

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Utilización de un SIG para establecer zonas de afectación por
amenazas naturales: sismos, erupciones volcánicas y
deslizamientos. Posibles consecuencias en la salud de la
población en la parroquia Tababela.**

Daniel Fernando López Cevallos

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención
del título de Maestría en Salud Pública

Quito

Diciembre de 2004

Universidad San Francisco de Quito
Escuela de Graduados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Utilización de un SIG para establecer zonas de afectación por amenazas naturales: sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos. Posibles consecuencias en la salud de la población en la parroquia Tababela.

Daniel Fernando López Cevallos

Mauricio Espinel, Ph.D.

Director de Tesis (firma)

Fernando Ortega, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis (firma)

Richard Resl, M.Sc.

Miembro del Comité de Tesis (firma)

Víctor Viteri, Ph.D.

Decano de la Escuela de Graduados (firma)

Quito, diciembre de 2004

© Derechos de autor

Daniel Fernando López Cevallos

2004

Dedicatoria

A Pamela, Henry, Adriana y Ramiro,
quienes han estado conmigo a cada paso,
por todo espacio, por todo tiempo.

Agradecimiento

A Dios, por recordarme que mi lugar está donde me necesitan.

A la escuela La Condamine de Tababela y al Departamento de Desarrollo

Comunitario Integral, por permitirme trabajar junto a ellos.

Al Alex, por ser amigo, y transmitirme su interés por los SIG.

Resumen

El presente estudio utilizó un Sistema de Información Geográfica para realizar un Análisis de Amenazas Geológicas en la parroquia Tababela, con el fin de establecer zonas en potencial peligro sísmico, volcánico y de deslizamientos. Se analizaron además, infraestructuras según la distribución territorial de amenazas. El proyecto empezó con el desarrollo de un modelo cartográfico para cada tipo de amenaza y su respectiva relación con la sumatoria de infraestructuras. Dicho modelo permitió sistematizar el manejo de los datos. Los resultados revelaron que todo el territorio de la parroquia presenta niveles entre bajo y alto de amenaza geológica. La concentración de infraestructuras, que podría aumentar por las obras adicionales al nuevo aeropuerto, es menor a un tercio del territorio. Posibles consecuencias en la salud de los habitantes del sector son consideradas, sobre todo en relación con el suministro de agua potable y a la utilización de construcciones clave, por su capacidad de albergue o centro de difusión, como iglesia y escuelas. Se mencionó la necesidad de que las instituciones públicas y privadas involucradas en la prevención de desastres colaboren estrechamente para mejorar y fortalecer, no sólo los sistemas de recolección y análisis de datos; sino sobre todo, una cultura de prevención.

Abstract

This study utilized a Geographic Information System to perform an analysis of Geological Vulnerability at rural district named Tababela. The goal was to establish zones with potential seismological, vulcanological or landsliding risk. Furthermore, infrastructures were analyzed in relation to the territorial distribution of geological vulnerability. The project initiated with the development of a cartographical model for each kind of risk. Relationships between risks and infrastructures were assessed. Such model permitted a systematical management of data. Results revealed that all of Tababela territory presented some geological risk. The current infrastructures concentration was still low, while it was believed that this trend would change with new airport complementary edifications. Two main possible consequences on population health were considered: A shortage on the potable water supply system. Besides, the damage on the capacity of public buildings, such as the church or schools, to rapidly become shelter and information centers. It was mentioned here the necessity for public and private institutions that are involved in disaster monitoring and prevention to collaborate closely. The interaction between all the actors will not only improve and strengthen the collection and analysis systems, but also, a community-based prevention culture.

Tabla de Contenido

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Lista de Figuras	x
Lista de Tablas	xi
Lista de Abreviaturas	xii
1. INTRODUCCION	1
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Justificación	6
1.2. Propósito	8
1.3. Objetivos	8
1.5. Hipótesis	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Las Amenazas Naturales	10
2.1.1. Tipos de Amenazas Naturales	10
2.1.2. Amenazas Naturales de Tipo Geológico: Descripción y Efectos	11
2.1.2.1. Sismos.	11
2.1.2.2. Erupciones volcánicas	12
2.1.2.3. Deslizamientos	14
2.1.3. Categorización de las Amenazas Naturales	15
2.2. Los Sistemas de Información Geográfica	17
2.2.1. Componentes de un SIG	17
2.2.2. Procesos básicos de un SIG	17
2.2.3. Problemas que puede resolver un SIG	18
2.2.4. Elementos geográficos	18
2.2.4.1. Temas, vistas y mapas temáticos de un SIG	19
2.2.5. Unidades de distancia y cartográficas	20
2.2.5.1. Latitud y longitud	20
2.2.5.2. Proyecciones	21
2.2.5.3. Escalas	22
2.3.1. ArcView GIS 3.2.	25
2.3.1.1. La Interfaz Gráfica del Usuario (IGU)	25
2.3.1.2. Los documentos del proyecto	25
2.3.1.3. Formatos de datos	27
2.3.1.4. Análisis de las relaciones espaciales	28
2.3.1.4.1. Buscar elementos geográficos y unir sus atributos	29
2.3.2. Aplicaciones del GPS	31
3. METODOLOGIA	32
3.1. Tipo de Estudio	32
3.2. Instrumentos	32
3.3. Recolección y Selección de Datos	32
3.4. Plan de Análisis	34
3.4.1. Modelo Cartográfico	34
3.4.1.1. Sismos	34
3.4.1.2. Deslizamientos	36

3.4.1.3. Volcanes	37
3.4.1.4. Vulnerabilidad combinada	39
4. RESULTADOS	40
4.1. Amenaza sísmica	41
4.2. Amenaza de Deslizamientos	42
4.3. Amenaza Volcánica	44
4.4. Amenaza Combinada	46
5. DISCUSIÓN	49
6. CONCLUSIONES.....	56
6.1. Limitaciones del presente estudio.....	59
6.2. Lineamientos para futuros estudios	60
7. RECOMENDACIONES	61
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
9. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	68
10. ANEXOS	74
ANEXO 1A: Perfil Socioeconómico de la Parroquia de Tababela	74
ANEXO 1B: Calendario de Fiestas y Matriz FODA de la Parroquia Tababela.	76
ANEXO 2: Sectores según el grado de Peligro	77
ANEXO 3: Lista histórica de Desastres Naturales en el Ecuador, 1587-1999..	78
ANEXO 4: Nivel de amenaza geológica por cantón en el Ecuador	80
ANEXO 5: Flujogramas del Modelo Cartográfico.....	81
ANEXO 5A: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica [MVS].	82
ANEXO 5B: Mapa sumatoria de infraestructuras [M_infra].....	83
ANEXO 5C: Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura parroquial [MVSI].	84
ANEXO 5D: Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos [MVD].	85
ANEXO 5E: Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamientos de la Infraestructura parroquial [MVDI].....	86
ANEXO 5F: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica [MVV].	87
ANEXO 5G: Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial [MVVI].	88
ANEXO 5H: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada [MVC].	89
ANEXO 5I: Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial [MVCI].	90
ANEXO 6: Mapas generados por el Modelo Cartográfico	91
ANEXO 7: Miembros del Centro Metropolitano de Operaciones Emergentes	101

Lista de Figuras

Figura 1.1. Ciclo de los Desastres Naturales	1
Figura 1.2. Área de estudio	2
Figura 2.1. Vista de diferentes elementos geográficos.....	19
Figura 2.2. División del globo terrestre en latitud y longitud	20
Figura 2.3. Algunos sistemas de proyección geográfica	22
Figura 2.4. Asociación de datos no geográficos en un SIG.....	23
Figura 2.5. Proyecto de ArcView (un mapa, un gráfico y una tabla).....	24
Figura 2.6. Visualización de una tabla en ArcView.....	26
Figura 2.7. Composición de Mapa en ArcView.....	26
Figura 2.8. Fuentes de elementos geográficos, imágenes y GRID	28
Figura 2.9. Superposición espacial en ArcView	29
Figura 2.10. Buffers de los elementos geográficos en ArcView	30
Figura 2.11. Corte de elementos geográficos en ArcView	31
Figura 2.12. Medición de un punto geográfico mediante el GPS	31
Figura 4.1. Mapa sumatoria de Infraestructuras de la parroquia Tababela, 2004	40
Figura 4.2. Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica de Tababela, 2004	41
Figura 4.3. Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura Parroquial de Tababela, 2004	42
Figura 4.4. Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos de Tababela, 2004	43
Figura 4.5. Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamiento de la Infraestructura parroquial de Tababela, 2004.....	44
Figura 4.6. Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica de Tababela, 2004	45
Figura 4.7. Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial de Tababela, 2004	46
Figura 4.8. Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada de Tababela, 2004...	47
Figura 4.9. Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial de Tababela, 2004	48
Figura 5.1. Posibles repercusiones sobre las vías de Quito* por un sismo muy severo	50
Figura 5.2. Caudal de ingreso a la planta de tratamiento.....	52
Figura 5.3. Planta de tratamiento de Agua Potable de Tababela.....	53
Figura 5.4. Escuela La Condamine, parroquia Tababela, 2003.	54

Lista de Tablas

Tabla 1.1. Nivel de Amenaza de Origen Natural por cantón	4
Tabla 1.2. Cantones con el mayor peligro volcánico (grado 3).....	4
Tabla 1.3. Nivel promedio de amenaza de origen natural por provincia.....	5
Tabla 2.1. Relación entre Magnitud e Intensidad Sísmica	12
Tabla 2.2. Zonas de peligro sísmico y sus valores asignados.....	15
Tabla 3.1. Fuentes de información geográfica y no geográfica.....	32
Tabla 3.2. Archivos considerados en el modelo cartográfico	33
Tabla 5.1. Efectos a corto plazo de grandes desastres.....	54

Lista de Abreviaturas

- ASIS.-** Análisis de Situación de Salud
- AZVT.-** Administración Zonal Valle de Tumbaco.
- CCC.-** Canadian Comercial Association.
- CEPS.-** Comités Escolares de Promoción de Salud.
- CESED.-** Comisión de Seguridad, Emergencias y Desastres.
- CEUM.-** Centro Educativo Universal Misionero.
- COOPI.-** Cooperazione Internazionale.
- CORPAQ.-** Corporación Aeropuerto de Quito
- DCI.-** Departamento de Desarrollo Comunitario Integral.
- DMQ.-** Distrito Metropolitano de Quito.
- FODA.-** Análisis de Fortalezas Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
- IG-EPN.-** Instituto Geofísico – Escuela Politécnica Nacional.
- INFOPLAN.-** Información para la Planificación Nacional.
- m.-** metros.
- M_infra.-** Mapa sumatoria de infraestructuras.
- MVC.-** Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada.
- MVCI.-** Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial.
- MVD.-** Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos.
- MVDI.-** Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamientos de la Infraestructura parroquial.
- MVS.-** Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica.
- MVSI.-** Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura parroquial.
- MVV.-** Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica.
- MVVI.-** Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial.
- ODSMA.-** Oficina de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente de la OEA.
- OEA.-** Organización de Estados Americanos.
- OPS.-** Organización Panamericana de la Salud.
- PEA.-** Población Económicamente Activa.
- SAT -** Sistema de Alerta Temprana.
- SIG.-** Sistemas de Información Geográfica (*Geographic Information Systems –GIS*).
- SIISE.-** Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador.
- SOTE.-** Sistema del Oleoducto Transecuatoriano.
- SPG.-** Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System –GPS).
- SR.-** Sensores Remotos (Remote Sensing –RS).
- USFQ.-** Universidad San Francisco de Quito.
- USSC.-** Unidad de Servicios de Salud Colectiva de la Dirección Metropolitana de Salud.

Utilización de un SIG para establecer zonas de afectación por amenazas naturales: sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos. Posibles consecuencias en la salud de la población en la parroquia Tababela.

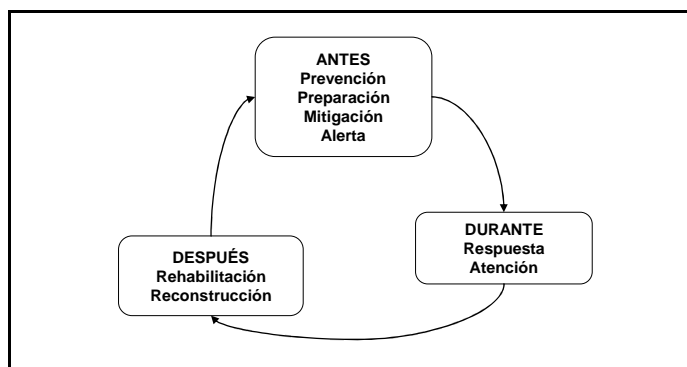
1. INTRODUCCION

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

Terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos, maremotos, sequías son, por nombrar algunos, fenómenos naturales que afectan a la humanidad. Si bien en la mayoría de ellos es difícil establecer con exactitud cuándo sucederán y cuál será su magnitud, estar preparados para afrontarlos puede hacer la diferencia para *salvar* no sólo recursos económicos, sino ante todo, vidas humanas. Es necesario por tanto, recoger, procesar, difundir y aplicar de manera sistemática las enseñanzas que la naturaleza nos deja con cada uno de los fenómenos que afectan al ser humano (Kuroiwa 2002).

Los desastres naturales siguen un ciclo que comprende: 1) la etapa previa al suceso, 2) la respuesta al mismo, y 3) reconstrucción y rehabilitación – estas últimas consumen gran parte de los recursos (Figura 1.1).

Figura 1.1. Ciclo de los Desastres Naturales

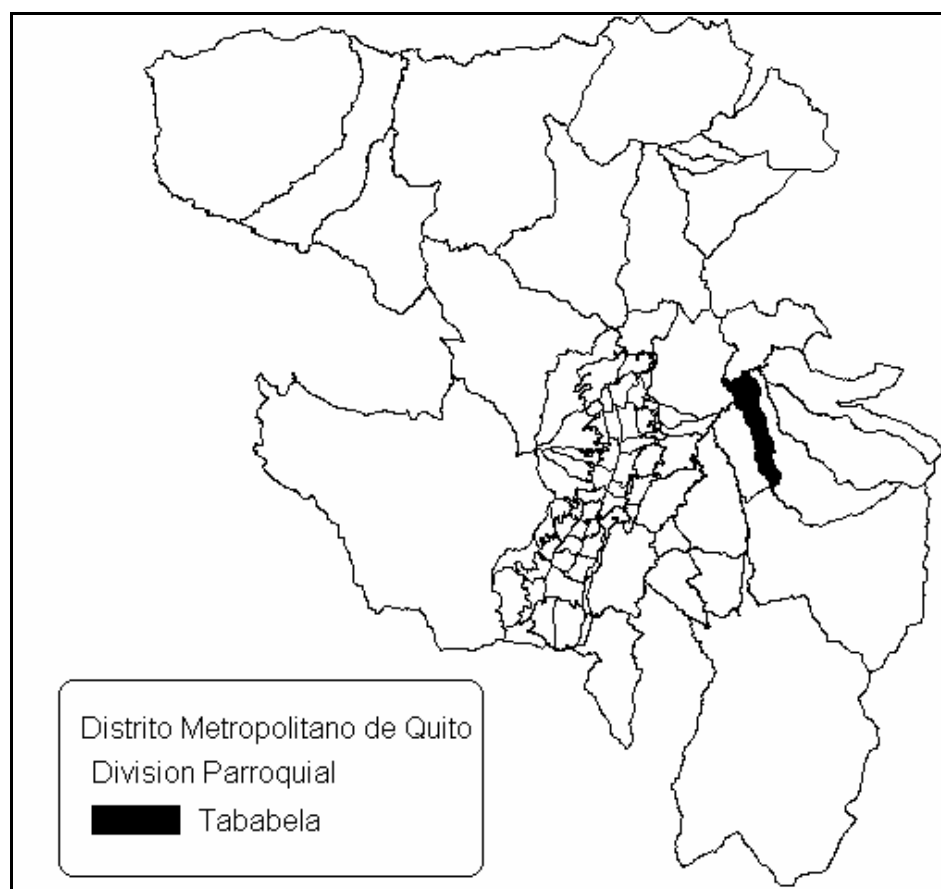


Fuente: UGR-DMS, 2004. Elaboración: López, 2004.

El mejor momento para actuar es en las fases iniciales del ciclo de los desastres, cuando con medidas de prevención y mitigación se pueden reforzar los sistemas y evitar o reducir daños. Con una acertada planificación, medidas preventivas, y mecanismos de respuesta, el efecto de un desastre puede ser minimizado (OPS 1998).

El presente estudio se sirve de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para incorporar datos que permitan un análisis espacial de los posibles riesgos de la zona en estudio. Concentra su análisis de amenazas geológicas en la parroquia Tababela (Ver Anexo 1A: *Perfil Socioeconómico de la Parroquia Tababela*; y Anexo 1B: *Calendario de Fiestas y Matriz FODA de la Parroquia Tababela*), ubicada en el Valle de Tumbaco, 25 Km. al nororiente de la ciudad de Quito, y actualmente una zona de especial interés pues allí se construye el nuevo aeropuerto de la capital.

Figura 1.2. Área de estudio



Fuente: Administración Zonal Valle de Tumbaco, 2003.

1.1. Planteamiento del Problema

La Región de las Américas es una zona expuesta a todo tipo de amenazas naturales, provocando con frecuencia graves desastres. A ellas, se suman “la acción del ser humano en el desarrollo, la industrialización, la urbanización exagerada y el deterioro del ambiente”, lo que incrementa nuestra vulnerabilidad (OPS 1998). Es necesario establecer un mapa de peligros que permita a los planificadores tener mayores consideraciones a la hora de permitir o restringir el uso del suelo (Ver anexo 2: *Sectores según el grado de Peligro*).

El Ecuador esta expuesto continuamente a peligros geológicos que pueden devenir en desastres (Ver Anexo 3: *Lista histórica de Desastres Naturales en el Ecuador, 1587-1999*). Las amenazas naturales en la región andina del Ecuador son principalmente de tipo geológico (sismos, erupciones volcánicas, y deslizamientos) y climático (inundaciones y sequías). Las mismas, pueden estar interrelacionadas y magnificarse en sus efectos (Plaza & Yépez 2001). Para poner un ejemplo, los primeros días de marzo de 1987 se sucedieron una serie de temblores de gran magnitud. Minard Hall, hace un recuento de lo sucedido:

“Los deslizamientos de tierra e inundaciones fueron responsables de la gran cantidad de destrucción y numero de muertes inducidas por los sismos del 5 de marzo de 1987. El área alrededor del volcán El Reventador incluye la intensidad más grande de deslizamientos inducidos por los sismos. El incremento de la denudación cerca del volcán el Reventador fue causado no solamente por su cercanía a los epicentros sino también por otros factores, tales como el relieve, elevación, composición y humedad del suelo. El daño a las líneas vitales fue grande en las áreas cercanas a los epicentros. La pérdida total de ingresos, antes que el oleoducto transecuatoriano (SOTE) entrara en servicio en agosto de 1987, fue estimada en cerca de 800 millones de dólares. La zona de impacto secundario del desastre fue la Sierra, donde el principal problema fue la vivienda. Aproximadamente 60,000 hogares fueron dañados o considerados inhabitables; la mayoría de familias de los niveles económicos más bajos, cuyas casas fueron más vulnerables al riesgo sísmico y su reconstrucción más lenta. La falta de comunicación entre funcionarios nacionales y el gobierno local limitó la contribución desde el nivel nacional, por lo que mucho del trabajo se realizó localmente. Las organizaciones voluntarias jugaron un rol importante en el nivel comunitario” (Hall 2000).

En la tabla 1 se muestran las diferentes amenazas naturales y la calificación de Quito en comparación con los cantones que obtuvieron las “peores” notas.

Tabla 1.1. Nivel de Amenaza de Origen Natural por cantón

Cantón	Provincia	Sísmica	Volcánica	Tsunami	Inundación	Sequía	Deslizamiento	Total
		0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 2=máximo	0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 2=máximo	0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 16=máximo
Portoviejo	Manabí	3	0	2	3	2	2	12
Esmeraldas	Esmeraldas	3	0	2	3	1	2	11
Santa Elena	Guayas	3	0	2	3	2	1	11
Sucre	Manabí	3	0	2	3	2	1	11
Puerto López	Manabí	3	0	2	2	2	2	11
Quito	Pichincha	3	3	0	0	0	3	9

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003.

El cantón Quito tiene un nivel de amenazas de origen natural de 9/16, esto debido a que alcanza la puntuación máxima: “3”, en cada una de las amenazas naturales de tipo geológico (sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos); mientras que en las categorías tsunami, inundaciones, y sequías, tiene la menor calificación, “0” (Demoraes & D’Ercole 2003). Los cantones de la franja litoral y de la Sierra Central y Norte son los más expuestos a sismos. La zona de mayor peligro volcánico está conformada por los cantones de las provincias de la Sierra Centro, Sierra Norte y del Napo, mismos que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 1.2. Cantones con el mayor peligro volcánico (grado 3)

Cantón	Provincia	Cantón	Provincia
Latacunga	Cotopaxi	Mejía	Pichincha
Guano	Chimborazo	Rumiñahui	Pichincha
Penipe	Chimborazo	Baños	Tungurahua
Archidona	Napo	Pelileo	Tungurahua
Quito	Pichincha	San Miguel de los Bancos	Pichincha

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003.

La Sierra está expuesta a los mayores peligros por deslizamientos y derrumbes; aunque los cantones de Manabí y de Esmeraldas también tienen un peligro relativamente alto. Luego de establecer el grado de amenaza para cada uno de los tres peligros de origen natural considerados en este análisis, se sumó cada uno de dichos valores (grados) para cada cantón. El Anexo 4: *Nivel de amenaza geológica por cantón en el Ecuador*, muestra los cantones con los niveles los más altos de exposición (en orden descendente, de 9 a 6). Los cantones de Guano, Penipe, Archidona, Quito, Mejía y Baños alcanzaron los valores máximos (9). A nivel provincial¹, Pichincha se ubica quinta, con un valor de 6/9, en cuanto a riesgo, detrás de Cotopaxi, Napo, Tungurahua y Chimborazo (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Nivel promedio de amenaza de origen natural por provincia

Provincia	Total	Provincia	Total
	<i>0=mínimo</i>		<i>0=mínimo</i>
	<i>9=máximo</i>		<i>9=máximo</i>
1. Cotopaxi	7	12. Loja	4
2. Napo	7	13. Azuay	4
3. Tungurahua	7	14. Zamora Chinchipe	4
4. Chimborazo	7	15. Cañar	4
5. Pichincha	6	16. El Oro	4
6. Carchi	6	17. Galápagos	3
7. Bolívar	6	18. Los Ríos	3
8. Imbabura	6	19. Sucumbíos	3
9. Esmeraldas	5	20. Guayas	2
10. Morona Santiago	4	21. Pastaza	2
11. Manabí	4	22. Orellana	2

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003. Elaboración: López, 2003.

Un reporte de evaluación ambiental para el nuevo aeropuerto de Quito, preparado por Komex, indica que la parroquia Tababela, posee un promedio de caída de lluvia de 610 mm. La temperatura promedio varía de 14.2 a 15.1°C. El viento se mueve a un promedio de 9.15 km/h en dirección Sur-Norte. Posee principalmente sedimentación volcánica de la edad Cuaternaria. La geomorfología se caracteriza por planicies, separadas por cortes de ríos y quebradas. Los

¹ Para obtener estos valores, se promediaron los valores cantonales de cada provincia.

sedimentos volcánicos son cortados por una serie de fallas normales² con dirección Noreste–Suroeste, y bisecadas por una serie de fallas secundarias en sentido Noroeste–Suroeste. El sistema de fallas Lumbisí, a aproximadamente 10 km, ha experimentado varios terremotos. Podría estar amenazado por ceniza del volcán Guagua Pichincha –25 km al Oeste– y del Cotopaxi –60 km al Sur. Quebradas inclinadas por sedimentos y fallas activas hacen que la planicie sea susceptible a deslaves, especialmente en la época lluviosa. Los ríos principales de la zona son: el Guambi –Límite Suroeste, formando una quebrada cortada de 360 m de profundidad, Uravía –al Norte, cuya quebrada va de 160 a 300 m de profundidad, y Guayllabamba –al Noroeste, formado por la confluencia de los ríos Chiche y San Pedro, una quebrada de 360 m (Komex 2001).

1.2. Justificación

El Departamento de Desarrollo Comunitario Integral (DCI) de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), viene trabajando en la escuela La Condamine en la parroquia Tababela por un período de tres años. Su Directora, Gloria Coello es el nexo entre la comunidad (i.e. padres de familia) y los estudiantes de Medicina de la USFQ de segundo y tercer año, en favor de una activa participación local en todas las actividades. El DCI ha trabajado en varios talleres³, evaluación del estado físico del escolar, desparasitación, y en un proyecto de Familias Amigas⁴. En otra escuela llamada CEUM, ubicada también en la Tababela, el DCI trabajó hasta Diciembre de 2003 en un proyecto de Huerto de Plantas Medicinales⁵.

² Una falla normal es aquella que se desliza hacia abajo respecto del material contiguo.

³ Los temas de los talleres, que involucran a niños y padres de familia, abarcan: Buen trato Nutrición (desayuno y almuerzo escolar), Educación vial, Higiene, Plantas Medicinales, Sexualidad, Alcoholismo y Drogadicción, etc. Todas las actividades están basadas en un enfoque de derechos para promover el empoderamiento individual y comunitario.

⁴ Funcionó hasta Septiembre de 2003, y consistía en que cada estudiante se hacía “responsable” de una familia, de visitarla y conocer sus necesidades, expectativas, etc., y de buscar mecanismos para la solución de sus problemas (no de darles dinero o algo parecido, sino de contactar organizaciones que puedan cooperar). Se está considerando su implementación más estructurada en un futuro cercano.

⁵ El cronograma, actividades, comunicaciones entre estudiantes y coordinadores, fotos y demás, puede encontrarse en: <http://groups.yahoo.com/groups/med299a> (los archivos son de uso *exclusivo* de los miembros del grupo).

El autor del presente estudio, fue coordinador del DCI en Tababela, de Septiembre de 2003 a Mayo de 2004. Durante ese tiempo, entre otras actividades, se formó un Comité de Agua, formado por los padres de familia, y se realizaron charlas sobre Señales de Tránsito. Los estudiantes de la 3era y 4ta promociones de la Maestría en Salud Pública de la USFQ realizaron un análisis preliminar de calidad de agua. Se avanzó también en un diagnóstico de la comunidad, con el objeto de tener una base de datos que, en un segundo momento, pueda ser estructurada en un SIG.

La parroquia Tababela no posee unidad de atención en salud alguna. El centro de atención más cercano es el Hospital de Yaruquí. La pobreza de consumo se encuentra en 41 puntos – ligeramente sobre el promedio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), 40, y muy por encima del promedio zonal, 25 (AZVT 2003).

La idea de abordar el tema de desastres naturales en la parroquia, surgió a raíz de una conversación informal con varios padres de familia de la escuela La Condamine en octubre de 2003, a propósito del fenómeno de caída de ceniza del volcán El Reventador y de las repercusiones que había tenido en la salud de la gente, principalmente de los más pequeños. En esa ocasión se cuestionó la falta de un plan de contingencia en caso de emergencias y desastres de la escuela. Hasta ahora no se había hecho mayor cosa al respecto; sin embargo, a partir de enero de este año, la Dirección Metropolitana de Salud, a través de la Unidad de Servicios de Salud Colectiva y al Unidad de Gestión de Riesgos, reactivaron la propuesta de Escuelas Saludables, misma que entre otros objetivos, contempla el *de impulsar y apoyar, en las comunidades educativas intervenidas, la promoción de la salud y la prevención colectiva de riesgos mediante la construcción de una cultura de prevención de accidentes y desastres* (USSC 2004). Como una línea estratégica de acción se establece la conformación de los Comités Escolares de Promoción de Salud (CEPS) y sus Comisiones Temáticas, entre las cuales está la de Seguridad, Emergencias y Desastres (CESED). Esta comisión debe, partiendo del *Diagnóstico Situacional de los Establecimientos Educativos*, coordinar, planificar, ejecutar, monitorear y evaluar las gestiones relacionadas a la

prevención, mitigación, respuesta y recuperación en aspectos relacionados a la seguridad, emergencias y desastres de la comunidad educativa del establecimiento. En una primera etapa se seleccionaron 61 escuelas⁶, de 80 previstas, y hasta ahora, se ha avanzado en la capacitación y sensibilización de los docentes. Se espera que ellos, completen el diagnóstico de la escuela y que, con el apoyo de la Jefatura Zonal de Salud y la Dirección Provincial de Educación de Pichincha, se conformen los CEPS (Miño 2004). La Dra. Miño, comentó que la Dra. Norma Miranda, está a cargo de la propuesta teórico-metodológica de los CESED. La Dra. Miranda no aportó información adicional.

1.2. Propósito

El presente trabajo tiene por objeto realizar un acercamiento *metodológico* al uso de un Sistema de Información Geográfica. Para ello, se llevará a cabo un Análisis Exploratorio Espacial de datos de amenazas naturales de tipo geológico con el fin de diferenciar zonas en mayor o menor potencial de peligro sísmico, volcánico y de deslizamientos en la parroquia Tababela. Se analizarán infraestructuras en relación a la distribución territorial de amenazas; se discutirán las posibles consecuencias en la salud de dicha población, y se recomendarán posibles líneas preventivas de acción de la población y de las autoridades.

1.3. Objetivos

Los objetivos del presente estudio son:

- A. Recopilar e integrar en un SIG, datos espaciales y no espaciales de la zona de interés, generados por diversas instituciones educativas, gubernamentales, privadas con y sin fines de lucro, etc.

⁶ Ninguna escuela de Tababela ha sido seleccionada. Las escuelas que empezaron este proceso en la Administración Zonal Valle de Tumbaco son: San Ignacio de Loyola, Carmen A. Hidalgo, Joaquín Sánchez, Jesús Ordóñez, Jorge Icaza, Paco Moncayo e Ilaló-Olalla, todas de régimen fiscal.

- B. Generar mapas de distribución espacial de las zonas de afectación territorial y de infraestructura, según sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos en la parroquia Tababela.
- C. Establecer un listado de posibles consecuencias en la salud de la población de la parroquia Tababela, en el caso de amenaza geológica: un sismo, una erupción volcánica o un derrumbe o deslizamiento.

1.5. Hipótesis

Este estudio considera la siguiente hipótesis:

Ha: Más del 50% del territorio de la parroquia Tababela se encuentra en zonas de alta afectación por amenaza sísmica, volcánica y de deslizamiento.

Ho: Igual o menos del 50% del territorio de la parroquia Tababela se encuentra en zonas de alta afectación por amenaza sísmica, volcánica y de deslizamiento.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Las Amenazas Naturales

Decir que los desastres se dan inevitablemente provoca una actitud pasiva frente a los mismos. En esencia, los desastres son *la manifestación de un fenómeno de origen natural o provocado por el hombre, que se presenta en un espacio y tiempo limitado ocasionando trastornos en los patrones normales de vida y pérdidas humanas, materiales y económicas debido a su impacto sobre la población, edificaciones, recursos vitales o el ambiente* (OPS 1993).

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

2.1.1. Tipos de Amenazas Naturales⁷

Las amenazas naturales pueden clasificarse en (Plaza & Yépez 2000):

a. *Amenazas Naturales de tipo Geológico:*

1. Sismos o Terremotos
2. Erupciones volcánicas
3. Deslizamientos

b. *Amenazas Naturales de tipo Meteorológico:*

1. Inundaciones
2. Sequías

⁷ Según la OPS (Cuaderno Técnico N° 37, 1993); las amenazas pueden clasificarse en: a) Naturales y b) Producidas por el hombre (p5). Esta tesis toma en cuenta solamente las primeras.

