

Se presenta a continuación en el Cuadro 12 la relación de distancias entre los volcanes activos y considerados peligrosos y las ciudades cercanos a ellos en América Central.

| CUADRO 12. CIUDADES IMPORTANTES Y CENTRO URBANOS DE AMERICA CENTRAL QUE SE ENCUENTRAN CERCANOS A VOLCANES ACTIVOS O POTENCIALMENTE ACTIVOS. | |
|--|---------------------------------------|
| Volcanes de Guatemala | Volcanes El Salvador |
| Pacaya: 25 km SW Ciudad Guatemala | Izalco: 14 km NE de Sonsonate |
| Santiaguito-Santa María: 25 km NE Retalhuleo | Santa Ana: 17 km NE Sonsonate |
| Fuego: 17 km SW antigua Guatemala | Ilopango: 16 km ESE S. Salvador |
| Tacaná: 37 km NW San Marcos | San Miguel: 10 km SW de S. Miguel |
| Cerro Quemado: 4 km de Quezaltenango | San Salvador: 8 km NW S. Salvador |
| Volcanes Nicaragua | Volcanes Costa Rica |
| Momotombo: 36 km ENE de León | Arenal: 6 km de la Fortuna |
| Masaya: 24 km SE Managua | Poás: 22 km NNW Alajuela |
| Concepción: 5 km de Altagracia | Rincón de la Vieja: 24 km NNE Liberia |
| Telica: 20 km al NO León | Irazú: 17 km NE Cartago |
| Cerro Negro: 28 km NE León | Turrialba: 25 km NE Cartago |
| San Cristóbal: 20 km de Chinandega | |
| Volcán Panamá | |
| Barú: 12 km ESE Bajo Boquete. | |

2.3.2. De acuerdo a Scott (1993^a), los requisitos para reconstruir el registro geológico de las erupciones pasadas y su actividad reciente incluyen los siguientes:

- 1.-Establecer una secuencia estratigráfica de los productos de las erupciones pasadas (los principios estratigráficos estándar, tales como la superposición y correlación)
- 2.-Determinar la extensión de depósitos individuales o de grupos de depósitos y estimar la magnitud de las erupciones que las produjeron (por ejemplo a través de mapeo geológico)
- 3.-Determinar el origen de los depósitos (por ejemplo, origen de los depósitos fragmentarios: tamaño del grano, litología, selección, estratificación, distribución superficial, entre otros).

4.-Determinar la edad de los depósitos por medio de varias técnicas con el objeto de determinar una cronología de eventos y estimar su frecuencia (métodos relativos y absolutos).

Otro rol significativo para la evaluación de los peligros potenciales es el desarrollo de medidas para mitigar los efectos de futuras erupciones y los mapas de zonificación. Es necesario contar con información tal como los tipos de eventos volcánicos, magnitudes probables y áreas a ser afectadas, para diseñar de una manera apropiada y económica las estructuras de protección. Esa misma información es necesario para desarrollar planes de emergencias para crisis volcánicas inmediatas o futuras. Por ejemplo, la selección de rutas de evacuación seguras e inmediatas y de refugios temporales requiere la comprensión completa de los tipos potenciales de erupción y las áreas que tendrían la posibilidad de ser afectadas por éstas. Una vez que la erupción ha comenzado, la información obtenida durante el estudio de las erupciones pasadas tienen una importancia crucial, especialmente aquella sobre su curso y duración, para determinar necesidades a largo plazo, tales como reubicación de personas, la protección contra crecientes producidas por drenajes impactados por la erupción, la calidad del agua y la producción de alimentos.

Un mapa de zonificación con la información de los peligros volcánicos a mediano y largo plazo, producidos de estudios detallados de la historia eruptiva es una adecuada forma de presentarla y más útil. Tales mapas deberían de delimitar la zona de peligro relacionada a cada tipo de evento y también deberían de indicar el grado relativo de peligro. Un mapa preparado sobre una base apropiada puede ser utilizada inmediatamente para la planificación del uso del suelo.

También pueden ser utilizados por científicos y autoridades gubernamentales para identificar la ubicación de obras de infraestructura, de servicios, rutas de transporte, centros poblacionales y otros rasgos claves con relación a las zonas de peligro, y para producir mapas de riesgo volcánico. Los ciudadanos pueden utilizar un mapa de zonificación del peligro para juzgar por sus propios medios la relación entre áreas de peligro y sus actividades diarias, y para identificar sitios que puedan brindar refugio durante una erupción.

