

AMENAZAS

de origen natural
y gestión de riesgo en el Ecuador



Reducción de Riesgo de Desastre





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL

y gestión de riesgo en el Ecuador

Editor

Dr. Theofilos Toulkeridis (Ph.D.)

Amenazas de origen natural y gestión de riesgo en el Ecuador

Dr. Theofilos Toulkeridis (Ph.D.)

Primera edición electrónica. Junio 2015

ISBN: 978-9978-301-16-6

Par revisor: Dr. Gustavo Barrantes Carrillo; PhD Rodrigo Márquez Reyes

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Grab. Roque Moreira Cedeño

Rector

Publicación autorizada por:

Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Editor:

Dr. Theofilos Toulkeridis (Ph.D.)

Producción:

David Andrade Aguirre

Pablo Zavala A.

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico.

El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias es de **exclusiva responsabilidad** del autor.

Los derechos de esta edición electrónica son de la **Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE**, para consulta de profesores y estudiantes de la universidad e investigadores en: <http://www.repositorio.espe.edu.ec>.

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador.

<http://www.espe.edu.ec>

Dedicatoria

Francisco Pauker

1945 - 2012



Francisco Fernando Pauker Gutiérrez, de nacionalidad Ecuatoriano-Alemán era un experto en las Ciencias y Filosofías de atención, prevención y respuesta en el caso de desastres de origen natural como antrópico. El Coronel E.M.C. (S.P.) Francisco era Licenciado. e Instructor de y en Educación Física, Administrador de Personal, Licenciado. en Administración y Ciencias Militares y Diplomado Superior en Gestión de Riesgos y Desastres.

Detrás de una vida entera laboral en el área militar en el Ejército Ecuatoriano como en la Dirección Nacional de la Defensa Civil, nuestro amigo y compañero Francisco Pauker nos deja con el legado de impulso hacia este libro sobre la Gestión de Riesgos en el Ecuador.

Francisco hasta su deceso, estuvo casado por 38 años con la Sra. Ximena García Lasso de cuyo matrimonio nacieron tres hijas Ivonne, Verónica y María Fernanda Pauker García.

Se caracterizó como un esposo y caballero inigualable, padre ejemplar, amigo incondicional, amante de la verdad y la justicia y sobre todo con un grande e inmenso amor profundo hacia aquella energía infinita de la creación “Dios”.

Se podría agregar mucho más sobre su vida y experiencias, pero su mayor deseo fue el poder plasmar en este libro su conocimiento y experiencia que aplicado con responsabilidad salvará muchas vidas.

Prefacio

Frente a las amenazas que enfrenta la humanidad, naturales y antrópicas, muchas de ellas de carácter colosal –terremotos, inundaciones, tsunamis-, la única herramienta comprobada para salvar el capital más importante de una sociedad, la vida de sus habitantes, es la prevención. Este pensamiento orienta y norma, a lo largo de sus páginas, a un libro monumental “Amenazas de origen natural y gestión de riesgo en el Ecuador”, cuyo editor es el destacado científico Dr. Theofilos Toulkeridis.

El equipo de trabajo multidisciplinario que gestó este fundamental aporte, en cuya nómina constan científicos de renombre del país y el exterior, ha estructurado una obra que analiza, desde una óptica rigurosa y holística, la gestión de riesgos y desastres; desde los conceptos básicos de amenazas naturales y antropogénicas; las diferentes clases de riesgos; las políticas mundiales y ecuatorianas en materia de prevención de riesgos naturales, seguridad integral y gestión del riesgo; el papel que le cabe a la comunidad en materia de prevención; los mecanismos para enfrentar a los desastres y y los conceptos que deben manejar los gobiernos locales en materia de ordenamiento y planificación territorial, tomando en cuenta los criterios de prevención de riesgos.

Los especialistas analizan de manera exhaustiva cada uno de los acápite, realizando no solo un aporte teórico al conocimiento de la gestión de riesgos, sino que realizan un aporte inestimable en el marco de la construcción de políticas públicas de prevención, incluyendo los mecanismos de construcción de sistemas de alerta, la participación comunitaria en materia de prevención, los mecanismos para enfrentar desastres naturales, en procura de cumplir la misión fundamental de un Estado y una sociedad: garantizar la vida de sus habitantes.

Esta magnífica obra refleja de manera estupenda la filosofía y la misión de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que concibe el conocimiento como la mejor herramienta para contribuir al desarrollo de la nación y de sus Fuerzas Armadas. Nuestros científicos, la planta de profesores, los alumnos y el personal administrativo, estamos absolutamente comprometidos con el futuro del Ecuador y procuramos contribuir todos los días a su engrandecimiento.

Confío en que este interesante aporte de nuestros docentes, pueda ser utilizado por la autoridad nacional en materia de gestión de riesgos, por las autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, por los estudiosos del tema y por la comunidad en general para mejorar la cultura de prevención con el fin de atenuar las consecuencias de los desastres naturales y propiciar una rápida respuesta de la colectividad frente a estas contingencias. Como lo señala estupendamente la obra, el costo mayor en esta materia es no hacer nada.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, presenta con legítimo orgullo a la nación, en especial a la comunidad científica, este manual “Amenazas de origen natural y gestión de riesgo en el Ecuador”, como parte de sus proyectos de investigación, que consolidan su posición de líder en el campo de colocar a la ciencia como el mejor instrumento de desarrollo del Ecuador.

Cierro este prefacio señalando el profundo agradecimiento de las autoridades de la universidad, sus académicos y estudiantes, a los doce científicos que suscriben su autoría y al editor de la misma.

General Roque Moreira

Rector Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Tengo el altísimo honor de participar en la publicación de este extraordinario libro sobre las AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL y gestión de riesgos en el Ecuador; compendio con análisis y criterios de quince distinguidos académicos, abordando temas muy importantes para coadyuvar a lograr lo más loable y preciado que pueden realizar las instituciones encargadas de la seguridad interna de un estado; esto es la tarea de reducir los riesgos y por ende salvar vidas y su infraestructura, servicios básicos muchas veces críticos para la convivencia social. Esto se logrará estando preparados para afrontar riesgos de origen natural que en nuestro bello Ecuador por sus condiciones geográficas, al ser un país andino, amazónico, costero e insular; tiene características físicas y una actividad geodinámica que nos exponen a riesgos y amenazas; esto nos conduce a que nuestro país presenta características de riesgo elevado; en la mayoría de casos con consecuencias desastrosas en comunidades o ciudades enteras, si no se realiza una gestión prospectiva de los posibles eventos naturales con características de catástrofes.

En sus primeras páginas del libro encontraremos a manera de introducción definiciones y características de los riesgos y desastres que nos permiten fácilmente comprender que actividades deben cumplirse antes de la concurrencia del desastre o evento adverso; nos relata con lujo de detalles la prevención, preparación, mitigación y la alarma o alerta en la población. Para más tarde, una vez llegado el evento, se pueda dar atención y respuesta, la asistencia a las personas o comunidades afectadas; existirán ocasiones que amerite la búsqueda y rescate de víctimas, la rehabilitación y la reconstrucción. Estas actividades nos muestran como un círculo a cumplirse, sumado a ello debe existir políticas de estado y nos plantean un plan para fortalecer las instituciones que conforman el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.

En un segundo capítulo nos presentan las Políticas mundiales y ecuatorianas referentes a los riesgos; claramente se establece la transición de la concepción tradicional de Seguridad Nacional a nuevas concepciones de multidimensionalidad de la Seguridad; tal es el caso de la Seguridad Humana que conlleva a pensar en la protección de los individuos y comunidades, donde el fundamento y razón de ser de la Seguridad es el ser humano, presentan visiones menos restrictivas que están motivando la reestructuración de roles y competencias en órganos encargados de la Seguridad. También se hace referencia a la Seguridad Integral que es una visión del Estado Ecuatoriano que va desde la desmilitarización de la seguridad, hasta la protección de la naturaleza. Posteriormente se manifiesta al riesgo como presagio de la posibilidad de ocurrencia de un evento con daños o pérdidas futuras, se recalca que los desastres son el resultado de riesgos no manejados.

Posteriormente en el capítulo cuarto con detalle se establecen las amenazas de origen natural, destacando los terremotos y fallas geológicas, tsunamis, terrenos inestables, inundaciones; con una amplia explicación de cada una de estas amenazas, llegando a plantear planes de simulación y simulacro que a través ejercicios permita verificar el grado de preparación o alistamiento de la población. Seguidamente en el capítulo cinco se refiere a la Subsistencia, con una amplia explicación del caso de México, la cual constituye la población con mayor densidad poblacional del mundo, la zona metropolitana da cabida a 20 millones de habitantes. Se presenta la metodología empleada por el Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG), sobre un subsuelo muy heterogéneo con depósitos fluvio-lacustres en la cuenca volcánica de la ciudad de México, misma representa una vulnerabilidad natural del terreno.

En un quinto capítulo se pone a la comunidad el centro de gravedad para la planificación de la gestión local del riesgo, misma debe establecer un Plan de Gestión de Riesgos que vaya articulado al Plan de Desarrollo Local; esto con el objetivo de reducir las vulnerabilidades de los individuos y sus bienes que están expuestos a los riesgos naturales. Este plan es el resultado de un proceso que incluye estudios, observaciones, evaluaciones planificadas, redactadas en un documento que permita guiar las acciones antes durante y después de la emergencia.

Adentrándose en el análisis, en los capítulos seis y siete se presentan detalles de herramientas tecnológicas que permiten el entendimiento del mundo y sus complejidades, se plasma un Sistema de Información Geográfico (SIG), considerado como un mapa inteligente que representa los diferentes objetos espaciales en una forma geométrica y cartográfica, se trabaja con datos georreferenciados, colocando cualquier dato o elemento de información puede ser colocado en un sistema de coordenadas sobre la superficie de la tierra. La utilización de la información geográfica continúa aumentando y su importancia será cada vez mayor en los llamados “geoportales”, muy útil para la toma de decisiones.

Más adelante en el capítulo ocho se analiza la función Logística, tan indispensable para el soporte de las operaciones; estas acciones involucra a los abastecimientos para humanos y animales, prendas de protección; la sanidad relacionada con la salud biológica, estructural, preventiva y curativa; el transporte de personal, abastecimientos, materiales, herramientas y equipo necesario para apoyar a los damnificados; el mantenimiento de instalaciones, servicios básicos, alojamiento, alcantarillado y otras; finalmente la construcción de obras

suplementarias. En la función de Recursos Humanos hace referencia a evacuados a los alberges. En la función de Relación Social activando el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) para conducir y tomar las decisiones en beneficio de los damnificados.

En los capítulos finales, en el noveno se establece el ordenamiento y planificación territorial en caso de amenazas de origen natural, que pretende colocar cada cosa en su lugar y proporcionar el sustento legal de las acciones, todo aquello con un análisis prospectivo y conveniente, llegando incluso a un reordenamiento producto de la retroalimentación de la situación. Concluyendo tan atractiva obra en su capítulo diez cuando se refiere al costo o las implicaciones económicas que le representa al Estado el “no hacer nada” en la gestión de riesgos; daños que no solo se limitan a detrimentos económicos y de infraestructura; lo más costoso e irreparable son las pérdidas de vidas humanas, en esta aspecto con detalle se demuestra los eventos naturales que ha vivido la humanidad en periodos determinados de tiempo y sus efectos en daños causados y por ende en pérdidas humanas y económicas para los estados afectados.

En este entretenido análisis que compendia varios aspectos relacionados con la gestión de riesgos es fundamental considerar que en los escenarios actuales se aprecia un aumento de los desastres naturales, tanto en la frecuencia como en la magnitud y sus graves consecuencias; esto está relacionado al cambio climático, sobrepoblación, degradación de medio ambiente. Nuestro país al estar en la cuenca del Pacífico al igual que el resto de países andinos, está expuesto a las amenazas biológicas, geofísicas, hidrológicas, meteorológicas y climatológicas; por lo que es imprescindible la preparación para prevenir antes que lamentar catástrofes de incalculables consecuencias. Aquí radica la importancia de esta obra, que nos llama a la preparación y concientización de todos los componentes del Sistema de Gestión de Riesgos, empezando por las personas, la comunidad, las instituciones del Estado responsables de la seguridad, los académicos que basados en investigaciones propongan alternativas para que sean aprovechadas por la mayoría de la sociedad ecuatoriana y por qué no irradiar las fronteras patrias y constituya un aporte para nuestros conciudadanos en la región sudamericana y mundial.

Finalizo haciendo extensivo mi felicitación, por tan brillante iniciativa que reúne y sintetiza criterios de varios expertos académicos de nuestra Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE y de la comunidad académica en general; mismos que desde diferentes ópticas complementan y exponen una obra completa sobre la Gestión de Riesgos en Ecuador, compendio de fácil comprensión y sobre todo muy útil para salvaguardar vidas humanas e infraestructura crítica de la sociedad. Esperamos que se aprovechen sus contenidos y experiencias expuestas y pronto se reviertan en acciones en la población e instituciones gubernamentales que preparen a la población ecuatoriana a enfrenta los riesgos presentes en nuestro querido e incomparable Ecuador.

Crnl. EMC Jorge Ortiz Cifuentes
Director del Departamento. de Seguridad. y Defensa.

Soluciones para Ecuador, un País Mega-Vulnerable

Ecuador parece a primera vista geológica solo un país mas al rededor del Pacifico. Sin embargo debido a su situación geodinámica y su posición geográfica en conjunto con su faltante o no financiada política de prevención en diferentes sectores se hace uno de los pocos países que nunca va a superar el próximo desastre si llegara a las expectativas de los científicos. Nuestro país mega-vulnerable es amenazado por una serie de volcanes activos con potencialmente largas fases de erupciones y con alcances que cubrirán y envolverán todo el territorio nacional y mas allá, fallas geológicas enormes y dispuestas a reactivarse con fuertes terremotos en cualquier momento, un litoral dispuesto a tsunamis cuales pueden superar la catástrofe de Asia en 2004, de Chile en 2010 y de Japón en 2011 y áreas enormes hasta subacuaticas con inestabilidades que provocaran deslizamientos después de las pocas y bien conocidas alteraciones climáticas, temporadas lluviosas o secas y la presencia de los fenómenos de “La Niña” y “El Niño”.

Ciudades como Quito, Riobamba, Guayaquil, Portoviejo y Esmeraldas para numerar pocas de las muchas ciudades dispuestas a una combinación de las amenazas mencionadas, perderán todo el progreso de las ultimas décadas, sus pocos ahorros y una gran cantidad de sus recursos mas importantes: sus habitantes. Es solo cuestión de tiempo hasta cuando una catástrofe de forma apocalíptica impactara algún sitio en el Ecuador.

Pero si las amenazas y las vulnerabilidades son conocidas ¿porque no hay una cultura de prevención? ¿por qué no hay una política aplicada dirigida en la reducción de riesgos y vulnerabilidades? y ¿ porque no existe una eficiente planificación territorial cual evita el acercamiento hacia las zonas de alta peligrosidad? La respuesta principal es que falta principalmente la educación y capacitación en todos los niveles socio-económicos sobre reducción de vulnerabilidades. Explicar a todo el país las causas de las amenazas a las cuales somos expuestas, sembrar la filosofía de prevención y esperar que la población con su creatividad se puede ayudar a si misma mientras los científicos difunden su conocimiento en forma masiva y permanente. Esto seria mas probable la mejor solución. Es decir que “Un pueblo educado ni va a ignorar ni a exagerar delante de una amenaza potencial, porque siempre es mejor prevenir antes que lamentar”.

Quito y otras ciudades de Ecuador, por sus activas geodinámicas y el creciente incremento en sus poblaciones y su territorios, se deben de tener dentro de las metas prioritarias, la de construir apropiadamente, teniendo en cuenta los tres elementos importantes: su fundación, los materiales adecuados para construir y su entorno, evaluando su vulnerabilidad ante las amenazas naturales e impacto ambiental. En pocas palabras hay de aplicar un desarrollo sustentable con base de una planificación inteligente y un ordenamiento territorial cual respeta e impide la influencia de amenazas de origen natural.

El grupo de la investigación denominado Geodinámica Interna y Externa - GEO1, siguiendo la línea de Investigación llamada “Reducción de Riesgos de Desastres” con el apoyo del personal académico y técnico del Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE y varios expertos internacionales de diferentes países del mundo, a través de su experiencia en estos temas esta explicando y preparando en las capacitaciones a la población e interesados en forma preventiva, las medidas potenciales de mitigación, construcción sismo-resistente hasta sismo-indiferente, reducción y transferencia de riesgos, técnicas de evacuación, formas de comunicación como manejo de alimentación (antes) durante y después de un desastre, planes de emergencia, planes de contingencia, logística adecuada, planes familiares y de autoprotección. Los mismos expertos en sus intervenciones explican también, como un ordenamiento territorial apropiado puede ayudar a disminuir significativamente los riesgos provenientes de las amenazas naturales (incluyendo el cambio climático). Así, la capacitación de un pueblo y sus administradores proactivos es importante para el desarrollo del ser humano como de las instituciones participantes. La instrucción ayuda a incrementar el rendimiento y desempeño y además aumenta la reducción de su vulnerabilidad delante las mencionadas amenazas de origen natural.

Resumiendo y concluyendo este libro puede ayudar significadamente en el fomento la educación preventiva explicando varios pasos de la “Gestión de Riesgos” dentro de nuestro país y ojala mas allá.

Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis (Ph.D.)

Docente Investigador de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Líder Grupo de Investigación GEO1 - Líder de la Red Ecuatoriana de Cambio Climático - Líder de la Línea de Investigación de Reducción de Riesgo de Desastres
<http://geo1.espe.edu.ec>

Capítulo I

AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL

Theofilos Toulkeridis¹ - Carlos Gutierrez² - Francisco Pauker³

¹Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador;

²Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito, Ecuador;

³Dirección Nacional de Defensa Civil, Quito, Ecuador

1. Amenazas Geológicas

Cuando un proceso natural sea geológico o hidro-meteorológico afecta al bienestar de ser humano, sus actividades socio-económicas o su infraestructura se convierte en una amenaza natural. De las mismas existen varias empezando de sismos, hasta deslaves. En este capítulo se presentaran las principales amenazas geológicas y después las amenazas hidro-meteorológicas.

Clasificación de los desastres:

Por su aparición

Súbitos (terremotos)
Mediatos (inundaciones)

Por su duración

De corto o mediano plazo
Larga duración

Por su origen

Naturales (geológicos y hidro-meteorológicos)
Antrópicos (inducidos por la mano del hombre)

1.1 Terremotos y Fallas Geológicas

Nuestro planeta Tierra se formó hace 4.550 millones de años atrás junto con los otros planetas (Mercurio, Marte, Venus, Saturno, Júpiter, Neptuno, Uranio (Plutón es planetaoide, no es un planeta), una estrella (el sol) y aproximadamente 140 lunas de nuestro sistema solar. Desde el comienzo, el calor impulsado por el planeta azul tuvo alta energía. La separación de los elementos de diferente estabilidad y densidad crearon las diferentes capas, en las cuales la superficial, la corteza esta dividida en una cantidad alta de placas, cuales se mueven desde entonces en diferentes direcciones separándose, chocándose o simplemente creándose pero moviéndose en direcciones opuestas a lo largo de los límites o fronteras en las margenes de las placas, provocando unos terremotos devastadores.

A los tres tipos conocidos de límites entre placas, se los puede agrupar como sigue: (a) límites divergentes, cuando las placas se separan y se mueven en direcciones opuestas, permitiendo que se

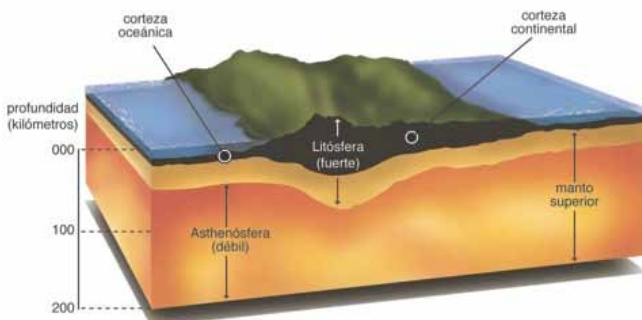


Fig. 1.1, Todas las placas constituyen la litósfera, constituida por la corteza oceánica o continental y el manto superior. A la parte plástica del manto superior, ubicada inmediatamente por debajo de la litósfera, se la denomina astenósfera, que tiene un espesor aproximado de 100 km. La fusión parcial (rocas parcialmente fundidas) posibilita que las rocas puedan fluir en esta zona. En esta forma, la astenósfera actúa como un lubricante que hace que se mueva fácilmente la litósfera, ubicada por encima. El movimiento en sí es un proceso de geodinámica localizado en el manto, bajo de la litósfera e impulsado por el calor interno de la Tierra, que se denomina convección (Toulkeridis 2011).

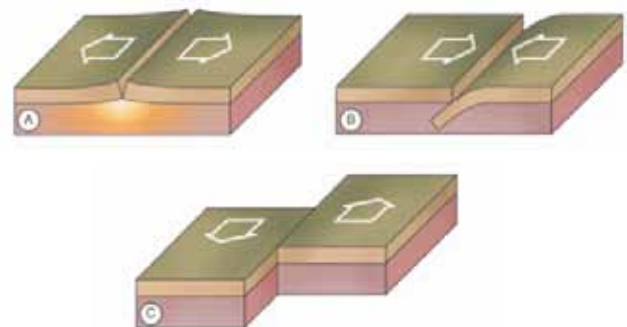


Fig. 1.2, Los tres tipos de límites entre placas, que son (a) límites divergentes, (b) límites convergentes, y (c) límite de fallas transformantes o transcurrentes. (Toulkeridis, 2011)

forme nueva litosfera (todas las placas constituyen la litósfera, constituida por la corteza oceánica o continental y el manto superior), a partir del magma ascendente desde las Dorsales Medio-Oceánicas, en un proceso también denominado expansión del fondo oceánico, o en los “rifts” continentales, (b) límites convergentes, cuando las placas chocan y una de ellas se hunde bajo la otra, a lo largo de la denominadas zonas de subducción (donde roca fundida, el magma se asciende para formar volcanes), o donde se forman cordilleras y cadenas debido a la colisión entre placas, y (c) límite de fallas transformantes, cuando las placas se desplazan horizontalmente entre sí. Con base en los tres tipos de límites de las placas, se ha reconocido 12 o más placas litosféricas de formas y tamaños irregulares, que forman la corteza terrestre. Cuando termina un determinado tipo de comportamiento cinemático, es decir, de divergencia, convergencia o transurrencia (transformante), aparece un límite de diferente tipo.

Los movimientos de las placas son para un ser humano lentos e imperceptibles, pero medibles a través de diferentes instrumentos. Debido a varios factores de morfología y geometría de las placas, los desplazamientos, por más lentos que sean, se dificultan en su camino de movimiento, y comienzan a acumular una energía de tensión que en algún momento se liberará y una de las placas se moverá bruscamente contra la otra rompiéndola y liberándose entonces una cantidad variable, pero enorme de energía que origina terremotos. El origen del 90 % de los terremotos es por esta causa (sismos tectónicos), relacionada a zonas fracturadas o fallas geológicas, que dejan sentir sus efectos en zonas extensas, mientras 10% de los terremotos (o temblores en lenguaje popular) son de origen volcánico, y ocurren por el movimiento del magma en su afán de alcanzar la superficie.

La intensidad y o la magnitud de los movimientos telúricos se miden a través de las escalas de Magnitud o de Richter-Gutenberg (mas conocida como escala de Richter), o la de la Intensidad de Mercalli Modificada. La escala de Richter representa la energía cinética liberada en un terremoto basándose en un registro sismográfico. La escala misma, que es abierta, crece en forma semi-logarítmica, de manera que cada punto encima del otro significa que tiene un valor 10 veces mayor al anterior, y la energía liberada se multiplica por 32. La escala de Mercalli no se basa en la medición de datos sino en los efectos o daños producidos en la infraestructura y en la comparación de la sensación percibida por la población cerca o dentro del área afectada. La escala de Mercalli Modificada (MM) tiene doce

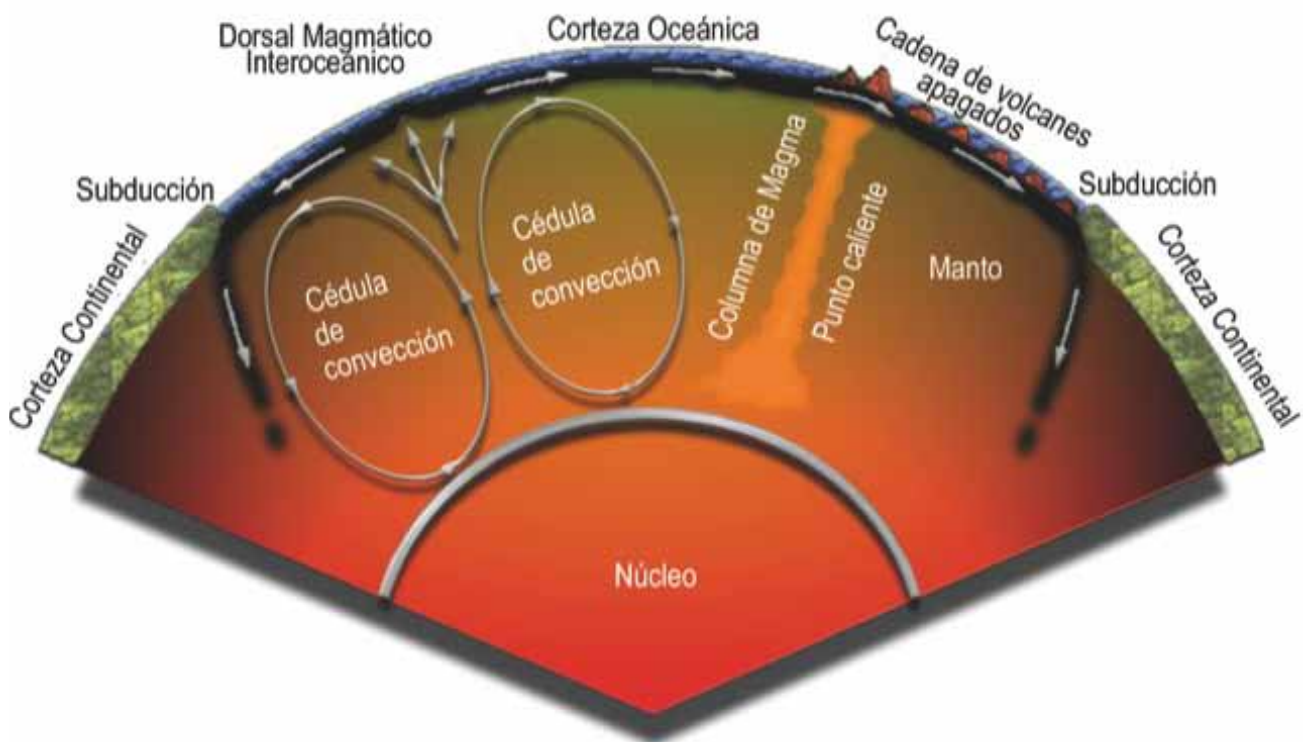


Fig. 1.3, Las placas de la Tierra se mueven por la acción de celdas de convección del manto subyacente. El mecanismo y proceso donde el magma asciende en los puntos calientes es todavía desconocido. (Toulkeridis, 2011)

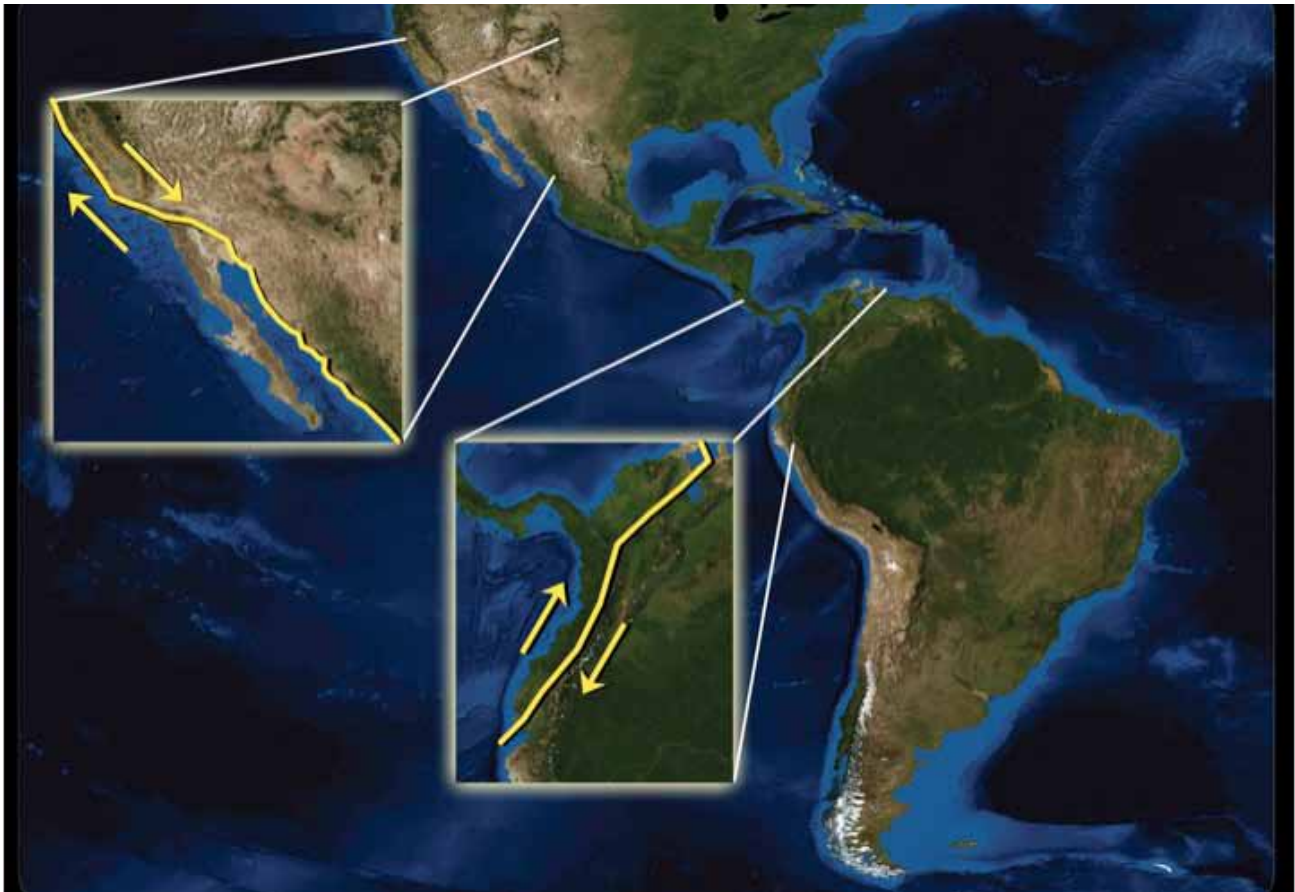


Fig. 1.4, Dos ejemplos de fallas geológicas enormes en fronteras de las placas transformales. La de San Andres, Estados Unidos y Guayaquil-Caracas Mega Falla en el noroccidente de América del Sur. (Toulkeridis, 2011)

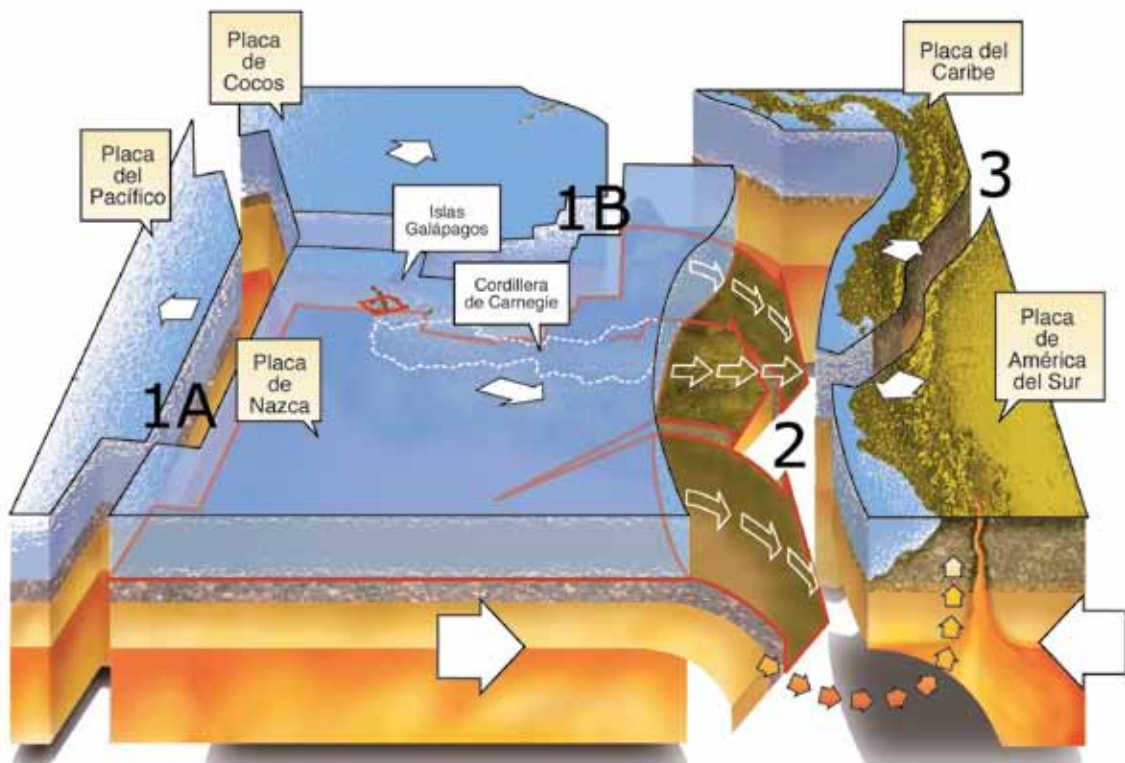


Fig. 1.5, Ejemplo de las tres fronteras de las placas en la parte noroccidental de America Sur. 1A representa en la parte occidental de las islas de Galápagos una frontera de placas divergente llamada el “Levantamiento Oriental del Pacifico” (East Pacific Rise), 1B representa en la parte norte de las islas de Galápagos también una frontera de placas divergente llamado el “Centro de Expansión de Galápagos” (Galapagos Spreading Center), 2 representa una frontera de placas convergente llamada la “Fosa Ecuatoriana” (Ecuadorian Trench) y finalmente 3 representa una frontera de placas transformal llamada Guayaquil Caracas Mega Falla, cruzando Ecuador, Colombia y Venezuela. (Toulkeridis, 2011)

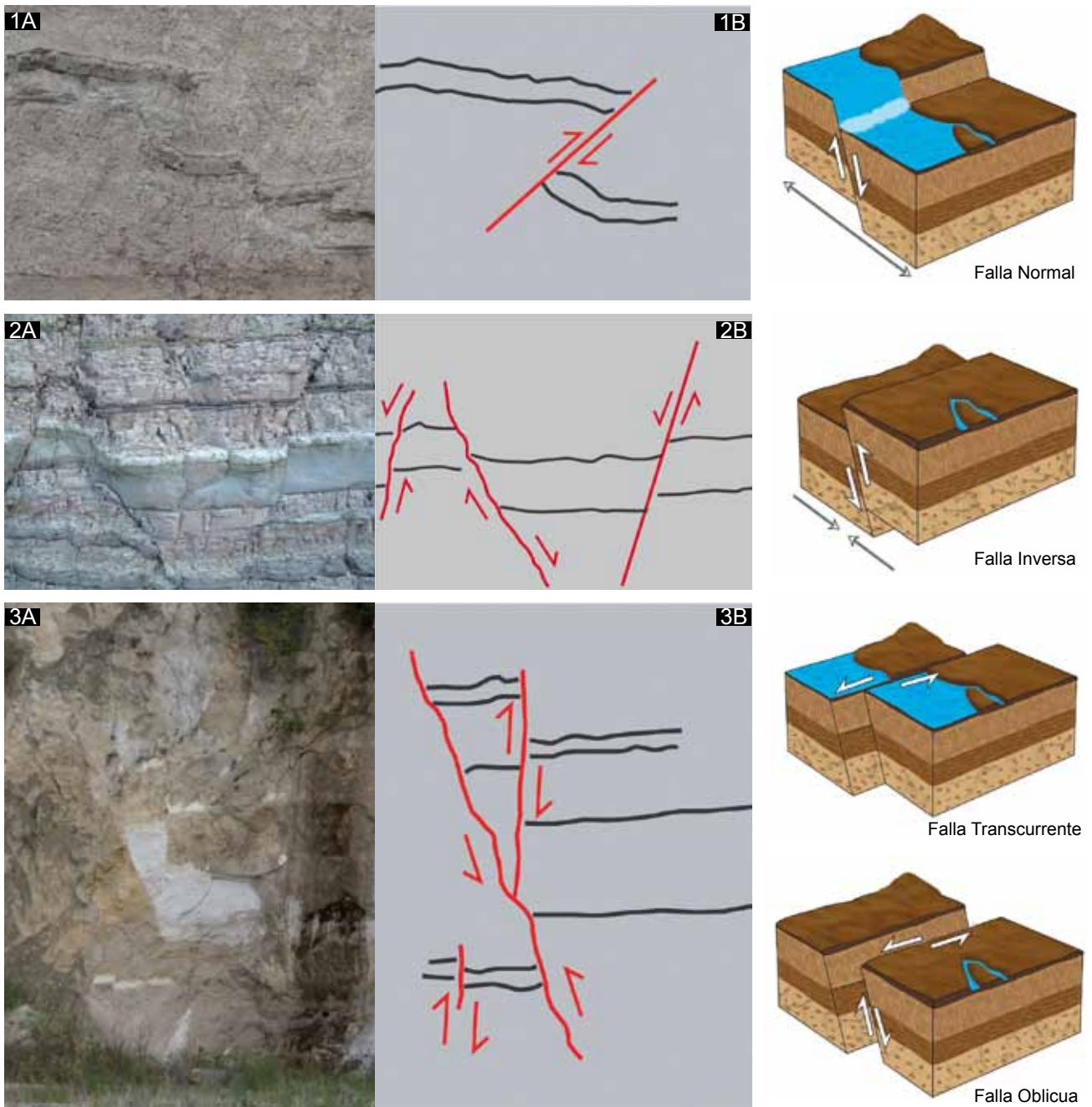


Fig. 1.6, 1A, 1B: Falla normal en Guayllabamba. 2A, 2B: Falla y generación de pliegues, Guayllabamba. Fig. 1.7, Toulkeridis, 2011
 3A, 3B: Falla transcurrente (transormal) e inversa en Zambiza. (Toulkeridis, 2011)

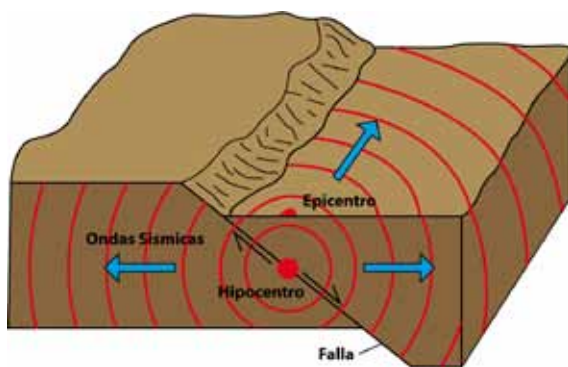


Fig. 1.8, Ubicación de Falla, hipocentro, epicentro y la expansión de las ondas sísmicas. (Toulkeridis, 2011)

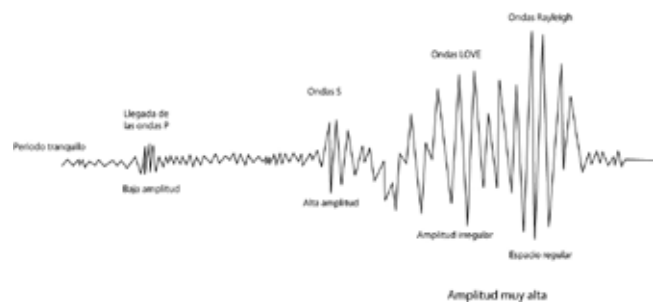


Fig. 1.9, Ilustración de típicas amplitudes de las diferentes ondas sísmicas tipo P, S, L y R. (GEO1-Toulkeridis)

grados diferentes, de cuales el primero (siglo romano de I) es imperceptible para seres humanos y el último (XII) representa destrucción total con pocos sobrevivientes.