2.1.2. Amenazas Naturales de Tipo Geológico: Descripción y Efectos

2.1.2.1. Sismos.

Los sismos son provocados por movimientos tectónicos de las diferentes placas que forman el planeta; las mismas no son estáticas, sino que poseen diferentes actividades. Por ejemplo, se sabe que la placa de Nazca se mueve a una velocidad relativa de 9 cm/año en dirección occidente-oriente contra la placa Sudamericana. Este choque produce deformación de las placas y liberación repentina de la energía acumulada en rocas y fallas de la corteza terrestre ubicadas en las zonas de fricción (OPS 1993). Como consecuencia se genera un sismo (de subducción) característico de toda la costa del Pacífico desde Venezuela hasta Chile (OPS 2003c). Grandes sectores de la cuenca del Pacífico son zonas de subducción, que en conjunto, forman el *Cinturón de Fuego del Pacífico*, donde ocurren más del 80% de los sismos de todo el planeta. Se inicia en el sur de Chile y pasa por Norteamérica, sigue por las Islas Aleutianas a la península de Kamchaka en Rusia, pasa por Japón, Filipinas y termina en Nueva Zelanda (Kuroiwa 2002).

Los terremotos son medidos por su magnitud y su intensidad. La *magnitud* describe el tamaño de un sismo y expresa la cantidad de energía liberada (en ergios)⁸. Varía según la escala de Richter⁹, de 2M a 8.9M, y permite estimar el lugar del epicentro (foco del sismo). La *intensidad* describe los efectos de la vibración o la extensión de los daños en un sitio específico; en otras palabras, mide el grado de destrucción que produce el sismo. Para medir la intensidad sísmica se utiliza la escala modificada de Mercalli (IMM), que varía, en orden ascendente, de I a XII (OPS 1993, 2003c; Kuroiwa 2002). La relación entre magnitud e intensidad se muestra en la tabla 2.1.

⁸ La liberación de energía depende de la ruptura de la falla y de la distancia del desplazamiento

⁹ La magnitud Richter es una escala logarítmica: por cada incremento de 1M, se libera 33 veces más energía (OPS; 2003, p13).

Los sismos tienen efectos directos –causados por el sacudimiento provocado por el paso de la onda sísmica, e indirectos –por las deformaciones permanentes del terreno: asentamientos diferenciales del suelo, deslizamientos y correntadas de lodo, licuación del suelo, avalanchas y maremotos (Plaza & Yépez 2002). Son una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del epicentro de los mismos, y el colapso de ellas causa muchas muertes, especialmente en zonas densamente pobladas. El resultado depende del tipo de vivienda – los edificios de construcción liviana, como los de estructura de madera, son mucho menos peligrosos – la hora del día en que ocurre el sismo – si se sucede en el día, las oficinas y escuelas son sitios más peligrosos – y la densidad poblacional – a mayor población mayor número de afectados (OPS 2000). De forma indirecta, se ven afectados: el abastecimiento de agua y eliminación de excretas, el manejo de los desechos sólidos, la manipulación de alimentos, el control de vectores y la higiene dentro de los hogares (OPS 1982).

Tabla 2.1. Relación entre Magnitud e Intensidad Sísmica

M (Richter)	IMM (Mercalli)
2	I – II
3	III
4	V
5	VI – VII
6	VII – VIII
7	IX – X
8	XI

Fuente: OPS 1993, p5.

2.1.2.2. Erupciones volcánicas

Los volcanes son parte de nuestro mundo. El 10% de la población mundial – 500 millones de personas aproximadamente – vive en zonas donde existen volcanes potencialmente activos. *En el siglo XX, un 76% de las muertes causadas por erupciones volcánicas ocurrieron en naciones de América Latina y el Caribe.*

En los últimos 10 años, casi la mitad de las erupciones más fuertes en el mundo tuvieron lugar en esta región del planeta (OPS 2002).

La actividad volcánica puede manifestarse en dos tipos de erupciones:

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

La fertilidad del suelo volcánico es buena para la agricultura por lo que ha servido como sitio preferido para el asentamiento de pueblos y ciudades. Esto además, porque los volcanes pasan por largos períodos de inactividad y varias generaciones desconocen lo que significa una erupción, se “olvidan”. La dificultad para predecir cuándo se producirá hace más difícil su prevención.

“Las erupciones volcánicas afectan a la población y a la infraestructura de muchas formas. Las lesiones traumáticas inmediatas suelen deberse al contacto con el material volcánico pues las cenizas sobrecalentadas, los gases, las rocas y el magma suelen causar quemaduras suficientemente graves como para provocar la muerte. La caída de rocas y piedras suele ocasionar fracturas óseas y otras lesiones por aplastamiento, y la inhalación de gases y humos suele producir trastornos respiratorios. Edificios e infraestructuras pueden resultar destruidos si se encuentran en el camino del fluido piroclástico y los lahares. Las cenizas que se acumulan en los tejados de las casas pueden aumentar el riesgo de derrumbamiento” (OPS 2000).

Uno de los desastres más devastadores fue la erupción del volcán del Nevado del Ruiz, en Colombia, que fundió parte de la cubierta de hielo del volcán formando un lahar que enterró a la ciudad de Armero, sepultando a más de 20000 personas y afectando 1200 km² de tierra agrícola (OPS 2000).

Entre los efectos más importantes para la salud de la población están los flujos piroclásticos –nubes ardientes que combinan rocas ardientes, cenizas y

aire, y que pueden provocar la muerte o al menos, quemaduras en las vías respiratorias (Kuroiwa 2002) – y las corrientes de fango y detritos – o lahares, causan 42% de las víctimas¹⁰. Gases volcánicos y lluvias de cenizas, sin ser tan peligrosos, constituyen cuestiones de seguridad. Lava, rocas y lluvia ácida, aunque generalmente letales, pueden afectar a comunidades dependiendo de su proximidad al volcán (OPS 2002).

2.1.2.3. Deslizamientos

Con el término genérico de *deslizamiento* se conoce a una amplia variedad de movimientos de suelos y rocas generados por acción de la gravedad en terrenos inclinados (Kuroiwa 2002). El potencial destructor de los deslizamientos depende principalmente del volumen de la masa en movimiento, de la velocidad del movimiento, del tipo y de la disgregación de la masa inestable (Plaza & Yépez 2002). La deforestación intensa, la erosión del suelo, sismos, y la construcción de asentamientos humanos en zonas propensas a deslizamientos de tierra, han provocado varios episodios catastróficos tanto en zonas urbanas como rurales. En el pueblo de mineros de oro de Nambija, un alud cobró 140 vidas humanas en 1993 (OPS 2000). Los deslizamientos se clasifican, según su movimiento, en:

- a. *Desprendimientos*.- Movimiento repentino de material geológico
- b. *Volcamientos*.- Rocas que caen, al separarse de la masa principal.
- c. *Derrumbes*.- Movimientos a lo largo de una superficie de ruptura definida.
- d. *Flujos*.- laterales, de escombros, aluviones, desprendimiento de tierras, deslaves o flujos de lodo, residuos volcánicos más agua o lahares, etc.

Los deslizamientos se pueden mitigar mediante: drenaje, renivelación de la pendiente, construcción de estructuras de contención, vegetación y endurecimiento del suelo (OPS 2003c).

¹⁰ A pesar de que los flujos piroclásticos y avalanchas de lodo provocan casi todas las muertes, mucha de la asistencia sanitaria se desvía hacia otros riesgos que no significan un peligro para la salud pública (OPS 2002, p13)

2.1.3. Categorización de las Amenazas Naturales

Según Demoraes & D'Ercole (2003), las amenazas sísmicas, volcánicas o por deslizamientos, pueden clasificarse de la siguiente manera:

Peligro sísmico.- Es potencialmente el que más perjuicios puede causar en el país. Como se puede observar en el Anexo 2, los sismos son los fenómenos de origen natural que tuvieron mayores consecuencias negativas. Para determinar los niveles de amenaza física por cantón se tomó como referencia la zonificación sísmica elaborada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN). La zonificación fue definida a partir de la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad; es decir, corresponde a una situación potencial. La zona I corresponde a la zona de menor peligro y la zona IV a la de mayor peligro. Se asignó a cada cantón un valor en función de la zona sísmica en la que se encuentra.

Tabla 2.2. Zonas de peligro sísmico y sus valores asignados

Peligro sísmico	Valor
Zona IV	3
Zona III	2
Zona II	1
Zona I	0

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003.

Los cantones con territorios en más de una zona sísmica recibieron el valor de la categoría superior. Por ejemplo, un cantón que solo tiene el 30% de su superficie en la zona IV (y el 70% en la clase III) recibió el valor 3 (el valor correspondiente a la zona IV). Este criterio de clasificación de los cantones al rango superior se aplicó a todas las amenazas consideradas.

Peligro volcánico.- Los cantones fueron clasificados según una escala igual a la utilizada para la amenaza sísmica.

Cantones con mayor peligro volcánico (grado 3). Se trata de los cantones que se encuentran en zonas amenazadas por los volcanes considerados más peligrosos para los asentamientos humanos: Cotopaxi, Tungurahua y Guagua Pichincha. Las amenazas pueden ser lahares, flujos piroclásticos y/o caída de ceniza. Se basan en eventos anteriores que condicionan los eventos futuros (el potencial).

Cantones con peligro volcánico relativamente alto (grado 2). Se encuentran en los alrededores de los volcanes que tuvieron una actividad histórica y que representan todavía amenazas potenciales: Reventador, Sangay, Quilotoa, Antisana, Cayambe y La Cumbre – en Galápagos.

Cantones con peligro volcánico relativamente bajo (grado 1). Aquellos que se ubican en los alrededores de volcanes que no tuvieron erupciones históricas. Algunos de ellos, según el Instituto Geofísico del EPN, son potencialmente activos: Chimborazo, Sumaco, Pululahua, Imbabura y Cotacachi.

Cantones con bajo peligro volcánico (grado 0). Son los que encuentran afuera de la zona de concentración de los volcanes.

Peligro de deslizamiento.- También calificado de 0 a 3, según la cartografía de deslizamientos y derrumbes potenciales. Los cuatro tipos corresponden a:

Cantones con mayor peligro (grado 3). Ubicados en zonas de alto potencial de deslizamientos y zonas de mayor pendiente.

Cantones con peligro relativamente alto (grado 2). Aquellos que tienen más del 30% de su superficie expuesta a deslizamientos potenciales.

Cantones con peligro relativamente bajo (grado 1). Tienen menos del 30% de su superficie expuesta a deslizamientos potenciales.

Cantones con bajo peligro de deslizamientos o derrumbes (grado 0), o aquellos que aparentemente no están expuestos.

2.2. Los Sistemas de Información Geográfica¹¹

La **Geomática** es una disciplina en desarrollo reciente en el campo de las ciencias de la Tierra que engloba diversas tecnologías como: Sensores Remotos (SR, captadores de imágenes), Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, recolectan datos alfanuméricos) y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Un SIG es un entorno que almacena datos recolectados mediante SR, GPS, escáneres, digitalizadores, etc. Los SIG están cambiando procesos analíticos para modelar peligros naturales, vulnerabilidad y riesgos (Kuroiwa 2002). Un SIG, es un sistema asistido por computadora diseñado para trabajar con datos georeferenciados, y orientado a facilitar la evaluación y la toma de decisiones en problemas de planificación y gestión de recursos (Alexander; Ortiz 2003).

2.2.1. Componentes de un SIG

Los Sistemas de Información Geográfica comprenden varios elementos, con los cuales se opera:

- a. *Hardware*: soporte físico.
- b. *Software*: soporte lógico
- c. *Datos*: geográficos y tabulares, que se integran y compactan para una mejor representación del mundo real.
- d. *Personal*: que trabaja con el SIG.
- e. *Método*: técnicas usadas para la adquisición, mantenimiento, análisis espacial de datos geográficos y no geográficos (Fouzia & Lakshmi 2004).

2.2.2. Procesos básicos de un SIG

Los procesos básicos de un SIG son los siguientes:

¹¹ Para conocer la historia de los Sistemas de Información Geográfica, revisar la página Web de la tesis de Marc Souris, el capítulo 1, en http://www.bondy.ird.fr/cvd/pages_2003/these_marc/ ; o el libro de Timothy Foresman: "The history of geographic information systems : perspectives from the pioneers".

- a) *Ingreso y colección de los datos.*- Mapas en formato de papel, tablas de atributos, archivos de mapas en formato digital, fotografías aéreas e imágenes satelitales o tablas estadísticas son recolectados.
- b) *Administración y manejo de los datos.*- Funciones que permiten almacenar y recuperar la información desde la base de datos.
- c) *Manipulación y análisis de los datos.*- La información que puede ser generada por el SIG. El análisis de los datos genera varias alternativas, factibles o no para definir planes de acción.
- d) *Salida y reporte de los datos.*- Mapas, tablas, textos o archivos electrónicos (Ortiz 2003).

2.2.3. Problemas que puede resolver un SIG

Los SIG pueden aplicarse para dar solución a muchos tipos de problemas. Se distinguen 6 preguntas básicas a las que un SIG puede responder (Ortiz 2003):

Localización:	Qué esta en?
Condición:	Dónde está..... ?
Tendencias:	Qué ha cambiado..... ?
Rutas:	Cuál es el camino óptimo..... ?
Patrones:	Cuál es el patrón de ...?
Predicciones:	Qué pasaría sí ...?

2.2.4. Elementos geográficos

Los objetos reales, sean naturales o contruidos por el hombre, al ser dibujados en un mapa se denominan elementos geográficos. Cada uno de los elementos de un mapa tiene una localización, forma y símbolos que representan una o más de sus características (Vine & Degnan 1997). Los elementos geográficos, según se muestra en la Figura 2.1, pueden ser: puntos, líneas o polígonos (Fouzia & Lakshmi 2004).

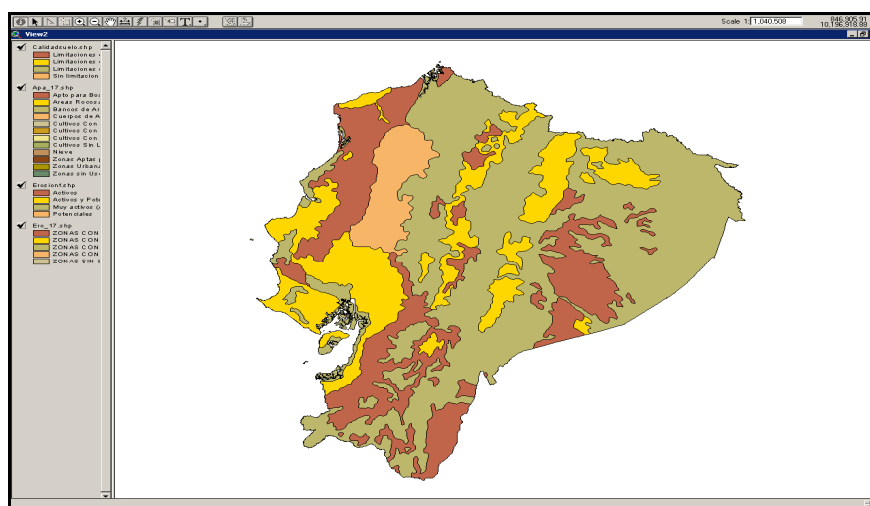
a. Puntos.- Escuelas, semáforos, lugares en los que se cometió un crimen, los bancos de un parque, etc., son representados por puntos al tener una localización discreta.

b. Líneas.- Autopistas, calles, tuberías, canal fluvial.

c. Polígonos.- Los parques, zonas censales, división de códigos postales, entre otros, pueden representarse mediante polígonos pues son demasiado extensos para ser representados como un punto o una línea.

Los elementos descritos antes son parte de lo que se conoce como modelo **Vector**. Aquí, cada elemento se define por su ubicación(x,y) en el espacio. Otro modelo, **Raster (Trama)**, se caracteriza por representar como una matriz de celdas, en un espacio continuo, a los elementos geográficos: Un punto es una celda, una línea es una fila continua de celdas, y un área es representada por celdas contiguas. Se acostumbra usar el modelo vector para representar (direcciones, áreas postales, lagos). Categorías continuas (como tipo de suelo, lluvias, elevación) son representadas más comúnmente por el modelo Raster (ESRI 2004).

Figura 2.1. Vista de diferentes elementos geográficos



Fuente: INFOPLAN, 2003. Elaboración: López, 2004.

2.2.4.1. Temas, vistas y mapas temáticos de un SIG

Un SIG une conjuntos de elementos geográficos y sus atributos y opera con todos estos elementos en unidades llamadas *Temas*. Un tema está compuesto por un conjunto de elementos geográficos (tales como carreteras, ríos, parcelas, miradores de fauna, escuelas, o parques) y los atributos de esos elementos geográficos. Una *Vista* es la visualización de un mapa que muestra la distribución geográfica de los datos (temas). Los mapas que representan de forma gráfica este conjunto de datos se denominan *Mapas Temáticos*.(Morales 2004).

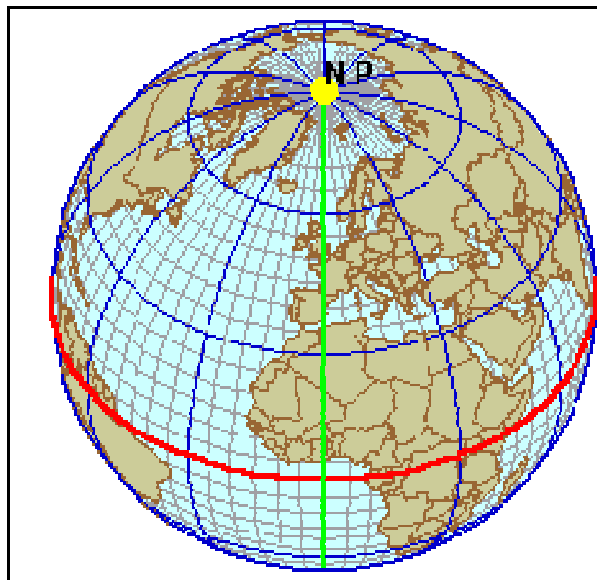
2.2.5. Unidades de distancia y cartográficas

El sistema almacena los datos en unidades cartográficas, mientras que, el software expresa la longitud y el área de los polígonos en unidades de distancia.

2.2.5.1. Latitud y longitud

Los *paralelos* son líneas de latitud que dividen la tierra de forma horizontal; van de este a oeste y nos permiten calcular la distancia, al norte o al sur, en la que se encuentra un punto determinado respecto del ecuador. Los *meridianos* son líneas de longitud que van de norte a sur. A partir de los meridianos, podemos calcular la distancia, hacia el este o el oeste, en la que se encuentra un punto determinado respecto el meridiano central (de Greenwich). En la figura 2.2, se ve una imagen de cómo queda dividida la Tierra al aplicar este sistema de división (ESRI 2004).

Figura 2.2. División del globo terrestre en latitud y longitud



Fuente: ESRI 2004, p139.

La latitud y la longitud pueden calcularse y expresarse en **grados/minutos/segundos (GMS)** o en **grados decimales (GD)**:

a. Grados/minutos/segundos (GMS)

La *latitud* calcula la distancia, en grados, hacia el norte o el sur en la que se encuentra un punto respecto del ecuador. Su valor puede oscilar entre 0° y 90° norte o sur. La *longitud* calcula la distancia, en grados, en la que se encuentra un punto determinado respecto el meridiano central o de Greenwich. Tiene dirección este-oeste y oscila entre los 0 y 180°. Los grados se dividen en 60 minutos y estos a su vez en 60 segundos.

b. Grados decimales (GD)

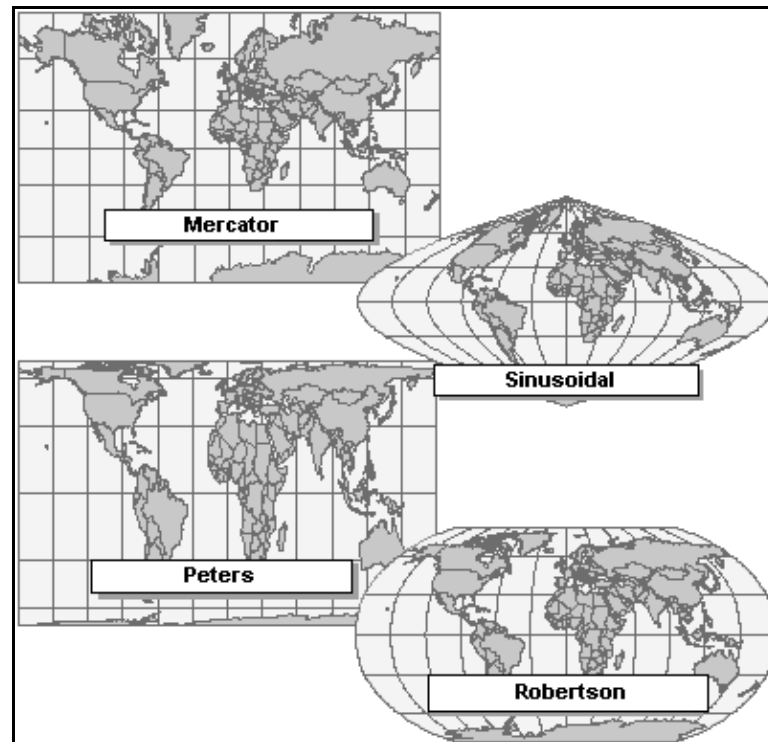
Se expresa la información de forma muy similar a la anterior, lo único que cambia es que en este caso, los minutos y los segundos asumen valores decimales. Siempre que se quiera almacenar información sobre la localización de un elemento geográfico determinado deberá utilizar este sistema para agilizar el proceso de visualización y edición de datos. (CLIRSEN 1998).

2.2.5.2. Proyecciones

Los sistemas de coordenadas de latitud y longitud resultan muy útiles cuando se trabaja sobre una superficie esférica –un globo– pero cuando se trata de una superficie plana como un mapa en papel o la pantalla de un computador, debe aplicarse algún tipo de conversión (proyección) que permita interpretar correctamente la información tridimensional. Es recomendable utilizar un tipo de proyección que preserve la forma, el área, la distancia o dirección del mapa, puesto que son características muy importantes en el análisis y la visualización de los datos. En la figura 2.3., se muestran algunos ejemplos de sistemas de proyección vigentes. Es importante observar detenidamente cómo cambia la forma de los elementos geográficos del tema en función del tipo de proyección aplicado¹².

¹² También es muy importante recordar que al cambiar el tipo de proyección aplicado a los datos, la forma, el área, la distancia y la dirección pueden sufrir alteraciones.

Figura 2.3. Algunos sistemas de proyección geográfica



Fuente: ESRI 1999, p142.

El sistema de proyección Mercator conserva la forma y la dirección de los elementos geográficos, pero repercute negativamente sobre la distancia y el área de los elementos del mapa. La proyección Sinusoidal conserva el área. La proyección de Peters conservar el área pero tiene repercusiones negativas sobre la forma, la distancia y la dirección. La proyección de Robinson es ampliamente utilizada porque da a la superficie terrestre y a sus elementos un aspecto “correcto”. Las proyecciones de tipo Peters y Mercator, son las más indicadas para las regiones situadas cerca del ecuador geográfico (ESRI 1999).

2.2.5.3. Escalas

La escala de un mapa determina el detalle con el que se pueden visualizar los elementos geográficos y el modo de interpretar sus datos. Si lo que se pretende es trabajar con una área muy amplia, en la que ofrecer información muy detallada no es lo más importante, se puede asignar una escala menor. Si por el contrario, lo que quiere es visualizar un área pequeña con gran detalle, es

conveniente trabajar a una escala mayor. La escala indica la equivalencia entre la distancia representada en un mapa y la distancia real que ese mismo intervalo supone sobre la superficie terrestre. Un modo de expresar la escala es el sistema de *fracción representativa*. La fracción representativa es una razón; es decir, un mapa a escala 1:5.000 significa que cada unidad que se mide del mapa representa 5.000 unidades de la realidad. Cuanto más pequeño es el denominador, mayor es la escala. (Ojeda 1995).

2.2.6. Geocodificación

Geocodificación es el proceso mediante el cual se traza la localización geográfica (identificador) para los datos que se almacenan en formato tabular - tablas (Sweeney 2004), asignando una coordenada de latitud-longitud (x, y). Una vez que se asigne un coordenada, la dirección se puede exhibir en un mapa o utilizar en una búsqueda espacial. En otras palabras, la *geocodificación* nos permite colocar en un mapa la información no geográfica (e.g. recolectada en una encuesta, datos demográficos, socioeconómicos, de salud, educación, servicios básicos, etc.), misma que al juntarse con la información ya georeferenciada, puede ser analizada dentro del SIG, con la ventaja de que cualquier análisis de datos, tiene su correspondencia geográfica (Mapquest 2004).

Figura 2.4. Asociación de datos no geográficos en un SIG

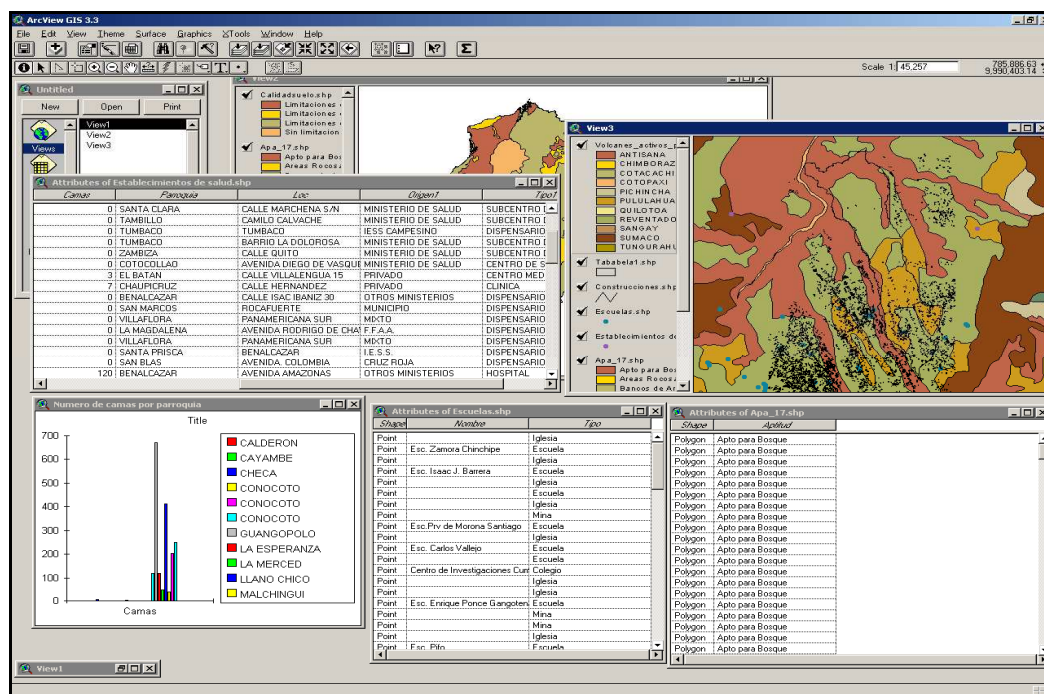


Fuente: Monsalve, 1997.

2.3. Los Paquetes Informáticos en SIG

Existen en el mercado diferentes paquetes informáticos para trabajar en Sistemas de Información Geográfica¹³. El entorno local establece un cierto estándar comercial. Así, en el Ecuador, y más específicamente en Quito, se extiende el uso del paquete informático de ESRI¹⁴: ArcView. Entre las instituciones públicas, el Distrito Metropolitano de Quito (Dirección Metropolitana de Salud, EMAAP,) y el CONELEC están trabajando con ArcView GIS 3.2. La USFQ utiliza el mismo programa y versiones posteriores (ArcGIS 8.2) que facilitan entre otras cosas, la interfaz con el usuario y la programación (Visual Basic es un lenguaje de programación más conocido y versátil que el utilizado en versiones como la 3.2 que debe programar con el lenguaje Avenue). El INEC está empezando a utilizar ArcView. Por ello, se consideró necesario explicar un la utilidad de SIG en el contexto del programa ArcView GIS 3.2 (Figura 2.5).¹⁵

Figura 2.5. Proyecto de ArcView (un mapa, un gráfico y una tabla)



Fuente: Morales, 2004. Elaboración: López, 2004.

¹³ Entre los cuales podemos encontrar: Microstation, MapInfo, ArcView y ArcGIS, Geomedia, Idrisi (de uso libre), etc.

¹⁴ Environmental Systems Research Institute, Inc., <http://www.esri.com>

¹⁵ Su uso facilitaría el futuro intercambio de información entre las diferentes instituciones y organizaciones, al evitar migrar información entre sistemas.

2.3.1. ArcView GIS 3.2.

Es un paquete de software de SIG, que sirve para visualizar, manejar, crear y analizar datos geográficos (ESRI, 2004).

2.3.1.1. La Interfaz Gráfica del Usuario (IGU)

La Interfaz Gráfica del Usuario (IGU) se encuentra en la parte superior de la ventana activa y está formada por una barra de menús, una fila de iconos, y una barra de herramientas. (ESRI 1999).

2.3.1.2. Los documentos del proyecto

ArcView organiza los datos en un archivo de proyecto que tiene una extensión **.apr**. Los proyectos guardan y organizan la información en cinco tipos de documentos: **Vistas** (Views), **Tablas** (Tables), **Gráficos** (Charts), **Composiciones de mapa** (Layouts), y **Guiones** (Scripts).

Las **vistas** muestran los datos organizados por temas. Un tema es un conjunto de elementos geográficos relacionados tal como naciones, distritos, ciudades, calles, servicios, rutas de autobús, etc., junto con los atributos de esos elementos. Una vista está compuesta por la visualización de un mapa en la parte derecha de la ventana y una tabla de contenidos o la leyenda en la parte izquierda. El título de la vista puede verse en la barra de título de la ventana. Cada uno de los temas de la tabla de contenidos tiene una caja de activación cerca del nombre, a la izquierda. Si la caja no está activada, el tema no aparece visualizado. En las **tablas** (figura 2.6), se visualizan los registros como filas y los campos como columnas. En las tablas que están unidas a un tema, *tablas de atributos*, cada registro representa un elemento geográfico único y cada campo representa un único atributo para cada uno de los elementos geográficos. Los proyectos de ArcView pueden contener otros tipos de tablas además de las tablas

de atributos: tablas de información, archivos dBase, y archivos de texto delimitado (.txt) pueden ser añadidos y almacenados en un proyecto. Al igual que los temas, no es necesario que se visualicen todos los campos que contienen la tabla, pues se puede desactivar algunos campos (ESRI 1996).

Figura 2.6. Visualización de una tabla en ArcView

Attributes of Salud.shp					
Shape	Area_msp	Administra	Zona	Id	Famquia
Point	AREA SALUD N 9	CALDERON	CALDERON	1	Llano Chico
Point	AREA SALUD N 21	CALDERON	CALDERON	2	Calderón
Point	AREA SALUD N 21	CALDERON	CALDERON	3	Calderón
Point	AREA SALUD N 21	CALDERON	CALDERON	4	Calderón
Point	AREA SALUD N 21	CALDERON	CALDERON	5	Calderón
Point	AREA SALUD N 21	CALDERON	CALDERON	6	Calderón
Point	AREA SALUD N 21	CALDERON	CALDERON	7	Calderón
Point	AREA SALUD N 9	NORTE	NORTE	8	Comité del Pueblo
Point	AREA SALUD N 9	NORTE	NORTE	9	Comité del Pueblo
Point	AREA SALUD N 9	NORTE	NORTE	10	San Isidro del Inc
Point	AREA SALUD N 9	NORTE	NORTE	11	Zambiza
Point	AREA SALUD N 10	NORTE	NORTE	12	Cochapamba
Point	AREA SALUD N 10	LA DELICIA	LA DELICIA	13	El Condado
Point	AREA SALUD N 10	LA DELICIA	LA DELICIA	14	El Condado
Point	AREA SALUD N 8	LA DELICIA	LA DELICIA	15	El Condado
Point	AREA SALUD N 8	LA DELICIA	LA DELICIA	16	El Condado

Fuente: Morales, 2004. Elaboración: López, 2004.