Se puede concluir, que los peligros volcánicos pueden ser evaluados utilizando: registros históricos, registros geológicos y a través del conocimiento del comportamiento general de los volcanes, por lo que a su vez implica acervo científico en petrografía, petrología y volcano-tectónica. Toda la información se visualiza mejor mediante mapas de zonificación o de peligrosidad volcánica, que puede tener doble finalidad: a largo plazo, para evitar asentamientos humanos y obras de infraestructura en áreas consideradas de alto riesgo, y a corto plazo con utilidad inmediata para propósito de evacuación de la comunidad en el caso de una erupción importante o inminente (Paniagua & Morales, 1987).

Con la zonificación se tratará de :

- disminuir el nivel de amenaza potencial
- reducir el impacto de consecuencias desastrosas
- mitigar o prevenir el desarrollo de una actividad en cadena desastrosa
- localizar y delimitar el alcance del evento volcánico en cuanto a sus diferentes amenazas, tales como flujos piroclásticos, lavas, lahares, entre otros.

Se presenta a continuación, para algunos de los numerosos volcanes de América Central información relativa de mapas preparados por varios autores, con variado grado de detalle (Cuadro 13).

| CUADRO 13. PELIGROS VOLCÁNICOS Y MAPAS DE ZONIFICACIÓN EN ALGUNOS VOLCANES DE AMÉRICA CENTRAL | | | |
|--|--------------------|--|---|
| PAIS | VOLCAN | MAPA PRELIMINAR DE ZONIFICACION PELIGRO VOLCÁNICO | REFERENCIAS |
| Guatemala | Tacaná | X | Rose y Mercado, 1986, En Scott, 1993 ^a . |
| | Pacaya | X | Banks (1987b, En Scott, 1993 ^a) |
| | Santiaguito | X | Rose et al., 1988, En Scott, 1993 ^a |
| | Cerro Quemado | X | Conway, et al., 1992 |
| | Fuego | X | Insivumeh y otros, Matias, Com.oral, 1999. |
| EL SALVADOR | | | |
| | Izalco | | |
| | San Salvador | X | Sofield, 1997, 1998. |
| | Ilopango | X | Meyer-Abich, 1956 |
| | San Miguel | X | Meyer-abich, 1956; Escobar et al., 1993. |
| NICARAGUA | | | |
| | Cosigüina | X | Ineter, 1995 |
| | San Cristóbal | X | Ineter, 1995 |
| | Telica | X | Ineter, 1995 |
| | Cerro Negro | X | Ineter, 1995 |
| | Momotombo | X | Ineter, 1995 |
| | Masaya | X | OEA-Ineter, 1990; Ineter, 1995. |
| | Concepción | X | Ineter, 1987; Van Wyk, 1988; Ineter, 1995. |
| COSTA RICA | | | |
| | Rincón de La Vieja | X | Boudon et al., 1995; Paniagua et al., 1996; Paniagua et al., en revisión. |
| | Arenal | X | Malavassi, 1979, 1981; Geotérmica Italiana-ICE, 1996; Alvarado et al., 1997. |
| | Poás | X | Prosser, 1983; Paniagua & Soto, 1986, 1988. |
| | Irazú | X | Krushensky, 1972; Paniagua & Soto, 1986, 1988, Alvarado & Boschini, 1987; Alvarado, 1993. |
| | Turrialba | X | Soto, 1988; Paniagua & Soto, 1986, 1988. |
| PANAMA | | | |
| | Barú | X | UTP-Cepredenac, 1992. |

Con la finalidad de conocer los principales tipos de erupciones volcánicas que se han descrito en este estudio, se resumen a continuación en el Cuadro 14, sus principales características.

| CUADRO 14. PRINCIPALES TIPOS DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS Tomado de Lahsen, 1985, en Paniagua y Soto(1986). | | |
|--|---|---|
| TIPO DE ERUPCION | RASGOS FÍSICOS DEL MAGMA | CARACTERÍSTICAS |
| Hawaiiano (Islaánico) | Fluido: temperatura elevada 1000-1200°C | Efusiva: la lava emerge desde cráteres y / o fisuras. eyecciones débiles de bombas y escorias. |
| Estromboleano | Moderadamente fluido; temperatura intermedia (900-1100°C) | Explosiva , comúnmente efusiva; explosiones rítmicas débiles a violentas, con eyección de piroclastos y flujos asociados. |
| Vulcaniana (Vesubiana) | Viscoso; Temperaturas intermedias a bajas (800-1000°C); rico en gases. | Explosiva, ocasionalmente efusiva, explosiones violentas con eyección de abundantes piroclastos, hongos negros de cenizas de hasta 15 km de altura. |
| Peleana | Viscoso; temperaturas bajas (700-900°C; rico en gases. | Explosiva con generación de avalanchas incandescentes ("nuées-ardents") y hongos de piroclastos de hasta 10 km de altura. |
| Pliniana | Viscoso; extremadamente rico en gases. | Explosión paraxísmica con eyección de grandes volúmenes de piroclastos y avalanchas incandescentes. Los hongos de cenizas alcanzan hasta 40 km de altura. |
| Freatomagmática | Viscoso debido al enfriamiento rápido provocado por el contacto entre el magma y las aguas subterráneas, rico en vapor de agua. | Explosiones gaseosas violentas y rítmicas, con expulsión de material piroclástico. Hongos de cenizas de hasta 8000 metros de altura |