Los movimientos de la tierra quedan registrados en los estratos o depósitos de sedimentos que más tarde formarán las rocas sedimentarias, cuando las rocas se comportan de manera elástica, entonces se forman pliegues y cuando las rocas se fracturan, se desplazan y así se forman las fallas geológicas. Es decir, que la rotura de las placas se expresa y es visible en las denominadas fallas geológicas. Una falla representa un plano por el que se ha fracturado una gran masa de roca y sobre la cual se desplazan los bloques definidos por la fractura, unos con respecto a otros.

De las mismas fallas hay tres tipos diferentes según el tipo de movimiento que se produzca. Hay movimientos verticales cuales producen fallas inversas debido a fuerzas compresivas y fallas normales debido a fuerzas expansivas o divergentes y movimientos horizontales cuales producen fallas de desgarre o transcurrentes (transformales). La combinación de los dos últimos tipos de movimientos crean las fallas oblicuas.

Los terremotos grandes liberan energía y desplazan la tierra a través de las fallas geológicas y este alto potencial destructivo puede ocurrir prácticamente sin ningún aviso previo. Es decir, la cercanía a una falla geológica activa es una buena indicación de altísima vulnerabilidad de este terreno donde le atraviese la falla. Si el terreno donde hay una falla geológica superficial es inestable, se aumentara la vulnerabilidad de la infraestructura como de la gente viviendo encima o cerca de la misma. Un terremoto puede durar pocos segundos hasta mas largo que un minuto. Sin embargo si el terreno es inestable, el movimiento puede durar mas tiempo y puede ser así aun mas destructivo.

	Escala Richter		Escala de Mercalli
2,5	En general no sentido, pero registrado en sismógrafos.	I II	Casi nadie lo ha sentido. Muy pocas personas lo han sentido.
3,5	Sentido por mucha gente.	III IV V	Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto. Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto. Sentido por casi todos, mucha gente se despierta.
4,5	Pueden producirse algunos daños locales pequeños.	VI VII	Sentido por todos, mucha gente corre fuera de los edificios. Muebles se mueven y pueden producirse algunos daños. Todo el mundo corre fuera de la edificaciones. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas.
6,0	Terremoto destructivo	VIII	Las construcciones correctamente diseñadas se dañan ligeramente. Las otras se derrumban.
7,0	Terremoto importante	IX X	Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado. Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.
8,0	Grandes terremotos	XI	Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.
9.0	Terremotos excepcionales	XII	Destrucción Total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo

Tabla 1.1, Comparación de magnitudes y intensidades entre las escalas Richter-Guttenberg y Mercalli Modificada.

Un movimiento sísmico se propaga mediante ondas elásticas a partir del punto de ruptura dentro de la tierra llamado hipocentro (o foco sísmico), mientras el epicentro representa el punto en la superficie vertical al hipocentro, donde el sismo afecta generalmente primero a personas o la infraestructura encima de origen del terremoto. Hay cuatro principales tipos de ondas, cuales se denominan ondas "P", "S", "R" y "L". La onda "P" es la onda primaria cual se registra primera en los sismógrafos en la superficie de la tierra. Es una onda longitudinal cual esta atravesando líquidos como sólidos en una velocidad entre 8 y 13 km/s. La onda "S" es la onda secundaria cual es una onda transversal y así mas lenta que la onda "P", cual con una velocidad entre 4 y 8 km/s atraviase solo sólidos. En forma general, con la diferencia del tiempo de llegada en los sismógrafos entre la onda "P" y "S" se calcula la ubicación del terremoto en misma forma por su epicentro y hipocentro. La ondas de tipo "R" (Rayleigh) y "L" (Love) son ondas superficiales cuales viajan como ondas de agua (R) o cuales provocan cortes horizontales de la tierra (L). Hay también una interacción de las ondas "P" y "S" cuales son superficiales ondas, bastante lentas (3.5 km/s) y las mas destructivas de todas.

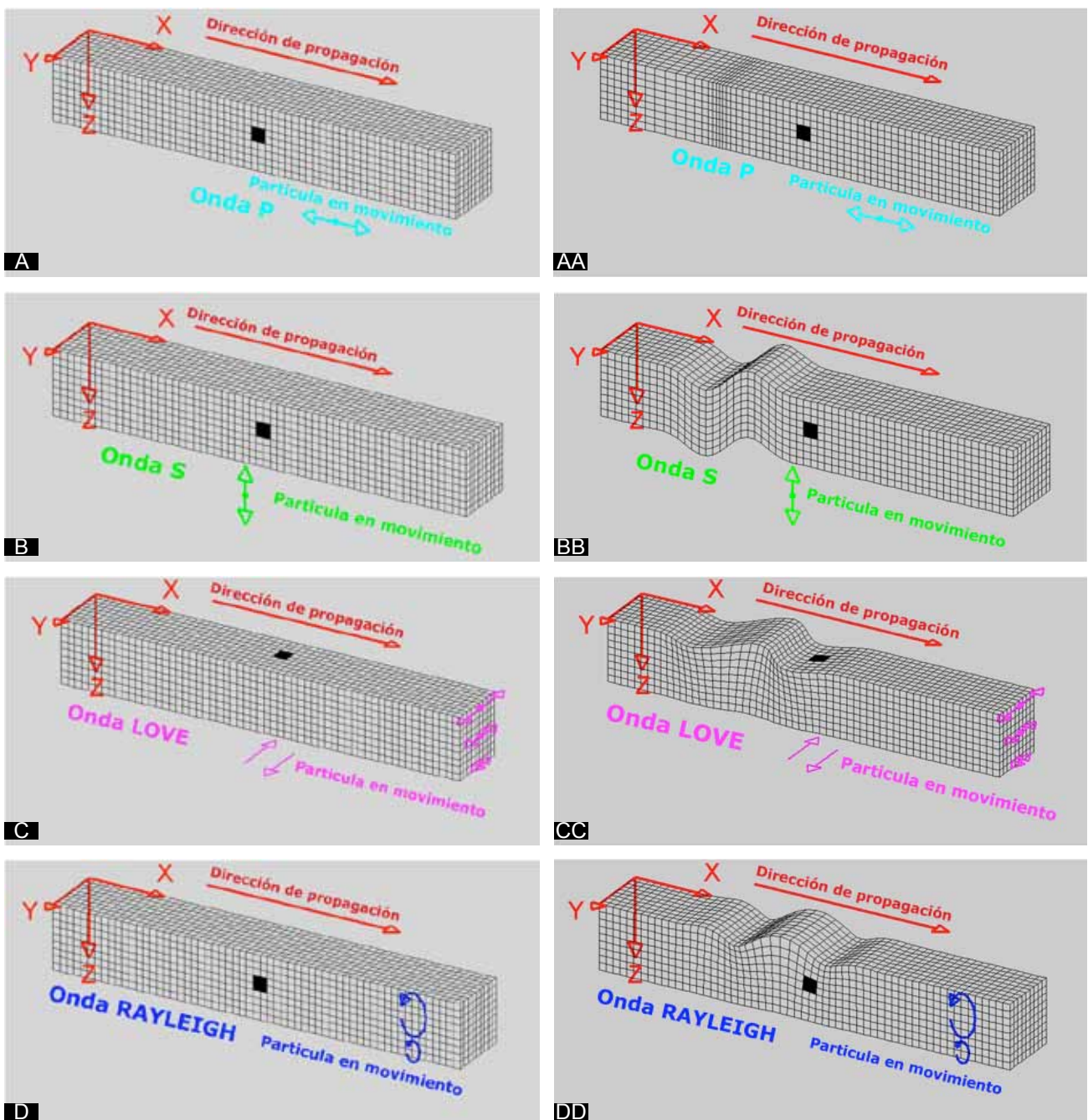


Fig. 1.10 A - DD, Las cuatro ondas sísmicas diferentes ilustrando su movimiento. Onda P en fig. A y AA, Onda S en fig. B y BB, Onda L en fig. C y . CC y onda L en fig. D y DD. (GEO1-Toulkeridis).

1.1.1 Efectos secundarios de actividad sísmica

“Un terremoto jamás mata personas, pero edificios cuales colapsan si” dice Richter y así se explica que realmente los efectos secundarios son responsables para la afectación hasta muerte de personas, de altísima destrucción de infraestructura y la interrupción de actividades socio-económicas.

Entre los efectos secundarios se cuenta con el movimiento de terreno y peor cuando el terreno mismo es suave o inestable. La ruptura y o el desplazamiento del terreno es así pendiente de la composición del suelo y la propagación y transmisión de las ondas sísmicas. Terremotos pueden provocar inestabilidad de taludes cuales resultan en diferentes tipos de movimiento de masas, sea en forma de deslizamientos, derrumbes o caídas de rocas (grandes). Terremotos pueden incentivar incendios debi-



Fig. 1.11 - 1.12, Diferentes efectos y daños secundarios del terremoto de Bahía de Cadaquez en la costa Ecuatoriana en 4 de Agosto de 1998. Se notan falsas columnas, licuefacción y fisuras. (GEO1-Mario Cruz).



Fig. 1.13, Deslizamiento debido de terremoto de El Salvador 13 de Enero de 2001. Cortesia Wordpress.



Fig. 1.14, Efectos de derrumbe en Costa Rica del terremoto de 8 de Enero de 2001. Cortesia Associated Press



Fig. 1.15, Colapso de edificio por terremoto en China. AFP

do de interrupción de la transmisión de energía eléctrica con la destrucción o caída de torres eléctricas como en la destrucción o interrupción de cables o ductos de gases o de petróleo (o de gasolina). Licuefacción de suelo es otro efecto secundario provocado por terremotos. En este caso material granular como arena cual es saturada en agua pierde debido de sacudimiento temporalmente su fuerza sólida para transformarse en líquido. Debido de este circunstancia el suelo puede colapsar y hasta hundirse y así todo que esta construido encima del mismo. Hay de referir también al hecho que terremotos pueden provocar o generar actividad volcánica, cual tiene sus propias amenazas (volcánicas). Finalmente, terremotos cuales ocurren en el mar se llaman maremotos y los mismos cuando superan una cierta magnitud pueden generar tsunamis.



Fig. 1.16 - 1.17, Daños en casas y muros debido de fallas geológicas activas. Piñas, Ecuador . (GEO1-Toulkeridis)



Fig. 1.18, Deformaciones en via debido de falla geologica activa, Manila, Filipinas. (GEO1-Toulkeridis)



Fig. 1.19, incendio debido de terremoto de Concepción Chile del 27 de Febrero de 2010. Cortesia Associated Press.

1.1.2 Formas de reducción de riesgo sísmico para obras y la sociedad

La mejor defensa frente a las amenazas naturales de cualquier tipo es la educación en todos los sentidos. Los residentes y las autoridades deben estar alertas y consientes ante los peligros sísmicos y sus efectos secundarios mencionados, a fin de tomar decisiones adecuadas tendientes a la protección ciudadana y a la mitigación de daños potenciales. Una población bien informada reaccionará apropiadamente ante una situación de peligro y no ignorará estos temas. Existen diferentes puntos de vista y criterios sobre lo que es un peligro sísmico en la población y sus autoridades y sus efectos sobre la población misma y el ambiente. Sin embargo, el conocimiento de los riesgos sísmicos, especialmente aquellos relacionados con fallas geológicas, terrenos inestables y edificios no capaces de resistir un terremoto, deberán ser siempre bien discutidos y tomados en cuenta a fin de tener una población educada y bien preparada para la eventualidad de un terremoto futuro. Así hay de tomar mediciones de corrección para urbanizaciones ya establecidas cuanto se averiguan las circunstancias geológicas y geodinámicas en donde se construyó una ciudad, un pueblo, una carretera, líneas de transmisión eléctricas o de oleo- y aguaductos y cualquier otro tipo de infraestructura estratégica e importante para el desarrollo de una región o de un país. Así, es primordial evaluar la vulnerabilidad física y social de urbanizaciones como de la infraestructura al riesgo sísmico, para garantizar la continuidad, cobertura, eficiencia y calidad de servicio básico de cualquier nivel socio-económico de la sociedad que vive o se desarrolla cerca de las amenazas sísmicas y sus efectos secundarios previamente mencionadas atraídas por un terremoto potencial.

La Gestión del Riesgo requiere de la voluntad política al más alto nivel y de incentivos para todos los actores de la sociedad. La priorización de la inversión se debe reorientar a aquellos proyectos de desarrollo con efectos evidentes hacia la atención de amenazas potenciales en el tiempo y de largo plazo.

La falta de políticas en la Gestión de Riesgos y de implementación de las recomendaciones respectivas, tendrán un costo social, político y económico muy elevado. Por lo tanto hay de establecer unos procedimientos en gestión de riesgo, para minimizar el riesgo sísmico para urbanizaciones e instalaciones de infraestructura planificada y a punto de establecer o construirse para que sea esto un parte inteligente de reducción de vulnerabilidad en el desarrollo de una región o de un país.

Concretamente en un área establecido una sociedad con sus autoridades y potenciales inversionistas tiene conjuntamente con los expertos, que identificar las amenazas sísmicas para conocer el nivel máximo de sismicidad de un área con obras o infraestructura de todos sectores estratégicos y/o vitales como de establecimientos habitacionales, recurriendo a los registros históricos como catálogos sísmicos, artículos de periódicos o revistas de divulgación técnicas y científicas.

Expertos en la materia tienen que averiguar y conocer el escenario geológico del área de interés, como ejemplo los sectores costeros que pueden ser susceptibles al fenómeno tsunamis, o asentamientos urbanos en laderas inestables de colinas que pueden ser vulnerables a deslizamientos de masas de tierras, o edificaciones construidas sobre suelo blando que pueden ser afectadas por subsidencia o hundimiento de la capa de suelo. Muchos escenarios pueden ser afectados por dos o más fenómenos geológicos previamente mencionados generados por terremotos.

Para medir la intensidad de daños y efectos en el terreno y medio ambiente, los expertos tienen que utilizar una nueva escala de intensidad macrosísmica llamada ESI-2007 (Environmental Seismic Intensity). Para saber en que intensidad se encuentra el área en cual se ubica un pueblo, una obra o infraestructura de un sector estratégico y/o vital, hay que elaborar un mapa de intensidad sísmica bajo características del ESI-2007. En este mapa se ponen los registros históricos, los registros instrumentales de las redes internacionales (especialmente del catalogo del United States Geological Service; USGS) y donde se puede medir el desplazamiento de fallas geológicas, también la intensidad del neotectonismo. Para que se produzcan daños severos en el medio físico y natural y subsecuente en las instalaciones bajo amenaza, una potencial intensidad de X no debe sobrepasarse. La intensidad con el grado X (Escala ESI-2007) describe los fenómenos geológicos que pueden activarse con un terremoto de magnitud 7.2 a 7.7 de las escalas conocidas. Debido a lo mencionado, ninguna obra del cualquier sector estratégico y/o vital debería instalarse dentro de un área en la cual la potencial intensidad sísmica sobrepasa la intensa del grado X sin reforzamiento sismo-resis-

tente (antisísmico) o obras de mitigación en las obras propuestas cuales estarían capaces de sostener estas intensidades sísmicas potenciales sin mayor daño.

Para el caso de que los expertos realizaron estudios de peligrosidad sísmica, la primera etapa consiste en definir zonas fuentes. Las zonas fuentes son volúmenes de litósfera que generan sismos asociados a determinado sistema de fallamiento local o a un determinado proceso de subducción. La segunda etapa consiste en determinar en cada zona fuente, la magnitud máxima esperada y la tasa anual de ocurrencia de sismos de diferentes magnitudes. En la tercera etapa se debe determinar la ley de atenuación de los movimientos del suelo, es decir que aceleraciones se esperan en función de la magnitud del sismo, de la distancia epicentral y de la profundidad focal. Finalmente se evalúa la Peligrosidad Sísmica para el sitio de interés teniendo como datos complementarios: la vida útil de la estructura y la probabilidad de excedencia de los movimientos del suelo.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras bajo estudio tendrán que basarse en la Dinámica de Estructuras, Elementos Finitos, Hormigón Armado, Acero, Análisis Matricial, Ci-mentaciones, Teoría de Elasticidad, Aislación de Base y en Disipadores de Energía.

1.1.3 Los 12 Pasos para la seguridad de un ciudadano y su familia por un terremoto

1. Identifique los peligros potenciales en su hogar y a su alrededor y comience a corregirlos con sus familiares y/o vecinos .
2. Elabore un plan de evacuación de un desastre potencial (incendio, terremoto) y practique en diferentes escenarios posibles varios simulacros conjunto con toda la familia y vecinos.
3. Prepare equipos de provisiones los cuales sean accesibles en caso de un desastre (Equipos de provisiones personales / Equipo de provisiones doméstico).
4. Averiguar y recordar el tipo de sangre de toda la familia y seres queridos. Conocer alergias y enfermedades de los familiares y elaborar un botiquín de primeros auxilios inteligente con las medicinas y necesidades de la familia.
5. Elabore un plan familiar en el cual conste donde se reunirán todos los miembros de su familia después de un evento potencialmente catastrófico. Recuerde que normalmente todo tipo de medios de comunicación (celulares etc.) se colapsará después de un terremoto.
6. Identifique las debilidades potenciales de la estructura de su casa o vivienda y también de su sitio de trabajo y comience a repararlas o reforzarlas.
7. Elabore en el sitio de trabajo un plan de contingencia en cual consten varios escenarios en diferentes horarios y circunstancias por diferentes amenazas naturales y antrópicas (Ej. accidentes).
8. Protegerse (agacharse, cubrirse y agarrarse) durante un terremoto, permanecer calmado, no correr, ser un ejemplo para los demás a su alrededor, protege a niños y ancianos, aléjate de objetos que puedan caerte encima, no utilices el ascensor. Si te encuentras en la calle, protégete lejos de edificios, objetos colgantes, postes, árboles, cables y tendidos eléctricos, depósitos de gas, sustancias peligrosas y vehículos en marcha. Si estas conduciendo, detente y quédate adentro del vehículo. Si estas en la playa sal del agua (busca una parte alta, puede producirse un tsunami).
9. No uses fósforos, encendedores, cigarrillos, equipos o artefactos eléctricos hasta asegurarte de que no hay pérdida de gas, no uses el teléfono, excepto por una emergencia médica o incendio.
10. Después del terremoto, observe a su alrededor, revise las lesiones y daños. Ayude a los demás, pero no trate de mover a los heridos graves o con fracturas a menos que haya peligro, si quedaste atrapado y/o herido, mantente sereno y comunícate al exterior golpeando objetos, gritando o con teléfono celular
11. Desconecta los artefactos eléctricos y cierra la válvula del cilindro de gas, pero si huele a gas, no accione interruptores de luz, abre las ventanas y notifícalo, no pises vidrios y cables eléctricos
12. Sal con calma y cuando esté a salvo al aire libre, siga su plan familiar o plan de emergencia (o plan de contingencia) dependiendo de la ubicación con el equipo de emergencia y olvídate de las pertenencias

1.1.4 Casos de Terremotos históricos

Hay muchos ejemplos de terremotos históricos de casi todo el mundo, sea en Europa, Asia o en America y alrededor del Pacifico. Sin embargo, dos casos especiales del año 2010 se presentarán en continuación para observar la comparación entre diferentes intensidades de fuerza de la naturaleza y la subsecuente respuesta de las sociedades correspondientes.



Fig. 1.20, 1.21, Imágenes de Puerto Principe en Haití de Google Earth antes y después del terremoto del 12 de Enero de 2010. A. Catedral.



Fig. 1.22, 1.23, C. Alcaldia,

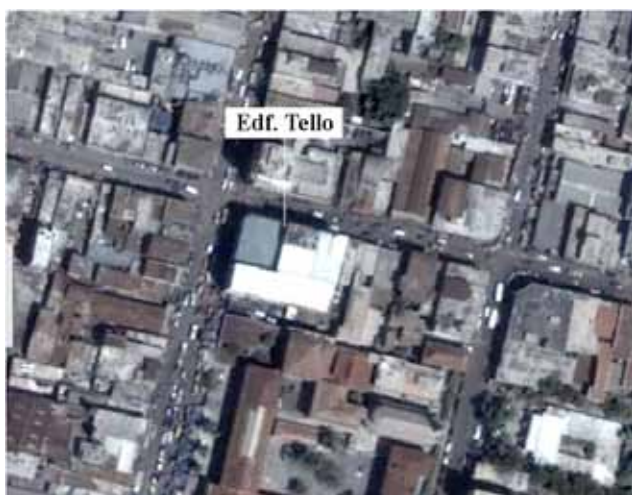


Fig. 1.24, 1.25, Edificio de telecomunicacion de Haití

Principales sismos en América Latina

Año	Lugar	Magnitud	Muertes
2010/Aug.	Ecuador	7.1	0
2010/Feb.	Chile	8.8	452
2010/Ene.	Haiti	7.1	230.000
2001/Ene.	El Salvador	7.7	844
1999/Ene.	Colombia	6.1	1185
1987/Mar.	Colombia/ Ecuador	7.0	1.000
1986/Oct.	El Salvador	5.5	1.000
1985/Sep.	México 8		9.500
1976/Feb.	Guatemala	7.5	23.000
1972/Dic.	Nicaragua	6.2	5.000



Tabla 1.2, Principales Sismos en América Latina. CRED (<http://www.cred.be/>) Fig. 1.26, Ubicación de la falla de tipo transcurrente/transformal llamada Enriquillo, responsable para el terremoto del 12 de Enero 2010. GEO1-Theofilos Toulkeridis

Mayores terremotos y maremotos

País	Fecha	Muertos
China	27/07/1976	242000
China	22/05/1927	200000
China	16/12/1920	180000
Indonesia*	26/12/2004	165708
Japón	01/09/1923	143000

País	Fecha	Afectados
China	12/05/2008	45976596
India	21/08/1988	20003766
India	26/01/2001	6321812
Pakistán	08/10/2005	5128000
China	03/02/1996	5077795
Chile	27/02/2010	2000000

País	Fecha	(miles US\$)
Japón	11/03/2011	297000000
Japón	17/01/1995	100000000
China	12/05/2008	85000000
USA	17/01/1994	30000000
Chile**	27/02/2010	30000000
Japón	23/10/2004	28000000
Italia	23/11/1980	20000000

* Tsunami

** Maremoto y Tsunami

Tabla 1.3, Mayores terremotos y maremotos. EM-DAT: The OFDA/CRED, International Disaster Database

En el 27 de Febrero de 2010 ocurrió un sismo en el mar con una magnitud de 8.8 en la escala de Richter cual generó un tsunami destructivo en las costas de Chile en las alturas de Concepción afectando a más de dos millones de personas matando más de 700 personas, la mayoría debido de las olas tsunámicas. En este caso hubo suficiente tiempo de evacuar personas viviendo cerca de origen del tsunami, sin embargo el mal manejo en la difusión de la alerta debido que la Armada descartó inicialmente la generación de un tsunami y así no alertó a los puertos amenazados por el tsunami cual resultó en la tragedia de los afectados. Sin embargo, la mayoría de los daños y pérdidas (1.5 millones de casas afectadas) cuales superaron los 30,000 millones de dólares dejó el sismo.

Dos meses antes ocurrió en el 12 de Enero de 2010 un terremoto de 7.0 en la escala de Richter en la capital de Haití, dejando un saldo de más de 250,000 muertos en una población total que apenas llega a los 10 millones. Aunque la diferencia en la Escala de Richter entre los dos terremotos es de apenas 1.8 puntos, en realidad debido del hecho que se trata de una escala logarítmica significa que el evento en Chile ha sido 500 veces más potente que lo de Haití. Pero si era así, como es posible que un terremoto de esta potencia como lo del Chile dejó menos muertos que lo de que lo paso en Haití. O como es posible que un terremoto de apenas siete grados en la escala de Richter pudo cobrar en Haití tantas vidas?

La gran catástrofe y la devastación de Puerto Príncipe se debe a que el movimiento telúrico se produjo cerca de la superficie, a unos aproximadamente 10 km de profundidad terremoto ocurrió en medio de la ciudad, por lo tanto, forzosamente hubo enormes daños, mientras el terremoto de Chile tuvo su epicentro en el océano, a 115 km de la ciudad de Concepción, la segunda más grande del país, y a 325 km de la capital, Santiago. La falla Enriquillo cual cruza la ciudad de Puerto Príncipe es una falla de tipo transformal (transcurrente), mientras el terremoto de Chile se debe a un sismo de subducción donde una placa oceánica se desliza por debajo del borde de una placa terrestre. Sin embargo, la mejor explicación de la diferencia en la devastación se encuentra en el desarrollo de los dos países y en las circunstancias del desarrollo de los eventos. Mientras en Chile se han perdido muchas vidas debido del mal manejo en la advertencia del tsunami y muy pocos por el colapso de edificios, en Haití se perdieron las cientos de miles de vidas debido de las construcciones anti-técnicas en prevención por terremotos. Chile se permitió de desarrollar construir en una forma en cual se respetaron las normas de sismo-resistencia, destinando recursos en reforzamiento de edificios, infraestructura estrategia y/o vital, hospitales, escuelas, fondos permanentes para atender en casos de emergencia, organizaciones de rescate y respuesta inmediata, constituyendo fondos comunes de seguros que permitan diversificar el riesgo y reducir la incertidumbre, mientras Haití siendo un país pobre “no tuvo ninguna de estas opciones porque su objetivo es sobrevivir día a día a partir de unos muy exiguos recursos y no el de preocuparse por un hipotético mañana”.

1.2 Tsunamis

Es muy común confundir un maremoto con un tsunami. Un tsunami se conoce vulgarmente como maremoto, pero en realidad no es así. El maremoto puede ser la causa de un tsunami, mientras un tsunami puede ser el producto de un maremoto. Cuando ocurre un terremoto en el fondo marino o en un lugar de la costa cercana al mar se lo denomina maremoto. Este movimiento puede generar bajo ciertas intensidades un conjunto de olas marinas muy grandes, llamadas en japonés “tsunami”, que justamente significa “ola grande en puerto”. Cuando el tsunami supera un cierto volumen de agua se llama iminami “ola de purificación” o simplemente Mega-Tsunami. Los sismos de magnitud superior a 7,5 en la escala de Richter que se producen de vez en cuando cerca de las costas, generan tsunamis. También puede formarse un tsunami por un deslizamiento submarino o un deslizamiento cual masa entra en el mar. Estos deslizamientos ocurren debido de un típico movimiento de masa masivo siguiendo la gravedad o como producto de un movimiento telúrico, hasta de bajas intensidades, es decir bastante por debajo de 7.5 en la escala de Richter generando tsunamis de “sorpresa”. Otra causa para generar tsunamis pueden ser una explosión volcánica submarina o a veces, un impacto extraterrestre o evento exógeno. Adicionalmente, un tsunami puede teóricamente formarse en forma artificial, debido a explosiones nucleares.

Estos acontecimientos empujan o desplazan en forma violenta un gran trecho de fondo oceánico adyacente, y esta perturbación se transforma en una onda que viaja a través del océano a velocidades de hasta 800 kilómetros por hora. En el medio del océano, donde el agua es profunda, los tsunamis son poco evidentes, pero cuando se da un enfoque, una dirección superficial de las aguas costeras, las olas se elevan hasta que se convierten en olas destructivas por su gran altura, a veces más de 30 m. Cualquiera que sea la causa, el agua del mar es desplazada con un movimiento violento y se eleva sobre el litoral, con gran poder destructivo. Al retirarse la ola, se genera una intensa succión que arrastra consigo árboles, estructuras y escombros hacia el mar. La geometría y la sistemática de estas olas enseñan que se trata prácticamente de tres olas destructivas de las cuales la última es de más alto poder. La Escala de Magnitud de Tsunamis se llama Inamura-Lida creada según la altura de las olas; la máxima altura

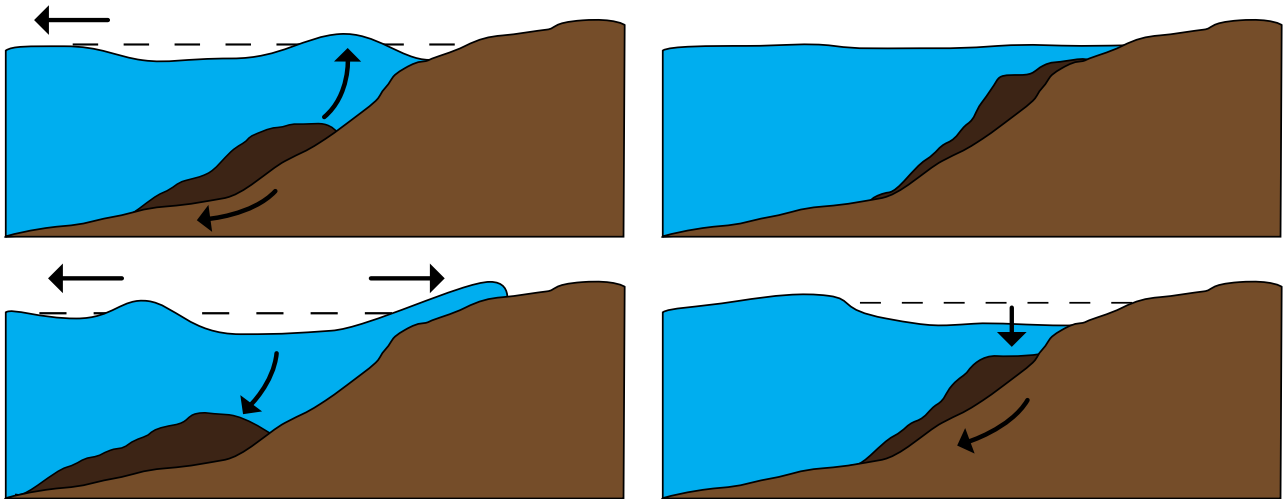


Fig. 1.27, Generación de un tsunami debido de un deslizamiento submarino. Cortesía Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador. Modificado GEO1-Toulkeridis

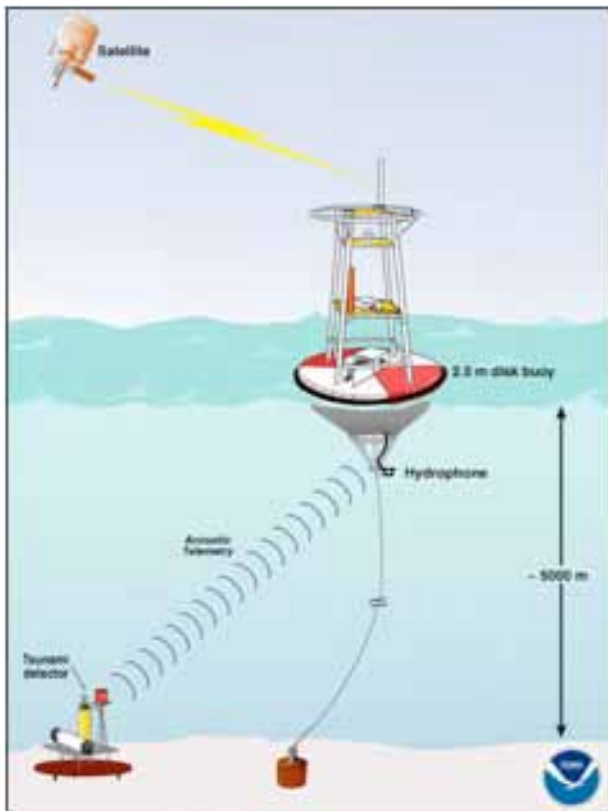


Fig. 1.30, Sensor de tsunamis en el Océano Pacífico, su funcionamiento y la área de responsabilidad del Sistema de Advertencia de Tsunamis en el Pacífico en Hawai. Fotos y gráficos cortesía de Pacific Tsunami Warning System (Sistema de Advertencia de Tsunamis en el Pacífico).

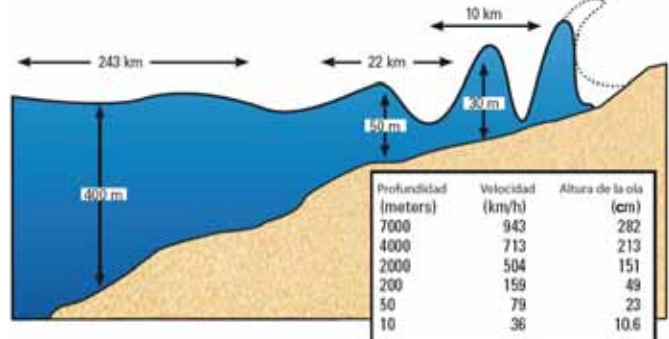


Fig. 1.28, Geometría de un tsunami. GEO1-Toulkeridis

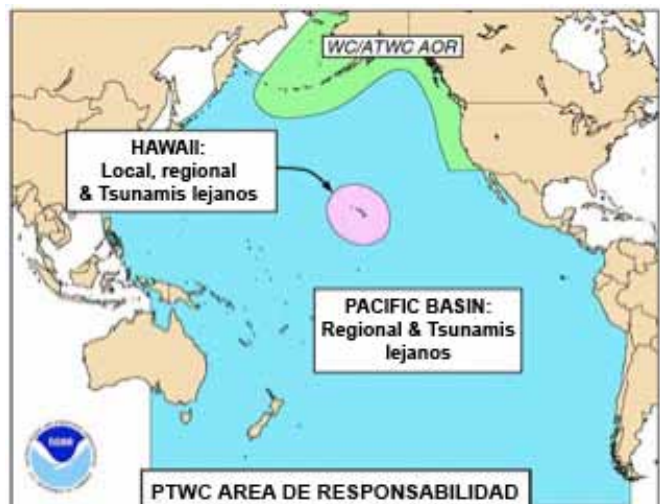


Fig. 1.29 Ubicación del PTWC. De PTWC

Grado de Tsunami	Altura de la ola (m)	Máximo runup (m)	Descripción de los daños
0	1 – 2	1 – 1.5	No produce daños
1	2 – 5	2 – 3	Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados
2	5 – 10	4 – 6	Hombres, barcos y casas son barridos
3	10 – 20	8 – 12	Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa
4	> 30	16 – 24	Daños extendidos sobre más de 500 km a lo largo de la línea costera

Tabla 1.4, Grados de un Tsunami. Mongue 1993

que alcanza en tierra la ola (run up), medida sobre el nivel medio del mar, y la energía de los tsunamis correspondientes a diferentes grados de intensidad como finalmente los daños que estas producen en las áreas costeras.

