomerado volcánico arcilloso, flujos de lodo (lahares), materiales piroclásticos	M	t2	terrazza indiferenciada nivel 2	MA
Pv	volcánicos indiferenciados	M	Qc/Qy	cangahua sobre volcánicos Cayambe	M
Pzi	rocas metamorfizadas indiferenciadas, esquistos verdes, esquistos moscovíticos	M	Gu	depósito fluvio glacial, piroclastos	M
Qc	ceniza, lapilli de pómez	A	Qc	ceniza, lapilli de pómez	A
Qc/Pch	cangahua sobre sedimentos Chichi	A	PZL	esquistos, gneis	M
Qc/PMo	cangahua sobre volcánicos del Mojanda	M	Da	depósito aluvial	MA
Qc/Ps	cangahua sobre sedimentos volcánicos San Miguel	A	KM	lava con amigdaloides, basalto con amigdaloides	B

Fuente: FUNEPSA (2011)

TABLA 1 - SUSCEPTIBILIDAD GEOLÓGICA PARA INUNDACIÓN: Nos entrega los Niveles de Susceptibilidad geológica, que se definen según la composición del material que se encuentra en el área en: en Muy Alta, Alta, Media y Baja.

Tabla 2
Susceptibilidad Hidrogeológica

PARA INUNDACIONES - SUR		PARA INUNDACIONES – NE	
LITOLOGIA	SUSCEPT	LITOLOGIA	SUSCEPT
Lava indiferenciada, andesita, conglomerado volcánico, arenisca volcánica, limolita volcánica, volcanoclastica gruesa	B	Pzi: Rocas metamórficas indiferenciadas, esquistos verdes, esquistos muscovíticos, cuarcita, esquistos verdes, cuarzo	MA
Depósitos glaciares	M	Da: deposito aluvial	B
Deposito lagunar de ceniza	M	Sd: volcanos-sedimentos desordenados	A
Andesita, lava indiferenciada	A	De: Derrumbe	B
Conglomerado volcánico, arenisca volcánica, limolita volcánica	B	Qy: andesitas piroxénicas, basalto	A
Ceniza lapilli de pómez, aglomerado	M	Pch: aglomerado volcánico, arenas, cenizas, toba aglomerática	A
Deposito aluvial	B	Ps: volcanos-sedimentos	A
Deposito fluvio-glaciar	M	Qc: ceniza, piroclastos de pómez	M
Conglomerado de guijarro	M	PC EM: Andesita	MA
Rocas graníticas indiferenciadas, curazo-diorita porfirítica	MA	Dc: deposito coluvial	B
Deposito coluvial	B	dg: depósitos glaciares, morrenas	M
Andesita, basalto, lava indiferenciada, brecha, volcanoclastita gruesa, arenisca volcánica, limolita volcánica, limolita, lutita	MA	PCc: gneis, anfibolitas, cuarcita	MA
Lahares	M	Pv: lava indiferenciada	A
Cono de deyección	B	gu: depósitos fluvio-glaciares, piroclastos	M
Andesita, piroclásticos	A	Lh: depósito laharrítico	M
Lava indiferenciada, piroclásticos	MA	DI: deposito lagunar	B
Terrazas: gravas	B	Da: deposito aluvial	B
Ceniza. Lapilli, capa de pómez	A	Ti: terrazas indiferenciadas(1-2)	B
Ceniza. Lapilli	A	PIAn: andesita, brecha, aglomerado	A
Ceniza, lapilli de pómez, aglomerado	M	Cd: cono de deyección	B
Toba, lapilli de pómez, ceniza, toba	A	Pcu: andesita, aglomerado	A
Lava indiferenciada, lava de almohadilla, brechas, volcanoclasticas gruesas, andesita, arenisca volcánica, limolita volcánica, limolita, toba, brecha, lava, lutita, tobacea, arenisca, chert	MA	G: rocas intrusivas, granito, granodiorita	MA
Lava, piroclásticos	A	Pmo: andesita, brecha filita, esquisto, gneis, pizarras, cuarcitas	M
			MA

Fuente: FUNEPSA (2011)

TABLA 2 - SUSCEPTIBILIDAD HIDROGEOLOGICA PARA INUNDACIONES: Nos entrega los Niveles de Susceptibilidad Hidrogeológica, que se presentan en el área de estudio que corresponden al Sur y Noreste de la Provincia de Pichincha, clasificándolas en niveles como: en Muy Alta, Alta, Media y Baja, según la afectación al ser humano.

Tabla 3
Susceptibilidad Hidrogeológica para Inundación - no

LITOLOGIA	SUSCEPT.
Depósito aluvial	B
Depósito coluvial	B
Conglomerado - San Tadeo	M
Derrumbe	B
Aglomerados lavas - Volcánicos Pichincha	A
Cuaternario indiferenciado	M
Terraza indiferenciada	B
Terraza indiferenciada nivel 1	B
Terraza indiferenciada nivel 2	B
Terraza indiferenciada nivel 3	B
Ceniza, aglomerado - Baba	B
Limo, arcillas – Borbón	A
Conglomerado, volcánico – Silante	A
Pizarra, metasedimentos – Chontal	MA
Lava – Macuchi	MA
Lava amigdal. – Macuchi	MA

Fuente: FUNEPSA (2011)

TABLA 3 - SUSCEPTIBILIDAD HIDROGEOLOGICA PARA INUNDACIONES: Nos entrega los Niveles de Susceptibilidad Hidrogeológica, que se presentan en el área de estudio que corresponden al Noroeste de la Provincia de Pichincha, clasificándolas en niveles como: en Muy Alta, Alta, Media y Baja, según la afectación al ser humano.

Tabla 4
Susceptibilidad por Geomorfología para Inundación

SIMB	DESCRIPCION	SUSCEP.
Ace	Abruptos de las llanuras y conos de esparcimiento	M
C	Depósitos coluviales	A
Cc1a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 0-20 m. cimas agudas	A
Cc1r	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 0-20 m, cima redonda	MA
Cc2a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Cc2r	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 20-50 m. cima redonda	A
Cc3a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 50-150 m , cima aguda	B
Cc3a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 50-150 m , cima aguda	B
Cc3r	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 50-150 m , cima redonda	M
Cd	Cono de deyección	A
cer	Colinas erosionadas, de vertientes regulares, cima redondeada	M
Ci2a	Colinas de vertiente irregular, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
cr	Colinas regulares medias, vertiente rectilínea, cima redonda	A
Cr1a	Colinas de vertientes rectilíneas, desnivel 0-20 m , cima aguda	A
Cr2a	Colinas de vertientes rectilíneas, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Cr3a	Colinas de vertientes rectilíneas, desnivel 50-150 m , cima aguda	B
Cr4a	Colinas de vertientes rectilíneas, desnivel 150-300 m , cima aguda	B
Cx1a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 0-20 m , cima aguda	A
Cx1r	Colinas de vertiente convexa, desnivel 0-20 m , cima redonda	MA
Cx2a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Cx2r	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima redonda	A
Cx3a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 50-150 m , cima aguda	B
Cxr	Colinas de vertientes convexas, cima redonda, del valle interandino	A
dl	Depresión de flujo lávico	MA
ra	Relieves glaciáricos aborregados, suavemente ondulados	A
dp	Depresiones pantanosas	MA
fpe	Fuertes pendientes rocosas erosionadas	B
Fv1	Terraza baja y lecho actual	MA
Fv2	Terraza media	A
Fv3	Terraza alta	M
lo	Superficies ligeramente onduladas a onduladas	MA
lrs	Llanuras de relleno planas a suavemente inclinadas	MA
osv	Flanco de los volcanes, ondulaciones suaves y/o planas	MA
P0	Superficies planas sin disección	MA
P1x	Superficie plana, muy poco o no disectada	A

Continua →

SIMB	DESCRIPCION	SUSCEP.
rad	Relieves moderados altos, medianamente disectados	M
rb	Relieves bajos a medios, medianamente disectados	A
rm	Relieves moderados superiores, disectados en los valles glaciares	M
rmc	Superficies altas, de relieve moderado de la cordillera	M
rmp	Relieves moderados de colinas de páramo	M
rsp	Relieves suaves ondulados de páramo	A
scd	Superficies colinadas de disección débil	MA
ssi	Superficies inclinadas y colinadas de disección débil a moderada	A
Va	Vertientes abruptas e irregulares	B
vfg	Vertientes regulares homogéneas, altas y fuertes	B
vfv	Flanco de los volcanes, vertientes fuertes	B
vm	Vertientes moderadas a fuertes	B
Va	Vertientes abruptas e irregulares	B
ba	Banco de arena	MA
i	Islote	MA
Is	Islote	MA
ba	Banco de arena	MA
Wc	Cuerpo de Agua	MA
Ace	Abruptos de las llanuras y conos de esparcimiento	M
cer	Colinas erosionadas, de vertientes regulares, cima redondeada	M
cr	Colinas regulares medias, vertiente rectilínea, cima redonda	A
Cx1a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 0-20 m , cima aguda	A
Cx2a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Cx2r	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima redonda	M
Cxr	Colinas de vertientes convexas, cima redonda, del valle interandino	A
dg	Depósitos disección glaciáricos (morrenas)	M
dp	Depresiones pantanosas	MA
fpe	Fuertes pendientes rocosas erosionadas	B
Fv1	Terraza baja y lecho actual	MA
Fv2	Terraza media	A
Fv3	Terraza alta	M
lo	Superficies ligeramente onduladas a onduladas	MA
lrs	Llanuras de relleno planas a suavemente inclinadas	M
Mi1g	Montañoso bajo, vertiente irregular, cimas subagudas	A
Mi4g	Montañoso medio a alto, vertiente irregular, de sección variable	M

Continua →

SIMB	DESCRIPCION	SUSCEP.
Mi6a	Montañosos muy altos, vertientes muy fuertes irregulares, cima aguda	B
ocv	Ondulación suave y/o planas cerca del volcán	MA
On	Nieve y Hielo	B
osv	Flanco de los volcanes, ondulaciones suaves y/o planas	MA
P0	Superficies planas sin disección	MA
ra	Relieves glaciáricos aborregados, suavemente ondulados	A
rb	Relieves bajos a medios, medianamente disectados	A
rm	Relieves moderados superiores, disectados en los valles glaciares	M
rmp	Relieves moderados de colinas de paramo	M
rsp	Relieves suaves ondulados de paramo	A
Va	Vertientes abruptas e irregulares	B
vfv	Flanco de los volcanes, vertientes fuertes	B
vm	Vertientes moderadas a fuertes	M
Is	Isla	MA
Wc	Cuerpo de Agua	MA
R	Afloramiento rocoso	B
Er	Erial	B
U	Área urbana consolidada	MA
Up	Área en proceso de urbanización	A
On	Nieve y Hielo	B
Fv1	Terraza baja y lecho actual	MA
Fv2	Terraza media	A
Cc2a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Cc2r	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 20-50 m. cima redonda	A
Cc3a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 50-150 m , cima aguda	B
Cx2a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Mi4g	Montañoso medio a alto, vertiente irregular, de sección variable	A
Mi6a	Montañosos muy altos, vertientes muy fuertes irregulares, cima aguda	B
ssi	Superficies inclinadas y colinadas de disección débil a moderada	A
Va	Vertientes abruptas e irregulares	B
Ace	Abruptos de las llanuras y conos de esparcimiento	M
Cc1r	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 0-20 m, cima redonda	MA
Cc2a	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 20-50 m , cima aguda	M
Cc2r	Colinas de vertientes convexo-cóncavas, desnivel 20-50 m. cima redonda	A
Cx1a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 0-20 m , cima aguda	A
Cx2a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima aguda	M

Continúa →

SIMB	DESCRIPCION	SUSCEP.
Cx2r	Colinas de vertiente convexa, desnivel 20-50 m , cima redonda	A
Cx3a	Colinas de vertiente convexa, desnivel 50-150 m , cima aguda	B
Fv1	Terraza baja y lecho actual	MA
Fv2	Terraza media	A
Mh1r	Montañas bajas, vertientes homogéneas, cimas redondeadas	MA
Mh2r	Montañas bajas a medias, vertientes homogéneas, cimas redondas	A
P1x	Superficie plana, muy poco o no disectada	MA
Wn	Ríos Dobles	MA
Fv1	Terraza baja y lecho actual	MA

Fuente: FUNEPSA (2011)

Tabla 4 - Susceptibilidad por geomorfología para inundación: Nos entrega los Niveles de Susceptibilidad Geomorfológica, que se definen por las formaciones que encontramos en el terreno así se definen como: en Muy Alta, Alta, Media y Baja.

TABLA 5
Susceptibilidad por Isoyetas para Inundaciones

ORDEN	CLASE	SUSCEPTIBILIDAD
1	300 mm - 400 mm	B
1	400 mm - 500 mm	B
1	500 mm - 600 mm	B
1	600 mm - 700 mm	B
1	700 mm - 800 mm	B
1	800 mm - 900 mm	B
1	900mm - 1000 mm	B
2	1000 mm- 1200 mm	M
2	1200 mm - 1400 mm	M
2	1400 mm - 1600 mm	M
2	1600 mm - 1800 mm	M
2	1800 mm - 2000 mm	M
3	2000 mm - 2250 mm	A
3	2250 mm - 2500 mm	A

Continúa →

ORDEN	CLASE	SUSCEPTIBILIDAD
3	2500 mm - 2750 mm	A
3	2750 mm - 3000 mm	A
4	3000 mm - 3250 mm	MA
4	3250 mm - 3500 mm	MA
4	3500 mm - 4000 mm	MA
4	4000 mm - 4500 mm	MA
4	más que 4500 mm	MA

Fuente: FUNEPSA (2011)

Tabla 5 - SUSCEPTIBILIDAD POR ISOYETAS PARA INUNDACIONES: Nos entrega los Niveles de Susceptibilidad por Isoyetas, que se basa en la altura que tiene el area de estudio en: Muy Alta, Alta, Media y Baja.

TABLA 6
Susceptibilidad por Pendientes para Inundaciones

ORDEN	CLASE	SUSCEPTIBILIDAD
1	< 10 %	MA
2	10 % a 20 %	A
3	20 % a 45 %	M
4	> 45 %	B

Fuente: FUNEPSA (2011)

TABLA 6 - SUSCEPTIBILIDAD POR PENDIENTES PARA INUNDACIONES: Nos entrega los Niveles de Susceptibilidad, según el porcentaje de pendiente en el área de estudio en: Muy Alta, Alta, Media y Baja.

3.2.1.1.4 Análisis de la Zonificación de la Amenaza aplicando SIG:

Aplicando SIG y manteniendo los mismos cuatro niveles de afectación:

- ✓ muy alto
- ✓ alto

- ✓ medio
- ✓ bajo

Obtenemos las siguientes operaciones y resultados esperados:

- 1) Susceptibilidad Hidrogeológica + Susceptibilidad por Pendientes que nos entrega un resultado (I) de Unión Geológica
- 2) Unión Geológica + Susceptibilidad Geomorfológica, que nos entrega un resultado (II) de Unión Geológica – Geomorfológica.
- 3) Unión Geológica - Geomorfológica. + Susceptibilidad por Isoyetas, que nos entrega el resultado (III) **Zonificación de la Amenaza por Inundaciones.**

Estos resultados nos permiten conocer que se dará la amenaza en inundación produciendo daños solamente cuando la actividad humana ha intervenido en llanuras de inundación de los ríos y demás cauces, por lo que la zonificación de la amenaza por inundación refleja indicadores hidrogeológicos, de pendiente, geomorfológicos y de isoyetas, específicos para cada nivel de la amenaza.

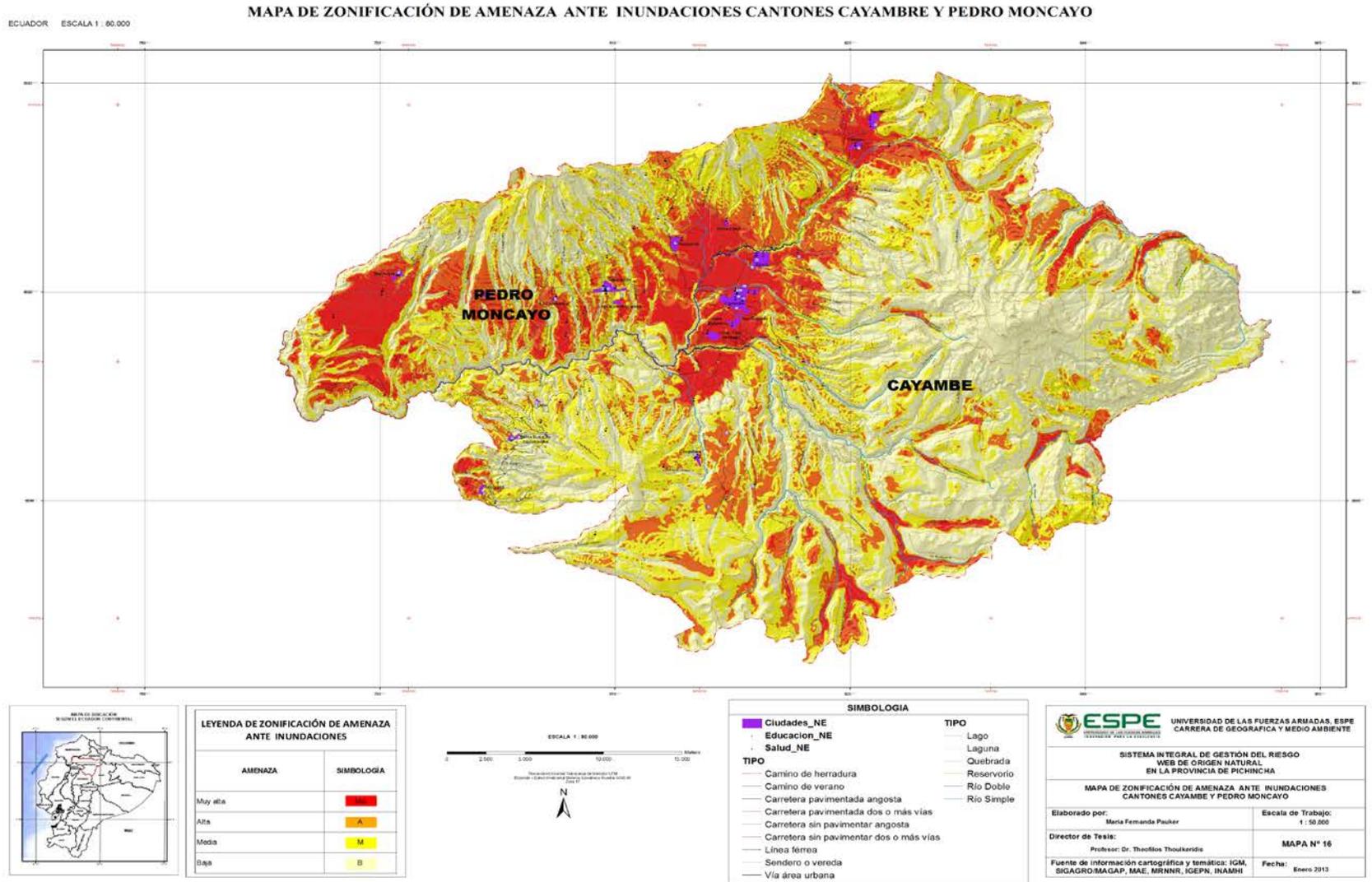
- **Nivel Muy Alto**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ *Geológicos*: generalmente unidades de rocas compactas y consolidadas
 - ✓ *Pendientes*: generalmente superficies con menos del 10 % de inclinación
 - ✓ *Geomorfológicos*: generalmente relieves bajos
 - ✓ *Hidrogeológicos*: generalmente rocas impermeables

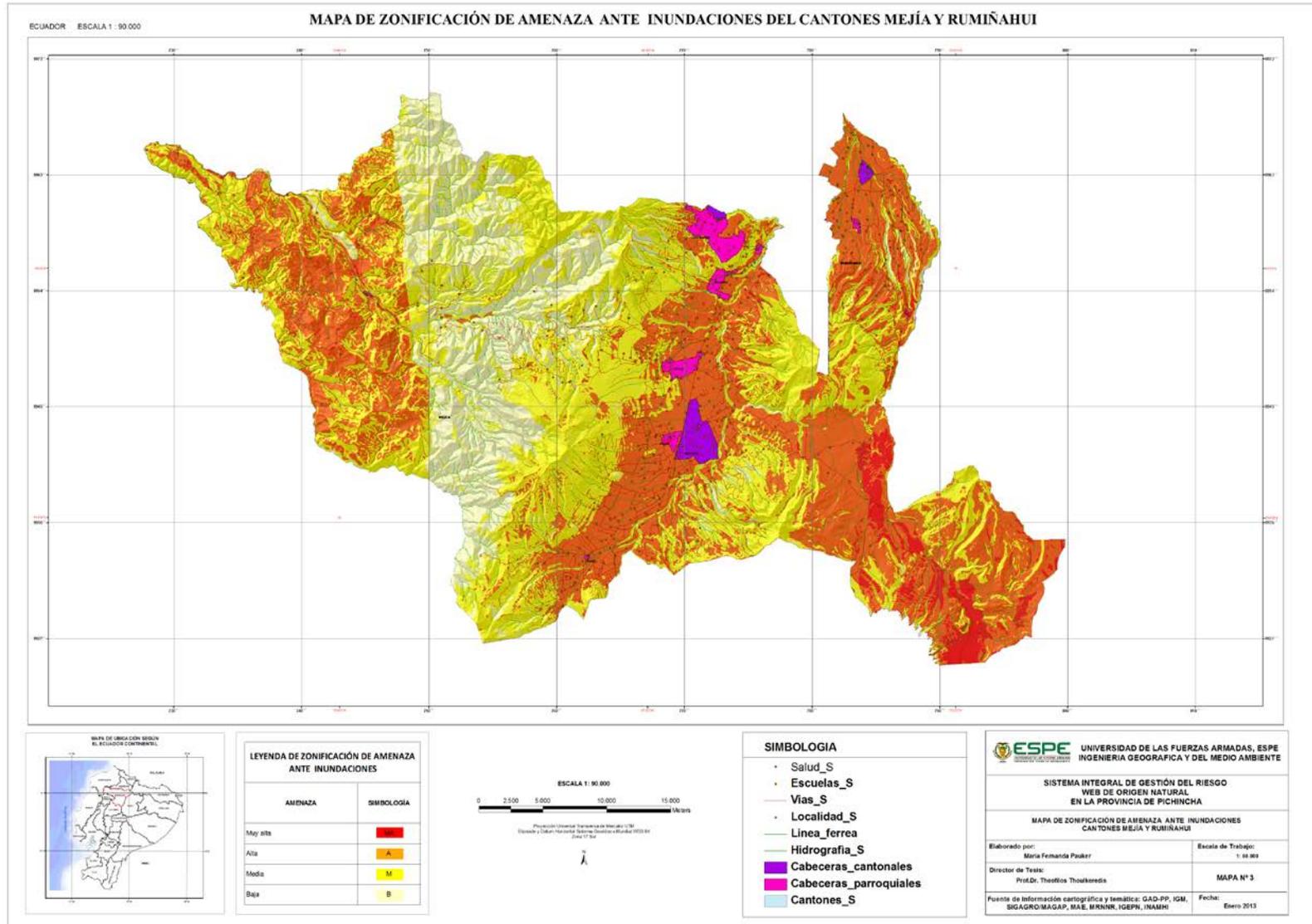
- **Nivel Alto**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:

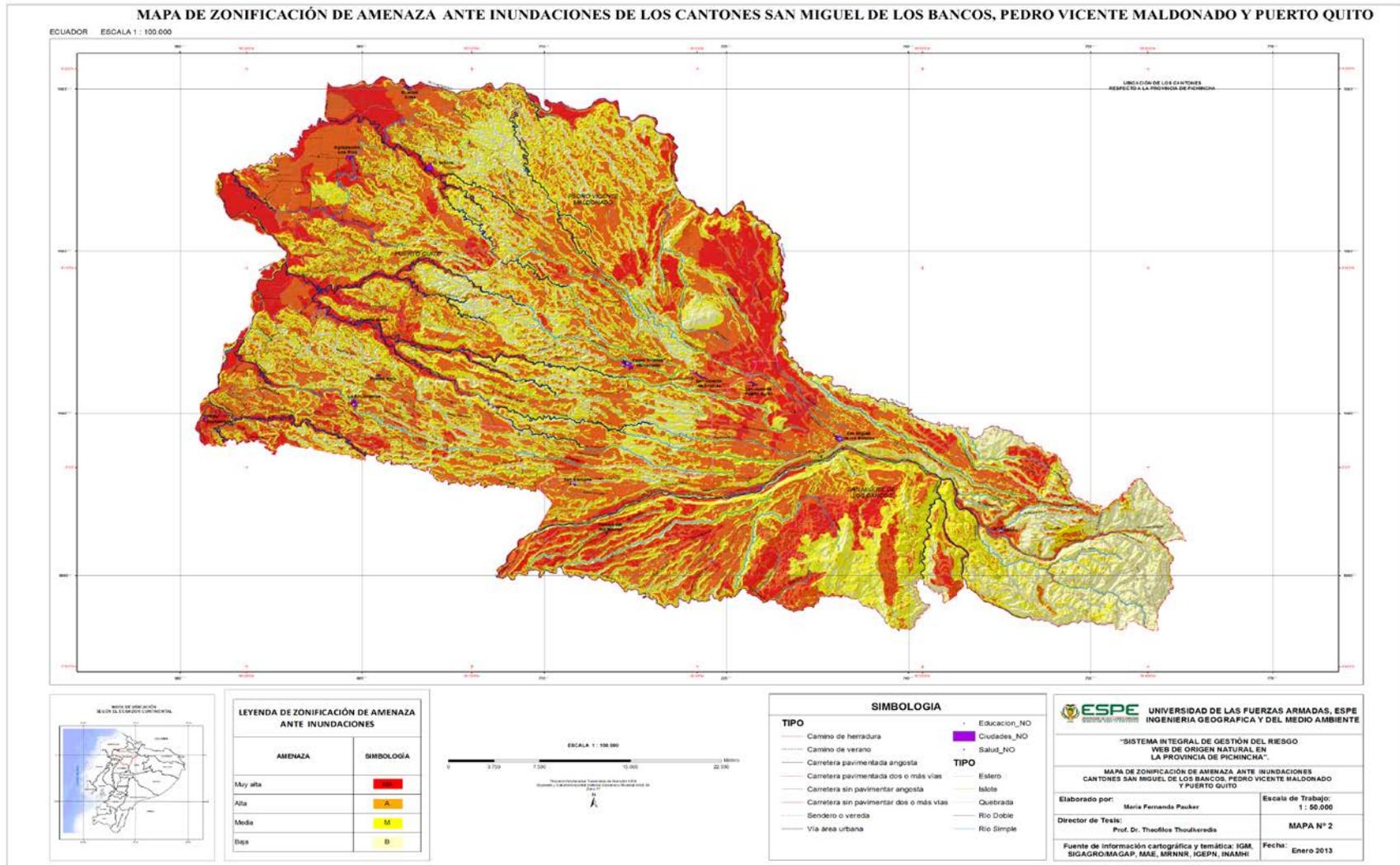
- ✓ *Geológicos*: generalmente unidades de rocas muy consolidadas y fracturadas
 - ✓ *Pendientes*: generalmente superficies entre el 10 % y 20 % de inclinación
 - ✓ *Geomorfológicos*: generalmente relieves ondulados
 - ✓ *Hidrogeológicos*: generalmente rocas de permeabilidad baja a media.
- **Nivel Medio**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ *Geológicos*: generalmente unidades de rocas poco consolidadas y fracturadas
 - ✓ *Pendientes*: generalmente superficies entre el 20 % y 45 % de inclinación
 - ✓ *Geomorfológicos*: generalmente relieves semimontañosos
 - ✓ *Hidrogeológicos*: generalmente rocas de permeabilidad media a alta
- **Nivel Bajo**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ *Geológicos*: generalmente unidades de rocas no consolidadas
 - ✓ *Pendientes*: generalmente superficies con más del 45 % de inclinación
 - ✓ *Geomorfológicos*: generalmente relieves montañosos
 - ✓ *Hidrogeológicos*: generalmente rocas impermeables

MAPA 1, 2, 3:

DE ZONIFICACION DE AMENAZAS POR INUNDACIONES SEGÚN ZONAS DE ESTUDIO:







3.2.2.2 AMENAZA POR SEQUIA

3.2.2.2.1 Ocurrencia potencial de sequía

Este parámetro nos permitirá analizar este fenómeno al conocer la clasificación global que nos ayuda a diferenciar varias categorías de áreas geográficas de ocurrencia de sequía, para relacionarlas con el déficit hídrico para nuestro estudio:

- Áreas de déficit en distintos eventos históricos y actuales,
- Áreas de déficit según el grado de permanencia o duración,
- Áreas de déficit según la frecuencia,
- Áreas de déficit según la magnitud areal,
- Áreas de déficit hídrico según las poblaciones, infraestructura y equipamiento impactado.

Conociendo estas áreas, reconocemos tipos de sequías que pueden presentarse en la Provincia de Pichincha así tenemos:

- Sequía hidrológica: que es la permanencia del déficit hídrico
- Sequía aparente o sequía agrícola: que se da cuando el agua no coincide con las épocas en que las necesidades de las plantas lo exigen.
- Sequía agrícola es de corta duración y afecta el ciclo vegetativo de las pasturas y los cultivos; en general no altera demasiado los balances hídricos anuales y un indicador que se debe tomar en cuenta es la baja del nivel freático.
- La sequía hidrológica: altera el balance hidrológico anual debido a su duración (permanencia de la carencia de lluvias), y los indicadores son: descenso notable de nivel freático, disminución del almacenamiento de las lagunas. Es

extensa en superficie y no coexiste con la inundación. Puede morir la vegetación e iniciar la erosión del viento o eólica.

Línea del Tiempo con respecto a la Amenaza: Se conoce de años específicos que fueron extremadamente secos, como 1968.

En Pichincha hasta la fecha se desconoce de la presencia de este fenómeno, aunque se han dado casuales bajas de la precipitación, que han afectado a casi todo el país, especialmente con retrasos en la época de plantaciones, por lo que se ve afectada la población y sus actividades socioeconómicas.

Para poder concluir que no se evidencia la presencia de sequías, tomamos los datos disponibles de meteorología e hidrología mensual / anual, promedio en series de 25 años. Desgraciadamente, análisis de impactos agropecuarios (pastizales, sembríos de alimentos de seguridad alimentaria), representa una debilidad al ser un factor directo de influencias, al no establecer series anuales de declinación productiva que permitan calificar la presencia de la amenaza y tomar las medidas del caso.

Entonces a través del análisis planteado podemos concluir que, en la Provincia de Pichincha en general, no han ocurrido sequías en el pasado, lo que se ratifica en el análisis realizado por Robert D'Ercole en su publicación "Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgo en el Ecuador - mayo 2003, cuyo mapa: Nivel de Amenaza de Sequía por Cantón en el Ecuador, se presenta a continuación.

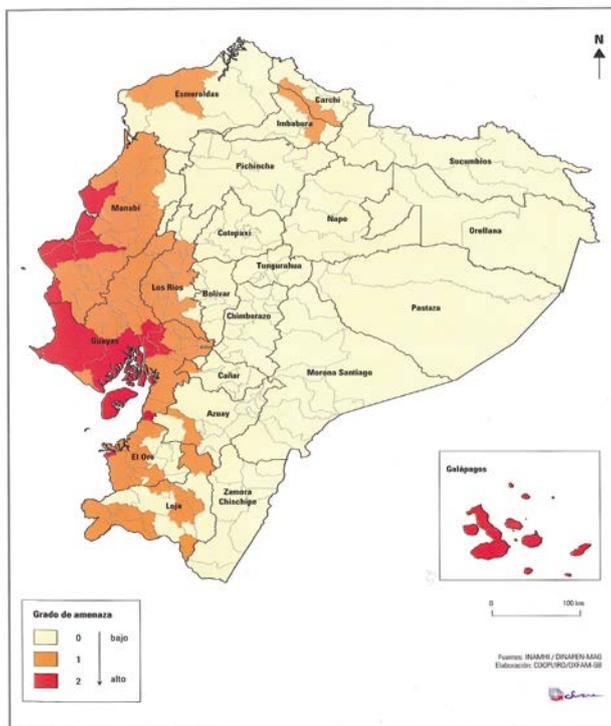


Grafico 18 - Mapa del Nivel de Amenaza de Sequía por Cantón en el Ecuador
Fuente: R. D'Ercole, 2003

3.2.2.2 Análisis Hidrometeorológico de Cantones

Al definir la no ocurrencia de sequías en el pasado en la Zona de estudio, no quiere decir que en un futuro no podría pasar tomando en cuenta los últimos factores y datos del calentamiento global, que podría incidir en estas condiciones.

Sin embargo es importante exponer un ejemplo de estudio en uno de los cantones de la Provincia de Pichincha para posibles análisis a futuro en esta zona:

Así tenemos al Cantón Mejía al cual expondremos como Cantón ejemplo, en el que se identificaran estaciones y bases meteorológicas como datos hidrometeorológicos así tenemos:

3.2.2.2.1 Análisis Hidrometeorológico del Cantón Mejía

- Estaciones Hidrometeorológicas Utilizadas

TABLA 7
ESTACION HIDROLOGICAS

COD.	NOMBRE EST.	TIPO	CUENCA HIDRO.	COORDENADAS UTM	
				N	E
H146	Guayllabamba Dj Alambi	LG	Esmeraldas	26162	751407
H155	Pilatón Dj Sacalzón (la Toma)	LM	Esmeraldas	9960194	751407
H156	Pilatón Aj Toachi	LG	Esmeraldas	9965726	751407
H158	Pita AJ Salto	LG	Esmeraldas	9936701	751407
H159	San Pedro en Machachi	LG	Esmeraldas	9948938	751407
H160	Sarapullo AJ Toachi	LG	Esmeraldas	9956478	751407
H161	Toachi AJ Pilatón	LG	Esmeraldas	9965297	751407
H163	Toachi DJ Sarapullo	LG	Esmeraldas	9960011	751407
ELEVAC	PERIODO INF.		COORD. GEOG.		
msnm	De	A			
625	1966	2009	00 14 10 N	78 44 30 W	
1130	1974	1984	00 21 37 S	78 49 50 W	
890	1964	2010	00 18 37 S	78 55 52 W	
3550	1980	2009	00 34 21 S	78 25 59 W	
2680	1964	2010	00 27 43 S	78 32 42 W	
1020	1967	1997	00 23 38 S	78 53 38 W	
820	1964	2010	00 18 51 S	78 57 12 W	
950	1973	1997	00 21 43 S	78 54 50 W	

SIMBOLO: LG: Limnigráfica, LM: Limnimétrica
Fuente: INAMHI,2010

TABLA 8
ESTACION METEREOLÓGICAS

COD.	NOMBRE EST.	TIPO	CUENCA HIDRO.	COORDENADAS UTM	
				N	E
M002	LA TOLA	AP	Esmeraldas	9974656	793173
M003	OZIBABA	AP	Esmeraldas	9957112	764984
M113	UYUMBICHO	PV	Esmeraldas	9976754	775533
M116	CHIRIBOGA	PV	Esmeraldas	9931546	746922
M120	COTOPAXI – CLIRSEN	CO	Esmeraldas	9931546	769645
M335	LA CHORRERA	PV	Esmeraldas	9977733	774424
M347	PUEMBO	PV	Esmeraldas	9980558	794381
M354	SAN JUAN - PICHINCHA	PV	Esmeraldas	9968547	763563
M363	SIGCHOS	PV	Esmeraldas	9922681	734843
M364	LORETO PEDREGAL	PV	Esmeraldas	9937930	734843
ELEVAC	PERIODO INF.		COORD. GEOG.		
msnm	De	A			
2480	1980	2010	00 13 46 S	78 22 00 W	
1058	1962	2010	00 21 45 S	78 37 11 W	
2742	1962	2011	00 23 17 S	78 31 30 W	
1750	1962	2011	00 12 38 S	78 46 55 W	
3561	1956	2011	00 37 09 S	78 34 40 W	
3165	1977	2011	00 12 06 S	78 32 06 W	
2460	1963	1996	00 10 34 S	78 21 21 W	
3440	1965	2011	00 17 05 S	78 37 57 W	
2880	1963	2011	00 41 58 S	78 53 25 W	
3620	1963	2011	00 33 41 S	78 25 35 W	

SIMBOLO: AP: Agrometeorológica Principal, CO: Climatológica Ordinaria, PV:Pluviométrica
Fuente: INAMHI, 2010

TABLA 8. FUENTE: Instituto Nacional de meteorología e hidrología, INAMHI. Nos ofrece información sobre las diversas Estaciones existentes en el Cantón Mejía, con sus coordenadas y su nivel de pluviosidad.

- **Situación de la Información Hidrometeorológica**

- ✓ **Información Hidrológica:** El cantón se encuentra ubicado en la Cuenca del Río Esmeraldas, en dos subcuencas; la del río San Pedro y la del Toachi. Se cuenta en la subcuenca del San Pedro con una estación denominada San Pedro en Machachi y que es de tipo limnigráfica.

No se cuenta con información hidrológica para el sector donde se ubican la ciudad de Machachi y las parroquias Alóag, Aloasí, Cutuglagua, El Chaupi, Tambillo y Uyumbicho.

Al dispone de información de cinco estaciones, 4 limnigráficas y 1 limnimétrica, que permite contar con una buena información para los análisis hidrológicos en la subcuenca del Toachi, en donde está ubicada la parroquia Manuel Cornejo Astorga, adquiriendo:

- ✓ **Información Meteorológica:** Para el análisis de precipitaciones se cuenta con información de 2 estaciones Agrometeorológicas Principales, 1 estación Climatológica Ordinaria y 7 estaciones Pluviométricas, de las cuales solo tres están ubicadas en el cantón Mejía, por lo que también se puede decir que la información meteorológica es limitada.

• Análisis Hidrológico

Se logra de la información de caudales de las diferentes estaciones, un relleno de valores mensuales faltantes y con estos se determina los caudales específicos a nivel mensual y el resumen a nivel del período, que consta a continuación:

Cuadro 8
Información de caudales de Estaciones Hidrológicas

	ENE	FER	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	QMA
H146	GUAYLLABAMBA				PERIODO: 1966 -			Area 6460 Km²		Qe (m³/s/Km²)			
	D.J ALAMBI				2009								
QMM	0,023	0,032	0,034	0,037	0,030	0,020	0,015	0,011	0,010	0,012	0,015	0,017	0,021
QMxM	0,044	0,062	0,082	0,063	0,067	0,036	0,023	0,019	0,021	0,020	0,031	0,047	0,082
QmiM	0,010	0,011	0,015	0,017	0,013	0,010	0,009	0,004	0,007	0,006	0,007	0,006	0,004
H159	SAN PEDRO EN				PERIODO: 1964 -			Área 363 Km2		Qe (m³/s/Km²)			
	MACHACHI				2010								
QMM	0,013	0,015	0,018	0,020	0,018	0,014	0,009	0,007	0,008	0,010	0,011	0,012	0,013
QMxM	0,040	0,045	0,052	0,045	0,043	0,040	0,024	0,019	0,023	0,038	0,037	0,039	0,052
QmiM	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001
H155	PILATON DJ				PERIODO: 1966 -			Área 470 Km2		Qe (m³/s/Km²)			
	SACALZON (EN LA				2009								
	TOMA)												
QMM	0,081	0,117	0,117	0,116	0,089	0,049	0,031	0,022	0,026	0,036	0,038	0,058	0,066
QMxM	0,132	0,174	0,146	0,166	0,128	0,068	0,048	0,031	0,038	0,071	0,100	0,122	0,174
QmiM	0,046	0,069	0,088	0,083	0,050	0,027	0,019	0,015	0,011	0,015	0,016	0,015	0,011
H156	PILATON AJ				PERIODO: 1964 -			Área 520 Km2		Qe (m³/s/Km²)			
	TOACHI				2010								
QMM	0,090	0,125	0,122	0,138	0,094	0,058	0,040	0,031	0,032	0,038	0,043	0,054	0,071
QMxM	0,223	0,286	0,191	0,445	0,222	0,130	0,060	0,046	0,054	0,064	0,119	0,131	0,445
QmiM	0,041	0,057	0,053	0,059	0,044	0,035	0,029	0,020	0,012	0,014	0,018	0,016	0,012
H160	SARAPULLO AJ				PERIODO: 1967 -			Área 329 Km2		Qe (m³/s/Km²)			
	TOACHI				1997								
QMM	0,077	0,105	0,106	0,103	0,080	0,053	0,032	0,024	0,024	0,031	0,037	0,046	0,056
QMxM	0,130	0,148	0,153	0,128	0,113	0,077	0,049	0,037	0,046	0,063	0,095	0,113	0,153
QmiM	0,041	0,073	0,077	0,081	0,062	0,032	0,021	0,017	0,012	0,013	0,015	0,015	0,012
H161	TOACHI AJ				PERIODO: 1964 -			Área 1435 Km2		Qe (m³/s/Km²)			
	PILATON				2010								
QMM	0,033	0,050	0,052	0,056	0,040	0,025	0,017	0,013	0,013	0,015	0,017	0,021	0,031
QMxM	0,077	0,105	0,096	0,187	0,072	0,042	0,024	0,020	0,020	0,029	0,057	0,073	0,187
QmiM	0,011	0,011	0,012	0,013	0,011	0,010	0,010	0,009	0,007	0,008	0,007	0,008	0,007
H163	TOACHI DJ				PERIODO: 1973 -			Área 1393 Km2		Qe (m³/s/Km²)			
	SARAPULLO				1997								
QMM	0,037	0,058	0,061	0,061	0,047	0,031	0,020	0,014	0,015	0,018	0,027	0,029	0,035
QMxM	0,066	0,086	0,073	0,071	0,058	0,039	0,030	0,021	0,020	0,030	0,098	0,082	0,098
QmiM	0,022	0,026	0,044	0,052	0,034	0,025	0,015	0,011	0,009	0,010	0,008	0,009	0,008

FUENTE: Instituto Nacional de meteorología e hidrología, INAMHI. Nos ofrece información sobre caudales y nos permite calcular sobre caudales específicos a nivel mensual y el resumen a nivel del período.

La estación hidrológica representativa del cantón, correspondiente a la zona en que se encuentra la ciudad de Machachi es San Pedro en Machachi, cuya

representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos es la siguiente:

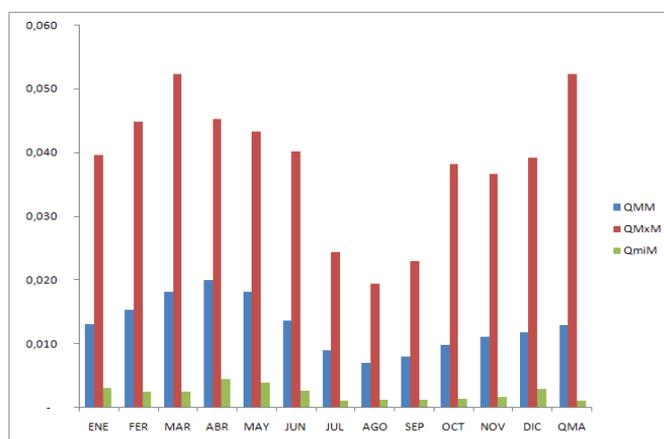


Grafico 19 - Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos de la ciudad de Machachi.

Fuente: Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Del análisis del gráfico se puede establecer que el periodo lluvioso en el que los caudales son más altos está en los meses de enero a junio y de octubre a diciembre, así como los caudales mínimos se presentan entre los meses de julio a septiembre.

Como Caudal Especifico Máximo para el periodo 1964 – 2012, se determina el valor $0.052 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$, como Caudal Específico Medio $0.013 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$ y como Caudal Específico Mínimo $0.001 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$.

La naturaleza de los cauces, con excepción de la parroquia Manuel Cornejo Astorga, que presentan una pendiente suave, determina que no existen principalmente desbordamientos, sin embargo cuando por acción antrópica que daña el cauce natural se pueden producir éstos.

La estación hidrológica Toachi AJ Pilatón es la representativa de la parroquia Manuel Cornejo Astorga, cuya información se grafica a continuación:

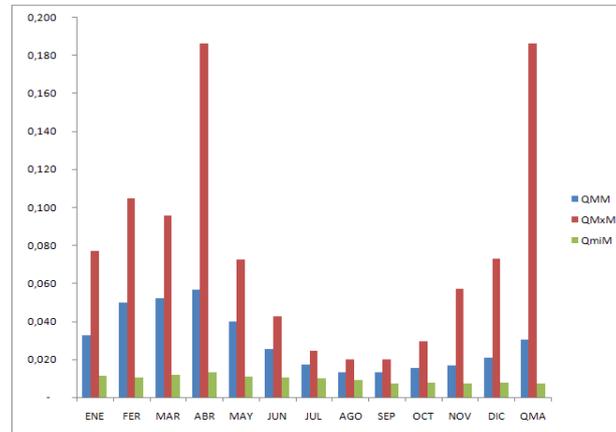


Grafico 20 - Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos de la parroquia Manuel Cornejo Astorga.
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

El análisis del gráfico permite establecer que el periodo lluvioso en el que los caudales son más altos está entre los meses de febrero a mayo, con un pico muy alto en el mes de abril, así como los caudales mínimos se presentan entre los meses de julio a octubre.

Como Caudal Específico Máximo para el periodo 1964 – 2012, se ha determinado el valor $0.187 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$, como Caudal Específico Medio $0.031 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$ y como Caudal Específico Mínimo $0.007 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$.

La naturaleza de los cauces en la subcuenca del Toachi, que tienen pendientes fuertes, hace que las crecidas sean muy fuertes, provocando la destrucción de las

márgenes con deslizamientos y con el consiguiente daño a los sectores aledaños a los mismos.

En ninguna de las aéreas en las que está ubicado el cantón Mejía se producen inundaciones, lo que existe realmente son desbordamientos.

- **Análisis Meteorológico**

En el análisis de la información de precipitación de las diferentes estaciones ubicadas en el Cantón Mejía, se logra el relleno de los valores mensuales faltantes y con estos se determina los valores de Precipitación específica a nivel mensual y el resumen a nivel del período, que consta a continuación:

CUADRO 9

PRECIPITACION MENSUAL - Nos ofrece información sobre Precipitación a nivel mensual y el resumen a nivel del período.

	ENE	FER	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PMA	
M003	IZOBAMBA												PERIODO: 1962 – 2010	PRECIPITACION (mm)
PMA	130,2	156,5	182,2	198,1	146,8	68,7	34,0	38,3	85,1	133,1	145,9	135,4	1448,8	
PMM	295,4	302,0	286,8	351,5	250,5	154,2	196,2	100,5	175,0	272,1	326,2	367,9	367,9	
PmM	33,3	32,1	32,9	72,8	57,9	2,5	0,7	1,2	9,7	7,9	39,2	20,4	0,7	
M113	UYUMBICHO												PERIODO: 1962 - 2011	PRECIPITACION (mm)
PMA	143,3	156,0	173,3	194,3	142,7	63,5	37,5	34,1	82,1	118,0	138,5	137,8	1341,7	
PMM	362,8	363,6	363,7	364,9	364,4	172,5	182,4	91,3	250,7	272,0	297,1	282,8	364,9	
PmM	45,9	18,5	42,7	31,4	28,2	1,3	1,4	0,8	6,4	22,8	1,1	31,2	0,8	
M116	CHIRIBOGA												PERIODO: 1962 - 2011	PRECIPITACION (mm)
PMA	387,5	367,5	436,9	440,3	293,1	177,5	98,8	90,2	164,5	180,7	172,6	250,5	2872,6	
PMM	753,6	727,8	922,9	901,7	882,3	532,9	431,6	382,6	649,0	649,2	590,2	771,8	922,9	

Continua →

Pm	125,9	138,9	123,1	114,0	45,9	12,0	2,4	7,8	27,3	22,0	14,6	50,2	2,4
M													
M120	COTOPAXI – CLIRSEN			PERIODO: 1965 – 2011					PRECIPITACION (mm)				
PM	95,5	105,1	134,5	142,8	119,9	73,2	52,7	38,9	75,0	108,4	98,2	97,0	1077,5
M													
PM	202,4	274,9	311,0	295,5	237,0	141,7	233,0	128,0	215,3	297,4	184,3	224,8	311,0
M													
Pm	28,2	0,9	6,8	53,4	30,1	13,7	4,4	2,0	14,8	10,2	14,5	22,8	0,9
M													
M354	SAN JUAN – PICHINCHA			PERIODO: 1965 – 2011					PRECIPITACION (mm)				
PM	224,3	257,9	268,4	301,0	242,1	161,3	87,0	101,5	160,9	221,3	218,1	197,6	2266,1
M													
PM	622,3	774,6	562,8	915,2	655,7	488,1	364,4	367,3	480,7	636,4	497,6	577,7	915,2
M													
Pm	39,3	61,2	71,5	55,9	47,0	3,7	2,1	0,1	1,3	26,0	8,0	26,4	0,1
M													
M363	SIGCHOS			PERIODO: 1963 -2011					PRECIPITACION (mm)				
PM	107,0	122,4	130,6	149,6	90,6	35,1	24,0	23,3	49,1	66,2	73,1	85,7	896,2
M													
PM	273,0	246,3	244,3	246,9	204,4	88,1	60,5	48,3	116,0	160,7	211,7	207,9	273,0
M													
Pm	28,5	27,5	41,0	36,7	19,7	1,3	0,7	2,0	5,5	3,0	3,5	21,3	0,7
M													
M364	LORETO – PEDREGAL	PERIODO: 1963 – 2011	PRECIPITACION (mm)										
PM	157,8	160,6	188,6	172,1	130,4	64,3	44,3	40,7	88,3	159,0	173,1	167,5	1518,7
M													
PM	308,7	333,9	428,3	307,5	260,2	145,1	210,3	124,5	191,6	323,3	344,3	277,3	428,3
M													
Pm	35,2	33,1	66,1	61,7	33,0	3,7	2,5	2,0	11,3	25,8	40,8	46,9	2,0
M													

FUENTE: Instituto Nacional de meteorología e hidrología, INAMHI.

Las estaciones meteorológicas representativas para el Cantón Mejía son:

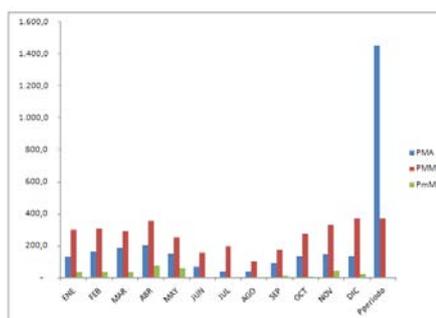


Grafico 21 - Estación Izobamba :: Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos del Cantón Mejía.