Mediante los **gráficos** es una forma diferente de visualizar los datos tabulados. En ArcView, los gráficos están integrados con las tablas y las vistas. Las **composiciones de mapa** (Figura 2.7) son documentos en los que se puede insertar vistas, tablas, gráficos e imágenes como elementos gráficos. Las composiciones de mapa de ArcView están vinculadas con los datos que muestran, cualquier cambio que realice en los datos se refleja inmediatamente en el mapa resultante. Se pueden añadir componentes cartográficos, tales como márgenes, el norte, escala gráfica, leyenda, etc.; personalizar el formato de la página, modificar el tamaño de la misma, el número de páginas, etc. Es muy recomendable representar los elementos geográficos con los colores que tienen en la realidad puesto que ello facilita su interpretación y comprensión de la información (ESRI 1996).

Figura 2.7. Composición de Mapa en ArcView



Fuente: ESRI 1999, p14.

En versiones previas a ArcGIS 8x, Avenue es el lenguaje de programación utilizado para escribir **guiones**; mediante los cuales, es posible personalizar casi todos los aspectos de ArcView: añadir un nuevo botón a la interfaz, eliminar alguna herramienta o menú que no se necesita¹⁶ (ESRI 1999).

2.3.1.3. Formatos de datos

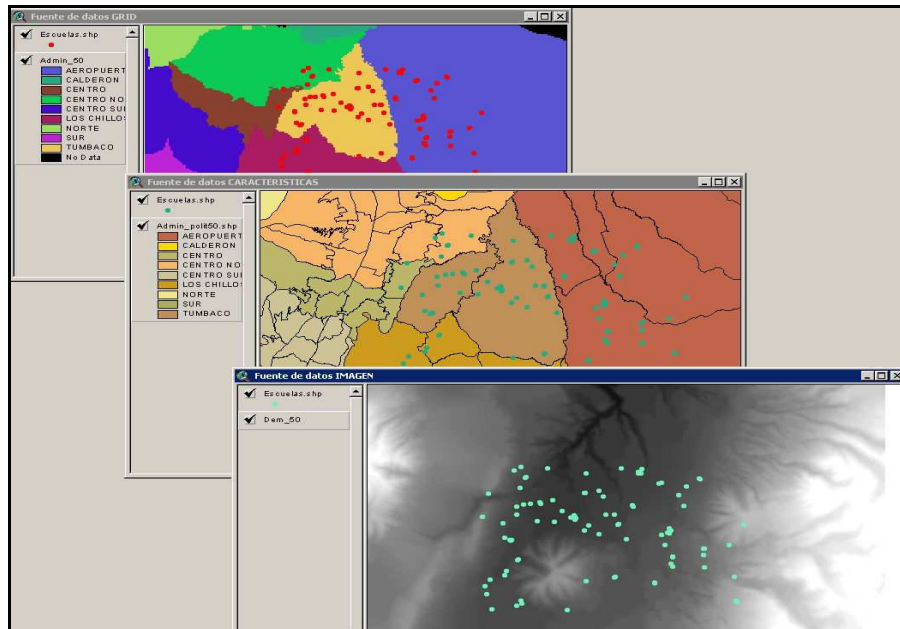
En ArcView los datos pueden provenir de: elementos geográficos, imágenes¹⁷ y rasters –GRID (Figura 2.8). Los archivos Shape (o shapefiles, .shp) son el formato de archivo que utiliza ArcView para almacenar los elementos geográficos y los datos de atributo. ArcView soporta como archivos de temas de imagen los siguientes formatos raster: TIFF, TIFF/LZW, ERDAS, BSQ, BIL, BIP, RLC, y Sun. Estas imágenes pueden ser imágenes satélite, fotos aéreas digitales y mapas escaneados. Los temas de imágenes no contienen tablas de atributos

¹⁶ En la práctica, el lenguaje de Avenue es poco utilizado, por lo que versiones posteriores de ArcView ya incluyen un editor en MS Visual Basic.

¹⁷ Las imágenes como fuente de datos *solamente* podemos visualizarlas

por lo que no se puede editarlas en ArcView –aunque sí, hacer modificaciones en la visualización mediante el *Editor de Leyenda de Imágenes* (ESRI 1996).

Figura 2.8. Fuentes de elementos geográficos, imágenes y GRID



Fuente: Resl, 2004. Elaboración: López, 2004.

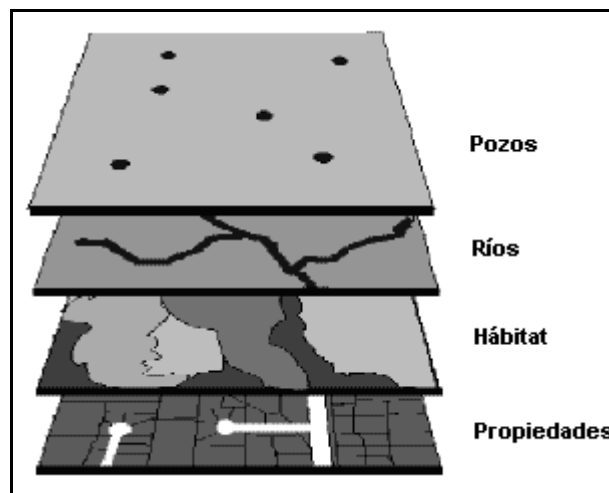
2.3.1.4. Análisis de las relaciones espaciales

En el entorno de un proyecto de ArcView GIS, se pueden analizar las relaciones geográficas (espaciales) que existen entre los elementos de los temas, realizar consultas (de proximidad, adyacencia y contención), y generar nuevos datos. Se puede seleccionar elementos geográficos del tema según la **relación espacial** que mantienen con otros elementos. El superponer varias capas (Figura 2.9) de información espacial para poder determinar la relación geográfica existente entre ellas se denomina **superposición espacial** (ESRI 1996).

Mediante una consulta de **proximidad** podemos hallar los elementos geográficos que están a una distancia determinada de otro elemento geográfico. Los elementos geográficos que se encuentran dentro de este cinturón se seleccionan. Una vez seleccionados, es posible copiarlos y crear un nuevo archivo de forma (*shapefile*), visualizar los elementos seleccionados o bien

realizar un informe. Mediante los análisis de **adyacencia** podemos encontrar los elementos geográficos “al lado de” otros elementos geográficos. Se puede considerar la adyacencia como un caso de consulta sobre proximidad espacial (distancia = 0). Los elementos lineales adyacentes deben estar conectados y los elementos poligonales adyacentes deben compartir una de las líneas. Las consultas de **contención** nos permiten localizar los elementos geográficos de un tema que están dentro de un polígono o polígonos en otro tema, o bien los elementos poligonales de un tema que contienen varios puntos, líneas o polígonos de otro tema (ESRI 1999)

Figura 2.9. Superposición espacial en ArcView



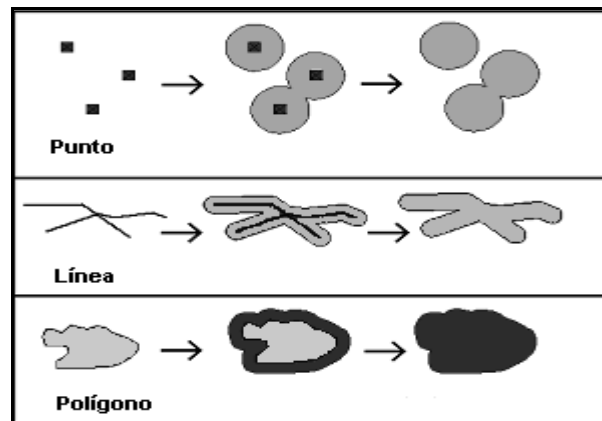
Fuente: ESRI 1999, p264.

2.3.1.4.1. Buscar elementos geográficos y unir sus atributos

Al realizar una operación de análisis espacial se combina la tabla de atributos de dos temas a través del campo *Shape* que ambas tablas tienen en común. Dicho campo contiene información geográfica que ArcView utiliza para determinar el tipo de elemento geográfico con el que trabaja (si es un punto, una línea o un polígono) y las relaciones espaciales existentes entre ellos. La tabla de atributos de uno de los dos temas es la *tabla de origen* mientras que la otra es la *tabla de destino* de los datos compartidos (ESRI 1996).

Se realizan **buffers** de los datos para determinar elementos geográficos que están al lado de, cerca de o entre elementos geográficos. Un buffer o *corredor de proximidad* no es más que una franja de espacio que se halla a una distancia determinada respecto a un elemento geográfico (ESRI 1999).

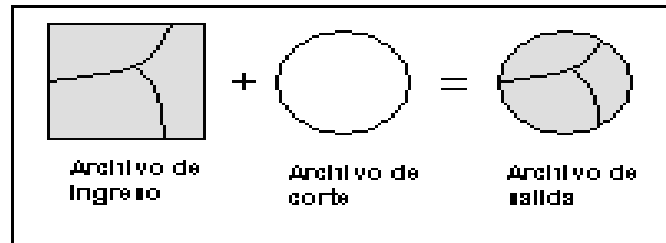
Figura 2.10. Buffers de los elementos geográficos en ArcView



Fuente: ESRI 1999, p324.

Se realiza una **Disolución**, al unir en un solo elemento geográfico todos los atributos que tienen un valor común en la tabla de atributos del tema. Se puede llevar a cabo operaciones de disolución con elementos geográficos que tengan un atributo común. Puede escogerse cómo llevar a cabo el resumen de los campos (entre opciones como: recuento, suma, desviación estándar o varianza), añadir algún campo en la tabla de atributos del tema, etc. Cuando se **combinan** (Merge) temas, ArcView une los elementos geográficos de un tema a los de otro tema/s. Lo que es imprescindible es que los elementos geográficos de los dos o más de dos temas sean del *mismo tipo*: puntos, líneas o polígonos. También, ArcView permite combinar información contenida en múltiples bases de datos y descubrir nuevas relaciones espaciales existentes entre los datos. Mediante **superposición** (overlay) de capas de información, se puede trabajar con un tema y tomar el área de estudio de otro tema. Se **corta** un tema que contiene atributos poligonales que definen el área de interés. Lo que se obtiene captura los elementos geográficos del tema de origen acotados a los límites de otro tema (ESRI 1999).

Figura 2.11. Corte de elementos geográficos en ArcView



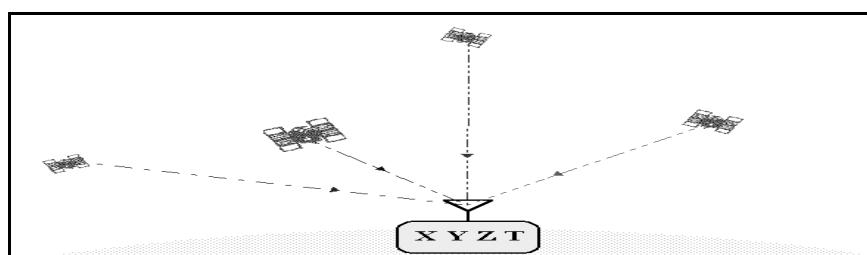
Fuente: ESRI 1999, p336.

Se puede utilizar **intersecar** (Intersect) para integrar dos conjuntos de datos espaciales y conservar solamente los elementos geográficos que están contenidos dentro del espacio común entre los dos temas. La operación de **unir** temas es muy parecida a la de intersección. Lo único que las diferencia, es que la extensión del tema resultante comprende tanto los límites del tema de entrada como los del tema de superposición; es decir, el tema resultante no comprende solamente el área coincidente en los dos temas (ESRI 1999).

2.3.2. Aplicaciones del GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) es un sistema de navegación mundial formado por una red de 24 satélites y sus estaciones en tierra. El GPS los utiliza como puntos de referencia para calcular posiciones con una aproximación de metros, centímetros inclusive (Trimble 2004). Cada satélite orbita la Tierra en 12 horas, repitiendo el mismo punto terrestre aproximadamente cada 23 horas y 56 minutos. Como se observa en la Figura 2.12, la medición requiere de al menos cuatro satélites, uno para cada dimensión X, Y, Z y otro para el tiempo, T (Dana 1999).

Figura 2.12. Medición de un punto geográfico mediante el GPS



Fuente: Dana P, 1999.

3. METODOLOGIA

En el presente estudio se consideraron: peligro sísmico, volcánico, y de deslizamientos.

3.1. Tipo de Estudio

Se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal en la parroquia Tababela, entre marzo y agosto de 2004, para determinar posibles zonas de afectación de amenaza sísmica, volcánica y por deslizamientos.

3.2. Instrumentos

Se utilizó el programa ArcView GIS versiones 3.2 y 3.3®¹⁸, de ESRI, durante todo el análisis de mapas. Se uso también un GPS (marca Magellan, modelo Explorist 200) para la toma de coordenadas geográficas y un mapa base de escala 1:10000 para el recorrido por la parroquia, con el fin de verificar algunos puntos clave. Los datos se obtuvieron de las diversas fuentes que se detallan en el acápite 3.3.

3.3. Recolección y Selección de Datos

Las instituciones y personas que brindaron la información necesaria para el presente estudio se detallan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Fuentes de información geográfica y no geográfica

Fuente	Descripción de la Información
Secretaría Nacional de Planificación	INFOPLAN –Mapas
Dirección Metropolitana de Salud	
▪ Unidad de Epidemiología	Situación de Salud del DMQ, Mapas
▪ Unidad de Servicios de Salud Colectiva	CEPS
▪ Unidad de Gestión del Riesgo	CESED

¹⁸ Esta versión de ArcView, fue utilizada en la fase final del proyecto, y no presenta conflicto con los resultados obtenidos en la versión 3.2.

Jefatura Zonal de Salud de Tumbaco, Dr. Francisco Viteri	ASIS Zonal AZVT 2003 –Base de datos
UNIGIS – USFQ	ArcView 3.2 ; Mapas
Theófilos Toulkeridis	Evaluación ambiental Aeropuerto Quito
Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE), Abril-2003	Mapas de Amenazas Naturales

Los archivos considerados para el análisis y construcción del modelo cartográfico se detallan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Archivos considerados en el modelo cartográfico

Nombre ^a	Descripción ^b	Fuente
tababela1.shp	Limite de Tababela (Cantonal)	Jefatura Zonal de Salud de Tumbaco, AZVT-2003
sismos.shp	Riesgo sísmico (Nacional)	SIISE
erosion.shp	Tipos de erosión de suelos (Nacional)	SIISE
erosionf.shp	Intensidad de erosión de suelos (Nacional)	SIISE
er_17.shp	Zonas susceptibles a erosión y deslizamiento (Provincial)	Secretaría Nacional de Planificación: INFOPLAN, 2003
lahares.shp	Flujo de lahares (Nacional)	SIISE
peligro_ceniza_me nor.shp	Peligro menor por cenizas (Nacional)	Secretaría Nacional de Planificación: INFOPLAN, 2003
aeropuerto_12.shp	Diseño del Nuevo aeropuerto de Quito (Parroquial)	Geotelec
cons2.shp	Construcciones, excepto vías (Parroquial)	Geotelec
vias.shp	Vías de acceso (Parroquial)	UNIGIS-USFQ
curvas de nivel.shp	Curvas de nivel (Parroquial)	Geotelec
Textos	Etiquetas (Parroquial)	Geotelec

^a Se respetaron los nombres de las fuentes originales, excepto en: tababela1.shp, al ser un corte del mapa cantonal i.e. Distrito Metropolitano; sismos.shp en lugar de theme 18.shp.

^b Entre paréntesis, se detallan las escalas relativas de los diferentes archivos

3.4. Plan de Análisis

Los datos fueron analizados utilizando el programa ArcView GIS 3.2 y 3.3. A partir del marco teórico, el planteamiento del problema y la hipótesis, se establecen las siguientes tareas:

1. La diferenciación, de grados de peligro por amenaza: sísmica, volcánica y de deslizamientos.
2. La suma de **zonas de afectación** por sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos.
3. Las zonas de vulnerabilidad combinada y por amenaza específica de la **infraestructura** parroquial.

3.4.1. Modelo Cartográfico

Se describe aquí el proceso de modelamiento de cada uno de los mapas que se obtuvieron utilizando ArcView. Los diagramas respectivos se encuentran en el *Anexo 5: Flujogramas del Modelo Cartográfico*. Previo al análisis de cada uno de las amenazas, cada archivo con extensión [.shp] se recortó (clip) utilizando como referencia el de la parroquia Tababela [tababela1.shp]. Así mismo, el mapa final, según el caso, debió ser recortado a los límites de la parroquia.

3.4.1.1. Sismos

Se transformó el archivo [sismos.shp] en GRID (raster)¹⁹, y se reclasificó en:

<i>Valor original</i>	<i>Valor nuevo</i>
3 – 2	2 – ALTA
1 – 0	1 – BAJA
“Sin valor”	0 – NINGUNA

¹⁹ En ArcView, se selecciona primero el archivo, y en el menú *Theme* se presiona *Convert to Grid*.

Para obtener el *Mapa parroquial de vulnerabilidad sísmica [MVS]*.

Pero además, dado que se consideró importante conocer el grado de afectación de la infraestructura de la parroquia, se procedió a convertir en GRID a los shp: aeropuerto [aeropuerto_12.shp], construcciones [cons2.shp] y vías [vías.shp] y a cada uno reclasificarlo según la presencia de:

- 1 – Infraestructura
- 0 – No Infraestructura

Utilizando la herramienta *Map Calculator*, se sumaron los tres mapas, para luego ser reclasificados, obteniendo un mapa **[M_infra]** según la presencia de infraestructura así:

- 3 - ALTA
- 2 - MEDIA
- 1 - BAJA
- 0 - NINGUNA

El *Mapa parroquial de vulnerabilidad sísmica [MVS]* fue reclasificado así:

Valor obtenido	Valor nuevo
2	20 – ALTA
1	10 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Se sumaron [MVS] y [M_infra] para obtener el *Mapa de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura parroquial [MVS]*, dividido en:

- 13 - Baja vulnerabilidad sísmica / Presencia Alta de Infraestructura**
- 12 - Baja vulnerabilidad sísmica / Presencia Media de Infraestructura**
- 11 - Baja vulnerabilidad sísmica / Presencia Baja de Infraestructura**
- 23 - Alta vulnerabilidad sísmica / Presencia Alta de Infraestructura**
- 22 - Alta vulnerabilidad sísmica / Presencia Media de Infraestructura**
- 21 - Alta vulnerabilidad sísmica / Presencia Baja de Infraestructura**

En esta clasificación se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$. Estos valores, como en el resto de mapas, denotan la concentración de infraestructura (de 1 a 3) en dos niveles de vulnerabilidad (10 y 20).

3.4.1.2. Deslizamientos

Para realizar el análisis, se debió transformar los archivos .shp en GRID (raster), una vez realizado esto, se cruzó -usando *Map Calculator*, el tipo de erosión [erosion.shp] con la intensidad [erosionf.shp] así:

<i>TIPO</i>	<i>INTENSIDAD</i>
2 - DESLIZAMIENTO	2 - MUY ACTIVA
1 – EROSION DEBIL	1 - POTENCIAL
0 - NINGUNA	0 – NINGUNA

De modo que se obtuvo un nuevo mapa que se lo reclasificó así:

Valor obtenido	Valor nuevo
3 - 4	2 – ALTA
2 - 1	1 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Este nuevo mapa se cruzó con zonas susceptibles [er_17.shp], clasificado en: 2-alta susceptibilidad / 1-baja susceptibilidad/ 0 –ninguna) para obtener el *Mapa parroquial de vulnerabilidad a deslizamientos* [MVD] y lo reclasificamos siguiendo el patrón de la tabla anterior.

Por otro lado, se procedió a convertir en GRID a los shp: aeropuerto [aeropuerto_12.shp], construcciones [cons2.shp] y vías [vias.shp] y a cada uno reclasificarlo según la presencia de:

- 1 – Infraestructura
- 0 – No Infraestructura

Utilizando la herramienta *Map Calculator*, se sumaron los tres mapas, para luego reclasificarlos, en el mapa [M_infra], según presencia de infraestructura así:

- 3 - ALTA
- 2 - MEDIA
- 1 - BAJA
- 0 - NINGUNA

El mapa de vulnerabilidad a deslizamientos [MVD] fue reclasificado para poder sumarlo con el anterior [M_infra], así:

Valor obtenido	Valor nuevo
2	20 – ALTA
1	10 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Una vez hecho esto, se obtuvo un *Mapa de vulnerabilidad a deslizamientos de la infraestructura parroquial [MVDI]*, clasificado así:

- 13 - Baja vulnerabilidad a deslizamientos / Presencia Alta de Infraestructura
- 12 - Baja vulnerabilidad a deslizamientos / Presencia Media de Infraestructura
- 11 - Baja vulnerabilidad a deslizamientos / Presencia Baja de Infraestructura
- 23 - Alta vulnerabilidad a deslizamientos / Presencia Alta de Infraestructura
- 22 - Alta vulnerabilidad a deslizamientos / Presencia Media de Infraestructura
- 21 - Alta vulnerabilidad a deslizamientos / Presencia Baja de Infraestructura

En esta clasificación se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$.

3.4.1.3. Volcanes

Aquí se consideraron los shp: lahares y peligro_ceniza_ menor. Para realizar el análisis, se debió transformar los archivos .shp en GRID (raster), una vez esto, se cruzaron, usando *Map Calculator*, así:

<i>LAHARES</i>	<i>CENIZA</i>
2 – MAYOR	1 - SI
1 - MENOR	0 - NO
0 - NINGUNA	

De modo que se obtuvo el *Mapa parroquial de vulnerabilidad volcánica [MVV]*, que se lo reclasificó así:

Valor obtenido	Valor nuevo
3	2 – ALTA

2 -1	1 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Luego, se procedió a convertir en GRID a los shp: aeropuerto_12, cons2, y vías; a cada uno se lo reclasificó así:

1 – Infraestructura
0 – No Infraestructura

Con *Map Calculator*, se sumaron los tres mapas para ser reclasificados, según la presencia de infraestructura, en el mapa [M_infra], así:

3 - ALTA
2 - MEDIA
1 - BAJA
0 - NINGUNA

Se sumaron entonces este mapa, con el mapa de vulnerabilidad volcánica [MVV] reclasificado en:

Valor obtenido	Valor nuevo
2	20 – ALTA
1	10 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Una vez hecho esto, se obtuvo un *Mapa de vulnerabilidad volcánica de la infraestructura parroquial [MVVI]*, dividido así:

- 13 – Vulnerabilidad volcánica Baja / Presencia Alta de Infraestructura**
- 12 – Vulnerabilidad volcánica Baja / Presencia Media de Infraestructura**
- 11 - Vulnerabilidad volcánica Baja / Presencia Baja de Infraestructura**
- 23 - Vulnerabilidad volcánica Alta / Presencia Alta de Infraestructura**
- 22 - Vulnerabilidad volcánica Alta / Presencia Media de Infraestructura**
- 21 - Vulnerabilidad volcánica Alta / Presencia Baja de Infraestructura**

En esta clasificación se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$.

3.4.1.4. Vulnerabilidad combinada

Se procedió a convertir en GRID, los archivos [MVS], [MVD], [MVV], y cruzarlos usando *Map Calculator*. De modo que se obtuvo un nuevo mapa que se lo reclasificó así:

Valor obtenido	Valor nuevo
4 – 6	2 – ALTA
1 - 3	1 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Para obtener el *Mapa parroquial de vulnerabilidad combinada [MVC]*.

Se cruzaron el mapa [M_infra], con el [MVC] reclasificado en:

Valor obtenido	Valor nuevo
2	20 – ALTA
1	10 – BAJA
0	0 – NINGUNA

Una vez hecho esto, se obtuvo el *Mapa de vulnerabilidad combinada de la infraestructura parroquial [MVCI]*, dividido así:

- 13 – Vulnerabilidad combinada Baja / Presencia Alta de Infraestructura
- 12 – Vulnerabilidad combinada Baja / Presencia Media de Infraestructura
- 11 - Vulnerabilidad combinada Baja / Presencia Baja de Infraestructura
- 23 - Vulnerabilidad combinada Alta / Presencia Alta de Infraestructura
- 22 - Vulnerabilidad combinada Alta / Presencia Media de Infraestructura
- 21 - Vulnerabilidad combinada Alta / Presencia Baja de Infraestructura

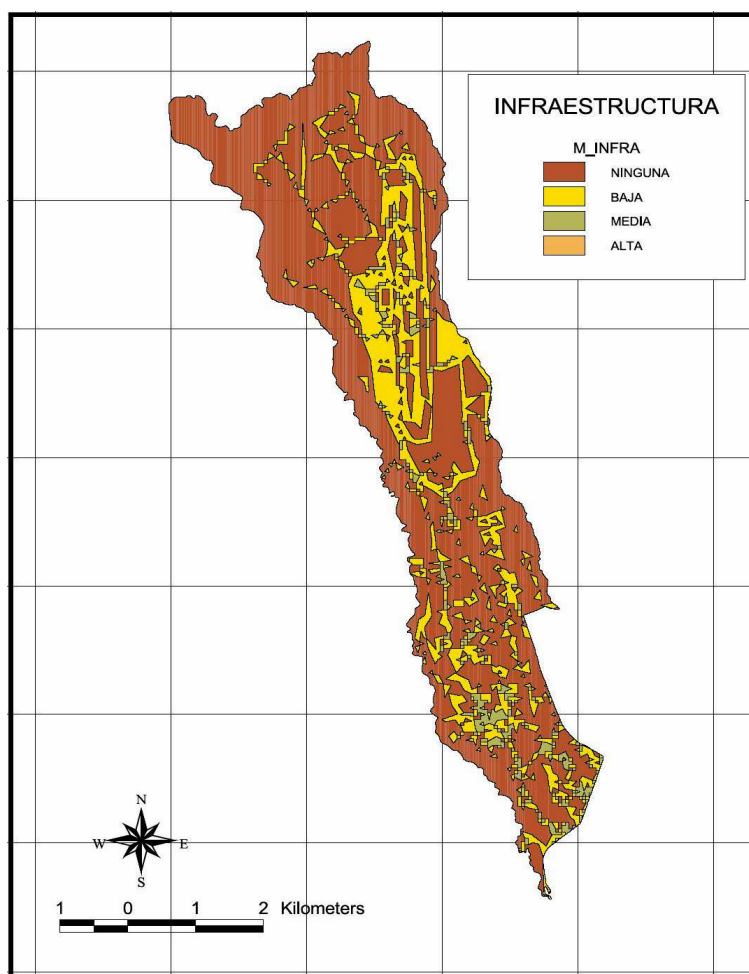
En esta clasificación se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$.

4. RESULTADOS ²⁰

No se pudo rechazar la H_0 , al comprobarse (ver *Mapa de Vulnerabilidad Combinada*, acápite 4.4) que la superficie de la parroquia que se encuentra en **alto** nivel de amenaza combinada, por sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos, es de 9,14 km²; es decir, el **36%** del total de su territorio. El resto de la parroquia (16,19 km²) presenta una **baja** vulnerabilidad combinada.

La figura 4.1. muestra la sumatoria de infraestructuras de la parroquia de tababela [M_Infra], que se utilizó para elaborar los mapas de vulnerabilidad de la infraestructura parroquial según las amenazas.

Figura 4.1. Mapa sumatoria de Infraestructuras de la parroquia Tababela, 2004



Elaboración: López, 2004.

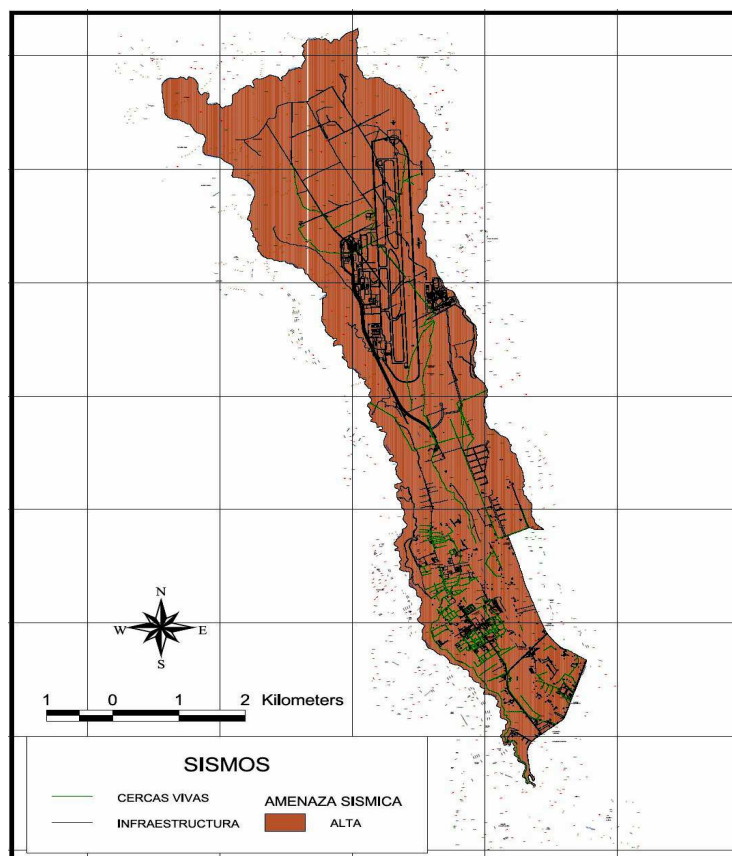
²⁰ Cada uno de estos mapas pueden verse, en mayor escala, en el Anexo 6: *Mapas generados por el Modelo Cartográfico*.

La infraestructura cubre aproximadamente 27.4% (6.95 km²) del territorio de Tababela. Siguiendo la metodología, se establece que un 0.01% corresponde a una concentración alta de infraestructura (2500 m²), mientras un 23.5% de la parroquia presenta una concentración baja de infraestructura (23.5%, 5.96 km²). Dicho en otras palabras, por ahora, existe una pequeña zona de la parroquia en que las construcciones: aeropuerto, vías y otras –casas, invernaderos, escuela, iglesia, etc., coinciden. Esto es lógico, dada la actual dispersión de infraestructura de esta parroquia rural.

4.1. Amenaza sísmica

La Figura 4.2, presenta el Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica [MVS]. Siguiendo el modelo cartográfico, y dada la escala del mapa *sismos.shp* (1:250000), se observa que **toda** la parroquia Tababela se encuentra en una misma categoría de vulnerabilidad (alta).

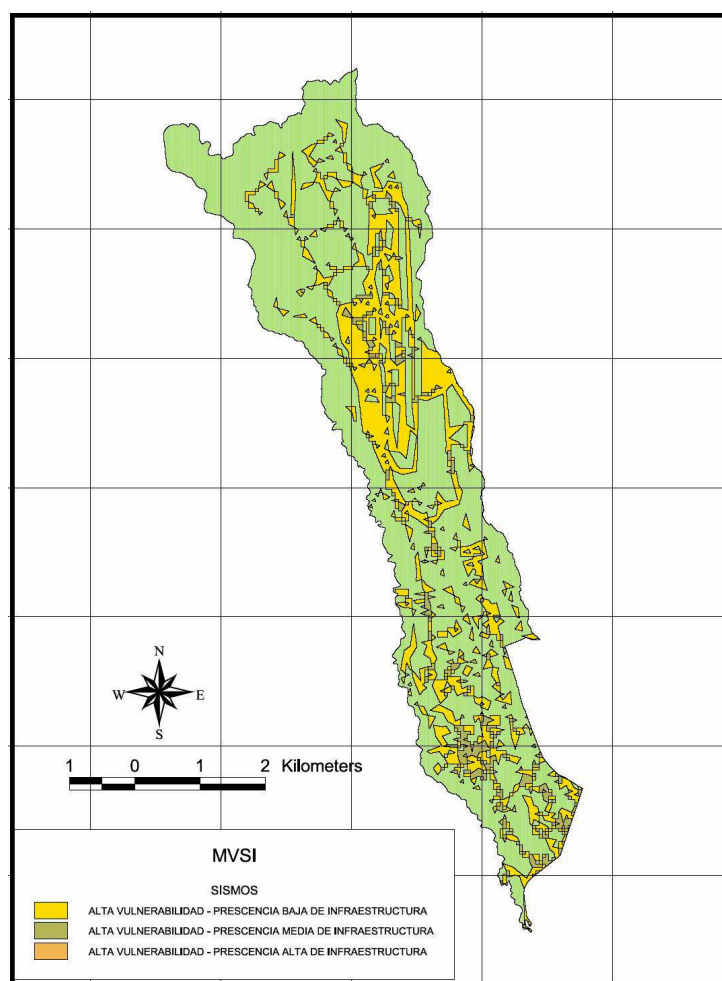
Figura 4.2. Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica de Tababela, 2004



Elaboración: López, 2004.