Desastrosos tsunamis son una grave amenaza a 53 países que rodean el Océano Pacífico, entre ellos todo el litoral occidental de America Latina. También se han registrado daños en los países del Atlántico, aunque se producen con menos frecuencia en el Atlántico que en el Pacífico, especialmente el área Caribeña. Una de las últimas alertas por un tsunami en el Pacífico se dio el 27 de Febrero del 2010, debido a un sismo, un maremoto con una magnitud 8.8 al frente de las costas chilenas.

Al contrario de los terremotos, los tsunamis generados de un maremoto (otra vez, un sismo en el mar) si dan en la mayoría de los casos un cierto tiempo de reacción para la población costera. Debido a la cantidad de tsunamis que han golpeado la costa oeste de los Estados Unidos, Alaska o Hawaii, una organización fue fundada, la cual ha logrado que un sistema de advertencia sea considerado necesario para salvaguardar la vida de la población. El 12 de agosto de 1948 la Seismic Sea Wave Warning System fue establecido, al igual que un plan de acción.

Más tarde, el nombre de esta entidad cambiaría por el de Sistema de Advertencia de Tsunamis en el Pacífico (Pacific Tsunami Warning System). Hasta el momento prácticamente todos los países de América Latina son miembros de la organización. Este sistema es efectivo cuando el tsunami da más de 20 minutos hasta su impacto en áreas costeras y cuando puede darse una alerta inmediata para la población capacitada.

1.2.1 Casos de Tsunamis históricos

Los Tsunami más destructivos de la historia reciente suelen ser aquellos que viajaron por el Pacífico, destruyeron vastas zonas o mataron personas muy lejos del origen del Tsunami, por ejemplo, la ola asesina del 22 de mayo de 1960 a las 15:11 hora local. Ese día, un evento sísmico en Chile, cuya magnitud no había sido registrada desde la instalación de sismógrafos a nivel mundial (9.5 en la escala abierta de Richter) sembró destrucción en el área de Valdivia y cambió radicalmente su geografía (cursos de los ríos cambiaron y formaron grandes lagunas, etc.). Este terremoto/maremoto inició un Tsunami, que causó destrucción y muerte a lo largo de todo el Pacífico, matando hasta 1000 personas en Chile, pero también en sitios mas alejados, como Hawaii (61 muertos), Filipinas (32 muertos y muchos desaparecidos) y Japón (138 muertos), devastando las áreas antes mencionadas muchas horas después de ocurrido el evento sísmico primario. En Chile, dos millones de habitantes quedaron sin techo y en la costa oeste de Estados Unidos se registraron cuantiosos daños materiales.

El 27 de agosto de 1883, erupciona el volcán Krakatau y colapsa completamente formando una caldera, e decir que la forma cónica anterior de la isla volcánica individual desaparece y deja unas pocas islas como parte residual de la forma original. El colapso provoca un tsunami, matando

instantáneamente a 36.000 personas en las costas cercanas a Java y Sumatra y posteriormente a más de 100.000 personas por la hambruna resultante del tsunami.

El mismo comportamiento geológico se registró hace aproximadamente 3.500 años, cuando en 1.480 A.C. la isla volcánica de Santorini, en el mar griego Egeo, “voló en mil pedazos”. Una avanzada civilización, conocida como Minoica y que habitaba la isla, escapó a tiempo y antes que la erupción se iniciara debido de los evidentes señales volcánicas antes una gran erupción. Esta aseveración se puede hacer, ya que no se encontró víctimas en los sitios arqueológicos. Al parecer, la gente había sido advertida por movimientos sísmicos sobre un inminente evento catastrófico. Sin embargo, durante la evacuación hacia las islas vecinas, buscando puertos más seguros, un enorme tsunami los eliminó de todas maneras.

Principales eventos de Tsunamis en el Mundo			
Fecha	Lugar Afectados	Evento Detonador	Muertos
22/3/1960	Valdivia Chile, Hawai, Filipinas, y Japón	Maremoto de 9.5 frente a las costas Chilenas	1.231
27/8/1883	Costas cercanas de Java y Sumatra	Erupción del Volcán Krakatoa	36.000
1.480 A.C.	Civilización de Minoica	Volcán de Santorini	Exterminados
1/11/1755	Lisboa Portugal, España y Marruecos	Terremoto de Lisboa	60.000
7/12/1993	Hokkaido Japón	Sismo de 7.6	200
17/7/1998	Nueva Guinea	Sismo de 7.0 y deslizamiento submarino	2.000
23/6/2001	Perú	Maremoto de 8.3	118
15/8/2007	Perú	Terremoto de Pisco de 8.1	600
26/12/2004	10 países asiáticos alrededor del Océano Indico	Maremoto de 9.0 en el mar de Sumatra.	233.000

Tabla 1.5, Principales eventos de Tsunamis en el Mundo



Fig. 1.31, izq. Rara pero existente forma de provocar tsunamis con impacto de materia extraterrestre. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.32, der. Deposito de paleotsunami en la área Sur de Alemania como resultado de un tsunami gigantesco. Cortesía Reuters/DPA. GEO1-Toulkeridis

Gente en Lisboa, Portugal corría hacia el Puerto, evitando que ladrillos y demás material de construcción no cayera sobre sus cabezas, luego de que un fuerte terremoto en primer de noviembre de 1755 golpeará el área y la ciudad. Poco después que sucediera el terremoto, un tsunami golpea con una ola de 6 metros de altura el puerto de la ciudad, matando a 60.000 personas. El mismo tsunami mata también personas en países vecinos como España y Marruecos.

En tiempos recientes, la ola más grande resultante de un tsunami ocurrió el 7 de Diciembre de 1993 en Hokkaido, Japón, en donde una ola de 30 metros de altura mató a 200 personas, luego de registrarse un terremoto de 7.6 en la escala abierta de Richter. El último evento con mayor cantidad de fallecidos (sin contar el ultimo tsunami en Asia en el 2004) ocurrió en Nueva Guinea, el 17 de Julio de 1998. El terremoto apenas alcanzó los 7.0 grados en la escala de Richter sin que se registraran daños mayores. Sin embargo, este terremoto causó un deslizamiento submarino provocando un tsunami, que finalmente mató a mas de 2000 personas en esta zona de islas. El lapso de tiempo entre el terremoto - deslizamiento, generación del tsunami e impacto a la población fue de tan solo unos minutos. La altura máxima de la ola alcanzó los 15 metros.

Un tsunami en Panamá y Costa Rica ocasionó en el 22 de Abril 1991 47 muertos y una fuerte licuefacción en la zona epicentral a pesar que la ola tuvo una amplitud máxima de aproximadamente solo 0.6 metros.

En Perú murieron 118 personas el 23 de junio del 2001 por una ola, resultante de un maremoto de 8.3 grados en la escala de Richter y una ola de tsunami de no más de 5 metros, mientras en el mismo país murieron mas de 600 personas en el 15 de Agosto de 2007 de un maremoto llamado el terremoto de Pisco con 8.1 grados de la escala de Richter y una altura de la ola de mas de 10 metros generando deslizamientos e licuefacción del suelo. Olas de los tsunamis entraron hasta mas de tres kilómetros dentro tierra. En ambos casos de Perú los efectos secundarios provocaron una altísima destrucción sea debido de casas y edificios derrumbados, destrucción de acueductos de irrigación, afectación en la transmisión de electricidad, inundaciones de miles de hectáreas de área usada en agricultura entre otras afectaciones.



Fig. 1.35, Devastación del Tsunami del 27 de Febrero de 2010 en Chile. Cortesia Associated Press.

El tsunami más devastador en la historia de la humanidad conocida ocurrió en 2004 en Asia. En la región del terremoto, en el mar del sur de Sumatra, la placa indo-australiana presiona constantemente en dirección noreste a la placa euroasiática con velocidades de 6 cm por año. El 26 de Diciembre del 2004, un movimiento súbito a lo largo de esta zona de colisión produce un terremoto de 9.0 grados en la escala abierta de Richter. El terremoto tuvo su epicentro a 250 km al sureste de Banda Aceh en Sumatra, Indonesia, 1260 km al suroeste de Bangkok, Tailandia y aproximadamente 1600 km de Sri Lanka. El movimiento de las 3 placas entre ellas no parece haber sido violento sino más bien suave. Sin embargo, la suma de todos los movimientos causó varios terremotos, de los cuáles algunos fueron de baja intensidad y otros de características catastróficas. El movimiento abrupto causó, a lo largo de 500 km, un desplazamiento de agua de alrededor de 10 metros. Debido a réplicas de los movimientos telúricos, el largo del evento se amplió a 1300 km. El tsunami resultante tuvo una velocidad de 700 km por hora alcanzando las costas de 10 países asiáticos alrededor del océano Índico en apenas en unas pocas horas. Según los datos estadísticos más recientes, este tsunami mató alrededor de 233.000 personas mientras que otras 30.000 permanecen desaparecidas y posiblemente tengan que ser integradas a la lista de víctimas mortales. Por este evento, más de un millón y medio de personas y básicamente niños perdieron sus viviendas.

Un sistema de alerta de Tsunamis existía en el Pacífico, debido a la gran cantidad de grandes olas que hubo en esta zona en el pasado. A pesar que los sismólogos habían registrado a tiempo los terremotos al oeste de Indonesia, estos no pudieron advertir a las regiones costeras que fueron impactadas por el Tsunami, debido a la falla de sistemas de comunicación, pero también por la falta de participación de los países afectados en el sistema de alerta temprana existente. En Sri Lanka por ejemplo, habría habido suficiente tiempo para advertir a la población, ya que el impacto de la gran ola se dio casi 2.5 horas después de haberse producido el terremoto.

Miles de familias, que habían vivido en regiones como la India y Sri Lanka y que no habían sido golpeados en las últimas 5 décadas por grandes desastres naturales, fueron azotados cruelmente por el tsunami mencionado. Áreas costeras y su mar, conocidos por su belleza original y tranquila y, que habían sido utilizados por los nativos como fuente de alimentación, esparcimiento, espiritualidad y lugar sagrado, eran compartidos con vacacionistas nacionales y extranjeros en tiempos navideños, con peregrinos realizando sus ceremonias al pie del mar y con inocentes bañistas. Todos ellos fueron sorprendidos y la mayoría pereció por la acción de la ola apocalíptica.

Aquellos que lograron sobrevivir a la ola gigantesca sufrieron la catástrofe luego de la catástrofe. Muchos centenares de personas perdieron a sus parientes, niños y padres, amigos y vecinos, incluso sus casas y negocios. Las víctimas procedían de no menos de 36 diferentes países. Aquellos sobrevivientes, que encontraron solo muerte y destrucción quedarán posiblemente traumatizados de por vida. Muchas escenas de pánico se repitieron días después cuando, debido a diversas réplicas, se dio falsas alertas de tsunami.

En la India, una gran cantidad de perros fueron sacrificados al constatar constantes ataques a seres humanos, generalmente niños o al sorprenderlos comiendo cadáveres humanos. Ahora, resta a la comunidad mundial y a los científicos analizar este fenómeno apocalíptico para encontrar soluciones y evitar que una catástrofe similar se repita en la misma zona o en cualquier otra parte del mundo.

Se considera que el tsunami más devastador en el sentido de daño económico como ambiental es lo que ocurrió en el 11 de Marzo 2011 en las costas de Japón. Este tsunami cobró la vida de 19850 personas y causó un daño económico de casi 248 mil millones de dólares de Estados Unidos. En el mismo evento se afectaron plantas nucleares cercanas a la orilla del mar, de cuales la planta de Fukushima liberó radioactividad en alta cantidad contaminando el ambiente terrestre como oceánico cercano.

1.3 Actividad Volcánica

Todos los tipos de morfologías de los volcanes dependen fuertemente de sus química y de otros parámetros tales como viscosidad, tipo de erupción y el escenario geodinámico. Hay dos docenas de diferentes morfologías y tamaños o volúmenes de volcanes. Las amenazas volcánicas son un directo

o indirecto producto de la geoquímica de los volcanes y su interacción con agua y a veces su interacción con la atmósfera. La amenaza principal de un volcán son las explosiones o las erupciones. Las explosiones o erupciones producidas de los diferentes tipos de volcanes se caracterizan por ser de no violentas, hasta extremadamente violentas.

1.3.1 La Magnitud, Tipo y el Índice de Erupciones Volcánicas

Las erupciones explosivas son el resultado de uno de dos procesos. En erupciones magmáticas los volátiles que empujan la explosión se derivan principalmente desde dentro del magma. Esto se da porque en el magma de ambiente de superficie cercano se descompone y este resulta en la exsolución explosiva de volátiles (gases disueltos) los cuales suben y expulsan material piroclástico. El gas disuelto no está activando ninguna erupción con tal de que su presión sea mucho más baja que la de la presión confinada de la roca circundante. En caso de que este balance no está dado, entonces el gas pueda expandirse para formar vesículas (burbujas pequeñas de gas), las cuales alcancen la superficie y dando como resultado final erupciones.

La naturaleza de cualquier erupción depende del contenido de gas y de la viscosidad del magma. La viscosidad se determina con la composición química de los magmas. Lo más alto de sea el contenido de SiO₂ en un magma félsico, la más alta es la viscosidad, resulta en un movimiento más lento de su lava (como miel seca), mientras que los magmas máficos tienden a presentar bajas viscosidades las cuales dan como resultado lavas fluidas relativamente rápidas. Si el magma es muy viscoso se resiste a fluir y subsecuentemente las burbujas de gas difícilmente son capaces de escapar, así pueden causar una gran erupción. El magma que se caracteriza por tener baja viscosidad permite que las burbujas de gas escapen fácilmente y gracias a esto la erupción puede ser mucho menos violenta. Un segundo tipo de comportamiento de explosión es conocida como hidrovulcánica. Esta ocurre cuando magma caliente interactúa explosivamente con un suministro externo de agua tal como un lago cratérico, agua subterránea o el mar.

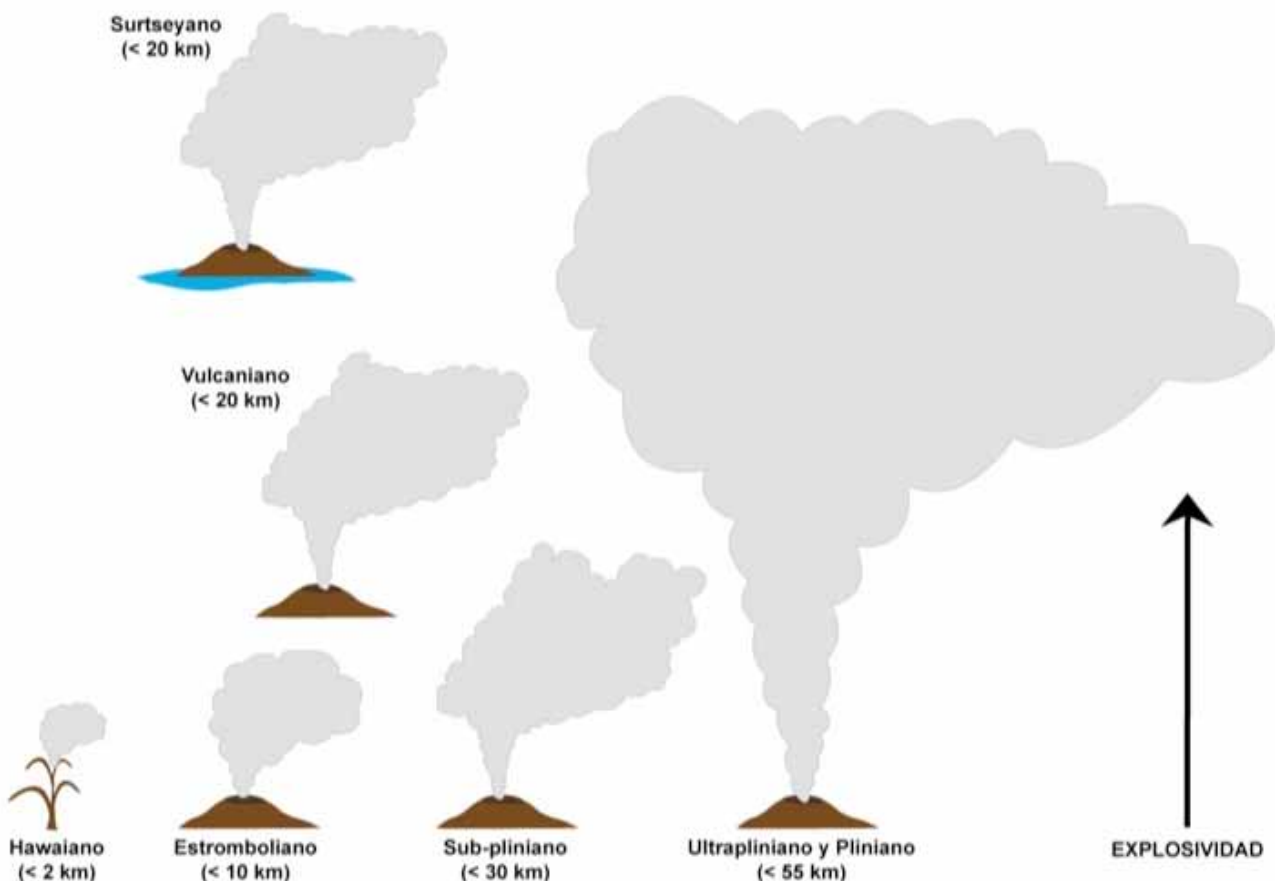


Fig. 1.37, Tamaño de altura de explosiones volcánicas diferentes. GEO1-Toulkeridis

1.3.2 Índice de Explosividad Volcánica

Un problema fundamental en la vulcanología es encontrar criterios objetivos para comparar y medir la magnitud de la erupción volcánica explosiva. El llamado Índice de Explosividad Volcánica (IEV; VEI en Inglés) es una escala logarítmica ampliamente aceptada; va de 0 a 10, la cual se basa en el volumen, la altura del material expulsado durante la fase eruptiva y la duración de la misma.

Un número alto de IEV indica un potencial destructivo más fuerte en una erupción volcánica, por lo contrario, una erupción con un índice bajo. En general se asume que volcanes con erupciones con un índice superior a 3 podrían producir víctimas fatales.

1.3.3 Explosiones o erupciones volcánicas

Existen diferentes tipos principales de erupciones volcánicas basados en parámetros como presión de volátiles, la viscosidad, entre otros. Los flujos de lava y las fuentes que son erupciones efusivas suaves con el Índice de Explosividad Volcánica (IEV) más bajo son conocidos como erupciones de tipo Hawaiano. Las erupciones de tipo estromboliano son frecuentes, pequeñas hasta moderadas descargas de escoria y bombas incandescentes los cuales el VEI está en el rango desde uno hasta dos. Una erupción de tipo vulcaniano expulsa moderadamente volúmenes grandes de material piroclástico, y la altura que alcanza su columna de erupción está entre 3 y 15 km con un valor de IEV de dos a cuatro. Erupciones plinianas alcanzan en sus columnas de erupción alturas entre 10 y sobre los 25 km debido a que son excepcionalmente poderosos. Voladuras de gas continuas son capaces de expulsar entre 0.1 a 10 km cúbicos de material piroclástico y esto incluye usualmente enormes cantidades de piedra

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9*
Descripción	no-explosivo	gentil	explosivo	severo	cataclísmica	paroxísmal	colosal	super colosal	mega colosal	(¿)ultra colosal(?)
Volumen	1x10 ³ m ³	1x10 ⁴ m ³	1x10 ⁶ m ³	1x10 ⁷ m ³	1x10 ⁹ m ³	1km ³	10km ³	100km ³	1,000 km ³	¿?
Altura de la columna de erupción	<100 m	100 m - 1 km	1 - 5 km	3 - 15 km	10 - 25 km	>25 km	>25 km	>25 km	>25 km	¿?
Tipo de erupción		estromboliana		vulcaniana		pliniana		ultra pliniana		
Duración		<1 hora		1 - 6 horas		6 - 12 horas		>12 horas		
Periodicidad	diaria	diaria	semanal	anual	c/10 años	c/100 años	c/100 años	c/1000 años	c/10,000 años	¿?
Ejemplos	Cerro Azul (Galápagos) 29.05.2008	Cerro Negro (Nicaragua) 19.12.1969	Cerro Negro (Nicaragua) 05.08.1999	Cerro Negro (Nicaragua) 03.02.1971	Láscar (Chile) 30.01.1993	Colima (Mexico) 17.01.1913	Santa María (Guatemala) 24.10.1902	Chalupas (Ecuador)	Yellowstone Estados Unidos	¿?
	Izalco (El Salvador) 28.10.1966	Poás (Costa Rica) 25.12.2009	Izalco (El Salvador) 30.11.1933	Izalco (El Salvador) 04.11.1948	Colima (Mexico) 09.08.1889					
		Fernandina (Galápagos) 30.03.1984	Fernandina (Galápagos) 10.04.2009	Colima (Mexico) 22.11.1997	Fernandina (Galápagos) 11.06.1968					
		Fuego (Guatemala) 28.05.1975	Fuego (Guatemala) 23.02.1973	Fuego (Guatemala) 14.09.1971	Fuego (Guatemala) 10.10.1974					
		Masaya (Nicaragua) 18.06.2008	Cotopaxi (Ecuador) 02.02.1939	Cotopaxi (Ecuador) 10.02.1766	Cotopaxi (Ecuador) 04.04.1768					
		Irazu (Costa Rica) 03.03.1977	Irazu (Costa Rica) 08.12.1994	Irazu (Costa Rica) 13.03.1963	Cotopaxi (Ecuador) 26.06.1877					
		Nevado del Ruiz (Colombia) 22.12.1984	Nevado del Ruiz (Colombia) 18.06.1829	Nevado del Ruiz (Colombia) 11.09.1985	Chaitén (Chile) 02.05.2008					

Tabla 1.6, El Índice de Explosividad Volcánico con ejemplos de volcanes latinoamericanos. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.38, Explosión estromboliana nocturna del volcán Tungurahua Ecuador 1999. Alois Speck



Fig. 1.39, Explosión preatmagmatica del volcán Tungurahua Ecuador 1999. Alois Speck

pómez con un IEV de cuatro a seis. La erupción más catastrófica que produce efectos globales es conocida como erupción de tipo Ultraplíniana, la cual puede expulsar a la estratosfera más de 10 km cúbicos de materiales piroclásticos. Erupciones, las cuales, alcanzan esta explosividad se asocian generalmente con depresiones volcánico-tectónicas tales como la formación de calderas enormes. Muchos volcanes amenazantes de este tipo experimentan períodos largos de inactividad y letargo en la forma de lagos tranquilos. Algunas erupciones menores incluyen erupciones de tipo freática, límnica, hidrovolcánica, surtseyana y de fisuras.

En la tabla 1.6 se nota que el mismo volcán puede dar un diferente IEV, pendiente de su proceso interno de cámara de magma, su comportamiento en el ascenso entre el conducto del volcán, en el cráter y otras circunstancias acompañantes en el proceso eruptivo.

Al lado de las explosiones o erupciones volcánicas existen una docena más de amenazas volcánicas, cuales no son de menor peligrosidad comparadas con las explosiones mismas. Las más importantes amenazas volcánicas incluyen la caída de ceniza (ceniza) y proyectiles balísticos, fenómenos piroclásticos (flujos, avalanchas y explosiones dirigidas lateralmente), lahares (o flujos de lodo volcánico), flujos de lava, temblores, peligros asociados con domos de lava y emisiones de gases venenosos o corrosivos. También existen post-eruptivas (secundarias) amenazas volcánicas, como tsunamis volcanogénicos, flujos piroclásticos secundarios, epidemias y hambruna.



Fig. 1.40, Explosión sub-volcaniana del volcán Sierra Negra, Galápagos Ecuador 2005. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.41, Explosión volcánica del volcán Reventador, Ecuador 2002. TECHINT

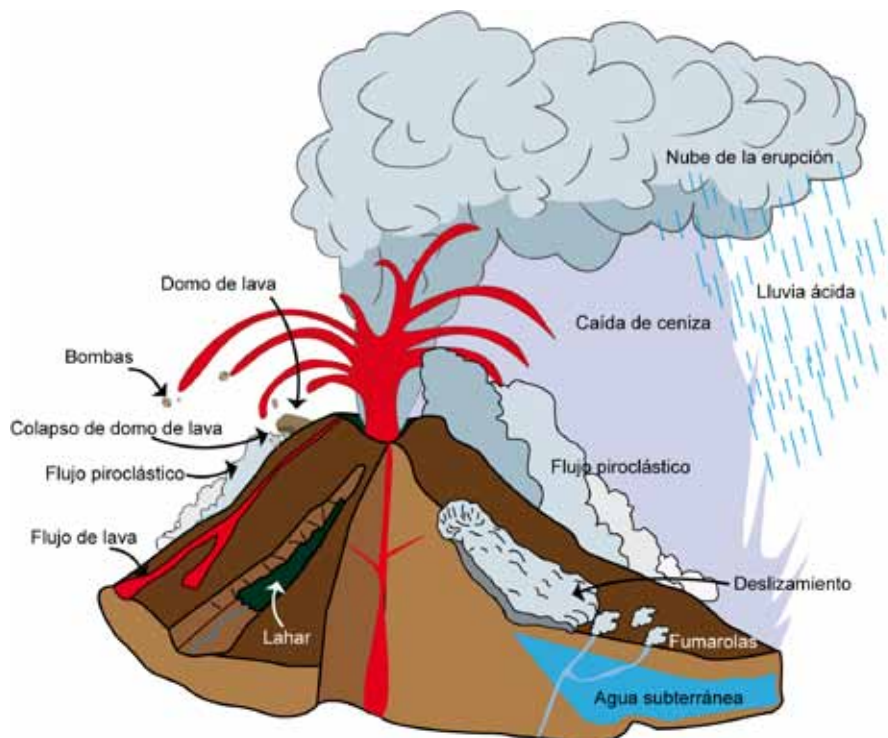


Fig. 1.42, Distribución esquemática de las amenazas volcánicas. GEO1-Toulkeridis

1.3.4 Casos de eventos destructivos volcánicos históricos

Eventos volcánicos de catástrofe o de simple espectáculo ocurren en varias partes del mundo, sea en el alrededor de las fronteras de las placas como en el famoso cinturón del fuego (alrededor del Pacífico) o sea debido a circunstancias especiales geodinámicas dentro de las placas como en Hawái o en Galápagos. Catástrofes volcánicas históricas existen muchas. Dos de ellas ya se mencionaron previamente con el caso del volcán Santorini en Grecia y el volcán Krakatau en Indonesia, cuales ambos cobraron miles de vidas debido a la generación de un tsunami después de un colapso total del volcán mismo.

En el 10 hasta 11 de Abril 1815, después de siete meses de fuerte actividad del volcán Tambora en Indonesia colapso el volcán dejando solo casi la mitad de su altura, expulsando una nube de piroclastos de entre 150 a 175 km³ cual tapó el sol por dos días completos y cubrió un área de 500.000 km² con tres metros de cenizas. Según diferentes fuentes se estima que las nubes de ceniza mataron aproximadamente 12,000 personas y algunas 49,000 personas murieron de hambre debido a la destrucción de las cosechas con las precipitaciones fuertes mencionadas de las cenizas. Aun más, la expulsión de la ceniza influyó severamente el clima en todo el mundo. La temperatura mundial se descargó (más de tres grados Celsius) y el año siguiente a la erupción se conoció como el año sin verano con consecuencias desastrosas para las cosechas en Europa y América de Norte.

El Monte Pelée en la isla (francesa) Caribeña Martinique erupción en el 8 de Mayo 1902 produciendo unos flujos piroclásticos después de varios y muy claras señales de su actividad, matando así prácticamente toda la población (30,000 personas) de St. Pierre y el puerto aledaño. La extensión de daños de destrucción absoluta cubrió un total de casi 60 km².

Casi un siglo más tarde en la misma región, en la isla Montserrat empezó en Julio de 1995 una erupción el volcán Sufriere Hills cubriendo con flujos piroclásticos la ciudad capital Plymouth, destruyendo su puerto, aeropuerto y dejando la ciudad inhabitable, pero matando muy pocas personas. Sin embargo toda la infraestructura estratégica como vital y la mayoría de las habitaciones se destruyeron y así se decidió abandonar para siempre este sitio trasladando población e infraestructura al norte de la isla lejano del volcán activo.

Principales eventos volcánicos letales en el mundo				
Fecha	Volcán	Lugar	Amenaza Volcánica	Muertes
1783	Laki,	Islandia	Epidemias y hambruna	10.521
1792	Unzen,	Japón	Flujos piroclásticos y de lava, avalancha de escombros, caída de ceniza, tsunami	14.524
1815	Tambora	Indonesia	Flujos piroclásticos, caída de ceniza, epidemias y hambruna	60.000
1877	Cotopaxi	Ecuador	Lahares	1.000
1883	Krakatau	Indonesia	Flujos piroclásticos, tsunami	36.600
1902	Montagne Pelée	Martinique	Flujos piroclásticos y de lava	29.000
1902	Santa María	Guatemala	Caída de ceniza, epidemias	10.000
1929	Santiaguito	Guatemala	Flujos piroclásticos	5.000
1985	Nevado del Ruiz	Colombia	Lahares	23.000

Tabla 1.7, Principales eventos volcánicos letales en el mundo. Tanguy et al, 1998

El volcán Santiaguito /Santa Maria en Guatemala resulto de una actividad continua desde 30,000 años formando un cono volcánico con una altura de 3772 m encima de nivel del mar. En 1902, algunos fuertes terremotos (8,3 en la escala de Richter en el 19 de Abril y uno mas en el 23 de Septiembre) precedieron la erupción volcánica del 24 de Octubre del mismo año cual se acompaño con severas actividades sísmicas. La erupción duró por mas de 20 horas cubriendo con ceniza con un espesor de un milímetro un área de 270, 000km² y un espesor de 1 metro a 30 km de distancia de volcán en dirección del viento. El volumen de material piroclástico de esta erupción se estima por 8,3 km³ matando en forma directa algunos 5,000 personas y varias miles de vidas mas se cobraron en los siguientes meses debido de la epidemia de malaria. Este fenómeno se debe a la muerte de la mayoría de aves de la región debido de la explosión y la subsecuente expansión de los mosquitos en los drenajes y la lagunas con agua parado producidas de los productos de la erupción volcánica como lahares generados por las intensas lluvias de la región. Dos décadas mas tarde se formaron domos volcánicos cuales tienen hasta en día ocho diferentes largas fases o ciclos de crecimiento y colapso de los mismos expulsando así material volcánico por varios años. En el año 1929 miles de personas murieron con la generación de flujos piroclásticos, algo que se repitió con menor número de victimas en generaciones por delante. En el 21 de Agosto 1986 debido de un temblor y un deslizamiento entrando en la laguna de Nyos en Camerún, el gas estancado en el piso de la misma se escapó en una burbuja grande de CO₂ cual tenía menor densidad de su ambiente acuático. La burbuja de gas a medida de avance se transformó en una nube densa de gas tóxico y letal debido de su alta concentración en CO₂ movimiendose con aproximadamente 50 km/h a cercanía de la superficie asfixiando a 1,800 personas y mas de 6,000 animales en el alrededor de la laguna volcánica.

En el 13 de Noviembre de 1985, después de un año de actividad volcánica del volcán Nevado del Ruiz en Colombia, murieron aproximadamente 23,000 personas y se lastimaron miles de personas mas en lahares producidas debido al deshielo parcial del glaciar con la presencia de flujos piroclásticos.

Este caso es conocido como la tragedia de Armero. Informes imprecisos sobre una eventual erupción y la advertencia de la misma y los lahares y también la falta de medidas preventivas son los responsables hechos de esta catástrofe. Aun mas, mapas en cual se señalaron los alcances de los lahares se publicaron un mes después de la erupción. El gobierno responsabilizó a los científicos y a la defensa civil por su alarmismo. Autoridades locales tranquilizaron la población a pesar del conocimiento de la erupción y la lluvia de ceniza antes la llegada de los lahares. Un factor agravante mas era una tormenta en el día de la catástrofe cual produjo cortes de energía dejando la comunicación limitada.

En la noche entre 16 y 17 de Agosto de 2006, después de siete años de actividad del volcán Tungurahua en el Ecuador, se produjeron la segunda vez dentro de un mes flujos piroclásticos al flanco occidental de este volcán donde habitan y trabajan entre tres y cinco mil personas durante el día. Estos flujos piroclásticos destruyeron completamente cinco pueblos y mataron seis personas en una zona previamente declarada segura. Varias vías cuales conectan ciudades principales se destruyeron y productos del agro no podrían llegar a los mercados por varias semanas. La ciudad cercana al volcán no se evacuó debido que las sirenas del sistema de alerta temprana se quedaron mudos, debido de la destrucción de torres de transmisión eléctrica y el subsecuente corte de electricidad conectando el sistema con la ciudad. Los flujos piroclásticos conjunto con lahares represaron poco mas tarde también un río importante cual alimenta una gran planta hidroeléctrica cercana. A pesar de la alta actividad del volcán en el mes previo y especialmente en el día de la catástrofe no se evacuaron los sitios en peligro por la falta de orden de la autoridades y los técnicos responsables en monitoreo volcánico. La nube de ceniza se movió mayormente al occidente cubriendo Guayaquil, la mas grande ciudad del país, cerrando el aeropuerto por un día. Sin embargo, vuelos despegaron desde Quito a Guayaquil a pesar de la permanencia de ceniza en el aire por varias horas y así llegando a Guayaquil, los aviones tenían de aterrizar en aeropuertos alternativos o regresar a su aeropuerto de origen. Este hecho se responsabilizo a la faltante comunicación entre los técnicos de monitoreo y los organismos y empresas potencialmente afectadas. Algo similar ocurrió con la erupción principal del volcán ecuatoriano Reventador cual esta ubicado a 90 km oriental de Quito en el 3 de Noviembre del 2002 cuando la ceniza lleo a la capital de los Ecuatorianos, sin que hubo advertencia de su llegada hasta el último momento cuando ya estaba precipitandose después de varias horas de transporte en el cielo.



Fig. 1.43, Ejemplos de daños de ceniza volcánica en inutilización de aviones donde cayo ceniza (Quito, 2002, Cortesia El Comercio),



Fig. 1.44, Limpiadores encima de techos, que eventualmente cayeron de los mismos (Ecuador, 1999, Cortesia El Comercio)



Fig. 1.45, Colpaso de un coliseo cerca de Quito (Quito, 2002, Cortesia El Comercio), D



Fig. 1.46, Techos colapsados (Cerca de Baños de Agua Santa, Ecuador, 2002, Cortesia Mario Cruz)



Fig. 1.47, Daños en agricultura (Ecuador, 2002, Cortesia El Hoy)



Fig. 1.48, Daños en la salud de gente (Ecuador, 2002, Cortesia El Hoy)



Fig. 1.53, Ejemplo de alcance de un lahar en un area poblado debido de una reconstrucción de lahares pasados para la misma regiomm del Valle de los Chillos, Ecuador. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.54, Ejemplo de un deshiello parcial por actividad volcánica, volcán Sangay, Ecuador. GEO1-Toulkeridis

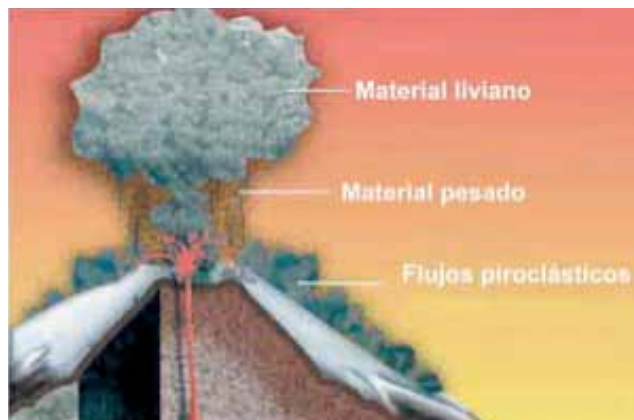


Fig. 1.55, Un colapso de una columna eruptiva, la cual genera un flujo piroclástico penetrando un glaciar, dehiellándolo parcialmente y así generando un lahar. GEO1-Toulkeridis

1.3.5 Reducción de riesgo volcánico

Conocedores de la temática conjunto con las autoridades o tomadores de decisiones, deberán determinar la ubicación de la infraestructura estratégica y/o vital, como ubicaciones de sitios habitacionales, dentro de las zonas de amenazas por uno o varios peligros volcánicos del o de los volcanes en la cercanía de los sitios bajo peligro potencial. Hay que determinar si una parte del área de planeamiento queda dentro de los aproximadamente 30km de un o más volcanes caracterizados como potencialmente activos. La distancia de 30km es arbitraria, basada en la distancia desde un volcán dentro de la cual los lahares, cenizas, flujos piroclásticos, etc. pueden ser peligrosos. El radio puede ser más corto o más largo, según factores tales como diferencias en elevación entre el volcán y las áreas amenazadas, las pendientes, la morfología de los canales, y los vientos predominantes. En el caso de un proyecto de sitio habitacional u obra en planificación o en ejecución, se requiere un diagnóstico potencial de desarrollo de la región.