Fuente: Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Se observa en el gráfico de la estación de Izobamba, que la precipitación total anual alcanza los 1448.8 mm, con una precipitación máxima mensual de 367,9 mm y una precipitación mínima de 0,7 mm.

El periodo de precipitación analizada corresponde al período 1962 – 2010, en que se ve que las lluvias se producen en los meses de octubre a mayo y el periodo seco corresponde a los meses de junio a septiembre.

Esta estación es representativa para la parroquia de Cutuglagua, donde se observa un gran desarrollo urbanístico, dada la cercanía al Distrito Metropolitano de Quito, en la cual no se cuenta con un buen sistema de alcantarillado pluvial lo que ocasiona la presencia de corrientes de agua con el consiguiente peligro para la población.

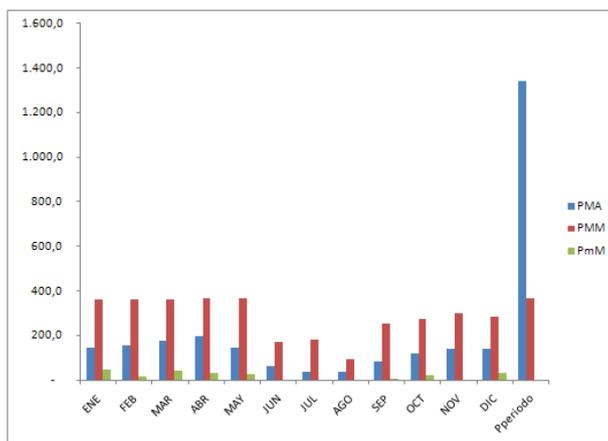


Grafico 22 - Estación Uyumbicho :: Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos de la Parroquia Cutuglagua

Fuente: Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Se observa en el gráfico de la estación de Uyumbicho, que la precipitación total anual alcanza los 1341.7 mm, con una precipitación máxima mensual de 364.9 mm y una precipitación mínima de 0.8 mm.

El periodo de precipitación analizada corresponde al período 1962 – 2011, en que se ve que las lluvias se producen en los meses de octubre a mayo y el periodo seco corresponde a los meses de junio a septiembre.

Esta estación es representativa para las parroquias de Uyumbicho y Tambillo y en el sector se observa cuando se producen precipitaciones fuertes rápidas escorrentías por las laderas de las montañas del sector.

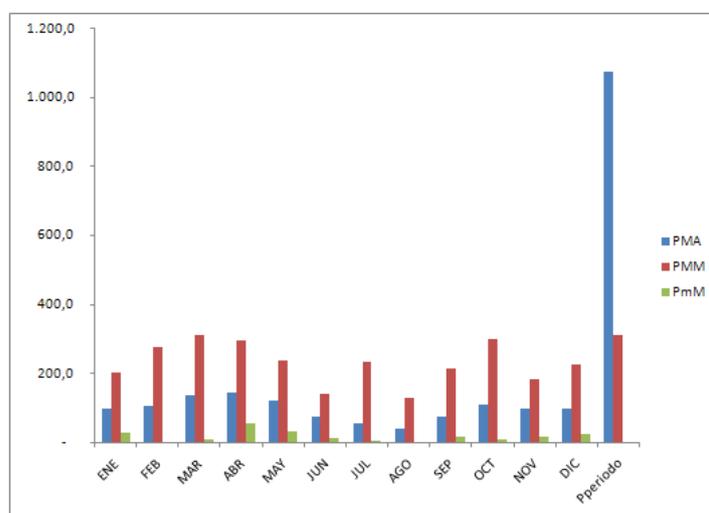


Grafico 23 - Estación Cotopaxi :: Clirsén: Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos de la Parroquia Uyumbicho y Tambillo.

Fuente: Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Se observa en el gráfico de la estación de Cotopaxi - Clirsén, que la precipitación total anual alcanza los 1077.5 mm, con una precipitación máxima mensual de 311.0 mm y una precipitación mínima de 0.9 mm.

El periodo de precipitación analizada corresponde al período 1956 – 2011, en que se ve que las lluvias se producen en los meses de octubre a mayo y el periodo seco corresponde a los meses de junio a septiembre.

Esta estación es representativa para la ciudad de Machachi y las parroquias de Alóag y Aloasí y en el sector se observa escorrentías superficiales dependiendo de la pendiente del suelo, dado que la mayoría de este sector corresponde a un valle con pendientes muy suaves.

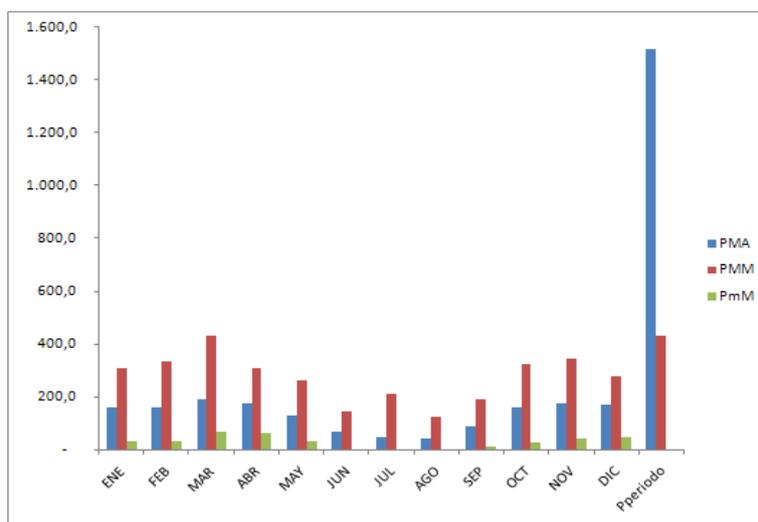


Grafico 24 - Estación Loreto :: Pedregal: Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos de la Parroquia El Chaupi.

Fuente: Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Se observa en el gráfico de la estación de Loreto - Pedregal, que la precipitación total anual alcanza los 1518.7 mm, con una precipitación máxima mensual de 428.3 mm y una precipitación mínima de 2.0 mm.

El periodo de precipitación analizada corresponde al período 1963 – 2011, en que se ve que las lluvias se producen en los meses de octubre a mayo y el periodo seco corresponde a los meses de junio a septiembre.

Esta estación es representativa para la parroquia de El Chaupi y en el sector se observa escorrentías superficiales dependiendo de la pendiente del suelo, dado que la mayoría de este sector corresponde a un valle con pendientes suaves.

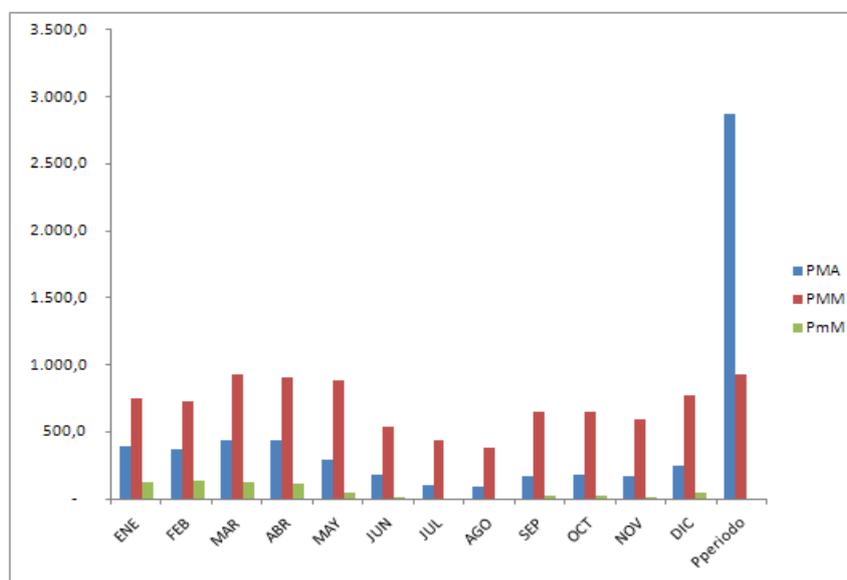


Grafico 25 - Estación Chiriboga :: Representación gráfica de los caudales medios mensuales y anuales, así como de los máximos y mínimos de la Parroquia Manuel Cornejo Astorga.
Fuente: Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Se observa en el gráfico de la estación de Chiriboga, que la precipitación total anual alcanza los 2872.6 mm, con una precipitación máxima mensual de 922.9 mm y una precipitación mínima de 2.4 mm.

El periodo de precipitación analizada corresponde al período 1962 – 2011, en que se ve que las lluvias se producen en los meses de octubre a mayo y el periodo seco corresponde a los meses de junio a septiembre.

Esta estación es representativa para la parroquia de Manuel Cornejo Astorga y en la zona se observa escorrentías superficiales fuertes ya que en su mayoría el sector es montañoso con pendientes altas.

3.2.2.3 AMENAZA POR ACTIVIDAD VOLCANICA

El tramo de arco volcánico en Ecuador es parte de la Zona Volcánica Norte de los Andes, que se extiende desde el volcán Cerro Bravo en Colombia (5° Latitud N) hasta el volcán Sangay en Ecuador (2° Latitud S). El arco es resultado del proceso de subducción de la placa oceánica Nazca bajo la placa continental de América del Sur, en el que la corteza oceánica subducida, entre 12 y 20 Ma, es portadora de la Cordillera submarina Carnegie, producto volcánico de la ocurrencia del hot spot (punto caliente) en Galápagos, con una velocidad de al menos 6 cm por año (Gutscher et al, 1999).

La fila de volcanes en la Cordillera Occidental es también conocida como Frente volcánico, y está conformada por grades y complejos edificios de edades variables, pero no más viejos que 1.3 millones de años (Barberi et al., 1988).

El arco volcánico en Ecuador se desarrolla como resultado del empuje de dicha Cordillera sobre el continente, afectando a un ancho de entre 100 a 120 km, superior al tramo en Colombia que ocurre en un ancho de entre 30 a 35 km, resultando cuatro alineamientos de volcanes que concuerdan con las cuatro estructuras del basamento: Cordillera Occidental, Graben interandino, Cordillera Real y Región Oriental (Hall y Beate, 1991), como se puede observar en el siguiente gráfico:

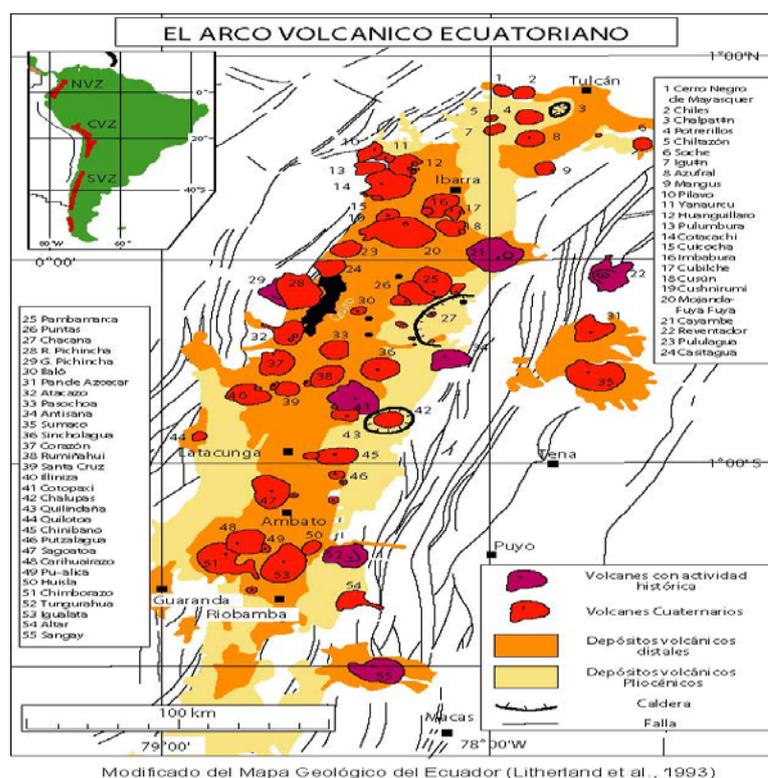


Grafico 26 - Mapa geológico del Ecuador modificado
Fuente: Hall y Beate, 1991

Aunque Ecuador es uno de los Países más pequeño del mundo, es uno de los pocos lugares en el globo si no el único en que gracias a la presencia de los tres tipos de límites de placas, discutidos anteriormente, se puede estudiar todas las formas de movimiento de la corteza.

Ecuador entonces posee más o menos 250 volcanes, la mayoría extintos (ej. Panecillo, el corazón, etc.) y ellos son productos de seducciones de diferentes placas oceánica ya desaparecidas. En los últimos 10.000 años, 250 volcanes en América Latina y el Caribe han erupcionado casi 1300 veces. (Thoulkeredis, 2013)

A continuación una descripción actual de los volcanes que se encuentran o podrían con su posible activación amenazar a nuestra zona de estudio, así tenemos:

- Antisana
- Atacazo
- Cotopaxi
- Chiles
- Cayambe
- Chimborazo
- Reventador
- Guagua Pichincha
- Tungurahua
- Sumaco
- Cuicocha

- Quilotoa
- Pululahua
- Chalupas
- Imbabura
- Niñahuilca

Tabla 9
Volcán Cotopaxí

Volcán	 <p style="text-align: center;">Fuente: Elaltar, 2010 y Tasaitami Travel, 2013</p>		
Tipo Volcán	Estrato Volcán con recubrimiento de glaciar permanente	Ubicación	Situado 50 km al sur de Quito
Tipo de Erupción	Piliana Explosiva	Productos	Lava, Flujos Piroclásticos, Lahares, materiales de caída
Erupciones Guías	1877, 1650, 1534, 1742, 1180 AC, 1210 +/- 80, 1880 +/- 160, 2170 +/- 100	Monitoreo	Instrumental Geoquímica (mayor cobertura de monitoreo sísmico, inclinométrico y telemétrico)
Observaciones	Se ha estimado una recurrencia en promedio de un evento de lanzamiento explosivo de lahar cada 117 años durante los últimos 2 milenios. Este valor se compara bien con el calculado considerando el período desde la conquista española. La probabilidad de tener una erupción como esta en 100 o 200 años es respectivamente de 0.57 y 0.82. Tan alta probabilidad acentúa la necesidad de rápidas acciones dirigidas a mitigar el peligro de lahares del Cotopaxi a lo largo de los principales valles que se originan desde el volcán.		
CARACTERISTICAS			
La Ceniza volcánica es, sin lugar a dudas, el más subestimado de los peligros del Cotopaxi, toda vez que se dispersa y deposita según la dirección natural con que la que soplan los vientos y el espesor de los depósitos puede alcanzar docenas de centímetros, en las cercanías del cono, y varios milímetros en extensas áreas del país, principalmente ubicadas hacia occidente, en la planicie costera.		Los depósitos volcánicos en los terrenos (aludes de escombros secos del Río Pita) que previamente se creían que fueron 13000 y 25000 años atrás, ahora se considera que tienen una edad algo mayor a 5000 años. La estratigrafía de tefra de los últimos 200 años revela la existencia de 22 capas de caída. 7 fueron fechadas con carbono 14, mientras 3 fueron atribuidas a las erupciones de 1534, 1768 y 1877 en base a comparaciones con información histórica.	

Continua →

El volcán Cotopaxi en el Ecuador es famoso por la producción de lahares a grandes escalas a través del derretimiento de hielo y nieve del glaciar de la cumbre.	Su cima: existe un cráter de forma ligeramente elíptica de 800 m x 650 m, cubierto por hielo y dentro de éste otro más pequeño, de 250 m de diámetro, en forma de embudo y de 125 metros de profundidad. (Hradecká, et al. 1977).
Un dramático crecimiento poblacional a lo largo de los valles y que está expuesta al peligro de lahares durante los últimos 100 años hace que el riesgo presente de lahares sea más alto que en el pasado.	Resultados de una simulación de lahar en el cual todo el flujo es artificialmente forzado dentro del Río Pita, sugiere que la construcción de un dique en La Caldera para prevenir el desbordamiento reduciría sustancialmente el riesgo general en el área.

Fuentes: "Chronology and dispersal characteristics of recently (last 5000 years) erupted tephra of Cotopaxi (Ecuador)", 1995; "Risk from Lahars in the Northern Valleys of Cotopaxi Volcano (Ecuador)", 2003; Toulkeredis, 2013 ; INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

Tabla 10.
Volcán Niñahuilca

Volcán			
	Fuente: Alertatierra.com, 2005		
Tipo Volcán	Estrato Volcán	Ubicación	Creció sobre la caldera derruida del Atacazo
Tipo de Erupción	Pliniana	Productos	Lava, Ceniza y Pómez
Erupciones Guías	2.350 años.	Monitoreo	Instrumental
Observaciones	El mayor riesgo si erupciona este volcán es el impacto socio económico que afectaría esta zona ya que viven más de treinta mil personas distribuidas en Tambillo, Tandapi y varios caseríos. También en esta zona existe importante infraestructura vial, gran actividad agrícola y ganadera, así como el oleoducto (SOTE).		
CARACTERISTICAS NIÑAHUILCA			
Tiene varios domos volcánicos producto de sus erupciones en tiempos holocénicos. Estos son La Viudita, La Viudita Chica, Omoturco y el Arenal. Excepto el domo del Arenal, todos se han formado al exterior de la caldera del Niñahuilca donde también existe una pequeña laguna		Está constituido por un gran domo ubicado en la parte central de una caldera de 3 km de diámetro, la que tiene la forma de herradura abierta hacia el Suroccidente. El drenaje principal desciende hacia el Suroeste a los ríos Naranjal y Pilatón y luego los ríos Toachi y Esmeraldas, mientras que, drenajes de menor tamaño, bajan tanto al Este hacia Tambillo como al Noroeste hacia Chiriboga.	

Continua →

Los depósitos del volcán consisten en plagioclasa, hornblenda, cuarzo, magnetita y trazas de biotita y augita. No se detectan señales de actividad fumarólica o termal, aunque podría haber movimiento sísmico	Los peligros relacionados con este volcán son principalmente flujos piroclásticos y deslizamiento de escombros producto del crecimiento y colapsos de domos. En épocas prehistóricas estos colapsos llegaron hacia el Este hasta Tambillo y al Oeste hacia Tandapi.
--	---

Fuentes: FUNEPSA, 2010; INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

Tabla 11
Volcán Atacazo

Volcán			
	Fuente: Carlos Buitron Flores, 2010		
Tipo Volcán	Estratovolcán, caldera, domos de lava	Ubicación	Cordillera Occidental
Estructura	Forma un complejo volcánico dentro y alrededor de una caldera de 6 km de diámetro abierta hacia el occidente dentro de la cual han crecido tres domos dacíticos y otros dos se han formado en el flanco suroriental del volcán.	Productos	Parece que este volcán alternó épocas de erupciones andesíticas con épocas de erupciones dacíticas más violentas
Erupciones Guías	No hay actividad registrada en este volcán, salvo por la actividad relacionada con el volcán Ninahuilca. La última erupción de este volcán ocurrió hace 2.300 años.	Monitoreo	Estación de monitoreo multiparamétrica colocada en el 2012
Observaciones	Está ubicado a 20 km al SO de Quito en la cordillera occidental.		

Continúa



CARACTERISTICAS	
Este volcán está localizado en el Pleistoceno, forma un macizo en el cual han aparecido diversas calderas y algunos domos volcánicos.	Es en una de estas calderas cuando aparece el nuevo volcán denominado Ninahuilca el cual si está considerado como activo.
No presenta peligros asociados. A pesar de eso aunque el Atacazo es un volcán apagado, se ha incluido la información básica como ilustración, considerando que se encuentra en el área de estudio, correspondiente al Cantón Mejía.	

Fuente: IG-EPN, INECEL, CODIGEM-GRUPO NACIONAL DE VULCANOLOGIA, CIENCIA1.COM

Tabla 12
Volcán Guagua Pichincha

Volcán	 <p>Fuente: Diario El Comercio Ecuador, 2011</p>		
Tipo Volcán	Caldera Volcánica	Ubicación	Quito
Tipo de Erupción	Piliana	Productos	Flujos Lávicos, piroclásticos, tefra (air fall), Lahares
Erupciones Guías	199 A.D. HL-O 660 D.A. HL-1 970 A.D. HL-2 550 A.D. HL-3 6200 A.C. HL-4 9800 A.C- HL-5 26,500 A.C	Monitoreo	Instrumental sísmico volcánico geoquímico
Observaciones	Ya que caídas de ceniza y flujos de lodo relacionados representan un serio peligro para el área metropolitana de Quito, la significancia de la creciente actividad freática observada desde 1981 a 1998 y el episodio magmático de 1999-2001 del crecimiento del domo y colapso están bajo discusión. Estos posiblemente representan un corto paso en una larga evolución la cual puede resultar en un evento pliniano mayor en futuras décadas o en el siguiente siglo, comparable a aquellos ocurridos durante los siglos 1, 10 y 17.		

Continua →

CARACTERISTICAS	
<p>· El Guagua Pichincha tiene un ancho de 10 Km, un estratocono ubicado en el flanco occidental del Rucu Pichincha y que colapsó por un sistema arqueado de fallas normales. Lo que se conoce sobre este volcán es que hace unos 47000 años, de acuerdo a estudios con carbono 14, experimentó una explosión piroclástica mayor, produciendo flujos de ceniza y probablemente la formación de la caldera en la cumbre. Después de este evento, un complejo de domos se desarrolló dentro de la caldera una actividad de domos predominó</p>	<p>El Rucu Pichincha es un gran estratovolcán (23 Km de ancho) relativamente bien preservado por la erosión. Varias avalanchas por los flancos afectaron al Rucu Pichincha , y el más grande hacia el norte, probablemente marcó el fin de su desarrollo.</p>
<p>· El actualmente el activo volcán Cristal es un pequeño (1 Km de ancho), un complejo de domos que anidan en la caldera del Toaza Se han estudiado al detalle los depósitos de este volcán, especialmente los producidos desde hace 2000 años. E eventos explosivos ocurrieron durante este período. El más poderoso evento ocurrió hace unos 1200 años. Durante tiempos históricos, la actividad explosiva se resume a la de 1566-1582 y 1660 con densas caídas de ceniza sobre Quito y flujos piroclásticos barriendo los valles el Río Cristal y Río Cinto.</p>	<p>El volcán Toaza tiene 5 Km de ancho, un complejo de domos de 10000 a 20000 años de antigüedad. Se pueden distinguir depósitos de ceniza y bloques a lo largo de los riachuelos, pero más notables depósitos de este período son aquellos del colapso multifase hacia el valle del Río Cristal que afectaron parte de los flancos occidentales del Rucu y Guagua Pichincha y toda el área de la cumbre del Toaza.</p>
<p>Se estimaron las tres dimensiones de la estructura de la velocidad de onda debajo del Guagua Pichincha utilizando un método de inversión tomográfica basado en cálculos de diferencias finitas de los tiempos de primera llegada. Hipocentros de movimientos vulcano-tectónicos (VT) y eventos de Largo periodo (LP) fueron reubicados utilizando el modelo de velocidad de onda 3-D-P. Dando como resultado que existe una anomalía de baja velocidad por debajo de la caldera y podría representar un conducto volcánico activo</p>	

Fuentes: "Seismic, petrologic, and geodetic analyses of the 1999 dome-forming eruption of Guagua Pichincha volcano, Ecuador", 2007; "Evolution of the Pichincha Volcanic Complex", 2003 ; INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

TABLA 13
Volcán Antisana

Volcán	
<p>Fuente: Elaltar, 2010 y Tasaitami Travel, 2013</p>	

Continuar →

Tipo de Erupción	Piliana	Ubicación	A 55 km al Suroeste de Quito, a 5.720 m. sobre el nivel del mar
Productos	Lava, cenizas, pómez		
Erupciones Guías	1728, 1760, 1773, 1802, 1801. La última actividad reportada ocurrió en Marzo 1987, poco después del gran terremoto de esta región, en el cual se abrieron fisuras en la parte glacial, salió gas caliente y con el derretimiento parcial se formó un lahar. Las amenazas volcánicas son bastante limitadas (IEV=2) y no ponen en peligro ni vida o salud de personas o animales. Sin embargo una gran e importante parte del sistema de agua potable de Quito en el futuro dependerá de esta área.		
Observaciones	La zona de mayor vulnerabilidad se localiza al sur Oriente del Distrito Metropolitano de Quito. Todavía existe actividad fumarólica en el cono más joven y en el interior de la antigua caldera.		
CARACTERÍSTICAS			
Compuesto, conformado por 3 unidades: la caldera Chacana, un cono más joven (el pico principal) y el cono "Chusalongo" (INEMIN, 1986).		La actividad volcánica en los últimos 2.000 años se restringe a los sectores aledaños a la base del volcán. Las emisiones de lava más recientes se hallan al Norte y al Oeste del volcán, un tanto alejados de la estructura principal, y pertenecen al siglo XVIII; son los llamados: Antisanilla, al Suroeste de Píntag, Potrerillos (Laguna Papallacta) y Cuscungo. (Hall, M. 1977).	
En Ecuador, las magmas que erupcionaron en la cordillera occidental (fosas relativas al volcán Antisana) son verdaderas adakitas, sugiriendo que las placas fundidas son responsables del metasomatismo de la cuña del manto debajo del NVZ en el Ecuador.		Estas emisiones provienen de pequeños centros monogénicos, asociados a fallas geológicas de la región de Papallacta y es posible que no hayan presentado gran actividad explosiva con expulsión de grandes cantidades de ceniza. (Hall, M. 1977).	
Un extensiva toma de muestras del volcán Antisana (Zona norte volcánica de los Andes) ha revelado la presencia de rocas tipo adakita a todo lo largo de la zona. Rocas con características geoquímicas cercanas, no idénticas, a aquellas encontradas en las placas fundidas. Se han distinguido 2 principales grupos volcánicos caracterizadas por dos distintas tendencias evolutivas. El grupo AND, mayormente conformado por andesitas que muestran las más claras características de adakitas tales como grandes proporciones de La/Yb y Sr/Y y contenidos de bajo peso de elementos de la tierra (HREE). El grupo CAK compuesto de andesitas y dacitas de de alto-K, muestran características menos pronunciadas de tipo adakita. Se ha demostrado (experimentalmente y por xenolitos de manto exhumados) que tal fuente de manto ha sido producida en zonas de subduccion donde placas fundidas metasomatizan y reaccionan con la cuña del manto.			

Fuentes: "Fuentes: "Seismic, petrologic, and geodetic analyses of the 1999 dome-forming eruption of Guagua Pichincha volcano, Ecuador", 2002; Toulkeredis, 2013; INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

Tabla 14
Volcán Reventador

Volcán	 <p style="text-align: center;">Fuente: EcuadorEcuatoriano,2013 y la Republica.es,2012</p>		
Aspectos Geológicos	Comprende una gran estructura cuaternaria de 16 a 20 km de diámetro resultado de la construcción y colapso sucesivos de dos diferentes edificios volcánicos y la construcción posterior del actual cono cuya actividad y crecimiento continúa presente. (INECEL, 1988)	Ubicación	Se levanta en las estribaciones orientales de la Cordillera Real, a 90 km al Noreste de Quito, en una zona con densidad poblacional muy baja, perteneciente a la provincia de Sucumbíos
Tipo de Erupción	Piliانا	Productos	Lava, Flujos Piroclásticos (cenizas, pómez), explosiones freáticas y deslizamientos en masa
Erupciones Guías	1541,1590,1691,1797,1802, 1843,1844,1856,1894,1898, 1912,1926,1929,1936,1944, 1955,1960,1972,1973,1974, 1976,1980,1996,2002,2004, 2005,2007,2008,2009,2013	Monitoreo	Tres estaciones sísmicas alrededor del cono, en la actualidad se disponen de una estación sísmica de banda ancha adicional, un sensor de infrasonido y un inclinómetro térmico, de gases y visual y se dispone de información de varios sensores satelitales.
Observaciones	La descripción de la actividad histórica es considerada poco completa debido a la remota ubicación del volcán, su inaccesibilidad y a las persistentes malas condiciones climáticas las cuales han impedido observaciones visuales directas.		
CARACTERISTICAS			
Se trata de un volcán compuesto, cuya estructura más antigua ha formado un amplio edificio abierto hacia el Este, en cuyo interior se levanta el cono simétrico de volcán, hasta los 3.500 metros de altura. Este cono joven se ha formado durante varios períodos eruptivos acaecidos durante los siglos precedentes, y aún en la actualidad.	Una violenta erupción se produjo el 3 de noviembre del 2002, tras 26 años de inactividad, esta se produjo con muy poco aviso cuando a la fecha no se contaba con un sistema de monitoreo en el volcán. Una columna de vapor inicialmente de unos 2-3km de altura fue incrementando su altura de 5-6km en el transcurso de unas pocas horas, el evento paroxísmico se produjo precedido de 6 horas de una intensa actividad sísmica registrada. La columna eruptiva alcanzo alturas de entre 16 a 17 km snm.		

Continua →

<p>El Volcán Reventador entró en fase eruptiva en el 2005, el cual incluyó una amplia variedad de actividad sísmica e infrasónica. Estas están descritas e ilustradas: Vulcano-tectónicas, temblores armónicos, sonidos, temblores espasmódicos, y eventos de períodos largos y bien largos.</p>	<p>Este estudio presenta la primera evidencia de campo de ocupación de un inmenso estratovolcán dentro de las tectónicas contraccionales, a pesar de la idea ampliamente aceptada que el vulcanismo sólo puede desarrollarse en ambientes tectónicos extensionales o transcurrentes. Indica un empuje basal al este convergente bajo el volcán y una falla con tendencia norte-sur con pliegos de propagación hacia el este. Se propone un modelo para la migración de magma en este contexto, sugiriendo que casos similares de vulcanismo dentro de un régimen tectónico contraccional dominante puede ser más frecuente de lo que se pensó anteriormente.</p>
--	--

Fuentes: "Volcanism in compressional tectonic settings: Is it possible? ", 2005; "Reventador Volcano 2005: Eruptive activity inferred from seismo-acoustic observation", 2007; Triptico Reventador IGEPN, 2011; INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

Tabla 15
Volcán Quilotoa

Volcán	 <p>Fuente: kantoborgy.com, 2011</p>		
Ubicación	<p>Forma parte de la cordillera Occidental. Esta ubicado en la Provincia de Cotopaxi, a 32 Km Oeste-Noroeste de la ciudad de Latacunga y a 83 Km al Suroeste de Quito.</p>	Tipo de Erupción	<p>Piliana</p>
		Productos	<p>Gases Volcanicos, Flujos Piroclasticos,lodo, lahares. Caída de Ceniza y Cascajo.</p>
Erupciones Guías	<p>Se ha caracterizado por una serie de erupciones de magnitudes moderadas a grandes basadas en comparaciones con el evento eruptivo de hace 800 años. Estas erupciones han ocurrido en intervalos repetitivos entre 10.000 - 15.000 años durante las pasadas seis erupciones. Los ultimos ocho eventos eruptivos son probablemente mas jovenes que 100 mil años y se han caracterizado por breves inicios freat-magmáticos seguidos por caídas de pómez y por series repetitivas de flujos de ceniza.</p>		
Observaciones	<p>La historia y naturaleza del volcán confirma que se caracteriza por actividad muy explosiva. Se recomienda realizar periódicos estudios geoquímicos del Lago Quilotoa.</p>		

Continua →

CARACTERISTICAS	
Comprende: una caldera con la laguna de 4 km ² de superficie que contiene un volumen de agua estimado en 1 km ³ .	
La caldera está delimitada por una serie de domos volcánicos y paredes constituidas por unidades piroclásticas, que se inclinan hacia afuera. Inmensas planicies de ceniza y piedra pómez que encierran la caldera atestiguan la intensidad de las últimas erupciones que llenaron todos los valles circundantes con hasta sobre 200 m de espesor de material piroclástico.	Se observan pequeñas variaciones en la mineralogía y química de los productos eruptivos del Quilotoa, sugiriendo que el origen es un cuerpo de magma homogéneo a baja profundidad. Ambos, el material piroclástico y los domos están compuestos principalmente de dacitas porfiríticas grises que llevan fenocristales de plagioclas, anfíboles, biotita, y ocasionalmente cuarzo
Los factores que posiblemente contribuyeron a la explosividad extrema y lo que llevó a una producción de ceniza de grano fino incluye sobrepresiones volátiles derivadas en el magma dacita dominada de cristales, un inicio eruptivo rápido, una columna liniana contundente y sostenida, posiblemente a través de un lago cráter, en consecuencia promoviendo una fragmentación extrema del magma, pero sin dejar evidencia de depósitos tipo freatoplínicos húmedos.	Se realizaron investigaciones sobre la composiciones rocosas, petrografía, mineral, química de cristales y de textura en los tres tipos finales de piedras pómez, a saber blancas, grises y mezcladas. Todos los clastos de piedras pómez investigados son dacitas caracterizadas por la misma composición rocosa y mineralógica, pero las composiciones de cristales y texturas de masa cambian de acuerdo a los diferentes tipos de piedras pómez.

Fuentes: The plinian fallout associated with Quilotoa's 800 yr BP eruption, Ecuadorian Andes, 2008 ; Water chemistry of Lake Quilotoa (Ecuador) and assessment of natural hazards, 2011 ; Role of conduit shear on ascent of the crystal-rich magma feeding the 800-year-b.p. Plinian eruption of Quilotoa Volcano (Ecuador), 2003 ; IG-EPN; INECEL

Tabla 16
Volcán Cuicocha

Volcán	 <p>Fuente: vivenuestromundo.com, 2012</p>		
Marco Geológico	Es el centro eruptivo mas joven del Complejo volcánico y se habría desarrollado en los últimos 10.000 años; consiste de cinco domos decíticos localizados dentro y alrededor del lago caldera de aproximadamente 3.5 Km de diámetro en donde se identificaron cuatro episodios eruptivos (Von Hillebrant, 1969)	Ubicación	Cordillera Occidental, a 110 km al norte de Quito y a cerca 25 km al noroeste de Otavalo

Continua →

Tipo de Erupción	Piliana	Productos	Flujos Piroclásticos, Lodo, Lahares. Caída de ceniza y cascajo. Gases Volcánicos.
Erupciones Guías	2850 AD	Monitoreo	Geoquímico de los gases volcánicos, Red Sísmica local, Red deformación Topográfica.
Observaciones	No presenta signos de reactivación. Al parecer el volcán se encuentra en una relativa calma, aunque recientemente, en los meses de Noviembre y Diciembre de 1993 y el 18 de Abril de 2012, se registro un ligero incremento en los niveles de sismicidad sin que exista cambios en el burbujeo, ni emisiones de CO ₂ , en la zona norte de la isla Yerovi.		
CARACTERISTICAS			
Hace unos 2850 años ocurrió una de las últimas erupciones de este volcán (von Hillebrandt, Ch. 1989). Al igual que los volcanes Quilotoa y Pululahua, los fenómenos volcánicos más peligrosos son los flujos piroclásticos y de lodo. Sin embargo, aunque actualmente el Cuicocha no presenta signos de reactivación, se ha elaborado su mapa de riesgos, en donde se destaca que los flujos piroclásticos podrían alcanzar Cotacachi, Quiroga y Otavalo, ciudades con alta concentración poblacional.		Los flujos de lodo se concentrarían en el río Ambi, que desemboca en el río Mira. Al igual que en otras lagunas cratéricas, el mayor riesgo que representa el volcán Cuicocha es la probable acumulación de gas CO ₂ disuelto en los estratos profundos del agua, cerca del fondo de la laguna	
Los flujos de lodo se concentrarían en el río Ambi, que desemboca en el río Mira. Al igual que en otras lagunas cratéricas, el mayor riesgo que representa el volcán Cuicocha es la probable acumulación de gas CO ₂ disuelto en los estratos profundos del agua, cerca del fondo de la laguna		Un análisis completo de rocas de diferentes tipos de ambos volcanes muestra que las rocas pueden ser descritas como andesitas-K medias con ligeros y diferentes contenidos de SiO ₂ que van de 57% a 62% pero la composición mineral y textura de las rocas difieren grandemente debido al diferente origen de las lavas. Mientras lavas del Cuicocha principalmente consisten en plagioclasas y hornblenda enriquecida con Fe, plagioclasas y piroxeno son los más abundantes en la lava del Cotacachi.	
Los niveles de agua descienden desde un terremoto ocurrido en 1987, debido a la filtración de aguas a través de fisuras y fracturas. Por esta razón el riesgo de erupción freatomagmática debe ser tomada en cuenta.			

Fuente: IG-EPN; INECEL ; The Cuicocha/Cotacachi volcano complex: History and post volcanic activities, 2008.

Tabla 17
Volcán Pululahua

Volcán	 <p style="text-align: center;">Fuente: quitoadventure.com</p>		
Tipo de Erupción	Pliniana	Ubicación	Cordillera Occidental a unos 10 km al norte de Quito justo encima de la línea equinoccial.
Erupciones Guías	335AC, 500 AC, 2500 AP, 2300 AP (ceniza)	Productos	Flujos lávicos, piroclásticos, tefra, lahares. Brechas, tobas y lapilli
Observaciones	Cordillera Occidental. Domos internos (Pondoña,), borde de caldera, avalanchas piroclásticas. Según primeros resultados de dos encuestas de flujo de salida de CO ₂ del suelo que fueron tomadas en la superficie de las calderas de este volcán por medio del método de cámaras de acumulación en el verano 2006 oscilaban entre no detectables de 141,7 gm - 1d.		
CARACTERISTICAS			
Aunque no se ha registrado su actividad en tiempos históricos, en la caldera se extienden extensos mantos de flujos piroclásticos y pómez, sobre los cuales se han asentado las poblaciones de San Antonio de Pichincha y Pomasqui.	Los productos de esa erupción, cubrieron una área de 22000 Km ² , abarcando lo que hoy corresponde a Pomasqui, San Antonio de Pichincha, Perucho, Chavezpamba, San José de Minas, Calacalí, Nono, Quito Norte (Cotocollao), Nanegalito y Nanegal. (Rossi, M. et al 1993).		
Para el caso de una reactivación volcánica, el mayor peligro representarían los flujos piroclásticos que descenderían a lo largo de los valles, afectando al sector de la Mitad del Mundo, San Antonio de Pichincha y Calacalí especialmente, y la caída de pómez y ceniza, hasta 15 cm. en Quito y más de 50 cm. en Pomasqui y demás poblaciones aledañas, con interrupción de las actividades normales de las poblaciones y sus servicios básicos.	Debido a estudios arqueológicos este impacto tenía implicaciones dramáticas en la interacción entre Sierra y Costa, movimientos de poblaciones entre Norte y Sur, comercio de largas distancias, organizaciones políticas y formaciones de alianzas como respuestas culturales a este desastre natural.		

Fuentes: "Recent and Active Volcanism in The Ecuadorian andes", 2007, Toulkeredis, 2013, INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

Tabla 18
Volcán Sumaco

<p>Volcán</p>	 <p>Fuente: Wildsumaco, 2011 ; Rutacero, 2009</p>	
<p>Productos</p>	<p>Caída de Ceniza. El volcán y sus productos magnéticos perforaron formaciones geológicas pre-existentes como las formaciones de Misahuialli, Hollin, Napo, Tena y Tiyuyocu, así como también rocas graníticas de los Guacamayos.</p>	<p>Ubicación</p> <p>Se ubica a 105 km. al sureste de la ciudad de Quito y 35 km. al noreste de Loreto.</p>
<p>Tipo de Erupción</p>	<p>Su estudio geológico se ha visto limitado especialmente por factores climáticos adversos así como la falta de vías de acceso.</p>	
<p>Erupciones Guías</p>	<p>Su actividad es poco conocida, a pesar de lo cual se ha considerado como un volcán desde el siglo XV. Sapper (1917), menciona caída de ceniza en diciembre 7 de 1843. Probable que un período de actividad volcánica ocurrió entre los años 1860-1925.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>Las etapas de reactivación volcánicas deben relacionarse con la alta actividad tectónica presente en esta zona. Aunque las erupciones históricas del volcán no han sido registradas (se estima que las más recientes ocurrieron 1865 y 1925), el volcán representa una amenaza potencial para los habitantes de Loreto y Ávila Vieja, así como para el Sistema del Oleoducto Transecuatoriano (SOTE) y para el Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), pero generalmente se verán afectados solo por la caída masiva de ceniza.</p>	
<p>CARACTERÍSTICAS</p>		
<p>Se asienta sobre formaciones sedimentarias cretácicas las que se hallan cubiertas localmente por el volcán, dentro de la estructura denominada levantamiento Napo.</p>	<p>Se constituye en un elevado cono regular simétrico, con un cráter en su cumbre de 300 por 400 metros de diámetro y 100 metros de profundidad, el punto más alto del borde del cráter se sitúa al noreste.</p>	
<p>Actualmente se particulariza por tener dos cráteres, el más antiguo (flanco sur) ha experimentado una fuerte erosión del costado oriental y el segundo ubicado en el norte y sus características morfológicas están muy bien preservadas.</p>		

Fuentes: FUNEPSA, 2010 ; Toulkeredis, 2013 ; INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

Tabla 19
Volcán Cayambe

Volcán	 <p style="text-align: center;">Fuente: Caneesa, 2009 y GabinoMena,2013</p>		
Marco Geológico	La tectónica y sus fallas geológicas correspondientes con una orientación de nor-nororiental están controlando la ubicación y la morfología de este complejo.	Ubicación	Este complejo se ubica a 60 km al noreste de Quito
Tipo de Erupción	Pliniana	Productos	Flujos Lávicos, piroclásticos, tefra, lahares
Erupciones Guías	910, 680-650, 380 y 360 DC. Las más reciente actividades volcánicas de este volcán datan de 4000 años con una aparición histórica entre 1785-1786.		
Observaciones	Cordillera Real. Cráter central, y domo, acción glaciar morrenico. Geoquímica de gases-agua. Estudios entre 1785 y 1786, el Cayambe del que previamente se pensó que ha estado inactivo por un largo tiempo, debe ser considerado activo y potencialmente peligroso para las poblaciones cercanas del valle interandino.		
CARACTERISTICAS			
En los últimos tiempos no se ha reportado signos de actividad, salvo olores a gases sulfurosos cerca de la cumbre, por lo que tradicionalmente, se lo había catalogado como volcán "apagado" o "extinto".	Investigaciones recientes (Samaniego, P; ORSTOM. 1997) revelan 4 eventos eruptivos representados por flujos piroclásticos, lahares y ceniza de caída, asociados a una reciente actividad de domos emplazados cerca de la cumbre. Estos flujos descendieron hacia el Valle Interandino por los valles de los ríos que drenan el volcán, y llegaron hasta lo que hoy es Cayambe y Ayora.		
El complejo mismo se divide en tres diferentes edificios volcánicos. El primero es el Viejo Cayambe el cual compone la parte base con varios flujos de lava andesiica formado entre 1.1 a 1 millón de años y subsecuentemente erosionado con actividad glacial. Encima del Viejo Cayambe se forma el Nevado Cayambe unos 400000 años atrás, cual demuestra mayor actividad sufrió el volcán un colapso formado una caldera evidenciando por la morfología, sus flujos de lava y los depósitos de ignimbritas encontradas en el valle la Chimba.	La evolución magmática del Complejo volcánico Cayambe se debe a una creciente eficiencia de interacción entre las fusiones de placas y las cuñas del manto en razón de más altos grados de fusión de placas en respuesta a la subducción de la Cresta Carnegie. Esta evolución temporal puede estar relacionada a la presencia de la cresta Carnegie subduccionada, modificando la gradiente geotermal a lo largo de la zona Wadati- Benioff y favoreciendo a un derretimiento parcial de las placas.		

Fuentes: "Temporal Evolution of Magmatism in the Northern Volcanic Zone of the Andes: The Geology and Petrology of Cayambe Volcanic Complex (Ecuador)",2005; "Transition from calc alkaline to adakitic magmatism at Cayambe volcano, Ecuador: Insights into slab melts and mantle wedge interactions" 2002 ; "Late Holocene eruptive activity at Nevado Cayambe Volcano, Ecuador", 1998 ; Toulkeredis, 2013 , INEMIN. GEOTERMICA ITALIANA SRL.

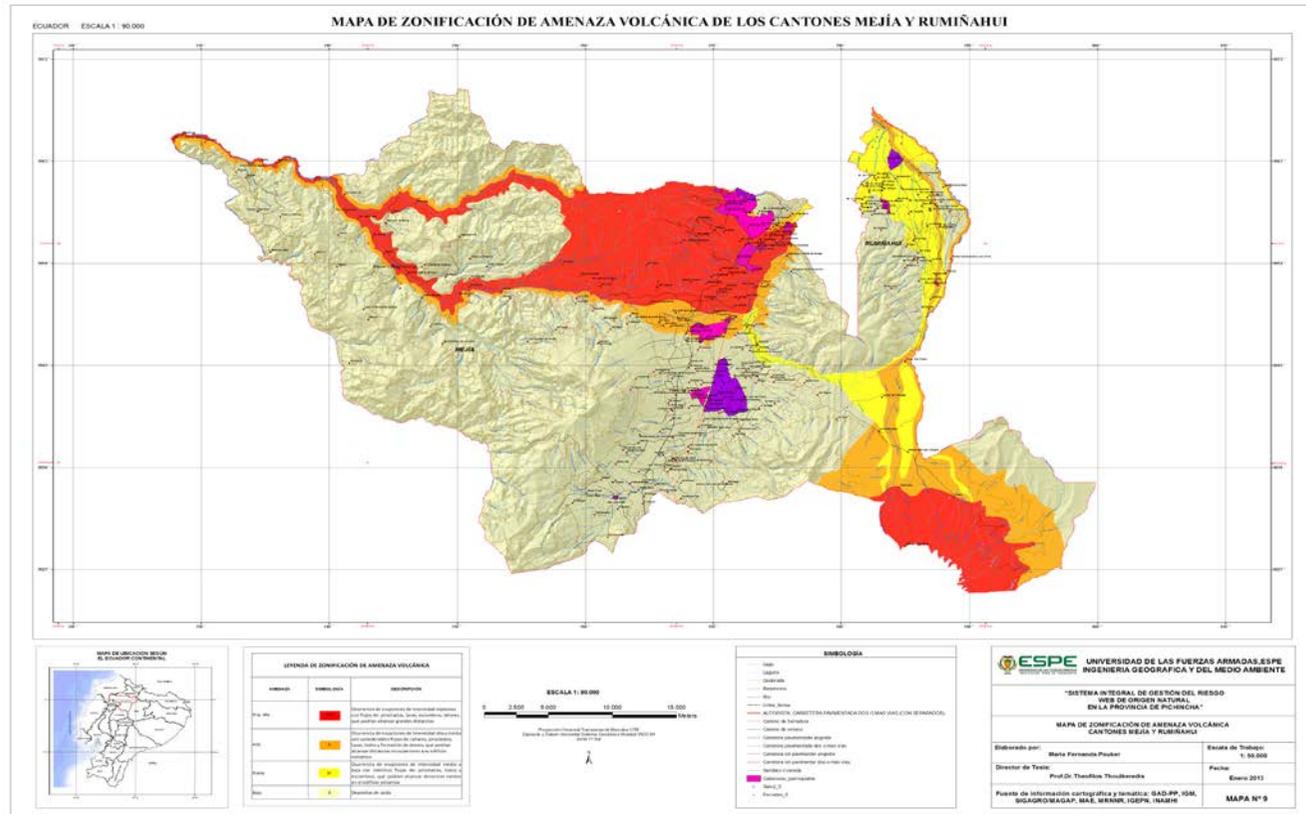
Tabla 20
Volcán Chalupas

<p>Volcán</p>	 <p>Planicies de la caldera del volcán Chalupas, Fuente: HaciendaYanahurco.com ,2012</p>		
<p>Marco Geológico</p>	<p>El Chalupas era un estratovolcán con lavas andesitas en su base antes de su colapso.</p>	<p>Ubicación</p>	<p>La caldera del volcán Chalupas se halla a 60 km al sureste de Quito y 35 km al noreste de Latacunga.</p>
		<p>Productos</p>	<p>Muchos de los depósitos riolíticos se encuentran hoy en día en el valle Interandino</p>
<p>Erupciones Guías</p>	<p>La fase eruptiva fuerte ocurrió hace 211,000 años atrás produciendo más de 100km³ de material piroclásticos cubriendo sobre los 2000km³. Entre 6300 a 15000 años atrás erupciono 7 ocasiones. El volcán Chalupas presentó actividad durante el Pleistoceno, colapsa y da paso a la construcción del Quilindaña en el mismo periodo.</p>		
<p>Observaciones</p>	<p>La caldera de Chalupas tiene un diámetro de entre 15 y 20 km, lo que la hace una de las calderas más grandes del país, la altura del borde de la caldera se encuentra entre los 3.600 y 4.200 msnm, el piso de la caldera promedia los 3.500 msnm. La caldera se abre hacia el oriente y es relativamente llana, en su centro domina el volcán Quilindaña con 4.829 msnm y su doble cumbre envuelta en bruma.</p>		
<p>CARACTERISTICAS</p>			
<p>El más peligroso volcán del Ecuador es el único super-volcán presente con un IEV de "7".</p>	<p>La mayoría de las estructuras calderitas están borradas debido a la intensa actividad glacial en este sector.</p>		
<p>Estudios en las ultimas décadas ubican al sector de Chalupas como la zona más productiva para el uso de energia geotérmica en el Ecuador.</p>	<p>La reactivación masiva de este super-volcán sería similar con la casi completa destrucción del Ecuador.</p>		
<p>No presenta actividad visible hoy en día, pero estudios señalan la presencia de una cámara magmática bajo el Quilindaña a 10 Km de profundidad que da calor a sistemas de aguas termales subterráneas.</p>			

Fuente: Toulkeridis,2013 , ecuadorciencia.org,2012

1.2.2.3.1 Resultado

Todos los análisis realizados entregan, como producto final, el **Mapa de Zonificación de la Amenaza Volcánica**, que establece los cuatro niveles de la amenaza.



3.2.1.4 AMENAZA POR SISMICIDAD

3.2.1.4.1 Marco tectónico regional

Según las aceleraciones que producen los sismos en la superficie terrestre el territorio ecuatoriano ha sido zonificado permitiendo así establecer códigos constructivos a los que deben sujetarse los diseños sismoresistentes.

La Cámara de la Construcción de Quito, encargó al Instituto Geofísico-EPN (IG-EPN) la edición de un mapa en el que se han delimitado cuatro zonas, cuyo peligro es de menor a mayor respectivamente: I, II, III y IV, determinadas en relación proporcional a la aceleración de la gravedad, como se detalla en el siguiente gráfico.