2.4 VIGILANCIA VOLCANICA Y PRONOSTICO A CORTO PLAZO

La mayoría de las erupciones, talvez todas, vienen precedidas y están acompañadas por cambios geofísicos y/o geoquímicos en el estado del volcán. Algunos cambios, si son grandes o de alguna manera conspicuos, son perceptibles a los habitantes de los alrededores Sin embargo, la mayoría de los cambios son pequeños y sutiles pero pueden

ser detectados y medidos con exactitud mediante técnicas e instrumentación existentes actualmente. Los diversos tipos de instrumentación empleada en la mayoría de los volcánes activos en América Central están mencionados en el ítem de Monitoreo, en la síntesis de la primera parte de este estudio.

El término “vigilancia volcánica” (o monitoreo volcánico), se refiere colectivamente a los estudios científicos que se observan, o que registran o analizan sistemáticamente los cambios, visibles o invisibles, que ocurren en el volcán y en sus alrededores.

El registro de erupciones pasadas y la naturaleza de sus productos e impactos proporciona la base para elaborar los pronósticos a largo plazo de la actividad volcánica futura y sus peligros relacionados (años, décadas o más tiempo). Los datos obtenidos por la vigilancia o monitoreo volcánico describen el comportamiento actual del volcán y proporcionan la información indispensable para hacer pronósticos o predicciones de corto plazo (meses, semanas, días u horas). Los términos pronóstico y predicción han sido utilizados indiscriminadamente. Pronóstico es una declaración comparativamente imprecisa sobre la fecha, lugar y la naturaleza de la actividad esperada. Predicción una declaración comparativamente precisa sobre la fecha, lugar e, idealmente, la naturaleza y magnitud de la actividad inminente. Una predicción usualmente cubre un período de tiempo más corto que un pronóstico y en general se base predominantemente en interpretaciones y mediciones de procesos que ya están en curso y de una manera secundaria en una proyección de la actividad pasada (Banks, et al., 1993).

La intranquilidad volcánica refleja, directa o indirectamente, los cambios en el estado físico o químico del sistema magma-agua-gas-roca, que conforman o subyacen el volcán. Algunos cambios pueden ser percibidos por la población local, mientras que otros solamente pueden ser detectados con el uso de instrumentos científicos. Hay que enfatizar que las señales de intranquilidad volcánica no siempre culminan en erupción, pero estas señales siempre deben ser tratadas como posibles precursores eruptivos y deben ser vigilados o monitoreados como tales.

Desde el punto de vista de la detección que puede ser observadas por la población cercana a las áreas volcánicas, los anteriores autores destacan que algunas señales fuertes de intranquilidad pueden ser registradas por los sentidos humanos (vista, sonido, olfato, tacto, etc) y puede ser denominada vigilancia por observación. Ocasionalmente se ha reportado un comportamiento inusual en los animales en conexión a algunas erupciones; tales comportamientos anómalos se atribuyen generalmente al hecho que los animales responden a movimientos del terreno, sonidos u olores no detectados por los humanos.

Los cambios detectables por el sistema humano de los sentidos incluye:

- La ocurrencia de ruidos subterráneos, sismos y otras vibraciones sísmicas que son perceptibles.
- Señales visibles de deformación, tales como la formación o ampliación de fracturas del

terreno, el plegamiento o corrimiento del suelo y de otros depósitos superficiales, y un incremento en la ocurrencia de caídas de roca y deslizamientos del terreno, un “hinchamiento” de la cima o de los flancos del volcán.

- Incrementos o disminuciones en la tasa de volumen, ruido ,color u olor de las emisiones de fumarolas o manantiales.
- Cambios en las incrustaciones de minerales y depósitos alrededor de las fumarolas y manantiales.
- Cambios en color, temperatura o contenido de sedimento en ríos, arroyos y lagos; fluctuaciones inusuales al nivel del agua en pozos.
- Pérdida inusual del color o muerte de la vegetación.