Los resultados de una evaluación inicial de los peligros volcánicos conducirán a las diferentes necesidades de información si un volcán en el área de estudio es identificado como una amenaza inminente, a corto o a largo plazo.

Debido a esto, expertos en la temática tienen de contar con mapas de zonación de peligros volcánicos del área de estudio en escala de 1:10.000 a 1:100.000 por lahares, flujos piroclásticos y flujos de lavas y de 1:100.000 a 1:500.000 para caída de tefra (e.g. ceniza, pomez, bombas, con varios espesores debido de diferentes formas de erupciones) y distribución o movimiento de gases volcánicos.

En el caso de falta de este tipo de cartografía de peligros volcánicos, sería prudente crear mapas de zonificación de peligros volcánicos como parte del estudio de planificación del desarrollo y debe ser parte integral del inventario integrado de recursos naturales. Estas servirían para la planificación a largo plazo de usos de la tierra alrededor de volcanes que se supone, son compatibles con el peligro de futuras erupciones, y para determinar qué áreas deben ser evacuadas y evitadas o mitigadas durante erupciones.

Los conocedores en la temática y/o expertos deben de considerar y clasificar la periodicidad de una fase eruptiva de los volcanes que podrán dar una afectación potencial de la infraestructura estratégica y/o vital en el área de estudio como de corto o largo plazo. Un peligro a corto plazo se define como un volcán que erupciona más de una vez cada siglo. Los peligros a plazo largo tienen una periodicidad de más de 100 años. Una categoría adicional también ha sido propuesta: un peligro inminente que son aquellos volcanes de los cuales la evidencia geológica confiable, señala que se puede esperar una erupción en muy poco tiempo (menos de una década).

Los expertos determinarán y evaluarán la probabilidad de una futura reactivación de una fase eruptiva del o de los volcanes en la área de los sitios habitacionales y de la obra o infraestructura estratégica y/o vital bajo estudio en la determinación de explosiones y fases eruptivas pasadas debido de la información histórica y prehistórica y en el comportamiento de volcanes semejantes en otras partes del mundo.

Si los datos de los registros históricos y prehistóricos son adecuados, la frecuencia de anteriores erupciones puede ser determinada y la posible frecuencia de futuras erupciones puede ser estimada. Esto supone que el comportamiento futuro de un volcán reflejará su historia de los últimos miles de años. El comportamiento de volcanes similares en otras partes puede proporcionar un indicio de los eventos de poca probabilidad pero gran magnitud que podrían ocurrir.

La evaluación del peligro volcánico involucra establecer un registro estratigráfico de los productos de anteriores erupciones y determinar la extensión aérea de sus depósitos, su origen en la secuencia estratigráfica y la fecha de las erupciones. Para lograr esto, usualmente la información que existe en el registro histórico debe ser complementada con el análisis de campo. Así, hay que estudiar el alcance de los peligros volcánicos potenciales en diferentes escenarios de posibles erupciones, porque gracias a esta información, el peligro volcánico puede ser graduado en términos de severidad sobre un mapa de zonificación de peligro volcánico.

Expertos y autoridades conjuntos determinarán el costo-beneficio de una instalación potencial de obras de mitigación para proteger en su totalidad o reducir al máximo posible, el daño potencial en sitios habitacionales y obras ya construidas y potencialmente ubicadas dentro de zonas de moderado hasta alto riesgo volcánico. Los aspectos relacionados con desarrollo de la mitigación de peligros volcánicos, involucran principalmente evaluaciones de peligro y planificación del uso de tierras.

Los volcanes que presentan un peligro a corto plazo y que claramente amenazan la vida y la propiedad, deben de ser mantenidos bajo supervisión y establecer las restricciones pertinentes de la ocupación permanente en las áreas de mayor peligro. Para los volcanes que tienen una periodicidad de largo plazo y que por lo tanto no pueden ser un peligro durante la vida de un proyecto, las restricciones en uso de tierras no pueden ser justificadas solamente por razones económicas, pero el desarrollo debe de ser planificado con conocimiento de las consecuencias potenciales de futuras erupciones.

En áreas de desarrollo con peligros volcánicos a corto plazo, deben seleccionarse medidas de mitigación, si es que son, parte de la información de identificación del proyecto. Las restricciones sobre uso de tierras deben de ser instituidas para aquellas áreas que tienen amenaza potencial de fenómenos piroclásticos. En las áreas donde la ceniza volcánica puede resultar un peligro, los códigos de construcción deben estipular una adecuada construcción para los techos. En muchos casos sólo los lahares ameritarían las medidas de mitigación.

Las áreas en los valles en el curso de lahares potenciales pueden ser demarcadas y se pueden instituir restricciones para uso de las tierras, o medidas protectivas en concordancia con una racionalidad económica. Las medidas de mitigación que se pueden justificar económicamente para peligros a corto plazo son limitadas, ya que “corto plazo” sigue siendo un período largo de tiempo. La percepción del peligro potencial puede permitir que se adopte un plan de desarrollo más razonado. Las normas se basan en reglamentos internacionales (Ej. International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, IAVCEI).

Medidas preventivas en caso de una erupción volcánica

- a) Tenga agua y comida almacenada por varios (mínimo tres) días.
- b) Protege nariz y ojos con mascarar de filtro.
- c) Cerrar ventanas, puertas, ventilaciones y cualquier otra abertura donde podría entrar ceniza volcánica.
- d) Cubrir computadores, televisiones, carros y cualquier otro aparato electrónico o instrumento sensible a polvo / ceniza volcánica. También no hay de utilizar artefactos electrónicos previamente expuestos en el aire sin limpiarse previamente para evitar cortocircuitos potenciales.
- e) Evite conducir durante la precipitación de ceniza volcánica y después de uso de vehículo cambia los filtros del aire, potencialmente tapado.
- f) Trata de evitar el uso de agua en limpieza o en el retiro de ceniza volcánica de cualquier objeto.

Tabla 1.8, Medidas preventivas en caso de una erupción volcánica

1.4 Terrenos Inestables

Uno de los fenómenos naturales que más daño causa durante todos los años en la infraestructura habitacional, especialmente a las personas de bajos recursos económicos, son los clasificados dentro de los movimientos de terrenos superficiales que se dan en países montañosos como tales de América Central y parte occidental de América Sur, en los cuales, el elemento motor principal es la gravedad terrestre. Los movimientos en masa son procesos de la geodinámica externa, los cuales modifican las diferentes formas del terreno y se clasifican en varias formas o tipos conocidas como deslizamientos, derrumbes, desprendimientos, deslaves, hundimientos, flujos etc.

Los movimientos de masa de terrenos superficiales más conocidos y estudiados se llaman deslizamientos. Los deslizamientos son masas de rocas o de suelos (también de vegetación o de rellenos artificiales) que se desplazan en la superficie de la tierra con poca profundidad (en su mayoría encima de la roca firme) en sentido de la pendiente por acción de la gravedad en forma súbita o lenta con medio de transporte agravante que es el agua o en forma seca, es decir que se presentan sobre todo en la época lluviosa o seca y además durante períodos de actividad sísmica. También suceden deslizamientos debido de la actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y por simple erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Para evitar o mitigar los deslizamientos (reducir el riesgo) es indispensable saber las causas, los movimientos y la forma cómo se originan. Mientras las potenciales causas de iniciación de movimientos de masa se mencionaron mas arriba (exceso de agua, sismicidad etc.), los deslizamientos tienen diferentes tipos de origen y forma de movimientos y pueden ocurrir como: caídas (masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes, que se mueven en caída libre, dando tumbos (saltos) o ruedan ladera abajo), basculamientos (rotación de uno o más elementos alrededor de un punto pivote), separaciones laterales (movimiento de extensión lateral acompañado por fracturamiento cortante o tensional), flujos (masas que se mueven como unidades deformadas, viscosas, sin un plano discreto de ruptura) o deslizamientos rotacionales o translacionales (desplazan masas a lo largo de uno o más planos discretos. El movimiento rotacional se da donde la superficie de ruptura es curva, la masa rota hacia atrás alrededor de un eje paralelo a la ladera, mientras el movimiento translacional se da cuando la superficie de ruptura es más o menos plana o suavemente ondulante y la masa se mueve paralela a la superficie del terreno. Algunos deslizamientos pueden presentar más de un tipo de movimiento, en este caso se describen como complejos).

Hay diferentes partes de un deslizamiento que se conoce como la nomenclatura de mismo, cual incluye la corona (sector de la ladera que no ha fallado y localizada arriba del deslizamiento, cual puede presentar grietas, llamadas grietas de la corona), el escarpe principal (superficie de pendiente muy fuerte, localizada en el límite del deslizamiento y originada por el material desplazado de la ladera. Si este escarpe se proyecta bajo el material desplazado, se obtiene la superficie de ruptura), el escarpe secundario o menor (la superficie de pendiente muy fuerte en el material desplazado y producida por el movimiento diferencial dentro de este material), punta de la superficie de ruptura (la intersección



Fig 1.68, Deslizamientos interrumpiendo la actividad socio-económica devastando parte de una autopista en Ecuador. Cortesía Rafael Guardado.



Fig 1.69, Construcción de un puente encima de un deslizamiento activo en Colombia. Cortesía Rafael Guardado.

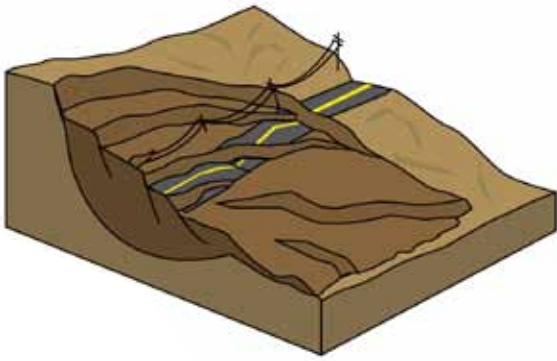


Fig. 1.70, Desplome. CGEO1-Toulkeridis



Fig. 1.71, Deslizamiento de rocas. GEO1-Toulkeridis

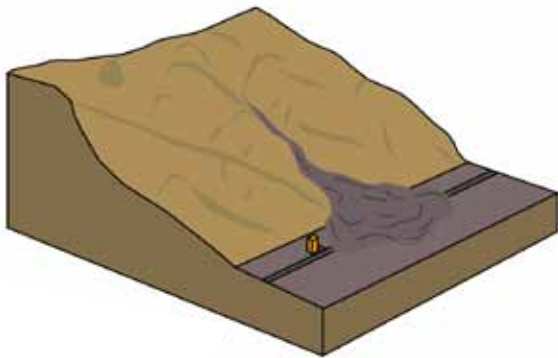


Fig. 1.72, Flujo de derrubios. GEO1-Toulkeridis

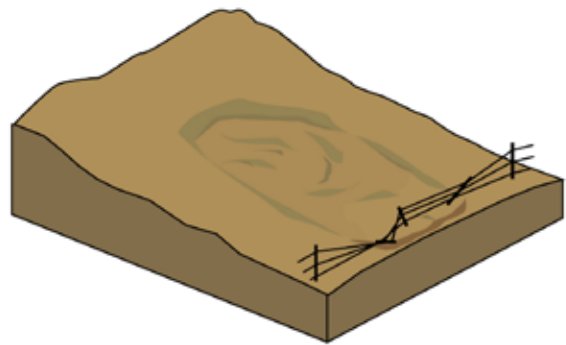


Fig. 1.73, Flujo de tierra. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.74, Separación lateral. Adaptado de Varnes, 1978. GEO1-Toulkeridis

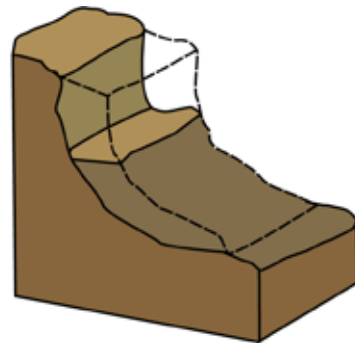


Fig. 1.75, Movimiento simple. Adaptado de Hutchinson, 1968. GEO1-Toulkeridis

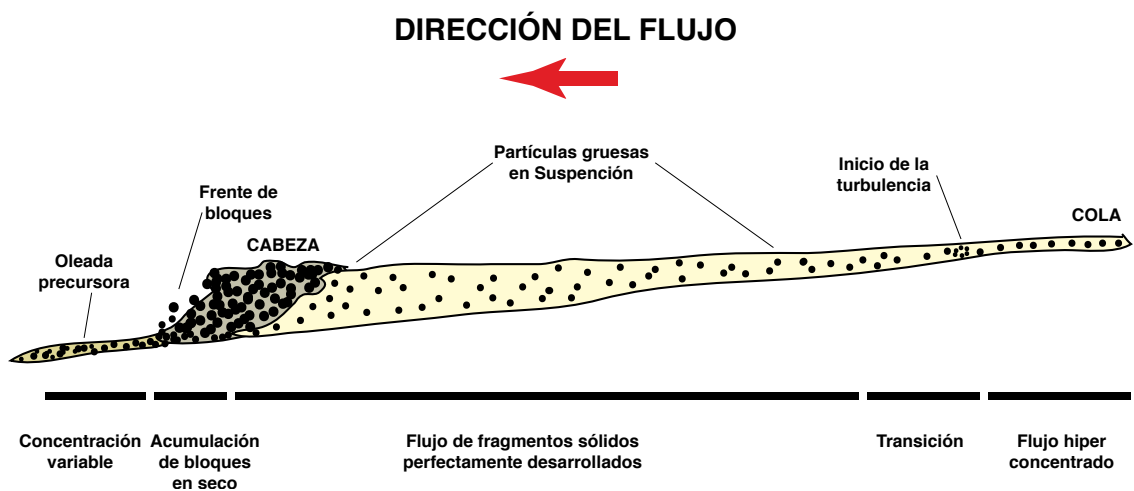


Fig. 1.56, Geometría y composición de un lahar. T. Pierson

que se queda algunas veces cubierta de la parte baja de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno), cabeza (la parte superior del material desplazado a lo largo de su contacto con el escarpe principal), tope (el punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escarpe principal), cuerpo principal (la parte del material desplazado que sobreyace la superficie de ruptura localizada entre el escarpe principal y la punta de la superficie de ruptura), flanco (lado del deslizamiento), base o pie (la porción de material desplazado que descansa ladera abajo desde la punta de la superficie de ruptura), dedo (el margen del material desplazado más distante del escarpe principal) y punta (el punto en el pie más distante del tope del deslizamiento).

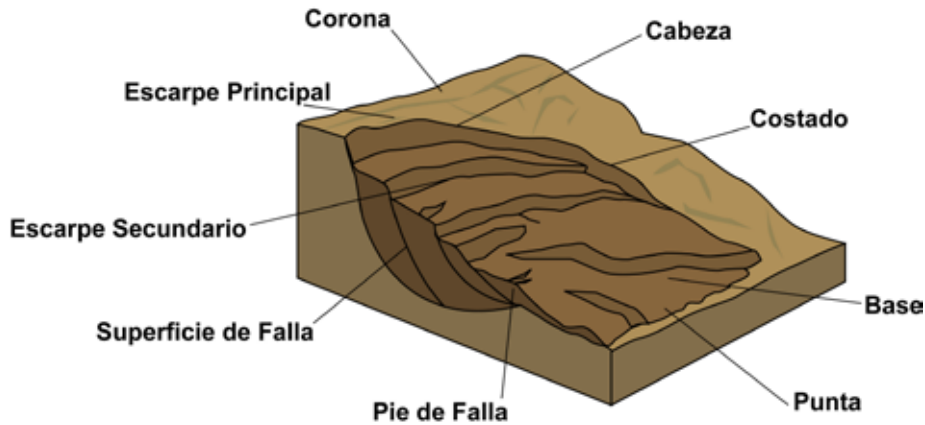


Fig. 1.88, Nomenclatura de Deslizamientos. Explicación en el texto. GEO1-Toulkeridis

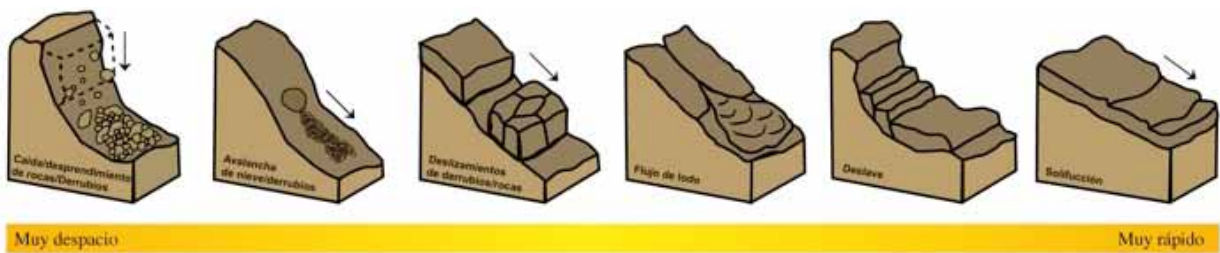


Fig. 1.89, Velocidad de Deslizamientos. Explicación en el texto. GEO1-Toulkeridis

Tipo	Velocidades
Extremadamente rapido	Mayor 3 m/s
Muy rapido	0,3 m/min – 3 m/s
Rapido	1,5 m/día – 0,3 m/min
Moderado	1,5 m/mes – 1,5 m/día
Lento	1,5 m/año – 1,5 m/mes
Muy lento	0,06 m/año – 1,5 m/año
Extremadamente lento	Menor a 0,06 m/año

Tipo	Profundidad maxima
Superficiales	Menor 1,5 m
Poco profundos	1,5 – 5,0 m
Profundos	5,0 – 20 m
Muy profundos	Mayor a 20 m

Tabla 1.9, Velocidad de Deslizamientos. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.76, Movimiento Sucesivo. Adaptado de Hutchinson, 1968. GEO1-Toulkeridis

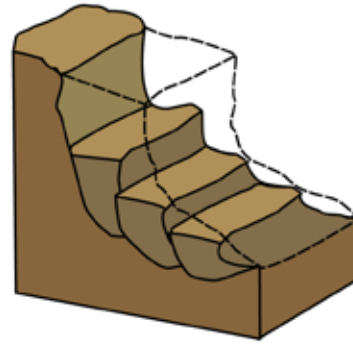


Fig. 1.77, Movimiento múltiple. Adaptado de Hutchinson, 1968. GEO1-Toulkeridis

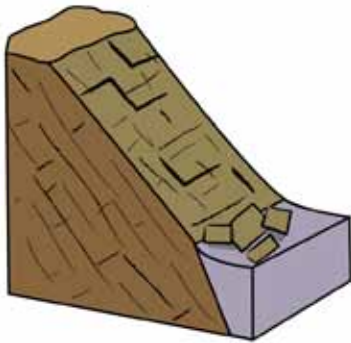


Fig. 1.78, Deslizamiento translacional a lo largo de planos de estratificación. Adaptado de Skinner & Porter, 1992. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.79, Basculamiento de columnas de roca. Adaptado de Cruden & Varnes, 1996. GEO1-Toulkeridis

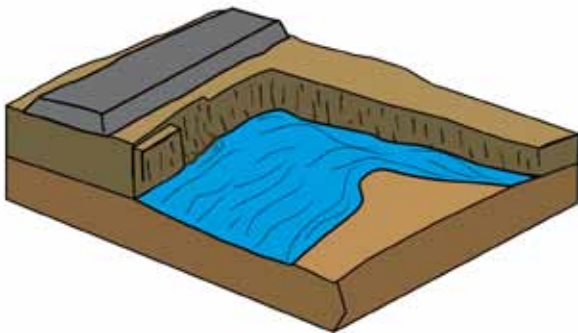


Fig. 1.80, Basculamiento de detritos. Adaptado de Varnes, 1978. GEO1-Toulkeridis

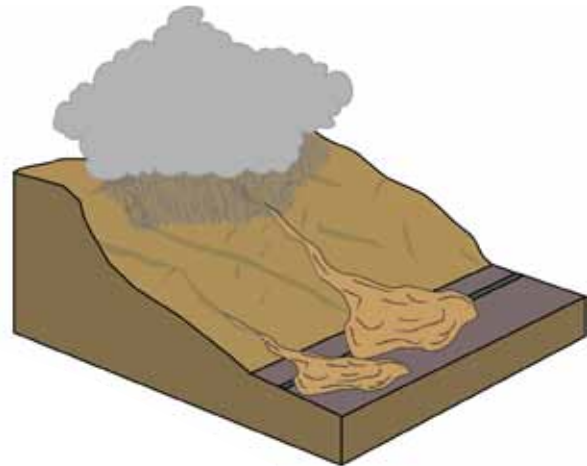


Fig. 1.81, Flujo de lodo. Adaptado de Skinner y Porter, 1992. GEO1-Toulkeridis

1.4.1 Mediciones preventivas y de mitigación

Para reducir el potencial riesgo de una amenaza de deslizamientos en sus diferentes formas de su presentación hay de evaluar si un complejo habitacional o una obra de infraestructura construida o en proyecto de construcción está ubicada en un área de geomorfología irregular para ver si se deben realizar trabajos de prevención ante fenómenos de inestabilidad de terrenos. Así se debería determinar el peligro por inestabilidad de terrenos de las obras de infraestructura o complejos habitacionales ya construidas, en las que se deberá realizar una observación detallada de campo para recopilar datos que permitan elaborar una matriz con los factores que generan estos fenómenos como: tipo de material en donde esta ubicada la obra, factor muy importante como condición para que se generen fenómenos de inestabilidad de terrenos, pendiente del terreno en el sector, fenómenos de inestabilidad observados

dentro o cerca de la obra o complejo (observación de grietas, árboles inclinados, pisos agrietados), uso del suelo, presencia de agua, drenajes etc.

Conocedores de la temática o expertos deben considerar la información existente sobre geología estructural y tectónica y también de hidrología y hidrogeología del área. A estos factores de acuerdo a su importancia en la activación y reactivación de fenómenos de inestabilidad de terrenos, se asigna un atributo o peso sobre el factor para tener un valor de cuantificación del peligro. La ventaja de la observación de campo, es que dependiendo de la experiencia y experticia del evaluador, se puede caracterizar de forma subjetiva los terrenos y determinar el peligro al que están expuestas las obras de infraestructura o de complejos habitacionales involucradas y estos resultados pueden ser correlacionados con los datos tomados en el campo e introducidos en la matriz; correlación que permite ratificar o rectificar los resultados.

Si se ha identificado una zona de alto riesgo por deslizamientos potenciales, entonces antes que ocurre una desgracia:

- a) hay de evitar hacer rellenos o cortes en terrenos de pendiente fuerte, no construir en pendientes de terrenos inestables, ni en zonas inundables, ni con materiales pesados en terrenos débiles, sin antes contar con estudios técnicos del suelo
- b) no excavar la base de laderas empinadas,
- c) hay de avisar para evitar compras, alquileramiento o construcción en las zonas propensas a deslizamientos,
- d) empezar de organizarse y emprender acciones de prevención de deslizamientos del lugar que se ocupa, así tener un comportamiento ejemplar para otros vecinos cuales seguirán este ejemplo,
- e) no haga cortes en las montañas si no está totalmente seguro de la resistencia de la ladera, pero si ya vive uno en una pendiente, hay de asegurarse de que la casa y construcciones superiores están firmemente construidas,
- f) no dejar que el agua se filtre en el interior de la montaña: abra zanjas, drenajes, alcantarillas que permitan el desagüe ordenado del agua,
- g) en caso de habitar en una zona de alta pendiente cerciórese de que la casa y la de los vecinos estén firmemente construidas para evitar que caigan unas encima de otras,
- h) detener la erosión que causa deslizamientos evitando quemas y talas, surcos en el sentido de la pendiente, conservar la vegetación de las montañas y laderas de ríos
- i) proteger las zonas cercanas a los nacimientos de agua, arroyos y quebradas sembrando especies arbóreas,
- j) no amontonar basura o desechos en suelos de pendiente porque terminan tapando desagües y hacen que el agua se filtre lo que desestabiliza los terrenos y
- k) no permitir canteras ni excavaciones que desestabilicen las laderas ya que son un peligro para el vecindario y la infraestructura existente,
- l) conocer las zonas que pueden deslizarse en la localidad y la ruta de evacuación o escape para llegar a las áreas seguras,
- m) preparar un botiquín de primeros auxilios con artículos de higiene y, documentos de identificación,
- n) ante una alarma de deslizamiento de parte de las autoridades, sigue las instrucciones y ve con tu familia a una zona segura.

Mientras durante un deslizamiento:

- a) infunde serenidad y ayuda a los demás,
- b) Conserva la calma en todo momento,
- c) corre al lugar cercano más seguro, evacuar lo más rápidamente posible a las zonas de seguridad,
- d) tratar de evadir lo que cae, corriendo en forma lateral hacia abajo,
- e) aléjate de estructuras que puedan derrumbarse, de zonas afectadas o sospechosas,
- f) inspira serenidad y ayuda a los demás, niños y niñas, ancianos y ancianas, discapacitados y personas en estado de pánico,
- g) para rescatar a alguien, utiliza cuerdas, extensiones, palos y lo que sea seguro para todos, trabaja en equipo con otras personas,
- h) si estás en un vehículo, movízate rápidamente a un lugar seguro o, sal del mismo.

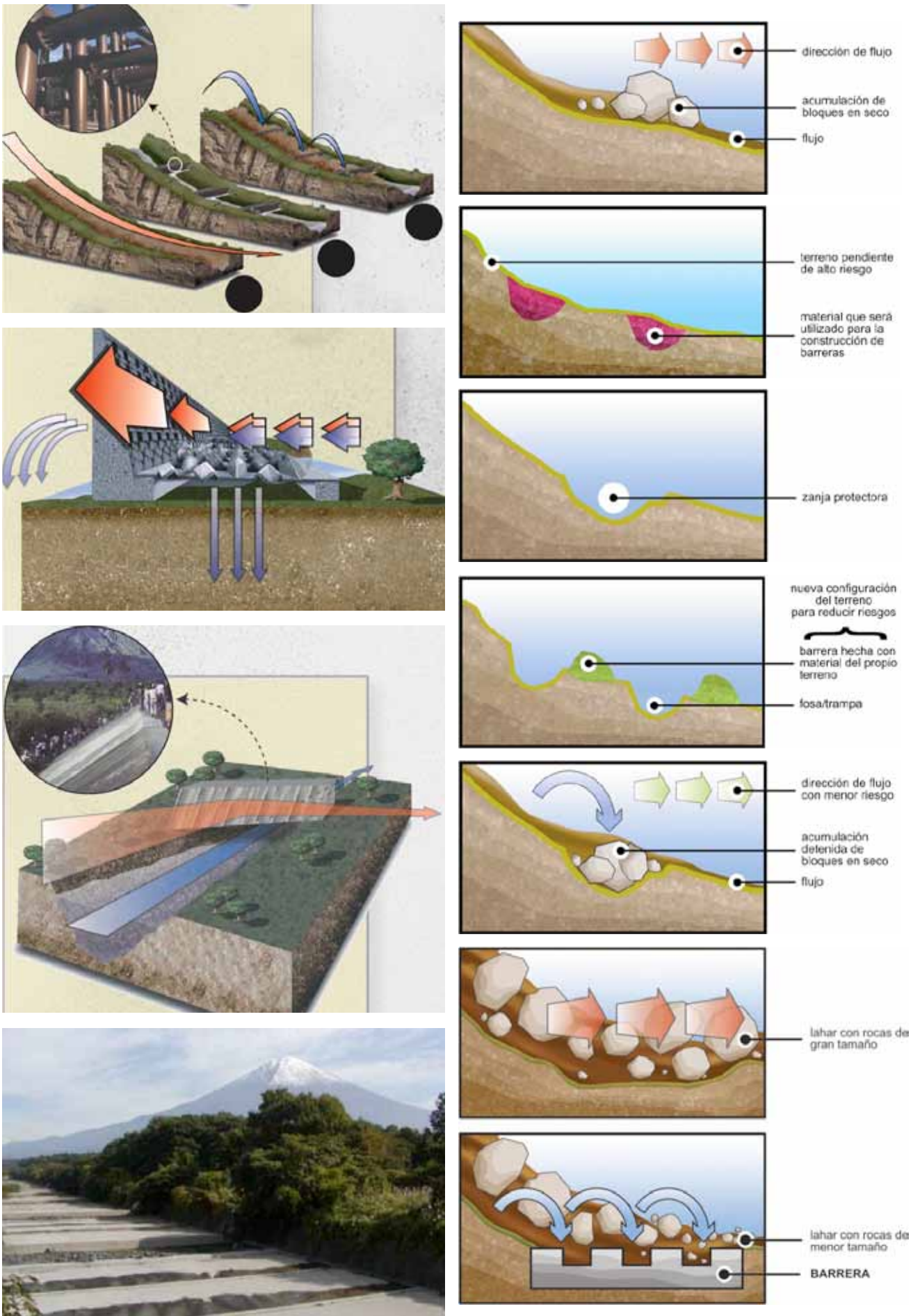


Fig. 1.57, 1.67, Obras de mitigación por lahares. Ilustraciones GEO1-Toulkeridis, Fotos Hubert Canson

Después que se ha manifestado un deslizamiento:

- a) mantente alejado del área hasta que la autoridad pertinente, autorice el retorno, sigue sus instrucciones,
- b) no pises escombros de forma indiscriminada,
- c) no enciendas fósforos, velas etc. porque puedes ocasionar un incendio,
- d) revisa si existe peligro o no, en los sistemas de electricidad, gas o agua,
- e) antes de retornar a tu casa, verifica que no tenga cuarteaduras o fallas graves,
- f) limpia y desinfecta tu casa, revisa si está inestable o en lugar inseguro, vete con tu familia a casa de familiares o amigos,
- g) no toques cables de alta tensión y luz, cierra llaves de agua y gas,
- h) mantente alerta por si se producen nuevos deslizamientos.

1.4.2 Trabajos a realizar para mitigar los impactos potenciales de deslizamientos



Fig. 1.86 - 3.87, Deslizamiento activo, Piñas Ecuador 2010. Terrenos invadidos en laderas inestables propensos a deslizamientos, Piñas Ecuador 2010. Theofilos Toulkeridis.. GEO1-Toulkeridis



Fig. 1.82-3.95, Caída masiva (arriba izquierda, China 2008, Associated Press), parcial (arriba derecha, Ecuador 2005, El Hoy) o de gran tamaño (izquierda abajo, China 2008, Associated Press) de rocas. Derrumbe masivo (Japon, 2003, Associated Press)



Fig. 1.90, Deslizamiento devastador a una casa en Zaruma, Ecuador 2010. GEO1-Toulkeridis

- a) Análisis de muestras de agua de las vertientes que se encuentran en las zonas o barrios en potencial riesgo, especialmente en la parte baja de las vías (si es que hubiere).
- b) Levantamiento de información de las viviendas afectadas, durante el invierno, (o temporadas anteriores, referente histórico) con el fin de determinar el estado de habitabilidad de las mismas y establecer aquellas familias que deberían ser reubicadas (reasantamientos).
- c) Limpieza de cunetas y zanjias de agua en el área de incidencia.
- d) Revisión de sistemas de alcantarillado.
- e) Limpieza de quebradas, arreglo de vías potencialmente afectadas.
- f) Programas de forestación y reforestación de áreas potencialmente afectadas (con plantas nativas y de raíces profundas).

1.4.3 Cuantificación de daños por deslizamientos

Cada estabilización de un talud potencialmente amenazado por deslizamientos en sus diferentes formas depende del factor beneficio costo. Las siguientes formulas guiaran y ayudaran para entender donde y como la intervención humana se justifica para mitigar el fenómeno de movimientos en masa. El caso se trata de un deslizamiento cual amenaza un edificio y puede o no involucrar seres humanos.

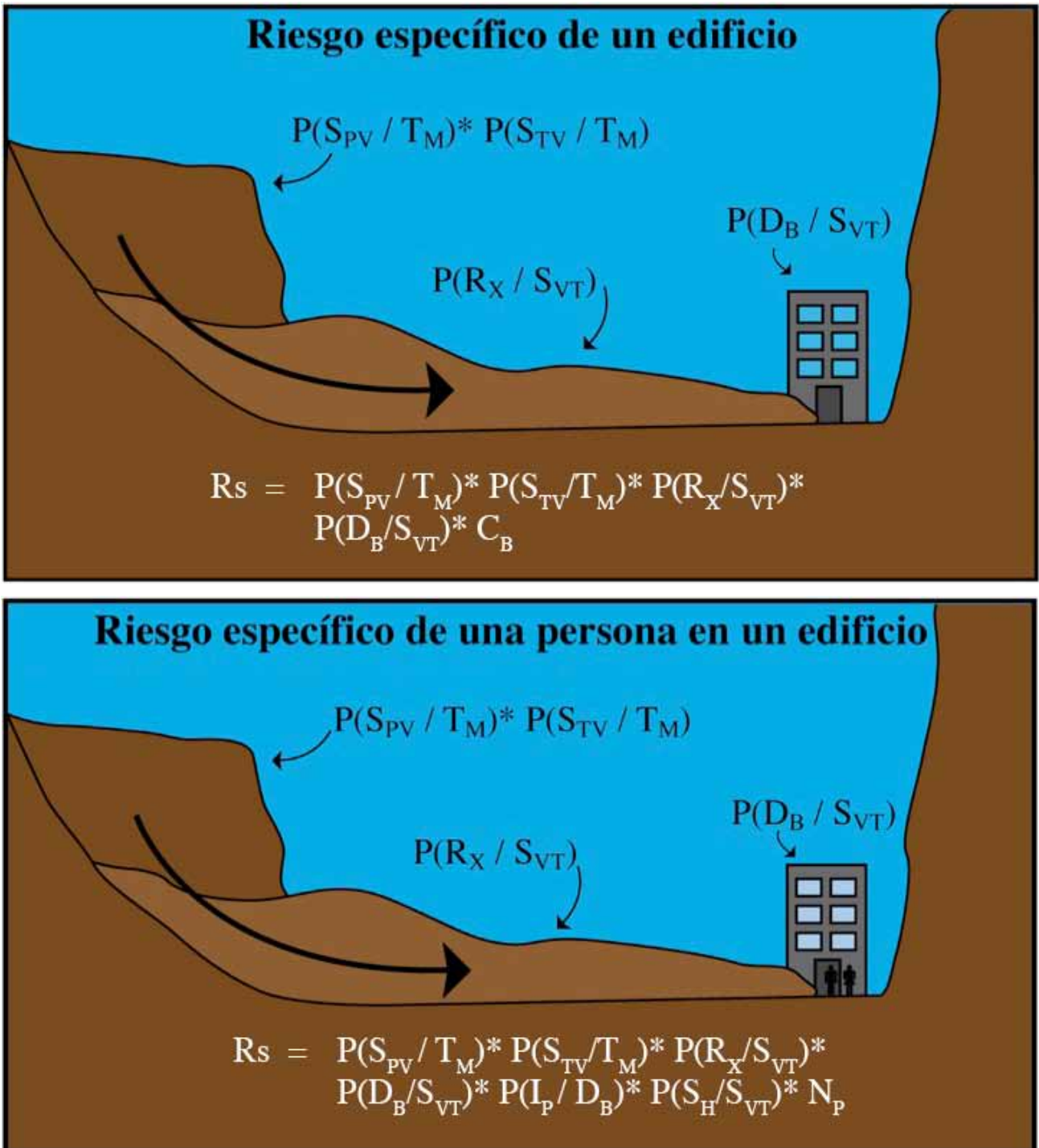


Fig. 1.92 - 93, Caes van Western

Riesgo específico de un edificio de donde:

$P(S_{PV}/T_M)$ = Probabilidad espacial. Probabilidad condicional del inicio de un deslizamiento de tipo y volumen específico y en un lugar específico y considerando un evento disparador (ej. Sismo, lluvia) de cierta magnitud e intensidad.