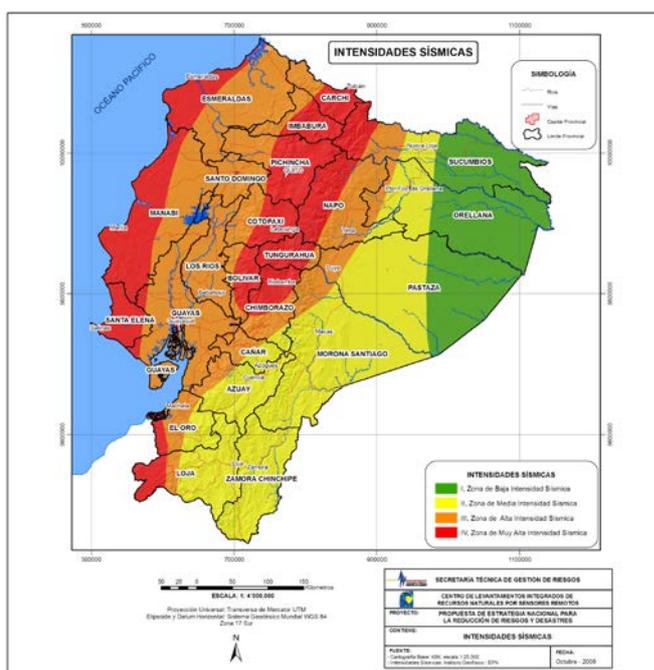


Gráfico 27 - Mapa de Intensidades Sísmicas
Fuente: CCQ

A esta clasificación se le conoce como de Intensidades Sísmicas y proporciona a los diseñadores y constructores la información necesaria para definir parámetros de diseño de obras. Este tipo de zonificación toma en cuenta estructuras que se pueden construir en terrenos consolidados y firmes por lo tanto no se refiere a al fenómeno de amplificación del movimiento sísmico por efecto de suelos blandos y licuefacción.

Entonces Pichincha se encuentra en las zonas III y IV, catalogadas como de Alta Intensidad Sísmica y Muy Alta Intensidad Sísmica, respectivamente. Prácticamente es posible dividir a la provincia en dos zonas, una que se ubica en el sector interandino con un aproximado 65 % de la superficie, a la que se asigna el rango IV, de “Muy Alta Intensidad Sísmica”, y otra en el flanco occidental de la cordillera Occidental con un aproximado 35 % de la superficie, a la que se asigna el rango III, de “Alta Intensidad Sísmica”.

Los cantones Cayambe, Rumiñahui y Pedro Moncayo se ubican en el sector de rango IV, de Muy Alta Intensidad Sísmica, mientras los cantones de San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito, se ubicarían en el sector de rango III, de Alta Intensidad Sísmica.

El Cantón Mejía corresponde a los dos rangos, el III de Alta Intensidad Sísmica, en el sector Occidental y, el IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, en el sector Oriental.

A través de esta información es posible se puede zonificar este tipo de amenazas sísmicas logrando obtener los rangos más altos de Intensidad Sísmica en la Zona de estudio así como los que le suceden.

3.2.1.4.2 Fallas geológicas en el área de estudio

Nos encontramos en una Zona que responde a nuestro estudio en donde notamos la presencia y la afectación de la misma por diversas fallas regionales que presentan una amplia ocurrencia de estructuras geológicas, fallas transcurrentes dextrales, fallas transcurrentes sinistralas, fallas normales e inversas, que encaminan la percepción de alta peligrosidad por alta posibilidad de eventos tectónicos sobre el área de interés.

Así en el siguiente grafico evidenciamos la numeración del producto original y de cada falla que afecta a la Zona de Estudio que se describen a continuación:

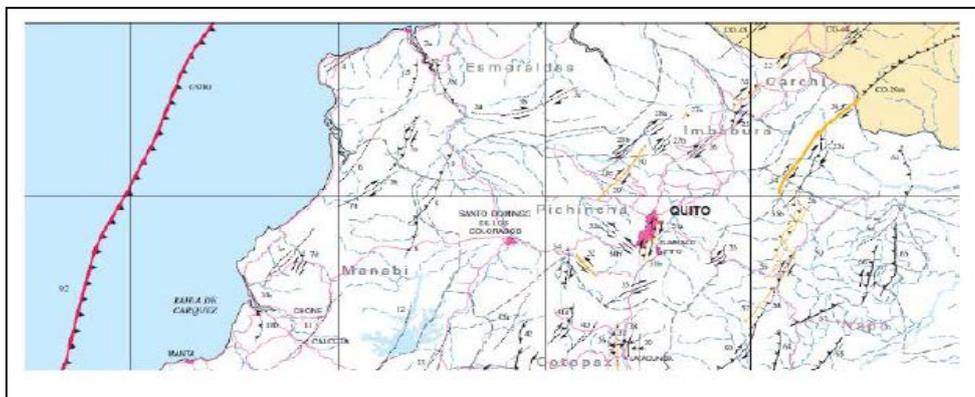


Gráfico 28 - Norte del Ecuador. Fallas y Pliegues
Fuente: USGS – IGEPN

- Falla Otavalo (Ec-26)
- **Falla Billecocha - Huayrapungo (Ec-27)**.- Esta falla tiene dos secciones, cada una con aparente diferente sentido de movimiento.
 - ✓ La sección Billecocha (Ec-27a)
 - ✓ La sección Huayrapungo (Ec-27b)
- **Falla Apuela (Ec-28)**.- Esta falla disturba parcialmente el contacto entre las rocas del intrusivo Miocénico Apuela y las formaciones Macuchi y Unacota Eocénicas. De todas maneras la falla Apuela afecta depósitos glaciales y aluviales Pleistocénicos. Esta falla tiene una característica sinuosa a lo largo de los valles de los ríos Apuela e Intag. Al Sur la falla termina a 7 km al Oeste de la falla Nanegalito. La estructura se compone de tres secciones (Egüez y Yépes, 1993).
 - ✓ **La sección Norte (Ec-28a)**, el sentido del movimiento es dextral, con intervalos de recurrencia desconocidos, una tasa de desplazamiento desconocida pero probable mayor a 1 mm por año y el tiempo de movimiento más reciente se ubica en el Cuaternario ($< 1,6$ Ma).
 - ✓ **La sección Central (Ec-28b)**, el sentido del movimiento es dextral, con intervalos de recurrencia desconocidos, una tasa de desplazamiento desconocida pero probable mayor a 1 mm por año y el tiempo de movimiento más reciente se ubica en el Cuaternario ($< 1,6$ Ma).
 - ✓ **La sección Sur (Ec-28c)**, el sentido del movimiento es desconocido, con intervalos de recurrencia desconocidos, una tasa de desplazamiento desconocida pero probable mayor a 1 mm por año y el

tiempo de movimiento más reciente se ubica en el Cuaternario ($< 1,6$ Ma).

- **Falla Nanegalito (zona) (Ec-29).**- Esta zona de falla es generalmente de 1,5 km de ancho y se extiende desde el río Guayllabamba en el Norte hasta Mindo en el Sur.

- **Falla El Cinto (Ec-30).**- Esta estructura afecta depósitos volcánicos de los volcanes Cuaternarios Pichincha y Atacazo, y tiene dos secciones.
 - ✓ **La sección Guayacán (Ec-30a)**, forma un lineamiento recto por lo menos de 8 km de largo relacionado con escarpes y lineamientos cordilleranos de valles profundos. ($< 1,6$ Ma).
 - ✓ **La sección Río Cinto (Ec-30b)**, la falla controla los drenajes de los ríos Cinto y Tandacazo (Egüez y Yépes, 1994). ($< 1,6$ Ma).

- **Falla Quito (Ec-31).**- Conocida como falla Quito – Ilumbisí (Soulas y otros, 1991), la ciudad de Quito fue construida sobre la cuenca alta donde se extiende la falla que lleva su nombre. Tiene dos secciones:
 - ✓ **La sección Norte (Ec-31a)**, la cuenca Quito es separada aproximadamente 400 m sobre el valle Interandino adyacente (cuenca Cumbayá) por el rasgo flexionante. Otras características morfológicas incluyen drenajes disturbados. Escarpes que incluyen muchos deslizamientos se ubican en el límite oriental de la cuenca Quito. El

sentido del movimiento es reverso con componente dextral, con intervalos de recurrencia entre 1,5 y 4 ka (Soulas y otros, 1991), una tasa de desplazamiento entre 0,2 y 1 mm por año y el tiempo de movimiento más reciente se ubica en el Holoceno y post glacial (< 15 ka).

- ✓ **La sección Sur (Ec-31b)**, el terremoto histórico ha sido asociada con esta sección de la falla Quito, a pesar de que no ha sido documentada ninguna superficie de deformación. Esta sección forma una amplia flexura con un limbo oriental profundo. Se mantiene los 400 m de diferencia con cuencas vecinas. El sentido del movimiento es reverso dextral, con intervalos de recurrencia entre 1,5 y 4 ka (Soulas y otros, 1991), una tasa de desplazamiento entre 0,2 y 1 mm por año y el tiempo de movimiento más reciente se ubica en el Holoceno y post glacial (< 15 ka).

- **Falla Papallacta (Ec-33).**- La zona de falla controla el curso del río Papallacta así como la glaciación que borró la evidencia morfológica de esta actividad, la falla aún se caracteriza por fuertes lineamientos. (< 1,6 Ma).

- **Falla Chingual (Ec-54)**

- **Falla Reventador (Ec-55).**- La falla define una zona transpresiva relacionada al principal sistema de fallas Pallatanga – Chingual. El sistema tiene dos secciones, cada uno con diferente dirección de movimiento.
 - ✓ **La sección Norte (Ec-55a)**, las fallas forman escarpes con caras al Oeste con características irregulares. (< 1.6 Ma).
 - ✓ **La sección Sur (Ec-55b)**, los escarpes controlan drenajes pertenecientes al movimiento dextral. (< 1.6 Ma).

- Falla Salado (Ec-56)
- Falla Baeza – Chaco (Ec-57)

3.2.1.4.3 Fuentes Sismogénicas

Para completar nuestro análisis tomamos en cuenta las fuentes sismogénicas las mismas que basados en el Mapa Sismotectónico del Ecuador elaborado por Empresa Gubernamentales (ESPE y DEFENSA CIVIL ahora SNGR), y por la referencia a la zonificación del País frente a las fuentes de origen de los eventos sísmicos y tectónicos. Podemos definir que Ecuador está entre A y F, por intensidad decreciente, por lo que Pichincha está inmersa en las siguientes fuentes sismogénicas:

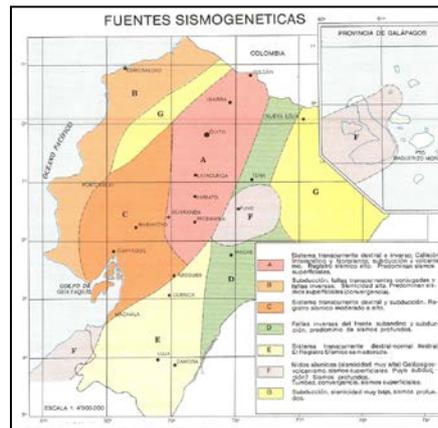


Grafico 29 - Mapa Sismotectónico del Ecuador
Fuente: ESPE – DNDC

- **A=** Sistema Transcurrente Dextral e Inverso; Callejón Interandino Nororiente; Subducción Volcanismo. **Registro Sísmico muy Alto.** Predominan los Sismos superficiales (convergencia)
- **B=** Subducción, Fallas transcurrentes conjugadas y Fallas inversas: **Sismicidad Alta**, predominan sismos superficiales
- **C=** Sistema Transcurrente Dextral y Subducción. **Registro Sísmico Moderado a Alto**
- **G=** Subducción, **Sismicidad muy Baja** sismos profundos

3.2.1.4.4 Aceleraciones Máximas

El análisis depende de la toma de decisiones ya que no es posible establecer con certeza la fuente que va a producir un sismo, su tiempo de ocurrencia, su ubicación y su magnitud, así como tampoco se conoce con exactitud la atenuación o amplificación que, para una ruta específica, sufrirán las ondas sísmicas. Entonces para la evaluación en nuestra area de estudio se considera la influencia de las fuentes cercanas al sitio de estudio mediante una localización aleatoria y rango de

magnitudes probables de los potenciales sismos a ser generados por ellas, datos valiosos para nuestros resultados finales.

Para un análisis de la amenaza sísmica es óptimo que en función de las probables magnitudes en los segmentos potencialmente activos y las zonas sismogénicas modeladas para la región sumadas a la sismicidad histórica podamos estimar las aceleraciones por influencia de un sismo en el área de estudio.

Todo esto también se lo puede lograr gracias a la Siendo entregada anualmente el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de una base de datos confiable, con sustento en los registros sísmicos que produce y mantiene, el tema “sismoresistente” en el tiempo actual comparados con los pasados podemos encaminarnos a la aplicación de metodologías con las que establecen parámetros confiables de aceleración de la gravedad, para elaborar diseños estructurales sismoresistentes.

Resaltamos también que en las dos últimas décadas, hay instituciones y profesionales que han incursionado en este tema. La ESPE, desde el Centro de Investigaciones Científicas, en la Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, publica el artículo “Peligrosidad Sísmica del Ecuador y descripción de los puentes construidos sobre el estuario del Río Esmeraldas con aisladores de base FPS”, bajo auditoría del Ingeniero Roberto Aguiar Falconí, en el que desarrolla el tema aceleración gravimétrica, llegando a producir cuatro mapas en los que se grafica la

peligrosidad sísmica, investigación que asume el concepto de tiempos de recurrencia. (Aguiar Falconi R, CEINCI-ESPE, 2004)

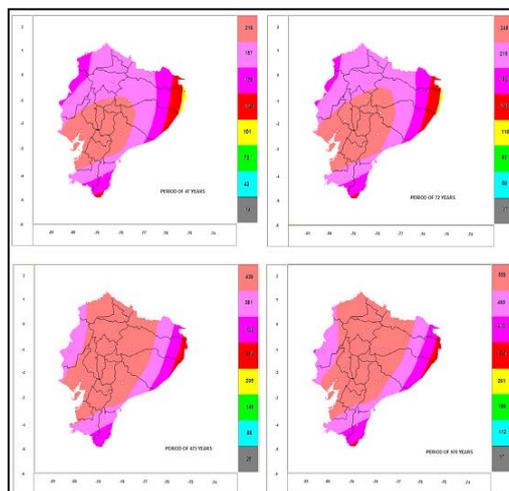


Gráfico 30 - Peligrosidad Sísmica
Fuente: R. Aguilar, ESPE

Como síntesis a continuación colocamos un gráfico que nos expone el rango de tiempo analizado (1500 - 2000) y su fecha de edición por el IG EPN (2003), con la metodología de Murphy que aplica los mismos rangos del Departamento Geofísico con las siguientes acotaciones:

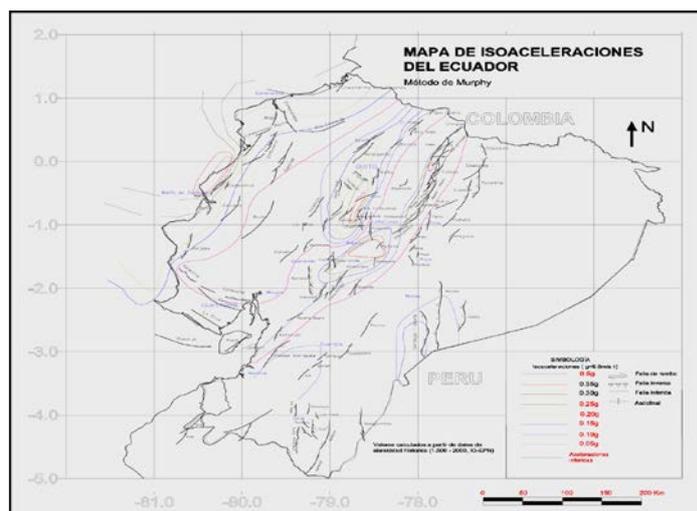


Gráfico 31 - Mapa de Isoaceleraciones del Ecuador
Fuente: IG EPN, 2003

Datos en el Sector de Estudio:

Cuadro 10

Comparación Sísmica de Rangos de Peligrosidad y Curvas de Aceleración Sísmica en Sector de afectación al Sector de Estudio.

SECTOR	VALORES DE PELIGROSIDAD SÍSMICA	CURVAS DE ACELERACIÓN	FALLAS
Callejón Interandino	De Alta a Media	Rumbo NE-SO	San Isidro, El Ángel, Río Ambi, Otavalo, Quito (inversa), El Cinto, Tandapi (con rumbo NO-SE), Guaranda, Salinas.
Cordillera Real	De baja a alta	Rumbo NNE-SSO	Chingual, Reventador, Salado, Baeza-Chaco, Cosanga, Guacamayos y Pisayambo
Cordillera Occidental	De media a baja	Rumbo NNE-SSO	Nanegal y Mindo

Fuente: F.Pauker, 2013

Analizando el gráfico de isoaceleraciones y el cuadro anterior podemos ubicar de manera global, a la provincia de Pichincha, en una zona con peligrosidad sísmica de media a alta.

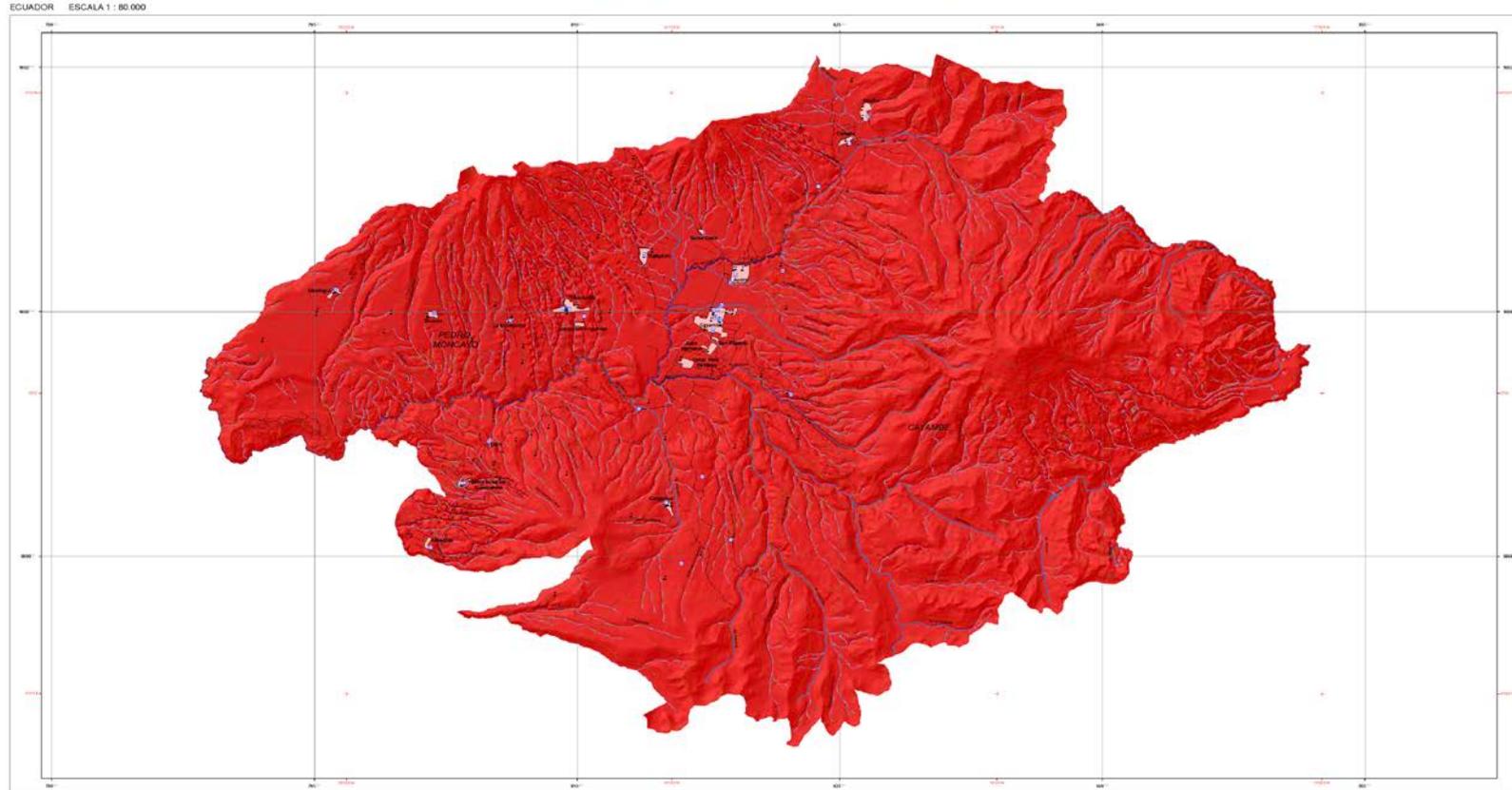
3.2.1.4.5 Resultado

Todos los análisis realizados entregan, como producto final, el Mapa de Zonificación de la Amenaza Sísmica en las tres zonas que suman nuestra zona total de estudio (Mapa N° 10,11,12) que establece los cuatro niveles de intensidad de la amenaza en la Provincia de Pichincha:

- ✓ **Muy Alta:** Aceleraciones sísmicas **0,40 g**
- ✓ **Alta:** Aceleraciones sísmicas **0,30 g**
- ✓ **Media:** Aceleraciones **0,25 g**
- ✓ **Baja:** Aceleraciones sísmicas **0,15 g**

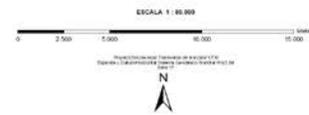
Nota: g es el valor de la gravedad (9,8 m/seg²)

MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA SÍSMICA DE LOS CANTONES CAYAMBE Y PEDRO MONCAYO



LEYENDA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA SÍSMICA

AMENAZA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
Vías via	[Red Box]	Cantones: Napo, Cotacachi, Loja y Azuay; Colección: Ecuador; Temática: Zonificación de Amenaza Sísmica; Región (A): Pichincha; Año: 2013.



SIMBOLOGIA

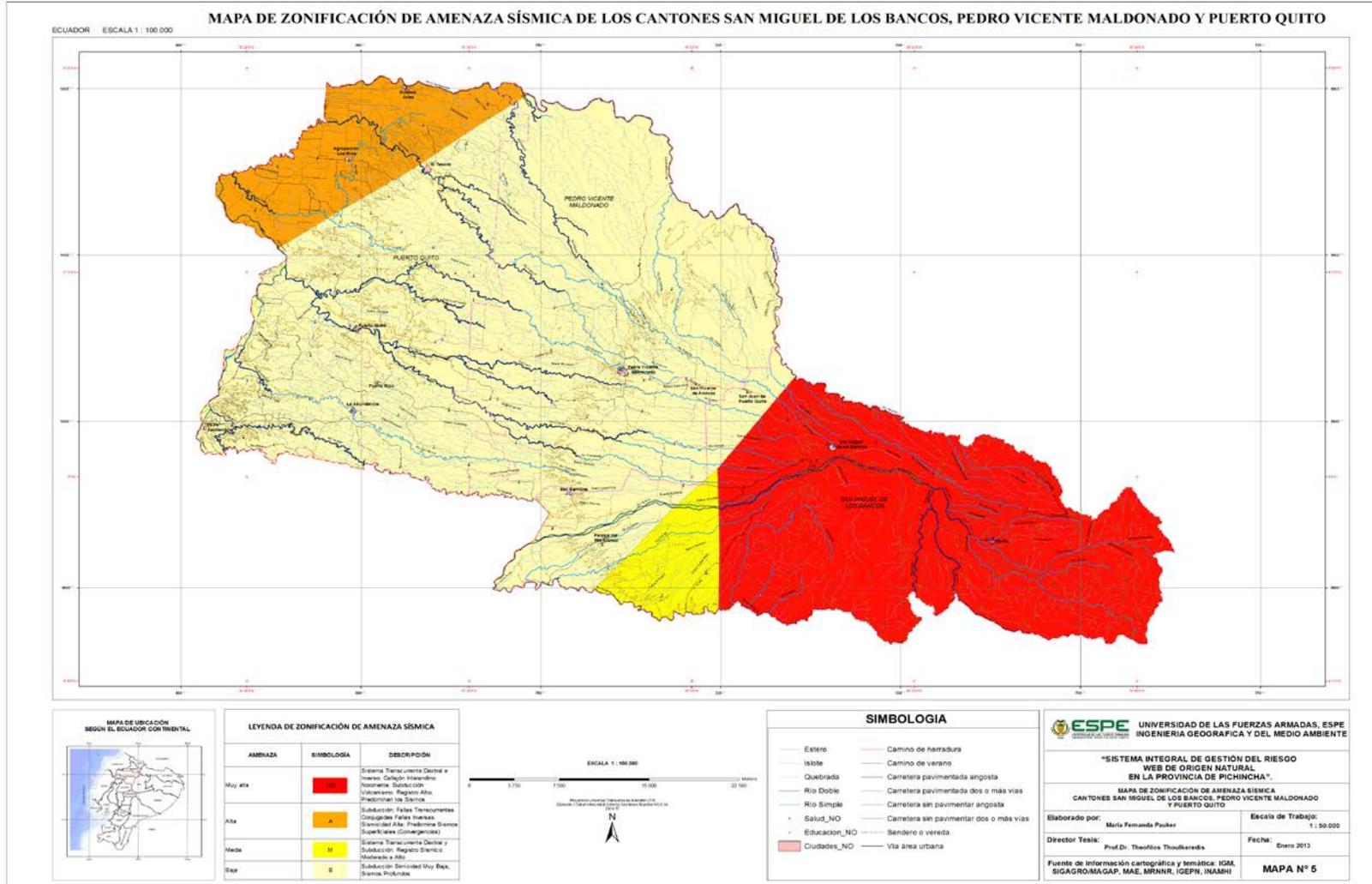
Servid_	Vías_NE
Servid_NE	Camino de herradura
Rios_NE	Camino de verano
Lago	Carretera pavimentada angosta
Quebrada	Carretera pavimentada dos o más vías
Reservorio	Carretera sin pavimentar angosta
Río Doble	Carretera sin pavimentar dos o más vías
Río Simple	Línea férrea
Educación_NE	Sendero o vereda
Ciudades_NE	Vía área urbana
Ciudades_NE	

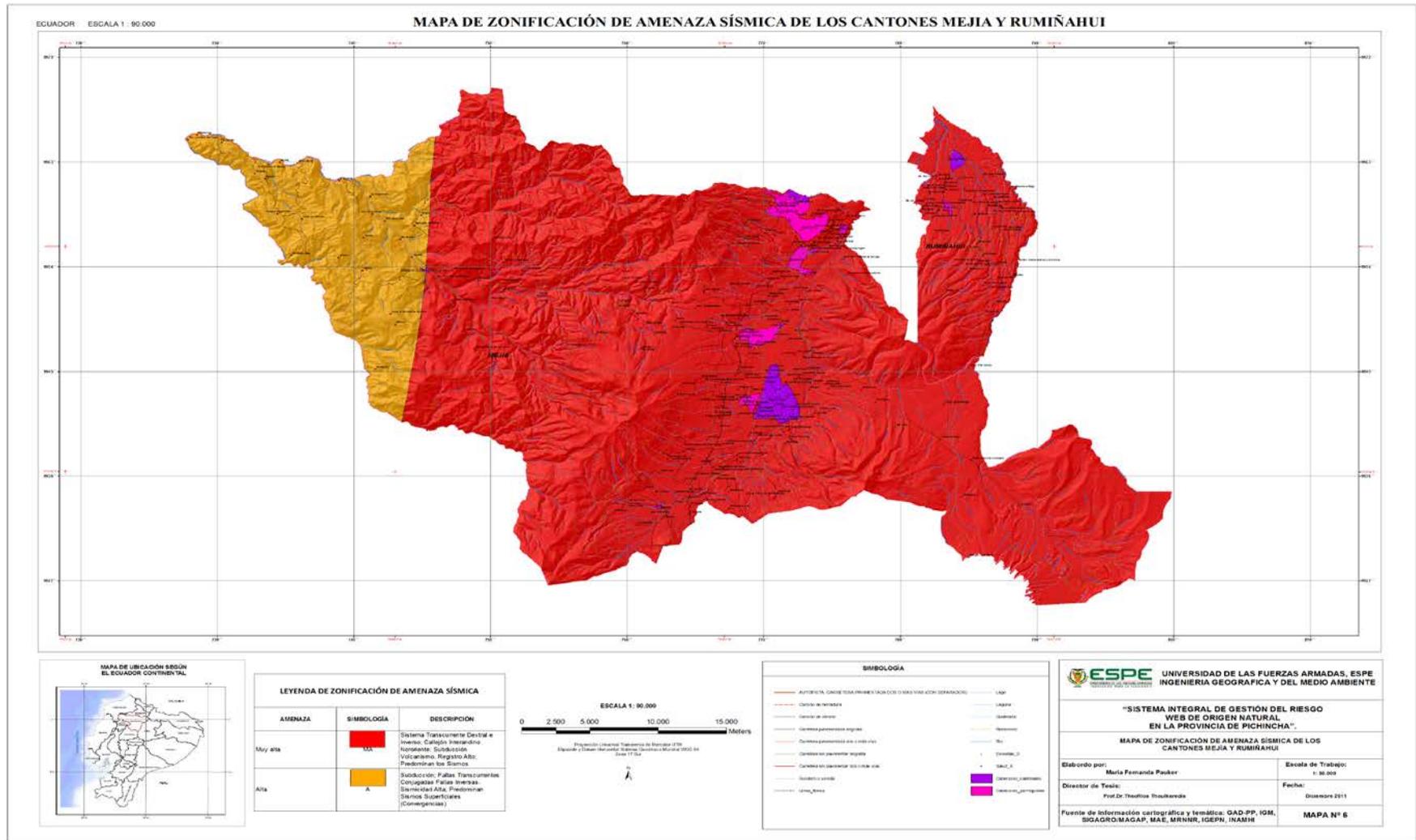
ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INGENIERIA GEOGRAFICA DEL MEDIO AMBIENTE

"SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DEL RIESGO WEB DE ORIGEN NATURAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA".

MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA SÍSMICA CANTONES CAYAMBE Y PEDRO MONCAYO

Elaborado por:	Maria Fernanda Pasker	Escala de Trabajo:	1 : 50.000
Director de Tesis:	Prof.Dr. Theofilo Toukerode	Fecha:	Enero 2013
Fuente de información cartográfica y temática:	IGM, SIGAGRO, MAGAP, IMAE, MRRN, ICEP, INAMHI		MAPA N° 4





3.2.1.1.5 AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA

3.2.1.1.5.1 Zonificación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa.

A partir de un mapa preliminar de amenazas por movimientos de terreno, flujos de lodo e inundaciones se puede obtener las características del terreno de acuerdo a la peligrosidad, así de esta manera se puede analizar la Amenaza por Fenómeno de Remoción de Masa (FRM).

- **Pendiente:** Resaltando que las zonas de alta pendiente (mayor al 40%) vuelven inestables los terrenos y pueden generar deslizamientos, también los procesos erosivos son más intensos. Por lo tanto esta clase de terrenos no deberían utilizarse para la expansión urbana y obras de infraestructura como canales de riego, entre otros.
- **Litología:** También se debe tomar en cuenta un factor que se constituye importante para este tipo de amenaza como es la litología, ya que nos permite conocer que cada tipo de roca tiene un comportamiento distintos desde el punto de vista físico mecánico; por ejemplo las lavas, tobas soldadas, etc. son menos susceptibles de sufrir procesos de inestabilidad y erosión que otras rocas poco consolidadas como depósitos de lapilli o sedimentos de tipo arcilloso que son fácilmente disgregables, además al ser fácilmente erosionables pueden generar flujos de lodo.

Entonces debemos definir que todos estos factores nos permiten conocer si en el área de estudio existen zonas que cumplan características donde se pueden generar FRM. Dentro del estudio se consideran los siguientes factores como detonantes de movimientos de terrenos inestables:

- **Factores hidrológicos**, como son las prolongadas e intensas precipitaciones, principalmente en años extraordinariamente lluviosos. Esto se debe a que cuando existen lluvias continuas por largos períodos de tiempo, el suelo se satura de agua, aumentando la presión intersticial, lo cual afecta a la resistencia al corte del mismo, volviéndose plástico y susceptible de deslizarse sobre un plano de debilidad como el contacto entre el suelo y un nivel de lapilli, entre dos tipos de litología, etc.
- **Fallas Activas**, La sismicidad de la zona, donde existen fallas activas provocan el fracturamiento de las rocas y su comportamiento físico mecánico cambia.

Análisis de peligros por FRM en la Zona de Estudio:

Cuadro 11

Análisis de FRM en los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo

ZONA	Cantones Cayambe y Pedro Moncayo
CARACTERSTICAS	<p>Deslizamientos: Grandes por las características litológicas de la zona entre ellas el rio Pisque ya que son depósitos de cenizas volcánicas o areniscas y limolitas (volcano-sedimentos por ello son muy disgregables y se pueden generar grandes FRM que pueden tener cientos de metros de escarpe y profundidades superiores a 50-60 m.</p> <p>Desprendimientos y colapsos: en terrenos con pendientes mayores al 20 % con o sin vegetación.</p> <p>Flujos de escombros: El cauce de los ríos y quebradas, debidos a las intensas lluvias de la región y a los intensos procesos erosivos, causados en gran parte por la intervención humana.</p>
Observación: Otro problema que colabora con la inestabilidad de terrenos es la deforestación de las partes altas de las cuencas de los ríos principales que drenan las zonas de estudio.	

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 12 Análisis de FRM en el Cantón San Miguel de los Bancos

ZONA	Cantón San Miguel de Los Bancos
CARACTERSTICAS	<p>Deslizamientos: Existen sobre depósitos de terrazas levantadas, que corresponden a volcano-sedimentos como lahares, arenas volcánicas, conglomerados y lodolitas que bajaron en torrentes, seguramente asociados a la actividad volcánica del Guagua Pichincha y Pululahua</p> <p>Desprendimientos: son comunes pequeños desprendimientos-colapsos en el borde de las cornisas de las terrazas levantadas, sobre una de ellas está asentada la Población de Los Bancos, y los flancos de la misma pueden ser afectados por FRM traslacionales-colapso de estos depósitos subhorizontales.</p>

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 13 Análisis de FRM en el Cantón Pedro Vicente Maldonado

ZONA	Cantón Pedro Vicente Maldonado
CARACTERSTICAS	Cornizas-Terrazas: Se halla enteramente sobre las cornisas-terrazas levantadas de los flujos de lodo y escombros
Observaciones: la pendiente es baja y solo en los bordes de las cornisas existen pequeños FRM	

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 14 Análisis de FRM en el Cantón Puerto Quito

ZONA	Cantón Puerto Quito
CARACTERSTICAS	Talues: los cortes de los carreteros, sobre todo en la vía Puerto Quito-La Sexta, hay FRM que se han generado por la inestabilidad de los taludes, así como por la presencia de limolitas y arcillolitas que son depósitos poco consolidados que se saturan fácilmente de agua y favorecen la generación de FRM
Observación: se halla en la parte baja de la zona de estudio, donde comienza la planicie aluvial, por eso en una gran superficie del mismo no existe peligro para la generación de FRM.	

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 15 Análisis de FRM en el Cantón Cayambe

ZONA	Cantón Cayambe
CARACTERSTICAS	<p>Lahares: puede ser afectado por el tránsito de lahares provenientes del volcán Cayambe y por ubicarse en la Cordillera Real y el callejón Interandino.</p> <p>Depósitos: por las características litológicas de la zona, los depósitos lacustres de arenas y limolitas finas de origen volcánico, pueden generar grandes desprendimientos.</p>
Observación: Estos FRM pueden afectar también a las carreteras como es el caso entre Otón y Cayambe donde se han generado FRM que en ocasiones afectan la vía, al igual que en Cangahua donde afecta el camino de acceso a esta localidad.	

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 16 Análisis de FRM en el Cantón Pedro Moncayo

ZONA	Cantón Pedro Moncayo
CARACTERSTICAS	Deslizamientos: Estos deslizamientos son grandes y han represado en varias ocasiones al río Pisque, la última de ellas en el año 1990.
Observación: se halla al oeste del Cantón Cayambe, sobre el callejón interandino, en el nudo de Mojanda, a las faldas del centro de emisión de Mojanda Cajas; tiene procesos activos de erosión, sobre todo en el río Pisque.	

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 17 Análisis de FRM en el Cantón Rumiñahui

ZONA	Cantón Rumiñahui
CARACTERSTICAS	Flujos y lahares: por su ubicación, está relacionado directamente con el volcán Cotopaxi y el drenaje del río Pita, atraviesa llanuras diluviales y terrazas laháríticas, y modela la cuenca hídrica, generalmente con valles jóvenes en V.
Observación: en un caso hipotético de que bajen lahares que colapsen el cauce del río Pita, se producirían efectos reflejos que provocarían desgaste lateral del mismo, que se los podría calificar dentro de los fenómenos de remoción en masa, motivando cambios considerables en el paisaje.	

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 18 Análisis de FRM en el Cantón Mejía

ZONA	Cantón Mejía
CARACTERSTICAS	Deslizamiento: de tipo gravitacional, de pequeña a mediana magnitud, ubicados de preferencia en donde los taludes naturales son pronunciados, a más de la intervención de la erosión eólica y por escorrentía de aguas superficiales. Talúes: las rocas consolidadas y compactas producen inestabilidad así como estaña afectados por la por la erosión eólica y por la escorrentía de agua superficial, acarrea consecuencias negativas al medio en el que ocurren.

Fuente: Pauker, 2013

Zonificación del grado de peligro

Tomando en cuenta la presencia y el grado de amenaza para que se produzcan FRM se ha zonificado por el nivel de peligro en el área de estudio:

Zona de peligrosidad alta: Se consideran a los deslizamientos activos, latentes y procesos de erosión intensa, con pendientes mayores al 40%, ya que la mayoría de los deslizamientos se generaron en zonas con esta pendiente.

Así también esta clasificación ingresan los terrenos con pendientes del 30 % al 40%, con deslizamientos e intensa intervención humana, principalmente en actividades agrícolas y ganaderas que producen intensa deforestación, zonas de tránsito de flujos de escombros y zonas susceptibles a erosión vertical en las márgenes de los ríos, quebradas y drenajes que producen flujos torrenciales de agua y erosión vertical.



Foto 18 Potrero, intensa actividad agrícola ayuda a la generación de los deslizamientos.

Fuente: FUNEPSA, 2011

Zona preliminar media: Se consideraron los sectores con fuerte erosión, y pendientes del 20 % al 40 % sin la presencia deslizamientos.



Foto 19 Carretera a Las Golondrinas, intensa erosión puede generar FRM

Fuente: FUNEPSA, 2011

Zona preliminar de peligrosidad baja: casi planas con pendientes 10 % al 20%, en ocasiones con cárcavas de erosión, debido a su poca pendiente no pueden generarse fenómenos de inestabilidad, como deslizamientos y pueden ser tratados para controlar la erosión.



Foto 20 Colinas de terrazas levantadas, camino La Sexta-Puerto Quito, zona de bajo peligro

Fuente: FUNEPSA, 2011

Zona sin peligro en el estado actual: Son zonas con pendientes muy bajas (<10%) actualmente no presentan problemas de inestabilidad, inundación y flujos de lodo, pero pueden cambiar su entorno cuando exista la intervención humana en cualquier sitio de la zona investigada.



Foto 21 Zona de la Planicie Aluvial en la vía La Sexta-Puerto Quito, zona sin peligro por FRM.

Fuente: FUNEPSA, 2011

Entonces los Cantones de San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito no tienen problemas graves con los FRM; la amenaza en los mismos es más bien baja o media.

En los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo no existen tampoco grandes problemas con los FRM, los FRM detectados son sobre depósitos de cenizas volcánicas o depósitos de caída re TRABAJADOS.

3.2.2.3.5.2 Análisis Técnico

Los principales factores que intervienen en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa son:

- Forma de la superficie a afectarse
- Tipo de material
- Coherencia de la masa inestable
- Causa de la inestabilidad
- Desplazamiento de la masa
- Forma del movimiento
- Tasa de movimiento

3.2.2.3.5.3 Análisis de susceptibilidad temática para FRM

Se tiene cinco campos de susceptibilidad temática a fenómenos de remoción en masa: Geología, Pendientes, Geomorfología, Hidrogeología, Isoyetas y Uso de suelo, por ser los que inciden en el fenómeno natural analizado para los cuales se

establecen los mismos rangos de susceptibilidad a la amenaza (muy alto, alto, medio y bajo).

Tabla 21
Susceptibilidad por pendientes para FRM

Clase	Susceptibilidad
1 < 10%	B
2 10 % a 20 %	M
3 20 % 45 %	A
4 > 45 %	MA

Fuente: F.Pauker,2013

En el área de estudio ocurren condiciones naturales propias que, al ser modificadas por la intervención humana (antrópica), determinan realidades de procesos de fenómenos de remoción en masa en todos los sectores estudiados (ANEXO 3.1)

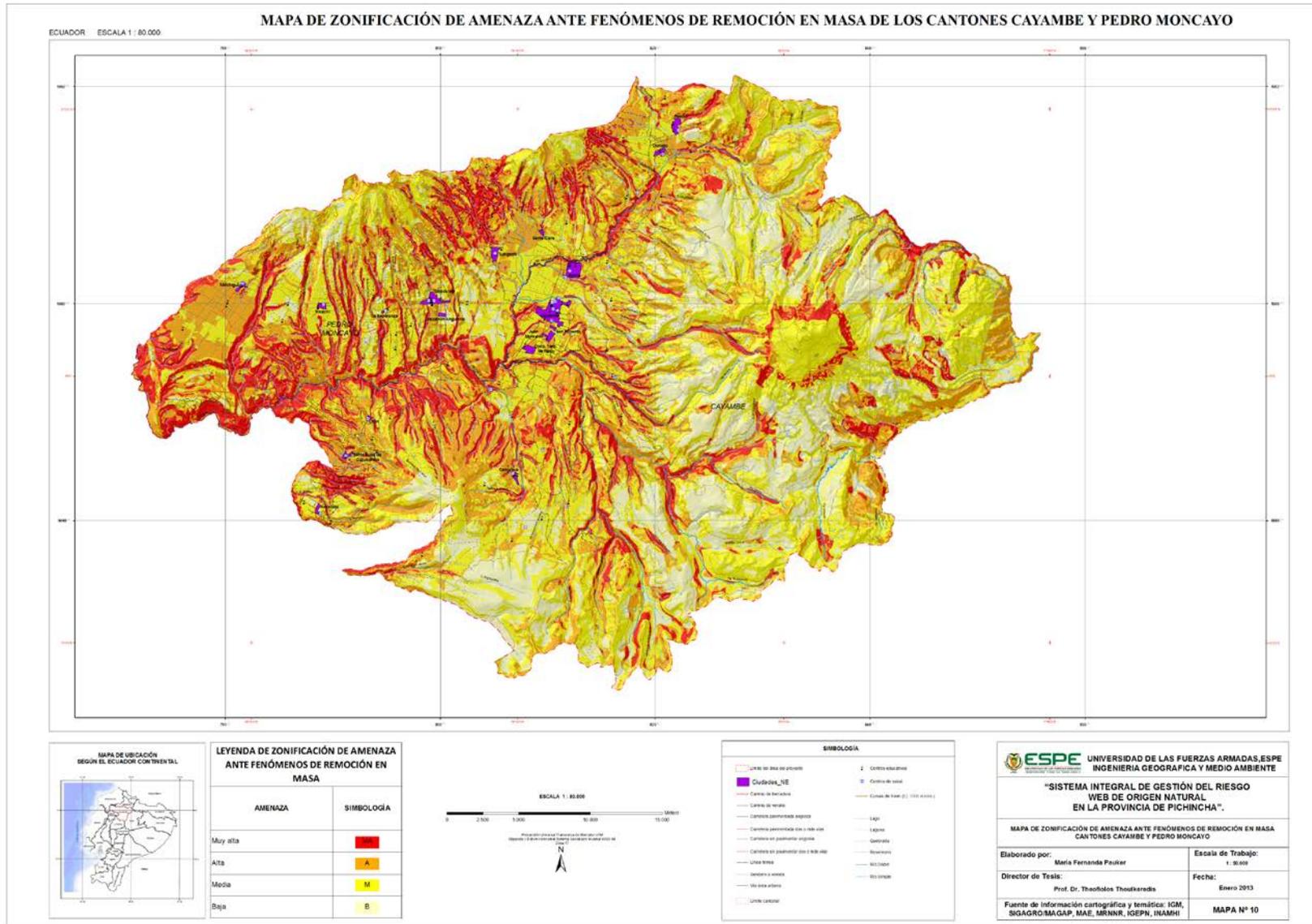
Resultado Final:

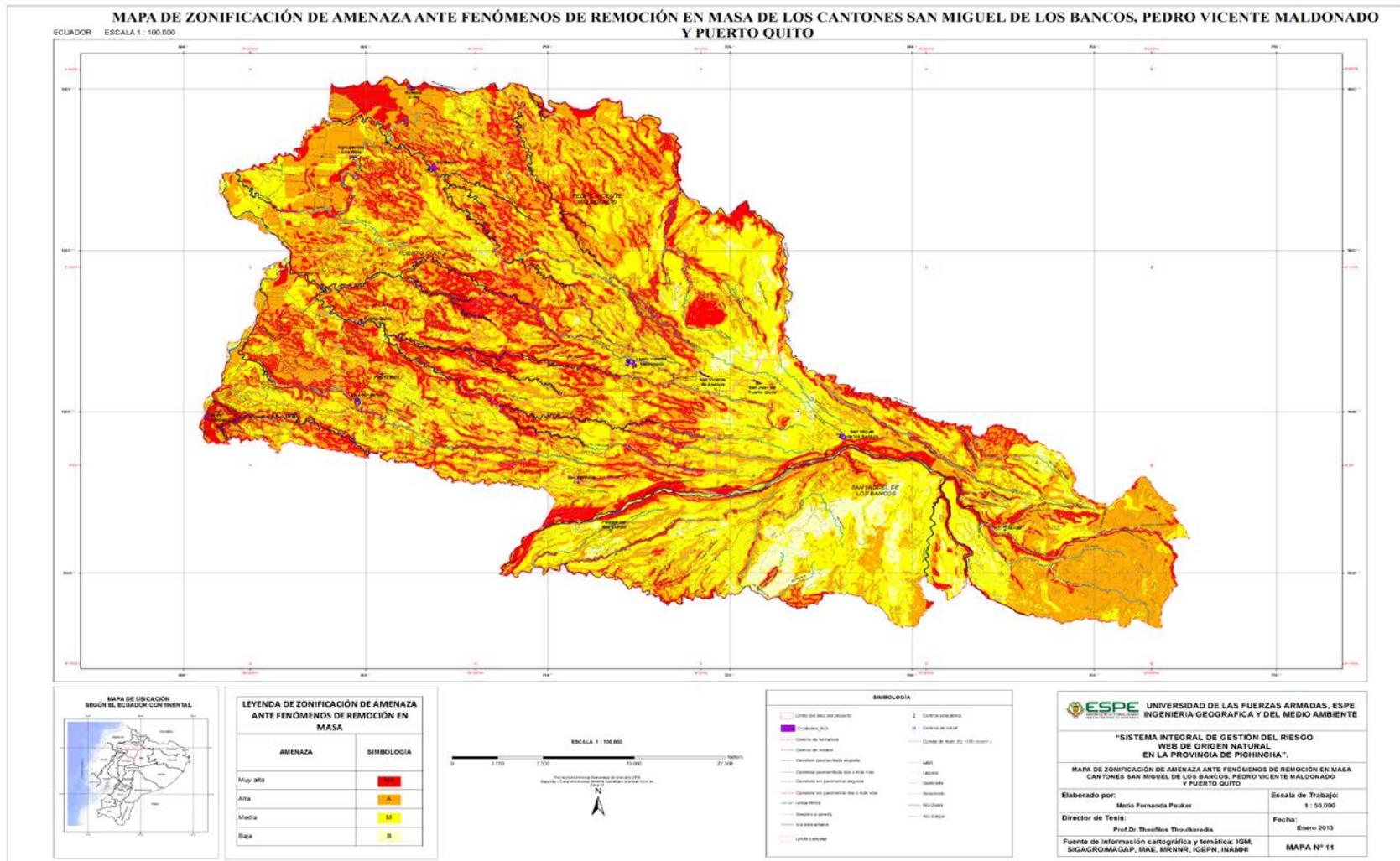
La zonificación nos permite obtener, el **Mapa de Zonificación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en todas las regiones de nuestra Zona de Estudio (Mapas N°)**, basados en los cuatro niveles de intensidad de la amenaza:

- **Nivel Muy Alto**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ Geológicos: generalmente unidades de rocas no consolidadas
 - ✓ Pendientes: generalmente superficies con más del 45 % de inclinación

- ✓ Geomorfológicos: generalmente relieves montañosos
 - ✓ Hidrogeológicos: generalmente rocas impermeables
 - ✓ Isoyetas: generalmente promedios mensuales superiores a 3.000 mm
 - ✓ Uso de suelo: generalmente cultivos de ciclo corto e intervención humana
- **Nivel Alto**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ Geológicos: generalmente unidades de rocas poco consolidadas y fracturadas
 - ✓ Pendientes: generalmente superficies entre el 20 % y 45 % de inclinación
 - ✓ Geomorfológicos: generalmente relieves semimontañosos
 - ✓ Hidrogeológicos: generalmente rocas de permeabilidad media a alta
 - ✓ Isoyetas: generalmente promedios mensuales entre 2.000 y 3.000 mm
 - ✓ Uso de suelo: Cultivos de ciclo medio e intervención humana
- **Nivel Medio**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ Geológicos: generalmente unidades de rocas muy consolidadas y fracturadas
 - ✓ Pendientes: generalmente superficies entre el 10 % y 20 % de inclinación
 - ✓ Geomorfológicos: generalmente relieves ondulados
 - ✓ Hidrogeológicos: generalmente rocas de permeabilidad baja a media
 - ✓ Isoyetas: generalmente promedios mensuales entre 1.000 y 2.000 mm
 - ✓ Uso de suelo: Cultivos de ciclo largo y vegetación arbustiva

- **Nivel Bajo**, que conjuga la ocurrencia de los siguientes factores temáticos:
 - ✓ Geológicos: generalmente unidades de rocas compactas y consolidadas
 - ✓ Pendientes: generalmente superficies con menos del 10 % de inclinación
 - ✓ Geomorfológicos: generalmente relieves bajos
 - ✓ Hidrogeológicos: generalmente rocas impermeables
 - ✓ Isoyetas: generalmente promedios mensuales bajo 1.000 mm
 - ✓ Uso de suelo: Bosques naturales, vegetación nativa y de páramo.