El Mapa de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura parroquial [MVS] (Figura 4.3) muestra diferencias en cuanto a la concentración de infraestructura, mas no en cuanto a vulnerabilidad, puesto que, como se vió en MVS, toda la parroquia se encuentra en el mismo nivel.

Figura 4.3. Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura Parroquial de Tababela, 2004



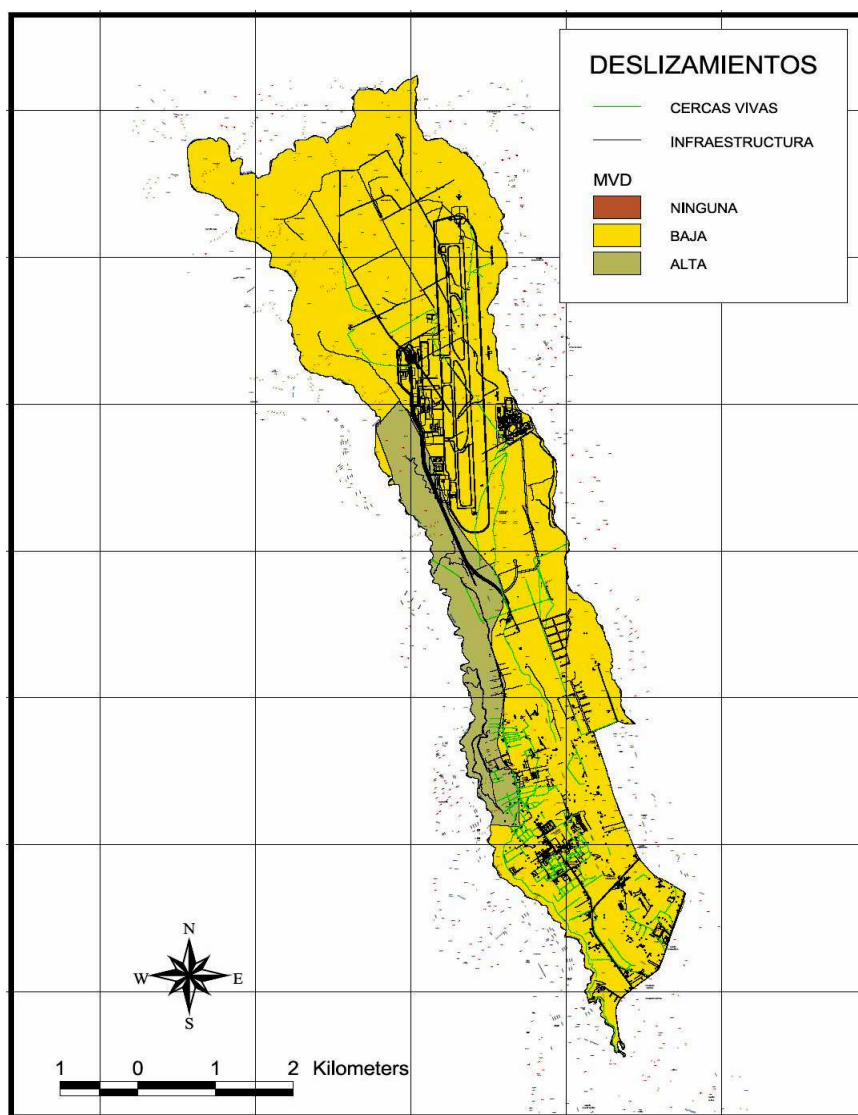
Elaboración: López, 2004.

4.2. Amenaza de Deslizamientos

El Mapa parroquial de vulnerabilidad a deslizamientos [MVD] (Figura 4.4) muestra que la zona centro-oeste de la parroquia se encuentra en mayor riesgo, cubriendo aproximadamente el 11.6% (2.94 km²) del territorio. Un 88% se

encuentra en una zona de peligro baja, mientras el 0.4% del territorio no presenta amenaza alguna de deslizamientos.

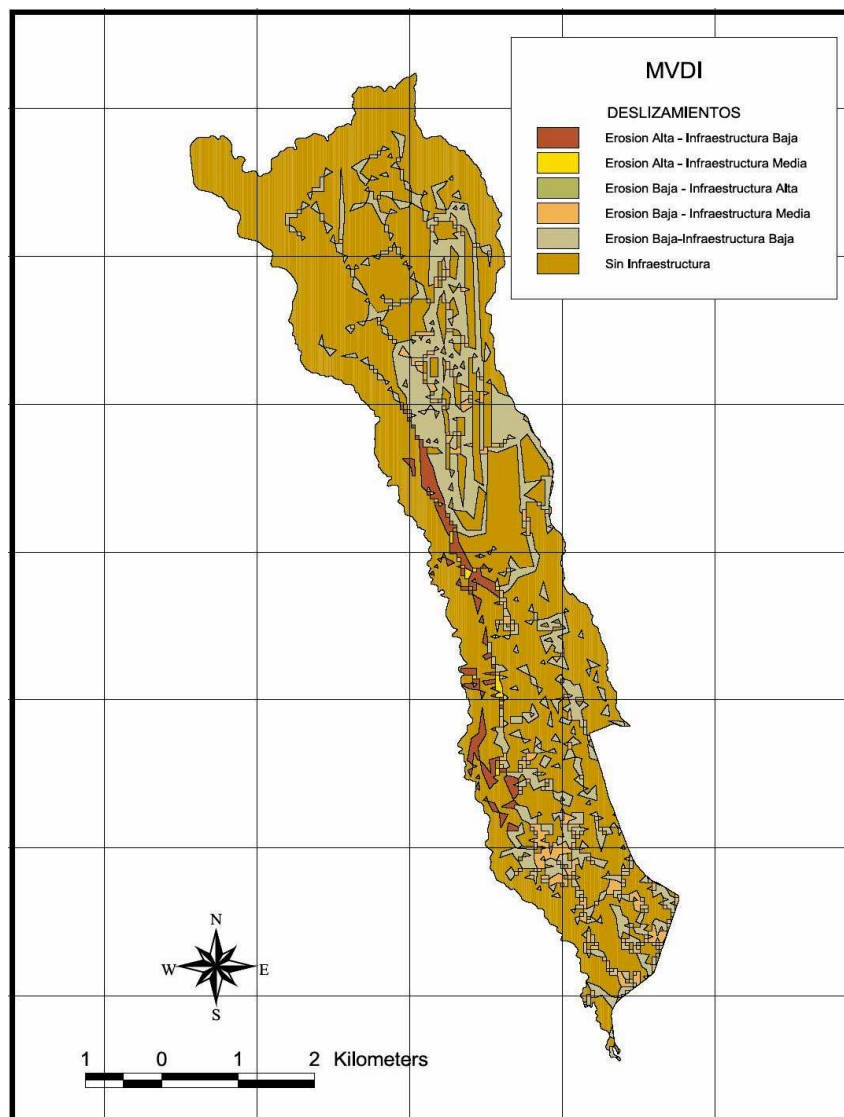
Figura 4.4. Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos de Tababela, 2004



Elaboración: López, 2004.

El Mapa de vulnerabilidad a deslizamientos de la infraestructura parroquial [MVDI] (Figura 4.5) evidencia que el extremo suroeste del aeropuerto podría verse afectado por deslizamientos. La infraestructura presente en zonas de vulnerabilidad alta equivale al 10.5% (0.73 km²) del total de las construcciones, mientras el 88.5% se encuentra en zonas de baja vulnerabilidad.

Figura 4.5. Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamiento de la Infraestructura parroquial de Tababela, 2004

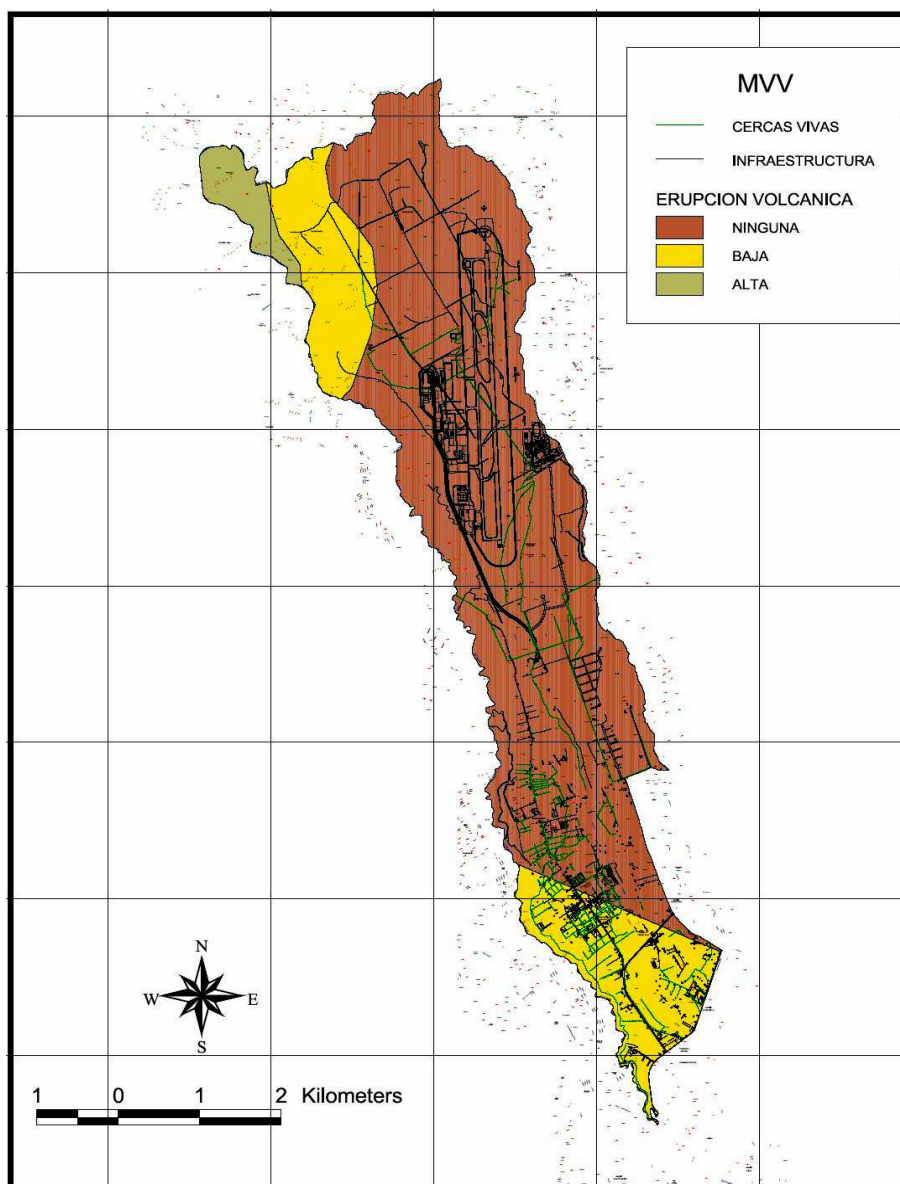


Elaboración: López, 2004.

4.3. Amenaza Volcánica

La figura 4.6 muestra el Mapa parroquial de vulnerabilidad volcánica [MVV]. Los extremos sur y noroccidental podrían verse afectados, sea por lahares (noroccidente) o por caída de ceniza (sur). Este último, coincide con la zona de asentamientos de población. Aproximadamente un 3.2% del territorio se encuentra en un nivel de peligro alto; mientras el 21.1% presenta un nivel bajo de amenaza.

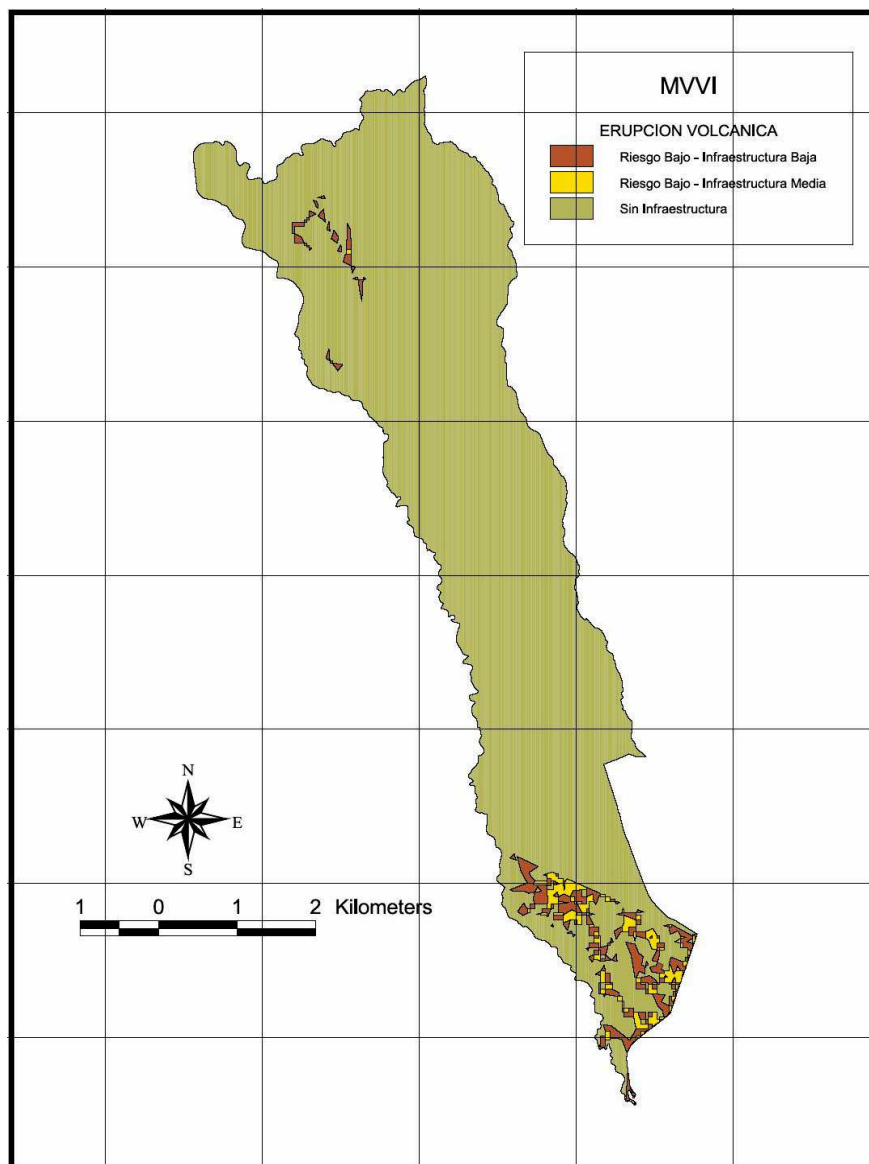
Figura 4.6. Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica de Tababela, 2004



Elaboración: López, 2004.

En la figura 4.7 (Mapa de vulnerabilidad volcánica de la infraestructura parroquial [MVVI]), se puede observar claramente las zonas de infraestructura posiblemente afectadas. Todas (equivalentes al 17.6% del total de construcciones de la parroquia) se encuentran en zonas de vulnerabilidad baja (1.23 km²).

Figura 4.7. Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial de Tababela, 2004

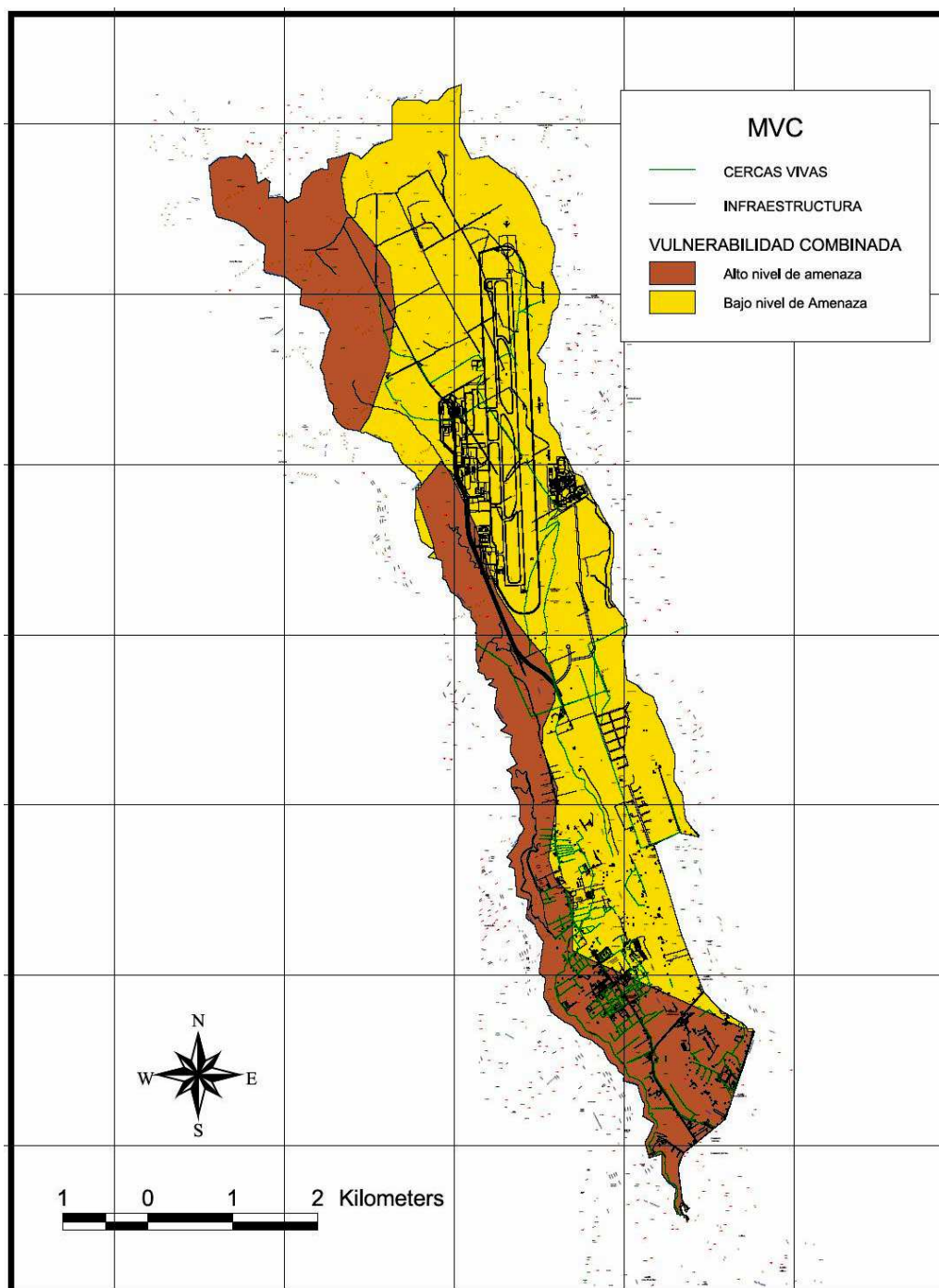


Elaboración: López, 2004.

4.4. Amenaza Combinada

El Mapa parroquial de vulnerabilidad combinada [MVC] (Figura 4.8) diferencia las zonas de mayor o menor amenaza sísmica, por deslizamientos y volcánica de la parroquia Tababela. Dado que en la amenaza sísmica solo se obtuvo el valor "Alta", no existieron zonas de la parroquia que tuvieran ningún nivel de riesgo (valor = 0). Así, 9.14 km² (36.1%) de la parroquia se encuentran en un nivel alto de amenaza combinada.

Figura 4.8. Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada de Tababela, 2004

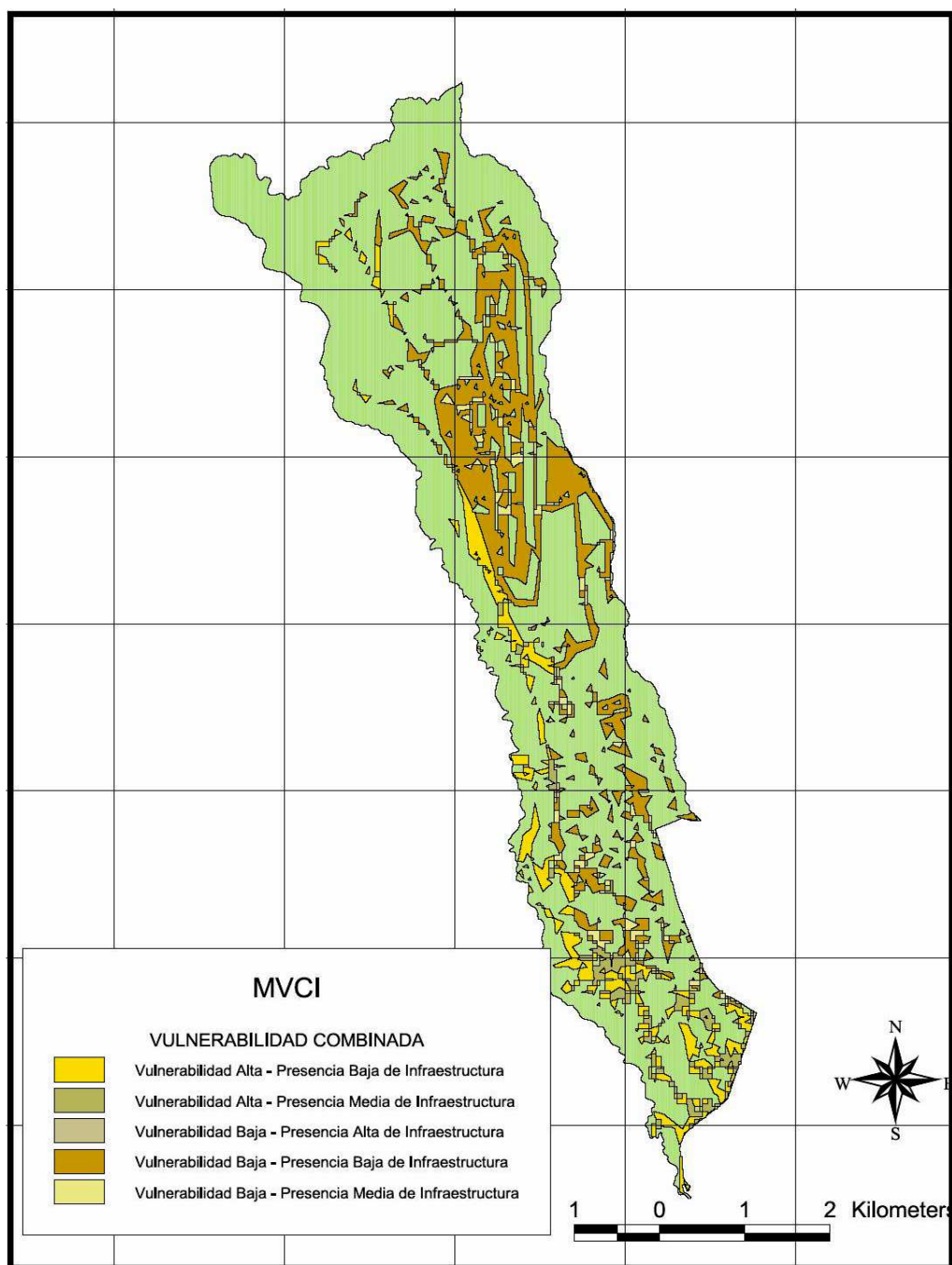


Elaboración: López, 2004.

El Mapa de vulnerabilidad combinada de la infraestructura parroquial [MVCI] (Figura 4.9) evidencia que la zona más poblada de la parroquia podría verse afectada. La zona sur, sobre todo, pues corresponde a los centros poblados de El Vergel, Tababela Centro y el límite de Oyambarillo.

La Infraestructura presente en zonas de vulnerabilidad alta alcanza el 29% del total de construcciones (2.02km^2); mientras en un nivel bajo de vulnerabilidad se encuentran 4.82km^2 (69.3%).

Figura 4.9. Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial de Tababela, 2004



Elaboración: López, 2004.

5. DISCUSIÓN

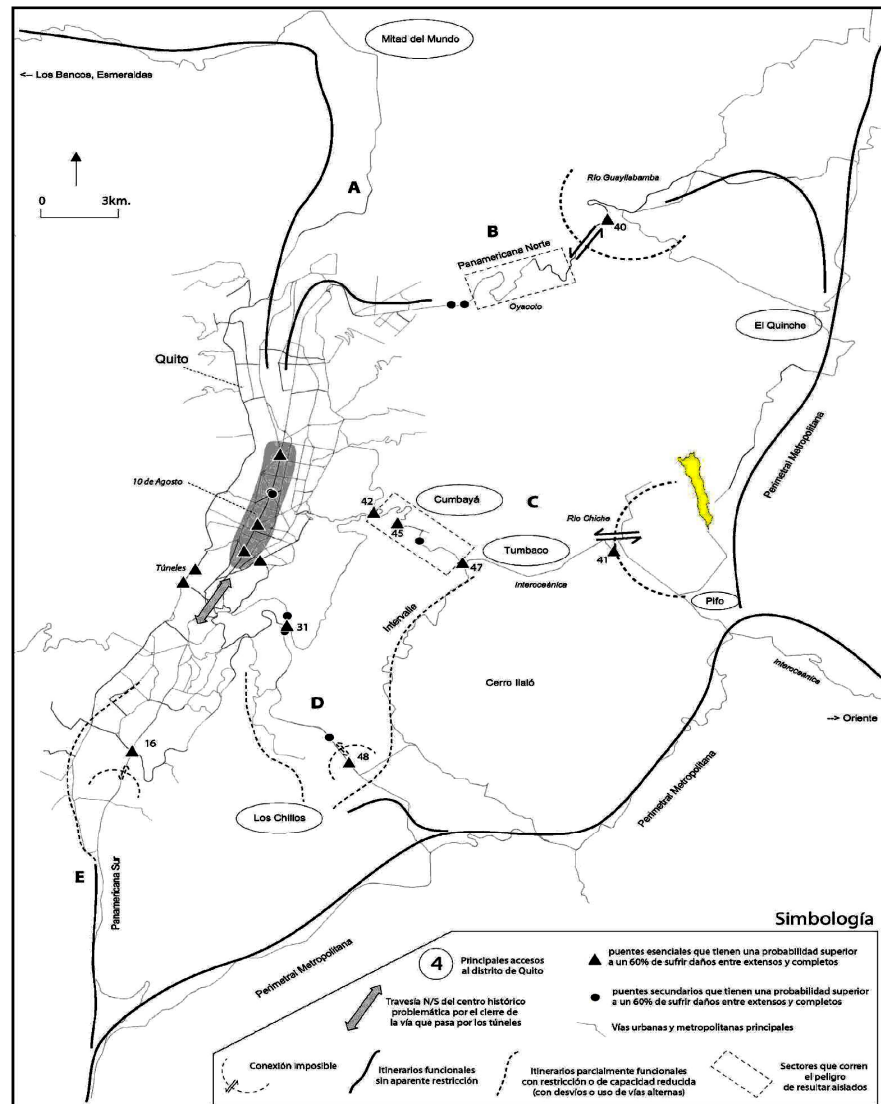
En general, más de un tercio del territorio de la parroquia Tababela enfrenta algún tipo de amenaza en un nivel alto. La figura 4.2., muestra claramente que la principal amenaza es sísmica. Sin embargo que la escala no haya sido la óptima, el peligro de un evento de esta naturaleza es muy probable y podría tener consecuencias serias, no sólo a nivel parroquial. Esto es corroborado por Atiaga & Demoraes (2004), quien revela la alta vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en caso de un evento sísmico muy severo (Figura 5.1). Dicho mapa presenta un análisis de la afectación sobre las vías de acceso al DMQ, identificando tramos funcionales, parcialmente funcionales, o bloqueados (conexión imposible); aquellos puentes principales y secundarios que corren un riesgo mayor al 60% de resultar inhabilitados; y también, aquellos sectores que resultarían aislados. En el caso del valle de Tumbaco, se evidencia que el puente sobre el Río Chiche resultaría inhabilitado haciendo imposible el paso hacia Tumbaco, Cumbayá o Quito por la Vía Interoceánica. Igualmente, en la vía Panamericana, el puente sobre el río Guayllabamba, y en la autopista general Rumiñahui en el valle de los Chillos, el puente sobre el río San Pedro²¹, correrían el mismo peligro.

En el caso de *deslizamientos*, la combinación de tres mapas midiendo cada uno un criterio diferente de erosión y deslizamiento, confirma la lógica de peligro en el flanco centro-oeste. Para *erupciones volcánicas*, se observa que la zona de Tababela Centro es especialmente vulnerable a la caída de ceniza. Durante la recolección de datos, se encontró otro mapa: *concent_volc.shp* (INFOPLAN 2003), cuya cobertura de ceniza sobre la zona aumenta dos kilómetros hacia el norte, sin embargo sus atributos no revelaron mayor información, razón por la cual no se lo consideró en el análisis. La conjunción de diferentes mapas de sismos, deslizamientos y erupciones volcánicas permitió obtener un factor combinado de vulnerabilidad para la parroquia Tababela. Esta medida compuesta, por definición,

²¹ Cabe mencionar que el río San Pedro es una de las vías principales de desfogue de lahares, en el caso de un evento eruptivo del volcán Cotopaxi

permite disminuir la probabilidad de error, y aumentar la confiabilidad y validez de los resultados (Singleton & Straits 2005).

Figura 5.1. Posibles repercusiones sobre las vías de Quito* por un sismo muy severo²²



*En amarillo se muestra la posición relativa de la parroquia Tababela.

Fuente: Atiaga & Demoraes 2002, p40.

Si bien se considera que los desastres naturales generan mayores daños en las zonas urbanas que en las zonas rurales (principalmente por los efectos sobre la población e infraestructura), la parroquia rural de Tababela se constituye en un caso particular, dado que existe un megaproyecto (i.e. nuevo aeropuerto

²² PGA=0.40g. La aceleración máxima del terreno PGA, es expresada como fracción de la aceleración de la gravedad (g). Varía de 0.15 –Zona I, de menor peligro– a 0.40 –Zona IV, de mayor peligro (Demoraes 2001, p11).

internacional de Quito, cuya primera fase entrará en funcionamiento en el 2010) que cambiará su dinámica infraestructural-poblacional en los siguientes años. El área de construcción del aeropuerto, con aproximadamente 3.25 km² (sin contar con la vía de acceso), ocupa 13% del total de territorio de la parroquia²³. El portal Web del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito menciona el *Estudio de Impacto Ambiental* para el nuevo aeropuerto. Con este reporte dice el municipio, se trata de “comprender de manera integral las posibles interrelaciones de los sistemas biofísicos y sociales y sus posibles respuestas ante el proyecto” (DMQ 2004). El tema salud está contemplado dentro del *Sistema Antrópico*. Sin embargo no se pudo tener acceso al documento completo. Sin embargo el resumen ejecutivo coincide en mencionar algunas consecuencias que una evaluación previa, elaborada por Komex luego de la firma del acuerdo entre el consorcio CCC, AECON, ADC y Techint y el DMQ, señala (Komex 2001). Este último reporte menciona un *Plan de Salud y Seguridad únicamente* para contratistas y subcontratistas. En ambos reportes se toca el tema salud de modo indirecto, al mencionarse, los posibles efectos: en el aire (polvo, ruido y emisiones de aire –principalmente óxidos de nitrógeno como consecuencia de las operaciones aéreas y el tráfico vehicular), en las aguas superficiales y subterráneas (sedimentos en las quebradas por el movimiento de tierras pueden obstruir cauces naturales; derrames de lubricantes, combustibles, solventes y otros químicos; descarga de desechos a los ríos circundantes), en la demanda y calidad de agua potable (no existe infraestructura que pueda proveer el volumen requerido; contaminación de las cuencas para captación del agua), y en la cobertura de energía eléctrica (la infraestructura actual no soportaría la demanda del aeropuerto).