$P(S_{TV}/T_M)$ = Probabilidad temporal. Probabilidad condicional de inicio de un deslizamiento de tipo y volumen específico considerando un evento disparador con cierta magnitud e intensidad dentro de un cierto período de tiempo.

$P(R_X/S_{VT})$ = Probabilidad condicional que la masa deslizada recorra y cubra una zona con distancia X hasta el edificio, considerando un deslizamiento de tipo y volumen particular.

$P(D_B/S_{VT})$ = Probabilidad condicional de daño en el edificio de construcción particular tipo, considerando la concurrencia de un deslizamiento con un volumen y tipo particular.

C_B = costos de la reconstrucción del edificio

$R = A * V * MD$	
<p align="center">RIESGO = AMENAZA * VULNERABILIDAD * MONTO DEL DAÑO</p>	
<p>AMENAZA =</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de evento con cierta magnitud - Mecanismo de generación - Tipo de evento - Magnitud: Volumen, efecto de domino, distancia, duración, velocidad etc.
<p>VULNERABILIDAD =</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Grado de daño. En función de: - Magnitud del evento y - tipo de elementos en riesgo
<p>MONTO DE DAÑO =</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cuantificación de los elementos en riesgo e.j: - Costo de remplazo de edificios, infraestructura etc. - Perdida en función de actividades socio-económicas - Numero de personas

Tabla 1.10, Cuantificación de riesgo y sus componentes. GEO1-Toulkeridis

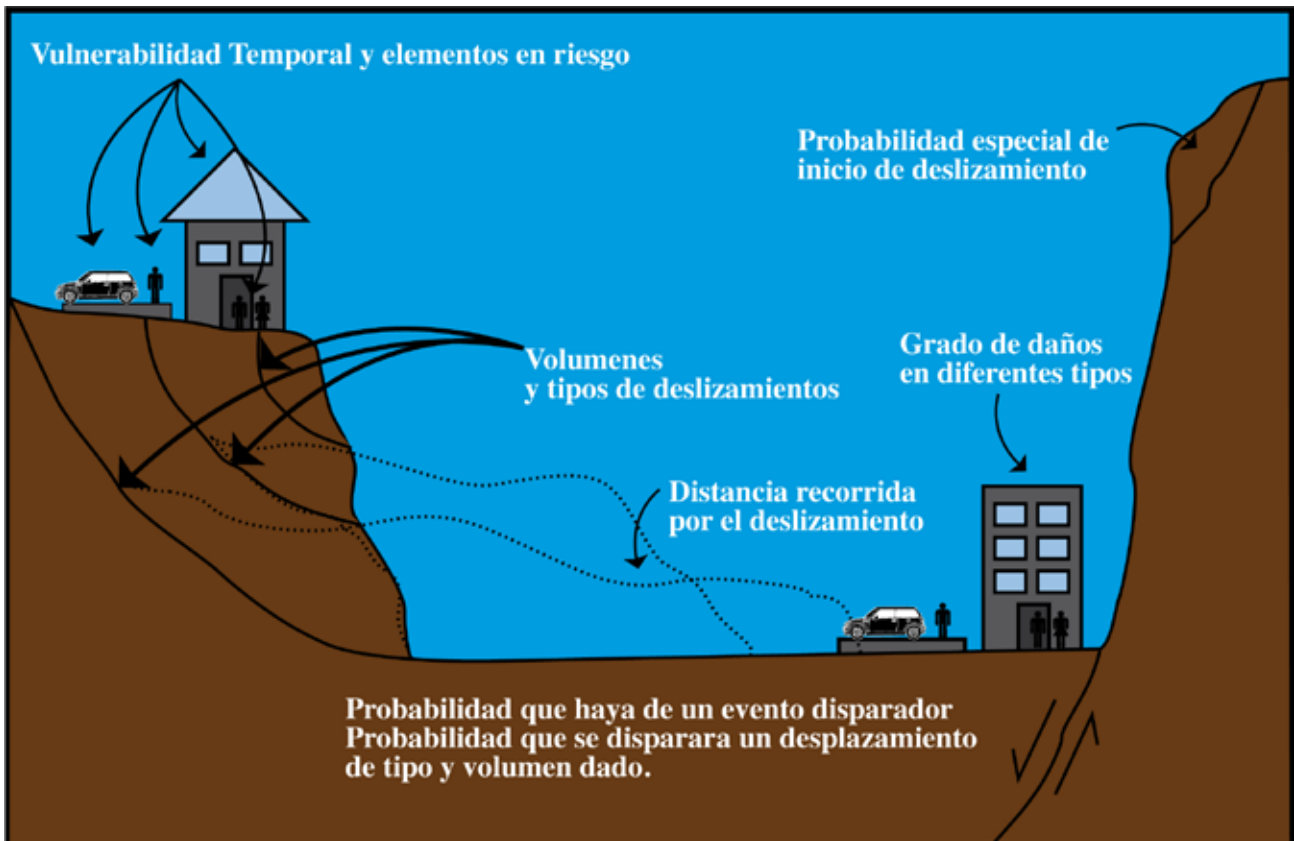


Fig. 1.94, Caes van Western

<p align="center">Riesgo específico de personas en un edificio en la cual:</p>	
<p>CB = costo de reemplazo de la edificación</p>	
<p>P(IP/DB) = Probabilidad condicional de heridas o muerte para personas presentes en las viviendas considerando el grado de daño al edificio o casa producido por un deslizamiento de tipo y volumen dado.</p>	
<p>P(PH/SVT) = Probabilidad condicional de personas que están presentes en el edificio el tiempo y el día que podría ocurrir.</p>	
<p>NP = número de personas en el edificio.</p>	<p>dibuja oe2-40 car rental</p>

1.5 Inundaciones

El agua es el elemento fundamental para la vida de los seres en el planeta, pero el agua así como es vida también puede ser muerte, y debemos saber manejarla y aprovechar en forma racional y controlar sus extremos (inundaciones y sequías).

Las inundaciones en América Latina y el Caribe, donde se encuentra el Ecuador, entre los años 1970 -2001 los desastres dejaron un saldo aproximado de pérdidas de vidas humanas de 246.569 y 144.9 millones de personas afectadas con daños económicos superiores a los 69.600 millones de dólares. (PNUMA, 2003).

Se estima que en la década de los noventa fallecieron 75.289 personas por desastres relacionados a eventos naturales. En las últimas tres décadas del siglo XX las muertes ocurrieron principalmente debido a los terremotos (47.2% del total), inundaciones (18.5 %), tormentas y huracanes (14.0%), erupciones volcánicas (9.3%), epidemias (6.2 %) y los deslizamientos (4.1 %). (PNUMA). Entre los eventos más devastadores de la región se encuentran los efectos del Niño 1982-1983 y 1997-1998.

Estas cifras pueden ir incrementando debido en gran medida al acelerado desarrollo de la población que ha modificado los ecosistemas locales, incrementando el riesgo de inundación, especialmente en las partes bajas de las cuencas hidrográficas.

En el Ecuador de acuerdo al Informe de Asociación Regional III de América del Sur, de septiembre de 2004, los daños causados por el fenómeno de El Niño 1997-1998 como lo muestra la tabla 3.11.

1.5.1 Origen de las Inundaciones

¿Qué es una inundación?

De acuerdo a la OMM/UNESCO, 1974, la inundación es el “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso el nivel normal se entiende como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, por lo que se puede entender que la inundación es una elevación mayor a la habitual del cauce, que puede generar pérdidas.

En cambio una avenida de acuerdo OMM/UNESCO, 1974, es “una elevación rápida y habitualmente breve de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad”

Este incremento o disminución de niveles está representado en los limnigramas (variación del nivel del agua en función del tiempo) que define la variabilidad de las cotas o niveles del río (Fig. 3.102).

De acuerdo a (Leopold et al., 1984), las inundaciones son eventos naturales y recurrentes para un río, estadísticamente; los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años.

En general las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, esteros y áreas costeras. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes o llanuras de inundación.

Conceptos básicos

Es importante señalar los conceptos básicos utilizados en los estudios de inundaciones para que el lector esté familiarizado con los mismos.

Precipitación, Es el agua que procede de la atmósfera y cae sobre la superficie, bien en forma líquida (llovizna, lluvias o chubascos) o en forma sólida (nieve o granizo). La precipitación se mide por la altura en mm que alcanzaría su equivalente en agua en una superficie plana y horizontal donde no existan pérdidas ni por evaporación ni por infiltración. Un mm de precipitación equivale a 1 litro por cada metro cuadrado (1 mm = 1 lit/m²).

La precipitación no es constante en una cuenca, varía espacial y temporalmente, y el escurrimiento depende en gran medida de este comportamiento y de las condiciones de humedad (seca, normal, húmeda) y características de la cuenca (tamaño, pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc.).

Se mide en aparatos denominados el pluviómetro (fig. 3.103) y/o pluviógrafo (fig. 3.104), el primero entrega información diaria y el segundo registra (grafica) la precipitación en función del tiempo (pluviogramas- Figura 1), lo que nos ayuda a levantar las intensidades máximas de precipitación que se miden en mm/h, que son muy útiles para el análisis de crecidas e inundaciones.

Intensidad de precipitación, Es la cantidad de lluvia caída en un determinado tiempo y sitio, se mide en mm/h. Ej. 5 mm/h.

El pluviógrafo (fig. 3.105) o un medidor electrónico de lluvia, es el instrumento ideal en el cual se registra la lluvia (faja pluviográfica de la fig. 3.102), ya que al medir la intensidad de ésta, será posible saber cuándo y cuánto llovió en cada instante en un sitio determinado, durante un evento de lluvia.

Para tener un concepto más claro de intensidad, se puede decir que no es lo mismo que llueva 20 mm en 23 horas, que llueva los mismos 20 mm durante 10 minutos, de allí la importancia de contar con estos instrumentos que de medir la simple precipitación.

Hietogramas, Es un gráfico de barras en el cual se indica la variación de la precipitación o intensidad en intervalos de tiempo, usualmente de una hora.

Caudal o Gasto, es la cantidad de agua (escurrimiento) que circula por un sitio determinado de un cauce en un cierto tiempo. Para el diseño de obras hidráulicas se usa más como el volumen de agua

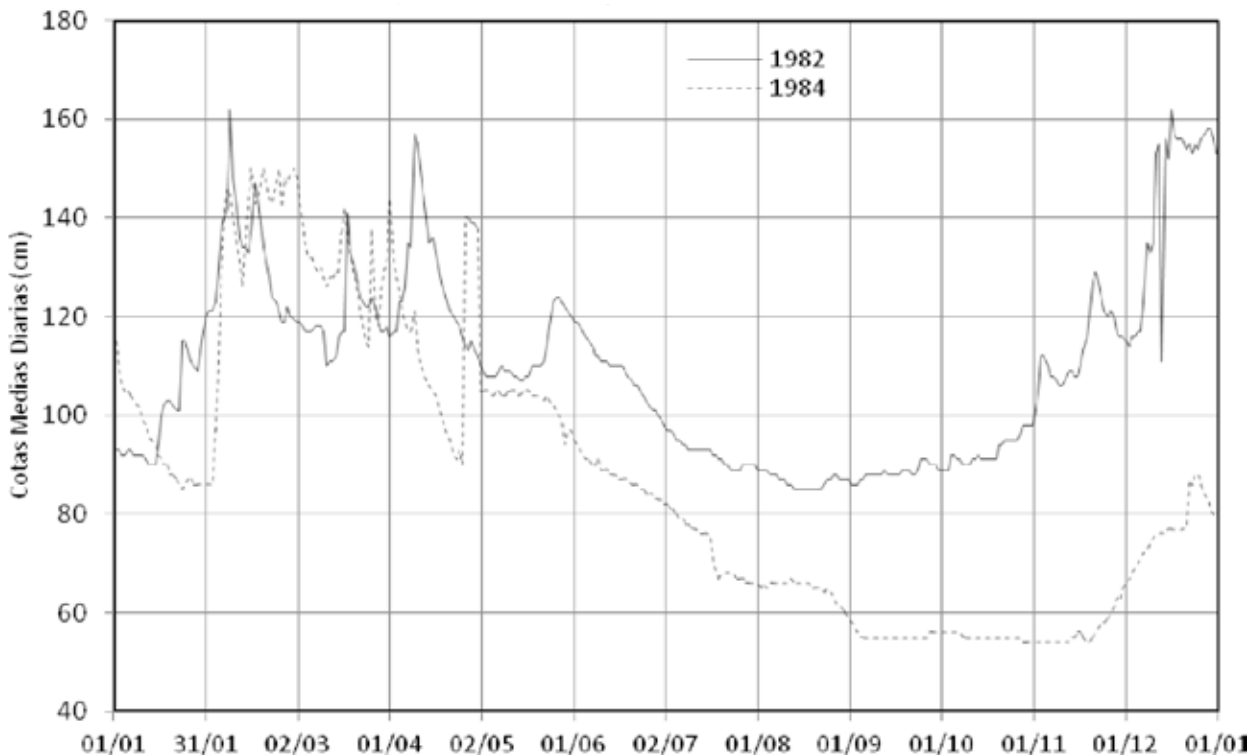


Fig. 1.95 Linnigrama del río Calera AJ Amarillo (Puyango). Carlos Gutierrez



Fig. 1.96, Faja pluviográfica diaria. Carlos Gutierrez

que circula en un río en un determinado tiempo dado en m³/s o en litros/s utilizado para diseños de sistemas de agua potable para pequeñas comunidades.

Hidrograma, Es la representación gráfica de la variación continua del caudal en el tiempo. Para cada punto del hidrograma se conoce el caudal que está pasando por el sitio de medición (estación hidrológica). El área bajo la curva es el volumen de agua que ha escurrido durante ese tiempo.

Periodo de retorno (Tr), Es el periodo de tiempo promedio, en años, en que un determinado evento (en este caso caudal o también puede ser precipitación), es igualado o superado por lo menos una vez. (Monsalve, 1995). El periodo de retorno no es cíclico, es un término probabilístico. Esto quiere decir que el evento analizado no ocurre exactamente en el número de años que indica el periodo de retorno, ya que éste puede ocurrir el próximo año o dentro de muchos años.

Para el diseño de obras hidráulicas se han propuesto periodos de retorno específicos de acuerdo a la importancia de las obras, así por ejemplo para diseño obras de drenaje (alcantarillas) comúnmente 10 años y para presas (vertederos) 5000 a 10000 años.

Cuenca hidrográfica, Es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal effluente es descargado a través de una salida simple (Germán Monsalve Sáenz)

Laminación, Es la atenuación y/o regulación de los caudales máximos que se presentan en un cauce natural, se realiza generalmente mediante la construcción de presas. Esto permite disminuir los picos de las crecidas y evacuar los caudales que en el río puedan circular sin desbordarse; con el fin de no causar daños a las áreas adyacentes del mismo (poblaciones, agricultura, infraestructura, etc.).

Sector, Subsector y Rubro	Daños totales	Daños directos	Daños Indirectos	Efecto sobre la balanza de pago
Total nacional	2881.6	845.5	2036.0	658.4
Sectores sociales	204.7	125.4	79.3	29.2
Vivienda	152.6	105.7	46.9	17.1
Educación	33.3	15.5	17.8	5.4
Salud	18.8	4.2	14.6	6.7
Sectores de servicios	35.6	21.2	14.4	25.5
Agua y alcantarillado	16.7	5.5	11.2	9.6
Electricidad	17.1	15.1	2.0	15.4
Hidrocarburos	1.8	0.6	1.2	0.5
Sector de Transportes	794.6	102.1	692.5	53.5
Carretero	785.1	96.0	689.1	52.1
Ferrocarriles	0.7	2.1	-1.4	0.4
Telecomunicaciones	1.0	1.0		0.7
Transporte urbano	7.8	3.0	4.8	0.3
Sectores productivos	1515.7	596.8	918.8	484.0
Agricultura	1186.8	538.7	648.1	351.1
Ganadería	14.5	8.9	5.6	4.7
Pesca	42.4	0.1	42.3	33.0
Industria	165.7	12.0	153.7	77.4
Comercio	36.3	19.1	17.1	3.8
Turismo	70.0	18.0	52.0	14.0
Prevención y emergencia	331.0		331.0	66.2

Tabla 1.11 Daños causados por las inundaciones durante el fenómeno de El Niño 1997-1998 en el Ecuador (millones de dólares). Estimaciones CEPAL con base en cifras oficiales

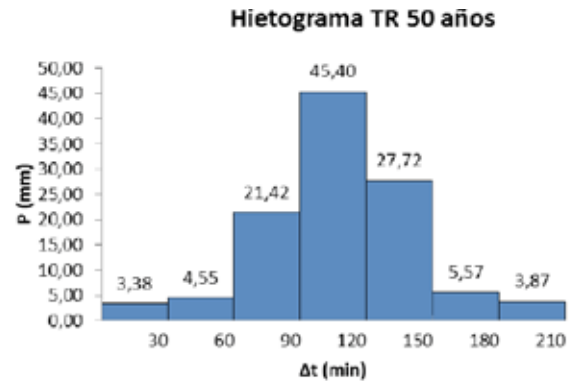
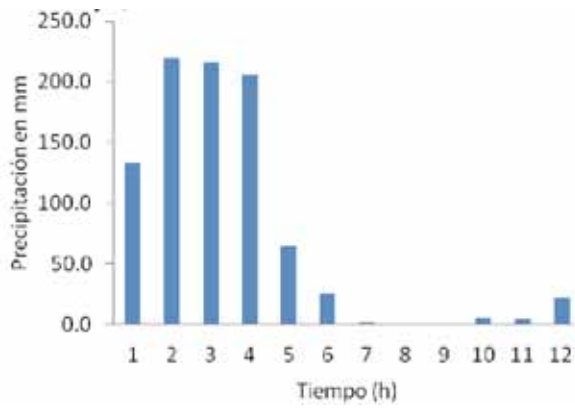


Fig. 1.97, Hietograma. Carlos Gutierrez

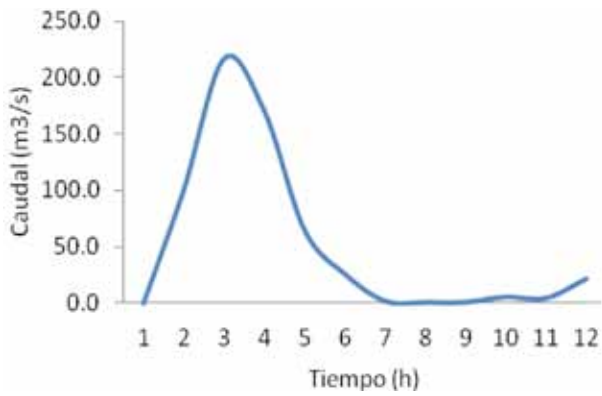


Fig. 1.98, Hidrograma de un río. Carlos Gutierrez



Fig 1.99 Pluviógrafos. Carlos Gutierrez



Fig. 1.100, Cuenca hidrográfica o Hidrológica. Carlos Gutierrez

Llanura de inundación, e define como “una franja de tierra relativamente plana, junto a un río y que sufre desborde de las aguas durante las crecidas” (Leopold et al., 1964).

Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua.

Origen de las inundaciones, Una de las principales causas por las que se producen las inundaciones fluviales suelen ser las *lluvias intensas* dependiendo de la zona o región en donde se produce y está en función de diversos factores meteorológicos.

Otro de las causas por las que se producen las inundaciones son los antrópicos, debido a la falla o rompimiento de obras hidrotécnicas (presas, diques fluviales, etc.), mala ubicación de las obras hidráulicas (puentes, alcantarillas, etc.), cambios del uso del suelo, cambios de cursos de ríos, erosión de los suelos y la extracción de minerales del subsuelo.

1.5.2 Tipos de Inundaciones

Las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo al tiempo de duración y según el origen que las genere.

Por el tiempo de duración

Inundaciones muy rápidas producidas por lluvias de intensidad muy fuerte (superior a 180 mm/h) pero de corta duración (menor a 1 hora).- Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (plazas, garajes, sótanos, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas “flash-floods” o inundaciones súbitas (fig. 1.101).



Fig. 1.101, Inundación producida por el río Zarumilla - Huaquillas (12/2006). Carlos Gutierrez

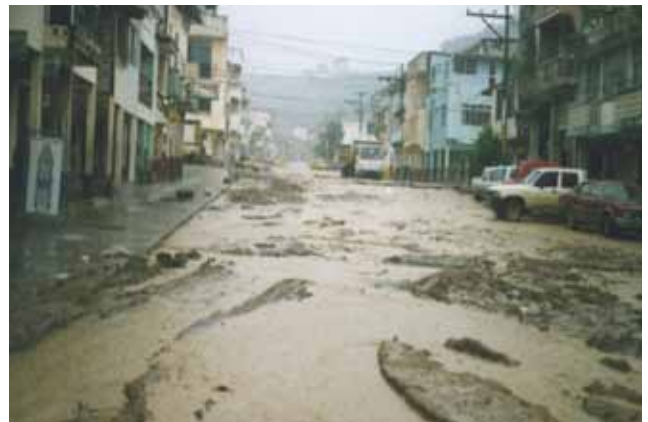


Fig. 1.102, Inundaciones y flujo de lodos en la ciudad de Esmeraldas (laderas) Carlos Gutierrez



Fig. 1.103, Cauce del río Mosquito azolvado en la parte baja, cuenca río Chone-2006) Carlos Gutierrez



Fig. 1.104, Empozamiento o anegamiento por saturación de suelos (zonas bajas de cuenca río Chone-2006) Carlos Gutierrez

Inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada (superior a 60 mm/h) y duración inferior a 72 horas. Pueden producir inundaciones catastróficas, con transporte de gran cantidad de sedimentos, materiales, troncos, etc., incluso pueden producir muertes, ya que la incertidumbre sobre la cantidad, intensidad, duración y las zonas que pueden ser por las lluvias es todavía grande (fig. 1.101)

Por su origen

a. Pluviales (exceso de lluvia)

Ocurren cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno y no puede ser drenada, acumulándose por horas o días sobre el terreno (fig. 1.102).

b. Naturales: Empozamiento o anegamiento por lluvia: en zonas bajas y planas impermeables, desbordamiento: de lagos, de ríos y corrientes (fig. 1.103, 1.104), represamiento: confluencia de cauces, coincidencia de crecientes, taponamientos por materiales, sedimentos y palizadas, mareas: influencia del mar.

c. Antrópicas: Empozamiento o anegamiento por lluvia debido a: deficiencia de drenaje, obstáculos, desbordamiento: de embalses, de canales, diques, represamiento: por obstrucción del cauce, descargas de caudal, azolve de cauces (fig 1.103) y mal manejo de recurso hídrico.

Los efectos de las inundaciones en general, pueden ser graves que pueden causar: peligro para la vida de las personas, para la vida animal, daños y pérdidas agrícolas y ganaderas, daños en vías de comunicación, edificaciones, presas y otras obras hidráulicas, y cambios en el curso de los ríos.

1.5.3 Metodologías para modelar crecientes o avenidas

Para la modelación de las crecientes se recomienda tomar en cuenta los siguientes pasos:

Análisis geomorfológico, Identificación de antiguas inundaciones a partir de la interpretación de geomorfías, procesos morfodinámicos, evidencias de crecidas, imágenes, etc.

La unidad de análisis utilizada es la cuenca hidrográfica, las escalas utilizadas son: 1:10.000 y 1: 50.000 por lo general, en esta unidad se *mapean los datos históricos* (cotas y extensiones), *características del sistema fluvial* (cauce, terrazas, antiguos cauces, diques naturales, depresiones, etc.), *dinámica del curso* (rápidos, zonas de erosión, sedimentación, inestabilidad de talud del cauce), elementos expuestos (viviendas, zonas agrícolas, etc.).

Información inundaciones históricas, encuestas a la población que se asienta en el área afectada por las inundaciones (personas que vivan en el sector mínimo 30 años en adelante).

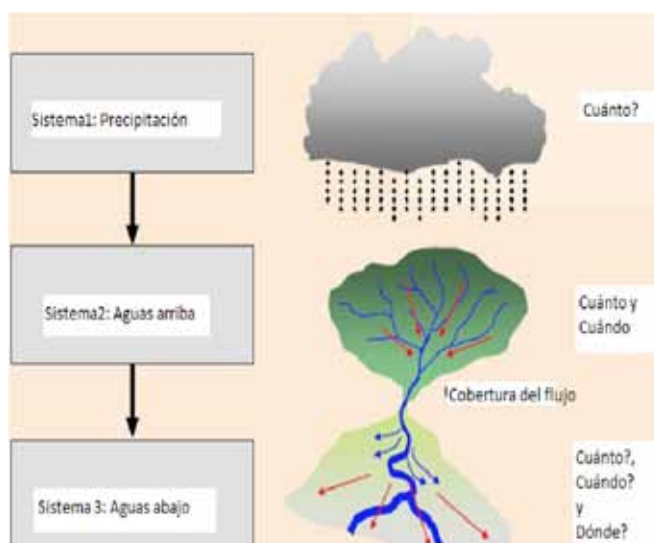


Fig. 1.105, Concepción del sistema (cuenca hidrográfica) Carlos Gutierrez

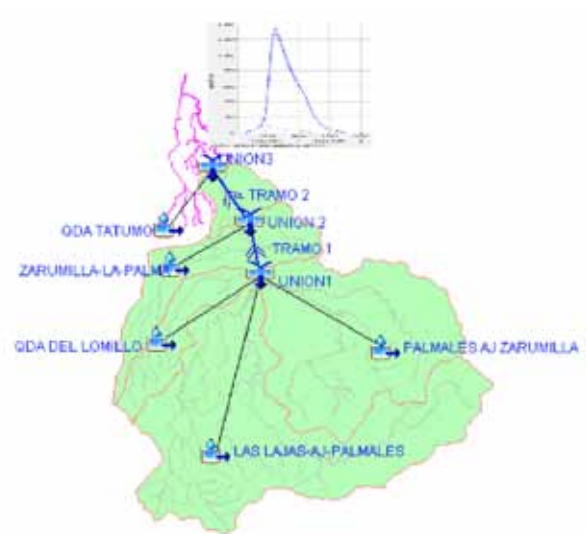


Fig. 1.106, Modelo hidrológico (hidrograma de salida). Carlos Gutierrez

Igualmente la unidad de análisis es la cuenca hidrográfica, dentro de la cual se encuentra el área y/o población que se requiere mapificar las zonas de amenazas por inundaciones. Dentro de esta área identificada se realizan encuestas sobre los diferentes eventos de inundaciones producidos en la zona, tiempos de llegada de las inundaciones, áreas afectadas, niveles de inundaciones alcanzados, fechas de ocurrencia, etc. Información que ayudará a mejorar el análisis geomorfológico y la modelación hidráulica para la obtención final del mapa de amenazas por inundaciones.

Modelación hidrológica, Determinación de caudales en cada una de las corrientes y tramos estudiados a partir del registro histórico de lluvias y caudales (cálculo de la probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno), concepción de funcionamiento del sistema o cuenca hidrográfica (fig. 1.105).

Sistema 1. Precipitación: Cuánto?.- Diseño de lluvias (hietogramas típicos), reconstrucción de eventos pasados a partir de eventos históricos. Análisis de frecuencias a partir de registros históricos máximos (caudales, precipitaciones máximas en 24 horas) para diferentes periodos de retorno.

Sistema 2. Cuánto y Cuándo).- Aplicación de modelos matemáticos ID (fig. 1.106) para obtener el hidrograma de salida y chequeo de la capacidad hidráulica del cauce.

Modelación hidráulica, caracterización física de la inundación: profundidad, velocidad del flujo, propagación de la crecida, duración.

Sistema 3. Modelación Hidráulica: Cuánto?, Cuando? Y Dónde?.- Información de entrada como: Modelos digitales de terreno, MDT (estructuras de detalle, edificaciones, etc., escala 1: 5000 o menor), batimetrías, caracterización de sólidos, Mapa de rugosidad, condiciones de borde y condiciones iniciales.

Con la información indicada se utilizarán modelos hidráulicos en 2D como: HEC-RAS, LIS-FLOOD-2D, MIKE21, etc.

Los resultados a ser obtenidos son: Distribución espacial, profundidad de la inundación, velocidad del flujo, tiempo de llegada, impulso y gradiente entre otros parámetros hidráulicos.

Con todos los parámetros analizados y calculados, siguiendo el procedimiento indicado se inicia la elaboración del Mapa de Amenazas por Inundaciones (fig 1.109), que servirá para la toma de decisiones.

1.5.4 Prevención y mitigación de los daños por inundaciones (estructurales, no estructurales, Actuaciones antes y durante el evento)

La protección contra las inundaciones incluye, tanto los medios estructurales, como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos por inundación.

Las medidas estructurales incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos, diques y riberos, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio y obras de drenaje.



Fig. 1.107, Terraplenes de escollera, río Zarumilla Carlos Gutierrez



Fig. 1.108, Muros directores de gaviones, río Zarumilla. Carlos Gutierrez

Las medidas no estructurales consisten en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción, y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas.

Medidas estructurales

- Terraplenes de escollera (fig. 1.107)
- Presas de escollera para laminación de crecidas
- Canales de desviación (baypass)
- Muros directores de gaviones (fig. 1.108)
- Muros marginales de protección
- Obras de drenaje

Medidas no estructurales

- Identificación de zonas de riesgo por inundaciones (fig. 1.109)
- Conocer el grado de peligro al que están expuestas algunas ciudades del país.
- Reasentamientos de la población que se encuentra en zonas de alto riesgo.
- Expedición de ordenanzas municipales
- Planificación urbana tomando en cuenta el factor riesgo por inundaciones
- Prevención y gestión del riesgo en general
- Implementación de medidas de prevención (concienciación a la gente frente al riesgo)
- Implementación de un sistema de alerta temprana – SAT

Sugerencias para la gestión de las inundaciones

Para una gestión integrada, conformar comités de cuencas con representación de las entidades comprometidas en la oferta, demanda y administración de los recursos naturales renovables y recursos hídricos, con carácter multisectorial.

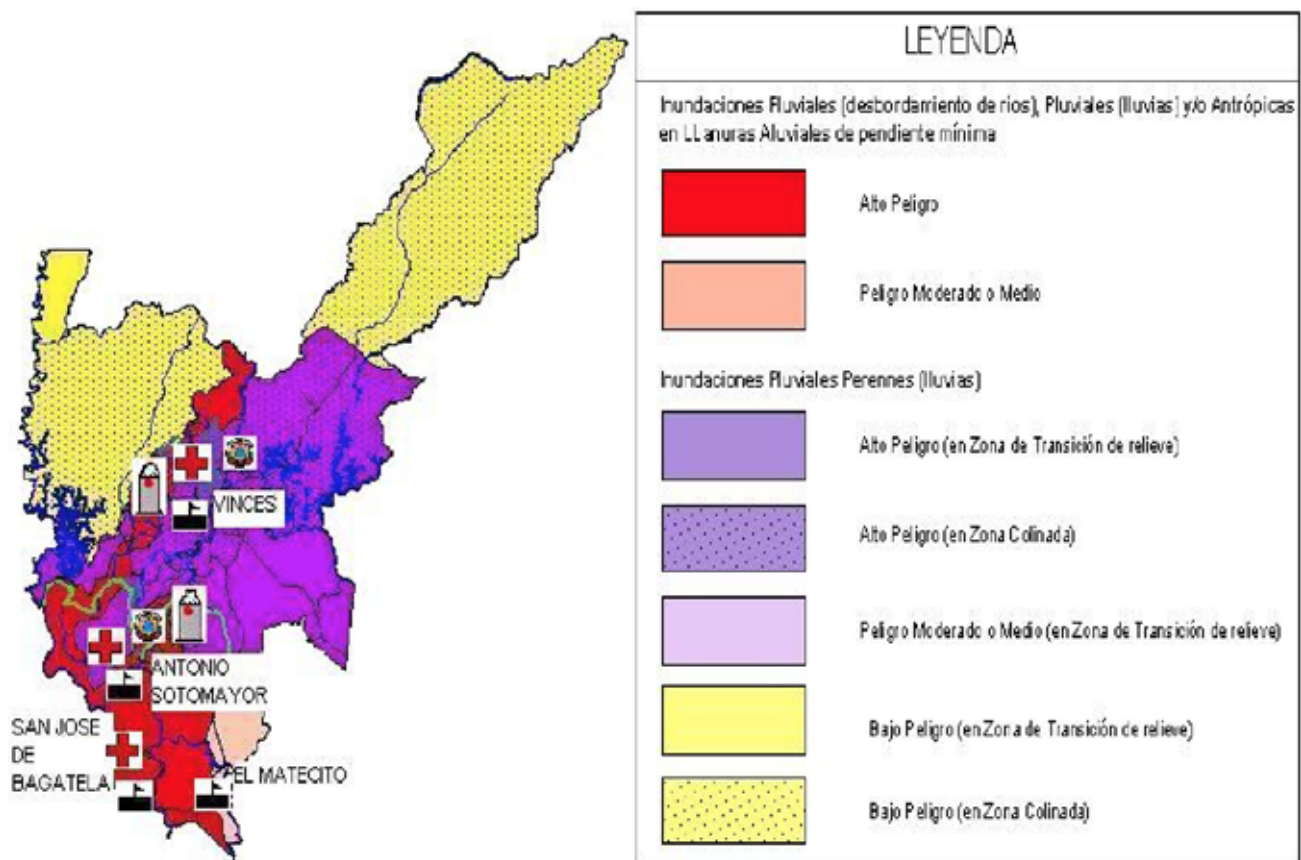


Fig. 1.109, Mapa de Amenazas por inundaciones del cantón Vinces (Fuente. Coopi). Carlos Gutierrez

Estimular y apoyar el desarrollo y ampliación de redes de información ambiental para el intercambio de datos, metodologías y procedimientos entre los países del área, en especial entre los países con cuencas compartidas.

Obtener información lo más detallada y apropiada posible de nuevas estaciones hidrometeorológicas, incorporadas a sistemas computarizados, para establecer modelos de previsión.

Desarrollar programas nacionales y regionales de información y sensibilización de los diferentes grupos comprometidos: autoridades, profesionales, líderes sociales y sociedad civil, para una toma de decisiones mejor y más eficientes.

Al planificar y ejecutar actividades en las cuencas hidrográficas, dedicar una mayor atención a la operación, mantenimiento y monitoreo de las obras construidas por medio de la evaluación de dichas actividades y la divulgación de sus resultados.

Evaluar el nivel de vulnerabilidad a las inundaciones con el objeto de tomar decisiones al respecto, a un nivel aceptable, así como ejecutar las acciones de mitigación necesarias para alcanzar dicho nivel

Investigar métodos más efectivos para involucrar la participación del público, particularmente de los sectores de la población más afectados, en la toma de decisiones relativas a medidas de reducción de la vulnerabilidad de las inundaciones, incluyendo la participación del costo con la gente afectada.

Entre las medidas no estructurales, considerar:

- La zonificación ambiental y el ordenamiento del uso de suelo;
- El perfeccionamiento de los sistemas de alerta temprana;
- La formación y capacitación de dirigentes de comunidades locales, apoyándolos para enfrentar adecuadamente, entre otros, los peligros de inundaciones;
- Diseños alternativos de construcción de infraestructura y vivienda para soportar determinadas amenazas naturales y el uso del seguro contra inundaciones.
- Las inundaciones son peligrosas porque suelen ser muy rápidas, a veces sin previo aviso, y arrastran todo lo que encuentran a su paso: personas, construcciones, sembríos, vehículos y carreteras, etc.