Las anteriores señales sólo constituyen indicadores cualitativos. Sin embargo, un monitoreo por observación llevado a cabo regular y diligentemente puede proporcionar información muy útil para el diseño y el despliegue de redes instrumentales de monitoreo.

2.4.1 Monitoreo Instrumental de los indicadores de intranquilidad volcánica

A continuación se describen los indicadores precursores comunes fácilmente detectables y medibles con el monitoreo instrumental, de acuerdo a Banks, et al. (1993).

2.4.2 Sismicidad Volcánica:

Las vibraciones del suelo se producen por fracturamiento de rocas sólidas adyacentes a un magma estacionado o en movimiento. Estas vibraciones u ondas sísmicas, también pueden ser generadas por el movimiento mismo del magma, por el movimiento o escape de gases volcánicos, o por cambios de presión asociados al calentamiento térmico de la roca encajante, del agua o del gas en el sistema volcánico. Casi la totalidad de este tipo de señales sísmicas son de baja energía y solamente pueden ser detectados por sismómetros y registradas con sismógrafos o computadoras.

Algunos eventos o procesos de energía más elevada pueden resultar en sismos u otros movimientos del terreno lo suficientemente fuertes como para ser sentidos por las personas. En estudios sobre la intranquilidad volcánica es importante conocer las ubicaciones y las magnitudes de todos los sismos, percibidos o no, y éstas pueden ser detectadas únicamente por la vía instrumental.

2.4.3 Distorsión en la forma del volcán (deformación)

Cambios en la forma del volcán-deformación del suelo- comúnmente esta asociada a la actividad volcánica. Estos cambios generalmente reflejan ajustes de la superficie del

volcán en respuesta a los movimientos del magma en subsuperficie ya sea hacia adentro o hacia fuera del edificio volcánico.

La deformación también puede estar relacionada a variaciones en la presión y /o flujos de fluidos en el sistema geotérmico del volcán. Cualesquiera que sean las causas, los movimientos del suelo asociados a la deformación del volcán son detectables por medio de técnicas precisas de agrimensura, utilizando instrumentos tan simples como un nivel de precisión, o tan “tecnológicamente avanzados” como aquellos utilizados en geodesia basada en satélites, como por ejemplo sistema de posicionamiento global (GPS).

2.4.4 Efectos geofísicos “no-sísmicos”

Cambios en la temperatura o en el equilibrio de masas de agua, gas, roca sólida y de componentes magmáticos que constituyen el sistema volcánico pueden dar como resultado desviaciones en los campo gravitacionales, geomagnéticos y geoelectrónicos. Tales efectos geofísicos no-sísmicos, pueden ser cuantificados por técnicas de medición (por ejemplo, gravimetría, geomagnetometría, polarización inducida, potencial espontáneo, que han adaptadas de aquellas utilizadas en la exploración geofísica de recursos hídricos, minerales y energéticos).

2.4.5 Cambios geoquímicos en el sistema geotérmico del volcán

Todos los sistemas volcánicos tienen una zona de aguas y fluidos calentados-llamados sistemas geotérmicos que rodea al magma fundido o solidificado, pero todavía caliente.

Un aporte de magma nuevo, o movimiento del ya existente dentro del edificio volcánico, puede resultar en el escape de gases distintivos hacia la atmósfera o a los fluidos en la envoltura geotérmica. Adicionalmente, perturbaciones en el régimen térmico y en los patrones de circulación hidrotermal pueden causar una interacción hasta cierto grado del sistema geotérmico tanto con la roca encajante como con el régimen de aguas subterráneas.

En última instancia tales efectos aparecen como cambios geoquímicos visibles, medibles instrumentalmente en la superficie del volcán, manifestándose como variaciones en la temperatura , composición y tasa de emisión de gases y fluidos descargados en fumarolas y manantiales.

Araña & Ortiz (1993), resumen los diferentes cambios internos en el sistema eruptivo, tomando en cuenta los diversos eventos precursores de la erupción e indicadores de intranquilidad, en relación a las técnicas de monitoreo que se utilizan en el mundo, como un ejemplo de estudio en la variabilidad de metodologías volcánicas que existen y que podríamos decir se aplican en algunos volcanes de los países de América Central y otros consideraciones que podrían incorporarse en el futuro en la región.