El *Mapa sumatoria de la Infraestructura Parroquial [M_infra]* parecería no revelar mayor información sobre la concentración de construcciones en la parroquia Tababela. Aunque se pudo haber utilizado menos categorías (e.g. existe / no existe), se optó por mantener la clasificación propuesta, a sabiendas de que el rápido desarrollo que tendrá la parroquia en los próximos diez años

²³ En este cálculo no se consideraron los espacios verdes dentro de los límites del aeropuerto.

disparará la concentración de infraestructuras en la parroquia y que, entonces, este índice tenga mayor relevancia.

Para el caso de Tababela, el perfil de consecuencias en salud en un evento sísmico, por deslizamiento o volcánico, debe tener en cuenta, principalmente:

1. Los posibles daños en el sistema de abastecimiento de agua potable.-

El caudal de ingreso a la planta de tratamiento, ubicada en el barrio Oyambarillo (Figura 5.2), y la planta en sí (Figura 5.3), son especialmente vulnerables a contaminación. Esto quedó demostrado en el caso del volcán Reventador, cuya caída de ceniza en noviembre de 2002, obligó a que la planta disminuyera su funcionamiento por tres días debido a la concentración de sedimentos (OPS 2003b). Si se suma a esto la poca cobertura de alcantarillado y recolección de basura que tiene la parroquia (Anexo 1A), se podría configurar un escenario de rápido deterioro de la situación sanitaria.

Figura 5.2. Caudal de ingreso a la planta de tratamiento



Fuente: MPH III-IV promoción, 2003.

Figura 5.3. Planta de tratamiento de Agua Potable de Tababela



Fuente: MPH III-IV promoción, 2003.

2. Los posibles daños en estructuras importantes para la parroquia.-

Las escuelas La Condamine (figura 5.4) y Jorge Icaza, el jardín de Infantes Tababela y la Iglesia Parroquial se cuentan entre las estructuras ubicadas en la zona de vulnerabilidad alta, sobre todo por amenaza sísmica. Dependiendo de la magnitud del evento, el mismo limitaría su capacidad para funcionar como albergues temporales y/o centros de difusión de información. En general, las construcciones podrían enfrentar desplome de los techos –principalmente de zinc o eternit– sobre todo por el sobre peso de ceniza (el mapa actual no diferencia construcciones con techo de hormigón armado de aquellos con láminas de zinc o eternit²⁴). Considerando que un 57% de la población económicamente activa (PEA) se dedica a labores agrícolas (Infoplan 1999), la afectación de cultivos y ganado podría complicar la recuperación productiva de la parroquia. Sin embargo, no se recabó información que determine cuanta de esa PEA se ocupa en trabajos agrícolas dentro de los límites parroquiales.

²⁴ Material compuesto de fibras de cemento

Figura 5.4. Escuela La Condamine, parroquia Tababela, 2003.



Fuente: Oquendo & Cervantes, 2003.

En la tabla 5.1, se resumen los posibles efectos inmediatos de grandes desastres, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS 2000).

Tabla 5.1. Efectos a corto plazo de grandes desastres

Efecto	Terremotos	Aludes	Volcanes y torrentes de barro
Defunciones	Muchas	Muchas	Muchas
Lesiones graves	Muchas	Pocas	Pocas
Mayor riesgo de enfermedades transmisibles	La probabilidad aumenta en función del hacinamiento y el deterioro de la situación sanitaria		
Daños de los establecimientos de salud ²⁵	Graves (estructura y equipos)	Graves pero localizados	Graves (estructura y equipos)
Daños de los sistemas de abastecimiento de agua	Graves	Graves pero localizados	Graves
Escasez de alimentos	Infrecuente		
Grandes movimientos de población	Infrecuentes (suelen ocurrir en zonas urbanas que han sido dañadas gravemente)	Comunes (generalmente limitados)	

Fuente: OPS 2000, p2.

²⁵ Ver Boroschek 2004 y/o García 2003, para guías de evaluación de vulnerabilidad estructural y la construcción de establecimientos de salud.

Dada la interacción de las tres amenazas estudiadas –las *erupciones volcánicas* pueden estar acompañadas de *sismos*; las ondas sísmicas, al alterar las condiciones de equilibrio de las rocas (especialmente si están afectadas por erosión) pueden provocar con cierta facilidad algún tipo de *deslizamiento*–, es imprescindible también la interrelación entre los múltiples actores que manejan o estudian la problemática de desastres y su prevención en el Distrito Metropolitano de Quito –Ver *Anexo 7: Miembros del Centro Metropolitano de Operaciones Emergentes*.

Dos trabajos son particularmente necesarios de mencionar. Ambos, cada uno en su campo, aportan con perspectivas interesantes –aunque no pudieron ser considerados, dada su reciente aparición, en el presente estudio. El primero, es una tesis aún en curso en la Facultad de Geología de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), que trata de los fenómenos de remoción de masas (deslizamientos) disparados por sismos en Ecuador. Sus objetivos son: conocer cómo se relacionan los parámetros sísmicos con los deslizamientos, qué magnitudes provocan deslizamientos, en qué rangos e intensidades, cuáles son las máximas distancias a las que se puede esperar un tipo particular de deslizamiento (caídas, flujos, esparcimientos laterales). Utiliza un SIG como herramienta de análisis, sobre la base del Archivo Histórico de Terremotos del Ecuador y del Catálogo de Intensidades para Ecuador 1541-2001 del Instituto Geofísico de la EPN (Idrovo 2004b). El segundo, un estudio publicado recientemente en el portal Web de la Universidad Saint Mary's de Minnesota, utilizó un SIG para analizar el peligro volcánico del Monte Rainier (en Washington, Estados Unidos), enfocado en dos comunidades cercanas al volcán. Se tomaron en cuenta factores tales como infraestructura crítica, factores sociales (población vulnerable), económicos (pérdida de ingresos) y ambientales, además de un análisis de mitigación (Tropole 2004).

6. CONCLUSIONES

La explicación detallada de la herramienta de análisis, SIG, y los resultados obtenidos con ella, pueden motivar a la comunidad de *salubristas* a considerar su relevancia como herramienta de investigación e interacción con la comunidad, no sólo en la prevención de desastres, sino también en las más diversas áreas de trabajo de la salud pública en el país, sobre todo en acciones de promoción de la salud. Es necesario cambiar la perspectiva asistencialista, en la cual se espera a que ocurra el desastre para actuar. La prevención es aún, en el área de Desastres, una idea nueva (la emergencia del volcán Reventador del 2002 es un ejemplo). Sin embargo, la coyuntura sirvió para fortalecer el Centro Metropolitano de Operaciones Emergentes (OPS 2003b).

Este estudio no es más que una visión parcial de la vulnerabilidad de las zonas e infraestructuras parroquiales. La confiabilidad de la información con la que se contó para el presente estudio no es aún la óptima, debido sobre todo a la multiplicidad de fuentes y metodologías, que en muchos de los casos duplica esfuerzos y desperdicia valiosos y escasos recursos. Es necesario entonces, en un segundo momento, retroalimentar a la comunidad²⁶ sobre los datos obtenidos, y a la vez, establecer un sistema de información georeferenciada que tenga como centro a la autoridad local de salud pública (en este caso, la Jefatura de Salud de la Administración Zonal de Tumbaco –AZVT) y alrededor de la cual se vinculen autoridades parroquiales; representantes del Ministerio de Salud Pública, Junta Provincial de la Defensa Civil, Cruz Roja; e instituciones educativas y de investigación (e.g. EPN, USFQ, Instituto Geográfico Militar, Escuela Politécnica del Ejército). La articulación de los diferentes actores permitirá mejorar notablemente la calidad de la información, que por ahora, es limitada y a veces inclusive contradictoria. La utilización de procesos sistemáticos de recolección, procesamiento y análisis de datos geográficos y no geográficos en el marco de

²⁶ Comunidad entendida aquí en tres niveles: el de la parroquia Tababela (local), el de la Administración Zonal del Valle de Tumbaco (municipal) y el de diversas instituciones cuyo ámbito de acción rebasa los límites geográficos de los dos niveles anteriores, tales como: Ministerio de Salud Pública, Defensa Civil, Cruz Roja, universidades, etc. (nacional)

cooperación interinstitucional puede redundar en beneficio de la comunidad y de futuros investigadores.

En ese sentido, esta tesis puede servir de instrumento preventivo preliminar, al CESED de la escuela La Condamine, a las autoridades de la Junta Parroquial, a la AZVT, y sobre todo, a la comunidad de Tababela, no sólo para generar conciencia de la realidad de la zona en cuanto a su vulnerabilidad geológica, sino también para la toma de decisiones que conduzcan a disminuir los efectos de un evento sísmico, volcánico o de deslizamiento.

La estrategia entonces, desde la salud pública, comprende actividades de prevención y promoción. En cuanto a prevención, es necesario que los mapas se conviertan en herramientas de trabajo conjunto entre los diferentes actores de la comunidad. Dado que la vulnerabilidad geológica que presenta la parroquia es alta, la comunidad educativa no debe ser el único objetivo. En Tababela, es fundamental vincular alrededor del CESED, a los miembros de la Junta Parroquial²⁷, la Policía Comunitaria, Plan Internacional, la Corporación Aeropuerto (CORPAQ), al Hospital de Yaruquí, a los organismos de socorro: Defensa Civil y Cruz Roja, además de las instituciones educativas de la parroquia, la Iglesia, y los profesores y estudiantes de pregrado y postgrado de la USFQ. La Junta Parroquial es el ente político que tiene la posibilidad de coordinación con otras entidades públicas y privadas. La Policía Comunitaria –un acercamiento de la Policía Nacional hacia la comunidad que por tener base local– conoce más de cerca de la gente y sus problemas, es un nexo fuerte que no debe ser despreciado. Plan Internacional es una organización no gubernamental que ha trabajado con la escuela La Condamine; su experiencia en talleres de educación para la salud debe ser aprovechada. La CORPAQ, como constructor y futuro administrador del nuevo aeropuerto de Quito, debe involucrarse más y con mayor consistencia con la población. De los resultados obtenidos, es evidente que la infraestructura del aeropuerto tendrá consecuencias sobre los habitantes de la parroquia; por tanto, la CORPAQ puede apoyar las iniciativas locales, como

²⁷ Se mencionó también la hasta ahora imposibilidad de trabajar con la Junta Parroquial, sin embargo, el cambio de autoridades en enero de 2005, deja abierta la posibilidad de un acercamiento.

simulacros y talleres. El Hospital de Yaruquí, como servicio de salud más cercano, debe evaluar su capacidad de atención en caso de desastre. Los Organismos de Socorro (La Junta Provincial de Defensa Civil de Pichincha y la Cruz Roja), en su experiencia de prevención (i.e. educación), pueden proporcionar material didáctico para las capacitaciones, y guiar el establecimiento de un *Sistema de Alerta Temprana* local. La Iglesia puede comprometerse en la difusión de información y en la provisión de albergue. La USFQ, a través del DCI y la Maestría en Salud Pública deben juntar esfuerzos, para diseñar e implementar un programa de sensibilización y capacitación en emergencias y desastres para la comunidad, sobre lo trabajado por la Dirección Metropolitana de Salud (USSC 2002b). Los estudiantes de postgrado cumplirían el rol de facilitadores en los talleres. Los estudiantes de pregrado podrían asistir en el desarrollo de las actividades programadas. Ambos, bajo la supervisión y soporte de profesores del DCI y de la Maestría.

Es decir, si bien se tiene como centro a la escuela, el trabajo no tiene que verse limitado al mismo. Por el contrario, la comunidad educativa es sólo una primera instancia de encuentro. En el marco del Programa de Escuelas Saludables que se lleva a cabo en varias escuelas del Distrito Metropolitano de Quito, es importante que se conformen Comités Escolares de Promoción de Salud (CEPS) en las escuelas La Condamine y Jorge Icaza. Un componente de estos comités, la Comisión de Seguridad, Emergencias y Desastres (CESED) requiere especial atención. Si bien la Unidad de Salud Colectiva de la DMS considera que dicha comisión debe trabajar durante el año permanentemente; en la realidad, hay que reconocer que en los períodos vacacionales es poco probable que se reúna. Por tanto, se considera importante que la Comisión pueda incluir a otros actores de la parroquia –mencionados arriba– como una forma de incrementar la participación social, y la permanencia en el tiempo de esta iniciativa.

En este planteamiento, los CESED mantienen su base escolar, y a su vez, aumentan su campo de influencia hacia toda la parroquia. En este marco, iniciativas tales como simulacros y talleres, se verán fortalecidas por un acercamiento más global. Los diferentes sectores deben articularse sobre la base

del respeto a las opiniones de “los otros” (Recuérdese que el CESED incluye a líderes de cada grado de la escuela, padres de familia, profesores y administrativos; y por lo dicho aquí, también expertos en SIG, profesionales de la salud, políticos, la empresa privada). La multidisciplinariedad, es decir, la colaboración horizontal entre actores de diversos conocimientos y ámbitos de acción, permitirá no sólo enriquecer el debate sino además añadir otros enfoques, proponer soluciones desde varios ámbitos, y sobre todo, comprometer a los actores alrededor de un objetivo común: Disminuir la vulnerabilidad por amenazas de tipo geológico en la parroquia Tababela.

Se puede considerar al CESED como un instrumento catalizador de participación social en la parroquia. El tema de prevención de desastres puede ser el vínculo para que los actores de la parroquia empiecen a repensar su intervención *conjunta* en otros temas de salud y desarrollo. Es decir, la participación se convertiría entonces en alimentadora de procesos que vinculan a la población y a las autoridades en la búsqueda de soluciones (responsabilidad compartida), en eje generador de inquietudes y propuestas alrededor de otros temas, tales como, vialidad, vivienda y servicios básicos, medio ambiente (calidad de agua, aire, suelo), servicios de salud, microempresas, etc., y en ejercicio de supervisión permanente de los alcances y problemas identificados en el proceso (veeduría ciudadana).

6.1. Limitaciones del presente estudio

Entre los principales problemas identificados están:

- A. El rango de escalas de los mapas recolectados varió de 1:1000000 a 1:10000. En consecuencia, todos los mapas fueron generados con una resolución de 30 m²⁸. Mayor resolución es directamente proporcional a la precisión en los datos. Sin embargo, el modelo cartográfico deja abierta la posibilidad de análisis con datos más precisos, es decir, con capas de mayor resolución.

²⁸ Significa que cada celda para el análisis en ArcView tiene un perímetro de 30 metros.

- B. No se identificaron vías más o menos vulnerables, y que pueden utilizarse para evacuar a la población (en el mapa actual no se diferencia entre una calle asfaltada, adoquinada, empedrada, de tierra, camino vecinal o chaquiñán, puentes ni líneas de electrificación).
- C. La falta de confiabilidad a nivel subparroquial condujo a una poca utilización de datos no geográficos (sobre todo socioeconómicos, de salud y vivienda), exceptuando los de las tablas adjuntas a los mapas.
- D. En el mapa actual de sumatoria de infraestructuras [M_infra] no se considera, por no haber podido acceder a dicha información, la mayoría del tramo de la vía de ingreso al aeropuerto (que se espera sea de seis carriles –aproximadamente 15 metros de ancho) desde la carretera Pifo – Quinche.
- E. La falta de cooperación y coordinación interinstitucional, configura el escenario presente de heterogeneidad de las fuentes, lo que complica la posibilidad de establecer comparaciones.

6.2. Lineamientos para futuros estudios

Las probables ramificaciones del presente estudio son:

- A. Elaborar un modelo de dinámica poblacional para identificar zonas de concentración de personas (según edificaciones, horas del día, recorridos, etc.). Esto permitiría establecer escenarios de afectación y ayudar en la elaboración de planes de evacuación.
- B. Estudiar las quebradas como posibles focos de *desastre biológico* al albergar basuras orgánicas o desechos sólidos y químicos. (Sobre todo por el nuevo aeropuerto, y el hecho de que en la zona central de la parroquia existen varias empresas florícolas).
- C. Utilizar herramientas existentes y de bajo costo para el registro y seguimiento de los fenómenos naturales (e.g. DesInventar²⁹)

²⁹ La Red Latinoamericana de Estudios Sociales en Prevención y Atención de Desastres (LA RED), <http://www.desinventar.org>, a finales de 1994 creó el programa *DesInventar* (inventario de desastres). (Saldarriaga, 2004). El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional se encarga de actualizar la base de datos del Ecuador que se presenta en *La Red*.

- D. Replicar el presente estudio en otros sitios geográficos con el fin de establecer comparaciones.

7. RECOMENDACIONES

Minard Hall (2000), menciona que es fundamental *evaluar el rendimiento en operaciones de desastre y proveer conocimientos constructivos a las organizaciones participantes para mejorar su eficiencia en futuros desastres; y diseñar y desarrollar un sistema de información interactivo para la toma de decisiones en manejo de desastres*. La interacción organizacional eleva, sin duda, la probabilidad de una asistencia apropiada y oportuna de las poblaciones afectadas. Es importante entonces que los actores involucrados no permitan que sucesos como el de 1987 y el del 2002 se tengan que repetir, para entonces pensar en fortalecer un sistema integrado de respuesta. En este contexto, la institucionalidad del Comité Metropolitano de Operaciones Emergentes debe ser revisada, para, por ejemplo, operativizar el Sistema de Alerta Temprana (SAT)³⁰ de emergencias y desastres, y construir un entorno común que disponga de datos estandarizados (Randremanana et al 2001; Richards et al 1999).

En general, se considera necesario que en el corto a mediano plazo se establezca un sistema de ingreso y visualización de datos en un entorno Web. Esto permitiría que la actualización se realice en tiempo real, y además, que se junten aplicaciones de búsqueda y construcción de indicadores y mapas, como el que permite –de manera básica– la versión 3.5 del SIISE. Para Richards et al (1999), un SIG puede servir como herramienta para fortalecer y mejorar la provisión de servicios de salud pública para un amplio rango de acciones de prevención. Además, los mapas³¹ pueden ser herramientas efectivas de comunicación. A menudo, la resistencia a nuevas tecnologías dificulta ver cualquier beneficio. Es necesario por tanto, en el contexto de la salud pública,

³⁰ Según Glantz (2004), las Naciones Unidas define a los SAT como *la provisión de información efectiva y a tiempo, a través de instituciones, que permitan a los individuos expuestos a un peligro tomar acciones para evitar o disminuir su riesgo y prepararse para una respuesta efectiva*. Entre sus objetivos están: aumento del nivel de conocimiento, educación, mapeo y reducción de riesgo y vulnerabilidad, etc. (p9,19,21).

³¹ La adecuada interpretación de un mapa debe tomar en cuenta factores tales como: el propósito de su diseño, los datos incluidos, la escala, etc.

informar y educar a usuarios y al público en general sobre los beneficios y desventajas de un Sistema de Información Geográfica. La retroalimentación es importante para crear y sostener una opinión pública positiva (Olvingson et al 2002). La expresión geográfica de la realidad comunitaria puede permitir una mayor interacción cooperativa entre la comunidad, sus dirigentes y los “expertos”, tanto en la identificación de problemas, como en la formulación de alternativas de solución.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adriaens, P. et al. "Intelligent infrastructure for sustainable potable water: a roundtable for emerging transnational research and technology development needs." Biotechnol.Adv. 22.1-2 (2003): 119-34.
- Alexander, G. L., E. L. Kinman, L. C. Miller, T. B Patrick. Marginalization and health geomatics. Journal of Biomedical Informatics 36, 400-07. 2003.
- Ali, M. et al. "Implementation of a medical geographic information system: concepts and uses." J.Health Popul.Nutr. 19.2 (2001): 100-10.
- Ali, M., M. Emch, J. P. Donnay. "Spatial filtering using a raster geographic information system: methods for scaling health and environmental data." Health Place. 8.2 (2002): 85-92.
- Alvarez, D., M. Bolaños, A. Burbano, S. Cañizares, M. Gordón, D. López, T. Morales, V. Oquendo, E. Rappe. Proyecto de Mejoramiento de la Alimentación de la población del Barrio Guambi de la Parroquia de Tababela, Distrito Metropolitano de Quito [No publicado]. Maestría en Salud Pública. Universidad San Francisco de Quito: Clase "Nutrición Comunitaria en Países en Vías de Desarrollo. 2003.
- Andes, N., J. E. Davis. "Linking public health data using geographic information system techniques: Alaskan community characteristics and infant mortality." Stat.Med. 14.5-7 (1995): 481-90.
- Atiaga G., F. Demoraes. Vulnerabilidad estructural de los puentes del Distrito Metropolitano de Quito frente al peligro sísmico - Aplicación y adaptación de la metodología HAZUS@99 al contexto ecuatoriano. Municipio del Distrito Metropolitanode Quito, Escuela Politécnica Nacional, IRD, 2002, Quito, 127p, <http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/pub-equateur-pdf/VSPQ.pdf>
- AZVT. Análisis de Situación de Salud, ASIS TUMBACO 2003. [Documento interno] Coordinación Zonal de Salud de la Administración Zonal del Valle de Tumbaco. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. 2003.
- Bedard, Y. et al. "Integrating GIS components with knowledge discovery technology for environmental health decision support." Int.J.Med.Inf. 70.1 (2003): 79-94.
- Benini, A. A. et al. "Integration of different data bodies for humanitarian decision support: an example from mine action." Disasters. 27.4 (2003): 288-304.
- Boroschek, R., R. Retamales. Guía para la reducción de la vulnerabilidad en diseño de nuevos establecimientos de salud. Centro Colaborador OPS/OMS de Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud: Universidad de Chile. OPS/OMS. Washington D.C. 2004, 107p
- Boulos, M. N. "Towards evidence-based, GIS-driven national spatial health information infrastructure and surveillance services in the United Kingdom." Int.J.Health Geogr. 3.1 (2004): 1.
- Bradt, A., K. Abraham, R. Franks. "A strategic plan for disaster medicine in Australasia." Emerg.Med.(Fremantle.) 15.3 (2003): 271-82.
- Brindley, P., R. Maheswaran. "My favourite software: Geographic Information Systems." J.Public Health Med. 24.2 (2002): 149.
- Cardona, O.D. Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos [Tesis Doctoral] universidad Politécnica de Cataluña, http://www.tdcat.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0416102-075520 ,2001
- Clarke, K. C., S. L. McLafferty, B. J. Tempalski. "On epidemiology and geographic information systems: a review and discussion of future directions." Emerg.Infect.Dis. 2.2 (1996): 85-92.
- CLIRSEN. Departamento de Estudios Temáticos. 1998. Quito, CLIRSEN.

- Cox, L. H. "Protecting confidentiality in small population health and environmental statistics." Stat.Med. 15.17-18 (1996): 1895-905.
- Cromley, E. K. "GIS and disease." Annu.Rev.Public Health 24 (2003): 7-24.
- Croner, C. M., J. Sperling, F. R. Broome. "Geographic information systems (GIS): new perspectives in understanding human health and environmental relationships." Stat.Med. 15.17-18 (1996): 1961-77.
- Croner, C. M. "Public health, GIS, and the internet." Annu.Rev.Public Health 24 (2003): 57-82.
- Dana, P.H. Global Positioning System Overview. University of Colorado at Boulder. http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html , 1999.
- Demoraes, F. Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur). These pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Savoie: 5 juillet 2004, <http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/these/These-F-Demoraes.pdf>
- Demoraes, F., R. D'Ercole. Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador. Diagnóstico previo a planes de intervención de las ONG's, COOPI-IRD-OXFAM. Quito, 65p, 2001 <http://www.univ-savoie.fr/labos/edytem/membres/demoraes/pub-equateur-pdf/PCOE.pdf>
- Demoraes, F., R. D'Ercole. Metodología de valoración de las amenazas de origen natural para los cantones. En SIISE v3.5: Amenazas Naturales. 2003. Quito, SIISE: COOPI-OXFAM.
- DMQ. Estudio de Impacto Ambiental [Resumen Ejecutivo]. Corporación Aeropuerto. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, <http://www.quito.gov.ec/municipio/corporaciones/Resumen.pdf>, 2004.
- ESRI. ArcView – Desktop GIS. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcview/index.html> , 2004
- ESRI. Data for your GIS. http://www.gis.com/data/data_types_print . 2004
- ESRI. Introducción a ArcView GIS 3.2. Ministerio del Ambiente (traducción). 1999.
- ESRI. Using ArcView GIS. Environmental Systems Research institute, Inc. New Cork. 1996.
- Foresman, T. (ed). The history of geographic information systems : perspectives from the pioneers. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall PTR. 1998, 397 p.
- Fouzia, H., S. Lakshmi. GIS in Air Quality Management. -7. 2004.
- García, T. Protección de las nuevas instalaciones de salud frente a desastres naturales. Washington, D.C.: OPS/Banco Mundial.2003,51p
- Glantz, M.H.. Usable Science 8: Early Warning Systems: Do's and Don'ts. Report of Workshop. Shanghai, China. <http://www.esig.ucar.edu/warning/report.pdf> , 2004.
- Gómez, P. Programa de Preparativos para Desastres. [Entrevista personal]. Organización Panamericana de la Salud. Quito: Mayo 14, 2004.
- Greenberg, M. et al. "Reestablishing public health and land use planning to protect public water supplies." Am.J.Public Health 93.9 (2003): 1522-26.
- Hall, M.L. Los terremotos del ecuador del 5 de marzo de 1987: Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos. [vol 9], 1-7. 2000. Quito, EPN, USAID, Corporacion Editora Nacional. Coleccion Estudios de Geografía.
- Hurley, S. E. et al. "Post office box addresses: a challenge for geographic information system-based studies." Epidemiology 14.4 (2003): 386-91.
- IDEAM. Diccionario. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/diccio.asp> , 2001.

- Idrovo A. Sismos, deslizamientos y erosión. Comunicación personal [e-mail]: Noviembre 18, 2004
- Idrovo A. Contribución al Estudio de los Deslizamientos disparados por Sismos en Ecuador [Propuesta de tesis]. Escuela Politécnica Nacional: Facultad de Geología. Quito, 2004-2005.
- INEC. Índice de Tabulados: Datos Cantonales. [Censo de Población y Vivienda]. 2001. Quito, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Kaiser, R. et al. "The application of geographic information systems and global positioning systems in humanitarian emergencies: lessons learned, programme implications and future research." Disasters. 27.2 (2003): 127-40.
- Karsenty, E., A. Leventhal. "[Health Geographic Information System (HGIS)--a tool for health planning and epidemiology]." Harefuah 141.12 (2002): 1070-5, 1089.
- Kirby, R.S. "Toward Congruence between Theory and Practice in Small Area Analysis and Local Public Health Data." Stat.Med. 15. (1996): 1859-66.
- Kistemann, T., F. Dangendorf, J. Schweikart. "New perspectives on the use of Geographical Information Systems (GIS) in environmental health sciences." Int.J.Hyg. Environ. Health 205.3 (2002): 169-81.
- Krieger, N. "Place, space, and health: GIS and epidemiology." Epidemiology 14.4 (2003): 384-85.
- Komex. Evaluación Ambiental Aeropuerto Quito. Komex International Ltd. C54360000, 1-26. 2001. Quito, AECON GROUP INC.
- Kromley, E. K., S. L. McLafferty. GIS and Public health. The Guilford Press. New York .2002, 340p.
- Kuroiwa, J. Reducción De Desastres: Viviendo En Armonía Con La Naturaleza. Lima: PNUD, 2002.
- Liu, R., N. Liu. "Flood area and damage estimation in Zhejiang, China." J. Environ. Manage. 66.1 (2002): 1-8.
- Loyola, E. et al. "[Geographic information systems as a tool for monitoring health inequalities]." Rev. Panam. Salud Publica 12.6 (2002): 415-28.
- MapQuest.com, Inc. Geocoding. <http://www.mapquest.com/features/main.adp?page=geocode> , 2004
- Martinez, R. et al. "SIGEpi: geographic information system in epidemiology and public health." Epidemiol. Bull. 22.3 (2001): 4-5.
- Mattox, K. "The World Trade Center attack. Disaster preparedness: health care is ready, but is the bureaucracy?" Crit Care 5.6 (2001): 323-25.
- McLafferty, S. L. "GIS and health care." Annu. Rev. Public Health 24 (2003): 25-42.
- Melnick, A. L., D. W. Fleming. "Modern geographic information systems--promise and pitfalls." J. Public Health Manag. Pract. 5.2 (1999): viii-viix.
- Miño, N. Programa Escuelas Saludables: CEPS, CESED. [Documento interno] Dirección Metropolitana de Salud: Unidad de Salud Colectiva. 20-7-2004.
- Monsalve, J., A. Carmona. Sistemas de Información Geográficos. <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml> , 1997
- Morales, H. SIG DMS DMQ. [Documento interno] 2004. Quito, Dirección Metropolitana de Salud: Base de datos.
- Morrow, B. H. "Identifying and Mapping Community Vulnerability." Disasters. 23.1 (1999): 1-18.
- MPH III-IV promoción. Informe sobre Calidad de Agua: parroquia Tababela. Curso: Salud Ocupacional y Medio Ambiente. USFQ. Quito. Marzo, 2004, 20p.

- Ojeda, J. L. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica SIG. 1995. Quito, CLIRSEN.
- Olvingson, C. et al. "Ethical issues in public health informatics: implications for system design when sharing geographic information." J.Biomed.Inform. 35.3 (2002): 178-85.
- ODSMA. 12.2.Las principales amenazas naturales. en *Diagnóstico Regional*. Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos San Miguel y Putumayo. OEA. Washington, D.C. 1987
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea32s/ch71.htm> , 2004
- OPS. A guide to emergency health management after natural disaster. Pan American Health Organization. Washington, US; 1981 <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/eng/doc13926/doc13926.htm>
- OPS. Biblioteca Virtual de Salud para Desastres. 2[HeLiD 1.0]. OPS/OMS, CICR, ACNUR, Proyecto Esfera, UNICEF 2001. Washington D.C., OPS/OMS.
- OPS. Boletín de Desastres. Desastres y Asistencia Humanitaria. Organización Panamericana de la Salud. <http://www.paho.org/spanish/dd/ped/boletin.htm>
- OPS. Efectos De La Erupción Del Volcán Reventador (2002) En Los Sistemas De Agua y Alcantarillado: Lecciones Aprendidas. Ed. CEPIS/OPS. Lima: OPS, 2003.
- OPS. Los Desastres Naturales y La Protección De La Salud. Ed. OPS. Washington D.C.: OPS, 2000.
- OPS. Los volcanes y la protección de la salud. 1-20. 2002. Washington D.C.
- OPS. Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario - Guías para el Análisis de Vulnerabilidad. HeLiD 1.0, -110. 1998. Washington D.C., OPS/OMS.
- OPS. Planificación Para Antender Situaciones De Emergencia En Sistemas De Agua Potable y Alcantarillado. Washington D.C.: 1993.
- OPS. Reducción Del Daño Sísmico: Guía Para Las Empresas De Agua. Ed. CEPIS/OPS. Washington D.C.: OPS, 2003.
- OPS. Report on reducing the impact of disasters on health facilities. CD45/27 (Eng.). 45th Directing Council. 56th Session of the Regional Committee. 9 August 2004. OPS/OMS
<http://www.paho.org/english/gov/cd/CD45-27-e.pdf>
- OPS. Salud Ambiental Con Posterioridad a Los Desastres Naturales. Washington D.C.: 1982.
- Oquendo, V., S. Cervantes. Diagnóstico Comunitario de la Parroquia Tababela - Septiembre de 2003. [No publicado]. Departamento de Desarrollo Comunitario Integral, Universidad San Francisco de Quito. 2003.
- Ortiz, E. Implementación de un Sistema de Información Geográfica para la Reorganización de las Áreas de Salud del M.S.P. con relación a las Administraciones Zonales. The Nature Conservancy. 1-24. 2003. Quito, Dirección Metropolitana de Salud.
- Peek-Asa, C. et al. "GIS mapping of earthquake-related deaths and hospital admissions from the 1994 Northridge, California, Earthquake." Ann.Epidemiol. 10.1 (2000): 5-13.
- Plaza, G., H. Yépez. Manual para la Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua Potable. 2 ed. Washington D.C.: OPS, 2001.
- Plescia, M., S. Koontz, S. Laurent. "Community assessment in a vertically integrated health care system." Am.J.Public Health 91.5 (2001): 811-14.
- Randremanana, R. V. et al. "Système d'Information Géographique et Santé: application à la ville d'Antananarivo [Geographic Information Systems and health: application to Antananarivo city]." Arch.Inst.Pasteur Madagascar 67.1-2 (2001): 74-78.
- Richards, T. B., C. M. Croner, L. F. Novick. "Atlas of state and local geographic information systems (GIS) maps to improve community health." J.Public Health Manag.Pract. 5.2 (1999): 2-8.