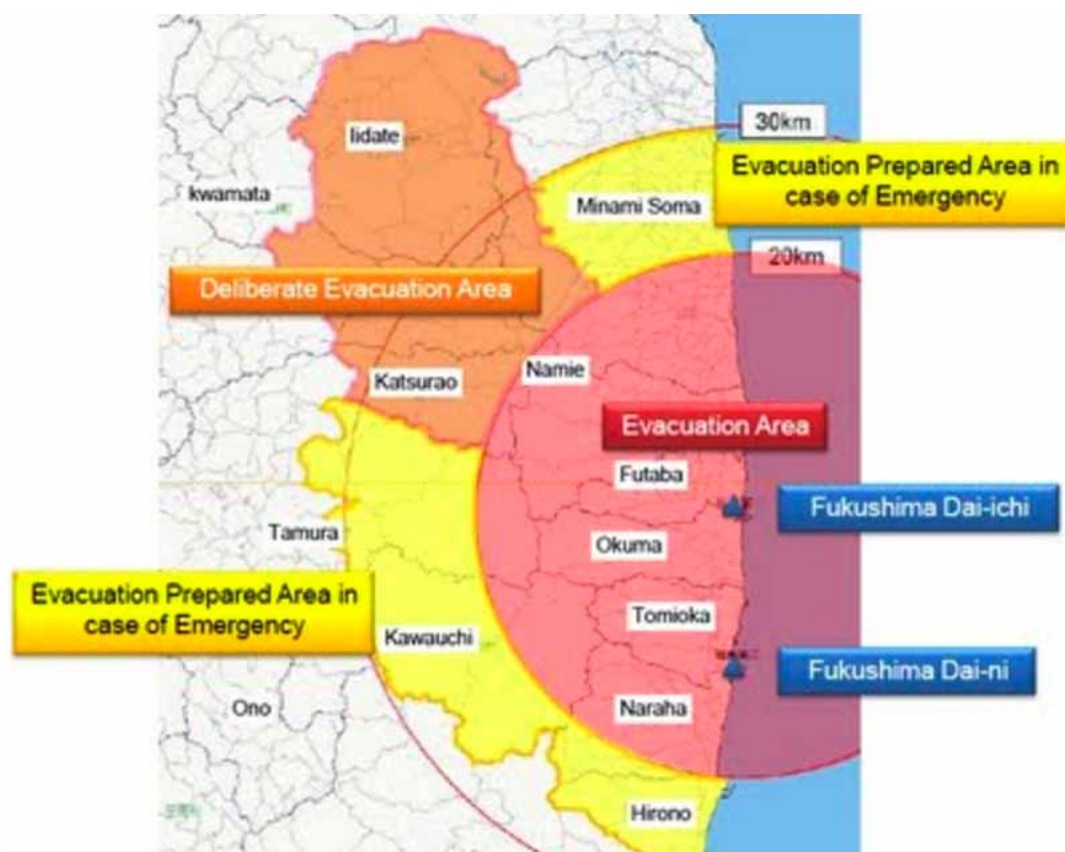


Fig. 1.110, Mapa de evacuación nuclear por radiación en Japón debido del tsunami en 2011. De JapanFocus.org

Con una fuerza muy poderosa. Por tanto se recomiendan las siguientes mediciones preventivas antes una inundación:

- No construir en la ribera de los ríos, quebradas, canales o valles que tienen antecedentes de inundaciones,
- Conservar limpio el cauce de los ríos, quebradas, cunetas, canales de desagüe y drenaje,
- Conservar la vegetación en las montañas y en las orillas de los ríos,
- Conocer las zonas altas y seguras, que no se inundan y sirvan de refugio, y las rutas para llegar a ellas,
- Si hay una alarma de inundación, coloca sacos de arena alrededor de tu casa y apila los objetos y bienes, poniendo en alto los de valor que se puedan dañar. Cumple con las instrucciones de las autoridades y luego sal del área, con tu familia, hacia una zona segura.
- Tener siempre a mano: a) Botiquín de primeros auxilios; b) Cobijas, velas, fósforos; c) Radio portátil, linterna; d) Recipiente con agua limpia (galón); e) Comida no perecible (enlatados).
- Mientras durante una inundación:
 - Conservar la calma,
 - Corre con tu familia al lugar cercano más seguro (zona alta – elevaciones) o súbete encima del lugar más alto (techo de la casa),
 - No cruces puentes inestables o con alto nivel de agua. No atraveses ninguna zona inundada,
 - No cruces ríos o zonas inundadas sin apoyo de embarcaciones,
 - No te acerques a postes eléctricos caídos o cables sospechosos,
 - No entres a zonas afectadas, aléjate de lugares inestables,
 - Si te encuentras en un vehículo, trasládete rápidamente a un lugar alto y seguro, sal del mismo,
 - Para rescatar a alguna persona, usa de forma segura y con ayuda de otras personas, cuerdas, extensiones, botes y/o flotadores.
- Mientras después de una inundación:
 - Espera a que los organismos de protección civil o la autoridad pertinente, autorice el retorno y sigue sus instrucciones.
 - Limpia, desinfecta y avalúa tu vivienda. Si se encuentra inestable o en lugar inseguro, márchate y no regreses a tu vivienda hasta que pase el peligro. Comprueba que no esté afectada en su estructura.
 - Alójate en casa de familiares o amigos, hasta que pase el peligro y repares la casa. No derrumbes columnas o paredes que hayan quedado débiles, porque pueden desplomarse o abatir otras estructuras.
 - Ayuda a despejar el barro, los objetos y desechos en las calles. Entierra o quema los animales muertos.
 - Recupera la comunidad con tus vecinos.
 - Ya en casa, no toques cables de electricidad, ni uses aparatos eléctricos, antes de revisar las instalaciones.

1.6 Niveles de impacto y transferencia de riesgos

Tomando en consideración los recursos y las capacidades en los niveles: Nacional, Regional y Local, se pueden clasificar a los impactos de los eventos potencialmente catastróficos de la siguiente manera:

Nivel I: Evento de magnitud menor y efecto localizado, que puede ser atendido con los recursos y capacidades locales disponibles.

Nivel II: Evento de afectación extendida a varios sectores de un nivel local, pero sin consecuencias lo suficientemente graves como para ser declarado como un desastre; para su atención se requiere la disposición de los recursos locales y el apoyo específico de entidades de orden superior para garantizar la atención a la población afectada. Atiende con recursos locales, adicionales a los dispuestos para emergencias sin exceder su capacidad.

Nivel III: Evento de afectación a un nivel regional (Costa – Interandina – Amazónica – Galápagos); requiere la movilización de recursos de varias localidades y el apoyo de entidades externas de



Fig. 1.112, Refugiados en el Sahara, África. De AmbientalesSaawinternatinal.org.jpg



Fig. 1.113, En el poblado de Chacaucos los vecinos del lugar ayudan a trasladar a las personas de la tercera edad. Blog de WordPress.com.

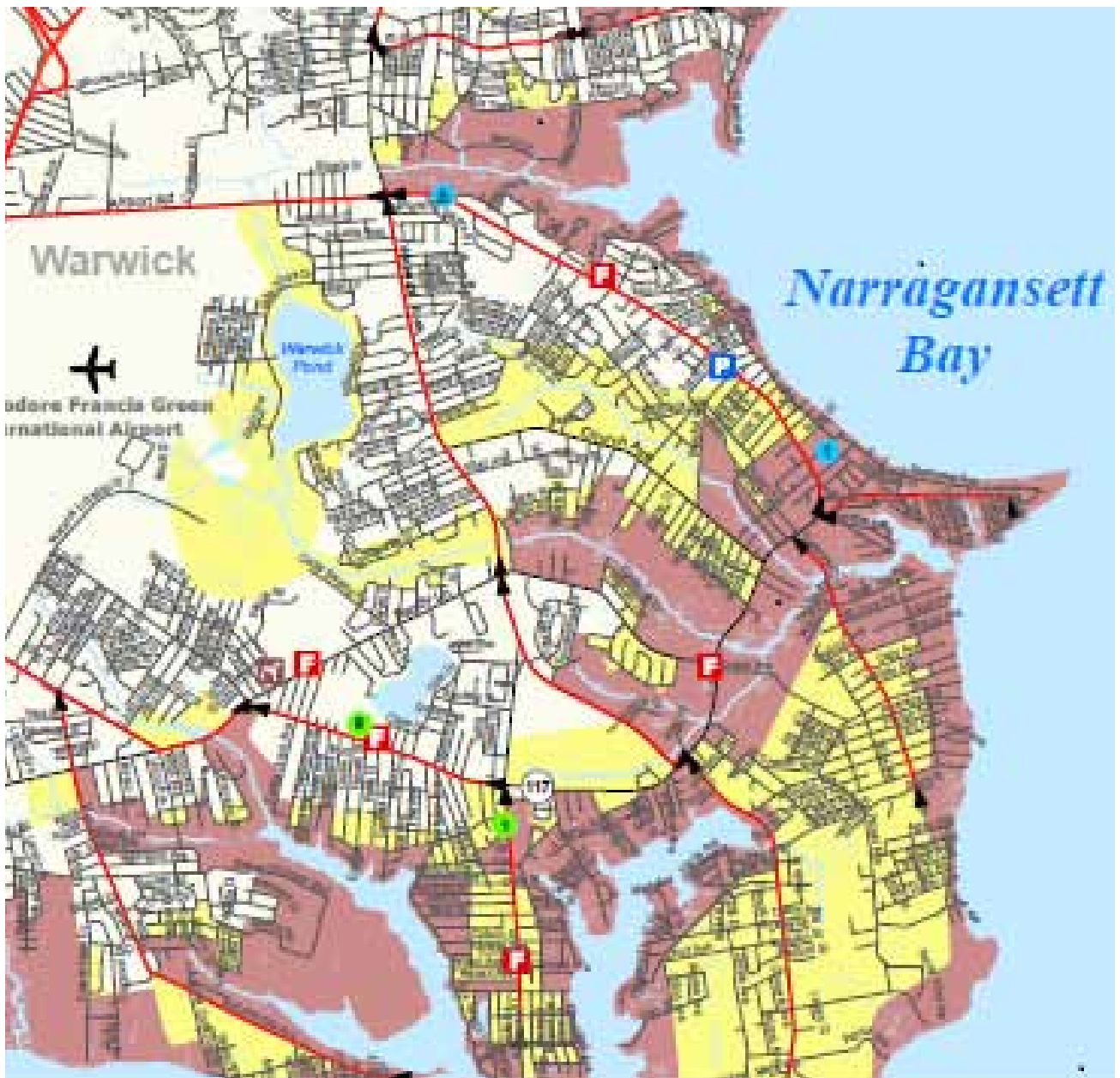


Fig. 1.111, Mapa de evacuación nuclear por radiación en Japón debido del tsunami en 2011. De JapanFocus.org

orden nacional; Las capacidades de los niveles locales y regionales, son suficientes para llevar a cabo el manejo de la situación, pero a pesar de ello, se requiere la asistencia específica del nivel nacional.

Nivel IV: Evento de afectación generalizada en el nivel político – administrativo regional cuyo manejo requiere la intervención directa del nivel nacional. Se superan completamente las capacidades locales y regionales e inmediatas de grado superior en la división político – administrativa.

Para poder enfrentar los impactos de los niveles mencionados hay diferentes metodologías de la planificación. La visión de un plan es “Satisfacer las necesidades de la comunidad ante riesgos de desastres en lo que respecta a su seguridad y desarrollo.” La planificación de Defensa Civil (o Protección Civil), abarca seis etapas:

- Diagnóstico
- Determinación de los objetivos.
- Formulación de Políticas y/o estrategias
- Formulación del Plan
- Evaluación
- Reformulación del Plan

Las primeras tres etapas son una serie de estudios preliminares realizados por las instituciones técnicas y científicas existentes. Sirven para establecer ciertos elementos indispensables que facilitarán el delineamiento o “Desarrollo del Plan. La cuarta etapa consiste en la “Redacción del Plan” con los datos obtenidos en las tres primeras etapas iniciales. Una vez redactado el plan vendrán las dos últimas etapas adicionales e indispensables que hacen que el plan tenga un seguimiento a fin de irlo analizando en Forma Permanente.

Las características de un Plan son:

- a. Integrado: El Plan debe ser Integrado – Integrador: Esto significa que se constituya en una respuesta completa, en donde todos los elementos necesarios estén bien organizados e integrados y en el que se involucren, inteligentemente el mayor número de recursos disponibles.
- b. Permanente: Toda institución debe tener un Plan, una respuesta preconcebida, en la misma medida en que existan riesgos y peligros permanentes.
- c. Lógico: El Plan debe ser producto del empleo de una secuencia lógica en su elaboración y ejecución, de un lógico ordenamiento y aprovechamiento de los recursos existentes, y además, por una serie de posibles respuestas para diversas circunstancias, científicamente preparadas.
- d. Flexible: Es flexible, en la medida en que permita su revisión y ajuste oportunos y a las posibilidades de adecuarse (adaptarse – adoptarse) a las circunstancias reales que se puedan presentar.
- e. Claro: Esto significa que puede ser comprendido, interpretado y ejecutado, con toda facilidad.
- f. Concreto: Que trate específicamente, sobre lo fundamental y que responda a situaciones concretas.
- g. Completo.
- h. Ejecutable.
- i. Factible.
- j. Efectivo.
- k. Viable.

Además, que cumpla objetivos institucionales, que es acertadamente concebido, que haya la determinación de cumplirlo y finalmente garantiza la libertad de acción de los subordinados.

La planificación requiere de un estudio detenido y detallado y debe ser:

- Retrospectivo: Para determinar los principales factores que han producido las condiciones actuales.
- Actual: Para examinar las fuerzas con que el Plan tiene que enfrentarse.
- Orientado al futuro: A fin de fijar una serie de objetivos (Generales y Específicos).

Concretando estos elementos podemos alistar los elementos básicos que se consideran fundamentales y deben constar en un Plan o los diferentes Planes de Emergencia como:

- Identificación y delimitación en un mapa de los escenarios y zonas de riesgo.
- Registro de los bienes móviles y su valor (excluyendo los efectos personales que se transportan fácilmente).
- Identificación de las zonas de seguridad y albergues a los cuales se dirigirá la población que será evacuada en caso de un evento adverso.
- Identificación de las rutas de evacuación, mantenimiento y limpieza de las mismas.
- Identificación de los puntos de embarque o concentración para las personas que requieren de transporte para la evacuación.
- Medios de transporte y control de tráfico.
- Albergues y facilidades en las zonas de seguridad.
- Inventario de personal y equipo con se cuenta para búsqueda y rescate.
- Hospitalización y servicios médicos para personas heridas y enfermas.
- Seguridad en las áreas evacuadas.
- Procedimientos de alerta.
- Formulación y difusión de alertas al público.
- Procedimientos para comunicaciones en las emergencias.
- Protocolos para reformular y actualizar el Plan.

Los requisitos básicos para que un plan tenga éxito debe ser:

- Escrito
- Aprobado por todos los participantes (en su elaboración y ejecución).
- Conocido por todos involucrados partidos.
- Puesto en práctica (Ejercicios de simulación y simulacros de evacuación).
- Tener planteamientos claros que permitan determinar las áreas de influencia de los fenómenos adversos.
- Ser conocida la percepción de la población sobre la situación de riesgo.
- La planeación debe responder a las necesidades de la población.
- El diagnóstico de la situación se va acondicionando pero en ciertos escenarios entra en letargo, generando olvido y descuido en la comunidad sobre el riesgo latente (como por ejemplo el proceso eruptivo de los volcanes).
- Determinar cuál es la población más vulnerable (el tipo de evento adverso, determina el nivel del riesgo).
- Determinar y establecer el perfil de la población (educación, cultura de riesgo, estatus económico, condición social. etc.), esto nos dará la capacidad de respuesta de la comunidad frente a escenarios de riesgo.
- Prever el antes de una situación de eventos adversos y/o desastres.
- Se debe comprometer a los actores en la planificación (romper paradigmas).
- Los planes tienen que ser flexibles (no rígidos).
- Los planes deben ser bien presupuestados.
- Esbozar, en base a la Historia o antecedentes históricos sobre los desastres, un “Presupuesto” y una “Identificación” de los sectores o jurisdicciones que siempre van a ser afectadas, de conformidad con los escenarios establecidos y las experiencias históricas en la región o localidad en estudio y motivo de la planificación.
- Considerar todos los apoyos internos y externos dentro de la planificación.
- El plan tiene que ser integrado – integrador.
- Analizar, determinar y considerar la población más vulnerable para establecer prioridades de atención – respuesta y evacuación.

1.7 Simulación y simulacro

Cada plan o los planes de emergencia(s) necesitan un ejercicio para averiguar el grado de preparación y para evaluar el alcance de las metas de un plan. Por lo tanto se ejercen simulaciones numéricas teóricas o simulacros prácticos. Hay diferentes formas de simular riesgos, amenazas o desastres en forma numérica, igual hay diferentes tipos de simulacros. Los mas comunes simulacros involucran la evacuación de un sitio inseguro hacia un sitio seguro.

Un simulacro de evacuación es por definición un ejercicio de emergencia que lo realizan las personas, familias, barrios, instituciones y comunidades, en un escenario preestablecido o en un área específica, en base a datos confiables de probabilidades, respecto a la vulnerabilidad de edificios, viviendas, instalaciones de trabajo, u otros riesgos que puedan causar pérdida de vidas humanas y bienes, a fin de proceder al retiro obligatorio de estas personas y/o bienes, desde un sitio peligroso o área de riesgo de desastres hacia una zona preestablecida, llamada Zona de Seguridad.

Hay diferentes recomendaciones para realizar un simulacro de evacuación desde un lugar de vivienda o trabajo hacia una zona de seguridad:

- El edificio o instalaciones, deberán tener un sistema de alarma sonora, de características tales que pueda ser activado de forma manual.
- Al activarse y sonar la alarma, ésta anunciará el peligro y debe ser activada al menos por un lapso de un minuto.
- Al sonar la alarma, las personas deberán buscar protección junto es decir a lado de mobiliarios fuertes y alejarse de vidrios (como ventanas) u otras partes inseguras o peligrosas.
- Producido el fenómeno, las personas observarán el estado del lugar. De no haber obstáculos o peligros, procederán a abandonar las instalaciones con calma, en forma ordenada y rápida, utilizando las rutas de evacuación preestablecidas, caso contrario (y dependiendo del evento), permanecerán en el lugar hasta ser rescatados.

Ejercicio Provincial de Simulación Sísmica

Viernes 30 de marzo
de 11 a 12 horas en toda la provincia
Organizado por la Dirección Provincial de Defensa Civil

Instrucciones para una evacuación segura en el Ejercicio de Simulación Sísmica:

1. Identifique y conozca las vías de salida de su vivienda y lugar de trabajo.
2. Identifique los puntos de encuentro, ya sean plazas, parques o espacios abiertos.
3. Después del aviso de evacuación, diríjase al punto de encuentro en calma y observando su entorno. Recuerde que la prioridad de salida es siempre de los niños, adultos mayores, embarazadas y personas con discapacidad.
4. Una vez terminado el sismo, verifique que todos los que salieron con usted se encuentren juntos. Después de 10 minutos repese pausadamente a su lugar de origen.

Las consecuencias de un sismo pueden reducirse si todos estamos preparados.

Informarnos, participar y difundir es nuestra responsabilidad.

MendozaArgentina
espíritu grande

Fig. 1.114, Simulación Sísmica en Mendoza, Argentina. De sismicaweblog.mendoza.edu.ar

Simulacro Nocturno de Sismo y Tsunami

A NIVEL NACIONAL

DÍA: Sábado 26 de febrero
HORA: 8:00 pm

ZONA SEGURA EN CASO DE SISMOS

Fig. 1.115, Anuncio de un simulacro de evacuación nocturno en Perú. De diasparamejorar.blogspot.com

Simulacro de emergencia

15 de Octubre 2010

Simulacro de Evacuación

prevención
respuesta
emergencias

Fig. 1.116, Simulacro de evacuación por desastres en Colombia (SENA). De brigadacentroconstruccion.blogspot.com

- En la zona de seguridad, señalada con la debida antelación, las personas permanecerán en el lugar durante un período de tiempo pertinente, según las circunstancias o hasta que los líderes del ejercicio den por terminado el mismo.
- Cada líder o jefe de familia verificará que todas las personas que participan en el ejercicio, estén en la zona de seguridad, de no ser así, comunicará las novedades a la Unidad de Búsqueda, Rescate y Evacuación para que ésta tome las acciones pertinentes.
- Una vez que se verifique o considere que el peligro ha pasado, la autoridad máxima decidirá y dispondrá el retorno de las personas y familias a las instalaciones o viviendas.

Hay principalmente tres tipos de simulacros:

a. Por su alcance:

Parciales

Totales

b. Por la información dada a las personas:

Avisado

Parcialmente avisado

Sorpresivo

c. Por el grado de complejidad:

Simple

Complejo

Muy complejo

Las características de un simulacro permite e incluye:

Se ejecuta en el lugar donde podría ocurrir una emergencia o un desastre.

Es práctico y operativo.

Demanda movilización de personal y equipo.

Demanda una cuidadosa preparación.

Tiene un costo relativamente alto.

DIFERENCIAS		SEMEJANZAS
SIMULACIÓN	SIMULACRO	
1.- Normalmente se realiza en un salón	1.- Se realiza en el terreno donde hipotéticamente se daría el desastre.	1.- Contribuye a la preparación y a la respuesta
2.- Menos costosa	2.- Requiere de mayores recursos humanos y materiales.	2.- Son útiles en el adiestramiento (Educación a la Comunidad) para la Gestión de Riesgo
3.- Manejo de información	3.- Ejecución de Operaciones	3.- Permiten, con base en una situación hipotética, ejecutar y probar acciones que pueden ser empleadas en casos reales de emergencia y desastres
4.- Fácil de controlar por el facilitador durante su desarrollo	4.- El control es más complejo	4.- Evalúan conocimientos y actitudes personales y grupales
5.- Se evalúa actitud personal y conocimiento	5.- Evalúa la ejecución de Planes operativos de respuesta.	5.- Representan un valioso método de enseñanza y evaluación
		6.- Fortalecen el trabajo en equipo

Tabla 1.12: Diferencias y semejanzas entre simulación y simulacro



Fig. 1.117, Anuncio de un simulacro de evacuación nocturno en Perú. De diasparamejorar.blogspot.com



Fig. 1.118, Simulacro de evacuación por desastres en Colombia (SENA). De brigadacentroconstruccion.blogspot.com

Evalúa coordinación y técnicas de operación entre otros aspectos.

Facilita la adaptación del personal al ambiente y a condiciones similares a una posible emergencia real.

Es la situación ficticia más cercana a un caso real.

Generalmente participa personal de diversas disciplinas, instituciones y la población eventualmente afectada.

Al otro lado la simulación es un ejercicio de manejo de información, para la toma de decisiones, adiestramiento en desastres, la capacitación y evaluación; basada en un supuesto evento adverso dentro de una comunidad amenazada, ocurrido en un lugar y un tiempo específico, con el fin de representar situaciones de desastres para promover una coordinación más efectiva de respuesta, por parte de las autoridades pertinentes y de la población es la actividad que imita una representación real.

El término simulación, se utiliza para definir la presentación de un suceso que podría ser real en un momento dado y que representa los aspectos fundamentales; en realidad se trata de identificar (por parte de autoridades y miembros que integran un Centro de Operaciones de Emergencias COE) los problemas y plantear las posibles soluciones en la toma de decisiones. Este ejercicio de ejecución de acciones, previamente planeadas, para enfrentar las consecuencias de un supuesto evento adverso o desastre permite en forma simple:

- Presentar los elementos esenciales de la situación elegida.
- Determinar relaciones e interacciones entre áreas de trabajo.
- Acelerar el tiempo, aprovecharlo y manejarlo según las necesidades del ejercicio.
- Experimentar el impacto de la toma de decisiones en un momento de tensión e incertidumbre, y Desarrollar un proceso de enseñanza aprendizaje dinámico y participativo.
- Las características de una simulación permite e incluye:
- Estimulación de la búsqueda de soluciones a problemas frecuentes derivados de un evento adverso.
- Se sustenta en la información, generalmente dada por escrito.
- Se emplea en actividades de capacitación (adiestramiento a autoridades).
- Estimula la búsqueda de soluciones en equipo.
- Permite la observación de actitudes individuales y grupales de los participantes.
- Brinda conocimientos y otras experiencias.
- Es de bajo costo.
- Se lo realiza en instalaciones generalmente bajo techo (aulas, salones, etc.).
- Las respuestas se dan en forma oral o escrita.
- Es relativamente fácil de dirigir y controlar.

1.8 Planificación frente a un riesgo

El riesgo es analizado desde los siguientes componentes:

- Los elementos expuestos.
- Las amenazas.
- Las vulnerabilidades frente a los desastres.
- Al hablar de vulnerabilidades, se consideran las debilidades:
- Debilidad estructural de las construcciones frente a los sismos.
- Debilidad de un grupo humano para anticiparse o afrontar una situación de crisis.
- Debilidad de un sistema para adaptarse a los cambios después de una catástrofe, etc. Que constituyen un Componente Esencial del Riesgo.

Normas aplicables, instrucciones y recomendaciones en caso de producirse un evento adverso.

A. Fase de Antes (etapa de preparación)

Asista a los ejercicios de adiestramiento

Conozca las rutas de evacuación

Mantenga siempre su derecha en la ruta de evacuación, o, descenso por las escaleras

Conozca desde donde, a donde y por donde evacuar

Conozca la zona o área de seguridad

B. Fase de durante (etapa de atención respuesta)

Las personas cuando viven un evento adverso, por ejemplo, sienten un temblor, la primera reacción es correr y abandonar el lugar en el que se encuentran. Lo fundamental es conservar la serenidad y no contribuir al pánico

Apartarse de lámparas colgantes, cuadros, armarios y todo tipo de muebles que puedan virarse, así como de ventanales que puedan romperse

Recuerde que en la calles hay riesgos similares a los que se suma el tráfico con conductores descontrolados.

No utilizar el ascensor ya que puede quedar atrapado por posibles daños a lo largo del ducto, en sus mecanismos o por cortes de luz.

En la calle, aléjese de los edificios, cables de energía eléctrica torres y postes.

No precipitarse y aglomerarse en puertas, pasadizos y escaleras, mantenga la calma, la disciplina y un ordenamiento de evacuación, a fin de no sufrir accidentes al caer al piso y ser pisoteado y aplastado por los compañeros,

Salga ordenadamente y mantenga la fluidez de la evacuación.

Mantener la serenidad, la prudencia y una actitud mental positiva, así como, brindarse el apoyo mutuo entre compañeros.

No se ubique o busque protección, debajo de aleros, balcones o cornisas.

C. Fase de después (etapa de rehabilitación de emergencia)

Luego de las tareas de rescate y suministro de Primeros Auxilios, las personas con heridas graves no deberán ser movidas de su sitio hasta que lo disponga el médico.

No entorpezca las actividades de auxilio y rescate.

No acoja rumores, no ayude a su propagación.

No retorne a las oficinas, vivienda o, a las instalaciones de los edificios en general, mientras las autoridades superiores no lo dispongan previo a la inspección técnica del edificio.

Al retornar, cuídese de pisar cables de energía eléctrica (alta tensión) o vidrios.

La etapa de atención respuesta es para:

- Salvar vidas.
- Atender heridos.
- Atender enfermos.
- Alimentar.
- Abrigar.
- Vestir.
- Albergar.
- Calmar psicológicamente.
- La etapa de rehabilitación es para:
- Consolidar la atención médica.
- Restablecer la estabilidad psicológica.
- Restablecer los servicios vitales.
- Albergues (viviendas) provinciales de emergencia.
- Reparación de vías y medios de comunicación y transporte (restablecer la circulación económica).
- Reparar locales escolares, centros de salud, casas comunales, edificios públicos indispensables.
- Restablecer el funcionamiento de las actividades sociales, económicas administrativas, etc.
- Consolidar la normalidad plena para que la zona continúe su propio desarrollo.

“Una tragedia ocurrirá casi al mismo tiempo en que se olvida el terror de la anterior catástrofe” (Proverbio Japonés).

1.9 Bibliografía

- Aguiar Falconí, R., 2011: El Mega Sismo de Chile 2010 y Lecciones para el Ecuador. Quito, Ecuador: 184 pp.
 Aguiar Falconí, R., 2013: Microzonificación Sísmica de Quito. Valle de los Chillos, Ecuador: 212 pp.

- Aguiar R., Toulkeridis T., Castro C., 2009:, “Nuevo mapa de peligrosidad sísmica. Informe Corto”, SIGMA, Revista técnica e informativa del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, 16: 14-19.
- Aguiar R., Toulkeridis T. and Castro C., 2009: “Peligrosidad sísmica del Ecuador”, Construcción, Revista de la Camara de Construcción de Quito, 206: 30-33.
- Blong, R.J., 1984: Volcanic Hazards: A Sourcebook on the Effects of Eruptions. Academic Press: 424pp
- Carreón-Freyre, D., Cerca, M., Galloway, D.L. (ed.), 2010: Land Subsidence, Associated Hazards and the Role of Natural Resources Development. IAHS Publication 339. Oxfordshire, UK.: 521 pp.
- Clague, J.J., Stead, D., 2012: Landslides. Types, Mechanisms and Modeling. Cambridge University, New York. United States: 420 pp.
- COOPI, 1996: Zonificación de Peligros por Inundaciones del cantón Vinces-De Alcalá, U. and Carlos, R. J. RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Monte, Alcalá, Spain: 9pp
- Decker, R. and Decker, B., 1980: Volcanoes. W. H. Freeman, USA: 244pp
- Emanuel, K., 2012: What we know about climate change. London, UK: 96 pp.
- Ferrer Polo, F.J., 1993: Recomendaciones para el cálculo Hidrometeorológico de Avenidas. MOPTMA: 76pp
- GEO, 2005: GEO EPOCHE. Tsunami, der Tod aus dem Meer. 26.Dezember 2004 – Protokoll einer Jahrhundertkatastrophe. Hamburg, Deutschland: 163 pp.
- GEO, 2009: GEOkompakt Nr. 19. Naturgewalten. Vulkane, Erdbeben, Wirbelstürme. Wie die Urkräfte unseren Planeten prägen. Hamburg, Deutschland: 155 pp.
- Guevara Díaz, J. M., 1995: Meteorología. Universidad Central de Venezuela - Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico: 376pp
- Guevara Pérez, T., 2009: Arquitectura moderna en zonas sísmicas. Barcelona, Spain: 207 pp.
- Guevara, T., 2009: Arquitectura moderna en zonas sísmicas. LTC: 208pp
- Heiken, G., 2013: Dangerous neighbours volcanoes and cities. Cambridge University Press, USA: 186pp
- Henson, R., 2011: The Rough Guide to Climate Change. The Symptoms, the Science, the Solution. London, UK: 416 pp.
- Hubp, J. L., Inbar, M., 2002: Desastres naturales en América Latina. México D.F, México: 501 pp.
- Hulme, M., 2012: Why We Disagree About Climate Change. Understanding Controversy, Inaction and Opportunity. Cambridge, UK: 392 pp.
- Joseph, A., 2011: Tsunamis: Detection, Monitoring, and Early-Warning Technologies. Academic Press: 448pp
- Macias Vázquez, J.L. and Capra Pedol, L., 2011: Los volcanes y sua amenazas. México, D.F, México: 160pp
- McGuire, B., 2002: Global Catastrophes. A Very Short Introduction. Oxford University, New York, United States: 132 pp.
- McGuire, B., 2012: Walking the Giant. How a changing climate triggers earthquakes, tsunamis, and volcanoes. New York, United States: 303 pp.
- Monsalve, G.,1995: Hidrología en la Ingeniería.. Dirección editorial: Departamento de Publicaciones, Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia: 91pp
- Museo Andrés Del Castillo, 2011:La Sismología en Sudamérica y los Mecanismos de Prevención y Mitigación del peligro y riesgo Sísmico. Lima, Perú: 263 pp.
- Pozo Rodríguez, M., Gonzalez Yélamos, J. and Giner Robles, J., 2004: Geología práctica : introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas. Pearson Alhambra: 316pp
- Schmidt, G., Wolfe, J., 2009: Climate Change. Picturing the Science. New York, United States: 305 pp.
- Schmincke, H.U., 2004:Volcanism. Springer, Germany: 324pp
- Siebert, L., Simkin, T. and Kimberly, P., 2011: Volcanoes of the World. University of California Press, USA: 568pp
- Sigurdsson, H., Houghton, B.F, McNutt, S.R., Rymer, H. And Stix, J., 2000: Encyclopedia of Volcanoes. Academic Press, Elsevier, Netherlands: 1418pp
- Tarback, E.J. and Lutgens, F.K., 2006: Ciencias de la Tierra: Una Introduccion a la Geologia Fisica. Pearson Educacion: 686pp
- Te Chow, V., Maidment, D. R., and Mays, L. W., 1996:. Hidrología aplicada. McGraw Hill: 571pp
- Toulkeridis, T., 2011: Volcanic Galápagos Volcánico. (bilingual Spanish-English). Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364 pp
- Toulkeridis, T., 2013: Volcanes Activos Ecuador. Santa Rita, Quito, Ecuador: 152 pp
- Toulkeridis, T., Aguiar, R., Rivera, M, Gutiérrez, C., Balseca, W. and Andrade, A., 2009: Manual de procedimientos para la evaluación de la vulnerabilidad física de las infraestructuras eléctricas para cada uno de los casos tipo establecidos. Reporte técnico para el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. 506pp.

Twiss, R.J. and Moores, E.M., 2007: Structural Geology. Freeman, W. H. & Company, USA: 736pp
Veitch, N. and Jaffray, G., 2010: Tsunamis: Causes, Characteristics, Warnings and Protection (Natural Disaster Research, Prediction and Mitigation). Nova Science Pub Inc.: 276pp

Capítulo II

RIESGOS Y DESASTRES

Francisco Pauker¹ - Theofilos Toulkeridis²

¹Dirección Nacional de Defensa Civil, Quito, Ecuador

²Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador;

2. Introducción al Ciclo de Gestión de Desastres

El Ecuador es un país con un rango amplio de amenazas de origen natural, vulnerabilidades humanas y de su infraestructura, a tal grado que el riesgo enfrentado es de dimensiones importantes. Se manifiesta un nivel de riesgo muy elevado, en plazos de tiempo prolongados, particularmente hoy en día, cuando un incremento en la ocupación de terrenos y en la densidad poblacional, expone a más personas e infraestructura al peligro, más que nunca en la historia.

La propuesta de un “Sistema Nacional de Reducción de Riesgos de Desastres”, debe constituir una estructura y procesos que permitan a nuestro país, reducir, frenar y controlar el desarrollo de los riesgos de un desastre y debe construirse sobre la base de la coordinación interinstitucional, sectorial y territorial, la descentralización, la participación ciudadana y el sector público, el conocimiento científico y popular, y la transversalización del problema de riesgo en las políticas públicas y la planificación. Además, se debe ofrecer una opción para enfrentar de forma articulada y coordinada los aspectos o componentes de la Prevención, la Preparación, Mitigación y Respuesta a desastres, la Rehabilitación y Reconstrucción así como la Alerta Temprana el conocido “Círculo o Ciclo de Gestión de Desastres”.

El círculo o ciclo de gestión de desastres concibe a los desastres como un proceso, que diferencia tres momentos o estados a los que se denomina “fases del desastre”, que se presentan como una secuencia cíclica relacionada y agrupada en: antes, durante y después de un evento adverso.

Cada una de las fases se divide en “etapas” y, en cada una de ellas, se debe desarrollar actividades de acuerdo a las necesidades y acciones específicas de cada curso de acción. Es a este tipo o sistema de organización al que se lo conoce como el “ciclo de los desastres”:

Antes, de la ocurrencia de un evento adverso, es la fase previa e involucra y aglutina a las etapas de: prevención, preparación, mitigación y, alerta – alarma.



Fig. 2.1, Una visión de “Ciclo de Desastres”. De Norberto Castrogiovanni



Fig. 2.2, Círculo de Desastres. Rafael Guardado - GEO1



Fig. 2.3, La realidad del Círculo de Desastres. Rafael Guardado - GEO1



Fig. 2.4, Cómo romper el círculo vicioso de gestión de desastre. Modificado de Rafael Guardado – GEO1

Durante, Puede comprender, períodos muy cortos o muy prolongados de duración, en función de las características del impacto y del tipo de fenómeno. En esta fase se ejecutan las actividades de la etapa de atención – respuesta e incluye la evacuación de la comunidad afectada; la asistencia; la búsqueda y rescate.

Después, Esta fase se divide en las etapas de rehabilitación de emergencia y de reconstrucción. También se la conoce como de *recuperación*. Aquí se inician acciones con el fin de *restaurar* los servicios básicos y de reparar cierta infraestructura vital en la comunidad afectada por el evento adverso.

Las actividades que se llevan a cabo en cada una de las etapas, se caracterizan por mantener una interacción e interrelación, de forma tal que los resultados que se obtengan en cada una de ellas, estén íntimamente ligadas, concatenadas y determinadas por el trabajo que se haya realizado en las etapas anteriores.

El círculo teórico de la gestión de desastres comprende todos aquellos procesos de carácter social e institucional orientados a enfrentar situaciones de emergencia o eventos adversos que deriven en desastres y que puedan manifestarse en un escenario y período de tiempo determinados. En consecuencia, la “Gestión de Desastres” se puede entender como un proceso encaminado a la organización, planificación y generación de capacidades de operación y logística, para enfrentar las situaciones de emergencia y recuperarse de los impactos provocados por los elementos afectados.