CUADRO. 15, VARIABILIDAD DE METODOLOGIAS VOLCANICAS.
Tomado de Araña & Ortíz (1993).

| Cambios endógenos En el sistema eruptivo | FENÓMENOS INDUCIDOS Precursores de erupción Indicadores de inestabilidad | TECNICAS INSTRUMENTALES |
|--|--|--|
| ASCENSO DE MAGMA Movimiento de masas fundidas Fricción con paredes conducto Calentamiento de roca caja Apertura fracturas Interacción con acuíferos Variación de presión Movimiento de gases | SISMICIDAD VOLCANICA Sismicidad asociada a fractura Sismicidad inducida hidráulicamente Sismicidad de baja frecuencia Temblores volcánicos Sismos de explosión Crisis sísmicas | Redes sísmicas Estaciones tres componentes Sismógrafos de banda ancha Proceso digital de señales Analizadores continuos de espectro |
| | DEFORMACIÓN TERRENO Deformación vertical Deformación horizontal Inclinación/desviación de la vertical Variación tensional Movimiento de masas | Geodímetro de dos colores Niveles Clinómetros electrónicos Extensómetros Gravímetros GPS Redes geodésicas Itinerarios de navegación |
| | GASES, FLUJO TERMICO | |
| | Fumarolas Fuentes termales Anomalías térmicas Sistema equilibrio/desequilibrio químico | Termometría (termopares) Radiómetros Bioindicadores Sensores remotos Termodinámica química Flujo térmico |
| | Iniciales gases indicadores SO ₂ H ₂ S CO CO ₂ | Análisis de gases Marcha química Cromatógrafo, COSPE |
| | ELECTROMAGNETISMO Variación conductividad intrínseca Variación conductividad iónica Potencial espontáneo Variaciones propiedades magnéticas | Resistividad (dispositivo dipolo.-dipolo) Dispositivo electrodos alta estabilidad magnetotélúrica VLF Geomagnetismo Polarización inducida |

2.5 EL DESARROLLO DE LOS PLANES DE EMERGENCIA VOLCANICA

Con frecuencias, a las erupciones volcánicas de grandes proporciones le preceden, con anticipación suficiente, eventos precursoros que a geólogos y personal de urgencias les permiten elaborar planes de emergencias o de contingencias para enfrentar un posible evento catastrófico. No obstante, algunas erupciones han ocurrido sin previo aviso; inevitablemente, una consecuencia de una erupción explosiva en áreas pobladas es la pérdida de vidas humanas en los alrededores del volcán. Por fortuna raramente suceden estas emanaciones, pues es imposible que los geólogos monitoréen continuamente todos los volcanes, tanto activos como inactivos. Por consiguiente, independiente de su grado aparente de actividad, en todos los volcanes donde haya áreas pobladas se deben realizar evaluación de los riesgos y la planificación de urgencias.

El comportamiento de las poblaciones ante una crisis volcánica difiere notablemente en función de pautas culturales, de la educación específica recibida y de los medios que las autoridades y los vulcanólogos ponen para atender el problema. Las medidas a tomar en casos de crisis volcánicas se recogen en los planes de protección civil que deben de elaborarse por las autoridades correspondientes, en colaboración con los vulcanólogos (Araña & Ortíz, 1984).

A continuación se resumen en el Cuadro 16 , los diferentes tipos de alerta utilizados por los vulcanólogos y autoridades de Protección Civil o Comisiones de Emergencias, en casos de actividad volcánica.

**CUADRO 16. ESTADOS DE ALERTA PARA LA ERUPCIÓN VOLCÁNICA
UNDRO (1987)**

| Estado de Alerta | Evento Observado | Interpretación: Erupción violenta dentro de | Acción de Comité y Entidades |
|------------------|---|---|---|
| I Verde | Actividad sísmica local; algo de deformación en superficie; aumenta actividad fumarólica, etc. | Meses o años | Informe a todas las entidades oficiales y actualizar planes de emergencia |
| II Amarilla | Aumento notable en la actividad sísmica local; tasa de deformación, etc. | Semanas o meses | Verificar disponibilidad de equipo y personal para posible evacuación; revisar las reservas de materiales y suministros de socorro |
| III Naranja | Aumento dramático en las anteriores anomalías, temblores locales; actividad eruptiva moderada | Días o semanas | Anuncio al público de posible emergencia y de medidas adoptadas para hacerle frente; movilización de personal y equipo, medidas de protección temporales contra caída de cenizas. |
| IV Roja | Tremor sísmico de larga duración; aumento de la actividad eruptiva | Horas o días | Evacuación de la población en zonas amenazadas |

Para el desarrollo de planes de emergencia volcánica o de contingencia, deberán de considerarse o asumirse, de acuerdo a UNDR0 (1987) que :