- Richards, T. B. et al. "Geographic information systems and public health: mapping the future." Public Health Rep. 114.4 (1999): 359-60.
- Ricketts, T. C. "Geographic information systems and public health." Annu.Rev.Public Health 24 (2003): 1-6.
- Robinson, T. P. "Spatial statistics and geographical information systems in epidemiology and public health." Adv.Parasitol. 47 (2000): 81-128.
- Rogers, M. Y. "Getting started with Geographic Information Systems (GIS): a local health department perspective." J.Public Health Manag.Pract. 5.4 (1999): 22-33.
- Rushton, G. "Public health, GIS, and spatial analytic tools." Annu.Rev.Public Health 24 (2003): 43-56.
- Saldarriaga, R. Inventario y Sistematización de los Desastres Naturales reportados en los municipios del Valle de Aburrá, entre los años 1900 y 2002. [Tesis] Universidad EAFIT (Medellin, Colombia), http://www.desinventar.org/sp/proyectos/tesis/isdnva2003/isdnva_tesis_ene-05-2004.pdf, 2004
- Souris M. Les principes des systèmes d'information géographique: Principes, algorithmes et architecture du système Savane. Première partie: 1. Présentation générale des systèmes d'information géographique, http://www.bondy.ird.fr/cvd/pages_2003/these_marc/Chap01Presentation.pdf
- Singleton, R.A., B.C. Straits. Approaches to Social Research. Fourth edition. Oxford University Press. New York. 2005, pp 82-3, 384-9
- Swartz, C. H. et al. "Historical reconstruction of wastewater and land use impacts to groundwater used for public drinking water: exposure assessment using chemical data and GIS." J.Expo.Anal.Environ.Epidemiol. 13.5 (2003): 403-16.
- Sweeney, Lisa (head). Mapping Address Locations : Introduction to Geocoding and Address Matching. Rotch Library. Massachusetts Institute of Technology, MIT. <http://libraries.mit.edu/gis/teach/geocoding.html> , 2004
- Thrall, S. E. "Geographic information system (GIS) hardware and software." J.Public Health Manag.Pract. 5.2 (1999): 82-90.
- Tim, U. S. "The application of GIS in environmental health sciences: opportunities and limitations." Environ.Res. 71.2 (1995): 75-88.
- Trimble. What is a GPS? <http://www.trimble.com/gps/index.html> , 2004.
- Trople TL. Volcanic Hazards Vulnerability Assessment of the Enumclaw – Buckley, Washington Community. Department of Resource Analysis, Saint Mary's University of Minnesota. 20p <http://www.gis.smumn.edu/pages/GradProjects/TTrople.pdf> , 2004
- USSC. Acta de Constitución del Comité Escolar de Seguridad, Emergencias y Desastres. Unidad de Servicios de Salud Colectiva. 1. 2002. Quito, Dirección Metropolitana de Salud.
- USSC. Programa Escuelas Saludables (Lineamientos básicos). Unidad de Servicios de Salud Colectiva. 1-5. 2002. Quito, Dirección Metropolitana de Salud.
- Vieira, V. et al. "A method for spatial analysis of risk in a population-based case-control study." Int.J.Hyg.Environ.Health 205.1-2 (2002): 115-20.
- Vine, M. F., D. Degnan, C. Hanchette. "Geographic information systems: their use in environmental epidemiologic research." Environ.Health Perspect. 105.6 (1997): 598-605.
- Yasnoff, W. A. & E. J. Sondik. "Geographic Information Systems (GIS) in public health practice in the new millennium." J.Public Health Manag.Pract. 5.4 (1999): ix-xii.
- Zhou, X. N. et al. "Establishment of minimum medical geographic information systems database in China." Zhonghua Liu Xing.Bing.Xue.Za Zhi. 24.4 (2003): 253-56.

9. GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACTIVIDAD VOLCÁNICA: Expulsión por presión de material concentrado en estado de fusión, desde la zona magmática en el interior de la Tierra a la superficie. Dicho material puede estar formado de gases, ceniza, sólidos derretidos y fragmentos rocosos (material piroclástico).

AMENAZA o PELIGRO: Grado de exposición de un lugar o emplazamiento a los fenómenos naturales dentro de un período determinado.

AVALANCHA DE ESCOMBROS: Grandes deslizamientos que pueden ocurrir sobre las laderas de un volcán, y que desplazan grandes volúmenes de roca y otros materiales. Estos deslizamientos se producen por la inestabilidad de los flancos del volcán debida a la intrusión de magma en el edificio volcánico, a un sismo de gran magnitud o al debilitamiento de la estructura del volcán.

CAÍDA DE CENIZA: Fenómeno por el cual la ceniza (u otros materiales piroclásticos) cae por acción de la gravedad desde una columna eruptiva. La distribución de ceniza está en función de la dirección de los vientos.

CENIZA O CENIZA VOLCÁNICA: Fragmentos de roca de origen volcánico de tamaño menor a 2 mm, expulsados en la atmósfera por una explosión volcánica.

COLAPSO SECTORIAL: Proceso de destrucción de una parte del edificio volcánico. Las avalanchas de escombros se producen por el colapso sectorial de un volcán.

COLUMNA ERUPTIVA: El material expulsado por una erupción volcánica puede ascender verticalmente sobre el cráter, formando una nube de erupción o columna eruptiva.

CORTEZA TERRESTRE: Envoltura sólida y externa del globo terrestre, donde se registran los mayores procesos geológicos y geodinámicos. En los continentes, el

espesor de la corteza varía entre 25 y 30 Km. En el caso de los Andes, este espesor alcanza hasta 70 Km.

CUATERNARIO: Período de la historia geológica iniciado hace 2 millones de años. Esta constituido por dos épocas: el Pleistoceno (2 millones- 10.000 años antes del presente) y el holoceno (10.000 hasta el presente).

CRÁTER: Depresión de forma aproximadamente circular, de menos de 2 kilómetros de diámetro, con paredes muy empinadas, generalmente ubicada en la cima de un volcán, y formada por la explosión o el colapso asociado/a con una erupción volcánica.

DEFORMACIÓN: Uno de los parámetros que, junto con la sismicidad y el control geoquímico, permite monitorear el estado de un volcán. El control de la deformación consiste en realizar medidas periódicas de la posición de puntos fijos y ver sus posibles variaciones en el tiempo. Estas mediciones pueden ser realizadas por medio de inclinómetros, EDM (Electronic Distance Measure), GPS (Global Positioning System).

DESASTRE NATURAL: Fenómeno que se presenta en un espacio y tiempo limitados, causando trastornos en los patrones comunes de vida, pérdidas humanas, materiales y económicas.

DESLIZAMIENTO: Movimiento en masa, de flujo rápido, de grandes volúmenes de materiales (suelos, formaciones superficiales, rocas, cobertura vegetal). Ocurren sobre laderas de pendientes suaves a escarpadas, sobre todo tipo de materiales litológicos, a diferentes velocidades, operando sobre ellos uno o varios agentes motores (agua, hielo, viento).

DOMO: Abultamiento en forma de cúpula formada por la acumulación de lava viscosa, caracterizada por presentar flancos muy pendientes.

EROSIÓN: Pérdida física de suelo transportado por el agua o por el viento, causada principalmente por deforestación, laboreo del suelo en zonas no adecuadas, en momentos no oportunos, con las herramientas impropias o utilizadas en exceso, especialmente en zonas de ladera.

ESCALA DE RITCHER: Escala que mide la magnitud o energía liberada por un sismo. Los incrementos de energía son de forma logarítmica, lo que quiere decir que un sismo de magnitud 8 libera 10 veces más energía que un sismo de magnitud 7. La magnitud de un sismo se estima en base a los registros de instrumentos sísmicos.

ESTACIÓN SÍSMICA: Grupo de instrumentos científicos que permite detectar las vibraciones del suelo. Consta de un sensor sísmico (sismómetro) y de un equipo electrónico que transmite en tiempo real la señal sísmica desde el terreno hasta el observador.

EPICENTRO: Es la proyección del foco sísmico (hipocentro) en la superficie terrestre. Se expresa generalmente en coordenadas geográficas.

ERUPCIÓN: Emisión de materiales sólidos (bombas volcánicas), líquidos (lavas) o gaseosos, por una apertura de la corteza terrestre (volcán).

FALLA GEOLÓGICA: Fractura plana o ligeramente curva en las capas superiores de la tierra, sobre las cuales ocurre un desplazamiento.

FALLA NORMAL: Fractura que desliza roca hacia abajo en un lado de la falla respecto del otro.

FENOMENO NATURAL: Manifestación de procesos atmosféricos o geológicos tales como: terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, deslizamientos, etc.

FLUJO DE LAVA: Derrame o corriente de roca fundida originada en un cráter o en fracturas de los flancos del volcán. Los flujos de lava descienden por los flancos del volcán restringidos únicamente a las quebradas y pueden viajar ladera

abajo hasta por varias decenas de kilómetros, desplazándose generalmente a bajas velocidades.

FLUJO PIROCLÁSTICO: Mezcla caliente (entre 300-800°C) de gases, ceniza y fragmentos de roca que descienden a grandes velocidades (50-250 Km/h). Ocurren generalmente en erupciones grandes y explosivas o por el colapso del frente de un domo o flujo de lava.

FLUJO DE LODO Y ESCOMBROS (LAHARES): Mezcla de materiales volcánicos, removilizados por el agua proveniente de la fusión del casquete glaciar, de un lago cratérico o de fuertes lluvias. Estos flujos se mueven ladera abajo, movidos por la fuerza de la gravedad a grandes velocidades (hasta 100 Km/h), sobrepasando incluso pequeñas barreras topográficas con relativa facilidad.

GEOREFERENCIA: Dato no geográfico que ha sido relacionado con uno geográfico, lo que permite visualizar al primero en un mapa.

HIPOCENTRO: Lugar donde se originan las ondas vibratorias como efecto del movimiento sísmico. Es sinónimo de foco sísmico, lugar donde se genera un movimiento sísmico.

HOLOCENO: Época de la historia de la tierra, que forma parte del período Cuaternario y que se extiende desde hace 10.000 años hasta el presente.

INTENSIDAD: Medida cualitativa de la fuerza de un sismo. La *Escala de Intensidad* clasifica la severidad de sacudimiento del suelo, causado por un sismo. La escala MM, se refiere a la escala de intensidades Macrosísmicas Mercalli Modificada de 12 grados.

LAVA: Magma que alcanza la superficie en forma líquida y que ha perdido la mayoría de sus contenidos en gases. Roca fundida que erupciona de un cráter o una fisura eruptiva.

LLUVIA ÁCIDA: Ciertos gases magmáticos (SO₂, CL, entre otros) emitidos por un volcán en erupción, al entrar en contacto con el agua atmosférica forman ácidos que caen a la superficie en forma de lluvia.

MAPA DE AMENAZAS (PELIGROS): Mapa utilizado para representar las áreas potencialmente afectadas por los diferentes fenómenos naturales.

MAGMA: Roca fundida que contiene una fase líquida, gases disueltos, cristales de minerales y eventualmente burbujas de gas. Los magmas se forman a grandes profundidades en el manto o en la corteza terrestre. Cuando el magma ha perdido sus gases y alcanza la superficie se denomina lava.

MAGNITUD: Cantidad de energía liberada en el foco sísmico o hipocentro. Existen muchas escalas que miden magnitud, la más conocida y frecuentemente utilizada es la escala Richter.

PLACAS TECTÓNICAS: Grandes fragmentos formados por la corteza y el manto superior, con un espesor aproximado de 100 km, que constituye el envolvente externo de la Tierra. Estas placas se encuentran “flotando” sobre una capa más dúctil y plástica del manto terrestre y se desplazan lentamente, con una velocidad promedio de varios cm/año.

RIESGO: Conjunción territorial de elementos vulnerables y amenazas.

SISMO: Sacudón del suelo producido por el movimiento abrupto y violento de una masa de roca a lo largo de una falla o fractura de la corteza terrestre.

SISMICIDAD.- Distribución de sismos de una magnitud y profundidad conocidas en espacio y tiempo definidos. Término general que se emplea para expresar el número de sismos en una unidad de tiempo, o para expresar la actividad sísmica relativa de una zona, una región, en un período dado de tiempo.

SISMÓGRAFO.- Instrumento científico de alta precisión que detecta, amplía y graba las vibraciones (ondas sísmicas) producidas por los sismos.

TEMBLOR.- En un lugar dado, el movimiento sísmico con intensidad entre los grados III, IV y V de la escala de Mercalli Modificada.

TERREMOTO: Evento sísmico cuya intensidad es generalmente mayor de VI y VII grados de la escala Mercalli Modificada.

VOLCÁN.- Orificio en la superficie de la Tierra a través del cual el magma sale a la superficie. Estructura rocosa de forma cónica resultado de las efusiones del magma sobre la superficie terrestre.

VULNERABILIDAD: Predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social de una comunidad, en caso de que un fenómeno peligroso de origen natural o causado por el hombre se manifieste.

ZONIFICACIÓN SÍSMICA.- División y clasificación en áreas de la superficie terrestre de acuerdo a sus vulnerabilidades frente a un movimiento sísmico actual o potencial, de una región, un país.

10. ANEXOS

ANEXO 1A: Perfil Socioeconómico de la Parroquia de Tababela

1. Población

	<i>TOTAL</i>	<i>HOMBRES</i>	<i>MUJERES</i>	<i>CABECERA PARROQUIAL</i>
Tababela	2300	1151	1149	909
Valle Tumbaco	119367	59082	60285	60013

2. Población por grupo de edad

<i>EDAD (años)</i>	<i>TABABELA</i>
0-5	300
6-11	290
12-17	232
18-24	215
TOTAL	1804

3. División parroquial: Características.

<i>Localidad</i>	<i>Tipo</i>	<i>Año Creación</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>Vivienda</i>	<i>Hogares</i>	<i>Habitantes</i>
El Vergel	Barrio	1975	2551	80	150	600
Tababela	Barrio	1800	2519	220	250	800
Oyambarillo	Barrio	1940	2564	500	520	2000
Campoduro	Barrio	1960	2538	45	50	220
Guambi	comunidad	1950	2518	60	80	320

4. Índice de Desarrollo Social (IDS) y de Necesidades Insatisfechas (INI)

<i>Parroquia</i>	<i>Índice de desarrollo social</i>	<i>Índice de necesidades insatisfechas</i>
Tababela	49	51
Checa	48	52
Cumbayá	64	36

5. Indicadores de Salud

<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>
Índice salud	49
Desnutrición crónica < 5 años (%)	62
Desnutrición crónica > 5 años (%)	44
Hogares con saneamiento básico (%)	43
Personal de salud /10000habitantes	27
Viviendas con agua potable al interior (%)	26
Personal en salud de sector público/10000 hab.	11
Personal en salud de sector privado / 10000 hab.	16

ANEXO 1A(cont.): Perfil Socioeconómico de la Parroquia de Tababela

6. Servicios Básicos

<i>Tipo de servicio</i>	<i>Disponibilidad*</i>	<i>Cobertura (%)</i>	<i>Calidad</i>
Agua potable	Si	80	Regular
Alcantarillado	Si	25	Bueno
Electricidad	Si	80	Regular
Alumbrado	Si	20	Regular
Telefonía	Si	70	Regular
Transporte público*	No	Nd	Nd
Recolección basura+	si	10	Malo

NOTAS: Nd = No disponible. * Camionetas 40%; A pie 60%. + Quebrada, terreno baldío 90%

7. Empleo

<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>
PEA (No de habitantes)	707
Asalariados (% en PEA)	63
Trabajadores agrícolas (% PEA)	57
Manufactureros (% PEA)	7
Asalariados manufactureros (% PEA)	4
Trabajadores públicos (% PEA)	11
Trabajadores no asalariados sector terciario (%PEA)	7
Años (promedio) de escolaridad	6
Participación femenina (%)	31
Trabajadores asalariados agrícolas (% PEA)	56

8. Infraestructura

<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>
Total viviendas (número)	376
Total hogares (número)	406
Índice de infraestructura	46
Índice de vivienda	50
Vivienda con alcantarillado (%)	9
Vivienda con servicio de recolección basura (%)	0
Vivienda con servicio de electricidad (%)	82
Vivienda paredes de hormigón, ladrillo (%)	51
Vivienda con piso adecuado (%)	74
Vivienda con servicio higiénico (%)	22
Vivienda sin hacinamiento (%)	84
Promedio personas por cuarto	2
Viviendas con hacinamiento (número)	16

Fuentes: INEC: Censo 2001; INFOPLAN, 1999.

ANEXO 1B: Calendario de Fiestas y Matriz FODA de la Parroquia Tababela.

A. Calendario festivo de la parroquia Tababela.



Fuente: Junta Parroquial de Tababela, 2002. Elaboración: DCI, 2003.

B. Matriz FODA de la Parroquia Tababela

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - No hay problemas sociales relacionados con el consumo de alcohol. - Seguridad para los peatones. - No hay migración al exterior. - Tienen un complejo deportivo bastante completo - Existe una pequeña plaza de toros. - La Directora de la Esc. Condamine es muy colaboradora. Así como la Secretaría de la Junta Parroquial. - Muchos jóvenes que viven en la parte central van a la Universidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Cierre del Sub Centro de Salud de Tababela, el más cercano es el de Pifo y el Hospital de Yaruquí - Recolección de basura una vez por semana - Existen robos a las viviendas - No tienen alcantarillado - Diferencias entre los directivos de la Parroquia y otros líderes de la comunidad
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Construcción del Aeropuerto - Cercanía a la Vía Interoceánica - Interés de la Universidad San Francisco en cooperar con la Parroquia 	<ul style="list-style-type: none"> - Plantación de flores ubicadas en pleno centro de la parroquia desde hace 10 años - Fumigaciones - Migración - 60% de las propiedades de la parroquia han sido expropiadas para la construcción del nuevo aeropuerto

Fuente: DCI, 2002-2003. Elaboración: MPH IV promoción, 2003.

ANEXO 2: Sectores según el grado de Peligro

GRADO DE PELIGRO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS	RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES DE USO
ALTAMENTE PELIGROSO	<ul style="list-style-type: none"> a) Las construcciones no pueden resistir a las uerzas naturales o sus efectos. b) Pérdidas del 100% c) El costo de reducir daños es impracticable 	<ul style="list-style-type: none"> a) Amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaicos); por flujos piroclásticos o lava -Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y zonas de deposición afectables por flujos de lodo. b) Amenazados por deslizamiento.) Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones 	Se recomienda como reserva ecológica, recreación abierta, cultivo de plantas de ciclo corto
PELIGROSO	<ul style="list-style-type: none"> a) amenaza natural alta pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables 	<ul style="list-style-type: none"> a) Franjas contiguas a los sectores altamente peligrosos; el peligro es todavía alto. Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. 	Uso urbano después de estudio detallado, para calificar el grado de peligro
PELIGRO MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> a) Amenaza natural moderada 	<ul style="list-style-type: none"> a) Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas 	Adecuado para usos urbanos. Investigaciones geotectónicas normales
PELIGRO BAJO	<ul style="list-style-type: none"> a) Se producirá baja amplificación de las ondas sísmicas, donde es muy remota la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales intensos o falla gradual del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> a) Terrenos planos, con poca pendiente; b) Terrenos altos no inundables. No amenazados por actividad volcánica 	Ideal para usos urbanos de alta densidad y la ubicación de servicios indispensables (hospitales, escuelas, bomberos, etc.)

Fuente: Kuroiwa, 2002, p41

ANEXO 3: Lista histórica de Desastres Naturales en el Ecuador, 1587-1999

FECHA	TIPO DE FENOMENO	LUGAR AFECTADO	CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS
1587	Terremoto	Quito - Cayambe	Gran destrucción de San Antonio de Pichincha - más de 160 muertos y muchos heridos
1640	Derrumbe	Cacha	Desaparición del pueblo de Cacha, cerca de Riobamba - 5000 muertos aprox.
1645	Terremoto	Quito-Riobamba	Muchos estragos en toda la comarca, deterioro notable de edificios, muchos fallecidos
1660	Erupción volcánica	Quito	Destrucción de techos, se cegaron los caños del agua, perturbación de los cultivos
1687	Terremoto	Ambato - Peñileo - Latacunga	Destrucción de Ambato, Latacunga y pueblos de la comarca - aprox. 7200 muertos
1688	Terremoto	Riobamba - Ambato - Latacunga	Gran destrucción de casas e iglesias - aprox. 7000 muertos
1703	Terremoto	Latacunga	Estragos notables pero menores a los del terremoto del año 1688
1736	Terremoto	Provincia Cotopaxi	Daños graves a casas e iglesias, muchas haciendas afectadas
1742	Erupción volcánica	Valle Interandino	Haciendas arruinadas, ganados, molinos y obrajes arrebatados, destrozamiento de puentes, centenares de muertos
1755	Cotopaxi	Quito y Latacunga	Destrucción de un número de edificios, los moradores evacuaron la ciudad
1757	Terremoto	Quito	Destrucciones materiales considerables, aprox. 4000 personas fallecieron
1768	Terremoto	Latacunga	Pérdidas agrícolas (cebada, ganado), hundimiento de casas bajo el peso de ceniza, destrucción de puentes por las avenidas de lodo - unas 10 víctimas
1788	Erupción volcánica	Valle Interandino	Destrucción total de la ciudad, que fue trasladada a otro sitio después, entre 13 000 y 31 000 muertos, epidemias, impacto socio-económico elevado
1797	Cotopaxi	Quito y Latacunga	Algunos estragos materiales
1797	Terremoto	Riobamba	
1840	Terremoto	Patate y Peñileo	
		Cuenca -	
1858	Terremoto	Riobamba - Alausí	Daños a iglesias, destrucción de varios caminos, trapiches - algunos muertos
1859	Terremoto	Quito - Valle de Los Chillos	Graves daños materiales, serios estragos en poblaciones y haciendas del valle de Los Chillos, un centenar de víctimas aprox.
1888	Terremoto	Otavalo - Atuntaqui - Ibarra	Grandes averías en casas e iglesias, decenas de muertos
1877	Erupción volcánica	Valle Interandino	
	Cotopaxi	Quito y Latacunga	Las avenidas arrasaron casas, haciendas, factorías, puentes, y los lahares causaron la muerte de 1000 personas aprox.
1886	Erupción volcánica	sectores circundantes del volcán	Perturbación de los cultivos
	Tungurahua	Bahía de Caráquez,	
1886	Terremoto	Portoviejo	Destrucción parcial de edificios y viviendas, un muerto y varios heridos
1906	Terremoto tsunami	Esmeraldas	Decenas de muertos, daños considerables por el sacudimiento y por las inundaciones
1914	Terremoto	Pichincha	Destrucción de casas

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003.

ANEXO 3(cont.): Lista histórica de Desastres Naturales en el Ecuador, 1587-1999

FECHA	TIPO DE FENOMENO	LUGAR AFECTADO	CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS
1818	Erupción volcánica	Baños y otros caseríos cercanos	Aluvión de lodo devastó a algunos sitios, arrebato a casas y a animales, destrucción de puentes
1823	Tungurahua	Carchi	Cayeron muchas casas, daños a los caminos - 3000 víctimas - 20 000 personas sin techo
1842	Terremoto	Guayaquil - Portoviejo	Pérdidas cuantiosas, cuarteamientos serios en paredes y cubiertas - 200 muertos - centenares de heridos
1844	Terremoto	Pastocalle - Saquisilí	Destrucción parcial de edificios y viviendas
1849	Terremoto	Ambato y Pelileo	Ciudad integralmente destruida - 8000 muertos y miles de heridos, 100 000 personas sin hogar, consecuencias socioeconómicas grandes y de larga duración
1858	Maremoto	Provincias de Esmeraldas	Colapso total de casas antiguas y parcial de construcciones nuevas, destrucción de barcos, 4 ó 5 muertos
1865	El Niño (inundaciones)	Costa	Pérdidas agrícolas - 5000 damnificados - daños evaluados a 4 millones de dólares
1870	Terremoto	frontera sur (Perú)	Destrucción casi total de algunas cabeceras cantonales, impacto socioeconómico considerable - 40 muertos, aprox. 1000 muertos entre Ecuador y Perú
1872-73	El Niño (inundaciones)	Costa	Pérdidas agrícolas, daños a carreteras - 30 000 damnificados
1882-83	El Niño (inundaciones)	Guayas - Manabí - Esmeraldas	800 muertos, 850 millones de dólares de pérdidas
1887	El Niño (inundaciones)	Costa	Pérdidas agrícolas - 10 000 damnificados (febrero)
1887	Terremoto	Oriente - Pichincha - Imbabura	3500 muertos, reducción en un 80 % de los ingresos por exportación (se dañó el oleoducto trans-ecuatoriano), cierre de vías por deslizamientos, aislamiento de pueblos
1892	El Niño (inundaciones)	Costa	Pérdidas agrícolas - 22 muertos - 205 000 personas afectadas - daños evaluados a 20 millones de dólares
1893	Deslizamiento	Río Paute en aval de Cuenca	50 muertos y 147 millones de dólares de daños directos
1897-98	El Niño (inundaciones)	Costa	286 muertos - 30 000 damnificados - puentes destruidos - carreteras dañadas - impacto socioeconómico serio y a largo plazo
1898	Terremoto	Bahía de Caráquez	3 muertos - 40 heridos - 750 personas sin hogar - 150 casas destruidas - 250 dañadas
1899	Erupción volcánica	Guagua Pichincha	2000 personas desplazadas (Llota), pérdida de ganado, perturbación del flujo aéreo, perturbación funcional de Quito (actividad escolar...)
1899	Erupción volcánica	Quito - Llota	32 muertos (por la evacuación) - 25 000 evacuados - pérdidas agrícolas estimadas: 17 600 000 USD - pérdidas en el campo turístico : 12 000 000 USD
1899	Tungurahua	Baños	

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003.

ANEXO 4: Nivel de amenaza geológica por cantón en el Ecuador

Provincia	Cantón	Sísmica	Volcánica	Deslizamiento	Total
		0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 3=máximo	0=mínimo 9=máximo
Chimborazo	Guano	3	3	3	9
Chimborazo	Penipe	3	3	3	9
Napo	Archidona	3	3	3	9
Pichincha	Quito	3	3	3	9
Pichincha	Mejía	3	3	3	9
Tungurahua	Baños	3	3	3	9
Cotopaxi	Latacunga	3	3	2	8
Cotopaxi	Pujilí	3	2	3	8
Napo	El Chaco	3	2	3	8
Napo	Quijos	3	2	3	8
Pichincha	Cayambe	3	2	3	8
Sucumbíos	Gonzalo Pizarro	3	2	3	8
Tungurahua	Patate	3	2	3	8
Tungurahua	Pelileo	3	3	2	8
Bolívar	Guaranda	3	1	3	7
Bolívar	Chimbo	3	1	3	7
Chimborazo	Riobamba	3	1	3	7
Chimborazo	Chambo	3	1	3	7
Cotopaxi	La Maná	2	2	3	7
Cotopaxi	Salcedo	3	2	2	7
Cotopaxi	Saquisilí	3	2	2	7
Cotopaxi	Sigchos	2	2	3	7
Imbabura	Ibarra	3	1	3	7
Imbabura	Otavalo	3	1	3	7
Morona Santiago	Huamboya	2	2	3	7
Pichincha	San Miguel de los Bancos	2	3	2	7
Bolívar	San Miguel	3	0	3	6
Bolívar	Caluma	2	1	3	6
Carchi	Tulcán	3	0	3	6
Carchi	Bolívar	3	0	3	6
Carchi	Espejo	3	0	3	6
Carchi	Mira	3	0	3	6
Carchi	Montúfar	3	0	3	6
Carchi	San Pedro de Huaca	3	0	3	6
Chimborazo	Colta	3	0	3	6
Chimborazo	Guamote	2	1	3	6
Chimborazo	Pallatanga	3	0	3	6
Cotopaxi	Pangua	2	1	3	6
Esmeraldas	Eloy Alfaro	2	1	3	6
Esmeraldas	San Lorenzo	2	1	3	6
Imbabura	Cotacachi	2	1	3	6
Imbabura	Pimampiro	3	0	3	6
Imbabura	Urcuquí	2	1	3	6
Morona Santiago	Palora	2	1	3	6
Napo	Tena	2	1	3	6
Pichincha	Pedro Moncayo	3	1	2	6
Pichincha	Rumiñahui	3	3	0	6
Pichincha	Santo Domingo	2	1	3	6
Sucumbíos	Sucumbíos	3	0	3	6
Tungurahua	Ambato	3	1	2	6
Tungurahua	Mocha	3	1	2	6
Tungurahua	Quero	3	1	2	6
Tungurahua	Píllaro	3	1	2	6

Fuente: SIISE: COOPI-OXFAM, 2003.

ANEXO 5: Flujogramas del Modelo Cartográfico

Se obtuvieron los siguientes mapas:

ANEXO 5A: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica [MVS].

ANEXO 5B: Mapa sumatoria de infraestructuras [M_infra].

ANEXO 5C: Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura parroquial [MVSI].

ANEXO 5D: Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos [MVD].

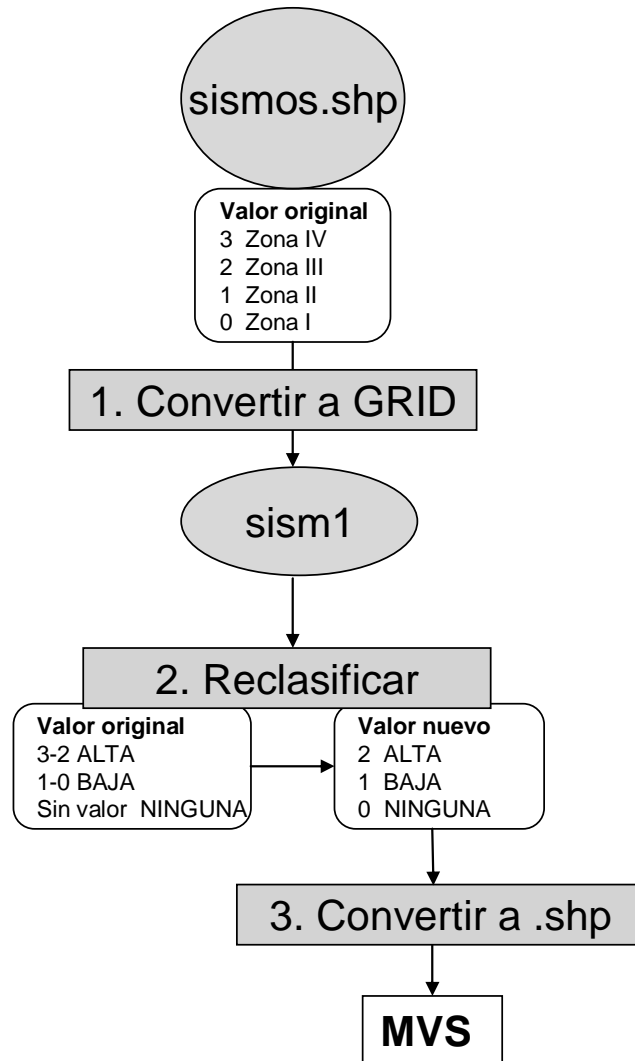
ANEXO 5E: Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamientos de la Infraestructura parroquial [MVDI].