Al comprender a la gestión de desastres como un proceso, es factible entender la secuencia de las fases de antes, durante y después de un evento adverso y en ese mismo orden, las etapas diferentes como componentes integrales del Ciclo de los Desastres.

2.1 La Prevención

El componente de la prevención constituye un conjunto de acciones cuyo objeto es impedir, reducir o evitar que sucesos naturales o generados por la actividad humana, provoquen o generen desastres. Puede considerarse también, retirar los elementos vulnerables expuestos a una amenaza, evitando los daños, tal como por ejemplo la reubicación de asentamientos humanos. La prevención, permite determinar la naturaleza científica y técnica del probable fenómeno causante del futuro desastre y los medios para proteger adecuadamente de su impacto a la población y sus bienes.

La prevención es la única medida que permite a un pueblo o comunidad, mitigar los efectos de la naturaleza: sus costos son considerablemente inferiores a los de la atención y rehabilitación, y no paraliza o retrasa el desarrollo del País.

Así, la prevención es responsabilidad de todos. Los gobernantes deben considerar el factor prevención en todos los programas de planificación nacional, regional y local. Por tanto, las obras de ingeniería, como puentes, carreteras, entre otras obras deberán estar diseñados y construidos con capacidad para tolerar los embates de la naturaleza. Las zonas susceptibles a las inundaciones, deben contar con las obras de drenaje necesarias y en buen estado.

La incorporación de medidas preventivas, puede llevarse a cabo a través de:

1. Planes integrales de desarrollo sobre espacios geográficos urbanos, regionales y nacionales, incluyendo programas de inversión y asignación de presupuestos sectoriales por ciudades y regiones.
2. Planificación física, para la localización de industrias e infraestructura.
3. Programas de investigación de fenómenos específicos tales como inundaciones, sequías y deslizamientos.

Toda medida cuyo propósito es eliminar o evitar un riesgo, está estrechamente ligada con los programas a largo plazo establecidos para el desarrollo de una localidad, región o país, razón por la cual tienden a ser incorporadas dentro de los planes sectoriales, de ordenamiento territorial y de desarrollo socio económico. Es fundamental incorporar en los “Planes de Inversión”, elementos que

favorezcan el desarrollo, mejorando y acrecentando la seguridad de la población, de sus bienes y servicios. La prevención puede orientarse y enfocarse a intervenir la amenaza para impedir o evitar su ocurrencia o evitar sus consecuencias eliminando la exposición de los elementos vulnerables.

Para ello existen ciertos instrumentos o actividades de prevención, entre otros:

1. Sistemas de irrigación y canalización de aguas para evitar sequías. Reforestación y mantenimiento de las cuencas altas de los ríos.
2. Sistemas de cierre automático de válvulas para impedir escapes y derrames de sustancias químicas y de extinción rápida para evitar incendios.
3. Barreras y piscinas de captura para contener derrames de hidrocarburos.
4. Sistemas de seguridad para la interrupción de secuencias de fallas encadenadas que pueden presentarse en plantas nucleares e industriales, (Circuitos reverberantes).
5. En la reubicación permanente de viviendas, de infraestructura o de centros de producción localizados en zonas de alta amenaza o riesgo.

2.2 Preparación

La preparación constituye todas aquellas acciones previas a la ocurrencia de un evento, destinadas a generar capacidades de respuesta y recuperación en los diferentes actores sociales e institucionales, frente a un evento adverso y en área de influencia. La preparación sirve fundamentalmente para determinar cómo la gente puede ser evacuada hacia sitios seguros y atendidos adecuadamente cuando un desastre es inminente o ha ocurrido ya. La secuencia lógica es empezar con la prevención y proceder con las actividades de preparación, esto es, basar los planes logísticos de movilización y atención en el estudio y comprensión de escenarios probables de futuros desastres. Por ejemplo, una mejor ubicación y refuerzo de las estructuras. Una medida peculiar, característica de prevención, simplificará los requerimientos necesarios para la planificación del manejo de emergencias. En virtud de la



Fig. 2.5, Cruel Destino: "A ver hijo... ¿qué te gustaría para mañana?" Caricatura de Quoro.



Fig. 2.6, Capacitación para reducir riesgos. Programa PREVOLCO. Foto Toulkeridis



Fig. 2.7, Preparación en cinco pasos según Cruz Roja Mexicana



Fig. 2.8, Simulacro de evacuación: ejercicio y realidad. De Camilo Perez Zuleta



Fig. 2.9, Nerd en simulacro. Cabrera - Toulkeridis

intrínseca relación entre “prevención y preparación”, estas actividades son generalmente presentadas conjuntamente bajo el “componente de mitigación de desastres” (2.3).

La preparación cuenta con cuatro componentes:

1. Organización: Corresponde a la definición de roles, identificación de funciones y formulación de unidades de coordinación para el desarrollo de actividades propias de la respuesta a emergencias.
2. Planificación: Corresponde a la formulación de planes generales (de emergencia) o específicos (de contingencia), con sus respectivos componentes, para orientar al desarrollo de las acciones y la optimización de los recursos disponibles para la respuesta.
3. Capacitación: En la capacitación se involucran todas las acciones encaminadas a generar conocimientos y destrezas para asumir tareas relacionadas con la respuesta. Incluye todas las formas de entrenamiento dentro del contexto administrativo u operativo, en función de las diferentes acciones que definen la atención de la emergencia. La capacitación no solo se centra en los organismos de atención sino también en las comunidades (simulacros de evacuación), a quienes corresponde en la mayoría de los casos, dar la primera respuesta.
4. Dotación (equipamiento): Involucra a todos los elementos físicos, logísticos y financieros que es necesario considerar y asignar para la implementación de las actividades de respuesta. No solo se entiende como el equipamiento institucional, sino que involucra también todos los insumos tecnológicos y de infraestructura que hacen parte de las capacidades en el ámbito institucional, que en forma directa o indirecta, puedan ser utilizadas y se requieran para enfrentar la emergencia.

Aspectos comunmente considerados en la etapa de preparación:

- a. Identificación de competencias y responsabilidades institucionales.
- b. Definición del modelo operativo de respuesta a la emergencia.
- c. Elaboración de inventarios físicos y del recurso humano.
- d. Capacitación y entrenamiento al personal de las diferentes áreas de la respuesta.
- e. Información pública y capacitación comunitaria.
- f. Fortalecimiento de las redes sociales para la atención de emergencias y desastres.
- g. Elaboración de planes institucionales internos y externos de respuesta.
- h. Formulación de planes de emergencia y de contingencia.
- i. Elaboración de mapas operativos.
- j. Implementación de redes de comunicación.
- k. Realización de ejercicios de simulación y simulacros de evacuación.

2.3 Mitigación

La mitigación se refiere a las actividades que buscan reducir el impacto de un evento adverso que puede generar un desastre, actuando sobre los elementos vulnerables al fenómeno, considerando

aspectos físicos y sociales. En resumen, es el resultado de una intervención dirigida a reducir riesgos. Entendiéndose por “intervención”, toda medida o acción destinada a modificar las características de una amenaza o las características intrínsecas de un sistema biológico, físico o social, con el fin de reducir su vulnerabilidad. Es prácticamente imposible evitar totalmente la ocurrencia de un evento adverso, sin embargo, siempre debe buscarse la posibilidad de reducir las consecuencias de dichos eventos sobre los elementos expuestos a su acción.

El propósito de la mitigación es la reducción de los riesgos, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes, a través del ordenamiento de los asentamientos humanos y de la planificación de proyectos de inversión de carácter industrial, agrícola o de infraestructura. Los Códigos como el de la Construcción, son medidas cuyo objetivo es mitigar por sismo resistencia o disminuir los efectos de eventos tales como la erosión y la deforestación; los deslizamientos y los terremotos. Las poblaciones, asentamientos humanos e infraestructura, muchas veces se encuentran expuestas a fenómenos que pueden causarles severos daños. Por esta razón es necesaria la evaluación del riesgo, que consiste en evaluar a qué tipo de amenazas se encuentran sometidas y cuál es el grado de vulnerabilidad que tienen los elementos que los componen.

Los métodos de mitigación pueden ser Activos o Pasivos:

Los Métodos Activos implican el fortalecimiento institucional; la organización, la capacitación, la información pública y la participación comunitaria. Estos métodos requieren de recursos económicos abundantes.

Los Métodos Pasivos están relacionados con la Legislación y la Planificación tales como los códigos de la construcción, la reglamentación de usos del suelo, los estímulos fiscales y financieros, la intervención de la vulnerabilidad física y la reubicación de asentamientos en alto riesgo.

Actividades de mitigación, mediante las cuales se puede llevar a cabo la reducción de riesgos:

- Adquisición de quipos y procedimientos para el conocimiento y la mitigación de los fenómenos potencialmente peligrosos.
- Identificación de amenazas y elaboración de mapas con su ubicación en centros urbanos y localidades o regiones.
- Información pública y capacitación acerca del riesgo, para disminuir la vulnerabilidad social de la población expuesta.
- Capacitación profesional de los funcionarios de las instituciones relacionadas con la gestión del riesgo.
- Planificación del ordenamiento territorial con el fin de eliminar las áreas vedadas por amenaza natural o antrópica.
- Exposición de normas sobre el manejo de los recursos naturales y vigilancia de su cumplimiento.
- Reglamentación de usos de suelo, establecimiento de incentivos fiscales y financieros para la adecuada ocupación y utilización de la tierra.



Fig. 2.10, Obra de mitigación exitosa: La cárcava en La Campanera. De skyscrapercity.com

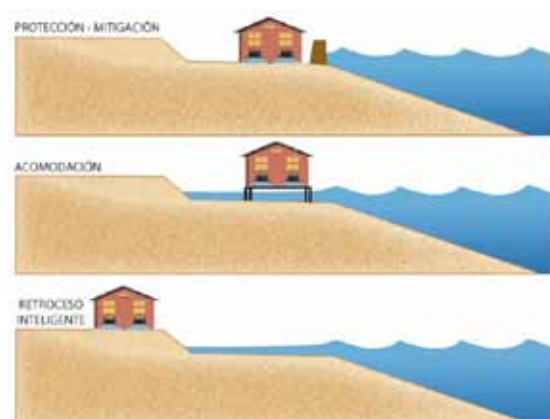


Fig. 2.11, Formas de mitigación para costas propensas o amenazadas por tsunamis. GEO1-Toulkeridis

- Expedición de códigos de la construcción de edificaciones y de servicios básicos, para reducir la vulnerabilidad física, y vigilancia de su cumplimiento.
- Reglamentación y vigilancia de todas las modalidades de transporte de sustancias químicas peligrosas y de las rutas utilizadas.
- Dictado de normas de salud pública, seguridad industrial, manejo de desperdicios contaminantes y vigilancia de su cumplimiento.
- Control de presas reguladoras, canales y bordes o diques para evitar inundaciones.
- Construcción de obras de disipación de energía, para el amortiguamiento y control de avalanchas e inundaciones en cuencas altas y pendientes.

En un programa de mitigación debe considerarse las siguientes actividades:

- La evaluación de los posibles peligros.
- La vigilancia permanente de los escenarios de riesgo (por ejemplo, los volcanes).
- Cuantificación del riesgo.
- Medidas de prevención de desastres.
- El asesoramiento de los organismos técnicos a las autoridades pertinentes.
- Planificación para la emergencia.
- Información pública y entrenamiento (Capacitación – Simulacros).

2.4 Respuesta

La respuesta es un conjunto de actividades desarrolladas de forma inmediata y simultánea, después de la ocurrencia de un evento adverso, orientadas a controlar los efectos y reducir el impacto sobre las comunidades (población urbana y rural) e infraestructuras en las áreas de influencia del fenómeno.

La respuesta cuenta a su vez con sus propios “componentes”:

Organización
Planificación

Capacidad operativa
Capacidad logística

2.5 Rehabilitación

Es el conjunto de actividades orientadas a restablecer la normalidad en la zona o áreas afectadas por el evento adverso.

La rehabilitación se estructura con los siguientes componentes:
“Organización, Planificación, Capacidad funcional”



Fig. 2.12, Fortalecer las capacidades en gestión de riesgos de desastres en el ámbito escolar. De ugelchulucanas.gob.pe



Fig. 2.13, El poder de resiliencia es superar la adversidad. De szabadonebredok.hu

Al concebir la "Gestión de Desastres" como un "proceso", se hace fácil entender la secuencia (Ciclo de los desastres) de las Fases de *antes, durante y después* de un evento adverso y en ese mismo orden, las etapas de Prevención, Preparación, Mitigación, Respuesta y Rehabilitación, como parte integral de dicho Proceso.

Bajo esta proyección, la "preparación", toma mayor énfasis ya que se constituye en el eje fundamental de la Gestión de Desastres o el proceso determinante, sobre el cual se sustentan las actividades o etapas de Atención Respuesta y de Rehabilitación; esto significa que la ausencia de preparación (capacitación) condiciona la respuesta y la rehabilitación; representando, la generación de mayores impactos y el incremento de los efectos sobre los escenarios en los cuales una adecuada preparación (cultura de riesgos) hubiera permitido reducir los efectos del evento adverso.

La etapa de preparación, comprende e involucra un conjunto de actividades que se desarrollan antes de la ocurrencia de la emergencia, o antes de producirse un evento adverso, con el fin de alcanzar y obtener mejores capacidades y mejorar la respuesta efectiva en caso de emergencia o desastre.

El país y la sociedad requieren urgentemente de un compromiso de las Instituciones frente a la Gestión de Riesgos y Prevención de Desastres para incidir efectivamente en una adecuada calidad de vida de los pueblos ubicados en zonas de alto riesgo, en términos de un desarrollo socialmente sostenible con programas, planes y proyectos que sean ejecutados bajo la premisa de un desarrollo social y tecnológico sustentable, fundamentado en la "Variable Riesgo", con líderes capaces de gestar una administración de desastres acorde a la realidad de su escenario, que paralelo con el desarrollo humano, económico y tecnológico, aporten con las garantías de Seguridad.

Todo ello tiene como objetivo, establecer un Plan de Fortalecimiento Institucional del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. Particularmente de la Secretaría de Gestión de Riesgos como ente líder, eje y rector del Sistema para fortalecer su capacidad de coordinación, pronóstico y planificación en las etapas y acciones de prevención, vigilancia y alerta temprana. Una atención con respuesta efectiva, mitigación o reducción de riesgos; reconstrucción ante riesgos naturales y/o antrópicos (tecnológicos) con énfasis en los fenómenos recurrentes, especialmente en los relacionados con la temporada lluviosa (invierno), la ocurrencia de el fenómeno "El Niño" y el agotamiento de la infraestructura socio – económica que limita el desarrollo.

2.6 La etapa de reconstrucción

Se entiende la restauración y/o la recuperación a través del **retorno** a la etapa de "prevención, bajo la premisa de las experiencias vividas y por la que poco se pronuncian las instituciones luego de la ocurrencia de un desastre; plantea la necesidad de fortalecer las infraestructuras asociadas con:

El control de los ríos.

- Control de movimientos de masa, puentes, sistemas de agua y alcantarillado.
- Fortalecimiento del sistema de alarmas y prevención comunitaria (Esto significa construir una sociedad resistente a los Fenómenos Naturales).



Fig. 2.14, Señal de alerta. De taringa.net



Fig. 2.15, Señal de alerta por falla geológica, Pastaza. Toulkeridis

- Fortalecimiento del sistema de prevención de desastres.
- Evaluación de la capacidad de resistencia contra los fenómenos naturales (Resiliencia).
- Elaboración de planes de prevención de sismos.
- Formulación de un plan común de prevención contra desastres.
- Abogacía y sensibilización pública.
- Investigación y difusión
- Construcción de capacidades y transferencia de tecnologías.
- Fomento del enfoque de gestión de riesgos en todos los niveles del ámbito nacional mediante la difusión de una cultura de reducción de riesgos .
- Creación del interés de la opinión pública.
- Pequeñas obras demostrativas de mitigación y mejoramiento.
- Generación de capacidades de iniciativa y multiplicación de conocimientos en gestión de riesgos.
- Realización de obras con enfoque de riesgo y preparación.
- Investigación de nuevas metodologías para la gestión de riesgos (personal capacitado y permanente) a través de la creación de unidades técnicas de gestión de riesgos.
- Consideración de las perspectivas de cada una de las experiencias en gestión de riesgos.

Alertas, Una alerta puede dividirse en las siguientes partes:

- Detección y medición o estimación de los cambios que pueden traducirse en peligro de una u otra clase.
- Equiparación y evaluación de la información, recibida sobre cambios ambientales.
- Decisiones sobre quién debe ser alertado contra peligros y, de qué forma (tipo de alerta).
- Transmisión del mensaje de alerta a aquellos a quienes se ha decidido a alertar.
- Interpretación del mensaje de alerta por los destinatarios y adopción de medidas por parte de estos.
- Información de retorno a quienes emiten los comunicados de alerta, sobre su interpretación y las medidas adoptadas por los destinatarios.
- Nuevas alertas, si son posibles y convenientes, corregirlas, tomando en cuenta las respuestas a los primeros mensajes.

Así, siguiendo los componentes esenciales de las alertas, una declaratoria de alerta debe ser:

- a. Clara: Redacción simple y correcta.
- b. Asequible: Debe difundirse por todos los medios disponibles y ser comprendida por la población y que todas las personas tengan acceso a ella.
- c. Inmediata: Sin demoras que puedan sugerir que el evento catastrófico no es real ni inminente. Toda demora puede interpretarse en el sentido de que el peligro no es real o inminente.
- d. Coherente: No debe haber contradicciones. No debe existir ambigüedad en un mismo mensaje y no debe contradecir otros mensajes.
- e. Oficial: Proceder de fuentes autorizadas o confiables. Las personas creerán con mayor facilidad y acatarán los mensajes de alerta, si proceden de fuentes que son normalmente aceptadas o fiables.

Por lo tanto, los mensajes de una alerta deben cumplir las siguientes características por su contenido:

- a. Deben ser concretos: Dar una información local clara y concreta sobre la amenaza.
- b. Deben ser apremiantes: Generar de una acción inmediata en las personas expuestas al riesgo, haciendo que se pongan en movimiento sin rechazar la alerta.
- c. Deben ser expresas: incluir las consecuencias de no atender las alarmas.
- d. Deben prestar atención al modo de formular la “probabilidad” del acontecimiento.
- e. Deben ser “continuas”.

Las alarmas se materializan (evidencian) a través de:

- » Sistemas de sirenas, altavoces y luces.
- » Medios de comunicación con mensajes pregrabados.
- » Redes de comunicación inalámbrica.
- » Sistemas de Télex, Fax, E-mail, Twitter, SMS, teléfono, internet.

Todos los elementos previamente mencionados para que la alerta sea realmente efectiva requieren:

- a. Conocimiento previo de los riesgos en las comunidades.
- b. Monitoreo técnico.
- c. Diseminación y difusión de los mensajes; que sean comprensibles y preparados para planes de contingencia (Líneas vitales).
- d. Determinación de los sitios de agregación masiva de la población.

Los instrumentos básicos para una alerta son variados y dependientes del tipo de amenaza. Aquí se alistan solamente algunos de los múltiples existentes:

- Redes de vigilancia y monitoreo.
- Sistemas de alarma y medios de comunicación; estos pueden ser de cobertura, internacional, nacional regional o local.
- A nivel nacional, vía satélite.
- Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (Honolulu).
- Centro de Huracanes, Ciclones y Tifones (Miami).
- Pluviómetros y sensores de nivel y caudal para inundaciones.
- Redes de vigilancia y monitoreo de volcanes.
- Detectores de flujos de lodo y avalanchas.
- Redes sismológicas para terremotos y Tsunamis.
- Extensómetros, piezómetros e inclinómetros para deslizamientos.
- Sistemas de detección de incendios y escapes de sustancias.
- Redes Hidrometeorológicas para observación y registro del comportamiento del clima.
- Imágenes satelitales, sensores remotos y teledetección.

Sistemas de alerta temprana, La estructura global de un sistema de alerta temprana tendrá los siguientes cuatro componentes:

1. Análisis y monitoreo permanente de las amenazas
 - Incorporar el estudio científico de las amenazas, con el objeto de entender e interpretar su comportamiento, realizar el seguimiento continuo de los procesos y actividades con miras a prever la evolución y transformación de las amenazas en eventos peligrosos. Esto significa la capacidad de proyectar las amenazas de forma catastrófica en escalas relativamente gruesas de resolución



Fig. 2.16, Sistema de alerta temprana. De www.sire.gov.co



Fig. 2.17, Flujo de una alerta temprana de terremotos. De jma.go.jp

(1:100.000 - 1:50.000) que sirven para tomar decisiones sobre planificación territorial y en escalas grandes (de 1:25.000 a 1:10.000) adecuadas para la toma de decisiones.

- El fortalecimiento de la capacidad de la población misma, y sus representantes, organizados para monitorear e interpretar su propio medio ambiente y prever la materialización de amenazas en eventos peligrosos. Requiere de la sistematización de la experiencia y conocimiento histórico de la población y procesos de capacitación.
- El diseño de los mecanismos y procedimientos, para la transmisión de información científica sobre las amenazas y su evolución hacia los tomadores de decisiones políticas con miras a iniciar un proceso de alerta, constituye el tercer aspecto crítico.

2. La construcción de escenarios de riesgo

La construcción de escenarios de riesgo, comprende el proceso a través del cual se diseñan y construyen proyecciones de probables impactos, daños, pérdidas humanas y materiales, asociadas con la materialización de amenazas específicas de determinadas intensidades y magnitudes, ya anticipadas por el análisis científico. Los escenarios, que implican un análisis de amenazas, exposición y vulnerabilidades, deben expresarse de forma cartográfica, cuantitativa y cualitativa, y elaborarse con escalas de resolución grande que permiten la toma de decisiones eficaces (Función de la gestión local de riesgos).

3. Los preparativos para emergencias y desastres

Los preparativos para emergencias y desastres, comprende un conjunto diverso de actividades y acciones que facilitan y garantizan la seguridad y bienestar de la población durante momentos de crisis; esta suma de acciones y actividades, que se inician con la emisión de una alerta de potencial peligro, se condensan en un Plan de Contingencias o Emergencias en el que se especifican las acciones a tomar, los mecanismos para lograrlos, los actores responsables con los niveles, tipo de coordinación y mando. Las tareas están facilitadas por evaluaciones de daños y pérdidas, evaluaciones de vulnerabilidades y capacidades de recursos disponibles, etc. Requiere la capacitación permanente de las autoridades y técnicos de base, además de la población bajo riesgo.

4. Las alertas, comunicación social y toma de decisiones

Las alertas, comunicación social y toma de decisiones comprende; la decisión y operacionalización de la instrumentación de las formas físicas o materiales (sirenas, radios, campanas, megáfonos, etc.) así como los mensajes utilizados para comunicar a la población, los distintos grados de alerta, el proceso de toma de decisiones la jerarquía establecida para la difusión de información la llamada a la evacuación u otros mecanismos que busquen la seguridad de la población bajo amenaza.

La suma de estos cuatro componentes principales se concibe como un “Sistema de alerta temprana” (**SAT**). El sistema no puede prescindir de ninguno de los componentes y las debilidades en uno de ellos, significarán, tener consecuencias negativas en todo el sistema.

Condiciones necesarias para la implementación exitosa de los sistemas de alerta temprana:

Un SAT tiene que ser reconocido como un mecanismo de urgencia que permite salvar vidas y bienes en determinadas condiciones de riesgo, que puede existir por sí solo sin la promoción de otros mecanismos de reducción permanente de riesgos impulsados por parte de la gestión integral de riesgos. Los sistemas de alerta requieren el empoderamiento por parte de los sujetos del riesgo, de las autoridades locales para desarrollarse con su plena participación. Los sistemas comprenden distintas facetas que van desde el análisis y vigilancia como el monitoreo de amenazas, hasta la construcción de escenarios de riesgo, considerando los niveles de vulnerabilidad existentes, los preparativos para las emergencias y el sistema particular de alarma o aviso (alertamiento) a la población. Los sistemas de alerta deben ser sensibles a diferencias en las características de distintos grupos de población, en el medio ambiente en que se desarrollan y a las matrices organizacionales e institucionales existentes. La implementación y selección de métodos y estrategias deben ser el resultado de una exhaustiva investigación de campo.

Es menester la construcción de escenarios de riesgo en todo el territorio nacional. Un sistema de alerta protocolizado y los subcomponentes del Sistema de Alerta Temprana (SAT); comprende:

- Monitoreo de amenazas.
- Construcción participativa de escenarios de riesgo para las zonas identificadas.
- Preparativos para las emergencias.
- Estrategias y mecanismos de aviso para la población, integrado con los objetivos de la planificación de desarrollo, aplicable a la reducción estructural y coyuntural del riesgo de desastres y las vulnerabilidades humanas y sociales. De conformidad con la sistematización existente, de experiencias sobre la implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) a nivel mundial, existe una serie de condiciones generales identificadas que facilitan su funcionamiento y eficacia y que no pueden ser ignoradas so pena de invitar al fracaso de las iniciativas. De entre estas, asumen una importancia destacada:

Condiciones generales

- El diseño de los proyectos: muchas veces se expresan de una manera que confunden a los gestores de programas y a los que los diseñan. Esto ocurre a pesar de los esfuerzos para realizar las tareas en forma ampliamente participativa. Tal participación es, sin embargo, bajo cualquier criterio, imprescindible para el éxito.
- Ningún sistema de alerta debe intentarse si no existe una demanda real y un entendimiento de su necesidad, por parte de la población beneficiaria.
- Sin la participación de la comunidad en la decisión del diseño del sistema, éste está condenado a fracasar.
- Mientras no exista un compromiso gubernamental para el establecimiento de estructuras o sistemas para la gestión de riesgos, con una real movilización de recursos interministeriales y capacidades de toma de decisiones en los niveles nacionales y subnacionales, la dependencia de la sociedad civil, en las organizaciones de base y la comunidad misma será absoluta.
- La visión técnica del riesgo que manejan los expertos, no siempre corresponde a las visiones de la comunidad, lo cual requiere siempre que la participación y la apropiación (empoderamiento) del sistema de alerta sea real y que el sistema se ajuste a los imaginarios de la población.
- Cohesión a nivel de la comunidad y fomento del capital social organizado con prerrequisitos indispensables para la implementación y mantenimiento de los sistemas.
- La introducción de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), comprende una acción de emergencia que por sí sola no reduce el riesgo estructural y, hasta puede servir para que aumente en el tiempo, debido al falso sentido de seguridad que podría crear en la población. Los sistemas de alerta no son sustitutos para la gestión integral del riesgo y deben, claramente, ser acompañados por medidas más amplias de reducción de riesgo a nivel local y comunitario, por ejemplo, análisis permanente de amenazas y vulnerabilidades; ampliación de las capacidades locales de enfrentar la crisis; planificación del uso del suelo; recuperación ambiental en zonas de laderas; códigos y reglamentos de construcción, etc.
- Existe el problema de la relación y mutuo entendimiento entre una fuerza de trabajo ligada al aspecto de analfabetismo y una población beneficiaria que maneja lenguajes diferentes a los técnicos. El problema de lenguajes y comunicación debe ser explícitamente reconocido y superado.

Condiciones Específicas

- Análisis y monitoreo:

La generación de información y conocimiento científico sobre procesos físicos y amenazas es fundamental. Sin embargo, en el contexto de los Sistemas de Alerta, en particular, se potencian enormemente en la medida en que exista comunicación y entendimiento entre científicos y población, y, estos últimos, participen en la construcción de mapas y análisis de amenazas y, el monitoreo de su propio medio ambiente natural y construido.

El riesgo se expresa de la forma más precisa en los niveles micro o locales. En consecuencia, la utilidad de la información sobre amenazas aumenta si los resultados de su empleo, se potencian en la medida en que los análisis y mapas disponibles sean expresados a niveles altos de resolución social y territorial.

La transmisión de la información sobre la dinámica de las amenazas, hacia las autoridades políticas y los tomadores de decisiones debe ser lo más consistente, inequívoca y consensuada posible.

- Escenarios de Riesgo:

El riesgo puede expresarse cartográficamente, solamente en sus dimensiones de exposición de población e infraestructura; se requieren también estimaciones cuantitativas y cualitativas de riesgo expresadas de forma escrita.

Los escenarios de riesgo expresados en los niveles micro y locales, son una potente arma de comunicación sobre el riesgo, especialmente si su construcción se lleva a cabo con la participación de la población afectable. La concienciación es imprescindible para la gestión de riesgo y para la eficacia de los sistemas de alerta.

La vulnerabilidad como característica de la población es muy diversa en sus expresiones y formas de concreción. El análisis de vulnerabilidad y capacidades, debe elaborarse en forma precisa y detallada en entornos micro, que sirven para dimensionar con precisión los niveles diferenciados y los grupos particulares. Análisis globales y generales no satisfacen las necesidades, asociadas con sistemas de alerta.

- Los preparativos:

Los preparativos sin participación de la población y sin una constante actualización y prácticas de simulación, corren el riesgo de ser inoperantes en el momento de la emergencia. Por esta razón, en virtud de que existen eventos adversos que son en general de **“Largo Período de Retorno”** (erupciones volcánicas) es recomendable o necesario que existan preparativos para amenazas en general de Corto Período) que transmitan un interés y atención más constante en las medidas necesarias de preparación.

- Las Alertas:

La alerta es el estado anterior a la ocurrencia de un desastre. Son los medios de comunicación, radio, televisión, los encargados de comunicarla y es declarada para que las autoridades y población tomen las medidas y acciones de protección necesarias. De menor a mayor peligro, existen cuatro grados o tipos de alertamiento: Blanca, Amarilla, Naranja y Roja.

La comunicación social y la toma de decisiones. La alarma es el último eslabón en el sistema de alerta, entre conocimiento y acción, no se puede prescindir de un proceso amplio y previo de capacitación, concienciación, conocimiento, participación y contextualización, que se ejerce de forma permanente; y, la existencia de planes actualizados con regularidad par la emergencia y la evacuación.

Los mecanismos de alarma no surtirán el efecto deseado sin el proceso social implícito en las condiciones antes mencionadas.

El empleo de alta tecnología, ha resultado un lujo y un fracaso en muchos lugares donde las condiciones no existen para su utilización y mantenimiento correcto a lo largo del tiempo. El éxito de los sistemas de alerta, descansa en la participación y organización local y comunitaria y, depende del grado de adaptación a la situación particular existente, las condiciones culturales y educativas de la población.

2.7 Situación del Ecuador frente a amenazas de origen natural

Hay que conocer las diferencias del riesgo, las amenazas y las vulnerabilidades, el concepto de gestión de riesgo y su lugar en la sociedad. El Ecuador como país andino, amazónico y costero y sus

Islas de Galápagos, tiene un conjunto de características físicas y una muy activa geodinámica que condicionan el advenimiento de las amenazas, entre ellas:

- Desnivel importante (más de 5000 metros) y en algunos casos en cortas distancias
- Vertientes empinadas y de gran extensión
- Planicies fluviales con pendiente débil (Cuenca del Guayas)
- Ubicación ecuatorial a la orilla del Océano Pacífico (Eje de ENOS o EL Niño)
- Precipitaciones pluviométricas abundantes y/o con intensidad elevada
- Sucesión de estaciones secas y lluviosas
- Formaciones geológicas sensibles a la erosión, así se generan suelos o terrenos inestables
- Zona de subducción de la placa oceánica de Nazca con la placas continentales de Sudamérica y de Caribe, cuyo choque y toque genera:
 - Volcanismo activo y de gran alcance
 - Tsunamis de muy corto plazo de advertencia
 - Terremotos de alta intensidad o magnitud a través de fallas geológicas activas

Por tanto la comunidad internacional ha sentido una creciente alarma ante los desastres que afectan a concentraciones cada vez mayores de población Ecuatoriana, han tendido a ser cada vez más destructivos. Las consecuencias reales y potenciales de los desastres, están adquiriendo tal magnitud, gravedad, y alcance, que en lo sucesivo habrá que prestar mayor atención a las actividades de planificación y de prevención. Los efectos de los fenómenos naturales deben enfocarse, no solo desde el punto de vista humanitario y social, sino también, y primordialmente, desde el punto de vista económico. Así, los desastres de origen natural constituyen un formidable obstáculo para el desarrollo económico y social del país.

De allí nace la importancia de concienciar al gobierno estatal como a los gobiernos locales acerca de la necesidad de prestar una mayor atención tanto a las actividades y acciones de preparación y prevención de los desastres así como de hecho fundamental de que la prevención de los desastres y su planificación anterior, deben formar parte integrante de la política general de desarrollo.

La educación a la sociedad es de vital importancia para despertar y alertar a la comunidad, respecto de los peligros de desastres a corto, mediano y largo plazo, y sirve para lograr una mayor cultura de prevención, la reducción de riesgos y conciencia pública, así como fomentar una acción de la sociedad, orientada a prevenir o mitigar los efectos perjudiciales de los fenómenos naturales.

Tomar en consideración: la aplicación de conocimientos y técnicas especializadas que puedan aplicarse directamente sobre la prevención y mitigación de desastres, considerando además la investigación sociológica de la naturaleza del comportamiento humano, individual, colectivo, de las instituciones y organizaciones en caso de desastre; la creciente y cambiante estructura social, consecuencia de la rápida urbanización, el aumento del grado de instrucción y las nuevas tecnologías de comunicación; la responsabilidad de los diversos niveles de gobierno en la aplicación de medidas de prevención y preparación que se ponen de manifiesto en los distintos sectores de prevención de desastres. Fomentar y orientar políticas de adaptación de medidas de prevención frente a los fenómenos naturales que afectan a la región, tomando en cuenta la naturaleza de los desastres y la reacción ciudadana. Los desastres de origen natural y los de otra índole (antrópicos y tecnológicos), están a menudo unidos entre sí, de forma tal que los unos conducen a los otros en una sucesión de acontecimientos.

El desastre mismo se define como un acontecimiento, centrado en el tiempo y en el espacio, en el que una sociedad o comunidad, corren un grave peligro y experimentan pérdidas en sus miembros o pertenencias materiales, la estructura social queda desorganizada y se impide el cumplimiento de todo o parte de las funciones esenciales de esa sociedad o comunidad. Por lo tanto los planes de desarrollo se ven seriamente afectados, aplazados y casi destruidos por los desastres naturales, a pesar de que no existe una adecuada integración entre éstos y los planes de prevención de riesgos o amenazas de desastres.

Toda actividad de prevención y mitigación de desastres, como proporcionar a la comunidad, oportunamente, información anticipada, sobre procedimientos de evacuación, es muy diferente según sea que la comunidad se enfrente a un evento que se repite periódicamente (todos los años o cada temporada específica), o una catástrofe que se produce una sola vez en la historia de un ser humano por su generación o por ciclos (50 a 100 o mas años).

La ciencia juega un rol fundamental en la prevención como en la reducción de los desastres potenciales. Los estudios y análisis de desastres pasados y actuales son imprescindibles antes de elaborar un plan para casos de diferentes escenarios de desastres potenciales, y para formular políticas ajustadas a la realidad. Pero mayormente los resultados académicos no logran ser adaptados o implementados en la educación preventiva de la población. Por lo tanto, en algunas localidades, la población está en gran parte inadecuada o falsamente informada, de las medidas básicas necesarias para una preparación efectiva y eficiente, y a menudo conoce poco o nada sobre las medidas de prevención más rudimentarias.

Esto lleva a la reflexión de que los tomadores de decisiones y los medios de comunicación tienen la responsabilidad de iniciar y ejecutar medidas educativas apropiadas, y, de fomentar una conciencia nacional de la prevención (en todo su sentido) de desastres potenciales y un interés activo en la reducción de riesgo de amenazas de todo tipo.