3.2.2 ANALISIS DE AMENAZAS POR CANTON

3.2.2.1 CANTÓN CAYAMBE

Cuadro 19.
Análisis de Amenazas en el Cantón Cayambe

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad Sísmica: Nivel A • Registro Sismos: Muy Alto • Nivel Sismogénico: Zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica
Volcánica	Volcán: Cayambe Niveles: <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Muy Alta Amenaza • Nivel de Alta Amenaza • Nivel Medio
Fenómenos de Remoción en Masa	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: Baja en el Nivel Alto • Niveles de Suceptibilidad: • Geológicos: generalmente unidades de rocas no consolidadas • Pendientes: generalmente superficies con más del 45 % de inclinación • Geomorfológicos: generalmente relieves montañosos • Hidrogeológicos: generalmente rocas impermeables • Isoyetas: generalmente promedios mensuales superiores a 3.000 mm • Uso de suelo: generalmente cultivos de ciclo corto e intervención humana
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: • Nivel Muy Alto: remota posibilidad • Nivel Alto, Medio y Bajo: no tienen ninguna relevancia
Sequía	Hay la presencia de sectores áridos, como los de las parroquias del Sur, Cusubamba y Otón, en las que no es posible realizar actividades agropecuarias intensas pero, con tecnologías de cubrimiento y riego adecuadas, se ha desarrollado infraestructura para la producción de flores de exportación.

Fuente: Pauker, 2013

3.2.2.3 CANTON PEDRO MONCAYO

Cuadro 20
Análisis de Amenazas en el Cantón Pedro Moncayo

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad Sísmica: Nivel A • Registro Sismos: Muy Alto • Nivel Sismogénico: Zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica

Continúa →

Volcánica	<p>Volcán: Complejo Volcánico Mojanda – Fuya Fuya (inactivo), Pululahua.</p> <p>Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Alta Amenaza: Río Pisque, Altura de Tocachi • Nivel Medio Amenaza: Río Pisque
Fenómenos de Remoción en Masa	Nivel de Ocurrencia: Baja en el Nivel Alto
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: • Nivel Muy Alto: remota posibilidad • Nivel Alto, Medio y Bajo: no tienen ninguna relevancia
Sequía	Es un sector dentro de este cantón que se caracteriza por baja magnitud de precipitaciones en la estación lluviosa, como son las parroquias Malchinguí y Tocachi, en las que es preocupante observar veranos completamente secos e inviernos de baja intensidad, pero suficientes para implementar actividades agrícolas estacionales de supervivencia.

Fuente: Pauker, 2013

3.2.2.3 CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS BANCOS

Cuadro 21

Análisis de Amenazas en el Cantón San Miguel de los Bancos

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	<p>Intensidad Sísmica: Nivel A (Muy Alto), Nivel C-G (Moderado a Alto)</p> <p>Registro Sismos: Muy Alto</p> <p>Nivel Sismogénico: Zona de nivel III de Alta Intensidad Sísmica</p>
Volcánica	<p>Volcán: Pichincha.</p> <p>Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Muy Alta Amenaza • Nivel de Alta Amenaza • Nivel Medio
Fenómenos de Remoción en Masa	Nivel de Ocurrencia: Baja en el Nivel Alto
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: • Nivel Muy Alto: remota posibilidad
Sequía	Sector que no es apropiado para el fenómeno de sequía.

Fuente: Pauker, 2013

3.2.2.4 CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO

Cuadro 22

Análisis de Amenazas en el Cantón Pedro Vicente Maldonado

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	Intensidad Sísmica: Nivel G (Moderado a Alto) Registro Sismos: Alto Nivel Sismogenético: Zona de nivel III de Alta Intensidad Sísmica Volcán: Ninguno
Volcánica	Niveles: A pesar de su constitución geológica de flujos de lodo y coluviales, de posible origen diluvial, no acusan presencia de depósitos de productos de erupciones volcánicas. En lo que se refiere al alcance de productos de caída (ceniza), se espera receptorlos de cualquier volcán que entre en erupción.
Fenómenos de Remoción en Masa	Nivel de Ocurrencia: Baja en el Nivel Alto
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: • Nivel Muy Alto: posible • Nivel Alto: por posibles lluvias extremas en ciertos sectores. • Nivel Medio
Sequía	Existencia de zonas de baja presión atmosférica que no son apropiadas para el fenómeno de sequía.

Fuente: Pauker, 2013

3.2.2.5 CANTÓN PUERTO QUITO

Cuadro 23

Análisis de Amenazas en el Cantón Puerto Quito

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	Intensidad Sísmica: Nivel B (Sismos superficiales), Nivel G (Moderado a Alto) Registro Sismos: Alto Nivel Sismogenético: Zona de nivel III de Alta Intensidad Sísmica Volcán: Pichincha.
Volcánica	Niveles: A pesar de su constitución geológica de flujos de lodo y coluviales, de posible origen diluvial, no acusan presencia de depósitos de productos de erupciones volcánicas. En lo que se refiere al alcance de productos de caída (ceniza), se espera receptorlos de cualquier volcán que entre en erupción.
Fenómenos de Remoción en Masa	Nivel de Ocurrencia: Muy Baja en el Nivel Alto
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: • Nivel Muy Alto: posibilidad de cierta ocurrencia • Nivel Alto: por posibles lluvias extremas en ciertos sectores. • Nivel Medio: por posibles lluvias extremas aislamientos temporal de sectores.
Sequía	Sector que no es apropiado para el fenómeno de sequía.

Fuente: Pauker, 2013

3.2.2.6 CANTÓN MEJIA

Cuadro 24
Análisis de Amenazas en el Cantón Mejía

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad Sísmica: 75 % la zona de nivel IV, al Este, de Muy Alta Intensidad Sísmica, con el 25 % de la zona de nivel III al Oeste, de Alta Intensidad Sísmica. • Registro Sismos: Alto • Nivel Sismogenético: se ubica en el sector A que corresponde al “Sistema recurrente transversal e inverso; callejón interandino y Nororiente; subducción y vulcanismo; registro sísmico alto; predominan sismos superficiales”.
Volcánica	<p>Volcán: Cotopaxi, Ninahuilca, Rumiñahui y Atacazo</p> <p>Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Muy Alta Amenaza • Nivel de Alta Amenaza • Nivel Medio • Observación: Posible caída de ceniza del volcán Reventador como eventos pasados.
Fenómenos de Remoción en Masa	Nivel de Ocurrencia: Baja en el Nivel Alto
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Ocurrencia: • Nivel Muy Alto: remota posibilidad de ocurrencia • Nivel Bajo
Sequía	No se presenta por las características ambientales y naturales que conjugan para mantener resultados eficaces.

Fuente: Pauker, 2013

3.2.2.7 CANTÓN RUMIÑAHUI

Cuadro 25
Análisis de Amenazas en el Cantón Rumiñahui

AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Sismicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad Sísmica: Zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica. • Registro Sismos: Alto • Nivel Sismogenético: Sector A que corresponde al “Sistema recurrente transversal e inverso; callejón interandino y Nororiente; subducción y vulcanismo; registro sísmico alto; predominan sismos superficiales”.

Continúa →

Volcánica	<p>Volcán: Cotopaxi Niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Alta Amenaza: en caso de erupción, drenajes de los ríos Pita y Santa Clara hasta la altura del límite con el Distrito Metropolitano del Cantón Quito, con afectación principal a Rumipamba. <p>Nivel Medio: en caso de una erupción del Cotopaxi, se afectaría con productos volcánicos de caída. Observación: Posible caída de ceniza del volcán Reventador como eventos pasados.</p>
Fenómenos de Remoción en Masa	<p>Nivel de Ocurrencia: Nivel Muy Alto Observación: Nivel muy alto porque puede ocurrir en los taludes de las márgenes de los ríos Sambache y Santa Clara</p>
Inundaciones	<p>Nivel de Ocurrencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel Muy Alto: remota posibilidad de ocurrencia • Nivel Medio: Por infraestructura humana que bloquea drenajes de ríos importantes.
Sequía	<p>No se presenta por las características ambientales y naturales que conjugan para mantener resultados eficaces.</p>

Fuente: Pauker, 2013

3.2.4 RESUMEN DEL ANALISIS CONSOLIDADO DE MULTIAMENAZA POR CANTÓN

En los siguientes cuadros podremos observar el nivel de cada amenaza existen en un cantón consolidando un resumen de las multiamenaza en los mismos.

Cuadro 26
Análisis Consolidado de MultiAmenazas en el Cantón Cayambe

AMENAZA \ NIVEL	SISMICA	VOLCANICA	FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
MUY ALTO	X	-	X	-
ALTO	X	X	-	-
MEDIO	-	X	X	-
BAJO	-	-	-	X

Continua →

CARACTERISTICAS	Se ubica en la zona sismogénica más alta, que implica estar en la zona de de Muy Alta Intensidad Sísmica, que corresponde a aceleraciones gravimétricas que superan el valor de 0.30 g.	El nivel del Cantón responde a Muy Alto de amenaza volcánica, afectando exclusivamente el edificio volcánico del volcán nevado Cayambe, con pocas extensiones de peligro en drenajes pre-existentes, implicando aproximadamente un tercio de la superficie cantonal. Los centros poblados, por implicaciones de avance de flujos piroclásticos y de lodo, se encontrarían afectados por los niveles Alto y Medio de amenaza volcánica.	Se considera una remota ocurrencia en el nivel muy alto, que a pesar de estar bajo condiciones muy extremas, que involucraría el deshielo violento de las nieves del volcán Cayambe, sería imposible que se den este tipo de amenazas a gran escala.	Con respecto a Fenómenos de masa no provoca ocurrencia de los niveles Muy Alto y Alto de esta amenaza. Es sintomático observar fenómenos de remoción en masa en los sistemas viales, causados generalmente por crear y mantener inestabilidad de taludes.
------------------------	---	--	--	---

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 27
Análisis Consolidado de MultiAmenazas en el Cantón Pedro Moncayo,

NIVEL	AMENAZA		FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	
	SISMICA	VOLCANICA	DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
MUY ALTO	X	-	X	-
ALTO	X	X	X	-
MEDIO	-	X	-	-
BAJO	-	-	-	X
CARACTERISTICAS	Está en la zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, aceleraciones gravimétricas sobre 0,30 g. El nivel de investigaciones realizadas y las estadísticas históricas, no sustentan estimar tiempos confiables de recurrencia.	Los niveles Alto y Medio de amenaza volcánica, ocurren exclusivamente provenientes de la actividad eruptiva de los volcanes Cayambe y Pululahua, en los extremos marginales Este y Oeste. Los tiempos de recurrencia son muy difíciles de establecer, las estadísticas históricas pueden encaminar a lapsos de actividad volcánica no determinantes.	Ocurrencia de los niveles Muy Alto y Alto de esta amenaza, en sectores de ninguna relevancia urbana. Es sintomático observar fenómenos de remoción en masa en los sistemas viales, causados generalmente por crear y mantener inestabilidad de taludes.	Es remota la posibilidad de ocurrencia de esta amenaza en el nivel Muy Alto que se situaría en las terrazas sub horizontales de los sectores extremos Este y Oeste, si es que se diera un deshielo del Complejo Volcánico Mojanda – Fuya Fuya (inactivo).

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 28
Análisis Consolidad de MultiAmenazas en el Cantón San Miguel de los Bancos

AMENAZA	SISMICA	VOLCANICA	FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
NIVEL				
MUY ALTO	X	X	X	X
ALTO	-	-	X	X
MEDIO	X	-	-	-
BAJO	X	-	-	-
CARACTERISTICAS	El 75 % se ubica en la zona sismogénica más alta, que implica estar en la zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, aceleraciones sísmicas sobre 0,30 g, en la que se sitúan los centros poblados. El 25 % tienen relación con los niveles sismogénicos Medio y Bajo.	El nivel Muy Alto de amenaza volcánica, ocurre exclusivamente al este para el edificio volcánico del volcán nevado Pichincha, con pocas extensiones de peligro en drenajes pre existentes, implicando aproximadamente un quinto de la superficie cantonal.	Ocurrencia de los niveles Muy Alto y Alto de esta amenaza, en sectores de poca afectación a centros urbanos e infraestructuras, relacionados a características geomorfológicas propias de taludes pronunciados en drenajes naturales, provenientes del V. Pichincha.	Bajo condiciones muy extremas, que involucraría el deshielo violento de las nieves del volcán Pichincha e intensidades pluviales fuera de lo normal, la posibilidad de ocurrencia de esta amenaza, con restricciones de definición, en los niveles Muy Alto y Alto.

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 29
Análisis Consolidad de MultiAmenazas en el Cantón Pedro Vicente Maldonado

AMENAZA	SISMICA	VOLCANICA	FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
NIVEL				
MUY ALTO	-	-	X	X
ALTO	-	-	X	X
MEDIO	-	-	-	-
BAJO	X	X	-	-
CARACTERISTICAS	Se ubica en la zona sismogénica Baja, que implica estar en la zona de nivel de Subducción - Sísmicidad Muy Baja y Profunda.	No ocurren los niveles establecidos para la amenaza volcánica sin que sea posible definir el origen, superficies de afectación e intensidad de ocurrencia, el cantón, en su totalidad, está en cualquier momento sujeto a la posibilidad de ser receptor de caída de productos volcánicos de granulometría fina (ceniza).	Ocurrencia de los niveles Muy Alto y Alto de esta amenaza, en sectores de poca afectación a centros urbanos e infraestructuras, relacionados a características geomorfológicas propias de taludes pronunciados en drenajes natural.	Bajo condiciones muy extremas, que involucraría el deshielo violento de las nieves del volcán Pichincha e intensidades pluviales fuera de lo normal, la posibilidad de ocurrencia con restricciones de definición, en los niveles Muy Alto y Alto.

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 30
Análisis Consolidado de MultiAmenazas en el Cantón Puerto Quito.

AMENAZA		SISMICA	VOLCANICA	FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
NIVEL					
	MUY ALTO	X	-	-	X
	ALTO	-	-	-	X
	MEDIO	-	-	-	-
	BAJO	X	X	X	-
CARACTERISTICAS	<p>Se ubica, aproximadamente en un 75 %, en la zona sismogénica Baja, que implica estar en la zona de Subducción de Baja Intensidad Sísmica a Profundidad, mientras el restante 25 %, ubicado en el sector Noroeste, corresponde a la zona sismogénica Alta, que corresponde a Subducción, fallas transcurrentes, sismicidad alta superficial.</p> <p>No ocurren los niveles establecidos para la amenaza volcánica. Sin que sea posible definir el origen, superficies de afectación e intensidad de ocurrencia, el cantón, en su totalidad, está en cualquier momento sujeto a la posibilidad de ser receptor de caída de productos volcánicos de granulometría fina (ceniza).</p> <p>No acusa ocurrencia consistente del nivel Muy Alto de esta amenaza, a no ser por sectores de poca relevancia en taludes medianos de drenajes naturales y plataformas sub horizontales, propias de llanura, que no tienen implicación sobre centros poblados o infraestructuras.</p> <p>Bajo condiciones muy extremas, que involucran a altos niveles de pluviosidad propios del sector y potenciales deshielos violentos de las nieves del volcán Pichincha, así como intensidades pluviales fuera de lo normal, la posibilidad de ocurrencia de esta amenaza, con restricciones de definición, en los niveles Muy Alto y Alto en el cantón Puerto Quito son reales y posibles en los sectores Norte y Oeste</p>				

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 31
Análisis Consolidado de MultiAmenazas en el Cantón Mejía

AMENAZA		SISMICA	VOLCANICA	FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
NIVEL					
	MUY ALTO	-	X	-	-
	ALTO	X	X	-	-
	MEDIO	X	-	X	-
	BAJO	-	-	-	X

Continúa →

CARACTERISTICAS	Se ubica en la zona sismogénica "A" más alta, que correspondería a la zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, así como al sector Occidental en la zona de nivel III de Alta Intensidad sísmica, y que responden a aceleraciones gravimétricas que superan el valor de 0.30 g	El nivel Muy Alto de amenaza volcánica, para el cantón Mejía, ocurre en el área de influencia del edificio volcánico de los volcanes nevado Cotopaxi y Ninahuilca, con extensiones de peligro en drenajes pre existentes, implican aproximadamente una quinta parte de la superficie cantonal.	No acusa ocurrencia de los niveles Muy Alto y Alto de esta amenaza, a no ser por sectores de poca relevancia en cotas altas de los flancos de la cordillera Occidental o, generalmente, en taludes pronunciados de drenajes naturales, que no tienen implicación sobre centros poblados o infraestructuras	Bajo condiciones muy extremas, que involucraría el deshielo violento de las nieves del volcán Cotopaxi, así como tiempos de recurrencia de lluvias intensas muy extensos, se sustenta el criterio de remota la posibilidad de ocurrencia de esta amenaza, en el nivel Muy Alto
------------------------	---	--	--	--

Fuente: Pauker, 2013

Cuadro 32
Análisis Consolidado de MultiAmenazas en el Cantón Rumiñahui

	AMENAZA	SISMICA	VOLCANICA	FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	INUNDACIONES
NIVEL					
MUY ALTO		X	X	X	-
ALTO		-	X	-	-
MEDIO		-	-	-	-
BAJO		-	-	X	-
CARACTERISTICAS	Se ubica en la zona sismogénica "A" más alta, que implica estar en la zona de nivel IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, aceleraciones gravimétricas sobre 0,30 g.		Los niveles Alto y Medio de amenaza volcánica, ocurren exclusivamente provenientes de la actividad eruptiva del volcán Cotopaxi, en los drenajes de los ríos Santa Clara y Pita, para el primero, y en el sector Norte para el segundo, en el que hay centros urbanos implicados.	Ocurrencia del nivel Muy Alto de esta amenaza, en sectores de ninguna relevancia urbana y con referencia a taludes pronunciados de drenajes naturales, pertenecientes a la particular morfología Norte del volcán Cotopaxi.	Bajo condiciones muy extremas, que involucraría el deshielo violento de las nieves del volcán Cotopaxi, cuencas de los ríos Pita y Santa Clara, así como tiempos de recurrencia muy extensos, se sustenta el criterio de la posibilidad de ocurrencia de esta amenaza en el nivel Alto.

Fuente: Pauker, 2013

CAPITULO IV

Evaluación de Vulnerabilidad y Resultado del Riesgo

Examinamos conceptos que nos permita definir la vulnerabilidad que caracteriza la zona de estudio que por los diversos efectos de factores expuestos en el capítulo anterior será necesario analizarlos y tomarlos en cuenta.

A lo largo del capítulo IV entendemos que la vulnerabilidad es la capacidad y posibilidad de un sistema de responder o reaccionar ante una amenaza o de recuperarse de los efectos de un desastre, a la misma. Se la analiza frente a condiciones particulares de cada cantón, y para cada amenaza en particular.

La finalidad es crear una zonificación de vulnerabilidad para la cual nos basamos en datos de un estudio realizado en la zona donde obtenemos información, matrices e indicadores de susceptibilidad en salud, educación, entre otros, logrando definir sus niveles, rangos y sumandos a herramientas geográficas obtenemos mapas que exponen estos detalles.

El siguiente punto es la interacción entre el análisis de las amenazas y sus resultados expuestos en el Capítulo III, y el actual estudio de vulnerabilidades para conocer los daños que podrían generarse por efecto de una amenaza a las personas, bienes y medio ambiente, todo este proceso se conoce como riesgo.

Finalmente obtenemos el mapeo de zonificación de riesgos que son el resultado de la combinación de índices de amenaza y el nivel de vulnerabilidad en la zona de estudio, estableciendo los mismos cuatro niveles adoptados en toda la tesis (Bajo(B), Medio (M), Alto(M), Muy Alto (MA)), resultando ocho Mapas de Zonificación del Riesgo para la Zona de Estudio.

4.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES

4.1.1 Marco Conceptual

La sociedad puede enfrentar diferentes vulnerabilidades y clasificarlas dependiendo del aspecto que se tome en cuenta para su análisis. Según (Wilches – Chau, 1989), la podemos catalogar física, económica, social, educativa, política, institucional, cultural, ambiental e ideológicamente, las mismas que ayudan a entender que ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad para recuperarse ante la presencia de un fenómeno natural peligroso, es un concepto de vulnerabilidad que nos facilita su comprensión y de como una condición o circunstancia dinámica o cambiante puede formular un proceso acumulativo de fragilidades, deficiencias o limitaciones que permanecen en el tiempo como factores que inciden en que exista o no una mayor o menor vulnerabilidad.

Entiéndase entonces dentro del campo de la Gestión de Riesgos que vulnerabilidad es la capacidad y posibilidad de un sistema de responder o reaccionar a una amenaza o de recuperarse de los efectos de un desastre. La vulnerabilidad, debe analizarse frente a las condiciones particulares de cada comunidad o ciudad, y

a cada amenaza en particular. Además, la vulnerabilidad debe ser interpretada bajo un enfoque multidimensional y de proceso. (ABC de la GR, 2009)

Para crear una zonificación de Vulnerabilidad en la Provincia de Pichincha, es importante, tomar en cuenta procesos globales, que en este sector se dan de manera desordenada, y sin planificación por lo que puede dar mayores resultados negativos como son:

- Crecimiento de la población
- Urbanización rápida
- Presiones Económicas
- Degradación del suelo
- Cambio Ambiental

Esto explica las razones de que los fenómenos naturales indudablemente inciden en la vida económica, social, cultural e incluso política de los diversos Estados (interdependencia ecológica), pero hay que humanizar los temas ambientales, considerando al ser humano como un actor activo, (positivo o negativo), no como un simple actor pasivo o victimizado por la naturaleza (“desastres naturales”). (Costa Rica, Propuesta N°46, 2013)

Maskrey (1993), considera que existen dos tipos primordiales de vulnerabilidad: la técnica y la social; la diferencia entre ambas está determinada por la forma de cuantificación. Mientras la primera se refiere a pérdidas potenciales sobre los

servicios y bienes materiales e implica una evaluación cuantitativa, la vulnerabilidad, enfocada con base a aspectos de la población, puede estimarse de forma cualitativa.

Es así como las herramientas estructurales, culturales y económicas para afrontar un desastre y el posterior restablecimiento de las condiciones previas a su ocurrencia tiene que ver con la vulnerabilidad socioeconómica de la cual se habla anteriormente y que se resaltara en este estudio por las características del mismo, donde también se involucra el grado de preparación de la población a través de su organización o de instituciones, en particular vale la pena resaltar la protección civil.

4.1.2 Análisis Técnico

Se inicia el análisis técnico a partir del estudio de la población que en este caso en lo que se refiere a vulnerabilidad debe tomarse en cuenta la susceptibilidad a sufrir daño, tanto en la persona y/o con los bienes que posea, a consecuencia de algún fenómeno natural.

Es así que la posibilidad y necesidad de poder obtener resultados se lo logra a través de la medición de la capacidad de prevención y respuesta que se tenga en el sector, es decir, el grado de organización y recursos ante una emergencia. Haciendo uso de indicadores que permitan conocer las principales características de la población, su capacidad de organización y elementos indispensables para la atención de una emergencia, los cuales aportarán elementos para calificar y zonificar la vulnerabilidad social asociada a desastres.

4.1.2.1 Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como: *“Una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre”*. (Kuroiwa, 2002)

La metodología que se utilizó en un estudio para obtener los datos que requerimos comprende cuatro áreas:

1. Aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas: que entrega un parámetro para establecer las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre, mediante una tabla de rangos y valores que califica la situación de la unidad política a evaluar (parroquias), y elaborando una matriz que incluye los distintos indicadores establecidos para la evaluación de cada tema, según los datos particulares de la parroquia.
2. La capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables: para llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y posterior rehabilitación. Se utiliza rangos y valores en una matriz.
3. La percepción local del riesgo que se tenga en la unidad administrativa evaluada: lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención. También utilizan rangos y valores que son manejados en matrices específicas.

4. Constituye la infraestructura básica, como son: agua para consumo humano, provisión de energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad y producción / áreas naturales.

Los resultados que se obtienen en cada área son:

- 1) Características socioeconómicas
- 2) Capacidad de Prevención y respuesta
- 3) Percepción local de riesgo
- 4) Infraestructura de elementos expuestos.

Todos corresponden a un peso dentro de la matriz, donde se asignan valores y a estos a su vez un grado de vulnerabilidad social que se divide en 4 niveles, que abarcarán desde muy alto hasta bajo grado de vulnerabilidad.

Nuestra Tesis se basa en los resultados obtenidos de este estudio que lo ha realizado FUNEPSA a través de diversos cuestionarios los mismos que dan un rango de valor y resultado que no solo nos permite conocer la vulnerabilidad social del sector sino también evaluar la magnitud y del impacto de eventos naturales futuros, resaltando que los mismos se encuentran en una relación directa con las condiciones sociales, la calidad de la vivienda y la infraestructura, y en general el nivel de desarrollo de la región.

4.1.2.2 Vulnerabilidad Socio-Económica

Los parámetros socioeconómicos se obtienen y se sustentan en la información obtenida a través de datos que entrega el INEC-2001 y segundo por los datos obtenidos a partir de los cuestionarios mencionados anteriormente hechos a la población. En la primera parte de la información se establece los rangos de aplicación de los índices de ocurrencia para cada parámetro los mismos que en la segunda parte han dado a estos parámetros, niveles de vulnerabilidad: muy alto, alto, medio y bajo, representados por los valores comprendidos entre: 0 – 0,25, 0,25 – 0,50, 0,50 – 0,75 y 0,75 – 1,00, respectivamente.

En lo que corresponde a lo socioeconómico, los siguientes cuadros entregan los índices que han incluido en la matriz y así obtener los resultados finales:

Tabla 22
Parámetros de Salud en condiciones de Vulnerabilidad

SALUD 1		Médicos por cada 1.000 habitantes	
Indicador	Pregunta	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0.00 a 0.NN Médicos por cada 1.000 habitantes	Muy Alta	1.00
	De 0.NN a 0.MM Médicos por cada 1.000 habitantes	Alta	0.75
	De 0.PP a 0.QQ Médicos por cada 1.000 habitantes	Media	0.50
	De 0.RR a 1 ó más de 1 Médico por cada 1.000 hab.	Baja	0.25
SALUD 2		Tasa de mortalidad infantil	
Indicador	Pregunta	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 1 o más	Muy Alta	1.00
SALUD 3		Porcentaje de la población no derechohabiente	

Continua →

Indicador Pregunta	Qué porcentaje población no cuenta con servicio de Salud?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
SALUD 4	Porcentaje de población discapacitada		
Indicador Pregunta	Qué porcentaje población no cuenta con servicio de Salud?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00

Fuente: Parámetros extraídos de INEC-2001, Valores Estándar asignados por SENPLADES/INFOPLAN, INEC, GPP y los municipios involucrados de Vulnerabilidad.

Tabla 23
Parámetros de Educación en condiciones de Vulnerabilidad

EDUCAC 1		Porcentaje de analfabetismo	
Indicador Pregunta	Qué porcentaje pob. 16 años o más no sabe leer ni escribir?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
EDUCAC 2		Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	
Indicador Pregunta	Qué porcentaje de población de 6 a 14 años asiste a escuela?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Muy Alta	1.00
	De 0,MM a 0,NN	Alta	0.75
	De 0,NN a 0,PP	Media	0.50
	De 0,PP a 100	Baja	0.25
EDUCAC 3		Grado promedio de escolaridad	
Indicador Pregunta	Cuál es el nivel educativo de la población?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a M,MM	Muy Alta	1.00
	De M,MM a N,NN	Alta	0.75
	De N,NN a P,PP	Media	0.50
	De N,NN a P,PP o más	Baja	0.25

Fuente: Parámetros extraídos de INEC-2001, Valores Estándar asignados por SENPLADES/INFOPLAN, INEC, GPP y los municipios involucrados de Vulnerabilidad

Tabla 24
Parámetros de Vivienda en condiciones de Vulnerabilidad

VIVIENDA 1		Viviendas sin servicio de agua entubada	
Indicador Pregunta	Qué porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado

Continúa →

Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
VIVIENDA 2	Viviendas sin servicio de drenaje		
Indicador Pregunta	Qué porcentaje de viviendas no cuentan con drenaje?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
VIVIENDA 3	Viviendas sin servicio de electricidad		
Indicador Pregunta	Qué porcentaje viviendas no cuentan con energía eléctrica?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
VIVIENDA 4	Viviendas con paredes de materiales reciclados		
Indicador Pregunta	Qué porcentaje viviendas tienen paredes material desecho?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
VIVIENDA 5	Viviendas con piso de tierra		
Indicador Pregunta	Qué porcentaje de viviendas tienen el piso de tierra?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00
VIVIENDA 6	Déficit de vivienda		
Indicador Pregunta	Cuál es el Déficit de vivienda?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00

Fuente: Parámetros extraídos de INEC-2001, Valores Estándar asignados por SENPLADES/INFOPLAN, INEC, GPP y los municipios involucrados de Vulnerabilidad.

Tabla 25
Parámetros de Empresa en condiciones de Vulnerabilidad

EMP ING 1 PEA con menos de dos salarios mínimos de ingresos			
Indicador	Qué porcentaje de la PEA recibe menos de dos salarios?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Pregunta	Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja
		De 0,MM a 0,NN	Media
		De 0,NN a 0,PP	Alta
		De 0,PP a 100	Muy Alta
EMP ING 2 Razón de dependencia			
Indicador	Cuántas personas dependen de la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Pregunta	Rangos	De 0.00 a M,MM	Baja
		De M,MM a N,NN	Media
		De N,NN a P,PP	Alta
		De N,NN a P,PP o más	Muy Alta
EMP ING 3 Desempleo abierto			
Indicador	Cuántas personas desocupadas hay con respecto a la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Pregunta	Rangos	De 0.00 a M,MM	Baja
		De M,MM a N,NN	Media
		De N,NN a P,PP	Alta
		De N,NN a P,PP o más	Muy Alta

Fuente: Parámetros extraídos de INEC-2001, Valores Estándar asignados por SENPLADES/INFOPLAN, INEC, GPP y los municipios involucrados de Vulnerabilidad.

Tabla 26
Parámetros de Población en condiciones de Vulnerabilidad

POBLAC 1 Densidad de población			
Indicador	Cuál es el grado de concentración de la población en el área?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Pregunta	Rangos	De 0.00 a M,MM	Baja
		De M,MM a N,NN	Media
		De N,NN a P,PP	Alta
		De N,NN a P,PP o más	Muy Alta
POBLAC 2 Población de habla u origen nativo			
Indicador	La población es predominantemente nativa?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Pregunta	Rangos	Más del NN % de la población	Predomina nativa
		Menos del NN % de la población	Predomina no nativa
POBLAC 3 Dispersión poblacional			
Indicador	Qué porcentaje población vive en comunidades pequeñas?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Pregunta	Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja
		De 0,MM a 0,NN	Media
		De 0,NN a 0,PP	Alta
		De 0,PP a 100	Muy Alta

Continua →

POBLAC 4		Pirámide poblacional	
Indicador Pregunta	Qué porcentaje de población corresponde a menores de 5 años y mayores de 60 años?	Condición de Vulnerabilidad	Valor Asignado
Rangos	De 0,00 a 0,MM	Baja	0.25
	De 0,MM a 0,NN	Media	0.50
	De 0,NN a 0,PP	Alta	0.75
	De 0,PP a 100	Muy Alta	1.00

Fuente: Parámetros extraídos de INEC-2001, Valores Estándar asignados por SENPLADES/INFOPLAN, INEC, GPP y los municipios involucrados de Vulnerabilidad

4.1.3 Indicadores de factores de vulnerabilidad

4.1.3.1 Índices socioeconómicos

- **Salud**

- Médicos pos cada mil habitantes
- Tasa de mortalidad infantil
- Población derecho habiente
- Población discapacitada

- **Educación**

- Tasa de analfabetismo
- Población de 6 a 14 años que asiste a escuelas
- Grado promedio de escolaridad

- **Vivienda**

- Viviendas sin servicio de agua entubada
- Viviendas sin servicio de drenaje
- Viviendas sin servicio de electricidad
- Viviendas con piso de tierra
- Viviendas con paredes de materiales reciclados
- Tipo de material de la cubierta

- **Empleo e ingresos**

- Población económicamente activa
- Razón de dependencia
- Tasa de desempleo abierto

- **Población**

- Densidad poblacional
- Tasa de población de habla indígena
- Tasa de dispersión poblacional
- Pirámide poblacional (< a 5 años y > a 60 años)

4.1.3.2 Índices de Capacidad de respuesta

- Cuenta con unidad de protección civil y gestión del riesgo?
- Cuenta con plan de contingencia?
- Existe normas que regulen la unidad de protección civil?
- Cuenta con planes de OT y DL
- Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?
- Cuenta con canales de comunicación con otras instituciones?
- Tiene establecidas posibles rutas de evacuación?
- Tiene ubicados sitios que pueden funcionar como albergues o refugios?
- Se han llevado a cabo simulacros sobre comportamiento ante amenazas?

- Cuenta la unidad de protección civil con un número de personal activo?
- El personal es capaz de informar sobre qué hacer ante emergencias?
- Cuenta con archivos históricos de desastres anteriores y las acciones que se tomaron?
-

4.1.3.3 Índices de Percepción local

- Cuantos tipos de amenazas identifica en su comunidad?
- Sabe si ha habido emergencia asociadas a estas amenazas?
- Si recuerda algún desastre, puede citar los daños que se presentaron?
- Alguna vez su comunidad ha quedado aislada por interrupción de vías?
- En los centros educativos se enseña sobre consecuencias de un fenómeno natural?
- Alguna vez en su comunidad se han llevado campañas de información acerca de los peligros existentes?
- Ha participado alguna vez en un simulacro?
- Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?
- Sabe si existe en su comunidad un sistema de alerta temprana?
- Existe coordinación entre la DNGR, la UPGRP, la UCGR y la UPGR?

4.1.3.4 Índices de Infraestructura

- **Agua superficial**
 - Captación
 - Planta de tratamiento
 - Conducción

- **Agua subterránea**
 - Captación
 - Planta de tratamiento
 - Conducción

- **Energía eléctrica**
 - Sistema nacional interconectado
 - Fuentes alternas propias

- **Telecomunicación**
 - Telefonía convencional
 - Telefonía celular (móvil)
 - Radio

- **Vialidad**
 - Vías de 1° orden
 - Vías de 2° orden
 - Vías de 3° orden
 - Vías de evacuación

- **Producción / Áreas naturales**

- Agricultura
- Pecuaria, piscícola, acuícola, porcina
- Agro exportación
- Lácteos
- Áreas de reserva natural

4.1.4 Niveles de Vulnerabilidad

Se obtiene el nivel de vulnerabilidad a través de las diversas matrices en los rangos anteriormente estipulados. Empleando el software ArGis de análisis espacial se define la zonificación de la vulnerabilidad socio económico, para cada amenaza, que permite graficar la vulnerabilidad basándose en el siguiente cuadro:

Tabla 27
Representación grafica de los niveles de vulnerabilidad

Muy Alto	Rojo
Alto	Naranja
Medio	Amarillo
Bajo	Marfil

Fuente: Pauker, 2013

Una vez que se definen los cuatro niveles de vulnerabilidad se procede a identificar los rangos:

Tabla 28
Rangos de los niveles de vulnerabilidad

B	0,35 a 0,432
M	0,432 a 0,515
A	0,515 a 0,597
MA	0,597 a 0,68

Fuente: Pauker, 2013

Ahora según los diferentes rangos se aplica en los parámetros de los Indicador en cada uno de los cantones y sus respectivas Parroquias:

Tabla 29
Niveles de vulnerabilidad por Cantones

INDICADOR	Socioeconómico	Capacidad de Prevención y Respuesta	Percepción Local	Infraestructura	INDICE DE VULNERABILIDAD
Cantón PARROQUIAS					
Mejía: 8 Parroquias					
Aloag	0,44	0,58	0,55	0,6	0,54
Aloasi	0,53	0,67	0,63	0,6	0,61
Cutuglagua	0,58	0,73	0,78	0,63	0,68
El Chaupi	0,67	0,73	0,73	0,6	0,68
Machachi - Cabecera cantonal	0,31	0,44	0,45	0,5	0,43
Manuel Cornejo Astorga	0,51	0,56	0,48	0,55	0,53
Tambillo	0,49	0,65	0,63	0,62	0,6
Uyumbicho	0,46	0,65	0,63	0,62	0,59
Rumiñahui: 3 Parroquias					
Cotogchoa	0,54	0,63	0,65	0,69	0,63
Rumipamba	0,76	0,67	0,33	0,74	0,63
Sangolquí - Cabecera Cantonal	0,29	0,33	0,28	0,51	0,35
Cayambe 6 Parroquias					
Olmedo	0,48	0,77	0,53	0,64	0,6
Cayambe	0,34	0,7	0,4	0,39	0,46
Cangahua	0,5	0,93	0,65	0,7	0,7
Otón	0,64	1	0,88	0,76	0,82
Cusubamba	0,64	1	0,88	0,78	0,83
Ascázubi	0,64	1	0,88	0,78	0,83
P. Moncayo 5 Parroquias					
Tupigachi	0,45	1	0,6	0,66	0,68
Tabacundo	0,36	0,77	0,45	0,44	0,51
La Esperanza	0,51	1	0,65	0,67	0,71
Tocachi	0,78	1	0,93	0,79	0,87
Malchingui	0,76	1	0,93	0,79	0,87
Los Bancos 2 Parroquias					
Mindo	0,47	0,82	0,6	0,66	0,64
Los Bancos	0,59	0,84	0,73	0,7	0,71
P. V. Maldonado 1 Parroquia					
P. V. Maldonado	0,7	0,84	0,73	0,71	0,75
Puerto Quito 1 Parroquia					
Puerto Quito	0,8	0,84	0,73	0,73	0,78

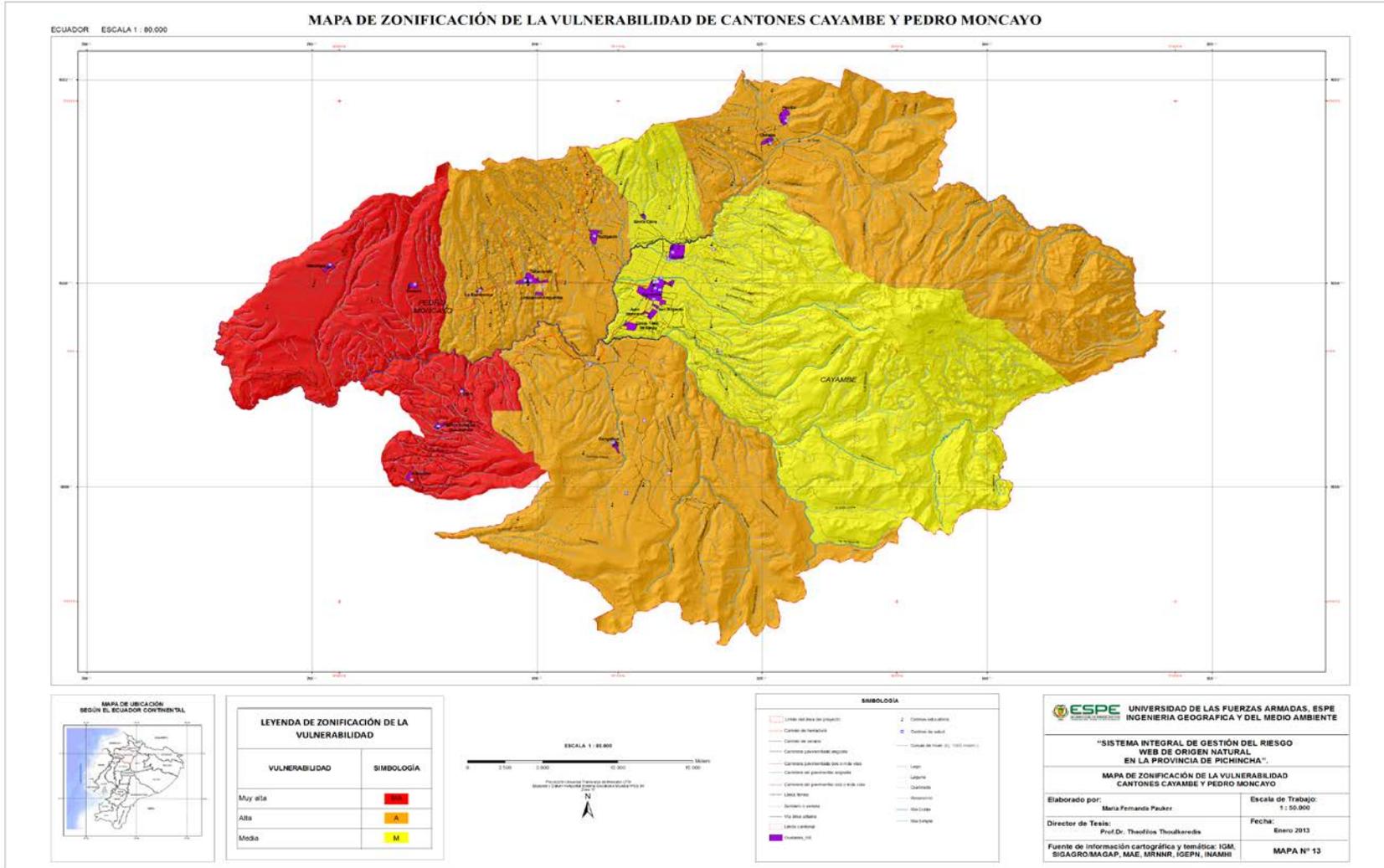
Fuente: FUNEPSA, 2011 , Pauker,2014

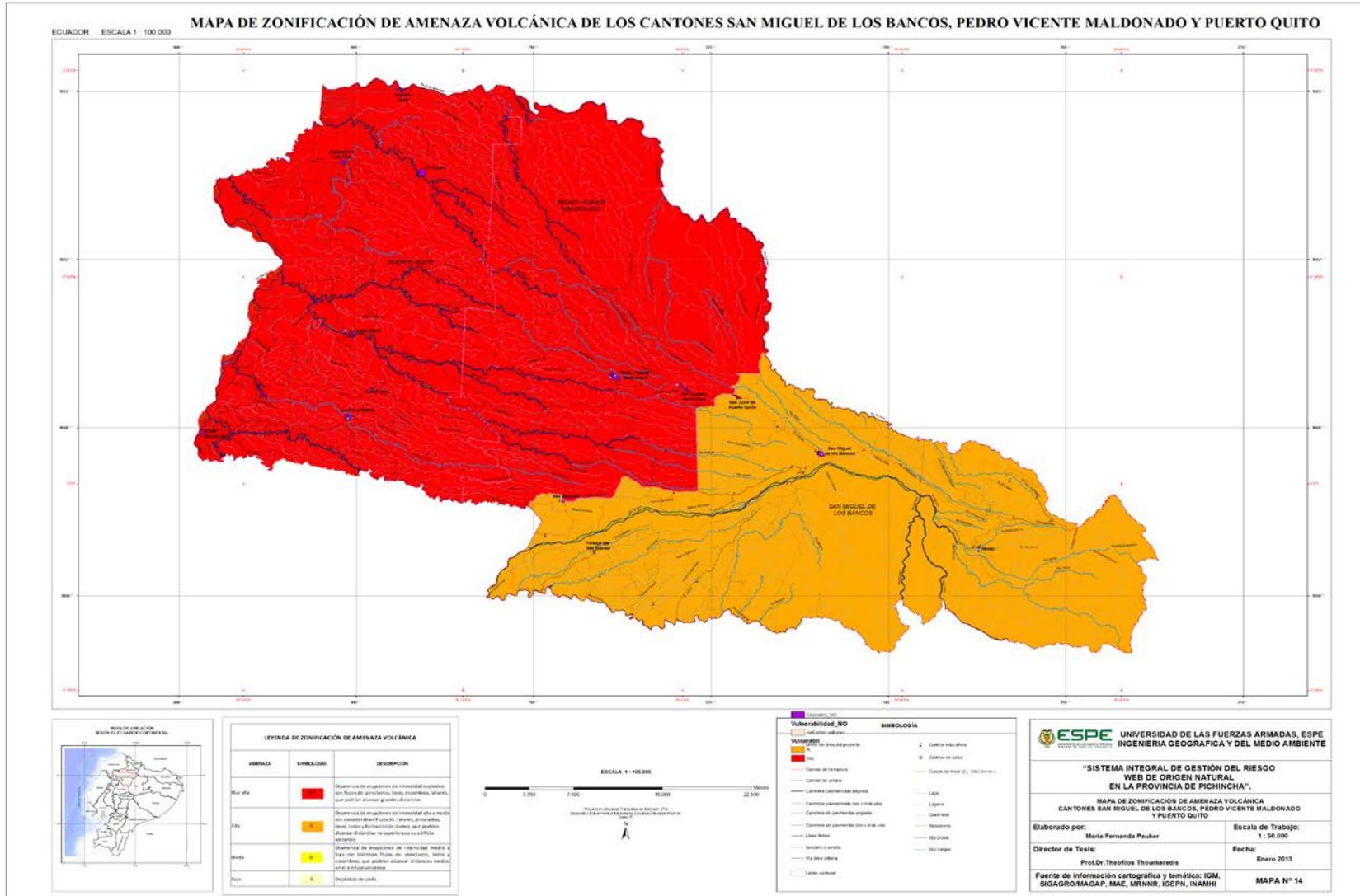
4.1.5 Mapa de Vulnerabilidad

Con la información obtenida de cada una de las matrices de datos recopilados por FUNEDSA y los parámetros del INEC-2011 y la aplicación del software ArcGis como resultado tenemos la Zonificación de Vulnerabilidad logrando su clasificación por los diversos rangos que corresponden a un nivel de vulnerabilidad y entendiendo así:

- **Muy alto Nivel de Vulnerabilidad:** Define el nivel de la población que requiere ayuda externa no sólo para recuperarse de un desastre, sino para establecer condiciones que permitan reactivar la precaria economía siendo los niveles más bajos de bienestar, educación y servicios básicos los presentes donde se requiere de planes de prevención y de una atención especial.
- **Alto Nivel de Vulnerabilidad:** Nivel que evidencia la carencia de la estructura social y económica para confrontar situaciones críticas. La población necesita de largos períodos y apoyo para solucionar sus necesidades básicas que pudieron ser afectadas por un desastre originado por fenómenos físicos, aun cuando éstos no sean de magnitud.
- **Medio Nivel de Vulnerabilidad:** Demuestra ciertas dificultades de la población para asimilar los estragos de un siniestro ocasionado por un fenómeno natural presentando valores intermedios de la estructura social.

- **Bajo Nivel de Vulnerabilidad:** Presenta condiciones favorables de vivienda y estructura de servicios básicos, que permiten afrontar los efectos que pudieran originar un desastre.





4.1.6 Análisis de la vulnerabilidad por cantones

Es importante resaltar diversos puntos como análisis de las vulnerabilidades en la Provincia de Pichincha, que se deben destacar al momento de tomar decisiones para una adecuada respuesta y para identificar la vulnerabilidad presente:

- Se debe desarrollar la identidad territorial y optimizar la gobernabilidad espacial (existen varias extensiones pero no limitadas ni identificadas y que tienen alta ocurrencia)
- No es posible definir con claridad en cada parroquia; su infraestructura y modos de producción particular, ya que es difícil ubicarlas en su real nivel, debilidad que se debe enfrentar y que se deberá trabajar a corto plazo para ubicarlas en su real nivel socioeconómico.

En cada cantón se determina los niveles de vulnerabilidad interna:

Cantón Cayambe: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad:

Tabla 30
Niveles de Vulnerabilidad Canton Cayambe

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestructura
Cayambe	0,25	0,25	0,30	0,25	0,67	0,34	0,61	0,25	0,40
Olmedo	0,42	0,50	0,55	0,50	0,50	0,48	0,77	0,50	0,57
Cangahua	0,50	0,25	0,60	0,50	0,50	0,50	0,93	0,65	0,64
Otón	0,75	0,75	0,70	0,75	0,42	0,64	1,00	0,88	0,73

Continúa →

Cusubamba	0,75	0,75	0,70	0,75	0,70	(0,64	1,00	0,88	0,75
Ascázubi	0,75	0,75	0,70	0,75	0,42	0,64	1,00	0,88	0,75

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Cayambe por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 31
Rangos de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Cayambe

M	Cayambe (0,40)		
A	Olmedo (0,58)	Cangahua (0,68)	
MA	Otón (0,81)	Cusubamba (0,82)	Ascázubi (0,82)

Fuente: Pauker, 2013

Cantón Pedro Moncayo: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad .

Tabla 32
Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Pedro Moncayo

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestruc
Tabacundo	0,25	0,25	0,30	0,33	0,67	0,36	0,70	0,40	0,56
Tupigachi	0,42	0,42	0,40	0,42	0,50	0,45	1,00	0,60	0,61
La Esperanza	0,50	0,33	0,55	0,50	0,67	0,51	1,00	0,60	0,61
Tocachi	0,75	0,67	0,80	1,00	0,42	0,78	1,00	0,93	0,81
Malchingui	0,75	0,58	0,80	1,00	0,42	0,76	1,00	0,93	0,81

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Pedro Moncayo por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 33
Rangos de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Pedro Moncayo

A	Tabacundo (0,50)	Tupigachi (0,66)	La Esperanza (0,68)
MA	Otón (0,81)	Cusubamba (0,82)	Ascázubi (0,82)

Fuente: Pauker, 2013

Cantón San Miguel de los Bancos: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad:

Tabla 34
Niveles de Vulnerabilidad del Cantón San Miguel de los Bancos

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestruc
Mindo	0,42	0,42	0,50	0,50	0,50	0,47	0,91	0,65	0,69
Los Bancos	0,58	0,50	0,60	0,67	0,68	0,59	0,89	0,80	0,73

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Pedro Moncayo por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 35
Rangos de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón San Miguel de los Bancos

A	Mindo (0,68)	Los Bancos (0,75)	La Esperanza (0,68)
----------	---------------------	--------------------------	----------------------------

Fuente: Pauker, 2013

Cantón Pedro Vicente Maldonado: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad

Tabla 36
Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Pedro Vicente Maldonado

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestruc
P. V. Maldonado	0,67	0,67	0,70	0,67	0,50	0,64	0,93	0,80	0,70

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Pedro Moncayo por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 37
Rango de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Pedro Vicente Maldonado

MA	P. V. Maldonado (0,77)
----	------------------------

Fuente: Pauker, 2013

Cantón Puerto Quito: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad:

Tabla 38
Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Puerto Quito

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestruc
Puerto Quito	0,92	0,83	0,85	1,00	0,42	0,80	1,00	0,93	0,74

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Pedro Moncayo por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 39
Rango de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Puerto Quito

MA	Puerto Quito (0,87)
----	---------------------

Fuente: Pauker, 2013

Cantón Mejía: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad:

Tabla 40
Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Mejía

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio Económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestruc
Machachi	0,19	0,39	0,32	0,25	0,44	0,31	0,44	0,45	0,50
Alóag	0,38	0,50	0,54	0,38	0,44	0,44	0,58	0,55	0,60
Manuel Cornejo Astorga	0,38	0,50	0,61	0,38	0,69	0,51	0,56	0,48	0,55
Tambillo	0,44	0,50	0,71	0,38	0,44	0,49	0,65	0,63	
Uyumbicho	0,75	0,42	0,57	0,38	0,46	0,46	0,65	0,63	0,62
Aloasi	0,75	0,58	0,57	0,50	0,50	0,58	0,67	0,63	0,60
Cutuglagua	0,56	0,75	0,64	0,50	0,44	0,58	0,73	0,63	0,63
El Chaupi	0,69	0,83	0,79	0,56	0,50	0,67	0,73	0,60	0,60

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Cayambe por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 41
Rango de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Mejía

M	Machachi (0,43)			
A	Manuel Cornejo Astorga (0,53)	Alóag (0,54)	Uyumbicho (0,59)	
MA	Tambillo (0,60)	Cutuglagua (0,68)	El Chaupi (0,68)	Aloasi (0,61)

Fuente: Pauker, 2013

Cantón Rumiñahui: En lo que se refiere al tema socioeconómico, se analizan seis índices, cada uno de los cuales contiene indicadores específicos que constan en la matriz. Cabe anotar que los indicadores de mayor valor numérico corresponden a mayor vulnerabilidad:

Tabla 42
Rango de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Rumiñahui

Parroquia	Salud	Educación	Vivienda	Empleo e ingresos	Población	Socio económico	Prev. y respuesta	Percep. Local	Infraestruc
Sangolqui	0,19	0,25	0,32	0,25	0,44	0,29	0,33	0,28	0,51
Cotogchoa	0,56	0,50	0,64	0,50	0,50	0,54	0,63	0,33	0,69
Rumipamba	0,75	0,83	0,89	0,69	0,63	0,76	0,67	0,65	0,74

Fuente: Recopilación FUNEPSA, 2010

El resultado final de vulnerabilidad para Cayambe por parroquias, proporciona los siguientes valores y orden:

Tabla 43
Rango de los Niveles de Vulnerabilidad del Cantón Rumiñahui

M	Sangolqui (0,35)	
MA	Cotogchoa (0,63)	Rumipamba (0,63)

Fuente: Pauker, 2013

4.2 Riesgos

4.2.1 Indicadores cualitativos y cuantitativos de los factores de riesgo

Para poder definir el Factor del Riesgo se debe definir los indicadores cualitativos y cuantitativos que se han ido analizando en los otros capítulos como son Amenazas y Vulnerabilidades presentes en los diversos cantones, así un breve resumen de las mismas para poder definir al Riesgo presente en la Zona de estudio:

4.2.1.1 Amenaza

Entiendo que la amenaza es la probabilidad de que un evento natural se presente en un sitio y tiempo determinado, con posibilidad de afectar a personas, bienes y medio ambiente², resumimos los parámetros analizados y los diversos niveles de los mismos:

- Amenazas definidas en la zona de estudio por: Inundaciones, Sequias, sísmicas, vulcanológicas y FRM.
- Análisis de susceptibilidad temática, conceptuada como el grado de propensión que tiene una zona a ser afectada, debido a sus condiciones

² Cardona O.D; Barbat. A; Curso Internacional de Post Grado de Gestión del Riesgo y Desastres 2004.

naturales intrínsecas., obteniendo la zonificación de factores de susceptibilidad.

- Los parámetros de susceptibilidad de amenazas por inundaciones, se consideran seis factores de susceptibilidad temática: Geológicos, Geomorfológicos, Hidrogeología, Pendientes, Precipitaciones Anuales y Uso del Suelo, que zonifican en cuatro niveles con indicadores, cualitativos que varían entre Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M), Bajo (B), e indicadores cuantitativos correspondientes, que varían entre valores de 4,3,2,1, exceptuando las pendientes que tienen sus propios indicadores cuantitativos que oscilan de 0 al 10% (muy alto), 10 al 20% (alto), 20 al 40% (medio), y mayores al 40% (bajo).

Así tenemos una zonificación de amenazas por:

- Por inundaciones: indicadores cuantitativos varían entre 4, 3, 2 y 1, equivalentes a categorías de Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M), Bajo (B).
- Por sismicidad: Consideran tres factores de susceptibilidad como son las fuentes sismogénicas y geológico-estructural, zonificados en cuatro niveles con indicadores, cualitativos que varían entre Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M), Bajo (B), e indicadores cuantitativos correspondientes, que varían entre valores de 4, 3, 2 y 1, exceptuando la sismicidad que tienen sus propios indicadores cuantitativos que oscilan entre: 0.4 gals, 0.35 gals, 0.25 gals y 0.15 gals..

- Por Volcanismo: Se considera cuatro factores de susceptibilidad:
 - ✓ *Nivel Muy Alto*, Ocurrencia de erupciones de intensidad explosiva con flujos de: piroclastos, lavas, escombros, lahares, que podrían alcanzar grandes distancias.
 - ✓ *Nivel Alto*, Ocurrencia de erupciones de intensidad alta a media con considerables flujos de: lahares, piroclastos, lavas, lodos y formación de domos, que podrían alcanzar distancias no superiores a su edificio volcánico.
 - ✓ *Nivel Medio*, Ocurrencia de erupciones de intensidad medio a baja con idénticos flujos de: piroclastos, lodos y escombros, que podrían alcanzar distancias medias en el edificio volcánico.
 - ✓ *Nivel Bajo*, Ocurrencia de erupciones de intensidad baja con menores flujos de: lahares y lodos, creando zonas de inundación, que podrían alcanzar drenajes naturales a distancias sobre el edificio volcánico.

Sus indicadores cuantitativos varían entre 4, 3, 2 y 1, equivalentes a categorías de Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M), Bajo (B).

- Por Remoción en Masa-FRM: Consideran seis factores de susceptibilidad; Geológicos, Geomorfológicos, Pendientes, Precipitaciones Anuales y Uso del Suelo, zonificados en cuatro niveles con indicadores, cualitativos que varían entre Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M), Bajo (B), e indicadores cuantitativos correspondientes, que varían entre valores de 4, 3, 2 y 1, exceptuando las

pendientes que tienen sus propios indicadores cuantitativos que oscilan de 0 al 10% (muy alto), 10 al 20% (alto), 20 al 40% (medio), y mayores al 40% (bajo).

Así tenemos entonces las amenazas naturales, la amenaza, factores de susceptibilidad, los indicadores cualitativos y cuantitativos y los indicadores de zonificación de la amenaza en nuestro sector de estudio:

Tabla 44
Análisis de los Indicadores de las Amenazas

Tipología de amenazas naturales	Amenaza	Análisis de la Amenaza			Indicadores de Zonificación de la amenaza
		Factores de susceptibilidad	Indicadores Cualitativos	Indicadores cuantitativos	
Climatológicos	Inundaciones	Geológicos	MA, A, M, B	4,3,2,1	(Resultado del tratamiento en Arc Gis de los factores numéricos de susceptibilidad)
		Geomorfológico	MA, A, M, B	4,3,2,1	
		Hidrogeológico	MA, A, M, B	4,3,2,1	
		Pendientes	MA	0 - 10% (1)	
			A	10 - 20% (2)	
			M	20 - 40% (3)	
			B	Mayor de 40% (4)	
		Precipitaciones Anuales	MA, A, M, B	4,3,2,1	
		Uso del suelo	MA, A, M, B	4,3,2,1	
		Fuentes sismogénicas	A* MA	4	
B* A	3				
C* M	2				
G* B	1				
Geológicas	Sísmica	Geológico Estructural (proceso y evaluación de imágenes satelitales)	MA	4	4,3,2,1 (Resultado del tratamiento en Arc Gis de los factores numéricos de susceptibilidad)

Continuar →

		A	3		
		M	2		
	Sismicidad	MA	0,4 g	4,3,2 (Resultado del tratamiento en Arc Gis de los factores numéricos de susceptibilidad)	
		A	0,35 g		
		M	0,3		
Volcánica	Productos volcánicos	MA	4	4,3,2,1 (Resultado del tratamiento en Arc Gis de los factores numéricos de susceptibilidad)	
		A	3		
		M	2		
		B	1		
Fenómenos de Remoción en Masa	Geológicos	MA, A, M, B	4,3,2,1	4,3,2,1 (Resultado del tratamiento en Arc Gis de los factores numéricos de susceptibilidad)	
	Geomorfológicos	MA, A, M, B	4,3,2,1		
	Hidroeológico	MA, A, M, B	4,3,2,1		
	Pendientes	MA	0 - 10% (1)		4,3,2,1 (Resultado del tratamiento en Arc Gis de los factores numéricos de susceptibilidad)
		A	10 - 20% (2)		
		M	20 - 40% (3)		
B		Mayor de 40% (4)			
Precipitaciones Anuales	MA, A, M, B	4,3,2,1			
Uso del suelo	MA, A, M, B	4,3,2,1			

LEYENDA: MA = Muy Alto; A= Alto; M= Medio; B= Bajo

Fuente: Pauker, 2013

4.2.1.2 Vulnerabilidad

Los elementos analizados en la Vulnerabilidad para el sector de estudio han sido: socioeconómicos, prevención y respuesta, percepción local/resiliencia e infraestructura, esto es a nivel parroquial, ante amenazas naturales.

Las diferencias de vulnerabilidad del contexto socioeconómico, capacidad de resiliencia, percepción del riesgo e infraestructura, se aplican ante los diversos fenómenos naturales peligrosos, lo cual permite zonificar los niveles de riesgos.

Así obtenemos el grado de vulnerabilidad en la población según el lugar de residencia y la afectación del desarrollo según la actividad económica realizada obteniendo los siguientes resultados para poder ir al siguiente paso como es la zonificación del riesgo:

Tabla 45
Niveles de Vulnerabilidad por Parroquias

Cayambe 6 Parroquias						
Olmedo	0,48	0,77	0,53	0,64	0,6	A
Cayambe	0,34	0,7	0,4	0,39	0,46	M
Cangahua	0,5	0,93	0,65	0,7	0,7	A
Otón	0,64	1	0,88	0,76	0,82	MA
Cusubamba	0,64	1	0,88	0,78	0,83	MA
Ascázubi	0,64	1	0,88	0,78	0,83	MA
P. Moncayo 5 Parroquias						
Tupigachi	0,45	1	0,6	0,66	0,68	A
Tabacundo	0,36	0,77	0,45	0,44	0,51	A
La Esperanza	0,51	1	0,65	0,67	0,71	A
Tocachi	0,78	1	0,93	0,79	0,87	MA
Malchingui	0,76	1	0,93	0,79	0,87	MA
Los Bancos 2 Parroquias						
Mindo	0,47	0,82	0,6	0,66	0,64	A
Los Bancos	0,59	0,84	0,73	0,7	0,71	A
P. V. Maldonado 1 Parroquia						
P. V. Maldonado	0,7	0,84	0,73	0,71	0,75	MA
Puerto Quito 1 Parroquia						
Puerto Quito	0,8	0,84	0,73	0,73	0,78	MA
Mejía: 8 Parroquias						
Aloag	0,44	0,58	0,55	0,60	0,54	A
Aloasi	0,53	0,67	0,63	0,60	0,61	MA
Cutuglagua	0,58	0,73	0,78	0,63	0,68	MA
El Chaupi	0,67	0,73	0,73	0,60	0,68	MA
Machachi - Cabecera cantonal	0,31	0,44	0,45	0,50	0,43	M
Manuel Cornejo Astorga	0,51	0,56	0,48	0,55	0,53	A
Tambillo	0,49	0,65	0,63	0,62	0,60	MA
Uyumbicho	0,46	0,65	0,63	0,62	0,59	A
Rumiñahui: 3 Parroquias						
Cotogchoa	0,54	0,63	0,65	0,69	0,63	MA
Rumipamba	0,76	0,67	0,33	0,74	0,63	MA
Sangolquí - Cabecera Cantonal	0,29	0,33	0,28	0,51	0,35	M

SIMBOLOGIA	
Categoría	Rango
Muy Alto	0,76 - 1,00
Alto	0,51 - 0,75
Medio	0,26 - 0,50
Bajo	0,00 - 0,25

SIMBOLOGÍA: MA = Muy Alto 0,76-1; A= Alto 0,51-0,75; M= Medio; 0,26-0,50; B= Bajo; 0-0,25

Fuente: Pauker, 2013

4.2.1.3 Riesgo

Como lo definimos al inicio de este estudio se entiende como Riesgo (Risk), como los daños que podrían generarse por efecto de una amenaza a las personas, bienes y medio ambiente.

Como producto final del riesgo tenemos la función de la interacción de la amenaza y la vulnerabilidad:

$$R/t = (A_i, V_e)/t$$

A_i: es la amenaza o peligro: probabilidad de que se presente un suceso con una intensidad mayor o igual a **i** durante un período de exposición **t**.

V_e: es la vulnerabilidad de un elemento expuesto **e**.

R: es el riesgo: probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento **e** como resultado de la ocurrencia de un suceso con una intensidad mayor o igual a **i**, durante un período de tiempo **t** dado.

Para lo que tiene que ver el mapeo del riesgo es simplemente la relación entre la amenaza (hazard) con la vulnerabilidad (vulnerability) en sus factores numéricos obteniendo entonces:

$$\text{RIESGO} = f(\text{Amenaza, Vulnerabilidad})$$

Para la obtención de indicadores cualitativos de niveles de riesgo se realiza la definición de cada uno, en cuatro categorías Muy alto (MA), Alto (A), Medio (M) y Bajo (B), que corresponden a cuatro indicadores cuantitativos:

4.2.1.3.1 Indicadores Cualitativos y Cuantitativos de factores de Riesgo para el Área de estudio

Riesgo

Tabla 46
Niveles del Riesgo

Indicadores Cualitativos	Indicadores Cuantitativos
Se caracterizan por contar con las condiciones topográficas, litológicas y de relieve más favorables para la ocurrencia de procesos de remoción en masa e inundaciones, según sea el caso, además de una alta vulnerabilidad de la población para afrontar dificultades por la acción de los fenómenos naturales. Son áreas que requieren una atención especial, no sólo para su planificación futura, sino para su atención a corto plazo, con el propósito de disminuir el nivel de vulnerabilidad. (MA)	4
Con una combinación de vulnerabilidad alta y con posibilidades potenciales de ocurrencia de procesos frecuentes de remoción en ladera e inundaciones, según sea el caso, las zonas de nivel de riesgo alto, generalmente rodean a las de riesgo muy alto. Las zonas de pre-montaña coinciden en gran medida con esta categoría. La influencia de ríos que generan intensa erosión fluvial determina algunos puntos, en laderas, con pendientes medias. (A)	3
Involucran valores de vulnerabilidad y amenaza cercanos a la media. En este caso son zonas potencialmente riesgosas, pero los niveles de vulnerabilidad son de medio a bajo. (M)	2
Se ubican preferentemente en sectores de cotas altas de la zona de estudio, hecho que se explica por los espacios deshabitados a lo largo de ella, más que por condiciones de vulnerabilidad baja, por aspectos físicos que favorezcan la estabilidad del terreno. (B)	1

Fuente: Defensa Civil, SNGR, PCOE

4.2.2 Evaluación de niveles de riesgo

4.2.2.1 Marco conceptual

Haciendo referencia al concepto de Riesgo: *“Probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar definido y durante un tiempo de exposición determinado”*.

Entonces quiere decir que para obtener una Zonificación de Riesgo hay que obtener dos productos finales, tanto los mapas de zonificación de amenazas y los correspondientes a zonificación de vulnerabilidad, para sumarlos y obtener un mapa de zonificación de riesgos, cumpliendo el concepto de que el Riesgo es una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.

Para la elaboración de los mapas de riesgos, se aplicara las operaciones apropiadas de los sistemas de información geográfica sumando tanto los Mapas de Zonificación de Amenazas con el Mapa de Vulnerabilidad. Así obtenemos un Mapa de Riesgos para los tipos de amenazas zonificadas, inundación, sísmica, volcánica y fenómenos de remoción en masa.

Para el análisis del riesgo, se toma en cuenta tres componentes básicos:

- 1) determinación de la fuente de peligro
- 2) delimitación del área de influencia
- 3) establecimiento cualitativo de indicadores

Los mismos que permiten establecer el nivel socio económico de la población, parámetros incluidos para incorporar la variable social en el conjunto de criterios a considerar.

4.2.3 Mapas de Riesgo

Para establecer el grado de riesgo en los Mapas de Zonificación del Riesgo combinamos los índices de amenaza y el nivel de vulnerabilidad en la zona de estudio, estableciendo los mismos cuatro niveles adoptados en toda la tesis (Bajo(B),Medio (M), Alto(M), Muy Alto (MA)), resultando ocho Mapas de Zonificación del Riesgo para la Zona de Estudio:

- Para inundaciones
- Para sismicidad
- Para vulcanismo
- Para Fenómenos de Remoción en Masa
- Riesgo para sismicidad
- Riesgo para vulcanismo
- Riesgo para Fenómenos de Remoción en Masa
- Riesgo para inundaciones

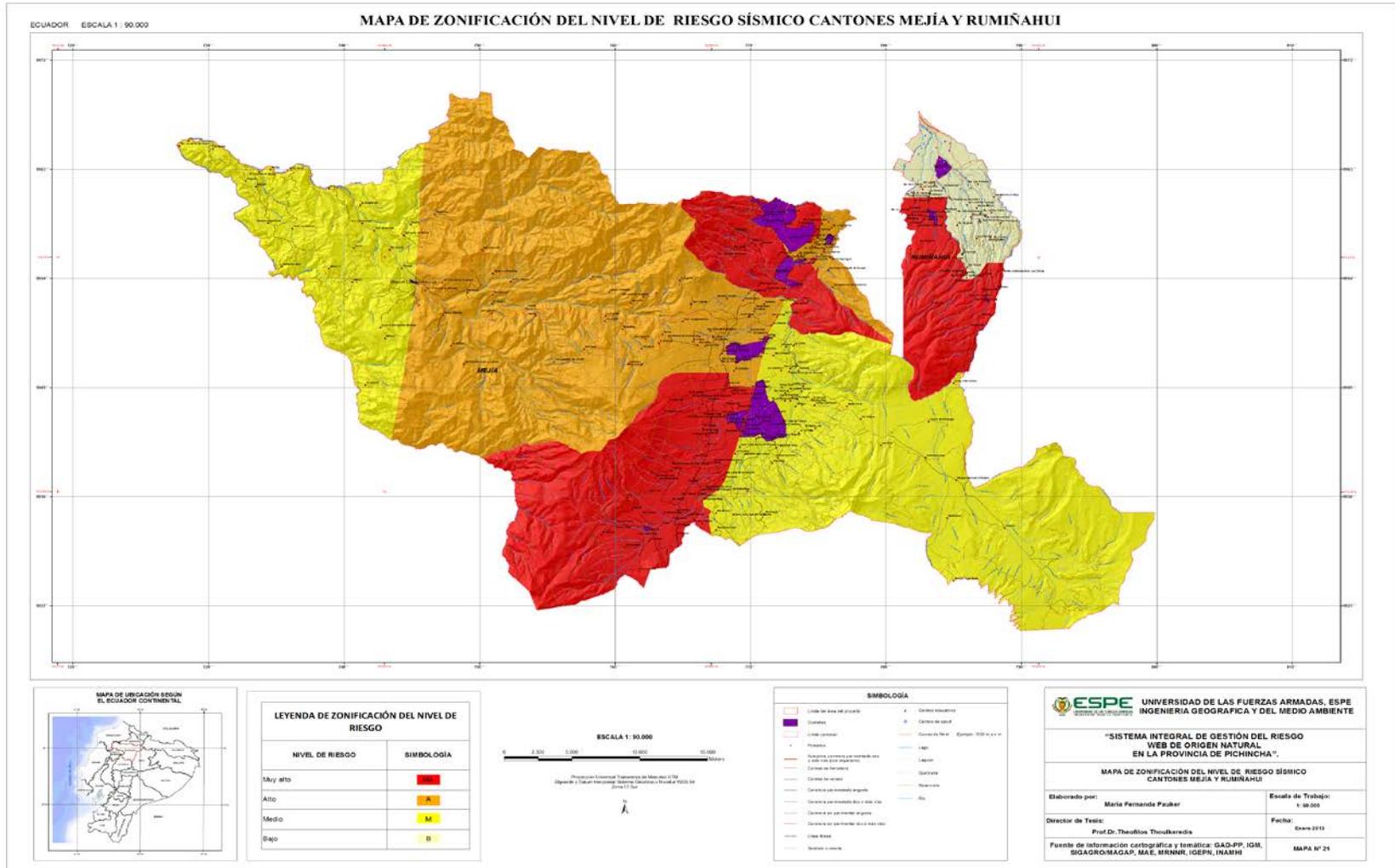
Así tenemos las cuatro zonas definidas como:

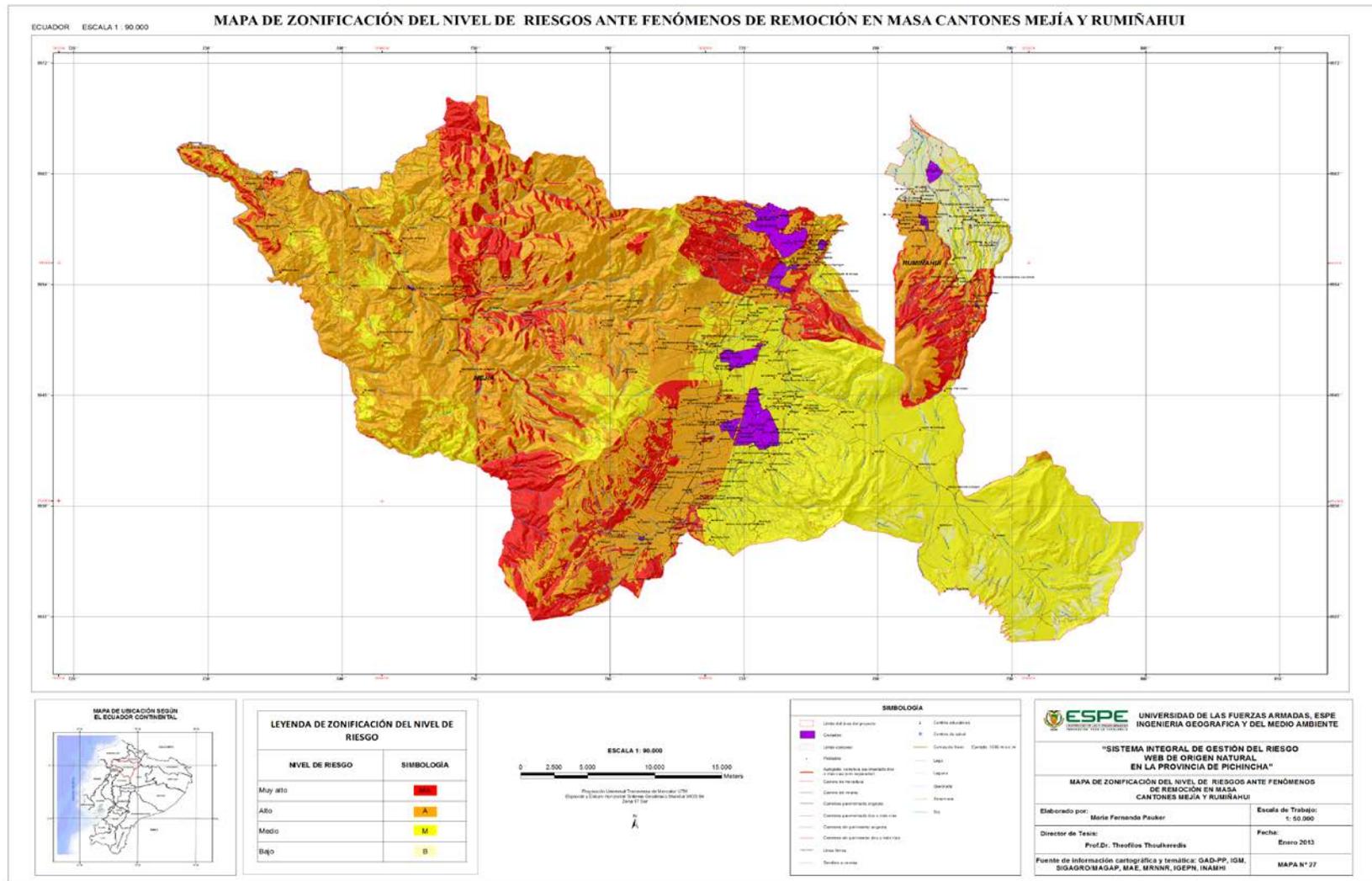
- ✓ **Zonas de nivel de riesgo muy alto:** Son áreas que requieren una atención especial, no sólo para su planificación futura, sino para su atención a corto plazo, con el propósito de disminuir el nivel de vulnerabilidad. Se caracterizan por contar con las condiciones topográficas, litológicas y de relieve más favorables para la ocurrencia de procesos de remoción en masa e inundaciones, según sea el caso, además de una alta vulnerabilidad de la población para afrontar dificultades por la acción de los fenómenos naturales.

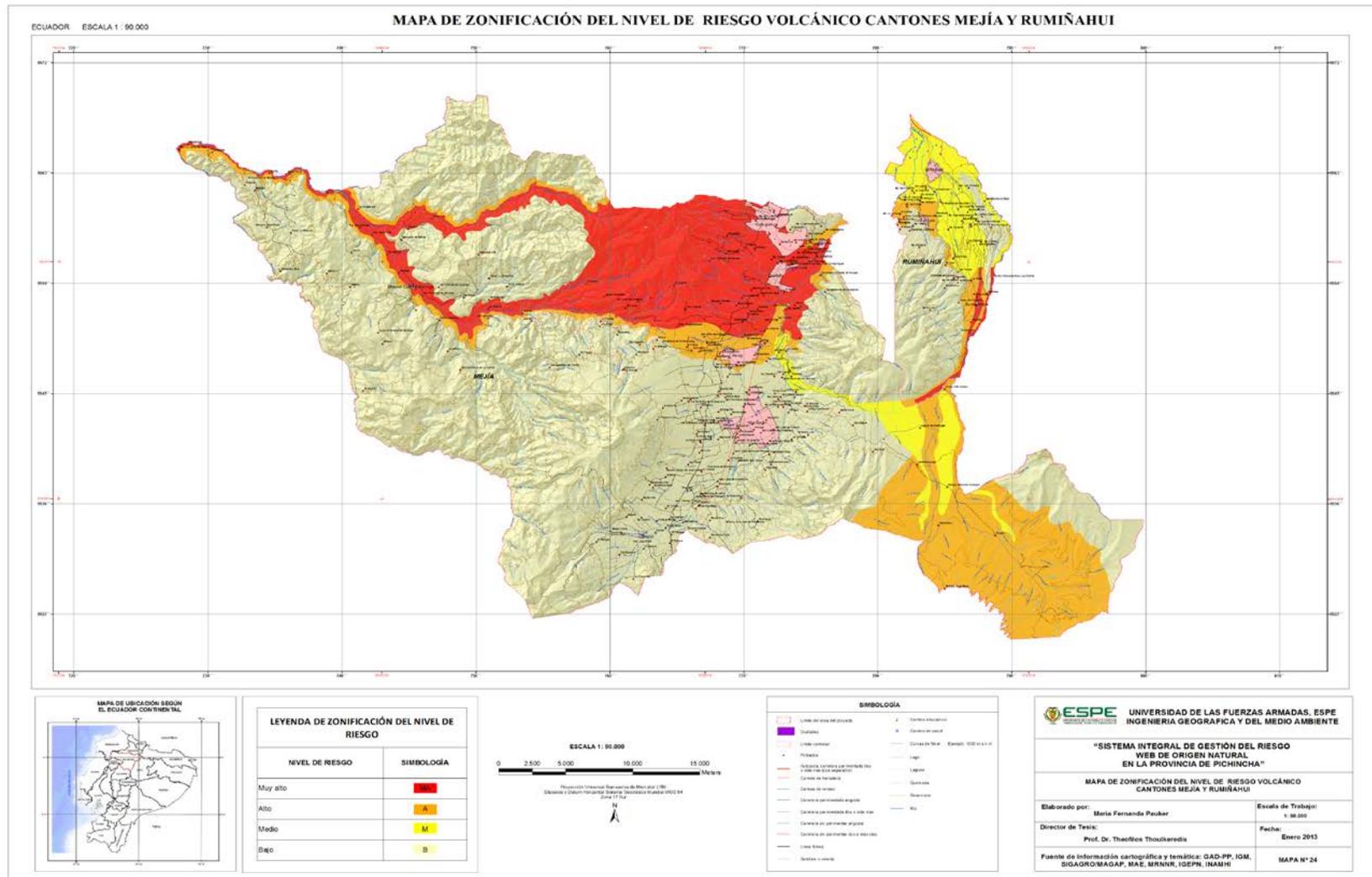
- ✓ **Zonas de nivel de riesgo alto:** generalmente rodean a las de riesgo muy alto. Las zonas de pre-montaña coinciden en gran medida con esta categoría. La influencia de ríos generan intensa erosión fluvial determina algunos puntos, en laderas, con pendientes medias.

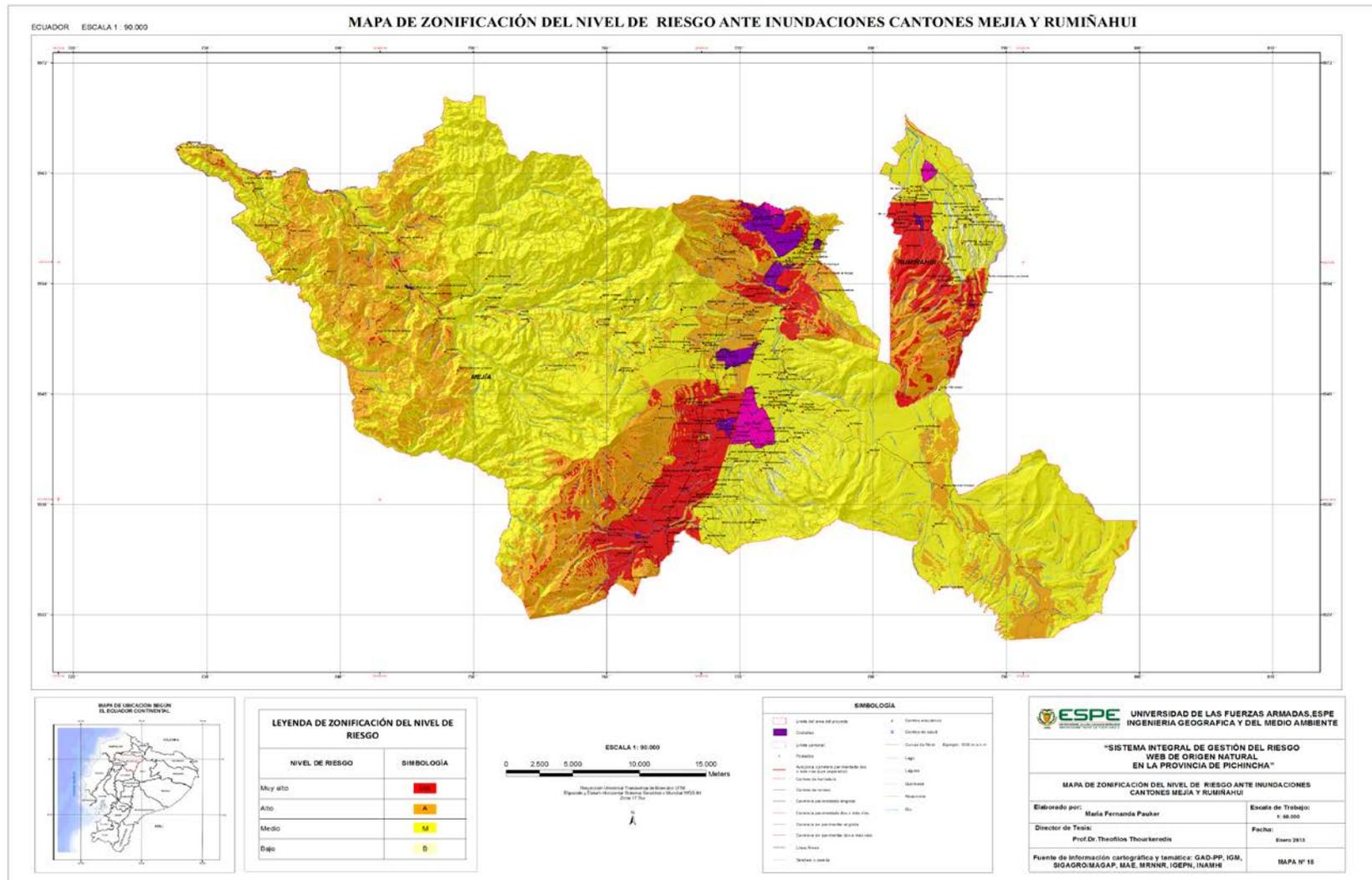
- ✓ **Zonas de nivel de riesgo medio:** Implican valores de vulnerabilidad y amenaza cercanos a la media. Podemos definir entonces a estas zonas potencialmente riesgosas, pero los niveles de vulnerabilidad son de medio a bajo en este caso.

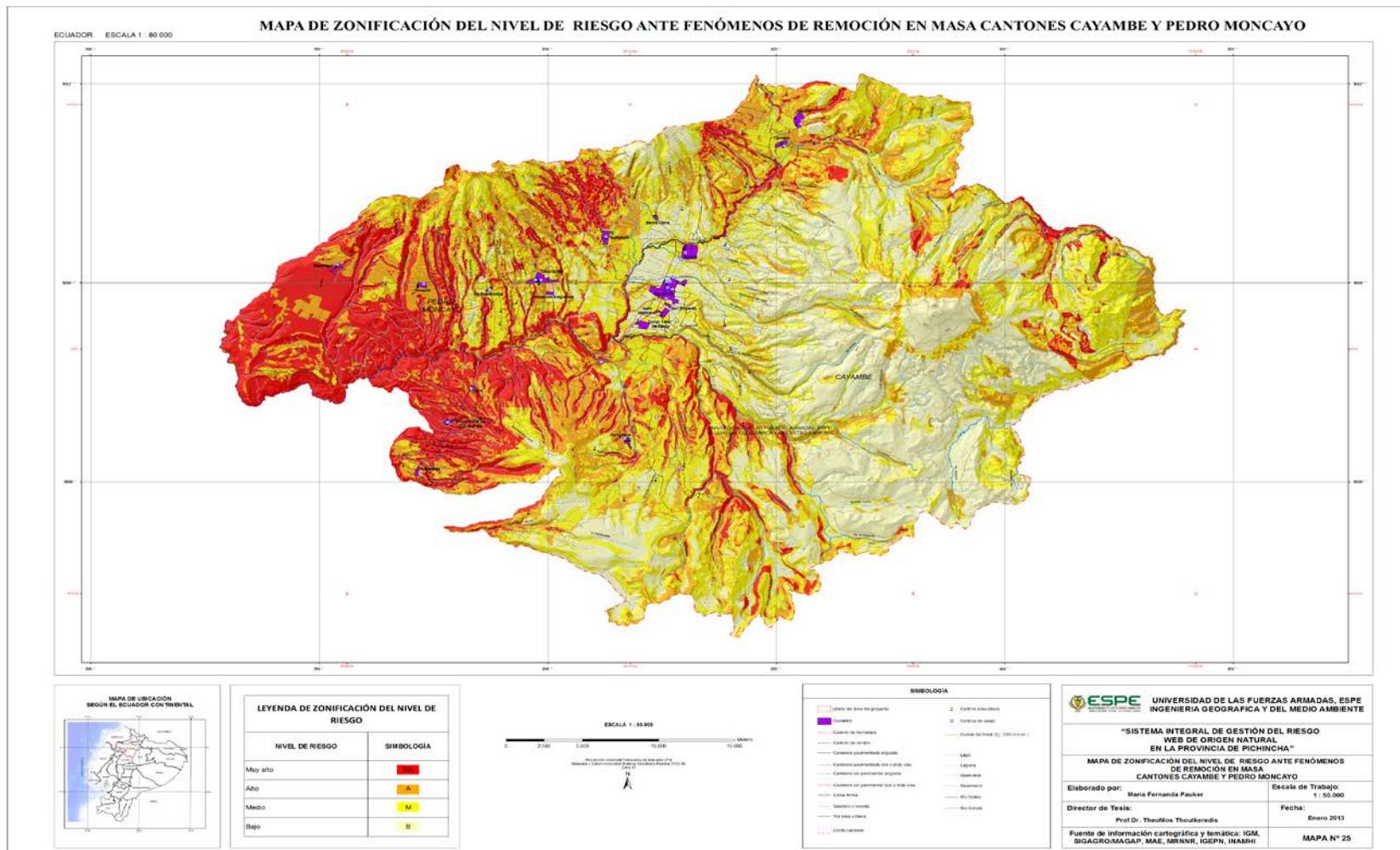
- ✓ **Zonas de nivel de riesgo bajo:** se ubican especialmente en sectores de cotas altas de la zona de estudio, que se da por los espacios deshabitados a lo largo de la misma, más que por condiciones de vulnerabilidad baja es por aspectos físicos que favorezcan la estabilidad del terreno.

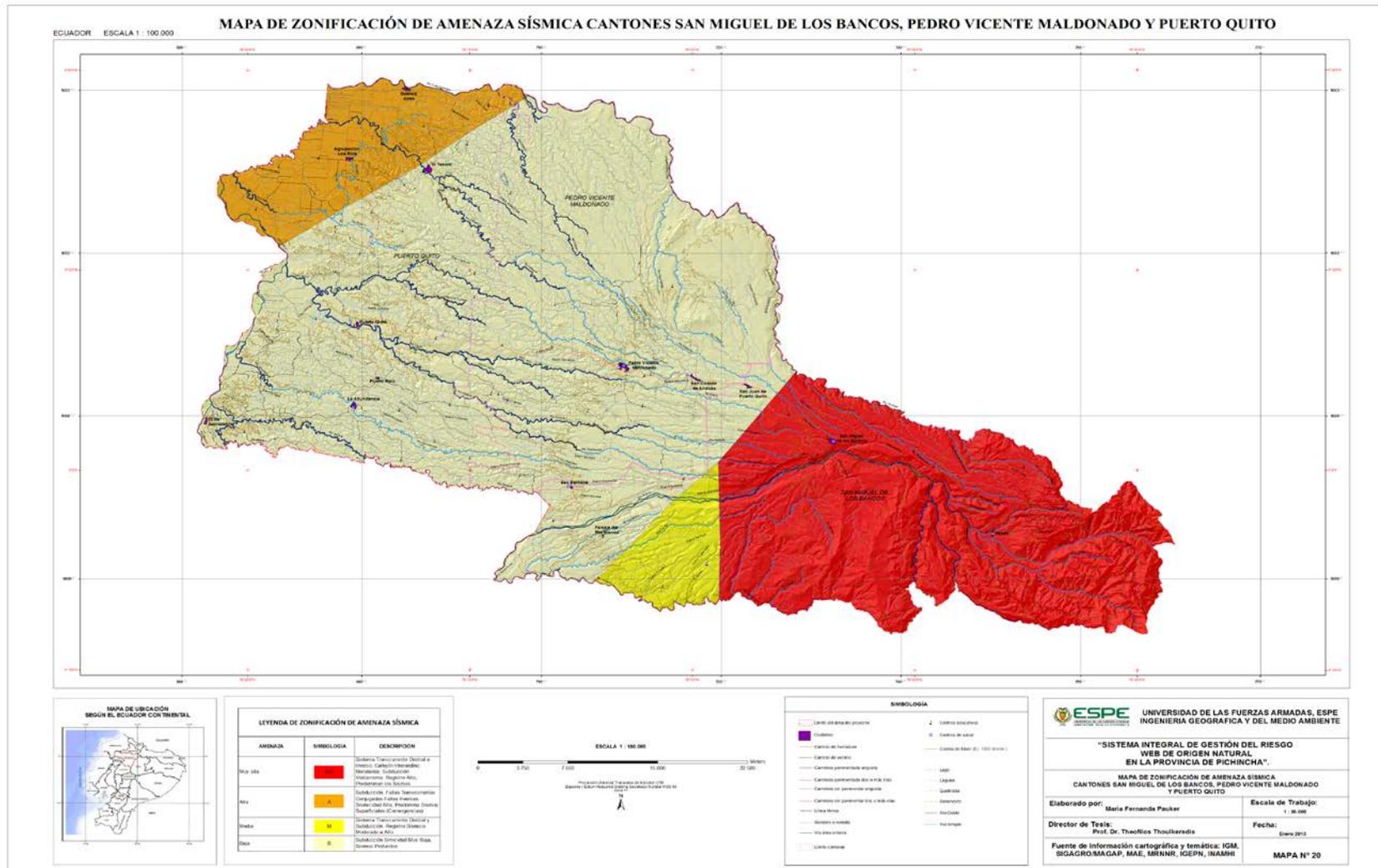


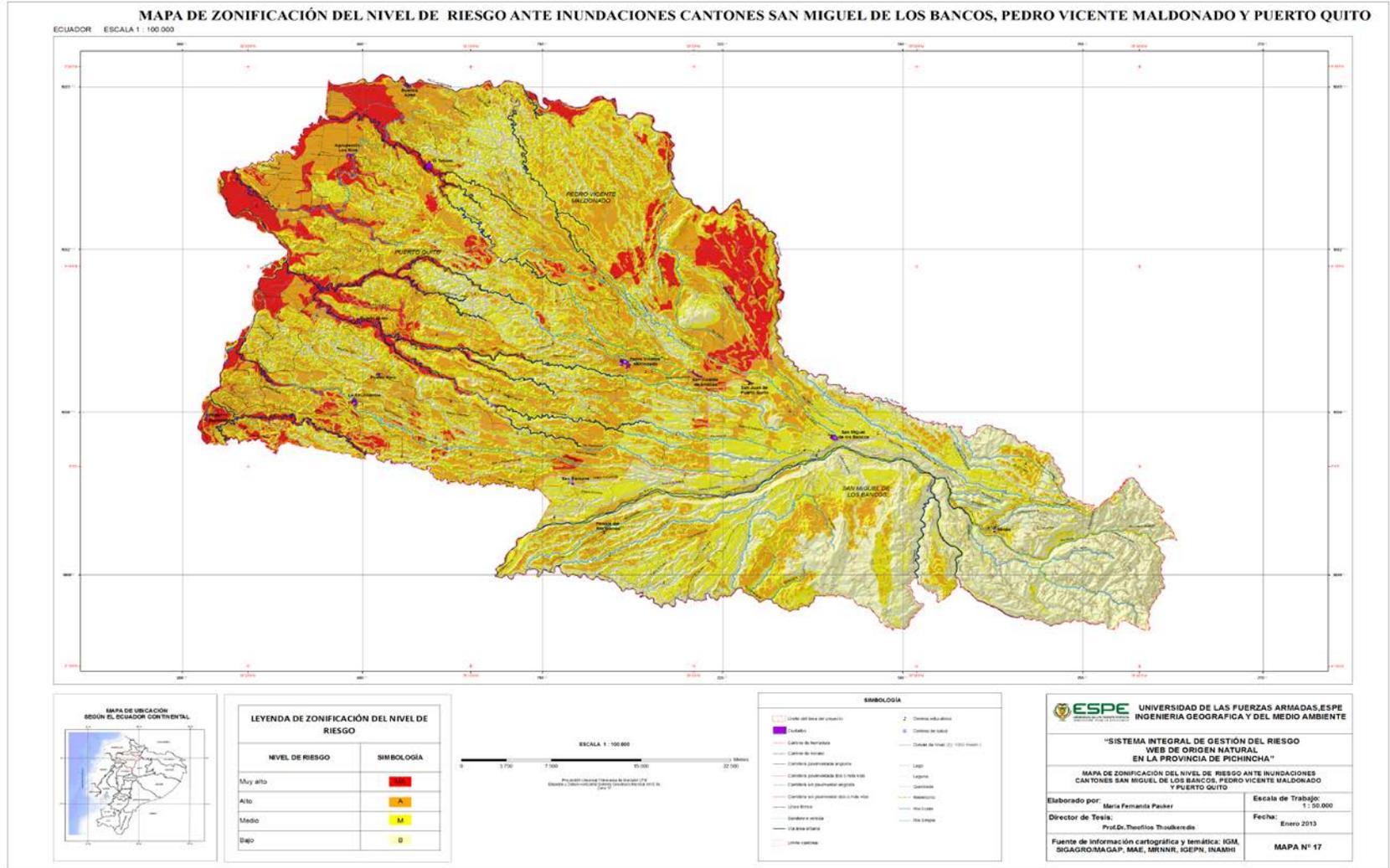


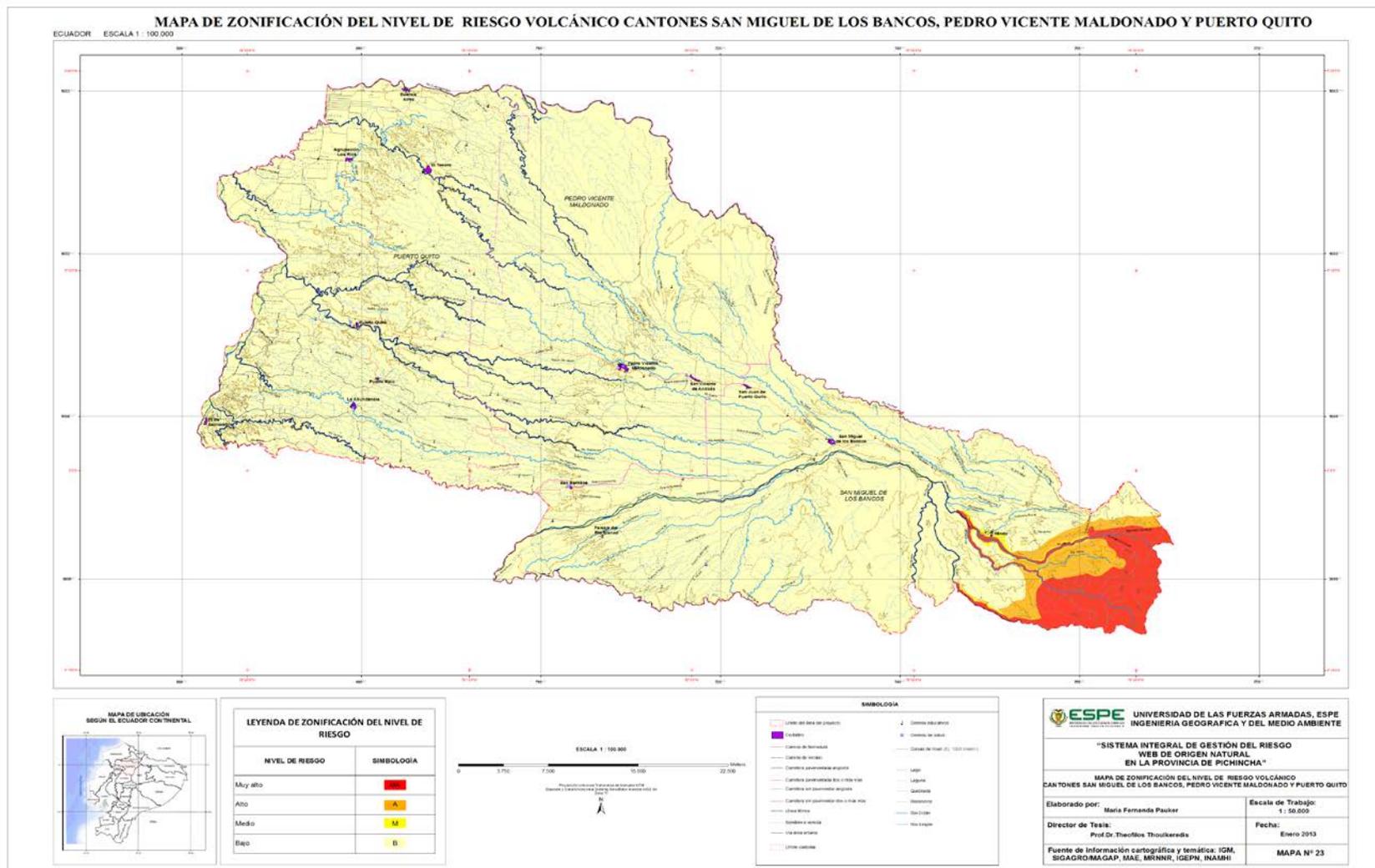


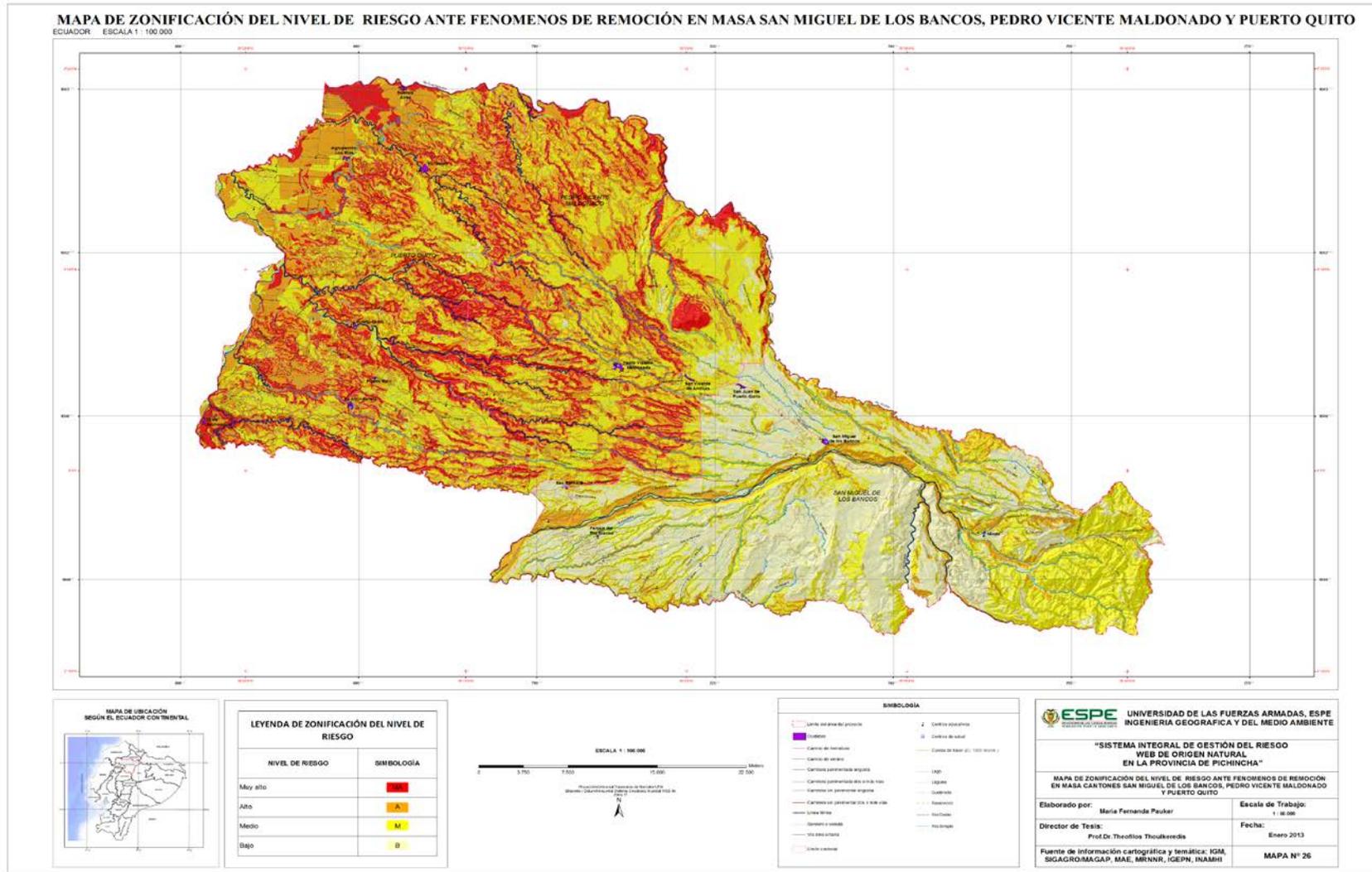












4.2.4 Análisis del riesgo por cantón

Resaltamos que los datos incluidos en las siguientes tablas son datos obtenidos por FUNEPSA en su estudio los que nos han permitido recopilar información para la definición de nuestros mapas:

Tabla 47
Análisis del Riesgo para el Cantón Cayambe

RIESGO		SECTOR		
AMENAZA	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
INUNDACIONES	Casi remota en Pesillo y Olmedo al Norte (Parr. Olmedo); el sector al Sur de la Coop. 1° de Mayo en la margen izquierda del río Pisque (Parr. Cangahua); y, otros de menor importancia; al Oeste, en las parroquias Otón, Santa Rosa de Cusubamba y Ascázubi.	Mucho más remota en la plataforma diluvial en la que se ubican Santa Clara, Ayora, Cayambe, San Ruperto, Juan Montalvo y la Coop. 1° de Mayo (Parroquia Cayambe)	Prácticamente remota en las plataformas diluviales medias, relacionadas con paleocauces	Definitivamente remota en superficies completamente irregulares, como el edificio y sectores aledaños al volcán Cayambe
SISMICA	Sector Suroeste de potencial afectación en Otón, Santa Rosa de Cusubamba y Ascázubi	Con incidencia en los dos flancos, Noreste (Olmedo) y Suroeste (Cangahua)	Sector central del cantón con orientación al Noroccidente	
VOLCANICA	Se gráfica exclusivamente en el flanco Noroccidente, con afectación a la Parroquia Olmedo	Corresponde al edificio del volcán nevado Cayambe, sectores al Oeste y Noreste del nivel Muy Alto, y la margen izquierda de los ríos San José y Pisque	Prácticamente la plataforma diluvial sobre la que se ubican los principales centros poblados, al centro del cantón	
FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	Poco probable en el Oeste, sectores de las Parroquiaas: Otón, Santa Rosa de Cusubamba y Ascázubi, márgenes de drenajes naturales del Suroccidente y pequeñas ocurrencias al Noreste	Muy poco probable en las pequeñas plataformas diluviales medias, relacionadas con paleocauces	Prácticamente imposible en su mayor parte	

Fuente: Pauker, 2013

Tabla 48
Análisis del Riesgo para el Cantón Pedro Moncayo

RIESGO AMENAZA	SECTOR			
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
INUNDACIONES	Ocurrencia remota en amplias plataformas diluviales de las Parroquias: Tupigachi, Tocachi y Malchinguí, así como en las pequeñas del mismo tipo en las Parroquias: Tabacundo y La Esperanza	Ocurrencia prácticamente remota en pequeñas plataformas diluviales dispersas en todo el cantón	Ocurrencia imposible en plataformas y taludes altos, así como márgenes de drenajes naturales, de preferencia ubicados en las Parroquias: Tocachi y Malchinguí	Sectores de superficie accidentada correspondiente a los flancos del complejo volcánico Mojanda - Fuya Fuya
SISMICA	Zona occidental media con incidencia en las Parroquias: Tocachi y Malchinguí	Zona oriental media con incidencia en las Parroquias: Tupigachi, Tabacundo y La Esperanza		
VOLCANICA	Reducida afectación, la amenaza se grafica en zonas muy pequeñas, tanto al Este como al Oeste			
FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	Con baja probabilidad de afectación, se grafica preferentemente en el tercio Occidental, sector de las Parroquias: Tocachi y Malchinguí, así como en los márgenes de drenajes nat.	Más baja probabilidad de ocurrencia, se grafica en plataformas diluviales medias, de preferencia en las Parroquias: Tupigachi, Tocachi y Malchinguí	Casi sin probabilidad de ocurrencia, se grafica en el medio oriental, las Parroquias: La Esperanza - Tabacundo - Tupigachi, con especificación a plataformas diluviales altas	

Fuente: Pauker ,2013

Tabla 49
Análisis del Riesgo para el Cantón San Miguel de los Bancos

RIESGO AMENAZA	SECTOR			
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
INUNDACIONES		Plataformas diluviales dispersas, generalmente entre drenajes naturales	Plataformas diluviales del sector medio occidental	Sectores orientales de montaña
SISMICA	Casi en su totalidad		Sectores Occidentales	
VOLCANICA	Se grafican en el extremo Oriental, con afectación directa a los drenajes naturales del sector de Mindo		Extremo Oriental con afectación directa a Mindo	Casi en su totalidad
FENOMENOS DE REMOCION EN MASA		Márgenes derecha e izquierda de los ríos Pachijal y Blanco, y en menor escala en el Cocaniguas	Márgenes derecha e izquierda de los demás ríos	El resto, plataformas diluviales

Fuente: Pauker ,2013

Tabla 50
Análisis del Riesgo para el Cantón Pedro Vicente Maldonado

RIESGO AMENAZA	SECTOR			
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
INUNDACIONES	Llanuras de inundación de los ríos Pachijal y Guayllabamba, en los que se incluyen sus afluentes	Plataformas diluviales bajas ubicadas entre las plataformas altas y los drenajes naturales	Plataformas diluviales medias del sector Norte ubicadas entre drenajes naturales	Pequeñas plataformas diluviales altas, con preferencia de ocurrencia al Sur
SISMICA	Todo			
VOLCANICA	Todo			
FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	Plataforma diluvial entre los ríos Pítzara y San Dimas, así como márgenes de drenajes naturales	Plataformas diluviales medias del sector Norte ubicadas entre drenajes naturales	Plataformas diluviales bajas ubicadas entre las plataformas altas y los drenajes naturales	Baja afectación en el sector Este

Fuente: Pauker ,2013

Tabla 51
Análisis del Riesgo para el Cantón Puerto Quito

RIESGO AMENAZA	SECTOR			
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
INUNDACIONES	Llanuras de inundación del río Blanco y sus afluentes ríos Bravo, Salazar, Abundancia, Caoní, Inca y Sábalo	Plataformas diluviales bajas del sector occidental, ubicadas entre las plataformas altas y los drenajes naturales	Plataformas diluviales medias dispersas entre drenajes naturales	Pequeñas plataformas diluviales dispersas altas
SISMICA	Sector Noroccidental con afectación a las comunidades Buenos Aires, Simón Bolívar y Agrupación Los Ríos		El resto del cantón (75 %)	
VOLCANICA				Todo
FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	Márgenes de drenajes naturales y sector noroccidental de superficie irregular, comunidad Simón Bolívar	Sectores occidentales de superficies regulares (medias)	Plataformas diluviales bajas ubicadas entre las plataformas altas y los drenajes naturales	Bajísima superficie de afectación

Fuente: Pauker ,2013

Tabla 52
Análisis del Riesgo para el Cantón Mejía

RIESGO AMENAZA	SECTOR			
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
SISMICA	Cotogchoa y Rumipamba			Sangolqui
VOLCANICA	Drenajes de los ríos Santa Clara y Pita, Rumipamba	Drenajes de los ríos San Nicolás y San Pedro	Plataformas intraformacionales entre los ríos Pita, Santa Clara, San Nicolás y San Pedro, Sangolqui	

Contnua →

FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	Sectores de pendientes altas del drenaje del río Santa Clara, Rumipamba	Morfologías irregulares al Norte del volcán Cotopaxi, Cotogchoa, y drenaje del río Santa Clara, Rumipamba	
INUNDACIONES	Sectores de pendientes bajas del drenaje del río Santa Clara, Cotogchoa	Morfologías regulares al Norte del volcán Cotopaxi, Rumipamba	Morfología de pendientes bajas, Sangolquí

Fuente: Pauker ,2013

Tabla 53
Análisis del Riesgo para el Cantón Rumiñahui

RIESGO AMENAZA	SECTOR			
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
SISMICA	Cutuglagua, Tambillo, Uyumbicho, Aloasí y El Chaupi	Manuel Cornejo Astorga	Tandapi hasta la Unión del Toachi, Machachi	
VOLCANICA	Cutuglagua, Tambillo, Uyumbicho y drenajes de los ríos Santa Ana y Naranjal	Taludes externos de los ríos Santa Ana y Naranjal, Parque Nacional Cotopaxi	Drenaje del río Pedregal y Parque Nacional Cotopaxi	
FENOMENOS DE REMOCION EN MASA	Sectores de pendientes altas de los flancos Occidentales y Orientales de la Cordillera Occidental	Sectores de pendientes medias de los flancos de la Cordillera occidental		
INUNDACIONES	Callejón interandino con el carácter de remoto			

Fuente: Pauker ,2013

CAPITULO V

ANÁLISIS Y MAPEO DE MULTI-AMENAZAS

Iniciamos explicando la conceptualización de las MultiAmenazas que son reconocidas como la “Combinación de dos o más factores de amenaza, manifestados de manera aislada, simultánea o por reacción en cadena, para producir un suceso disparado de un desastre.”(Ley de Emergencia de Costa Rica, 2006).

Recordamos las Amenazas que se encuentran presentes en nuestra Zona de estudio que a su vez fue dividida en tres subzonas; Nor-Este, Nor-Oeste y Sur, donde se encuentran ubicados los cantones de la Provincia de Pichincha que han sido objeto de estudio en capítulos anteriores.

Subzonas de las cuales hemos construido mapas. Cada uno de los mapas y como hemos señalado anteriormente están clasificados por los diferentes niveles de amenaza que corresponden a rangos definidos según las características de cada zona siendo estos; Muy alta, Alta, Media y Baja.

Una vez reconocidas las herramientas y resultados obtenidos proseguimos a la obtención de nuestras MultiAmenazas que aportaran a nuestro Sistema Integral en Gestión de Riesgos, para eso hemos seguido los siguientes pasos; Normalización, Rasterización, Ponderación, Reclasificación y MultiAmenaza Final.

Resaltamos el proceso de la metodología que es un análisis espacial en mapas a través de un software GIS que nos permita sumar nuestras amenazas presentes. Pero, ¿Que sucede cuando sumamos mapas, que ocurre con nuestros datos, celdas e información final? considerando siempre el multicriterio y la factibilidad de aplicación en nuestro estudio emplearemos el Método de SAATY para nuestra ponderación.

Finalmente obtendremos tres mapas de Multiamenazas por cada SUBZONA obteniendo lo alcanzando los objetivos planteados en el inicio de este capítulo.

5. MultiAmenazas

5.1 Mapa Conceptual de Multiamenazas

Una MultiAmenaza es reconocida como la “Combinación de dos o más factores de amenaza, manifestados de manera aislada, simultanea o por reacción en cadena, para producir un suceso disparado de un desastre.”(Ley de Emergencia de Costa Rica, 2006).



Grafico 32 – Multiamenazas, Fuente: Pauker, 2013

Las amenazas naturales manifestadas en nuestra Zona de estudio son:

- Amenaza por Inundaciones
- Amenaza por Volcanes
- Amenaza por Sismicidad
- Amenaza por Movimiento de Masas

Un Mapa de MultiAmenaza entonces es la representación grafica geográfica de varias amenazas clasificadas en diferentes niveles de afectación de un fenómeno natural a una zona poblada como no, que puede ser susceptible a sus efectos de ocurrencia.

Las MultiAmenazas pueden ser medidas por niveles y así ser identificados bajo parámetros de estudio y análisis en diversas zonas y pueden ser aplicadas en la gestión de riesgos en diferentes campos.

5.2 MultiAmenazas en Nuestra Zona de Estudio

En los capítulos anteriores hemos definido parámetros vitales para poder concretar el grado de riesgo en la zona de estudio, una vez reconocidas las amenazas y vulnerabilidades pudimos obtener resultados y herramientas como mapas para poder ubicar a cada una de las variables de manera correcta.

Ahora nos dirigimos a la definición y obtención de nuestras MultiAmenazas base de nuestro sistema integral, que nos permitirá crear una de las capas finales para que el Sistema pueda ingresar en operaciones. Para obtener estas capas finales debimos llevar a un análisis geográfico cada una de las tres zonas de estudio en la Provincia de Pichincha, logrando como resultados los siguientes mapas:

- **Zona Nor-Este:** corresponde a Cantón Cayambe y Pedro Moncayo, así tenemos:
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Inundaciones Nor-Este
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Sismicidad Nor-Este
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Mov. Masas Nor-Este
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Volcanes Nor-Este
- **Zona Nor-Oeste:** corresponde a Cantón San Miguel de los bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito, así tenemos:
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Inundaciones Nor-Oeste
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Sismicidad Nor-Oeste
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Mov. Masas Nor-Oeste
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Volcanes Nor-Oeste
- **Zona Sur:** corresponde a Cantón Mejía y Rumiñahui, así tenemos:
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Inundaciones Sur
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Sismicidad Sur
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Mov. Masas Sur
 - Mapa Zonificación de Amenazas por Volcanes Sur

Cada uno de los mapas y como hemos señalado anteriormente están clasificados por los diferentes niveles de amenaza que corresponde a rangos definidos según las características de cada zona:

Tabla 54
Representación Gráfica de los niveles de Amenazas

Muy Alto	Rojo
Alto	Naranja
Medio	Amarillo
Bajo	Marfil

Fuente: Pauker, 2013

Una vez reconocidas las herramientas y resultados obtenidos hasta el momento proseguimos a la obtención de nuestras MultiAmenazas que aportaran a nuestro Sistema Integral en Gestión de Riesgos en la Zona de Estudio.

5.3 Mapeo MultiAmenaza

Una vez que hemos obtenido los mapas de amenazas presentes en nuestras tres zonas de estudio que se ubican en la Provincia de Pichincha proseguimos a definir el proceso más adecuado que nos ayudará y permitirá obtener los resultados que esperamos ósea nuestros mapas de MultiAmenazas por Zona.

Siguiendo los siguientes pasos:

1. Normalización
2. Rasterización
3. Ponderación
4. Reclasificación
5. MultiAmenaza Final

5.3.1 Normalización

Entendamos entonces que normalización es un proceso que entrega más calidad, seguridad, fiabilidad y eficiencia en los datos, herramientas y procesos aplicados y resultados obtenidos. Logrando de esta forma estandarizar de una manera funcional bases para el mejor entendimiento de información que en este caso es información geográfica.

Es así que la normalización permite el establecimiento de un conjunto estructurado de normas que diferencian la producción artesanal de la industrial permitiendo así la viabilidad comercial y accesibilidad global de información.

Indispensables para información geográfica digital conocer: **ISO (Organización Internacional de Normalización)**; que, a través del Comité Técnico 211 (TC211), se encarga de normalizar todos los aspectos relativos a la Información Geográfica Digital mediante la definición de normas. Estas normas especifican métodos, modelos, herramientas y servicios para la gestión, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de datos geográficos digitales entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones. ISO/TC 211 ha aprobado más de 40 Normas Internacionales y trabaja en unos 20 documentos adicionales de la familia de normas ISO 19100 aplicables a la Información Geográfica.

En todo nuestro proceso se ha cumplido las normas base en especial de metadatos para que sean amigables y accesibles a todos los usuarios que deseen ingresar y conocer nuestro Sistema Integral.

Cumpliendo entonces las normas globales, normalizamos nuestros datos como anteriormente lo habíamos definido y como hemos establecido a lo largo de nuestro estudio dentro de los parámetros, niveles y rangos establecidos.

Así identificamos nuestros mapas y verificamos que todos tengan la misma normalización definiendo parámetros como la siguiente tabla que corresponde a criterios, análisis y estudios desglosados en capítulos anteriores:

Tabla 55
Representación Gráfica de los niveles de Amenazas

Nivel de Amenaza	Nivel Grafico Amenaza	
Muy Alto	4	Rojo
Alto	3	Naranja
Medio	2	Amarillo
Bajo	1	Marfil

Fuente: Pauker, 2013

5.3.2 Rasterización

Una vez realizada la normalización proseguimos a verificar que todos nuestros mapas sean ráster, aquellos que no cumplan con este formato se procederá a utilizar un software SIG.

Recordemos que el formato ráster se fundamenta en la división del área de estudio en una matriz de celdas, generalmente cuadradas. Cada una de estas celdas recibe un valor único que es representativo para toda la superficie comprendida por la misma. Por lo tanto este formato, cubre la totalidad del espacio, así podemos suponer una ventaja fundamental ya que pueden obtenerse valores de forma inmediata para cualquier punto del mismo.

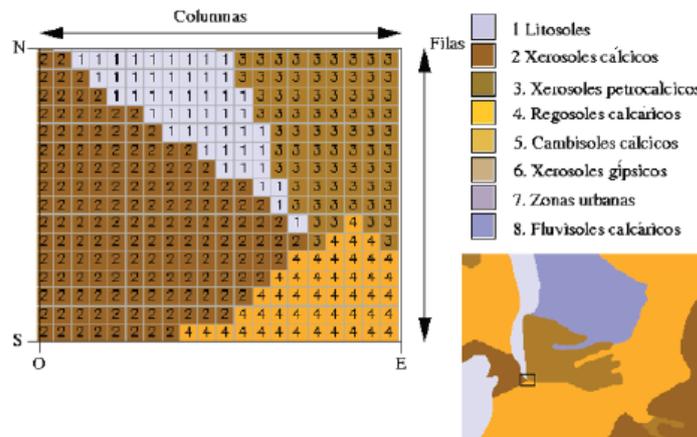


Gráfico 33 - Modelos digitales. Codificación de una variable cualitativa en formato ráster.
Fuente: (Universidad Murcia (UM), 2006)

En el software GIS buscaremos herramientas de Análisis Espacial, precisamente un convertidor de Vector a Ráster y desarrollaremos los pasos solicitados para poder obtener el ráster:

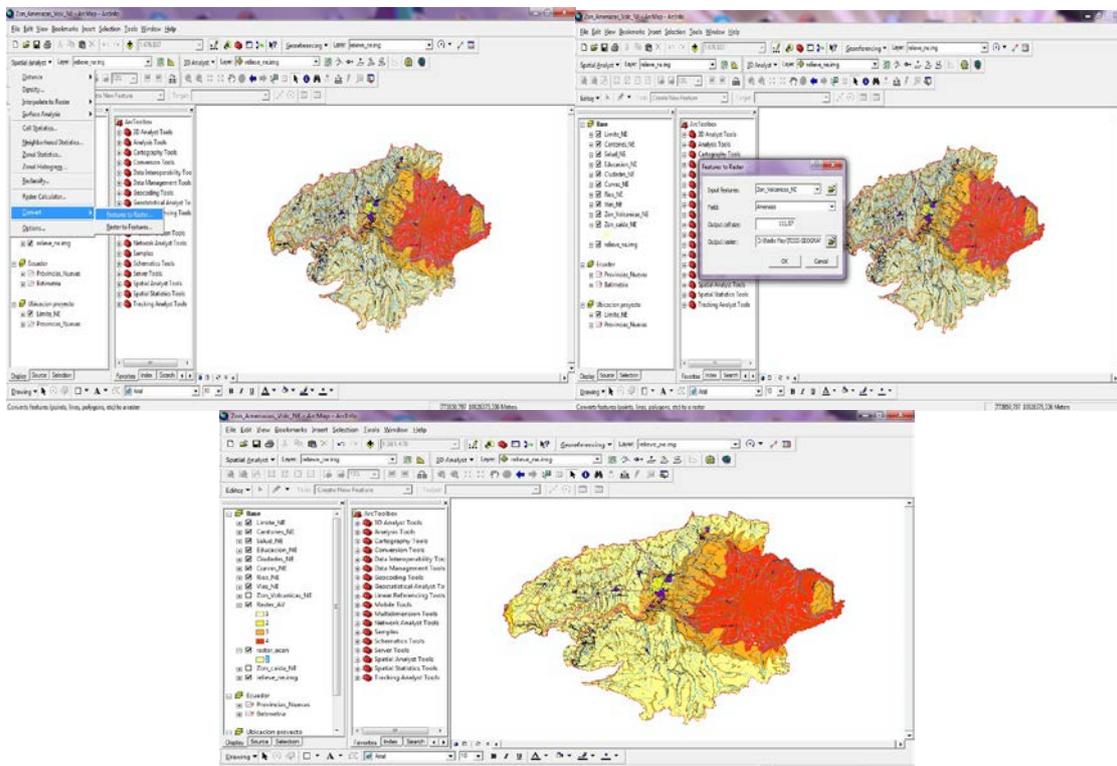


Gráfico 34 - Proceso Vector a Ráster.
Fuente: Pauker, 2013

5.3.3 Metodología

El proceso siguiente es un análisis espacial en mapas a través también de un software GIS que nos permita sumar nuestras amenazas presentes. Pero que sucede cuando sumamos mapas, que ocurre con nuestros datos, celdas e información final.

Como sabemos un valor ráster constante asigna el valor especificado a cada celda en el ráster de salida. Al ser sumados valores no constantes, no existiría una ponderación ósea una media en nuestros datos dando como resultado una celda que podría tener una posible combinación de valores o una posible superposición de valores o una posible transformación de valores, entregando valores finales no fiables y no veraces es por esto que debemos aplicar otro tipo de métodos que nos permitan una ponderación de datos reales.

Es así que considerando siempre el multicriterio y la factibilidad de aplicación en nuestro estudio aplicaremos el Método de SAATY para nuestra ponderación así definiremos un proceso idóneo, para después aplicarlo en un software GIS.

5.3.3.1 Análisis Multicriterio

El Análisis Multicriterio permite que a través de la aplicación de diferentes métodos se pueda considerar problemas de decisión con múltiples objetivos y con información tanto cuantitativa como cualitativa. Es así que se define la complejidad de criterios que pueden darse en problemas de decisión en diversos estudios en los cuales una alternativa puede ser considerada como la mejor función de un objetivo y la peor en función de otro.

Los problemas de decisión pueden presentar dos o más criterios, al momento que el decisor busca la mejor alternativa estos criterios entran en conflicto, eso hace que para

alcanzar la meta de seleccionar la alternativa prioritaria es necesario un intercambio entre los múltiples criterios presentes.

Estos métodos que pertenecen a esta clase de apoyo de decisiones parten de la base que el decisor debe establecer la importancia relativa de cada uno de los objetivos. Para después definir una estructura de preferencias entre las alternativas escogidas siendo que en el resultado final se da en una clasificación de las mismas, resaltando la preferencia general asociada a cada una de estas alternativas, lo que permite identificar la mejor y más recomendada.

5.3.3.1.1 Modelo Proceso Analítico Jerárquico o AHP o Thomas Saaty

Dentro de los procesos Multicriterio en esta clase de toma de decisiones y prioridad de alternativas el método más idóneo es AHP conocido también como Método de Thomas Saaty o Modelo Proceso Analítico Jerárquico

El método AHP es un procedimiento diseñado para cuantificar juicios u opiniones sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios en conflicto empleados en el proceso de decisión. **(Roche, 2005)**

Las 8 etapas del método AHP son las siguientes:

1. Descomponer el Problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados, identificando:
 - a. la Meta General,
 - b. los Criterios ($1=1,2,\dots,m$)

c. las Alternativas posibles ($j=1,2,\dots,m$)

Para cada uno de los “m” Criterios repetir las etapas (2) a (5)

2. **Matriz de comparación por Pares (MCP):** Desarrolla la matriz de alternativas para cada uno de los criterios estableciendo el grado de importancia relativa entre Alternativas consideradas. El grado se establece a partir de la escala siguiente:

- 1 = igualmente preferida
- 3= moderadamente preferida
- 5= fuertemente preferida
- 7 = muy fuertemente preferida
- 9 = extremadamente preferida

Pueden asignarse los valores intermedios 2, 4, 6, 8. Un grado recíproco (ej. $1/9, 1/7, 1/5, 1/3, \dots$) se aplica cuando la segunda alternativa es preferida a la primera.

El valor 1 es siempre asignado a la comparación de una alternativa con sí misma.

Tabla 55
Modalidad de Asignación de Pesos de AHP

Intensidad de Importancia	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual modo al objetivo.
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra.
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su predominancia se demostró en la práctica.
9	Extrema	Las pruebas que favorecen a una actividad más que a otra son del nivel de aceptación más alto posible.
2, 4, 6 y 8	Para transar entre los valores anteriores.	A veces es necesario interponer numéricamente un juicio de transacción puesto que no hay una palabra apropiada para describirlo.
Recíprocos de lo anterior	Si a la actividad <i>i</i> se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad <i>j</i> , entonces <i>j</i> tiene el recíproco cuando se la compara con <i>i</i> .	Una comparación que surge de la elección del elemento más pequeño como unidad, para estimar el mayor como múltiplo de esa unidad.
Racionales	Coefficientes que surgen de la escala	Si se forzara la consistencia obteniendo <i>n</i> valores numéricos para abarcar la matriz.
1.1 a 1.9	Para actividades vinculadas.	Cuando los elementos son cercanos y casi no se distinguen: moderado es 1.3 y extremo es 1.9.

Fuente: Saaty, 1995.

3. **Matriz Normalizada (MCN):** se la obtiene; dividiendo cada número de una columna de la Matriz de comparación por pares por la suma total de la columna.
4. **Vector de Prioridad:** desarrollar a partir del criterio calculando el promedio de cada fila de la **Matriz Normalizada**. Este promedio por fila representa el Vector de Prioridad de la Alternativa con respecto al criterio considerado.
5. **Cociente de Consistencia (RC):** determina la Consistencia de las opiniones utilizadas en la **Matriz de Comparación por Pares** tomando en cuenta que:
 - Un CR inferior a 0,10 es considerado aceptable
 - Un CR > 0,10 recomienda reconsiderar las opiniones y juicios

Determinación del Cociente de Consistencia: lo obtenemos a partir de los siguientes pasos:

- ✓ Para cada Línea de la **Matriz de Comparación** por pares, determinar una suma ponderada en base a la suma del producto de cada celda por la prioridad de cada alternativa correspondiente.
- ✓ Para cada Línea, dividir su suma ponderada por la Prioridad de su Alternativa correspondiente,
- ✓ Determinar la media λ_{\max} del resultado del punto 2).
- ✓ Calcular el índice de consistencia para cada Alternativa:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$$

- ✓ Determinar el índice RI de la Tabla siguiente:

Cuadro 33
Determinación RI

Total de Alternativas (n)	Índice Aleatorio (RI)
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

Fuente: Pauker, 2013

- ✓ Determinar el Cociente de Consistencia (CR):

$$CR = CI/RI$$

6. **Matriz de Prioridad (MP):** Después de ejecutar el proceso del punto 2 al 5 para todos los criterios, los resultados obtenidos en el punto 4 son resumidos en una **Matriz de Prioridad (MP)**, listando las alternativas por fila y Los Criterios por Columna.
7. **Matriz de Comparación de Criterios:** En este punto se debe desarrollar una **Matriz de Comparación de Criterios** por pares de manera similar a lo que se hizo para las alternativas en los puntos 2,3 y 4.
8. **Vector de Prioridad Global:** Desarrollar un **Vector de Prioridad Global**, que se obtiene multiplicando el vector de prioridad de los Criterios del punto 7 por la Matriz de prioridad de las Alternativas del punto 6.

5.3.3.2 Aplicación método Analítico Jerárquico o AHP o Thomas Saaty en Zona de Estudio:

Aplicamos según los pasos señalados en el punto anterior el Proceso AHP en nuestro estudio para las tres Zonas de la siguiente manera:

- **AHP Zona Nor-Este – Cantones Cayambe y Pedro Moncayo:**

Pasos y Resultados:

1) Jerarquía de Elementos Interrelacionados:

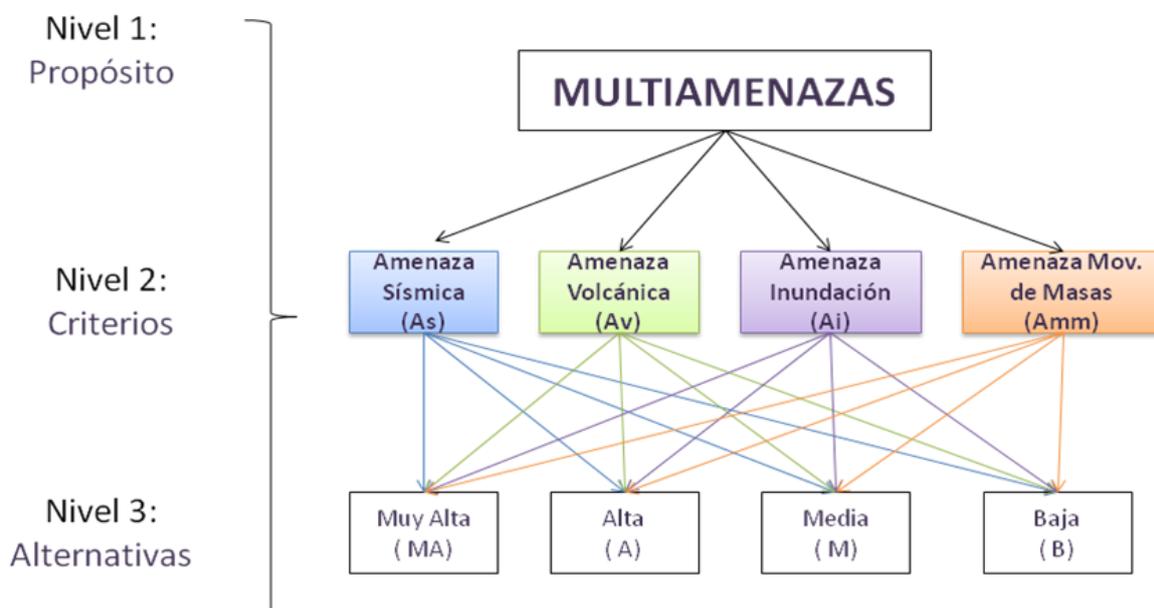


Gráfico 35 - Jerarquía de Elementos Interrelacionado Cantones Cayambe y Pedro Moncayo.
Fuente: Pauker, 2013

2) Matriz de Comparación por Pares (MCP):

Tabla de Pesos para nuestro estudio:

- 1:
- 3:
- 5:
- 7:
- 9:
- 1/3:
- 1/5:
- 1/7:
- 1/9:

MCP-Alternativas:

As:

	MA	A	M	B
MA	1	5	3	9
A	1/5	1	1/3	1/5
M	1/3	5	1	3
B	0,11	5,00	0,33	1,00

Ai:		MA	A	M	B
	MA	1	3	5	9
	A	1/3	1	3	5
	M	1/5	1/3	1	3
	B	1/9	1/5	1/3	1

Av:		MA	A	M	B
	MA	1	3	3	1/5
	A	1/3	1	1/3	1/7
	M	1/3	3	1	1/5
	B	5	7	5	1

Amm:		MA	A	M	B
	MA	1	1/3	3	7
	A	3	1	5	7
	M	1/3	1/5	1	3
	B	1/7	1/7	1/3	1

3) Matriz Normalizada (MCN):

AS:		MA	A	M	B
	MA	0,6081	0,3571	0,6429	0,6818
	A	0,1216	0,0714	0,0714	0,0152
	M	0,2027	0,2143	0,2143	0,2273
	B	0,0676	0,3571	0,0714	0,0758

Ai:		MA	A	M	B
	MA	0,61	0,66	0,54	0,50
	A	0,20	0,22	0,32	0,28
	M	0,12	0,07	0,11	0,17
	B	0,07	0,04	0,04	0,06

Av:		MA	A	M	B
	MA	0,15	0,21	0,32	0,13
	A	0,05	0,07	0,04	0,09
	M	0,05	0,21	0,11	0,13
	B	0,75	0,50	0,54	0,65

Amm:		MA	A	M	B
	MA	0,22	0,20	0,32	0,39
	A	0,67	0,60	0,54	0,39
	M	0,07	0,12	0,11	0,17
	B	0,03	0,09	0,04	0,06

4) Vector de Prioridad (VP):

As:

	VP
MA	0,5725
A	0,0699
M	0,2146
B	0,1430

Ai:

	VP
MA	0,5764
A	0,2556
M	0,1172
B	0,0507

Av:

	VP
MA	0,2038
A	0,0624
M	0,1253
B	0,6085

Amm:

	VP
MA	0,2831
A	0,5479
M	0,1169
B	0,0521

5) Cociente de Consistencia (RC):

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$$

$$CR = CI / RI$$

	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	1,3109	2,2899	0,5725	-1,2500
A	0,0195	0,2796	0,0699	CR
M	0,1843	0,8585	0,2146	-1,3889
B	0,0818	0,5719	0,1430	
			Paso4	0,2500
	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	1,3289	2,3056	0,5764	-1,2500
A	0,2614	1,0225	0,2556	CR
M	0,0550	0,4690	0,1172	-1,3889
B	0,0103	0,2030	0,0507	
			Paso4	0,2500
	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	0,1662	0,8153	0,2038	-1,2500
A	0,0156	0,2497	0,0624	CR
M	0,0628	0,5011	0,1253	-1,3889
B	1,4809	2,4339	0,6085	
			Paso4	0,2500
	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	0,3207	1,1326	0,2831	-1,2500
A	1,2006	2,1914	0,5479	CR
M	0,0547	0,4676	0,1169	-1,3889
B	0,0109	0,2084	0,0521	
			Paso4	0,2500

CR < 0,10 :: -1,3889 < 0,10 por lo tanto nuestro rango es aceptable.

6) Matriz de Prioridad (MP)

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,5725	0,5764	0,2038	0,2831
A	0,0699	0,2556	0,0624	0,5479
M	0,2146	0,1172	0,1253	0,1169
B	0,1430	0,0507	0,6085	0,0521

7) Matriz de Comparación de Criterios

	As	Ai	Av	Amm
As	1	5	3	3
Ai	1/5	1	5	7
Av	1/3	1/5	1	1/5
Amm	1/3	1/7	5	1

Normalización:

	As	Ai	Av	Amm
As	0,5357	0,7883	0,2143	0,2679
Ai	0,1071	0,1577	0,3571	0,6250
Av	0,1786	0,0315	0,0714	0,0179
Amm	0,1786	0,0225	0,3571	0,0893

Vector Prioridad:

	VP
As	0,4515
Ai	0,3117
Av	0,0748
Amm	0,1619

8) Vector de Prioridad Global:

Matriz Prioridad:

	As	Ai	Av	Amm	Ponderación Global
MA	0,5725	0,5764	0,2038	0,2831	0,4090
A	0,0699	0,2556	0,0624	0,5479	0,2340
M	0,2146	0,1172	0,1253	0,1169	0,1435
B	0,1430	0,0507	0,6085	0,0521	0,2136

Vector Global:

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,2585	0,1797	0,0153	0,0458
A	0,0316	0,0797	0,0047	0,0887
M	0,0969	0,0365	0,0094	0,0189
B	0,0646	0,0158	0,0455	0,0084

- **AHP Zona Nor-Oeste – Cantón San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito:**

Pasos y Resultados:

1) **Jerarquía de Elementos Interrelacionados:**

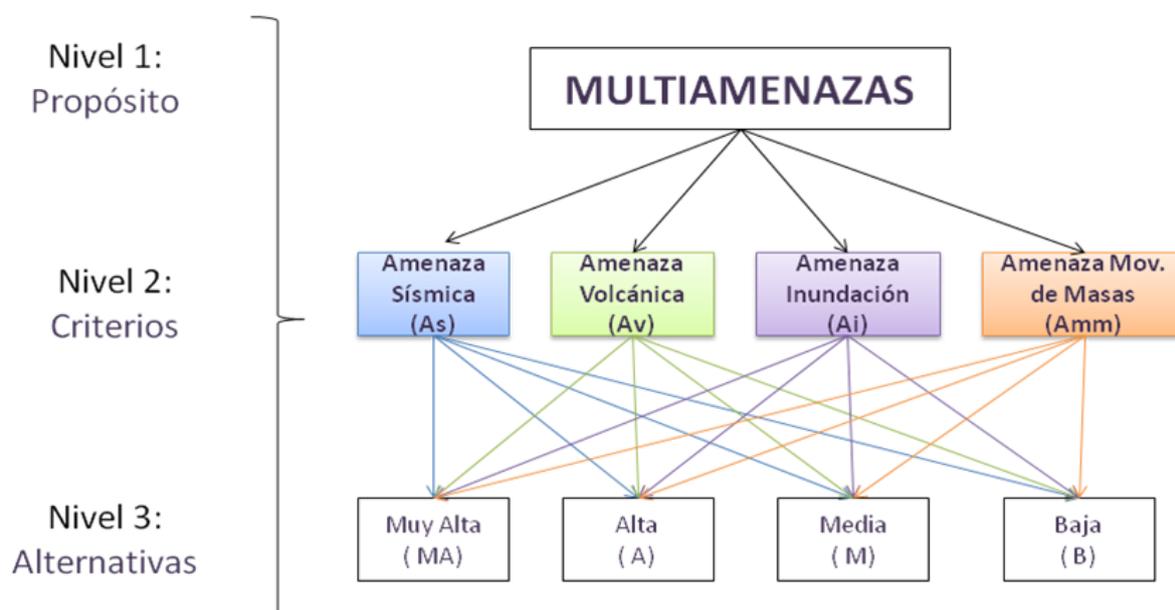


Gráfico 36 - Jerarquía de Elementos Interrelacionado Cantones San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito.

Fuente: Pauker, 2013

2) Matriz de comparación por Pares (MCP):

Alternativa:

As:

	MA	A	M	B
MA	1	7	9	9
A	1/7	1,00	7	7
M	1/9	1/7	1,00	9
B	1/9	1/7	1/9	1,00

Ai:

	MA	A	M	B
MA	1	3	3	9
A	1/3	1,00	1/3	3
M	1/3	3	1	5
B	1/9	1/3	1/5	1

Av:

	MA	A	M	B
MA	1	3	5	9
A	1/3	1	3	9
M	1/5	1/3	1	3
B	1/9	1/9	1/3	1

Amm:

	MA	A	M	B
MA	1	3	7	9
A	1/3	1	3	7
M	1/7	1/3	1	3
B	1/9	1/7	1/3	1

3) Matriz Normalizada (MCN):

As:

	MA	A	M	B
MA	0,7326	0,8448	0,5260	0,3462
A	0,1047	0,1207	0,4091	0,2692
M	0,0814	0,0172	0,0584	0,3462
B	0,0814	0,0172	0,0065	0,0385

Ai:

	MA	A	M	B
MA	0,5625	0,4091	0,6618	0,5000
A	0,1875	0,1364	0,0735	0,1667
M	0,1875	0,4091	0,2206	0,2778
B	0,0625	0,0455	0,0441	0,0556

Av:		MA	A	M	B
	MA	0,6081	0,6750	0,5357	0,4091
	A	0,2027	0,2250	0,3214	0,4091
	M	0,1216	0,0750	0,1071	0,1364
	B	0,0676	0,0250	0,0357	0,0455

Amm:		MA	A	M	B
	MA	0,6300	0,6702	0,6176	0,4500
	A	0,2100	0,2234	0,2647	0,3500
	M	0,0900	0,0745	0,0882	0,1500
	B	0,0700	0,0319	0,0294	0,0500

4) Vector de Prioridad:

As:	VP
MA	0,6124
A	0,2259
M	0,1258
B	0,0359

Ai:	VP
MA	0,5333
A	0,1410
M	0,2737
B	0,0519

Av:	VP
MA	0,5570
A	0,2896
M	0,1100
B	0,0434

Amm:	VP
MA	0,5920
A	0,2620
M	0,1007
B	0,0453

5) Cociente de Consistencia (RC):

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$$

$$CR = CI / RI$$

	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	1,5000	2,4495	0,6124	-1,2500
A	0,2042	0,9037	0,2259	CR
M	0,0633	0,5032	0,1258	-1,3889
B	0,0052	0,1436	0,0359	
		Paso4	0,2500	
	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	1,1378	2,1334	0,5333	-1,2500
A	0,0795	0,5641	0,1410	CR
M	0,2997	1,0950	0,2737	-1,3889
B	0,0108	0,2076	0,0519	
		Paso4	0,2500	

Continua →

	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	1,2409	2,2279	0,5570	-1,2500
A	0,3354	1,1582	0,2896	CR
M	0,0484	0,4401	0,1100	-1,3889
B	0,0075	0,1737	0,0434	
		Paso4	0,2500	
	Paso 1	Paso 2	Paso3	CI
MA	1,4017	2,3679	0,5920	-1,2500
A	0,2746	1,0481	0,2620	CR
M	0,0405	0,4027	0,1007	-1,3889
B	0,0082	0,1813	0,0453	
		Paso4	0,2500	

CR<0,10 :: -1,3889 < 0,10 por lo tanto nuestro rango es aceptable.

6) Matriz de Prioridad (MP)

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,6124	0,5333	0,5570	0,5920
A	0,2259	0,1410	0,2896	0,2620
M	0,1258	0,2737	0,1100	0,1007
B	0,0359	0,0519	0,0434	0,0453

7) Matriz de Comparación de Criterios

	As	Ai	Av	Amm
As	1	1/5	7	1/3
Ai	5	1,00	7	3
Av	1/7	1/7	1	1/7
Amm	3	1/3	7	1

Normalización:

	As	Ai	Av	Amm
As	0,1094	0,1216	0,3182	0,0393
Ai	0,5469	0,6081	0,3182	0,8258
Av	0,0156	0,0676	0,0455	0,0169
Amm	0,3281	0,2027	0,3182	0,1180

Vector Prioridad Criterios:

	VP
As	0,1471
Ai	0,5748
Av	0,0364
Amm	0,2417

8) Vector de Prioridad Global**Matriz de Prioridades:**

	As	Ai	Av	Amm	Ponderación Global
MA	0,6124	0,5333	0,5570	0,5920	0,5737
A	0,2259	0,1410	0,2896	0,2620	0,2296
M	0,1258	0,2737	0,1100	0,1007	0,1526
B	0,0359	0,0519	0,0434	0,0453	0,0441

Vector Global:

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,0901	0,3065	0,0203	0,1431
A	0,0332	0,0810	0,0105	0,0633
M	0,0185	0,1573	0,0040	0,0243
B	0,0053	0,0298	0,0016	0,0110

- **AHP Zona Sur - Cantones Mejía y Rumiñahui:**

Pasos y Resultados:

- 1) **Jerarquía de Elementos Interrelacionados:**

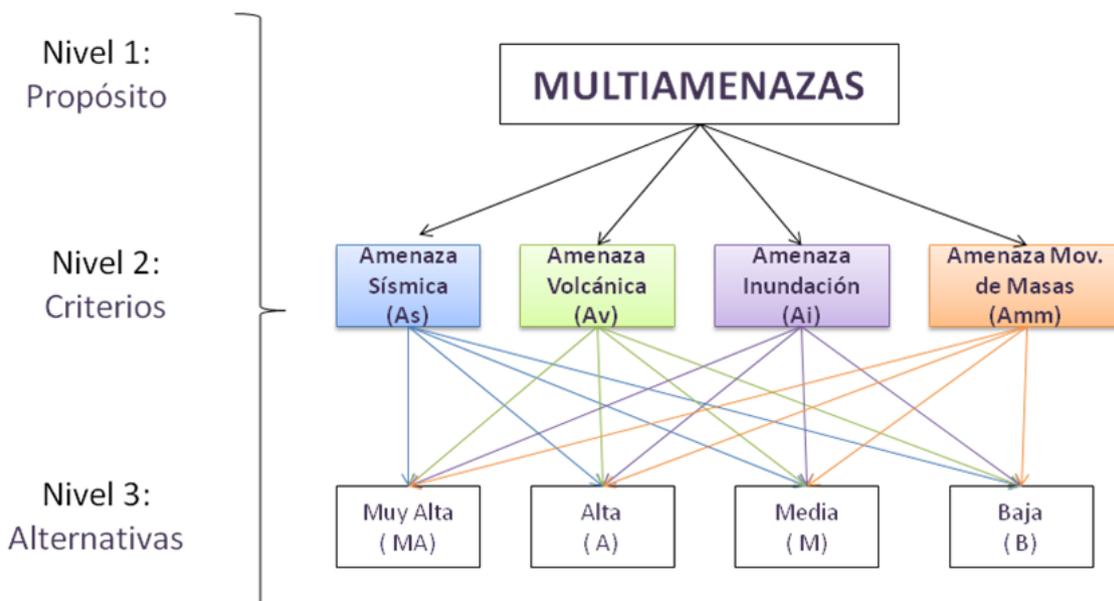


Gráfico 37- Jerarquía de Elementos Interrelacionado Cantones Mejía y Rumiñahui.
Fuente: Pauker, 2013

2) Matriz de comparación por Pares (MCP):

As:

	MA	A	M	B
MA	1	3	9	9
A	1/3	1	5	5
M	1/9	1/5	1	3
B	1/9	1/5	1/3	1

Ai:

	MA	A	M	B
MA	1	1/5	1/5	1/3
A	5	1,00	3	5
M	5	1/3	1,00	3
B	3	1/5	1/3	1,00

Av:

	MA	A	M	B
MA	1	1/3	1/3	7
A	3	1	3	3
M	3	1/3	1	3
B	1/7	1/3	1/3	1

Amm:

	MA	A	M	B
MA	1	1/3	1/9	1/7
A	3	1	1/3	1/7
M	9	3	1	5
B	7	1/3	1/5	1

3) Matriz Normalizada (MCN):

AS:

	MA	A	M	B
MA	0,6429	0,6818	0,5870	0,5000
A	0,2143	0,2273	0,3261	0,2778
M	0,0714	0,0455	0,0652	0,1667
B	0,0714	0,0455	0,0217	0,0556

Ai:

	MA	A	M	B
MA	0,07	0,12	0,04	0,04
A	0,36	0,58	0,66	0,54
M	0,36	0,19	0,22	0,32
B	0,21	0,12	0,07	0,11

Av:

	MA	A	M	B
MA	0,14	0,17	0,07	0,50
A	0,42	0,50	0,64	0,21
M	0,42	0,17	0,21	0,21
B	0,02	0,17	0,07	0,07

Amm:

	MA	A	M	B
MA	0,05	0,07	0,07	0,02
A	0,15	0,21	0,20	0,33
M	0,45	0,64	0,61	0,55
B	0,35	0,07	0,12	0,11

4) Vector de Prioridad:

As:

	VP
MA	0,60
A	0,26
M	0,09
B	0,05

Ai:

	VP
MA	0,07
A	0,53
M	0,27
B	0,13

Av:

	VP
MA	0,22
A	0,44
M	0,25
B	0,08

Amm:

	VP
MA	0,05
A	0,22
M	0,56
B	0,16

5) Cociente de Consistencia (RC):

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$$

$$CR = CI / RI$$

As:	Paso 1	Paso 2	Paso 3	CI
MA	1,4540	2,4116	0,6029	-1,2500
A	0,2732	1,0454	0,2614	CR
M	0,0304	0,3488	0,0872	-1,3889
B	0,0094	0,1942	0,0485	
	Paso 4		0,2500	
Ai:	Paso 1	Paso 2	Paso 3	CI
MA	0,0178	0,2666	0,0667	-1,2500
A	1,1359	2,1315	0,5329	CR
M	0,2978	1,0915	0,2729	-1,3889
B	0,0651	0,5103	0,1276	
	Paso 4		0,2500	
Av	Paso 1	Paso 2	Paso 3	CI
MA	0,1928	0,8781	0,2195	-1,2500
A	0,7896	1,7771	0,4443	CR
M	0,2577	1,0152	0,2538	-1,3889
B	0,0271	0,3295	0,0824	
	Paso 4		0,2500	
Amm	Paso 1	Paso 2	Paso 3	CI
MA	0,0105	0,2046	0,0512	-1,2500
A	0,2003	0,8951	0,2238	CR
M	1,2632	2,2478	0,5620	-1,3889
B	0,1064	0,6524	0,1631	
	Paso 4		0,2500	

CR < 0,10 :: -1,3889 < 0,10 por lo tanto nuestro rango es aceptable.

6) Matriz de Prioridad (MP)

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,6029	0,0667	0,2195	0,0512
A	0,2614	0,5329	0,4443	0,2238
M	0,0872	0,2729	0,2538	0,5620
B	0,0485	0,1276	0,0824	0,1631

7) Matriz de Comparación de Criterios

	As	Ai	Av	Amm
As	1,00	5	3	7
Ai	1/5	1,00	1/5	1/5
Av	1/3	5,00	1,00	3
Amm	1/7	5,00	1/3	1,00

Normalización MC-Criterios:

	As	Ai	Av	Amm
As	0,5966	0,3125	0,6618	0,6250
Ai	0,1193	0,0625	0,0441	0,0179
Av	0,1989	0,3125	0,2206	0,2679
Amm	0,0852	0,3125	0,0735	0,0893

Vector Prioridad-Criterios:

	VP
As	0,5490
Ai	0,0609
Av	0,2500
Amm	0,1401

8) Vector de Prioridad Global

Ponderación Global:

	As	Ai	Av	Amm	Ponderación Global
MA	0,6029	0,0667	0,2195	0,0512	0,2351
A	0,2614	0,5329	0,4443	0,2238	0,3656
M	0,0872	0,2729	0,2538	0,5620	0,2940
B	0,0485	0,1276	0,0824	0,1631	0,1054

Vector Prioridad Global:

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,3310	0,0041	0,0549	0,0072
A	0,1435	0,0325	0,1111	0,0314
M	0,0479	0,0166	0,0634	0,0788
B	0,0266	0,0078	0,0206	0,0229

5.4.3.3 Aplicación Método AHP en Software Arcgis - Mapeo

Para aplicar el método AHP y poder visualizar en mapas deberemos acceder a un Software GIS en este caso nosotros y para este estudio estamos utilizando el Software ArcGis.