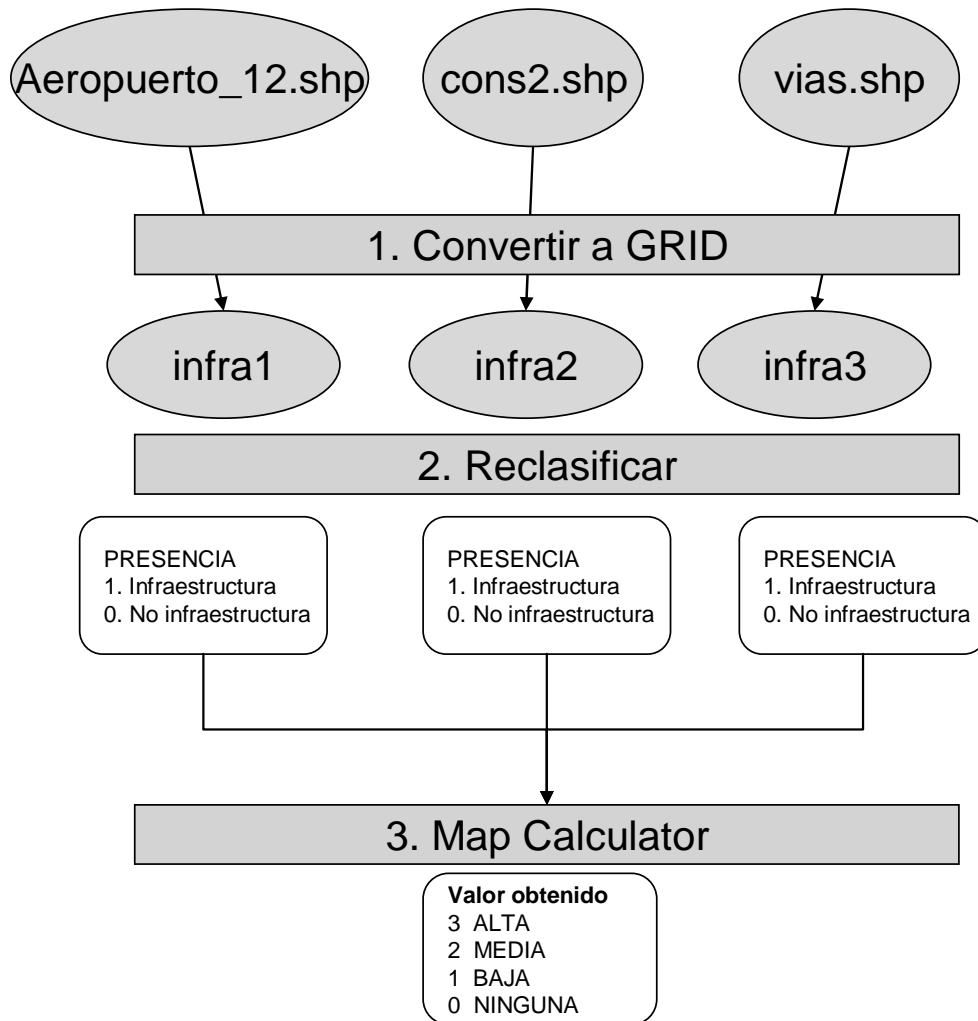
ANEXO 5F: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica [MVV].

ANEXO 5G: Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial [MVVI].

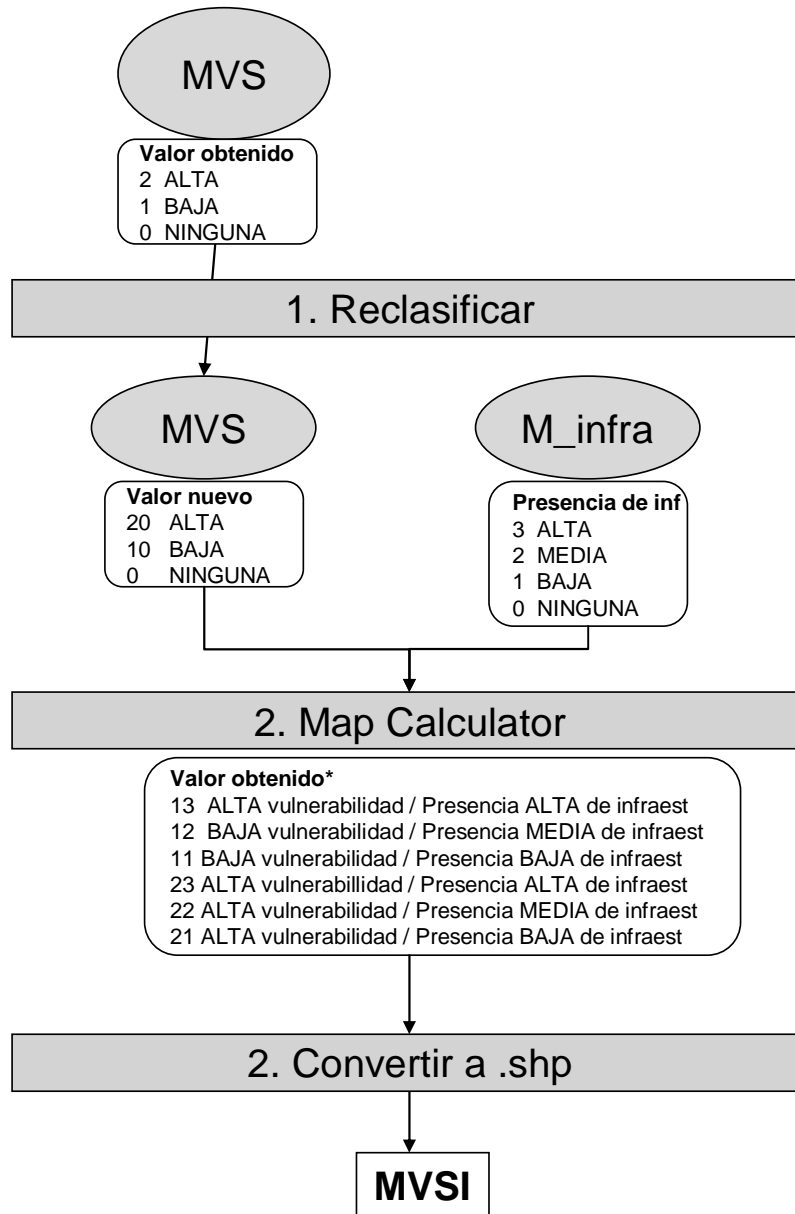
ANEXO 5H: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada [MVC].

ANEXO 5I: Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial [MVCI].

ANEXO 5A: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica [MVS].

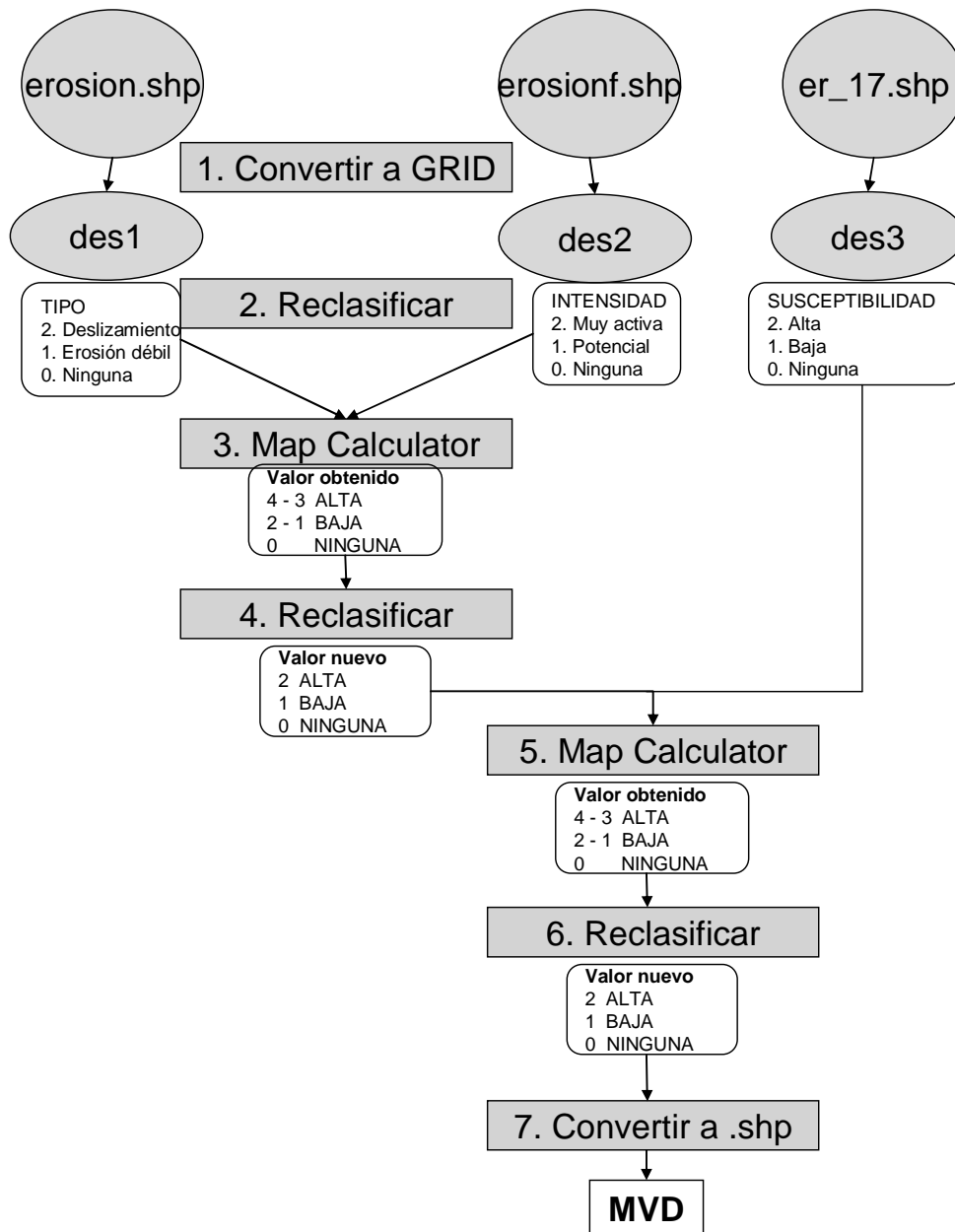
ANEXO 5B: Mapa sumatoria de infraestructuras [M_infra].

ANEXO 5C: Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura parroquial [MVSI].

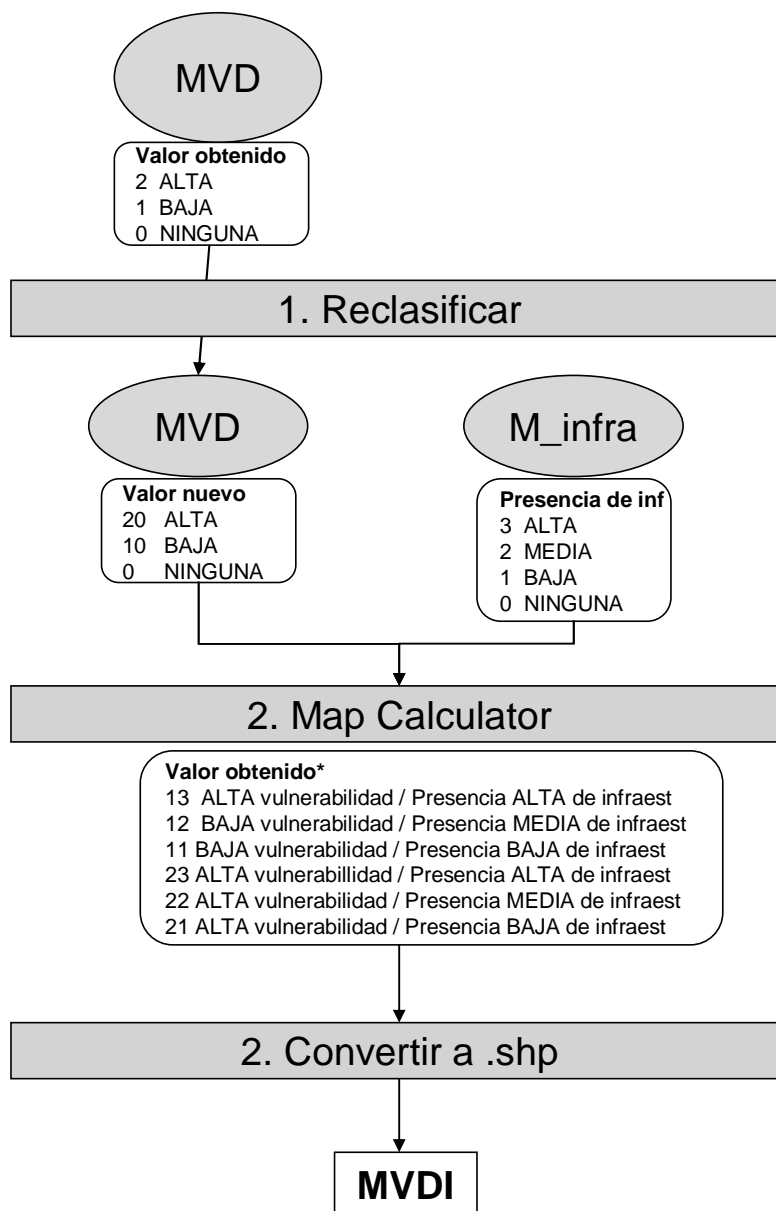


* Se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$

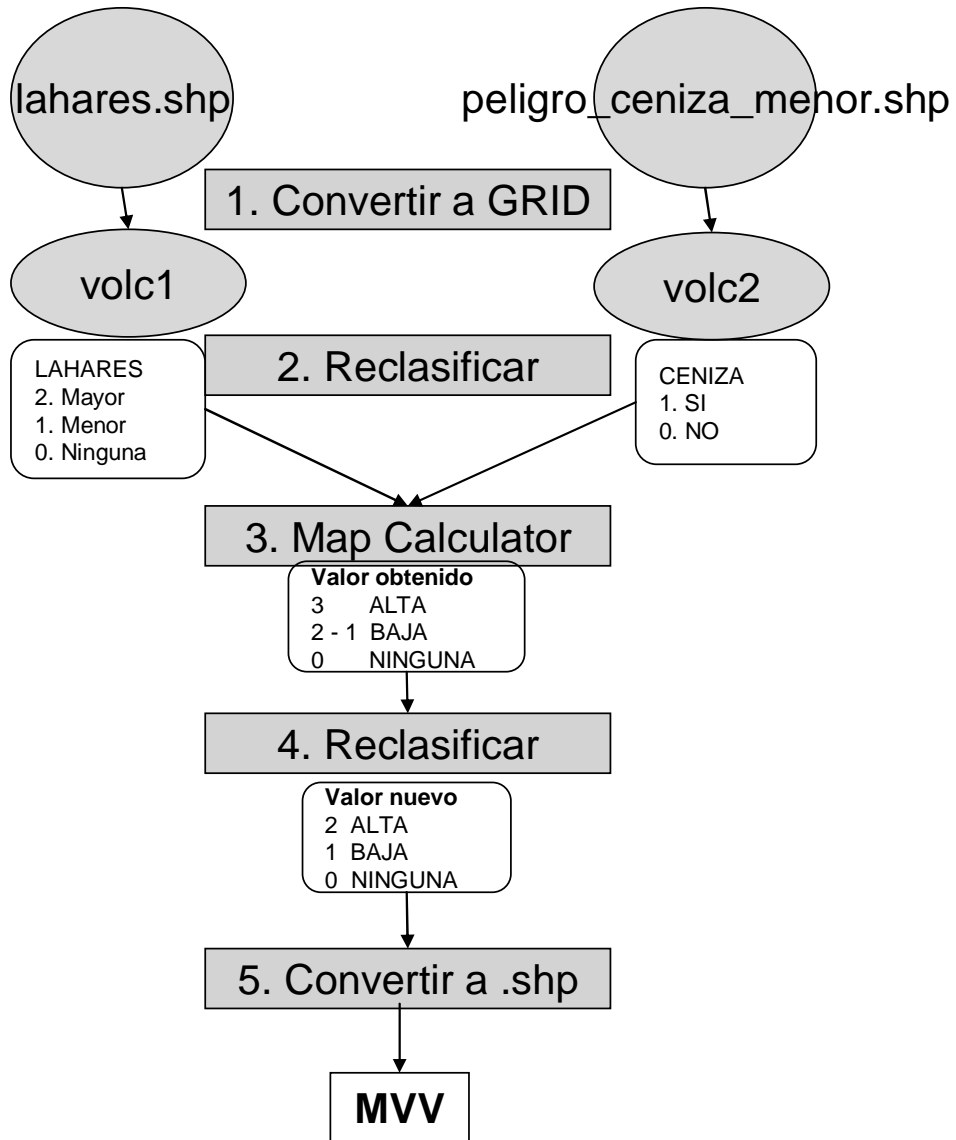
ANEXO 5D: Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos [MVD].



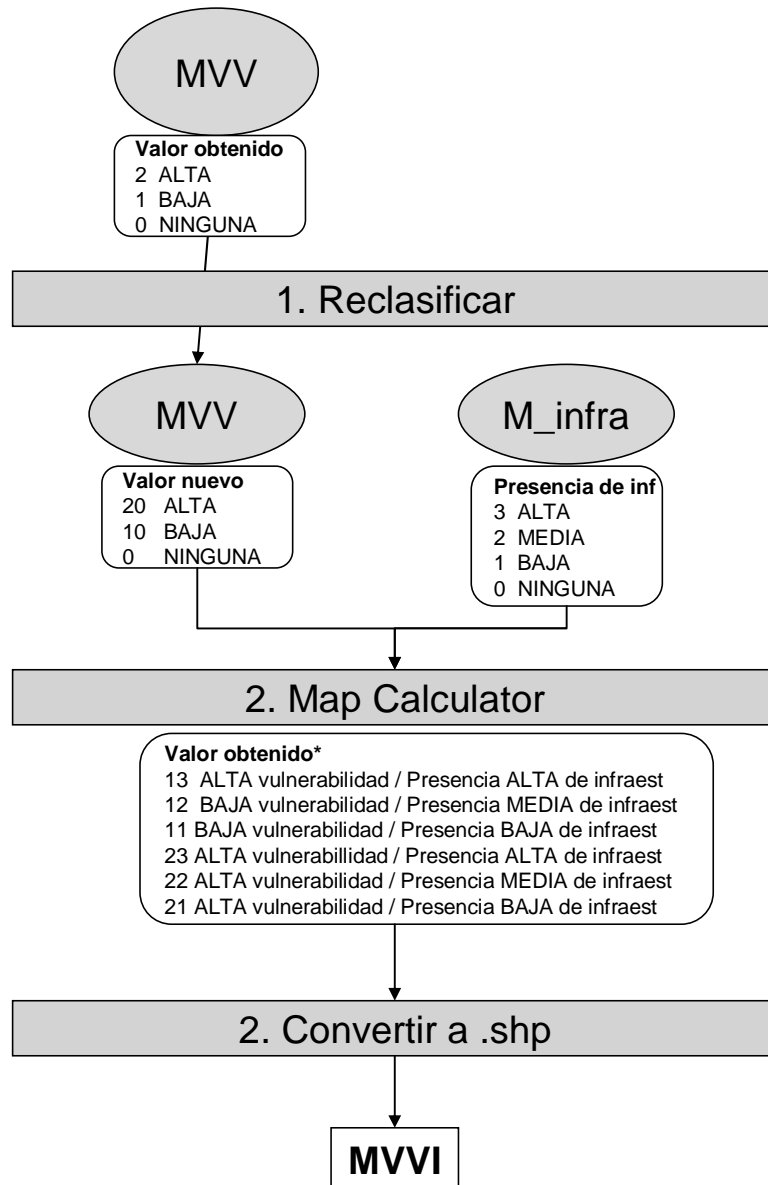
ANEXO 5E: Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamientos de la Infraestructura parroquial [MVDI].



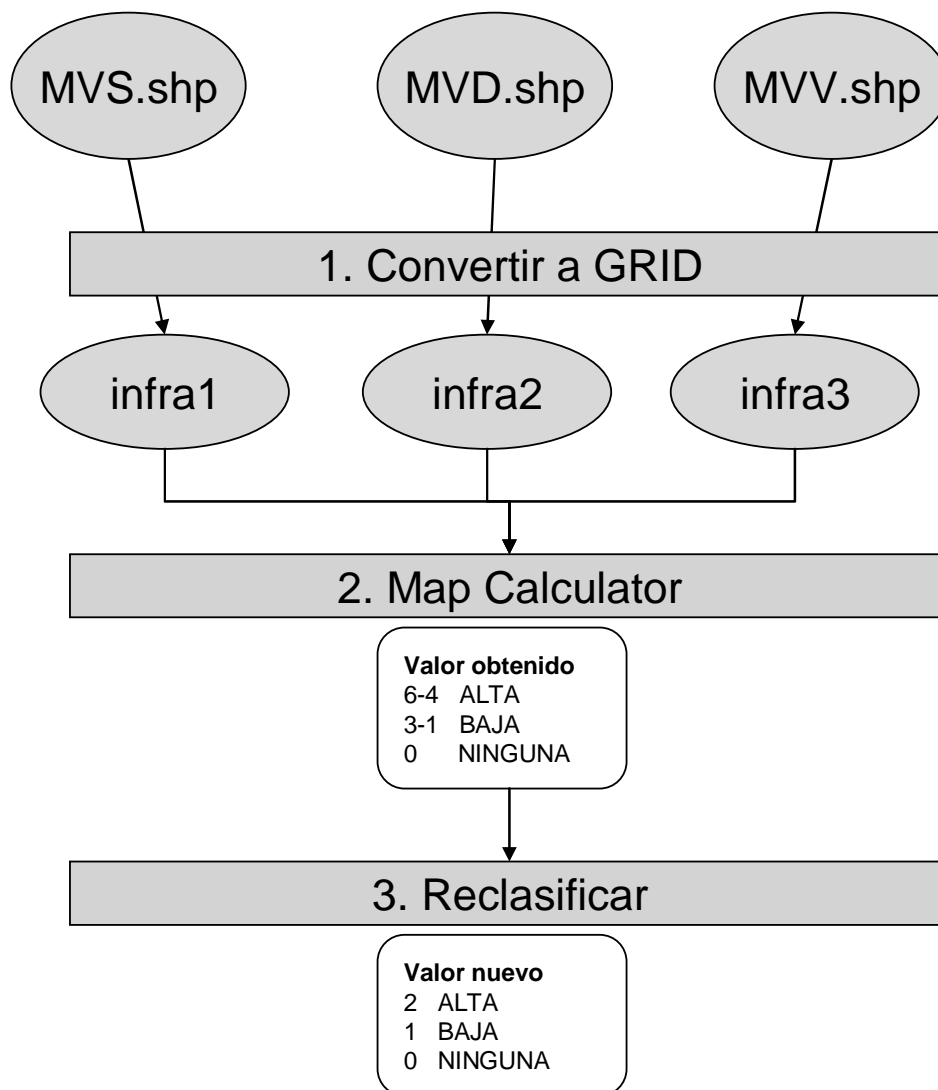
* Se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$

ANEXO 5F: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica [MVV].

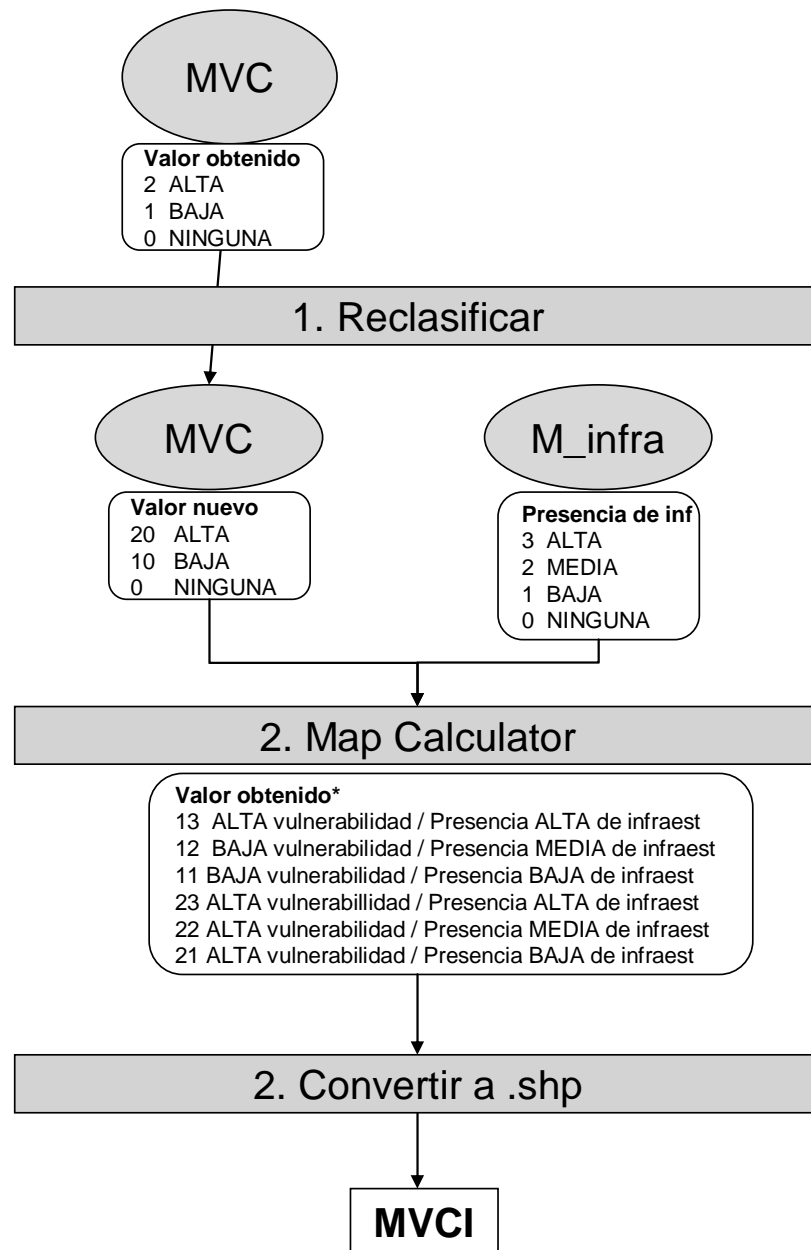
ANEXO 5G: Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial [MVVI].



* Se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$

ANEXO 5H: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada [MVC].

ANEXO 5I: Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial [MVCI].



* Se eliminaron valores $0 < x < 11$ y $13 < x < 21$

ANEXO 6: Mapas generados por el Modelo Cartográfico

Se obtuvieron los siguientes mapas:

ANEXO 6A: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Sísmica [MVS].

ANEXO 6B: Mapa sumatoria de infraestructuras [M_infra].

ANEXO 6C: Mapa de Vulnerabilidad Sísmica de la Infraestructura parroquial [MVSI].

ANEXO 6D: Mapa parroquial de Vulnerabilidad a Deslizamientos [MVD].

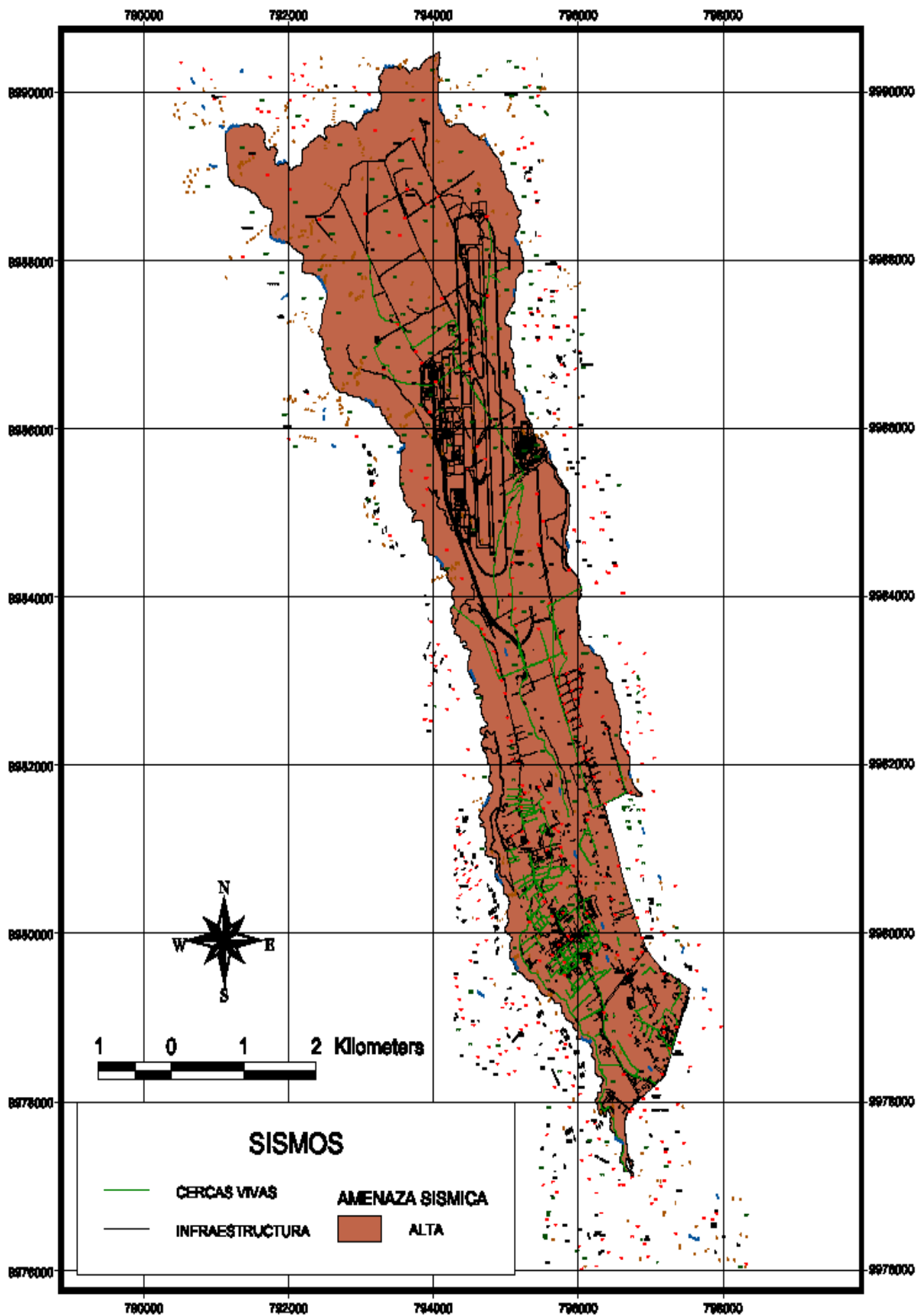
ANEXO 6E: Mapa de Vulnerabilidad a Deslizamientos de la Infraestructura parroquial [MVDI].

ANEXO 6F: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Volcánica [MVV].