1. en cualquier comunidad expuesta al peligro volcánica hay una conciencia general del riesgo para la vida y los bienes, así como el deseo de una participación colectiva para reducirlo;
2. exista una estructura legislativa dentro de la cual sea posible planificar, organizar y llevar a efecto, tanto a nivel nacional como local, las medidas apropiadas de protección, incluyendo si es necesario la evacuación de las áreas amenazadas y asistencia para los evacuados;
3. el conocimiento científico de los volcanes potencialmente peligrosos sea lo suficientemente avanzado que permita elaborar "escenarios" de las erupciones posibles, de sus efectos destructivos y de las consecuencias económicas y sociales;
4. sea posible tener algún sistema de alerta para las erupciones inminente, bien sea a partir de signos visibles de actividad volcánica o de monitoreo científico de los volcanes, y que esta alarma se dé con el tiempo suficiente para permitir se ejecuten acciones apropiadas y
5. si las consideraciones anteriores han sido realizadas, se prepare un plan de emergencia para cada volcán potencialmente peligroso.

Se había mencionado anteriormente, que América Central se encuentra entre las regiones de mayor actividad volcánica en el mundo, pudiéndose estimar que han ocurrido más de 150 manifestaciones volcánicas significativas en la región desde principios de este siglo XX, lo que representaba un promedio de dos erupciones por año a nivel del istmo. También se puso en evidencia que cada erupción crea una situación de crisis, aunque no necesariamente una catástrofe, para lo cual se requiere la capacidad de evaluación , por parte de las autoridades competentes, la toma de decisiones y las medidas de protección civil (Paniagua, 1995).

Si bien se ha reconocido en numerosos trabajos, tales como los de IAVCEI (1999), la dificultad y el roce que tienen los diferentes científicos para tratar el tema de crisis volcánica en una región y los planes de manejo de las emergencias volcánicas, es importante rescatar aquí algunos esfuerzos que se dan en la región centroamericana, en donde en la mayor parte de las crisis han sido tratados con la cooperación de expertos extranjeros.

Otros intentos para ayudar a la toma de decisiones de las autoridades responsables de la protección civil, se ha trabajado, al menos en Costa Rica, a través de una metodología para el modelaje utilizando datos geográficos , con una aplicación a estudios vulcanológicos y toma de decisiones, por Obando (1996). Esta metodología conduce al usuario por tres niveles lógicos hasta el paso previo a la implementación de su proyecto, planeado para un Sistema de Información Geográfica (SIG). Los niveles se construyen a partir de mapas topográficos, mapas geológicos, mapas fotogeológicos, fotos áreas, de satélite, y entradas, los cuales pueden ser modelos de representación espacial de la realidad, utilizado por el experto del ramo. Básicamente, ayuda a la documentación, definición de entidades y

atributos, haciendo uso de la generalización, y luego mediante la definición de relaciones espaciales asiste a la toma de decisiones tanto estructuradas como semiestructuradas.

Con el fin de ofrecer una de las experiencias que Costa Rica realiza en materia de Planes de Contingencias en áreas volcánicas activas, se presenta a continuación unos de estos planes utilizados en el Volcán Poás, dirigidos a las comunidades aledañas al volcán, realizado por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE, 1994) , modificado por Paniagua (1999). que puede ser útil en algunos de nuestros volcanes considerados activos y peligrosos de América Central.

2.5.1 Plan básico de prevención y contingencia para las comunidades aledañas a un volcán activo y peligroso.

2.5.1.1 JUSTIFICACIÓN

La frecuente actividad y el grado extremo de peligrosidad evidenciado por los volcanes Arenal, Poás, u otros volcanes de América Central, por ejemplo, en el transcurso del tiempo, además del creciente aumento de infraestructura, especialmente turística y habitacional en la región, hacen de ésta área un lugar propicio y necesario para el establecimiento de un política y estrategia que permitan responder adecuadamente mediante actividades planificadas a una gestión en la reducción del riesgo con el fin de disminuir la amenaza o reducir la vulnerabilidad en dicha zona.

El trabajo debe contemplar el involucramiento de las instituciones públicas, privadas y sobre todo de la organización de las comunidades ya sean éstas locales o regionales y de la población en general apoyadas por los organismos científico-técnicos y de protección civil en búsqueda de respuestas adecuadas, viables e inmediatas a posibles consecuencias derivadas de la actividad presente y futura del volcán.

Es menester, entonces, de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), o de los Sistemas de protección Civil, en asocio a los comités locales y comunales de la región, así como a las instituciones que por su naturaleza y objetivos (Universidades, Centros de Investigación) deben de identificarse e intervenir, para asumir la implementación de puesta en marcha del presente Plan de Prevención y Contingencias que a continuación se detalla, como un medio de acción, a corto y mediano plazo, para solventar los problemas que pueda enfrenta la población cercana a un volcán activo- en nuestro caso particular tomaremos como ejemplo al volcán Arenal, Costa Rica- en materia organizacional, de estructura de la respuesta en caso de actividad severa y no severa, es decir, de la preparación, así como también aspectos de prevención, mitigación y alerta temprana.