En ArcGis la opción es un análisis espacial a través de la Superposición ponderada conocida como Weighted Overlay. Entiéndase a Weighted Overlay como Superponer dos o más fuentes de información distintas. Aunque el término puede referirse a una superposición visual (por ejemplo, una ortoimagen sobre un MDT), generalmente en GIS el término 'Overlay' va asociado con las funciones de cruce de información vectorial (intersección de capas), que son fundamentales en todo GIS (Ortiz,2010).

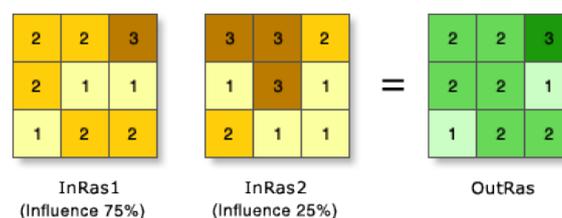


Grafico 38 - Función de herramienta Weighted Overlay
Fuente: Desktop Argis 195-2012

Como en todo análisis de superposición, en el análisis de superposición ponderada, se define el problema, se divide el modelo en submodelos y se identifican las capas de entrada.

Cuando las capas de criterios de entrada están en sistemas de numeración distintos con rangos distintos, cada celda de cada criterio se debe reclasificar con una escala de preferencia común como 1 a 10, siendo 10 el más favorable, para combinarlas en un único análisis.

La Superposición ponderada entonces presupone que los factores más favorables tienen como resultado los valores más altos en el ráster de salida; por lo tanto, identifica estas ubicaciones como las mejores.

El objetivo de esta herramienta es superponer varios rásteres con una escala de medición común y ponderar cada uno según su importancia.

Tomar en cuenta que:

- Todos los rásteres de entrada deben ser enteros. Un ráster de punto flotante debe convertirse en un ráster entero antes de que pueda utilizarse en la Superposición ponderada. Las herramientas de Reclasificación brindan una forma efectiva de hacer la conversión.
- A cada clase de valor en un ráster de entrada se le asigna un valor nuevo basado en una escala de evaluación. Estos valores nuevos son

reclasificaciones de los valores de ráster de entrada originales. Se utiliza un valor restringido para las áreas que desea excluir del análisis.

- Cada ráster de entrada se pondera de acuerdo a su importancia o su influencia de porcentaje. La ponderación es un porcentaje relativo y la suma de las ponderaciones de influencia de porcentaje debe ser igual a 100.
- Cambiar las escalas de evaluación o las influencias de porcentaje puede modificar los resultados del análisis de superposición ponderada.

Siendo así que La herramienta combina los siguientes pasos:

- **Reclasificación:** Reclasifica los valores en los rásteres de entrada en una escala de evaluación común de adecuación o preferencia, riesgo, o algo similar a una escala unificadora.
- **Multiplicación:** Multiplica los valores de celda de cada ráster de entrada por el peso de importancia de los rásteres.
- **Suma:** Suma los valores de celda resultantes para producir el ráster de salida.

Aplicación Weighted Overlay:

1. Seleccionar una escala de evaluación

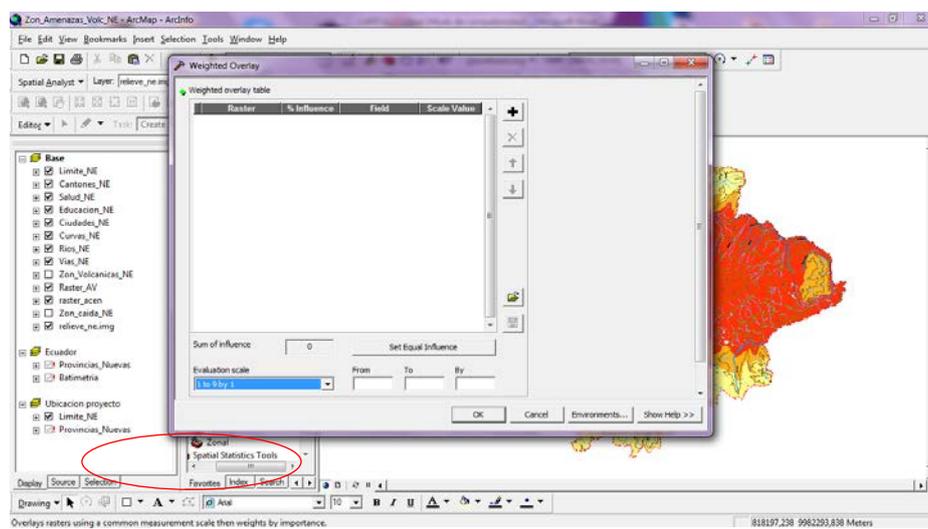


Grafico 39 - Weighted Overlay – Escala de Evaluación

Fuente: Pauker, 2013

2. Agregamos rásteres

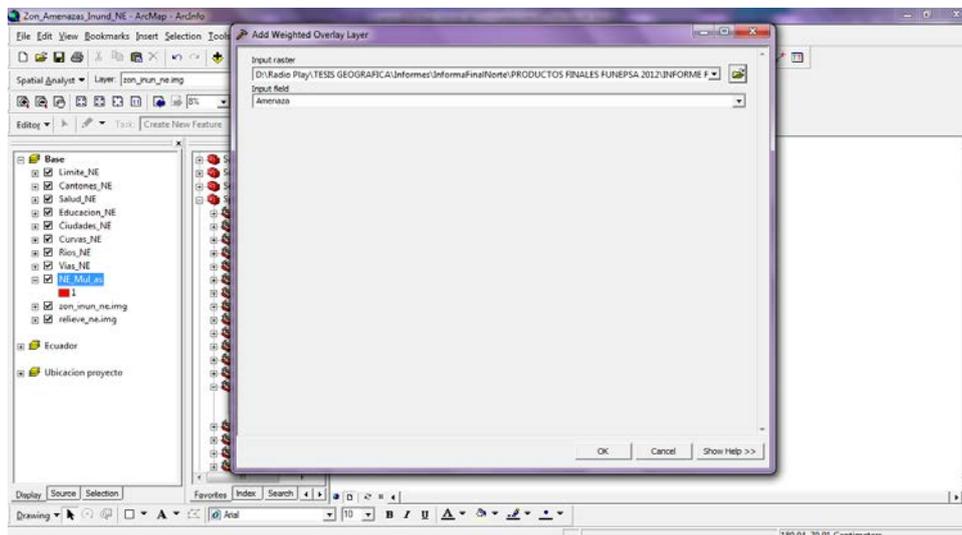


Grafico 40 - Weighted Overlay – Ingreso de Ráster

Fuente: Pauker, 2013

3. Establecer los valores de escala

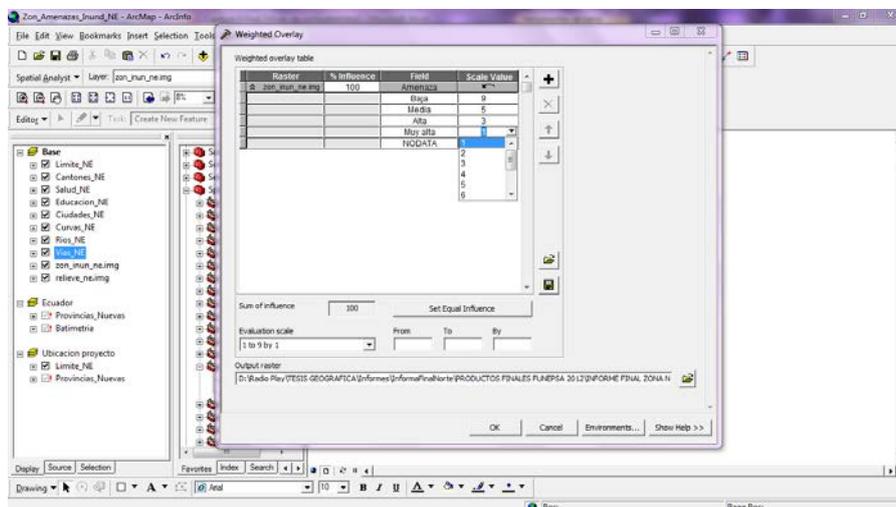


Grafico 41 - Weighted Overlay – Ingreso de Escalas
Fuente: Pauker,2013

4. Asignar los pesos a los rásteres de entrada

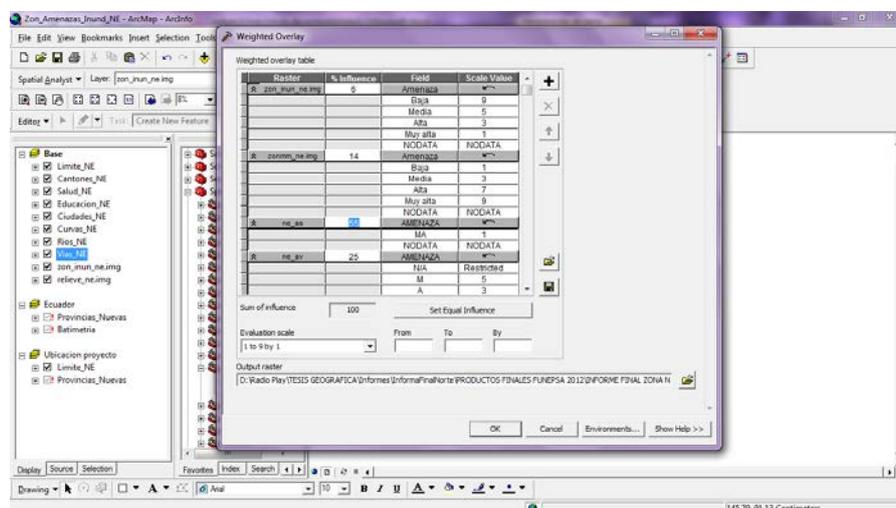


Grafico 42 - Weighted Overlay – Ingreso de Pesos
Fuente: Pauker,2013

5. Ejecute la herramienta Superposición ponderada

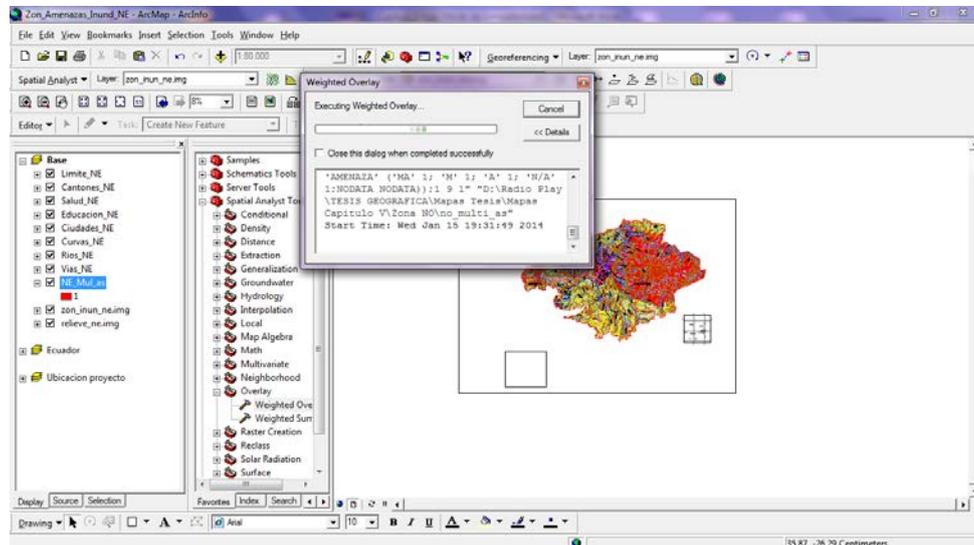


Grafico 43 - Weighted Overlay – Aplicación de la herramienta
Fuente: Pauker,2013

5.4.4 Reclasificación:

La reclasificación de mapas es la más importante operación analítica ya que actúa sobre las clases contempladas en la imagen. La entrada es una capa existente que sufre una reclasificación temática de sus valores produciendo otra capa. Los valores de salida pueden ser asignados como una fusión de los valores iniciales, su posición, contigüidad, tamaño o forma de la configuración espacial de las clases individuales. (Instituto Geográfico España,2008)

La reclasificación de los mapas de MultiAmenazas de este estudio se lo hace según la probabilidad de afectación a partir de los niveles de Amenazas existentes y estudiadas y considerando los siguientes rangos de MultiAmenaza con respecto a la Amenaza presente:

Cuadro 34
Representación Grafica de los Rangos de Multiamenazas según niveles de Amenaza

Nivel de Amenaza	Rango Multiamenaza	Nivel Grafico Amenaza	
Muy Alto	4	4	Rojo
Alto	3	3	Naranja
Medio	2	2	Amarillo
Bajo	1	1	Marfil

Fuente: Pauker, 2013

Una vez hecha la reclasificación proseguimos a la suma de amenazas obteniendo el Mapa de Multiamenazas por cada Zonas de estudio:

- Mapa de Multiamenazas Zona Nor-Este (NE)
- Mapa de Multiamenazas Zona Nor-Oeste (NO)
- Mapa de Multiamenazas Zona Sur (S)

Una vez obtenidos estos tres Mapas los reclasificamos en 4 niveles de multiamenaza:

Cuadro 35
Representación Grafica de los Rangos niveles de Multiamenaza

Muy Alto	Rojo
Alto	Naranja
Medio	Amarillo
Bajo	Marfil

A cada nivel de multiamenaza le damos un porcentaje de probabilidades según el nivel de afectación que las mismas han arrojado en análisis anteriores:

Tabla 57
Representación de los Rangos de Multiamenazas

Nivel de MultiAmenaza	Rango de Multiamenaza
Muy Alto	75% - 100%
Alto	50% - 74%
Medio	25% - 49%
Bajo	0% - 24%

Fuente: Pauker, 2013

Así definimos tanto los niveles como rangos de Multiamenazas que vamos a tener presentes en nuestros Mapas Multiamenazas por cada zona de estudio:

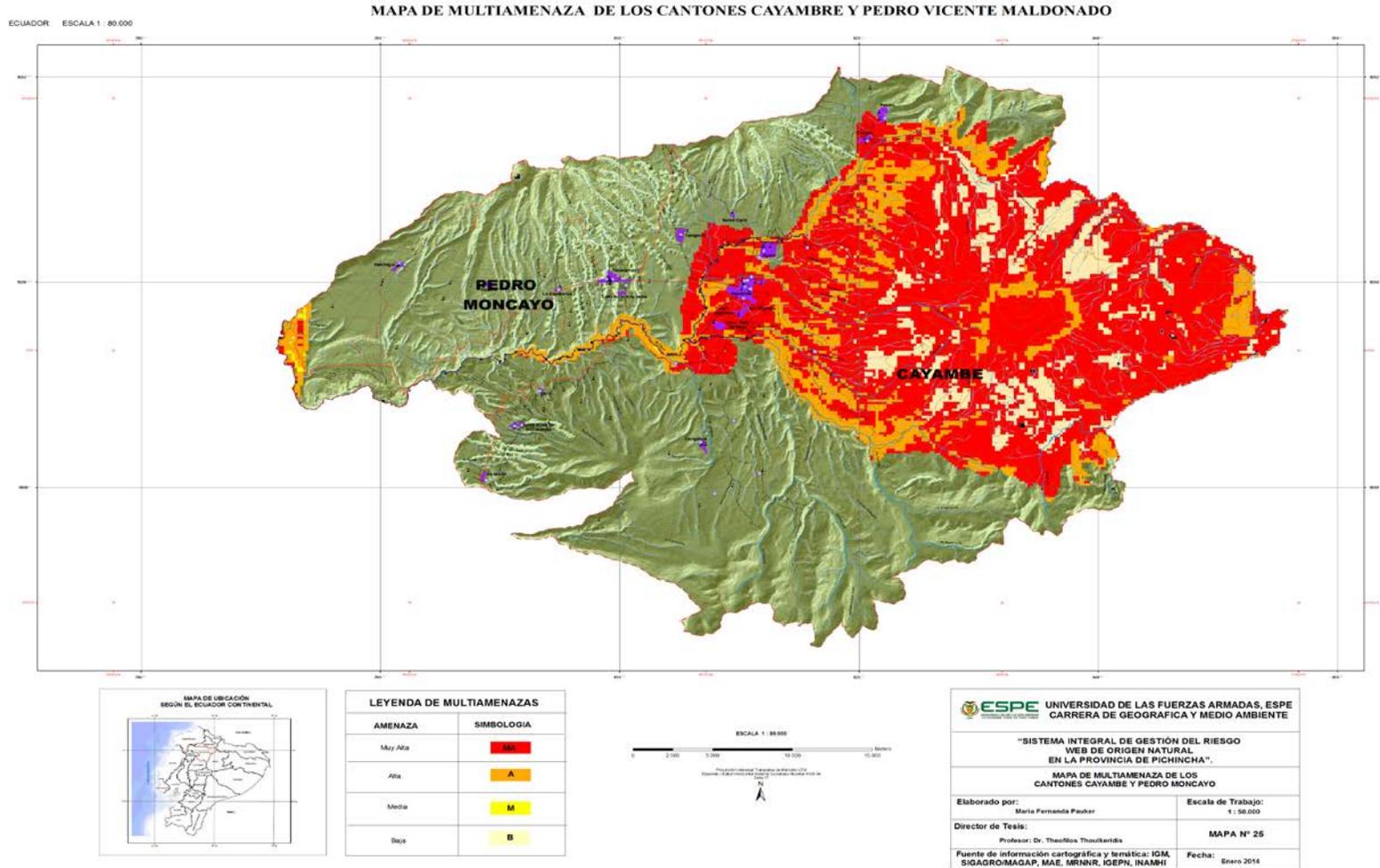
Tabla 58
Representación gráfica de niveles y rangos de Multiamenazas

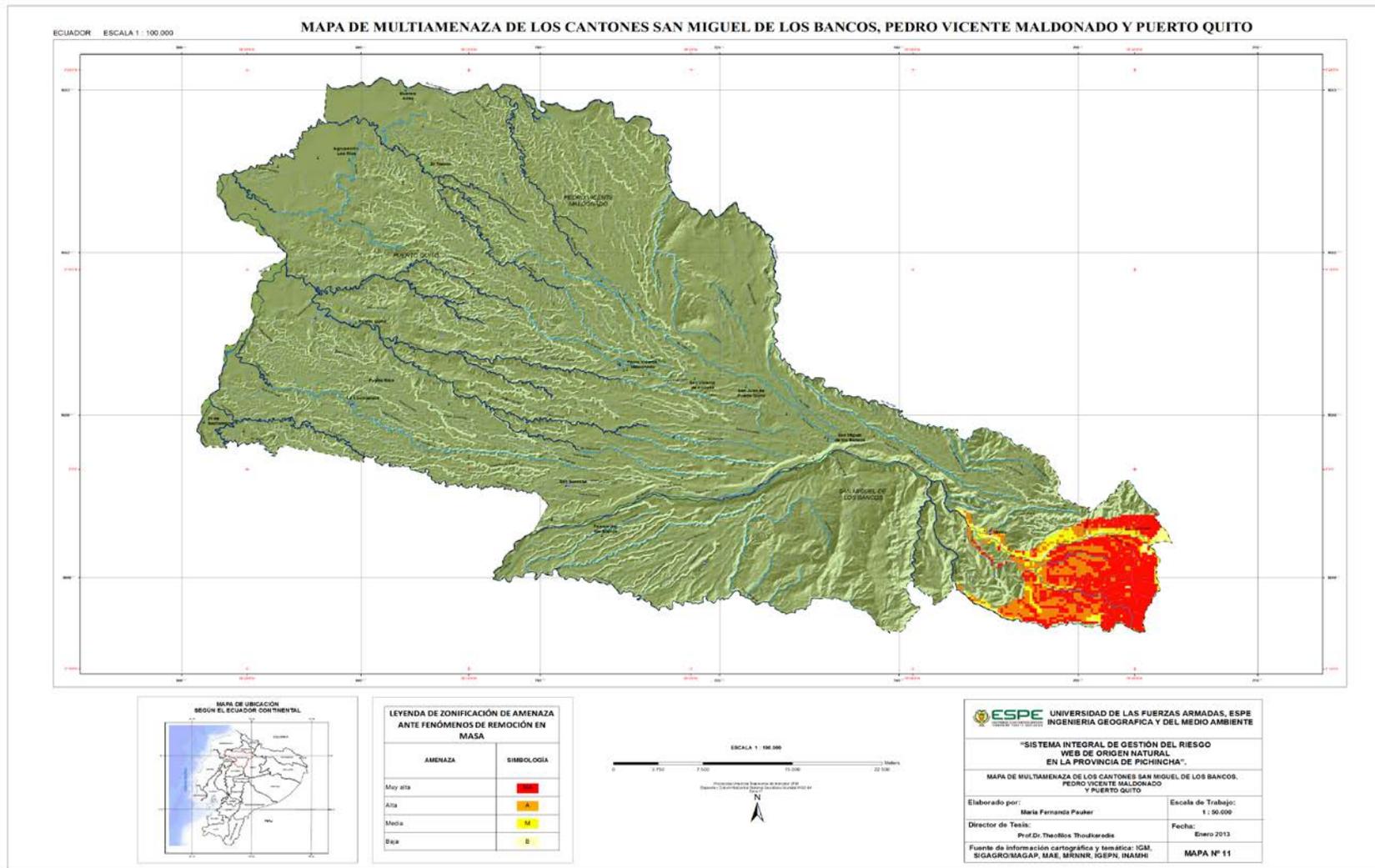
Muy Alto	75,000000001% - 100%	Rojo
Alto	50,000000001% - 75%	Naranja
Medio	25,000000001% - 50%	Amarillo
Bajo	0% - 25%	Marfil

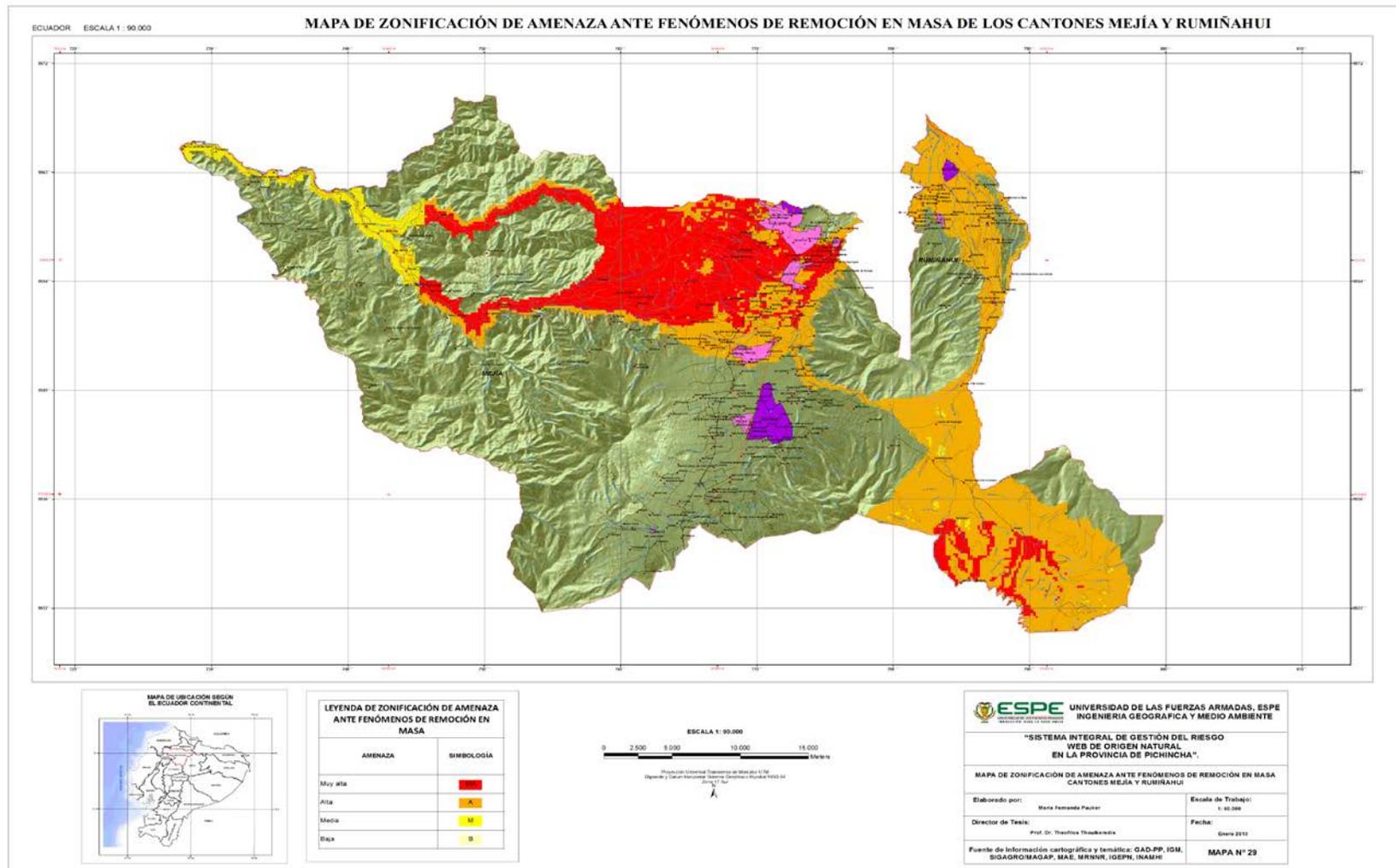
Fuente: Pauker, 2013

5.5 Resultados

- Mapa MultiAmenzas Zona Nor-Este
- Mapa MultiAmenzas Zona Nor-Oeste
- Mapa MultiAmenzas Zona Sur







Como vemos lastimosamente la amenaza de sismicidad nos quita la visibilidad de la afectación de multiamenaza que representan estas zonas por su alto (A) y muy alto (MA) nivel, razón por la cual procedemos a eliminar esta amenaza de todas las zonas y realizamos nuevamente los pasos antes mencionados obteniendo estos resultados:

• **MAPA MULTIAMENZAS ZONA NOR-ESTE:**

Hacemos los cálculos y obtenemos:

Vector de Prioridad de Criterios:

	VP
Ai	0,6843
Av	0,0881
Amm	0,2276

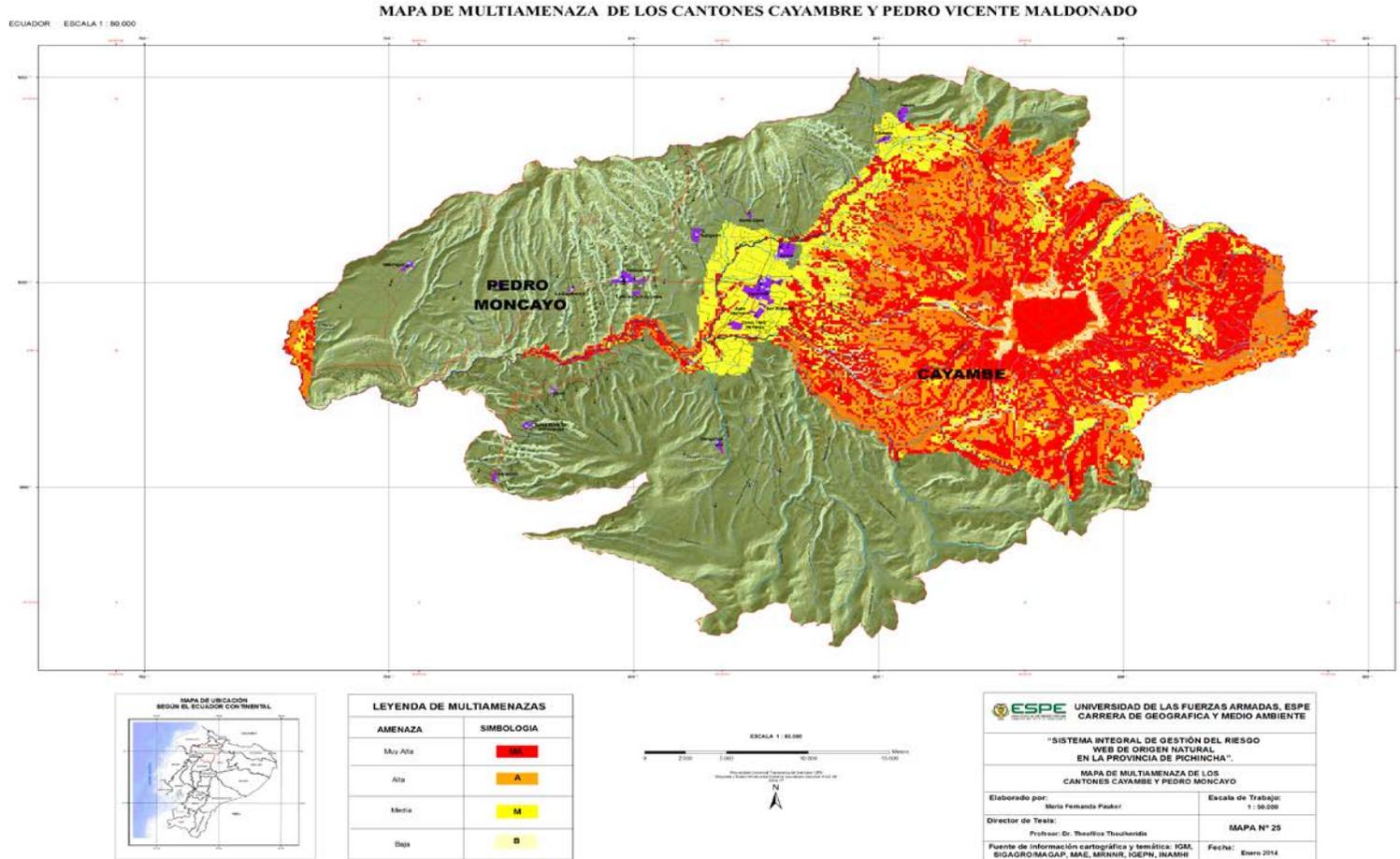
Matriz de Prioridades:

	Ai	Av	Amm	Ponderación Global
MA	0,5764	0,2038	0,2831	0,3545
A	0,2556	0,0624	0,5479	0,2886
M	0,1172	0,1253	0,1169	0,1198
B	0,0507	0,6085	0,0521	0,2371
Ponderación	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Vector Prioridad Global:

	Ai	Av	Amm
MA	0,1797	0,0153	0,0458
A	0,0797	0,0047	0,0887
M	0,0365	0,0094	0,0189
B	0,0158	0,0455	0,0084

Mapa Multiamenazas Zona Nor-Este:



- **MAPA MULTIAMENZAS ZONA NOR-OESTE:**

Hacemos los cálculos y obtenemos:

- **Vector de Prioridad de Criterios:**

	VP
Ai	0,6729
Av	0,0537
Amm	0,2734

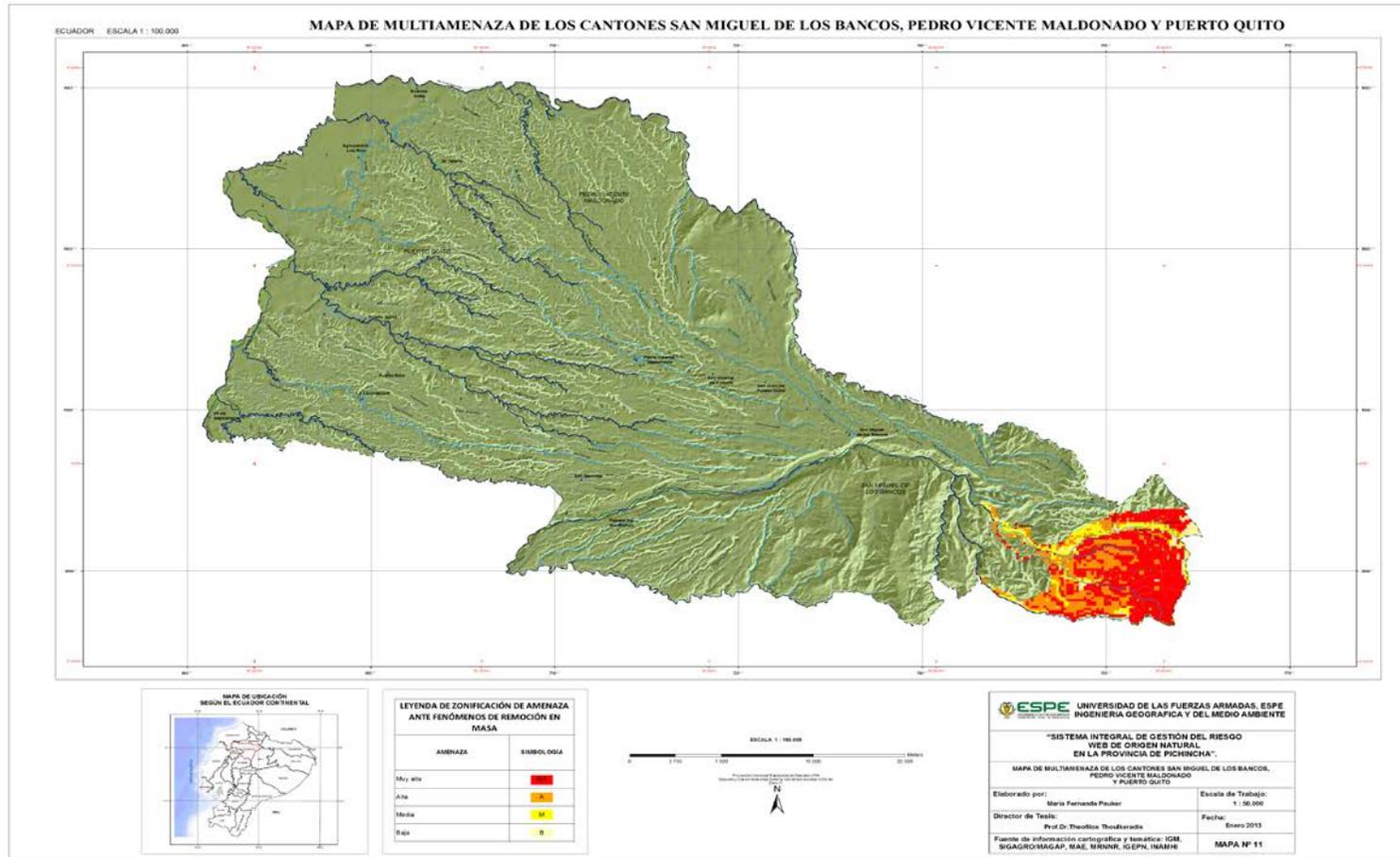
- **Matriz de Prioridades:**

	Ai	Av	Amm	Ponderación Global
MA	0,5333	0,5570	0,5920	0,5608
A	0,1410	0,2896	0,2620	0,2309
M	0,2737	0,1100	0,1007	0,1615
B	0,0519	0,0434	0,0453	0,0469
Ponderación	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

- **Vector Prioridad Global:**

	As	Ai	Av	Amm
MA	0,1775	0,3589	0,0299	0,1619
A	0,0655	0,0949	0,0156	0,0716
M	0,0365	0,1842	0,0059	0,0275
B	0,0104	0,0349	0,0023	0,0124

- **Mapa Multiamenazas Zona Nor-Oeste:**



- **MAPA MULTIAMENZAS ZONA SUR:**

Hacemos los cálculos y obtenemos:

- **Vector de Prioridad de Criterios:**

	VP
Ai	0,0897
Av	0,6070
Amm	0,3033

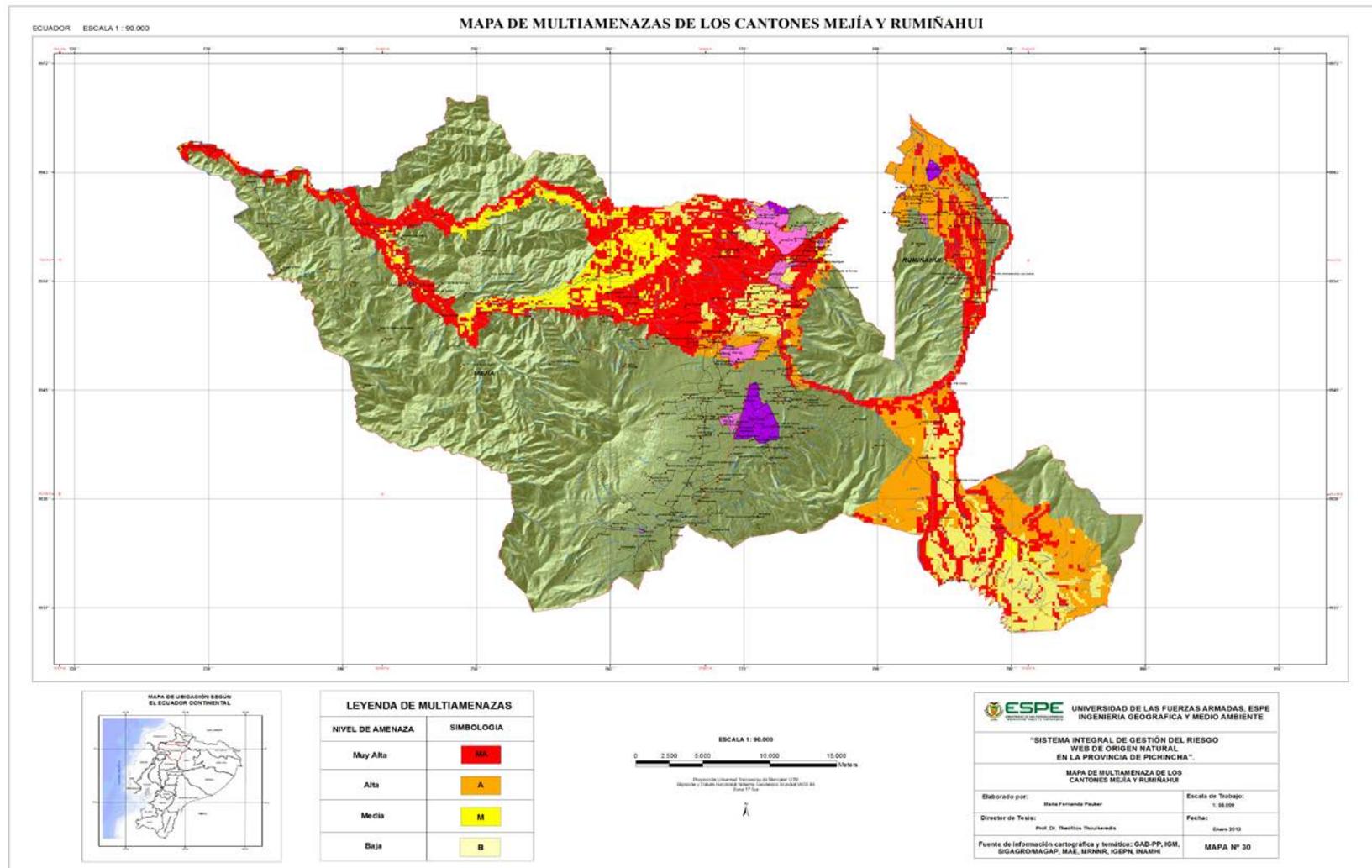
- **Matriz de Prioridades:**

	Ai	Av	Amm	Ponderación Global
MA	0,0667	0,2195	0,0512	0,1124
A	0,5329	0,4443	0,2238	0,4003
M	0,2729	0,2538	0,5620	0,3629
B	0,1276	0,0824	0,1631	0,1244
Ponderacion	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

- **Vector Prioridad Global:**

	Ai	Av	Amm
MA	0,0060	0,1333	0,0155
A	0,0478	0,2697	0,0679
M	0,0245	0,1541	0,1705
B	0,0114	0,0500	0,0495

- **Mapa Multiamenazas Zona Sur:**



CAPITULO VI

Resultado Tecnológico del Sistema Integral en Gestión de Riesgos de la Zona de Estudio – S.P.A.T.

La tecnología avanza rápidamente y las opciones en el mercado cada vez más se multiplican y son más amigables. Hoy no es necesario ser un programador o un ingeniero de carrera en sistemas para poder acceder a las opciones de creación, diseño y modelación de varios sistemas tecnológicos. Sin embargo es importante recalcar que todos debemos tener claros los principios base. Conocer la casa del internet, su funcionamiento, sus características y posibles accesos. También deberemos reconocer que los conocimientos en ciencias o que las investigaciones que se puede obtener como Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente así como otro profesional no experto en el tema, siempre aportarán varias herramientas para que los objetivos de cualquier proyecto sean dables y exitosos.

Reconocemos sistemas de comunicación, operación y ejecución pero sobre todo sumamos las características de aquellos que podrán aportar en el proceso de información del SISTEMA INTEGRAL EN GESTIÓN DE RIESGOS en la ZONA DE ESTUDIO así como también la tecnología que responda a sus necesidades.

Desarrollamos dos tipos de apps; uno para el usuario ósea ciudadano y otro para los representantes de los órganos de respuesta, este último es opcional ya que puede recibir la información a un móvil como puede llegar también directamente al

centro de emergencia como es por ejemplo el 911 quien lo monitoreara las 24 horas al día para poder cumplir con las alertas frente a eventos naturales.

Debemos señalar que las alertas se darán bajo los criterios y parámetros que hemos estipulado en los capítulos anteriores respondiendo a: Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M) y Bajo(B) y también al resultado final como son los Mapas de MultiAmenaza de las Tres SubZonas de estudio.

Finalmente y una vez que se obtenga la aplicación estará disponible de manera gratuita en todas las tiendas on-line en diversos sistemas operativos existentes (Android,Apple, entre, otros).

6. Introducción Tecnológica

La tecnología avanza rápidamente y las opciones en el mercado cada vez más se multiplican y son más amigables. Hoy no es necesario ser un programador o un ingeniero de carrera en sistemas para poder acceder a las opciones de creación, diseño y modelación de varios sistemas tecnológicos. Sin embargo es importante recalcar que todos debemos tener claros los principios base. Conocer la casa del internet, su funcionamiento, sus características y posibles accesos. También deberemos reconocer que los conocimientos en ciencias o que las investigaciones que se puede obtener como Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente así como otro profesional no experto en el tema, siempre aportarán varias herramientas para que los objetivos de cualquier proyecto sean dables y exitosos.

Es así como siempre la base de todo buen resultado será el estudio, la práctica y una variable primordial en el mundo tecnológico la creatividad, con esta última podremos lograr inventar algo no existente o modificar y mejorar algo que ya existe.

En esta etapa de nuestro estudio le damos la bienvenida a varias herramientas que nos permitirán lograr el último instrumento para poner en funcionamiento nuestro Sistema Integral en Gestión de Riesgos Naturales como es un APP accesible a la comunidad y al Órgano Rector y de Respuesta, empecemos entonces:

6.1 Sistemas Operativos

Para que nuestra aplicación tecnológica funcione debemos conocer los sistemas Operativos en los que podemos desarrollarnos para poder cerrar el lenguaje adecuado y lograr nuestro objetivo así conozcamos:

6.1.1 Concepto Sistema Operativo

El sistema operativo es el programa (o software) más importante de un ordenador. Para que trabajen los otros programas, cada ordenador de uso común debe disponer de un sistema operativo. Es así como los sistemas operativos ejecutan tareas básicas, como el reconocimiento de la conexión del teclado, enviar la información a la pantalla, estar atento a los archivos y directorios en el disco duro, así como también controlar los dispositivos periféricos como escáner, impresoras, cámaras, etc.

En sistemas grandes, el sistema operativo tiene incluida el mayor compromiso y poder, es como un policía de tráfico, asegurándose de que los programas y usuarios que están trabajando al mismo tiempo no interfieran entre ellos. El sistema operativo es responsable de la seguridad, certificando que los usuarios no autorizados no tengan acceso al sistema.

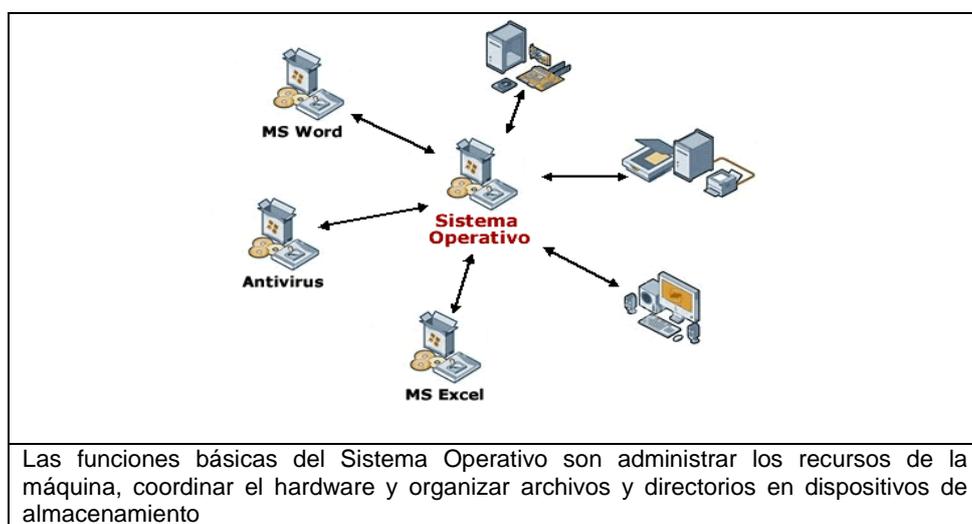


Gráfico 45 - Sistema Operativo, Fuente: MasAdelante.com, 1999-2013

6.1.1.1 Clasificación de los Sistemas Operativos

La clasificación de los Sistemas Operativos depende mucho de la aplicación y de los Utilitarios conocidos como Usuarios así tenemos:

- **Multiusuario:** Permite que dos o más usuarios utilicen sus programas al mismo tiempo. Algunos sistemas operativos permiten a centenares o millares de usuarios al mismo tiempo.
- **Multiprocesador:** soporta el abrir un mismo programa en más de una CPU.

- **Multitarea:** Permite que varios programas se ejecuten al mismo tiempo.
- **Multitramo:** Permite que diversas partes de un solo programa funcionen al mismo tiempo.
- **Tiempo Real:** Responde a las entradas inmediatamente. Los sistemas operativos como DOS y UNIX, no funcionan en tiempo real.

6.1.1.2 Funcionamiento de los Sistemas Operativos

Los sistemas operativos proveen una plataforma de software sobre la cual otros programas, llamados aplicaciones, puedan ejecutar o funcionar. Estas aplicaciones se deben programar para que trabajen en un sistema operativo particular, por lo tanto, la elección del sistema operativo establece en gran medida las aplicaciones que podrás utilizar en un futuro.

Existen varios sistemas operativos entre ellos los más utilizados en los PC son DOS, OS/2, y Windows, pero hay otros que también se utilizan, como por ejemplo Linux que debemos resaltar se conoce como un sistema amigable y seguro.

6.1.1.3 Aplicación de los Sistemas Operativos

La utilización del Sistema operativo se da cuando un Usuario interactúa con el a través de un sistema de comandos, por ejemplo, el sistema operativo **DOS** contiene diversos comandos entre ellos **COPIAR** y **PEGAR** archivos respectivamente. Los comandos son admitidos y desarrollados logrando una conexión con el llamado

procesador de comandos o intérprete de la línea de comandos en este Sistema Operativo es así que obtenemos como resultado una interfaz gráfica que permiten que utilicemos los comandos **COPIAR** y **PEGAR** y hagamos **CLICK** en objetos que aparecen en la pantalla.

6.1.1.4 Sistemas Operativos más conocidos

Los sistemas operativos más conocidos son los siguientes:

- 1) **DOS:** se define como el Disk Operating System (sistema operativo de disco), se lo conoce más conocido como PC-DOS y MS-DOS. MS-DOS fue hecho por la compañía de software Microsoft y es en esencia el mismo SO que el PC-DOS.

La razón de su uso es porque existe un volumen generoso de softwares logrados en este sistema y que están disponibles para el público. Utiliza un Procesador Intel.

Aún con los nuevos sistemas operativos que han salido al mercado, todavía el DOS posee una base sólida para seguir compitiendo entre los SO.

- 2) **Windows:** **Windows 3.1** se creó para obtener una interfaz gráfica amigable para el usuario, y como resultado se obtuvo Windows. El **Windows 95** introdujo una nueva y mejorada versión del Windows 3.1., incluyendo soporte multitareas y arquitectura de 32 bits, permitiendo así correr mejores aplicaciones para mejorar la eficacia del trabajo. **Windows NT** se especializa en las redes y servidores. Existen más versiones y han ido creciendo como

Windows 2000, Windows 2000 server, Windows XP, Windows Server 2003, Windows CE, Windows Mobile, Windows XP 64 bits, Windows Vista (Longhorn), Windows 8.

- 3) **OS/2:** Este SO fue hecho por IBM. Tiene soporte de 32 bits y su interfaz es muy buena. No existen muchas aplicaciones para este sistema lo que afecta su mercado.
- 4) **Mac OS:** Las computadoras Macintosh son hoy populares gracias al Mac OS como sistema operativo de base. Es tan amigable para el usuario que cualquier persona puede aprender a usarlo en muy poco tiempo. Es reconocido por organizar archivos y utilizarlos de manera eficaz. Fue creado por Apple Computer, Inc.
- 5) **UNIX:** Creado por los laboratorios Bell de AT&T en 1969 y es ahora usado como una de las bases para la supercarretera de la información. Unix es un SO multiusuario y multitarea, que corre en diferentes computadoras, desde supercomputadoras, Mainframes, Minicomputadoras, computadoras personales y estaciones de trabajo. Esto quiere decir que muchos usuarios pueden estar usando una misma computadora por medio de terminales o usar muchas de ellas. Es eficiente y es una de las mejores opciones para empresas que trabajan con varias aplicaciones en sus servidores.

6.2 Sistemas WEB

Para poder llegar a nuestro objetivo es importante reconocer el funcionamiento de la WEB pero sobre todo para este estudio donde se hospedarán los mapas de Multiamenazas que venimos trabajando en capítulos anteriores dentro de Nuestro sistema Integral en Gestión de Riesgos Naturales, y así ser ejecutados por nuestra aplicación. Por lo que es importante conocer la función de un Servidor.

6.2.1 Servidor

En informática, un servidor es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios. El término servidor ahora también se utiliza para referirse al ordenador físico en el cual funciona ese software, una máquina cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos (MasAdelante.com,2005).