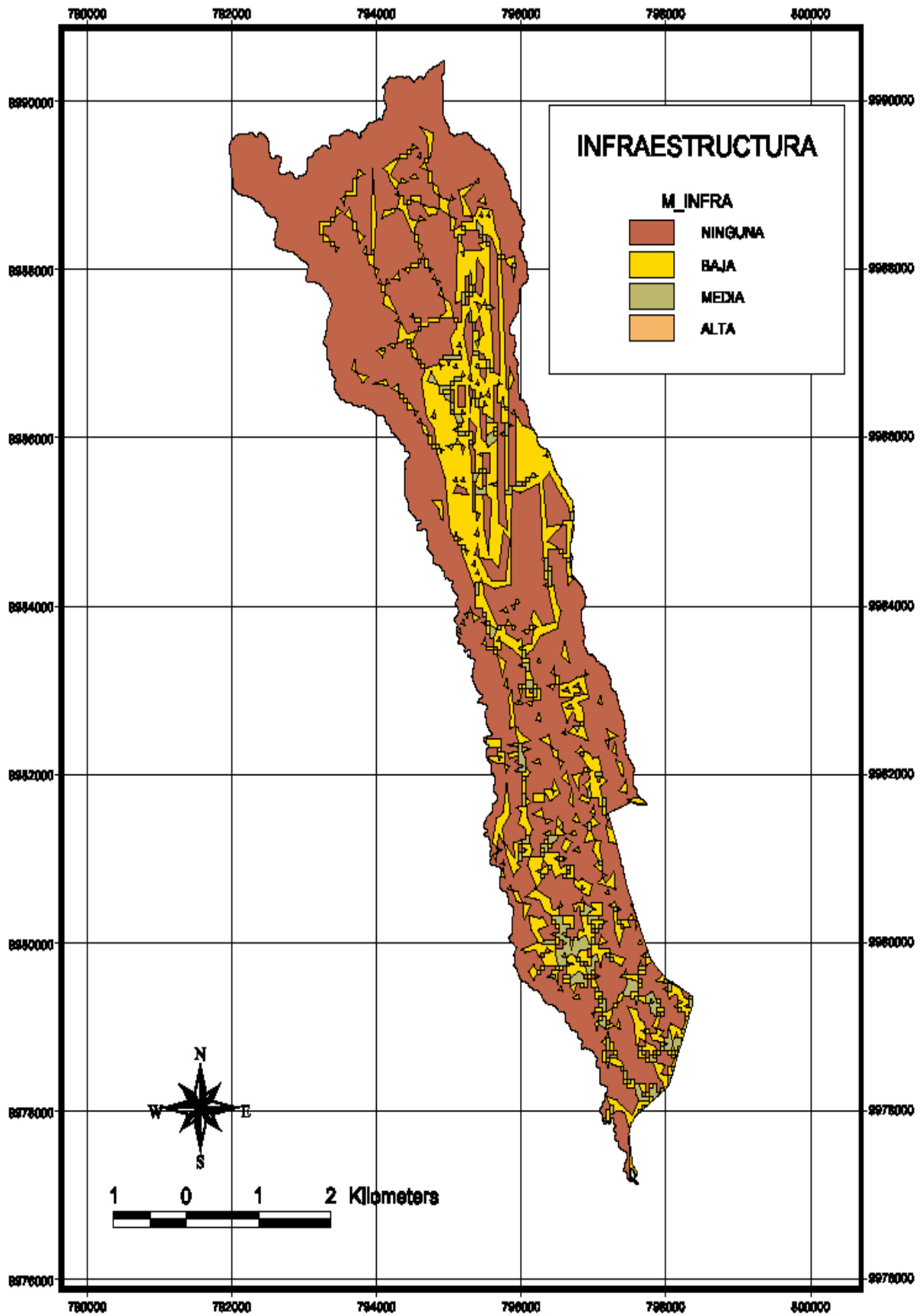
ANEXO 6G: Mapa de Vulnerabilidad Volcánica de la Infraestructura parroquial [MVVI].

ANEXO 6H: Mapa parroquial de Vulnerabilidad Combinada [MVC].

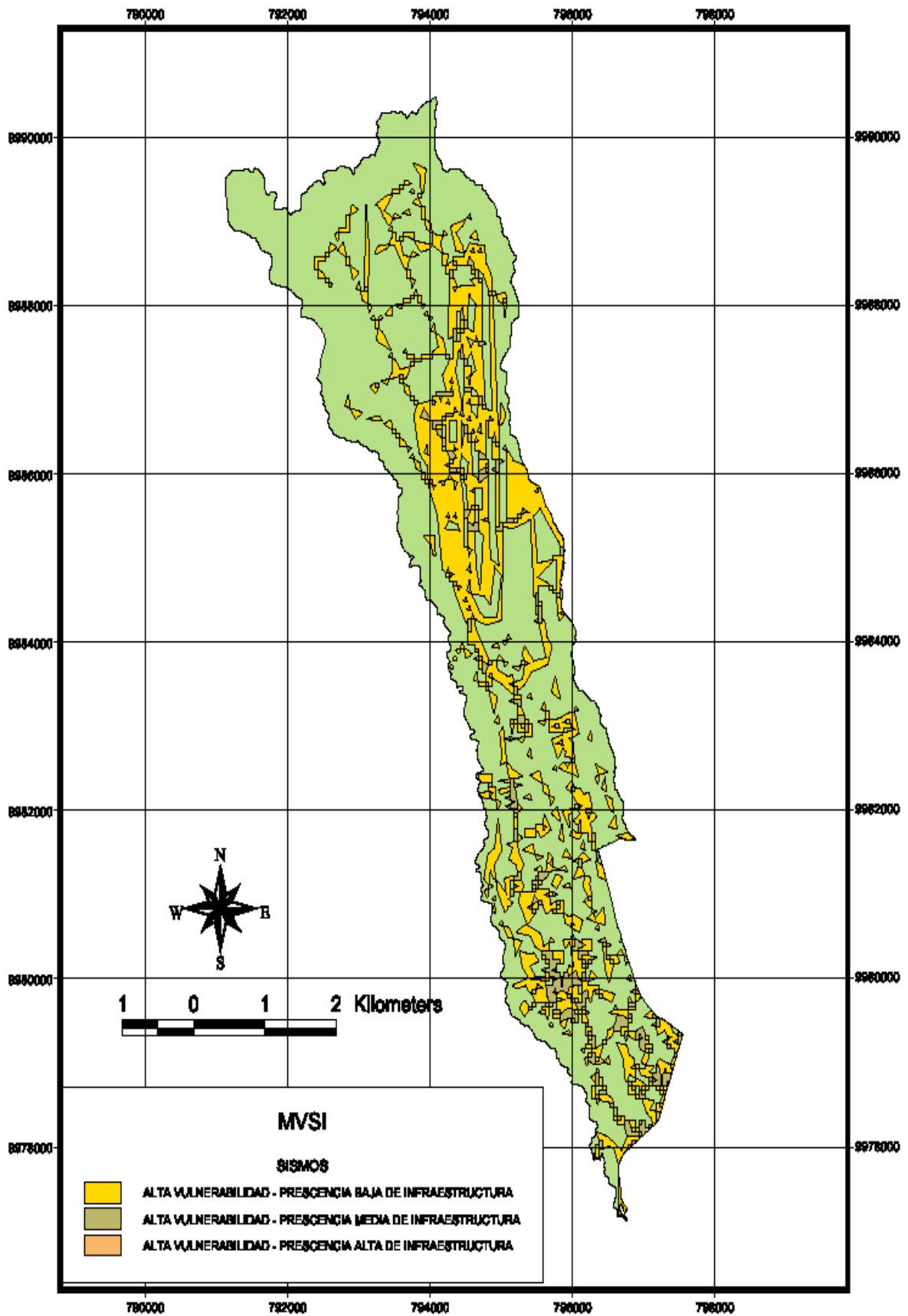
ANEXO 6I: Mapa de Vulnerabilidad Combinada de la Infraestructura parroquial [MVCI].



**MAPA DE VULNERABILIDAD SISMICA
PARROQUIA TABABELA 2004**

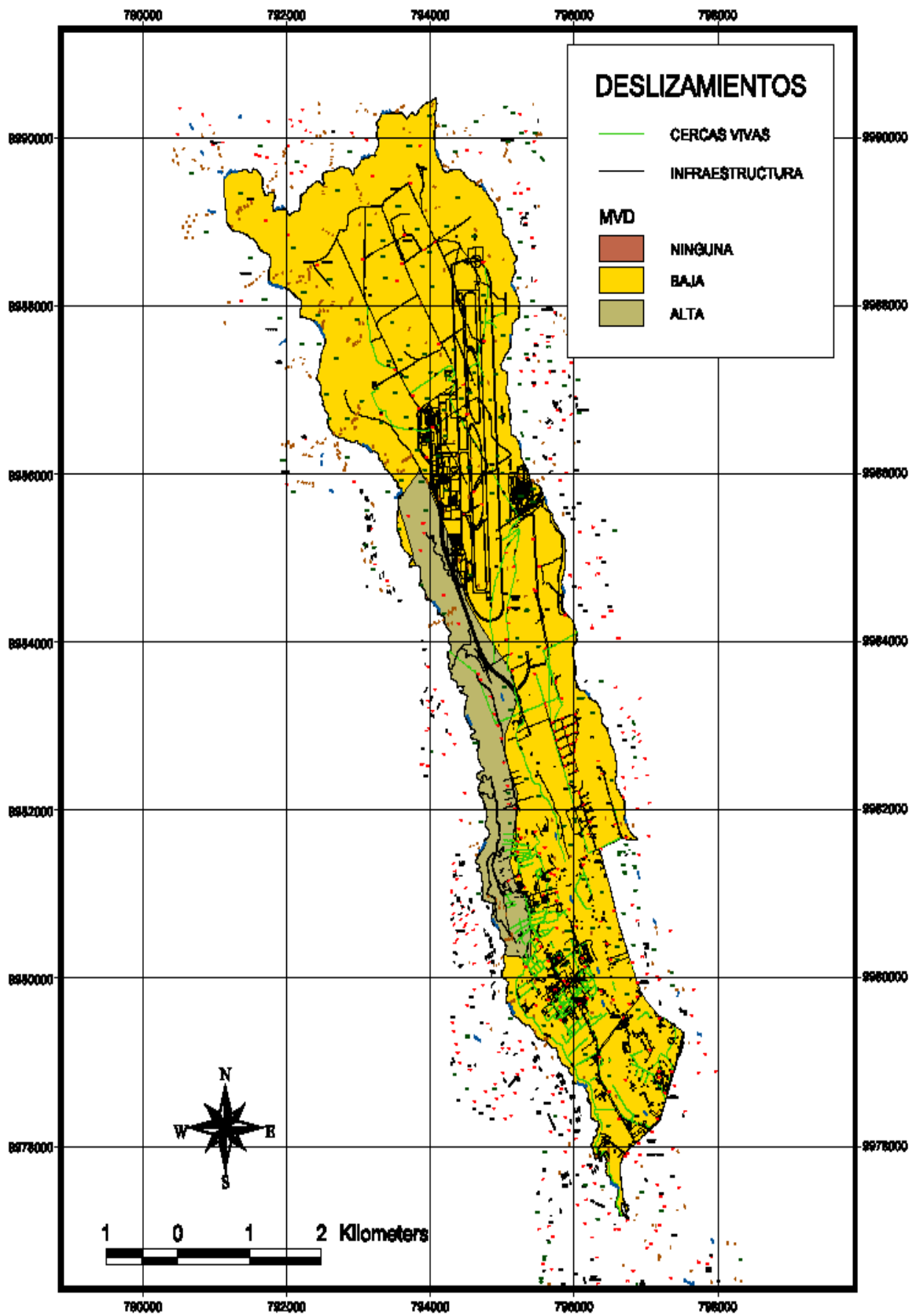


**MAPA SUMATORIA DE INFRAESTRUCTURA
PARROQUIA TABABELA 2004**



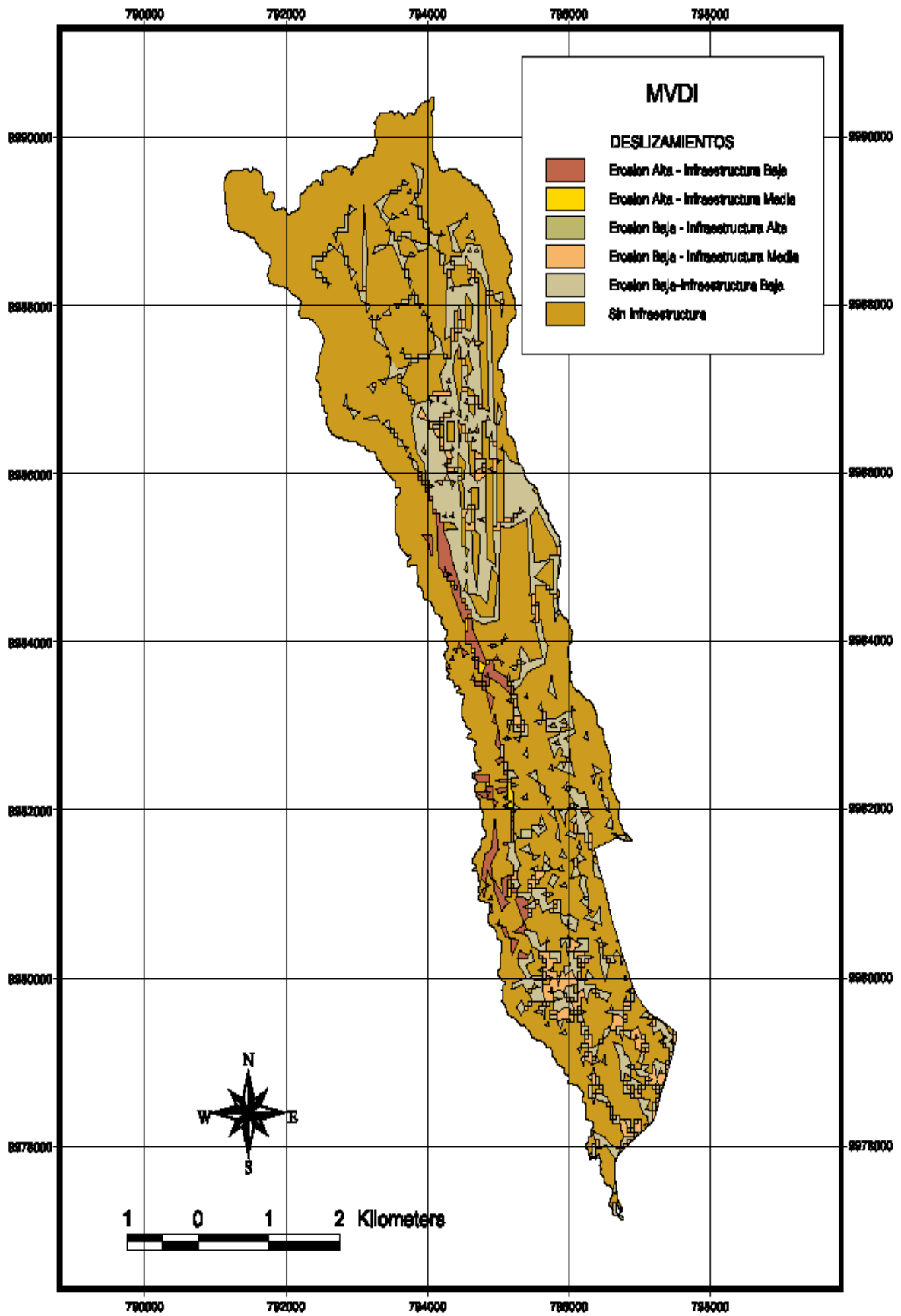
MAPA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA

PARROQUIA TABABELA 2004



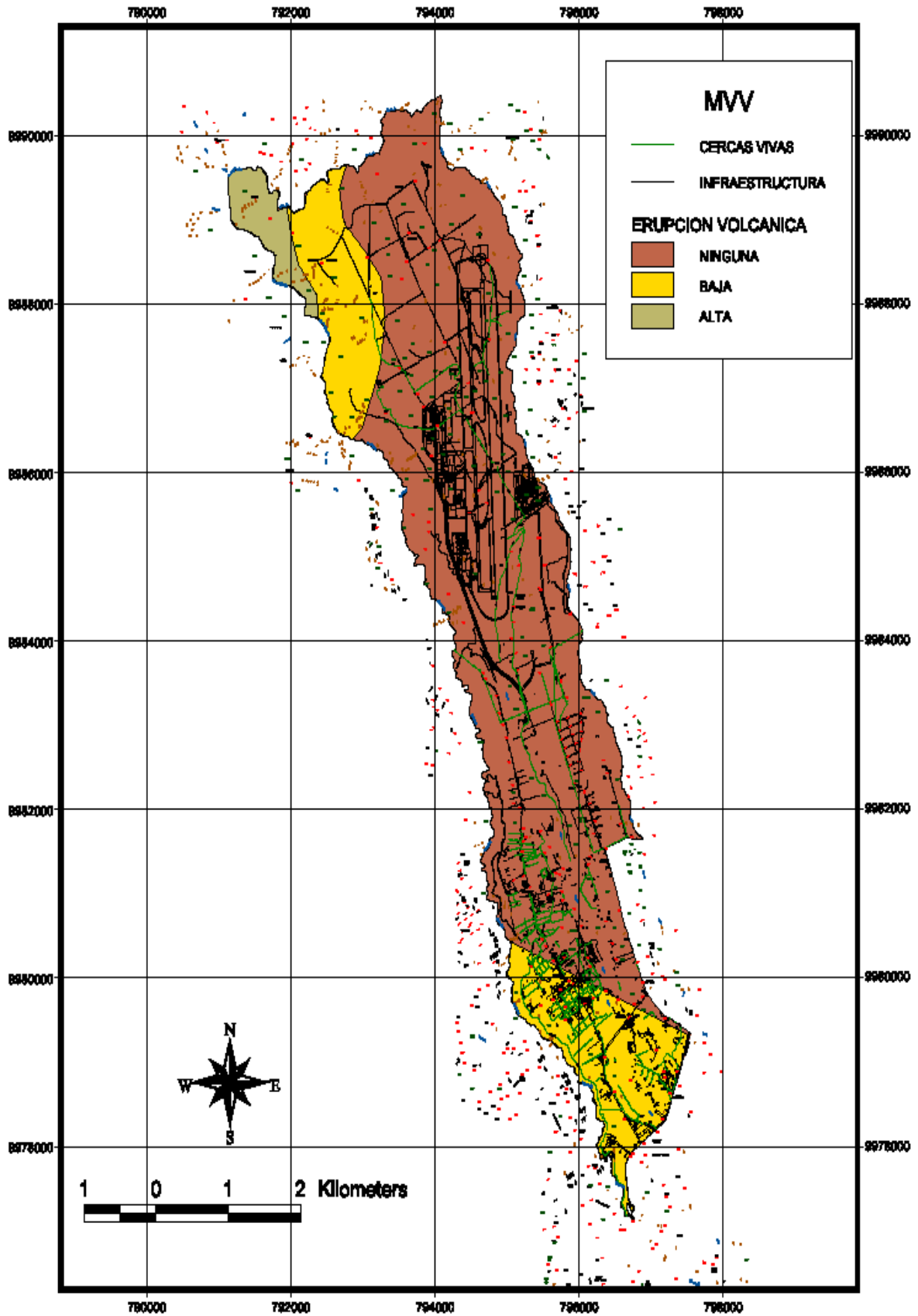
MAPA DE VULNERABILIDAD A DESLIZAMIENTOS

PARROQUIA TABABELA 2004



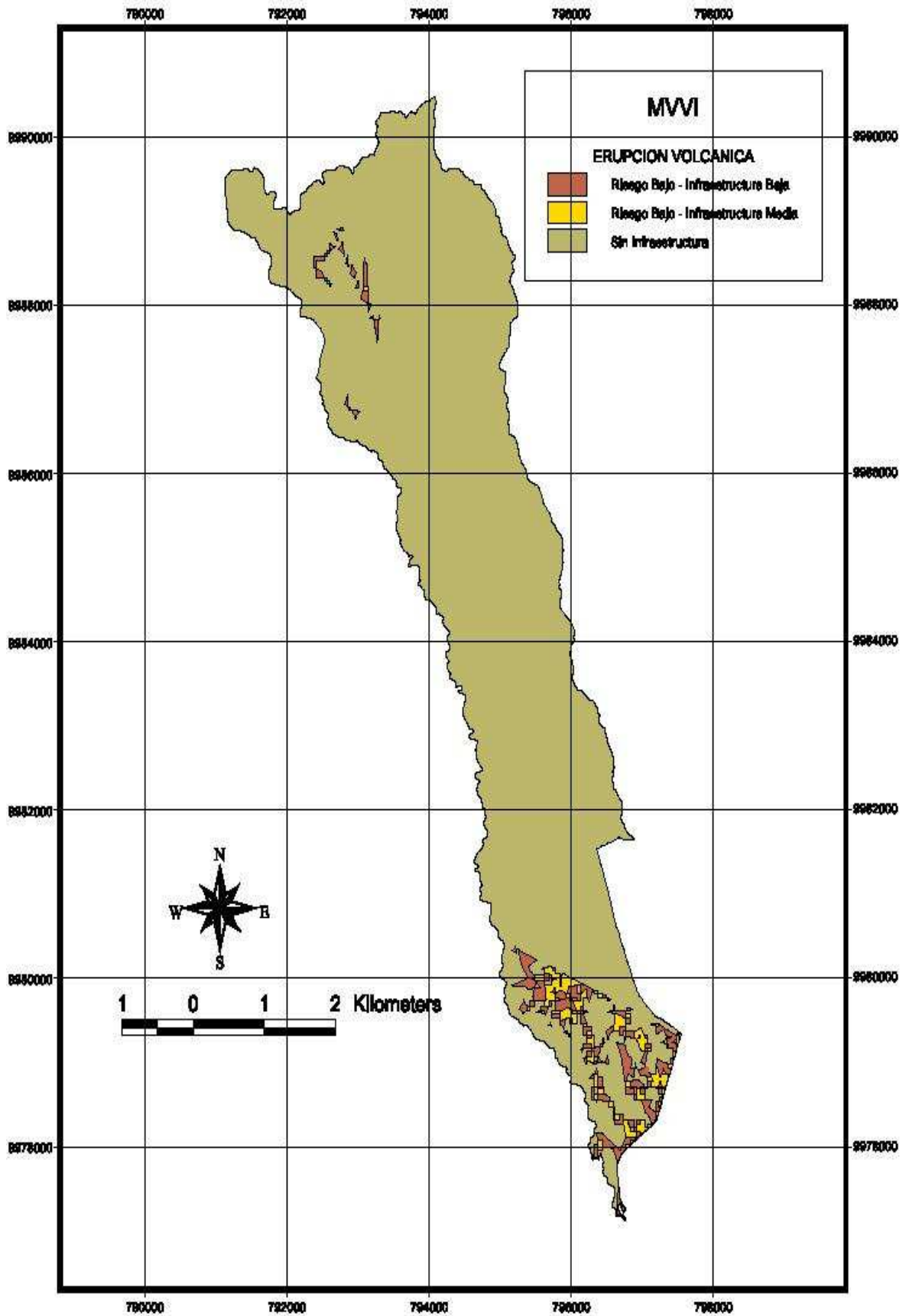
MAPA DE VULNERABILIDAD A DESPLAZAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

PARROQUIA TABABELA 2004

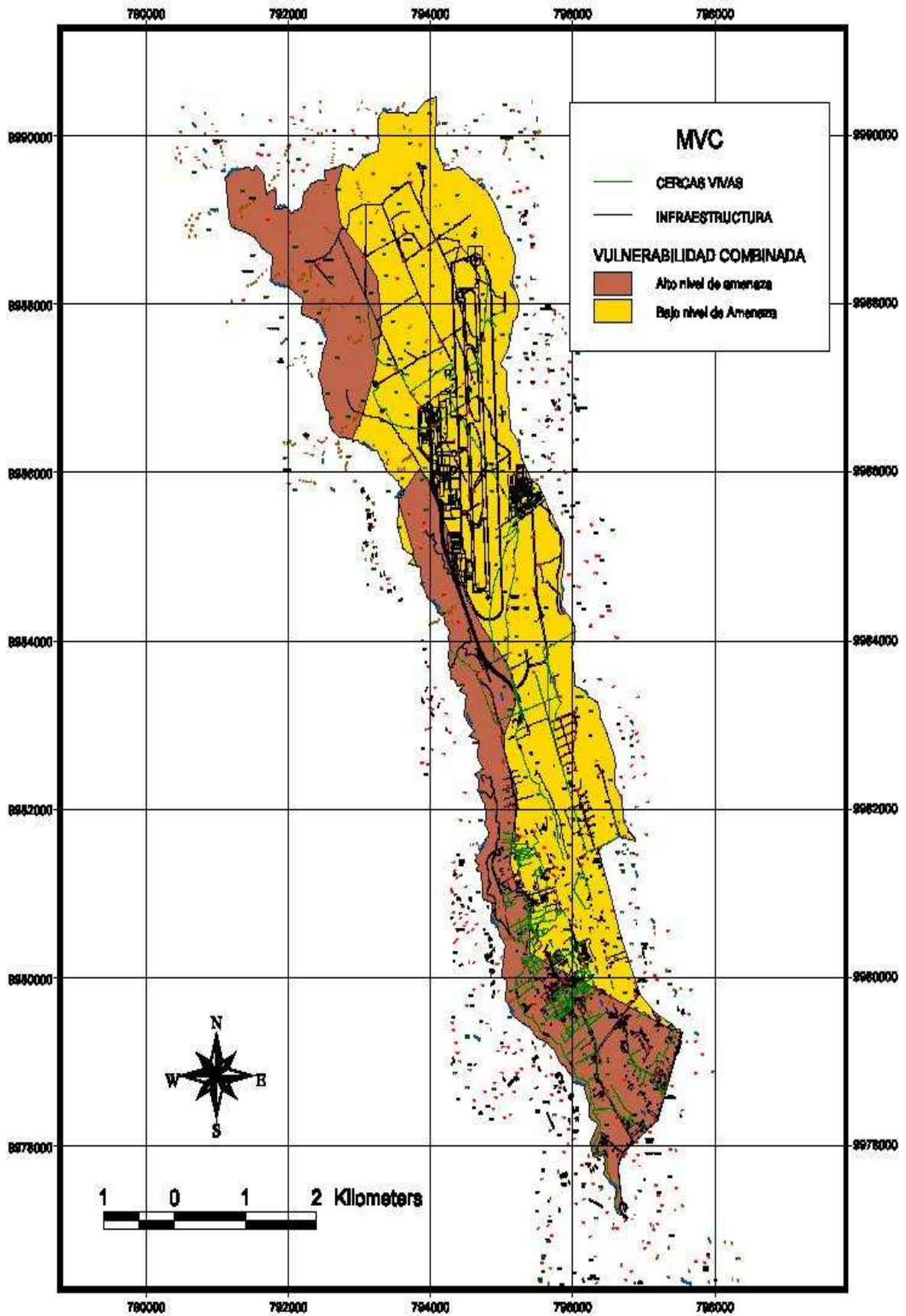


MAPA DE VULNERABILIDAD VOLCANICA

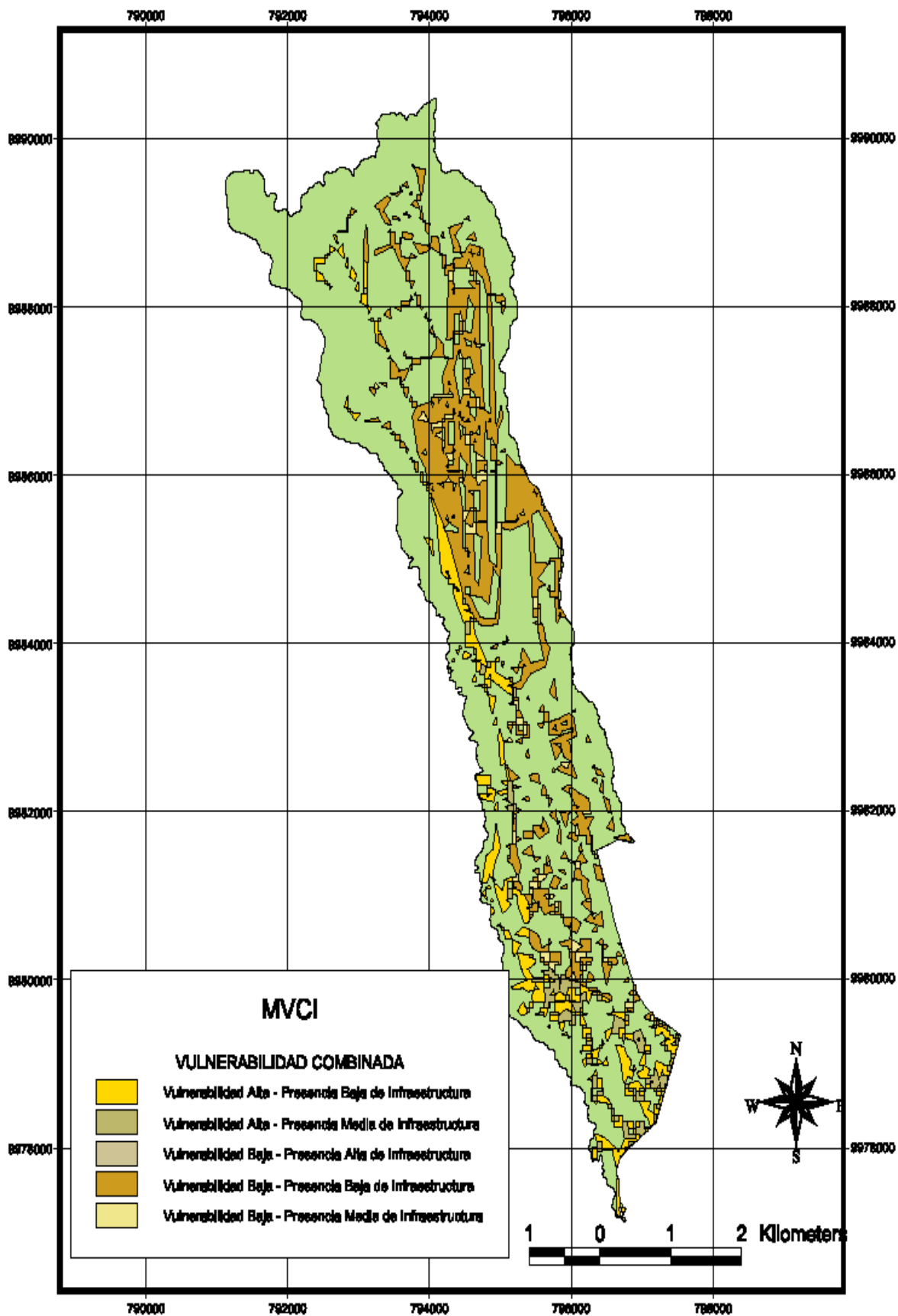
PARROQUIA TABABELA 2004



MAPA DE VULNERABILIDAD VOLCANICA DE LA INFRAESTRUCTURA
 PARROQUIA TABABELA 2004



**MAPA DE VULNERABILIDAD COMBINADA
PARROQUIA TABABELA 2004**



MAPA DE VULNERABILIDAD COMBINADA DE LA INFRAESTRUCTURA

PARROQUIA TABABELA 2004

ANEXO 7: Miembros del Centro Metropolitano de Operaciones Emergentes

<i>Miembro</i>	<i>Característica</i>
Administraciones Zonales	Municipal
Alcalde	Municipal
ANDINATEL (telefonía)	Empresa pública
Cruz Roja	ONG
Defensa Civil	Nacional
Dirección Metropolitana de Medio Ambiente	Municipal
Dirección Metropolitana de Salud	Municipal
Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana	Municipal
Empresa Eléctrica Quito	Municipal
Ejército	Pública
Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAP-Q)	Municipal
Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO)	Municipal
Emergencias 911	Municipal
Empresa Metropolitana de Obras Públicas (EMOP-Q)	Municipal
Empresa Metropolitana de Transporte	Municipal
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI)	Nacional
Escuela Politécnica Nacional: Instituto Geofísico	Académica
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Gobierno Nacional
Ministerio de Salud Pública	Gobierno Nacional
Policía	Pública
Unidad de Prevención de Desastres	Municipal

Fuente: OPS 2003, p17,19.