De la misma manera, habría que considerarse la actividad para las fases del “durante” y “después” del evento y más especialmente la gestión de la reducción del riesgo, que involucra entre otros aspectos: la presencia de los desastres, en las agendas para el desarrollo y el mejoramiento y la calidad de vida de las comunidades ; el rescate de la experiencia colectiva y la organización comunitaria, como un factor protector para la

prevención de los desastres; el concebir el desastre o el evento, como riesgo y considerar el papel de los actores sociales, como agentes capaces de transformarlo.

2.5.1.2 OBJETIVOS OBJETIVO GENERAL No. 1

Organizar la respuesta de las instituciones públicas y privadas y de la población en sus diferentes formas de organización, ante posibles eventos o emergencias provocadas por la actividad del volcán Arenal u otro.

2.5.1.3 Objetivos Específicos

- a. Promover la constitución de comités locales de emergencia en los principales centro de población y comités comunales de emergencia en los demás asentamientos urbanos, para facilitar la respuesta local.
- b. Generar actividades de capacitación para los miembros de los Comités Locales y Comunales de Emergencias en zona propensa a la actividad volcánica.
- c. Confeccionar materiales de capacitación y divulgación acerca de los aspectos de amenaza y sobre posibles preparativos de mitigación a consecuencias de las erupciones del volcán, dirigidos a la población en general.
- d. Elaborar un inventario de recursos en cada uno de los centros y sectores de población, para atender las situaciones de emergencia.
- e. Identificar y trabajar con los diversos mapas de amenazas y riesgo existentes en la región con el fin de planear las actividades de mitigación y evitar nuevos asentamiento humanos u obras de infraestructura en áreas consideradas de alta peligrosidad.
- f. Elaborar una estrategia de acción para la zona que contemple las rutas de evacuación, los puntos de albergue y las necesidades de asistencia a la población.
- g. Darle seguimiento al evento volcánico a través de visitas de campo y de información constante o periódica de los diversos instrumentos de vigilancia volcánica instalados en el área por las instituciones científicas-técnicas y Parques Nacionales.

2.5.1.4 OBJETIVO GENERAL No.2

Elaborar un diagnóstico de estado de la situación que permita establecer el grado de vulnerabilidad de la población y avanzar en la propuesta de alternativas de intervención a los problemas que enfrentan.

2.5.1.5 Objetivos específicos

- a. Identificar las formas de organización comunal, política y productiva , existentes en la zona, con la finalidad de determinar la capacidad de respuesta y el nivel de movilización ante las emergencias, que la población podría requerir.
- b. Identificar el tipo de actividades de la población en la zona y la incidencia que las erupciones del volcán tendría en ellos en caso de un paradoxismo mayor.

- c. Establecer el número de pobladores asentados en la zona, según su estructura, composición, sexo, edad, actividad y densidad. Asimismo, cuantificar el número de la población flotante (turistas) en dicha área, para considerarlos ante posibles evacuaciones.
- d. Hacer un registro de las principales amenazas existentes en la zona de influencia del volcán con sus diferentes niveles de peligrosidad.
- e. Analizar la percepción de la población con respecto a los peligros y emergencias ocasionadas como consecuencias de los diferentes eventos del volcán Arenal, su significado y explicación en el contexto cultural en que ello se desenvuelven, además de conocer sus opiniones relacionadas con las diversas zonas de peligrosidad y futuras erupciones del Arenal.
- f. Determinar las alternativas que tradicionalmente la población ha empleado para enfrentar las emergencias que la actividad del volcán les ha generado.

2.5.1.6 **ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES PARA LA RESPUESTA INMEDIATA**
 (Correspondiente al objetivo general No.1)

Actividad No.1

Seguimiento al fenómeno volcánico. La tarea consiste en:

-Monitoreo visual e instrumental de la actividad volcánica

Responsable: RSN, OVSICORI, Parques Nacionales.

Actividad No.2

Actualización y digitalización del mapa o de los mapas de amenaza del volcán (Arenal) que contengan, al menos, la siguiente información: peligros a corto, mediano y largo plazo, zonas de influencia, asentamientos, vías terrestre de comunicación, infraestructura básica, quebradas, ríos, zonas de deslizamiento o avalanchas.

Responsable: Dirección Técnica (SIE), Direcciones de Planes y Operaciones, CNE.

Actividad N.3

Elaborar rutas de evacuación de las poblaciones. Levantamiento cartográfico en sede y en campo.