6.2.1.1 Tipos de Servidores

En nuestro estudio resaltaremos los servidores de mayor importancia aunque enumeraremos todos:

- Servidores de Aplicaciones (Application Servers)
- Servidores de Audio/Video (Audio/Video Servers)
- Servidores de Chat (Chat Servers)
- Servidores de Fax (Fax Servers)
- Servidores FTP (FTP Servers)

- Servidores Groupware (Groupware Servers)
- Servidores IRC (IRC Servers)
- Servidores de Listas (List Servers)
- Servidores de Correo (Mail Servers)
- Servidores de Noticias (News Servers)
- Servidores Proxy (Proxy Servers)
- Servidores Telnet (Telnet Servers)
- **Servidor WEB:** Se refiere a la máquina que almacena y maneja los sitios web, y en este sentido es utilizada para entregar hosting u hospedaje. Pero también, el servidor web se refiere al software, como el servidor de http de Apache, que funciona en la máquina y maneja la entrega de los elementos de las páginas web como respuesta a peticiones de los navegadores de los clientes.

Es así que al conectarse desde un ordenador u otro dispositivo al servidor se puede acceder a programas, archivos y otra información del servidor ya que los mismos para cada sitio de internet se almacenan y se ejecutan en el servidor.

En la web, un servidor web es un ordenador que usa el protocolo http para enviar páginas web al ordenador de un usuario cuando el usuario las solicita.

Los servidores web, servidores de correo y servidores de bases de datos son a lo que tiene acceso la mayoría de la gente al usar Internet.

- **Servidor FTP (FTP Servers):** es uno de los más antiguos de Internet, es el File Transfer Protocol permite mover uno o más archivos con seguridad entre distintos ordenadores proporcionando seguridad y organización de los archivos así como control de la transferencia a través de una conexión de red y una contraseña.

6.3 Sistemas de Comunicación

Por definición, el término "comunicaciones móviles" describe cualquier enlace de radiocomunicación entre dos terminales, de los cuales al menos uno está en movimiento, o parado, pero en localizaciones indeterminadas, pudiendo el otro ser un terminal fijo, tal como una estación base. Esta definición es de aplicación a todo tipo de enlace de comunicación, ya sea móvil a móvil o fijo a móvil. De hecho, el enlace móvil a móvil consiste muchas veces en un enlace móvil a fijo a móvil. (Bebes,2009)

6.3.1 Composición de los Sistemas de Comunicaciones móviles

- **Estaciones Fijas:** Estación radioeléctrica no prevista para su utilización en movimiento; entre estas tenemos:
 - ✓ Estación Base (BS), su movimiento se controla directamente desde una unidad de control (local o remoto), mediante líneas telefónicas o radioenlaces, características: son fuentes/destinatarias de tráfico y envían información señalización.

- ✓ Estación de control (CS), utilizada para gobernar automáticamente el funcionamiento de otra estación de radio en un emplazamiento específico, para gestionar una BS o repetidora.
- ✓ Estación repetidora (RS), estaciones fijas que retransmiten las señales recibidas, obteniendo una mayor cobertura.
- **Estaciones móviles:** estación radioeléctrica prevista para su utilización en un vehículo en marcha o que efectúa paradas en puntos indeterminados. El término incluye equipos portátiles y equipos transportables.
- **Equipos de control:** son los equipos necesarios para el gobierno de las estaciones base, generación y recepción de llamadas, localización e identificación de usuarios, equipos y vehículos, transferencia de llamadas, etc.

6.3.1.1 Tipos de Comunicaciones Móviles

Existen varias formas de clasificar los sistemas de comunicaciones móviles. Pero la más importante es la clasificación por su entorno nombraremos todas y resaltaremos las más importantes para nuestro estudio:

- Por la modalidad de funcionamiento:
 - ✓ **Sistemas de Radiotelefonía**
 - Radiotelefonía de Corto Alcance RTCA+
 - Radiotelefonía de Grupo Cerrado RTGC

- Flex
 - ERMES (European Radio Message System)
 - DECT
 - Personal Handy-phone System (PHS)
- ✓ **Sistemas de comunicaciones móviles por satélite:** Por su gran desarrollo de la tecnología y al gran mercado potencial que estos sistemas parecen tener tienen un gran auge en el mercado. Se pueden diferenciar tres tipos de sistemas, en función de cuál es la órbita en que se han situado, o van a situar sus satélites:
- Sistemas geostacionarios, con satélites situados en órbitas geoestacionarias, a unos 36.000 km de altura.
 - Sistemas de órbitas medias, o MEOs (Medium Earth Orbit), con satélites situados entre los 10.000 y 15.000 km de altura.
 - Sistemas de órbitas bajas o LEOs (Low Earth Orbit), con satélites situados a menos de 3.000 km de altura.
- ✓ **Sistemas de órbitas geoestacionarias**
- Inmarsat-A

- Inmarsat-B
 - Inmarsat-C
 - Inmarsat-D
 - Inmarsat-E
 - Inmarsat-M; el primer teléfono personal portable vía satélite que permite transmisión de voz, datos, fax y servicios de llamada de grupo a través de un terminal del tamaño de un portafolios.
 - Inmarsat Mini-M
 - Inmarsat-3
- ✓ Sistemas de órbitas medias (MEOs) y bajas (LEOs)
- ✓ El sistema de radiotelefonía celular

6.3.1.1.1 El Sistema de Radiotelefonía Celular

En los sistemas de telefonía móvil celular la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células (celdas), a las que se asigna un cierto número de radiocanales. Se considerarán aquí aquellos sistemas que cumplan los siguientes objetivos:

- Gran capacidad de abonados.

- Calidad telefónica similar al servicio telefónico convencional.
- Utilización eficaz del espectro.
- Conmutación automática de radiocanales.
- Capacidad de expansión.
- Gran movilidad.
- Poder constituir una red de comunicaciones completa en sí mismos.

6.3.1.1.1 Evolución de los Sistemas de Comunicación Celular

- **Primera Generación**

- ✓ NMT 450 (1981) Nordiska Mobil Telephongruppen, (Noruega, Suecia, Finlandia y Dinamarca)
- ✓ AMPS 800 (1983), USA, Chicago
- ✓ TACS 900 (1985) Gran Bretaña
- ✓ NMT 900 (1986)

- **Segunda Generación**

- ✓ GSM 900 (1991) ETSI
- ✓ DAMPS 800 (1991)

- ✓ Mejora IS-54
 - ✓ IS-95 CDMA
 - ✓ DCS 1800 (1992) ETSI
 - ✓ GPRS Generación 2.5
- **Tercera Generación**
 - ✓ UMTS/IMT 2000

6.3.2 Sistemas Operativos para Celular

El mercado mundial de celulares inteligentes conocidos como smartphones existen sistemas operativos que lo han dominado como es Android e iOS, junto con BlackBerry y Windows Phone sin embargo, en 2013 ingresan tres nuevos sistemas operativos como son Firefox OS, Tizen y Ubuntu Touch.

6.3.2.1 Tipos de Sistemas Operativos para celular

-  **Android**, su fabricante es la empresa Google y conjuntamente con operadores de telecomunicaciones de todo el mundo ha posibilitado que el sistema operativo liderado tenga un gran aumento generando miles de aplicaciones, juegos, películas o música accesible y dinámico para el usuario.

Basado en Linux diseñado originalmente después tuvo modificación para ser usado en tablets como es el caso del Galaxy Tab de Samsung, actualmente se encuentra en desarrollo para usarse en netbooks y PCs.

- **symbian** **Symbian OS**, fue producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil, entre las que se encuentran Nokia como la más importante, Sony Ericsson, Samsung, Siemens, Benq, Fujitsu, Lenovo, LG, Motorola esta alianza le permitió en un momento dado ser unos de los pioneros y más usados
-  **Windows Phone**, anteriormente llamado Windows Mobile es un S.O. móvil compacto desarrollado por Microsoft, se basa en el núcleo del sistema operativo Windows CE y cuenta con un conjunto de aplicaciones básicas, actualmente va por la versión 8.
-  **BlackBerry OS**, desarrollado por la empresa canadiense RIM (Research In Motion) para sus dispositivos. El sistema permite multitarea y tiene soporte para diferentes métodos exclusivos de RIM.
-  **iOS de los iPhones**, anteriormente denominado iPhone OS creado por Apple originalmente para el iPhone, siendo después usado en el iPod Touch e iPad. Es un derivado de Mac OS X, se lanzó en el año 2007,

aumento el interés con el iPod Touch e iPad que son dispositivos con las capacidades multimedia del iPhone pero sin la capacidad de hacer llamadas telefónicas.

-  **Firefox OS**, está liderado por la Fundación Mozilla, responsable entre otros productos del navegador Firefox. El sistema operativo para móviles Firefox OS ha conseguido el apoyo de diferentes operadores de telecomunicaciones de todo el mundo, sobre todo de Telefónica, la compañía más grande. También de fabricantes como LG, Sony, ZTE o Huawei, que han adelantado que presentarán dispositivos móviles basados en él.

Técnicamente, Firefox OS se fundamenta en estándares abiertos. Su núcleo está basado en Linux y utiliza un motor Javascript en base HTML5 para la ejecución tanto de las aplicaciones y funciones nativas del teléfono, como de las desarrolladas por terceros.

-  **Tizen**, Es el proyecto de sistema operativo basado en estándares abiertos impulsado por la Linux Foundation. Cuenta con empresas líderes en sus segmentos, como Intel y Samsung, como principales promotores. Está basado en MeeGo, un sistema operativo para móviles que era la unión de otros proyectos similares, como Moblin (propiedad de Intel y la Linux Foundation) y Maebo (un proyecto creado por Nokia).

Desarrolla sus aplicaciones en HTML5 utilizando el mismo como motor y Javascript basado en la plataforma WebKit. Es la misma que emplean, entre otros, Google y Apple para sus navegadores web. Además, mediante la aplicación OpenMobile ACL para Tizen, se podrán ejecutar aplicaciones basadas en Android.

-  **Ubuntu Touch**, es el sistema operativo liderado por la empresa Canonical, responsable de la distribución de Linux denominada Ubuntu. La misma es una de las versiones Linux de mayor éxito entre los consumidores, debido a su facilidad de uso respecto a otras distribuciones.

Entre las características de Ubuntu Touch resaltemos su capacidad para poder ejecutar aplicaciones nativas de GNU/Linux en el móvil, así como también las basadas en estándares web como HTML5. Permite ejecutar aplicaciones en segundo plano y es compatible con el servicio en la "nube" Ubuntu One.

6.3.3 Sistemas Operativos para Tablets o Tabletas

Las tabletas o tablets, no funcionan con sistemas operativos, sino con sistemas diseñados especialmente para ellas. Los mismos parten inicialmente para teléfonos celulares inteligentes (o smartphones) y después se adaptaron eficientemente a las tabletas o tablets.

6.3.3.1 Sistemas Operativos Tablet

La razón por la cual las tabletas usan el mismo sistema operativo que los smartphones es porque han querido aprovechar los avances de éstos: por un lado, la pantalla táctil, esto es, la posibilidad de interactuar con la máquina sin necesidad de un teclado y, por otro, la facilidad para descargar y ejecutar aplicaciones, especialmente multimedia. Los sistemas operativos tradicionales, por el contrario, no poseen estas opciones, al menos no están tan desarrolladas.

Los sistemas operativos aunque sean diferentes no descartan que dos tablets puedan hacer las mismas cosas, sencillamente lo hacen de manera diferente o en otras palabras la forma de dar las instrucciones cambia.

6.3.3.2 Tipos de Sistemas Operativos para Tablets



Gráfico 46 - Sistemas Operativos, Fuente: Pauker,2013

- **Android**, la versión más reciente del Android es la 4.1, conocida como Jelly Bean, aunque la mayoría de las tablets funcionan actualmente con la versión 4.0, o Ice Cream Sandwich.
- **iOS**, pertenecen a este los modelos del iPad esto permite que funcione en otros dispositivos. Actualmente va por la versión iOS 7, luego del lanzamiento del iPad3.
- **RIM**, la empresa canadiense propietaria del smartphone Blackberry, ha desarrollado también un sistema operativo específico, el Blackberry Tablets OS para su tableta Playbook, que desgraciadamente ha sido todo un fracaso en términos de ventas.
- **Microsoft**, posee un sistema operativo especialmente diseñado para tablets, conocido como el Windows RT, que sustituye al Windows 7 (este último utilizado tanto para smartphones como tablets) y que utiliza, por ejemplo, en su tableta Surface RT.

6.4 Información del Sistema Integral en Gestión de Riesgos Zona de Estudio

Una vez que hemos conocido el funcionamiento de diversos sistemas y su concepto ahora podemos definir las herramientas que vamos utilizar y que necesitamos para nuestro estudio.

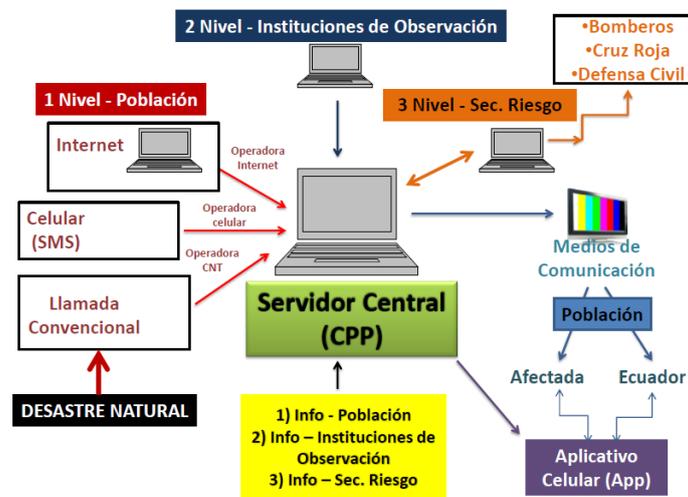


Grafico 47 - Sistema Integral, Fuente: Pauker, 2013

6.4.1 Procesos Tecnológicos

6.4.1.1 Información base Tecnológica

La Información Base comprende todo el estudio que hemos realizado y que esta expuesto en anteriores capítulos, esta información base debe estar a la mano para el Órgano Rector quién la va a manejar y será el centro de la información. Con el Objetivo de que pueda acceder y ubicar la llamada o mensaje de EMERGENCIA definiendo así el grado de Alerta según la ubicación de su Usuario o Ciudadano para poder responder a su necesidad.

6.4.1.1.1 Proceso de Información

- 1) **Recopilación:** Debemos recopilar toda la información de la que disponemos; Base de Datos (DB), Mapas Base, Mapas Multiamenaza, entre otros en un PC que se considerará como Servidor Central.

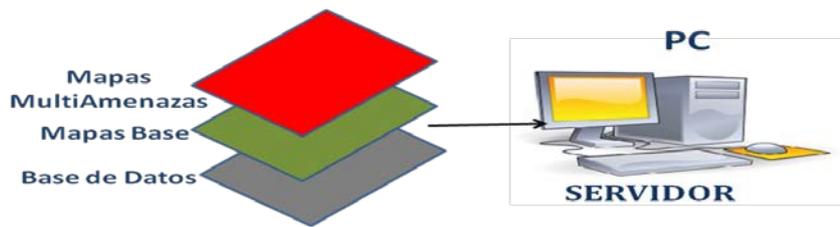


Grafico 48 – Recopilación, Fuente: Pauker, 2013

2) Almacenamiento: Consideraremos la subida de nuestros mapas Multiamenazas y el resto de información a un servidor web el mismo que hospedara a nuestra información. En este caso podemos ocupar un Servidor propio como es el de la Universidad Escuela Politécnica del Ejercito, contratar uno o también poder colocar en Servidores Web gratuitos que se puede acceder por Internet, recordando siempre las normas y el grado de seguridad en el que desees mantener la información.

En nuestro caso subiremos nuestra información al Servidor WEB Linux de la Universidad Politécnica del Ejército.



Grafico 49 - Almacenamiento de Información, Fuente: Pauker, 2013

Especificaciones según GIS: Debemos resaltar que existen pasos para poder subir mapas en la web. Las siguientes observaciones debemos considerar:

- **Mapas:** Deben subirse todos los shapes o capas para que la información quede completa y pueda manejarse fácilmente con herramientas que nos entregan las plataformas web o páginas web según su lenguaje de programación.
- **GIS:** según el Gis se podrá acceder a los parámetros que nos ayuden a almacenar y visualizar nuestros mapas sean estos gratuitos o con licencia.
- **Características de Almacenamiento:** se deberá tomar en cuenta el peso y resolución de la información para que la misma sea accesible y de fácil manejo para los usuarios.

3) **Mapas de un GIS al Servidor:** Existen dos opciones: una que si no tenemos un servidor se pueda colocar la información libre en diversos espacios en el internet conocido el proceso como almacenamiento virtual que son discos duros virtuales o nubes virtuales que pueden tener costo o no, entre ellos tenemos a Google Earth y la segunda que nuestro propio Gis tenga la opción para generar un código de subida de archivos a al sitio web que requerimos:

- **ArcGIS:** En nuestro caso el software que estamos trabajando es **ArGIS**, el mismo posee la opción para subir nuestros mapas y poder manejarlos desde el sitio web que requerimos de la siguiente manera:

- ✓ **ArcGIS Online:** es el sitio donde se puede habilitar para la Web los mapas y la información geográfica relacionada, y compartir este contenido con los usuarios. Se trata de un sistema de administración de contenido para información geográfica que permite compartir contenido y habilitar numerosos tipos de aplicaciones basadas en SIG y sitios Web de usuarios finales. Los usuarios se conectan a estos mapas y aplicaciones para usar el contenido compartido que usted administra en la nube de ArcGIS Online y en sus propios sistemas locales.



Grafico 50 - Sitio ArcGisOnline, Fuente: ArcGIS Resources, 2013

Ya que ofrece la posibilidad de compartir los mapas en un sitio web o blog, podemos subir los mapas libremente en nuestro sitio web, esto aumenta las posibilidades de personalización. Seguimos los siguientes pasos:

- ✓ Ingresamos en ArcGIS Online seleccionamos el lugar de nuestro interés, damos clic en Share, aquí podemos compartir en Facebook y Twitter u

obtener el código html para nuestro blog o sitio web, así como crear un aplicación web.

- ✓ Seleccionamos el tamaño del mapa de los preestablecidos o personalizarlos.
- ✓ Seguidamente copiamos el código html a nuestro blog (en blogger debe estar activada la pestaña Edición HTML) o sitio web.

Realizado todo lo anterior puede correr perfectamente nuestro mapa, cabe señalar que ArcGIS.

6.5 Aplicativo S.P.A.T. (APP. SPAT)

El término app es una abreviatura de la palabra en inglés application. Es decir, una app es un programa. Pero con características especiales. Existen apps que ser más dinámicas que los programas tradicionales. Algunas dependen de Internet para funcionar. Por ejemplo las asociadas a Facebook o Twitter. O las de noticias o el estado del tiempo. Hasta cierto punto son una (buena) combinación entre un programa de siempre y un gadget de Escritorio.

6.5.1 Desarrollo del App

Para nuestro estudio desarrollamos dos tipos de app; uno para el usuario ósea ciudadano y otro para los representantes de los órganos de respuesta, este último es opcional ya que puede enviar la información a un móvil como puede enviarlo

directamente al centro de emergencia como por ejemplo el 911 quien lo monitoreará las 24 horas al día para poder cumplir con las alertas frente a eventos naturales.

Debemos señalar que las alertas se darán bajo los criterios y parámetros que hemos estipulado en los capítulos anteriores respondiendo a: Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M) y Bajo(B) y también al resultado final como son los Mapas de MultiAmenaza de las Tres Zonas en nuestra área de estudio.

6.5.1.1 Diseño de Sistema

- **App Usuario:** Para el App del Usuario que deseamos desarrollar no se debería analizar el sistema operativo en el que se va a trabajar, ya que según nuestro criterio debería ser accesible a todos los ciudadanos y que los mismos tengan la misma facilidad y oportunidad de acceso.

Por lo cual se debe desarrollar en todos los sistemas operativos, sin embargo para nuestro estudio y por ser Android el de mayor mercado en nuestro país Ecuador será el ejemplo del sistema en el que nos basaremos para el desarrollo.

El App de Usuario constará de:

- ✓ **Menú:** Emergencia (llamada de un toque), Quienes Somos(objetivo del app), Contactos (en caso de fallar número de emergencia para llamada gratuita)

- ✓ **Visualización:** El Usuario general ósea el ciudadano tendrá una vista del aplicativo que le permitirá poder hacer una Llamada de un toque ósea con un solo click permitiendo comunicarse con nosotros.
- ✓ **Sistema:** El momento que el dispositivo de usuario hace un toque el dispositivo recepto guarda sus datos de contacto en nuestra base de datos tanto del teléfono como del sistema en general, su ubicación o localización se registra automáticamente sobre las capas de nuestros mapas de multiamenza y rápidamente nos entrega un parámetro o nivel de amenaza logrando identificar la prioridad de la emergencia para rápidamente verificarla con los Órganos que emiten información como son Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi), entre otros.
- **App de Instituciones de Respuesta:** Para el app del Órgano de Respuesta se deberá escoger el de mayores características y que no necesite de demasiadas características para funcionar, bajo nuestro criterio Android e IOS con los más idóneas por las características antes mencionadas.
 - ✓ **Menú:** emergencia (visualización de mapas), Quienes Somos(objetivo del app), Base de Datos BD (datos de usuario que informa o pide ayuda), parámetros (parámetros de amenaza para reconocimiento, información de zonas), instrucciones.

- ✓ **Visualización:** el Usuario del Órgano Rector quien monitorea el Sistema del app tendrá en pantalla los mapas de Multiamenazas, en caso de existir una llamada la misma aparecerá como un punto de localización rápidamente se abrirá un cuadro de dialogo con los datos del usuario ciudadano para ser verificados.
- ✓ **Sistema:** El momento que el dispositivo de usuario hace un toque el dispositivo receptor guarda sus datos de contacto en nuestra base de datos tanto del teléfono como del sistema en general, su ubicación o localización se registra automáticamente sobre las capas de nuestros mapas de multiamenaza y rápidamente nos entrega un parámetro o nivel de amenaza logrando identificar la prioridad de la emergencia para rápidamente verificarla con los Órganos que emiten información como son Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi), entre otros.

6.5.1.2 Diseño de Imagen

Creamos iconos e imágenes estándar para que sean familiares para ambos usuarios y puedan ser de fácil manejo el App. Así como también que en su visualización de mapas sea la más óptima logrando calidad y nitidez para cualquier dispositivo.



Grafico 51 - Icono del App SPAT, Fuente: Pauker, 2013

6.5.2 APP S.P.A.T.

6.5.2.1 CONEXIÓN APP S.P.A.T

Para poder identificar la localización de los dispositivos existen sistemas de localización activados en cada sistema operativo logrando así obtener coordenadas y la ubicación exacta en los mapas desarrollados logrando una respuesta a probabilidades auténticas o desclasificando aquellas llamadas que sean incorrectas entregando para ambos casos datos de quien emite el toque en este caso llamada de emergencia.

6.5.2.1.1 SISTEMA DE LOCALIZACION

La Localización permite que las apps y sitios web basados en la localización (incluyendo Mapas, Cámara, Safari y otras apps de Apple y de terceros) utilicen información de redes móviles, Wi-Fi¹ y el Sistema de posicionamiento global (GPS)² para determinar la localización aproximada.

Por ejemplo, el App S.P.A.T. puede utilizar los datos de localización del Usuario y consultas de búsqueda de localización para ayudar a encontrar los puntos de mas altos y bajos de amenazas.

Para poder acceder al app y poder utilizar funciones como estas, se debe activar la Localización del dispositivo y dar la autorización para que cada app o sitio web pueda utilizar los datos de localización.

Por motivos de seguridad, la información de localización puede utilizarse para llamadas de emergencia como ayuda a los servicios de respuesta, independientemente de si se activa o no la localización de cualquier forma siempre llegará sus datos a nuestra base central.

6.5.2.1.1.1 PRECISIÓN DE LA LOCALIZACIÓN

Dependiendo del dispositivo y de los servicios disponibles, Localización utiliza una combinación de datos móviles, Wi-Fi y GPS para averiguar la ubicación. Si no nos encontramos dentro de la línea de visión de los satélites GPS, el dispositivo puede determinar la ubicación utilizando localizaciones de fuente masiva de Wi-Fi 3 y torres de telefonía móvil.

Por esto en caso de no haber luz en el momento que suceda un siniestro no deberemos preocuparnos de que no dispongamos de internet o de nuestra localización activa en el dispositivo ya que para el app del Organo de Respuesta siempre llegara la información y aunque no pueda ver los mapas digitales podrá

visualizar los mapas en un manual de emergencia y contingencia para localizar la llamada, pero siempre se recibirá DATOS y UBICACIÓN ósea LOCALIZACION del usuario ósea del ciudadano.

Las apps que pueden mostrar la ubicación en pantalla como el app SPAT, incluyendo los Mapas, indican la ubicación actual (aproximada) mediante un marcador azul. Si la ubicación no puede determinarse con precisión, aparecerá un círculo azul alrededor del marcador. El tamaño del círculo muestra la precisión con la que se puede averiguar la ubicación: cuanto más pequeño sea el círculo, mayor será la precisión, pero de esto no debemos preocuparnos porque como decimos las antenas de telefonía celular se encargan en estados de emergencia de entregar siempre la ubicación exacta por los datos recibidos.

6.5.2.2 TIENDAS DE DESCARGA APP

El App S.P.A.T. estará disponible principalmente en tiendas virtuales. Los teléfonos y tablets suelen incluir una opción que da acceso directo a ella. Algunas tiendas pueden ser visitadas también escribiendo su dirección URL en el navegador del dispositivo. Lo normal es tener que registrarse para poder descargar aplicaciones y se lo puede hacer desde el propio dispositivo de forma gratuita.



Grafico 52 - App SPAT en Pantalla de Celular, Fuente: Pauker, 2013

En las tiendas se separan de forma clara las aplicaciones gratis y de pago. Están agrupadas en categorías para que resulte más fácil buscar según preferencias. También se incluye listas con las apps más populares. O buscadores con los que localizar aplicaciones concretas. Tenemos:



Tienda de Windows 8: Para acceder a ella necesitamos descargar Windows 8. Es una novedad, porque sus apps se destinan también a PCs y no sólo a dispositivos móviles.



Google Play (Android Market): Contiene aplicaciones para teléfonos, tablets o equipos Android de cualquier marca. Tiene casi 700.000 apps para todos los gustos. Su dirección: <http://play.google.com/store>



Samsung Apps: Incluye también aplicaciones Android, como Google Play. Pero diseñadas de forma específica para dispositivos Samsung. Su Dirección: <http://www.samsungapps.com>



Windows Phone: Tiene unas 100.000 apps para teléfonos Windows Phone de la marca que sea (Nokia, Samsung, HTC, LG, etc.). Su dirección: <http://www.windowsphone.com/en-us/markets>.



Apple app store: Es la más grande de las tiendas de aplicaciones. Pero sólo pueden descargarlas dispositivos Apple con el sistema operativo iOS, como el iPhone o el iPad.



Blackberry apps: Es para teléfonos Blackberry, como habrás supuesto ya. Tiene más de 100.000. Su dirección: <http://appworld.blackberry.com/webstore/?lang=es>



OVI Store: Dirigida a teléfonos Nokia que NO sean Windows Phone. Cuenta con unas 30.000 aplicaciones. Su dirección: <http://store.ovi.com/applications>

6.6 RESULTADOS

6.6.1 App Usuario



Grafico 47 - Imagen en dispositivos de App S.P.A.T., Fuente: Pauker,2013

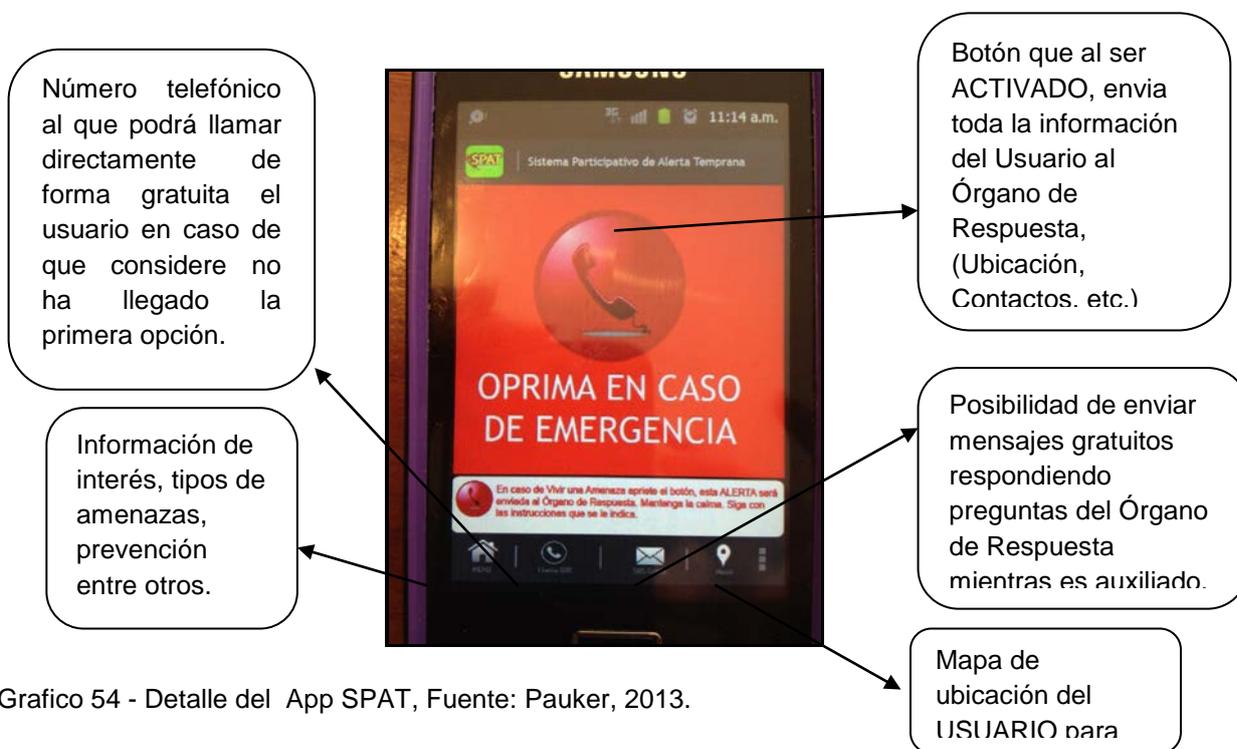


Grafico 54 - Detalle del App SPAT, Fuente: Pauker, 2013.

6.6.2 App de las Instituciones de Respuesta:



Grafico 55 - App SPAT de las Instituciones de Respuesta, Fuente: Pauker, 2013

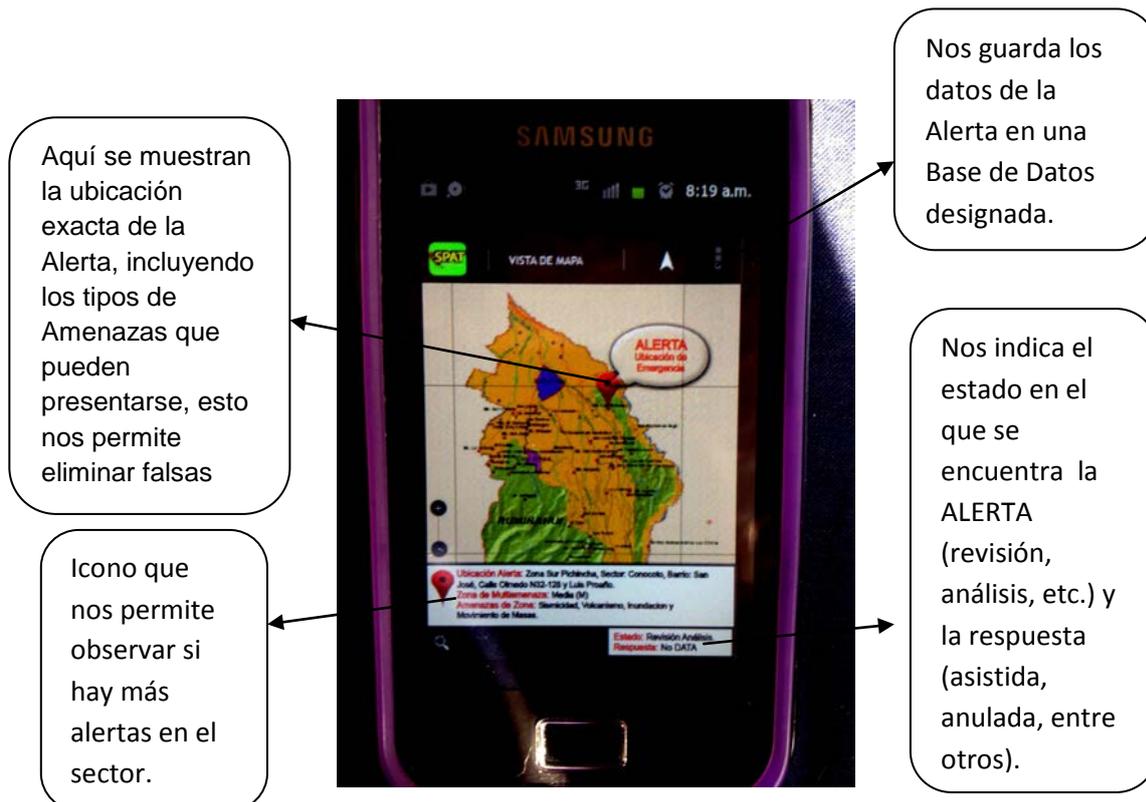


Grafico 56 - Detalle del App SPAT de Instituciones de Respuesta, Fuente: Pauker, 2013

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES:

- Manejar un mismo lenguaje permite un mayor entendimiento de resultados es así que se define la conceptualización base en términos que son parte de los campos de estudio como es; gestión de riesgos naturales, geográfica y ambiente.
- Se diseña e implementa la base de datos geoespacial, con la que se construye conjuntamente un modelo cartográfico y de Entidad-Relación que permite definir el proceso para la formación de un sistema servidor de mapas web base y final en una escala 1:50.000.
- Evaluar las diversas amenazas naturales nos permitió resaltar aquellas que se encuentran presentes en los diferentes cantones de estudio, identificando sus actores y sus resultados así podemos concluir que:
 - ✓ Para Amenazas por inundación se define a la Zona Nor-Este de estudio como la de mayor susceptibilidad y vulnerabilidad con un nivel de amenaza Alta **(A)**, mientras que las Zonas Nor-Oeste y Sur que se características por contener abanicos aluviales presentan un nivel Medio **(M)** y Bajo **(B)** respectivamente. Esto no quiere decir que existan sectores en estas zonas que no estén expuestas ante inundaciones, resaltamos los niveles de mayor impacto.

- ✓ Hablar de **Amenaza Volcánica** es destacar que todas las Zonas de Estudio que se encuentran cerca de un volcán y nevado, están altamente tectonizadas, cumpliendo con las características propias del Ecuador pero sobre todo las ya descritas en el Capítulo III, que demuestran que los 7 Cantones están en los tres órdenes: Frente tectónico, Tectónica de placas (subducción de la Placa de Nazca), Volcanismo regional derivado de la tectónica activa de placas.
- ✓ En el proceso de analizar las Amenazas Volcánicas podemos concluir también que en los últimos años se ha podido rescatar información importante sobre los volcanes y nevados del Ecuador, constituyendo un factor importante para la realización y creación de planes que puedan prevenir una posible erupción en el futuro y el salvataje de vidas. Siendo el Volcán Chiapas que se halla a 60 km al sureste de Quito y 35 km al noreste de Latacunga uno de ellos y que se ha tomado en cuenta en este análisis.
- ✓ Se precisan los resultados con respecto a Amenazas Sísmicas resaltando que las tres zonas se encuentran en sistemas de fallas transcurrentes dextrales, sinistralas, normales y, en menor grado, inversas o de compresión. Algunas se encuentra en primero o segundo orden pero todas responden a niveles de amenazas Muy Altos (**MA**) y Altos (**A**) siendo esta amenaza la de mayor influencia en la zona y que la podría provocar mayor incidencia en análisis de vulnerabilidades y riesgos.

- ✓ A partir de un mapa preliminar de amenazas por movimientos de terreno, flujos de lodo e inundaciones se pudo obtener las características del terreno de acuerdo a la peligrosidad, así de esta manera se puede analizar la Amenaza por Fenómeno de Remoción de Masa (FRM), no dejemos de lado el porcentaje de pendiente siendo así el área de estudio en especial en el NOr-Oeste y Nor-Este que presentan alto nivel de peligrosidad por lo tanto Alto **(A)** nivel de amenaza, mientras que en al Sur existen mayores sectores de Medio **(M)** y Bajo **(B)** nivel de amenaza.
- ✓ Si se refiere a las amenazas por sequia, nos referimos de definir la no ocurrencia de sequias en el pasado en la Zona de estudio, entonces podemos concluir que en la Provincia de Pichincha en general, no han ocurrido sequías. Eso no quiere decir que en un futuro no podría pasar tomando en cuenta los últimos factores y datos del calentamiento global, que podría incidir en estas condiciones.
- Se analizo los índices de vulnerabilidad de la población, sus actividades e infraestructura asociada con las diferentes amenazas naturales que a su vez sumadas ambas nos dan como resultado el Riesgo, alcanzando la creación de su mapaje.
- En el análisis de MultiAmenazas que aportan a nuestro Sistema Integral en Gestión de Riesgos, se siguieron diferentes procesos que contribuyeron a su obtención como son la: Normalización, Rasterización, Ponderación, Reclasificación y MultiAmenaza Final. Se resalta que se aplicaron algunos

métodos teóricos pero el que más se adapta en este caso fue el de SAATY como podemos visualizar en el capítulo V, siempre basado en los criterios ya descritos.

- Se obtuvo productos y resultados que nos permitirán entregar a los usuarios un Sistema Integral WEB de la Gestión de Riesgos, el cual tiene aplicación en la Provincia de Pichincha pero puede emplearse como base en otras zonas de estudio.
- Se creó el proceso para dos tipos de apps como propuesta; uno para el usuario ósea ciudadano y otro para los representantes de los órganos de respuesta, este último es opcional ya que puede recibir la información a un móvil como puede llegar también directamente al centro de emergencia como es por ejemplo el 911 quien lo monitoreara las 24 horas al día para poder cumplir con las alertas frente a eventos naturales.
- Diseñamos, modelamos, suministramos y creamos una opción como Alerta Temprana que puede apoyar al salvataje de vidas utilizando última tecnología e ingresando al Ingeniero Geógrafo en un nuevo capítulo de opciones que puede entregar como profesional dentro del sector comercial y científico siendo importante resaltar sus conocimientos e inclusión en otros campos que son de vital influencia en la actualidad como es la tecnología, comunicación y nuevas herramientas de educación.

- El aplicativo, App S.P.A.T., está diseñado con información obtenida hasta la fecha de ejecución de esta tesis por lo cual aconsejamos actualizar periódicamente la información geográfica y técnica, para mayor exactitud y siguiendo el procedimiento expuesto en los diversos capítulos.
- El nivel de estudio de esta tesis es local y regional (incluye el nivel parroquial), generando mapas que permiten a las autoridades de las zonas de estudio de la presente tesis hacer su planificación en gestión de riesgos.

7.2 RECOMENDACIONES

- Aplicación de términos en base a conceptos unificados y universales para el entendimiento de todos los interesados en temas de gestión de riesgos, geográfica y ambiente, para mejores resultados y anulación de suposiciones.
- En la estructuración de la base de datos geoespacial, se identifiquen primero todos los factores e indicadores que puedan ser parte del sistema web y después se generen los procesos para la formación del modelamiento cartográfico, tomando en cuenta la etapa de ingreso al sistema integral web.
- En el proceso de identificación de posibles amenazas, iniciar por características técnico-científicas de la zona de estudio para la anulación de aquellas que no se presentan, proseguir con el reconocimiento de los parámetros, niveles y rangos que las generan. Esto permitirá aprovechamiento de tiempo y la toma de medidas en especial de preparación, preparación y restauración.

- Existe hoy una herramienta S.P.A.T. que permitiría el salvataje de vidas y que sin duda podría aportar al sistema integral de riesgos de cualquier país, región, zona o sector. Esta en nosotros y las autoridades que sea una realidad y se la aplique.
- Es de vital importancia que con estos resultados tanto los municipios inmersos en el área como los entes rectores gubernamentales realicen estudios y aplicaciones a detalle en las zonas de mayor riesgo, a fin de tomar medidas contingentes, preventivas necesarias que respondan a la planificación local, con carácter institucional y permanente.
- Recomendamos siempre que cualquier estudio o proyecto tenga una gestión de riesgos en procesos que permite el reconocimiento de etapas vitales en el ejercicio de la misma, así como también sin importar Quien sea el encargado pueda apoyarse en los criterios base y el sector influyente del pasado para un futuro y un presente prevenido y preparado.
- Existen nuevas herramientas de comunicación externa que permitirían obtener mayor calidad de resultados, es recomendable adaptarlos a la gestión de riesgos al momento de recopilar datos en especial de vulnerabilidad socio-económica. Logrando integrar a la población a un sistema habitual de actualización diaria, así como también obteniendo material técnico de invaluable características.

- En este análisis nos encontramos con datos geográficos muy antiguos, estas bases siguen alejándonos de realidades actuales, deberían darse mayores consultorías en el área geográfica, ambiental y de riesgos, para la actualización de información que es influyente en el momento de la toma de decisiones.
- Se debería incluir materias de comunicación y tecnología en todas las carreras profesionales en las diferentes universidades, dos áreas incluyentes y básicas en la actualidad para desarrollar estudios de mayor influencia e integración con el medio mundial que pueda tener proyectos similares o que pueda apoyar los que están en construcción.
- La tecnología avanza rápidamente y las opciones en el mercado cada vez más se multiplican y son más amigables. Hoy no es necesario ser un programador o un ingeniero de carrera en sistemas para poder acceder a las opciones de creación, diseño y modelación de varios sistemas tecnológicos. Sin embargo es importante recalcar que todos debemos tener claros los principios base. También reconocemos que los conocimientos en ciencias o que las investigaciones que se puede obtener como Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente así como otro profesional no experto en el tema, siempre aportarán varias herramientas para que los objetivos de cualquier proyecto sean dables y exitosos.

- Recomendamos para el desarrollo en gestión de riesgos de este proyecto en su zona que la autoridad o persona responsable al menos tenga conocimientos básicos sobre lectura e interpretación de datos geográficos y en gestión de riesgos para mayores resultados.

CAPÍTULO VIII

8. BIOGRAFIA:

8.1 LITERATURA

- (INIGEMM), I. (1980). *Hojas Geológicas área del proyecto.*
- (INIGEMM), I. (1982). *Mapa de los Volcanes Activos del Ecuador. Escala 1: 250.000.*
- (MRNE)-UNESCO, D. (1985). *Review of Volcanic Hazards Assessments of The Dirección General de Geología y Minas, and Comments on Monitoring in Ecuador.*
- AGUILERA E., P. M. *Risk from Lahars in the Northern Valleys of Cotopaxi Volcano (Ecuador).*
- AGUILERA EDUARDO, T. T. *El Volcán Cotopaxi, Una Amenaza que Acecha. Proyecto PREVOLCO.*
- BARBERI F., C. M. *Chronology and dispersal characteristics of recently (last 5000 years) erupted tephra of Cotopaxi (Ecuador).*
- CCE. (2000). *Ecuador: Zonas Sísmicas para propósito de diseño.*
- CIVIL, D. N. (1999). *Informe final del desarrollo, efectos e incidencias del Fenómeno "El Niño" 1997-1998, Informe Interno, 168 p.*
- CLIRSEN, F. I. (1986). *Mapa General de Suelos del Ecuador. Quito.*
- CODIGEM. (1993). *MAPA GEOLÓGICO DEL ECUADOR, escala 1: 1'000.000.*
- CODIGEM-BGS. (1997). *Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0° 00'. Report.*
- CONSEJO DE SEGURIDAD NACIONAL, D. N.-E. (1991). *Mapa Sismo Tectónico del Ecuador-Nivel Exploratorio. Memoria Explicativa.*
- D., C. *Teoría del Riesgo y Desastre (Vulnerabilidad, Riesgo y Desastre).*

- D'ERCOLE R., T. M. (2003). *Amenazas, Vulnerabilidad y capacidades Riesgo en el Ecuador – Los desastres, un reto para el desarrollo.*
- EGÜEZ A., M. R. (1991). *Memoria Técnica del Mapa Tectónico del Ecuador, EPN (no publicado), 38 p.*
- EPN-IG. (2010). *Informe Sísmico: Red Nacional de Sismógrafos, RENSIG. .*
- HALL, M. (1977). *El Volcanismo en el Ecuador. IPGM. Quito.*
- IEOS. (1983). *Resumen Meteorológico– Fuente Inamhi.*
- IGEPN. (2001 a 2007). *Informes Sísmicos para el Ecuador.*
- IGEPN. *Peligros Volcánicos IGEPN shp.*
- IGEPN. (1990 a 2008). *Sismicidad Histórica por años.*
- IGEPN, I. O. (2000). *Mapa de Intensidades Sísmicas del Ecuador.*
- IG-EPN-DGP-SUIM. (1999). *Mapa de Peligros Volcánicos del Volcán Guagua Pichincha. Escala: 1: 60 000.*
- IG-IRD. (2002). *Mapa de los Peligros Potenciales del Volcán Cayambe. Escala: 1: 50 000.*
- INAMHI. (1999). *Estudio de Lluvias intensas. Quito.*
- INAMHI, D. (1974). *Mapa hidrogeológico del Ecuador escala .*
- INEC. *Censo de Población y Vivienda, 2010. Quito.*
- ITALIA-ESPE, I.-G. D. (1989). *Mapa Geológico del Volcán Guagua Pichincha. Escala 1: 50 000. Convenio Cooperación Ecuador-Italia.*
- ITALIANA), C. (-G. (1994.). *Mitigación del Riesgo Volcánico en el Área Metropolitana de Quito. Síntesis Actualizada.*
- LUIS., C. C. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador.*
- M, R. (2001). *Consecuencias de los deslizamientos en el Ecuador, IV Jornadas en Ciencias de la Tierra, EPN, pp: 97-98.*

- MATT, W. (2007). *Reventador Volcano 2005: Eruptive activity inferred from seismo-acoustic observation. Journal of Volcanology and Geothermal Research.*
- MOTHESS P., H. M. *The enormous Chillos Valley Lahar: an ash-flow-generated debris flow from Cotopaxi Volcano, Ecuador.*
- OEA. (1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado.*
- ORELLANA HERNÁN, J. I. *Ecuador ante la Estrategia de Reducción de Riesgos Geológicos y Socioambientales. Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Geología.*
- PATRICIA, V. D. *Late Holocene phases of dome growth and Plinian activity at Guagua Pichincha volcano (Ecuador).*
- PETROECUADOR, M. S. (2005). *Actualización del Mapa Hidrogeológico y de Cuencas Hidrográficas del Ecuador. Escala 1 : 1'000.000.*
- R., B. (2004). *Notas Clases de Geología y Vulcanología, Ingeniería Ambiental.*
- T., W. (1975). *Crónicas de los fenómenos volcánicos y terremotos en el Ecuador, con algunas noticias sobre otros países de la América Central y meridional, desde 1533 hasta 1797. Programa Banco Central-Politécnica. Quito.*
- T., W. (1975). *Geología y Geografía del Ecuador. CCE-Quito.*
- THEÓFILOS, T. (2013). *Volcanes del Ecuador.*

8.2 DOCUMENTOS PDF

- OPS. (1984). *Hacia un mundo seguro frente a los desastres naturales. La trayectoria de América Latina y el Caribe.*
- OPS/OMS, Colombia, Bogotá. (1997). *Reducción de Riesgos en Zonas Marginales, Plan de Reubicación Familias de Alto Riesgo*
- ONU. (2001). *Índice de Riesgos de Desastres 1980 – 2000*
- ONU. (2001). *Geneve.*
- SIISE. (2003). *Proyecto de cartografía de Riesgos en el Ecuador*
- ZANAZZI.J. (2003). *Anomalías y supervivencia en el método de toma de decisiones de SAATY.*
- HELMERO O. (2004). *El metodo fuzzy - delphi. Estimación del cash-flow a través de la opinión de expertos.*
- ONU. (2004). *La Reducción de riesgos de desastres. Un desafío para el Desarrollo*
- OXFAM. (2004). *El ABC de la Gestión de Riesgos.*
- ONU, EIRD. Kobe, Japón. (2005). *Marco de Acción de Hyogo para 2005 – 2015. Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante desastres*
- CEPEIGE - ABAD.C., STEVES.P, HERRERO.E. (2005). *Análisis de la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa en la parroquia Pimampiro – Ecuador.*
- CNPAE. (2005). *Comisión nacional de prevención de riesgos y atención de emergencias. Glosario de desastres.*
- REVENTADOR VOLCANO. (2005). *Eruptive activity inferred from seismo-acoustic observation*
- SENPLADES. (2005). *Programa regional andino para la reducción y mitigación de riesgos.*

- SENPLADES. (2007). *Gestión del Riesgo*
- CRUZ ROJA ECUATORIANA, DEMORAES.F, DÉRCOLE.R. (2008). *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón del Ecuador.*
- ROCHE.H. (2008). *Análisis Multicriterio*
- ARIZA.FJ., RODRÍGUEZ.A.F. (2009). *Introducción a la normalización en información geográfica: la familia ISO 19100*
- SECRETARIA NACIONAL DE GESTION DE RIESGOS-SNGR. (2009-2010). *Informe de Gestión.*
- IAEN. (2010). *Plan de prevención para emergencias por desastres naturales en la provincia de pichincha, su organización y aplicación en la educación básica en la próxima década.*
- SECRETARIA NACIONAL DE GESTION DE RIESGOS-SNGR. (2010) *Guía Comunitaria de Gestión de Riesgos.*
- CAMPOS.J. (2011). *Los sistemas de alerta temprana, SAT, en América central, desde una perspectiva de multiamenaza VII, plan de acción dipecho/echo, UNESCO-CEPREDENAC.*
- GOBIERNO DE PICHINCHA, RUBIO. (2011). *Apoyo al Sistema de Gestión de Riesgo Natural en la Provincia de Pichincha*
- IGEPN. (2011). *Tríptico Peligros Cotopaxi.*
- IGEPN. (2011). *Tríptico Cuicocha.*
- IGEPN. (2011). *Tríptico Peligros Quilotoa.*
- IGEPN. (2011). *Tríptico Reventador.*
- FUNEPSA. (2011). *Estudio y Análisis de Amenazas, Vulnerabilidades e identificación de Riesgos y posibles medidas de prevención y mitigación de la Provincia de Pichincha.*
- DURAN. (2012). *El Formato del Raster.*
- UNAM, Instituto de Geografía. (2012). *Glosario Geográfico y Cartográfico.*

- IGEPN – CORDOVA. (2013). *Informe sísmico No. 4 Sismicidad en la zona fronteriza con Colombia.*
- ORDOÑEZ.P, SAMANIEGO.P, MOTHE.S.P, SCHILLING.S. (2013). *Lahares del Cotopaxi.*