Responsable: Oficiales de enlace.

Actividad N.4

Elaborar un registro de las líneas vitales y volumen de suministro que pudiesen ser afectadas dentro de la zona

Responsable: ICAA, Municipalidad de la zona, Dirección Planes y Operaciones de la CNE.

Actividad N.5

Elaboración de lista de localidades y población neta bajo la diferentes amenazas.

Responsable. Comités Locales y Comunales de Emergencia, Dirección de Planes y Operaciones.

Actividad N.6

Establecer una segmentación de la zona a partir de las vías de acceso y de salida comunes y de los puntos posibles para el albergue temporal de la población evacuada.

Responsable: Dirección de Planes y Operaciones, Comités Locales y Comunales de Emergencias.

Actividad N.7

Elaborar un registro de los edificios (escuelas, salones comunales y parroquias, bodegas públicas, etc) que podrían ser empleadas para el alojamiento temporal de la población que requiera evacuación, dentro y fuera de la zona.

Responsable: Dirección de Planes y operaciones, Dirección Técnica-SIE, Comités Locales y Comunales de Emergencia.

Actividad N.8

Elaboración de una guía telefónica que contenga los nombres completos, dirección exacta y la institución de referencia de las personas contacto para la implementación del presente plan de contingencia.

Responsable: Oficial de Enlace de la Zona.

Actividad N.9

Elaboración de un registro vehicular, por sus características básicas, ubicación y cantidad que puedan intervenir en el servicio de traslado y suministro a la población damnificada.

Responsable: Dirección General de Tránsito, Comités Locales y Comunales, Dirección de Planes y Operaciones.

Actividad No. 10

Elaborar un registro de recursos disponibles en la zona por institución y ubicación.

Responsable: Los representantes de cada institución, Comités Locales y Comunales.

Actividad N.11

Definir los puntos posibles de almacenamiento y distribución de vituallas y el volumen que pudiese ser requerido.

Responsable: Oficial de Enlace de la Zona.

Actividad No.12

Realizar la convocatoria para la reactivación del Comité Regional de San Carlos.

Responsable: Oficial de Enlace de la Zona.

Actividad No.13

Constituir y/ ó fortalecer los Comités Locales y Comunales de Emergencia en San Carlos, La Fortuna, El Tanque, Tilarán.

Responsable: Dirección de Planes y Operaciones.

Actividad No.14

Realizar talleres de capacitación dirigidos a los miembros de los Comités Locales de Emergencia :

Un taller para los Comités de La Fortuna

Un taller para los Comités del Tanque

Un taller para los Comités de San Carlos

Un taller para los Comités de Tilarán

Responsable: Dirección Técnica, Dirección Planes y operaciones, CNE.

Actividad No 15

Definición de los contenidos de los talleres bajo los siguientes criterios, según:

-Las amenazas

-Las instituciones integrantes y nivel de responsabilidades

-Las funciones de cada institución debe desempeñar

-La ubicación y características geográficas de la zona

-Las necesidades de atención a la población

-Formas de comunicación y alertas

-La forma de operación de la CNE

Responsable: Dirección Técnica, Dirección de Planes y Operaciones, CNE.

Actividad no.16

Elaboración de material divulgativo y manuales de procedimientos orientados a los integrantes de los Comités Comunales (u otras formas de organización local) relacionados con:

-Información sobre amenazas locales

-Procedimientos de respuesta en caso de emergencias (severos y no severos), ya sea por avalanchas, caída de cenizas, flujos piroclásticos o de lava, entre otros.

-Procedimientos para la evacuación que contemple la organización, el uso de alertas, rutas de entrada y salida, puntos de encuentro a nivel comunal, lugares posibles de albergue temporal.

-Suministro de avituallamiento

-Normas para la estadía en los albergues temporales.

-Manejo integral del tratamiento al turista en zona de máxima amenaza.

Responsable: Dirección Técnica, Dirección Planes y Operaciones, CNE.

Actividad No.17

A partir de la información aportada por las instituciones, los Comités locales y Comunales deben elaborar su propio plan de respuesta, el cual debe de contemplar como mínimo los siguientes puntos:

-Mecanismo de convocatoria de los integrantes del comité

-Definición del punto de reunión del comité

-Delimitación de las tareas de los integrantes del comité

-Elaboración de un mapa que contenga las rutas de acceso y salida tanto para la evacuación de la población como para la entrega de suministros. De ser posible, ubicar en el mapa los segmentos habitacionales y los nombres de las familias.

-Definición en el sitio de las vías de comunicación para brindara información a la población requerida.

-Establecimiento de los medios para alertar a la población

-Defición de puntos de encuentro para la evacuación