2.8 Clasificación y definición de amenazas y vulnerabilidades

El riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un fenómeno peligroso (natural o humano), en un lugar específico y durante un período de tiempo determinado. La amenaza consiste en la probabilidad de que ocurra un evento (que ya aconteció) y cause efectos sobre su área de influencia. La consideración de peligro surge de la interpretación que se ha hecho de los fenómenos con relación a una posible afectación a los asentamientos y actividades humanas en cualquiera de

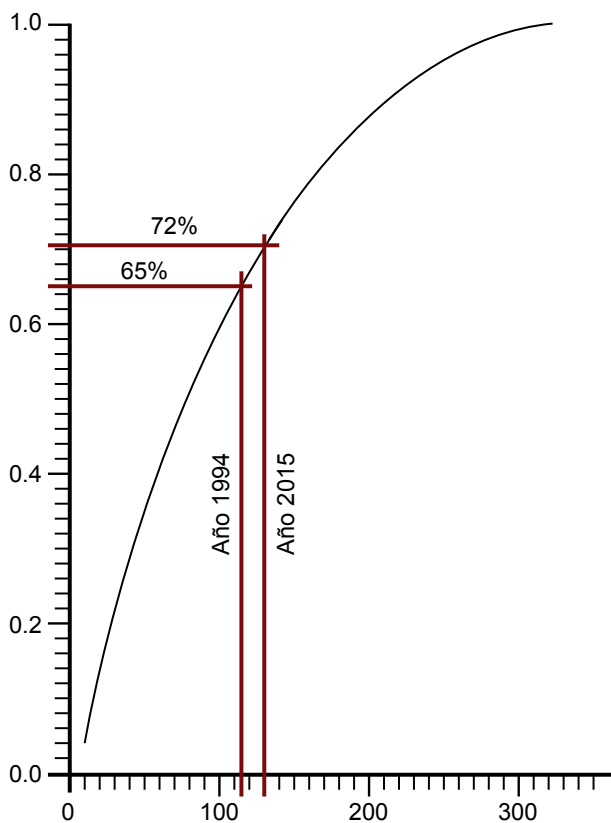


Fig. 2.18, Curva de probabilidad de recurrencia de actividad eruptiva del volcán Cotopaxi. La recurrencia es de cada 117 años (probabilidad XX%), mientras la probabilidad de la reactivación en el año 2015 es de 72%. GEO1 - Toulkeridis



Fig. 2.19, Inundaciones por causa del Fenómeno de el Niño en Chone, 2012. De radiocro.orenses.com

sus expresiones. La amenaza natural per se no existe. La amenaza natural es un proceso o fenómeno natural recurrente que se convierte en una amenaza (de origen natural) cuando el pueblo, sus actividades o su infraestructura está comprometida en un grado predeterminado, es decir cuando se vuelva vulnerable. Así, la vulnerabilidad es la condición en la que se encuentra una población, que le permite ser afectada por un fenómeno; es decir, la presencia de determinados factores (materiales, físicos, económicos, sociales, políticos, etc.) que le impiden a la población absorber el impacto de fenómenos naturales o humanos y le dificulta su recuperación posterior. Por lo expuesto, la vulnerabilidad no está determinada por la posible ocurrencia de fenómenos peligrosos, sino por la forma como las zonas, regiones o países, se han desarrollado y la forma en la que la sociedad se organiza y se prepara para enfrentarlos.

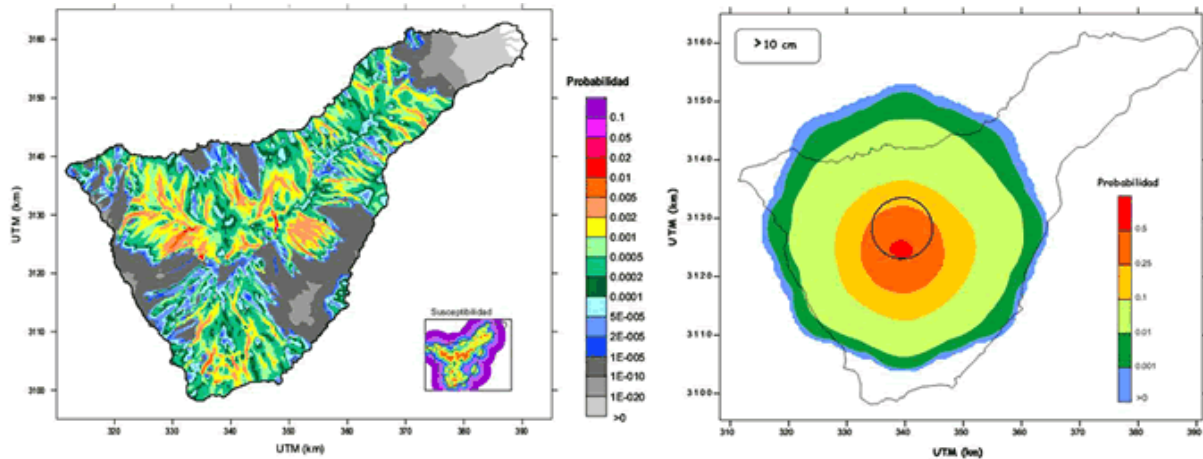


Fig. 2.20, Mapa de peligrosidad para Tenerife. Izquierda: probabilidad de riesgos producidos por coladas de lava. Derecha: probabilidad recubrimiento de más de 10 cm de ceniza tras erupción. Ministerio de Fomento, España.



Fig. 2.21, Erupción volcánica del volcán Tungurahua, 2013. Toulkeridis



Fig. 2.22, Deslizamiento en Colombia. De revistaespiritosanto.blogspot.com



Fig. 2.23, Vista aérea del derrame de diesel del buque Jessica en la Isla San Cristobal. De Parque Nacional Galápagos



Fig. 2.24, Vulnerabilidad ambiental: minería en Colombia. De yulithramirez123.blogspot.com

La vulnerabilidad es también un término definido en forma comparativa. Esta se aprecia por una parte, bajo una condición de exposición al peligro; y por otra, como la capacidad de resistencia o de adaptabilidad de un elemento con relación a las condiciones, que, representa ese peligro.

Fórmula:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Probabilidad}$$

Las amenazas son de tres tipos:

- Amenazas naturales, Según su origen se clasifican en amenazas geológicas (terremotos, tsunamis, volcanismo, deslizamientos etc.) e hidrometeorológicas (hurricanes, inundaciones, sequías etc.).
- Amenazas o peligros socio – naturales, Son igual amenazas aparentemente naturales como: inundaciones, déficit hídrico o deslizamientos, que en algunos casos son provocados por la deforestación; el manejo inapropiado de los suelos; la desecación de zonas inundables y pantanosas o la construcción de obras de infraestructura sin precauciones ambientales, explotación de minas pétreas, etc. Este tipo de amenazas podrían definirse como la reacción de la naturaleza a la acción humana inadecuada sobre los ecosistemas.
- Amenazas antrópicas, Son producto de la acción humana sobre el medio ambiente y sobre el entorno físico y social de una comunidad. Ponen en grave peligro a la integridad física y la calidad de vida de las personas, por ejemplo: contaminación; manejo inadecuado de materiales peligrosos; derrame de sustancias químicas; uso de materiales nocivos para el medio ambiente, terrorismo, conflictos armados etc.

Las vulnerabilidades se centran en diez diferentes tipos

- Vulnerabilidad ecológica o ambiental, Relacionado con el uso del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales.



Fig. 2.25, Vulnerabilidad económica: pobreza en Perú.
De www.diariolaprimeraperu.com



Fig. 2.26, Vulnerabilidad física: Puente Reque colapsado en Perú.
De www.caretas.com.pe



Fig. 2.27, Vulnerabilidad social: migrantes menores en México.
De www.eladuanal.com

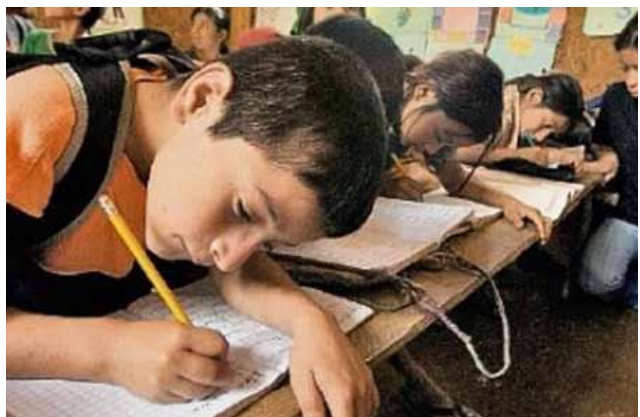


Fig. 2.31, Vulnerabilidad educativa: Conflictos armados y educación en Guatemala. De www.prensalibre.com

- 2.- Vulnerabilidad económica, La pobreza es quizás la principal causa de este tipo de vulnerabilidad, pero también la utilización inadecuada de los recursos económicos disponibles.
- 3.- Vulnerabilidad física, Es la más “visible”, relacionada con la ubicación de las poblaciones y sus infraestructuras, el nivel de exposición a los fenómenos potencialmente peligrosos y la calidad de las estructuras y su capacidad de resistencia frente al impacto del evento peligroso.
- 4.- Vulnerabilidad social, Se refiere a la capacidad que tiene o no una comunidad para organizarse y la forma en que se estructura para enfrentar el riesgo.
- 5.- Vulnerabilidad política, Se refiere al nivel de autonomía que posee una comunidad para tomar decisiones sobre los problemas que la afectan, así como la capacidad de negociación de la comunidad frente a los actores políticos o tomadores de decisiones externos.
- 6.- Vulnerabilidad ideológica, Tiene que ver con la forma en que los seres humanos conciben el mundo y el medio ambiente en el que habitan y con el cual interactúan; se trata diferente(s) forma(s) de creencia(s).
- 7.- Vulnerabilidad cultural, Se expresa en la forma en que los individuos se ven a si mismos dentro del contexto social.
- 8.- Vulnerabilidad educativa, Correspondencia existente entre contenidos, métodos de educación, herramientas conceptuales y prácticas que se requieren para participar activamente en la vida de la sociedad y contribuir a una relación armónica entre población y entorno natural.



Fig. 2.30, Vulnerabilidad cultural: Señal en España. De madremartem.wordpress.com



Fig. 2.32, Vulnerabilidad institucional: inadecuado manejo de crisis de tsunami en el Ecuador. De lahora.com.ec



Fig. 2.28, Vulnerabilidad política: percepción de un político clásico. De panoramaliberal.blogspot.com



Fig. 2.29, Vulnerabilidad ideológica: creer en caso de emergencias. De facebook/yocreoenjesucristo

9.- Vulnerabilidad institucional, Obstáculos potenciales derivados de la estructura del Estado y de las instituciones, que impiden una adecuada adaptación a la realidad (natural) y la participación de las instituciones en los procesos de desarrollo.

10.- Vulnerabilidad organizativa, Es la capacidad de la sociedad para organizarse, establecer lazos de solidaridad y cooperación.

La vulnerabilidad no es exclusivamente un problema de carencias, bajos ingresos o pobreza, sino de cómo se utilizan y apropian los recursos disponibles. Por lo tanto hay diferentes factores que influyen en la intensidad de las diferentes vulnerabilidades; entre otros, tenemos:

- a. Grado de exposición, Tiene que ver con las decisiones y prácticas que ubican a una unidad social y su estructura o actividad económica cerca de zonas de influencia de un “Fenómeno Natural Peligroso”.
- b. Fragilidad, Se refiere al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro – amenaza, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social por las “Condiciones socioeconómicas”.
- c. Resiliencia, Este término se refiere al nivel de asimilación o la capacidad de recuperación que pueda tener la unidad social frente al impacto de un peligro o amenaza. Se expresa en limitaciones de acceso o adaptabilidad de la unidad social y su incapacidad o deficiencia en absorber el impacto de un fenómeno peligroso. La capacitación a la población para elaborar sus propios mapas de peligro, contribuyen a reducir la vulnerabilidad y aumentar su capacidad de “resiliencia”.

La gestión del riesgo, permite establecer sistemas de prevención y control mediante la mitigación de los riesgos derivados de probables eventos naturales, generados por el hombre (antrópicos) y/o tecnológicos. Así se pueden aplicar acciones de seguridad y prevención como de mitigación protegiendo en cierta forma la comunidad y su ambiente. El riesgo es una variable permanente en todas las actividades de la sociedad, que influyen en sus oportunidades de desarrollo y afectan a sus resultados. Bajo la premisa de que no es posible reducir, evitar o eliminar totalmente los riesgos en una jurisdicción o territorio, se hace prioritario implantar programas o procesos de gestión de riesgo para que puedan ser manejados de una manera adecuada, coherente y consistente.

En la planificación y proceso de una propuesta de gestión de riesgo de un sistema nacional, por su compromiso con toda la comunidad, el ambiente, calidad de vida segura, y salud que se reflejan en “Políticas de Gestión de Riesgo Integral,” y, la seguridad del ambiente, constituyen partes integrantes para la comunidad nacional, en la búsqueda de la paz, el desarrollo y las continuidades de la convivencia social. Por lo tanto, el concepto de seguridad individual y colectiva de la sociedad, asociada a la idea de que las emergencias y los efectos de los eventos adversos se pueden prevenir y mitigar, son principios que deben ser asumidos por cada una de las sociedades, las comunidades y las instituciones como una guía de trabajo cotidiano y de responsabilidad compartida.

Por ello, la reducción de la vulnerabilidad ante desastres potenciales, no es un tema de interés exclusivo de especialistas y organismos de respuesta ante emergencias, sino que exige la necesaria incorporación y participación activa de la ciudadanía. La participación ciudadana en el tema de la reducción de la vulnerabilidad ante desastres, implica promover y facilitar el acceso al conocimiento del tema por parte de las comunidades (cultura de educación en prevención) que les permita la identificación de los riesgos de su entorno y su autoprotección para lograr la participación proactiva de la comunidad en todas las etapas del “ciclo de los desastres”.

Fórmula:

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

Para poder cumplir con la fórmula presentada se deben establecer varias alianzas estratégicas fundamentales como:

- Las comunidades organizadas.
- Los diferentes niveles gubernamentales y el sector privado, con fines de fortalecer la participación proactiva de las comunidades como actores fundamentales.
- Los organismos para el control de la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de los programas de desarrollo, para implementar planes en todas las instituciones y organismos del Estado.
- Las diversas instituciones de todos los sectores incluyendo específicamente el sector académico, para intercambiar ideas o proyectos de seguridad, prevención y mitigación de desastres y / o riesgos, experiencias e investigaciones, con el fin de fortalecer la cultura en prevención y gestión.

Se debe ejecutar en forma oportuna y eficaz las acciones de respuesta y recuperación (rehabilitación y reconstrucción). Hay que elaborar inventarios de recursos disponibles y requeridos de acuerdo con los niveles de alerta para la atención de cada evento específico. Por lo mencionado, la reducción de la vulnerabilidad ante desastres tiene que ser “integrada en estrategias de desarrollo sostenible” y métodos de contabilidad de recursos naturales nacionales disponibles.

2.9 Propuesta de un sistema nacional de gestión de riesgos

Dentro de un estado debe existir una organización o unidad que adopte la responsabilidad en que se emplean los medios y los recursos disponibles para prevenir y/o superar una situación que genere efectos desastrosos sobre la población y su entorno. Este entidad debe ser capaz de:

1. Estar informada sobre el status quo de la ciencia de amenazas de todo tipo,
2. Educar sobre la prevención de desastres potenciales antes que ocurran,
3. Mitigar las amenazas con diseños y las obras de protección correspondientes,
4. Vigilar las amenazas potenciales con la última tecnología,
5. Ser sabia en cuanto a disponer un nivel de alerta adecuado a la situación del estado real de una amenaza eminente,
6. Enfrentar los desastres cuando ocurren, recuperando vida y salud de los afectados en tiempo mínimo, recuperando la infraestructura estratégica,
7. Tener la flexibilidad, movilidad y los recursos adecuados para reducir vulnerabilidades potenciales después de la ocurrencia de un desastre,
8. Ser la única voz oficial para el público general y los medios de comunicación sobre el desarrollo de un desastre o amenaza potencial y los escenarios de riesgos correspondientes.



Fig. 2.36, El presidente constitucional de Ecuador el Econ. Rafael Correa decreta emergencia por posible tsunami en Ecuador tras terremoto en Japón. AFP



Fig. 2.34, El Comité de Operaciones Emergentes Provincial (COE), realizada en la Sala de Crisis del ECU 911, la alcaldesa Kharla Chávez solicitó se declare en emergencia el sector “Nueva Esperanza” de la parroquia urbana El Salto. De www.babahoyo.gob.ec

La misma organización o unidad que se establece impone objetivos generales y específicos para el cumplimiento de su misión.

2.9.1 Objetivos generales

1. Preservar la vida de las personas y sus bienes
2. Coordinar y controlar los medios disponibles ante las situaciones y variables de desastres que les podría afectar eventualmente
3. Elaborar planes de emergencia (y de contingencia) realistas, objetivos y coordinados
4. Desarrollar programas y proyectos técnico - científicos, tendentes a reducir o mitigar los efectos de los eventos adversos sobre las personas y sus bienes
5. Proporcionar una rápida y oportuna respuesta a las necesidades de la población damnificada.
6. Estructurar toda la información histórica, relativa a la identificación de catástrofes naturales o provocadas por el hombre (antrópicas) y determinar aquellas áreas de alto riesgo probable.
7. Elaborar y difundir medidas y formas de comportamiento preventivo que deben desarrollar las comunidades antes, durante y después de la eventual ocurrencia de un Evento Adverso.

2.9.2 Objetivos específicos

1. Formular la Estrategia Nacional de vigilancia de amenazas existentes y potenciales y la reducción de riesgos
2. Implementar y fortalecer un Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, que se aplique en toda la sociedad o niveles culturales del país
3. Entender la gestión de riesgos como un mecanismo de funcionamiento de la Estrategia Nacional, que permitirá la intervención en el ámbito de todo el territorio nacional, el fortalecimiento institucional y la creación de capacidades

Para que se pueda implementar esta propuesta de un Sistema Nacional para la Gestión de Riesgos, se requiere:

1. Diseñar y acordar un Marco Institucional de funcionamiento y de coordinación sustentado, soportado y afianzado en redes temáticas y técnicas, entre las instituciones y provincias, así como, políticas y mecanismos financieros. Considerar a los Ejes temáticos como “Programas de Ejecución”.
2. La proyección nacional hacia un desarrollo sostenible, determina un fuerte énfasis en la administración y manejo de riesgos, como una estrategia efectiva de prevención, con un claro enfoque participativo, integrado a todas las instancias, tanto gubernamentales como sectoriales, técnico – científicas, regionales, provinciales, locales y de la Comunidad Organizada, buscando potenciar las capacidades preventivas que orienten a constituirse en un “Instrumento indicativo para la Gestión Descentralizada”, de conformidad con las realidades específicas de riesgo y de recursos de las respectivas zonas geográficas del territorio nacional.

2.9.3 Gestión del riesgo y desarrollo de un sistema nacional de gestión de riesgos

Abordar la relación entre gestión de riesgos y desarrollo de instrumentos organizativos, implica un amplio y detallado análisis de las condiciones existentes de muy diversa índole, cuyos aspectos más relevantes se sintetizan en cuatro temas:

- El desarrollo del conocimiento sobre el riesgo y su socialización.
- La identificación de capacidades y limitaciones para la Gestión de Riesgos.
- El Marco Institucional existente y, el conjunto de propuestas presentadas sobre el Sistema Nacional.
- El apoyo y/o presencia de organizaciones internacionales al respecto.

El conocimiento del riesgo y los mecanismos para su desarrollo y socialización; se refieren a toda la política y estrategia de Gestión de Riesgos que debe contemplar necesariamente el desarrollo del conocimiento del riesgo al que se está expuesto. Sin embargo, existen muchas formas de concebir, desarrollar y socializar el conocimiento sobre el riesgo existente, y de esas diversas formas resultan productos y actividades de intervención.

En términos generales, el desarrollo del conocimiento sobre el riesgo, debe llevar a la comprensión de los factores que generan, mantienen o incrementan el riesgo existente, a la identificación de los daños y pérdidas potenciales que puedan producirse en caso de materialización del riesgo (desastre) y a la formulación de las medidas de intervención necesarias para modificar, en términos de reducción de riesgos, aquellos factores identificados.

En términos particulares, este conocimiento obedece a las necesidades de casos específicos. No existe el riesgo en general, sino riesgos particulares que se manifiestan, expresan y se reproducen en determinados ámbitos territoriales y sociales susceptibles de ser delimitados, analizados e intervenidos. En términos prácticos, el conocimiento del riesgo (análisis de riesgo) debe producir escenarios de riesgo y escenarios de intervención, sobre los cuales, con la mayor claridad posible, puedan tomarse las medidas adecuadas para su reducción.

Aunque el riesgo es una unidad de factores, para efectos de comprensión de su dinámica y para facilitar el análisis, estos factores han sido agrupados tradicionalmente en dos grandes grupos: Amenazas y Vulnerabilidades, asignando en general un referente natural a las amenazas y un referente social a las vulnerabilidades. En este contexto, la tendencia que en común ha primado, es a considerar el desarrollo del conocimiento sobre el riesgo como el desarrollo del conocimiento sobre uno de los grupos de factores que lo constituyen (la amenaza), pudiéndose destacar una gran ausencia en los desarrollos reales del conocimiento en lo que tiene que ver con los factores de vulnerabilidad.

Para lograr un adecuado y eficiente sistema de respuesta y alerta temprana es menester disponer de un modelo de respuesta; un plan articulado y protocolizado, consensuado y jerarquizado, y la necesaria experiencia en capacitación técnica y popular. Se requiere de un espacio equipado (sala del COE) que permita la reunión de actores fundamentales en la organización de la alerta y la respuesta. Las salas de situación, son un componente esencial de un Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.

Es necesario un trabajo a fondo con los actores locales, tanto con autoridades como con la población objetivo, en los aspectos básicos del riesgo y su gestión y, en la percepción e imaginarios que se manejan. La mayor vulnerabilidad que puede existir es el de la “Incredulidad”, la negación, la sustitución de la razón ambiental por la razón económica y política. Es difícil una visión equilibrada sobre el problema y el riesgo entre autoridades y población.

Los escenarios de riesgo permiten la formulación de planes de reducción de riesgos y planes de respuesta y contingencia, articularlos en un conjunto global, con otros instrumentos como los Sistemas de Alerta Temprana (SAT); e identificación de los actores principales y las relaciones horizontales y verticales con otros niveles necesarios para implementar dichos planes.

2.9.4 Construcción de los escenarios de riesgo

La construcción de los escenarios de riesgo comprende el proceso a través del cual se hacen proyecciones de probables impactos, daños, pérdidas humanas y materiales, asociadas con la materialización de amenazas de determinadas intensidades y magnitudes, ya anticipadas por el análisis de científico.

El análisis de riesgo debe captar diferencias significativas en los niveles de vulnerabilidad y servir para identificar los grupos sociales e individuos más vulnerables para quienes se requieren medidas extraordinarias de protección o asistencia en momentos de crisis (ancianos, niños, lisiados, ciegos etc.).

Los escenarios de riesgo son un insumo fundamental e imprescindible para el diseño de mecanismos de protección, incluyendo un Sistema de Alerta temprana (SAT) y, para la elaboración de los planes de emergencia o contingencia.

2.9.5. Los preparativos para las emergencias

Los preparativos de o para las emergencias comprenden un conjunto diverso de actividades y acciones que facilitan y garantizan la seguridad y bienestar de la población durante momentos de crisis. La instrumentación y coordinación de los preparativos, normalmente se dirigen desde Centros Operativos de Emergencia o Salas de Situaciones, que permiten la reunión de autoridades competentes, la toma de decisiones y la dirección de las acciones y actividades requeridas.

Entre los aspectos a cubrir, se incluye la evacuación y albergues temporales y de más largo plazo para la población. Es un objetivo prioritario que en los planes de emergencia provinciales, se incluya especificaciones de roles, niveles de mando, coordinación y decisiones; incluir además, protocolos por zona o sector, etc.

2.9.6 Comunicación social y toma de decisiones

Este punto fundamental significa el prediseño de las categorías de estado de alerta y los mensajes particulares as transmitirse a la población, garantizando su adecuación a sus condiciones económicas, sociales y físicas.

Aunque los eventos adversos (desastres) son inevitables, y la eliminación de todos los riesgos es imposible, muchas medidas técnicas, prácticas tradicionales y experiencias públicas pueden ayudar a reducir la escala o la gravedad de los desastres económicos y sociales. Los peligros y preparativos de emergencia son parte de la convivencia con la naturaleza, pero el comportamiento humano es susceptible de modificación. Debemos ante todo, pasar de una filosofía de reacción a una filosofía de prevención; la prevención es más humanitaria que la curación. Ante todo, no debemos olvidar que la prevención del evento adverso (desastre) es un imperativo moral.

Se requiere de la creación de una plataforma permanente de trabajo interinstitucional (Sistema Nacional) cuyo fundamento sea una Política Integral y eficiente para la reducción de desastres (prevención de riesgos) en la comunidad de nuestro país.

Entre los principios de comunicación para transmitir sobre la prevención de desastres se incluyen:

1. Credibilidad, El destinatario debe tener fe en la fuente y existir un ambiente de confianza entre emisor y receptor.
2. Contexto, Debe formar parte del medio ambiente normal en que se desenvuelve el público – debe confirmar, no contradecir el mensaje.
3. Claridad, Debe ser simple y expresarse en términos sencillos.
4. Continuidad y coherencia, Debe repetirse y ser coherentes.
5. Contenido, El mensaje debe ser sentido para quien lo recibe.
6. Utilizar los “cauces” establecidos de comunicación, que usa y respeta el público (Radio, TV. Prensa).
7. Capacidad, Tomar en cuenta factores como:
 - Disponibilidad
 - Costumbres
 - Grado de instrucción
 - Conocimiento del mundo en que se desenvuelve el público.

2.9.7. Esferas de gobierno en relación con desastres

Se establecen cuatro esferas:

1. Aviso: Difusión de alertas, basados en la vigilancia – detección y predicción (Meteorológica, Hidrológica, Geológica).
2. Difusión: Mediante los medios de comunicación de masas, estatales.

3. Reglamentación: Para hacer cumplir la Ley y el Orden (Policía, Fuerzas Armadas, Fuerzas de Seguridad).
4. Coordinación: La información pública sobre los desastres, emana normalmente de los organismos de Defensa Civil – Protección civil – Gestión de Riesgos.

Entre las maniobras estratégicas para la Gestión Integral del Riesgo se debe encontrar:

- Mantener y dar continuidad a los Programas, Planes y Proyectos de Desarrollo incluyendo la Variable Riesgo en todas sus ejecutorias y participando en todos los sectores, fomentando y promoviendo un desarrollo sostenible y sustentable.
- Aprovechar las experiencias de varias individualidades, instituciones y empresas del país para un comprometimiento nacional en un Plan de Desarrollo sostenible, basado en la premisa de un Plan de Prevención de Riesgos en el ámbito de todo el territorio nacional.
- Realizar un acercamiento y concertación con todas las instituciones y Organizaciones no Gubernamentales (ONG's) del País.
- Prever lineamientos institucionales y nacionales para la reducción y/o mitigación del riesgo.
- Evitar, en coordinación con la Secretaría Nacional de Planificación para el Desarrollo (SENPLADES), que en el territorio nacional se lleven a cabo Proyectos de Desarrollo en los GAD sin considerar la Variable Riesgos.
- Estudiar y analizar el Marco Jurídico par la sustentación de la Gestión de Riesgos en el País.
- Prever mecanismos institucionales ante el latente problema de la falta de un Ordenamiento Territorial Nacional y el desarrollo indiscriminado de las poblaciones.
- Prever mecanismos institucionales ante el constante problema que existe en el país frente a los múltiples eventos adversos que se presentan en el territorio nacional y una atención oportuna y adecuada a nivel local.
- Implementar la educación y cultura de riesgo dentro de todo el ámbito de la comunidad ecuatoriana.
- Establecer mecanismos inter institucionales para la atención oportuna e inmediata ante los desastres que se presenten en el país.
- Incursionar en el ámbito internacional mediante el intercambio de experiencias, coordinación y apoyo mutuo en caso de desastres.
- Mejorar permanentemente la estructura del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y aprovechar del desarrollo tecnológico en la “Prevención y Reducción del Riesgo”.

2.10 La unidad militar de emergencias (UME)

En situaciones de desastres o catástrofes extraordinarias (descomunales o insólitas) en que la seguridad, la integridad y la vida de las personas pueden peligrar masivamente, entra en juego un concepto que a pesar de ser muy utilizado y cuya vigencia data de hace muchas décadas en nuestro país, todavía no es muy conocido, porque no se le da la debida importancia o por ser relativamente nuevo. La Gestión de Riesgos, que engloba a las diferentes etapas mencionadas como la Prevención, la Preparación, la Reducción de Riesgos (Mitigación), Atención y Respuesta, Rehabilitación y Reconstrucción, en nuestro territorio, cuya doctrina no es muy difundida, o se carece de una verdadera doctrina de Gestión de Riesgos, es el concepto de Protección Civil o en el pasado comúnmente referido como Defensa Civil, que actualmente todavía prevalece en la comunidad.

Las emergencias pueden presentarse en diferentes niveles, según su magnitud y las jurisdicciones que abarque, como a nivel local (Litoral o Costa, Región interandina o Sierra y Región Amazónica u Oriente, como Galápagos) o en el ámbito nacional, que abarca todo el territorio de nuestro País. En el ámbito local, bien podría ser suficiente una actuación municipal, con el Centro de Operaciones de Emergencia Cantonal (COEC), liderado por el Alcalde y controlado fundamentalmente con los recursos propios de la organización o instancia local correspondiente. Se está hablando entonces de protección civil o defensa civil local, en la que el alcalde sería la máxima autoridad responsable. En



Fig. 2.37, La UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS es un organismo dedicado a cualquier catastrofe natural que pueda pasar en el país. De elmejorraperodelahistoria.blogspot.com



Fig. 2.38, Unidad Militar de Emergencias en Haití. De www.revistadelacarolina.com



Fig. 2.39, Miembros de la Unidad Militar de Emergencias en la búsqueda del cuerpo de una mujer desaparecida. De www.defensa.gob.es



Fig. 2.40, La Unidad Militar de Emergencias son un cuerpo especial del Ejército español. Hombres y mujeres preparados para trabajar en situaciones extremas sin margen de error. Como máquinas. No existe el miedo, ni el cansancio cuando se les pregunta en alto y se niegan a evidenciar gesto alguno que los convierta en humanos. Pero lo son. De www.elcorreogallego.es



Fig. 2.41, El Gobierno de España constituyó en 2007 la Unidad Militar de Emergencias con el fin de que esta pudiera intervenir en cualquier lugar del territorio nacional en los supuestos de grave riesgo, catástrofe, calamidad u otras necesidades públicas. De www.legaltoday.com

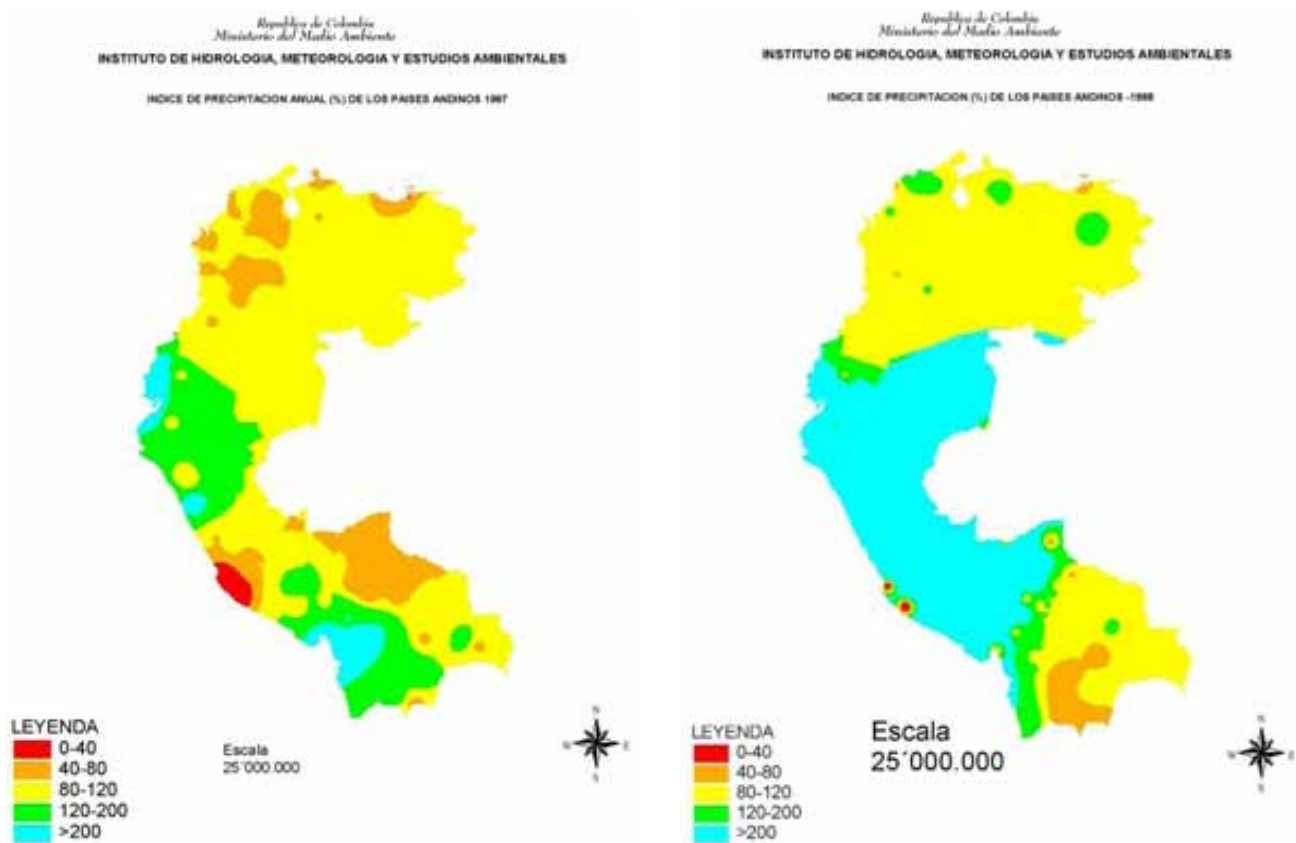
los eventos adversos (desastres) de mayor envergadura, ya se debe hablar de escalones superiores y en que la jurisdicción, la magnitud y las áreas amenazadas, abarcan un ámbito de mayor territorialidad como el de las provincias, regionales y hasta nacional, es decir que nos enfrentamos a emergencias en las que hay que tomar decisiones, y ejecutar actuaciones encaminadas a coordinar recursos para hacer frente al evento, buscando conseguir que todas funcionen sincronizada y eficazmente, con el fin de eliminar, reducir o mitigar los efectos adversos (desastre). El tipo de emergencia que se trate e involucre masivamente a la comunidad, está dentro de las tareas y actividades operativas de Protección Civil o

Defensa Civil, pero que jamás serán capaces de cumplir su rol sin el apoyo particular y el poder de las Fuerzas Armadas.

A la Protección Civil se incorporan todos los organismos de socorro e instituciones que prestan sus servicios básicos a la comunidad como la Cruz Roja, Cuerpo de Bomberos, Organismos de Defensa Civil, Policía Nacional entre otros. Por lo tanto, existe la necesidad de una labor de coordinación de todos estos distintos organismos, tanto en medios humanos como técnicos, para que funcionen y operen en forma óptima con una óptica de integración de Protección Civil, ante los eventos adversos que generen en desastres. Así, el concepto de Protección Civil o Defensa Civil, debe contemplar, una concepción operativa a diferentes niveles local, provincial, regional y nacional. En resumen, en cada nivel: la comunidad debería tener sus Planes de Emergencia; las autoridades deberían contemplar y aplicar la variable riesgo en sus Programas, Planes y Proyectos de Desarrollo y deberían tener preparada una respuesta coordinada, ajustada a sus propias realidades y a los escenarios más probables, es decir, deben Protección o Defensa Civil.

En cada organización jurisdiccional (COE Cantonal, Provincial, etc.) debería existir una respuesta coordinada con los recursos y medios humanos y técnicos disponibles en cada territorio. Especial atención al área local, tomando en consideración que, es el área municipal en donde debe aparecer la primera respuesta a las emergencias. El alcalde como presidente del Centro de Operaciones de Emergencia (COE), es quien debe impulsar y liderar todas las acciones encaminadas a conseguir estos fines como la elaboración, ejecución de los Planes de Emergencia, el conocimiento, la participación y la colaboración de la Comunidad. Por lo tanto, debería homogenizarse la planificación territorial y plantear el carácter obligatorio de contar con Planes de Emergencia de Protección Civil. El cumplimiento con las leyes de Ordenamiento Territorial y Ordenanzas Municipales, y, el objetivo de que en cualquier situación de emergencias, se cuente con el adecuado nivel de respuesta, tanto a nivel de núcleos urbanos como rurales.

A pesar de la creación de la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos (STGR; 2007) y mas tarde la creación de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR; 2009) y recientemente la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR; 2013) supuestamente asumiría las funciones de la Dirección



Nacional de Defensa Civil, en realidad se trata de un ente sumamente administrativo que está siempre pendiente del involucramiento de las Fuerzas Armadas en casos de emergencias, catástrofes o desastres. Por lo tanto se propone crear una unidad de militares igual como en España y en otros países desarrollados, que estará capacitada, eficaz, flexible, completamente disponible y equipada para atender cualquier desgracia generada por un evento adverso. Por tanto la creación de una “Unidad Militar de Emergencias (UME)” es un reto indispensable para nuestro país.

2.11 Concepto de gestión de riesgos y su lugar en la sociedad

2.11.1. Características

El concepto de la gestión de riesgos es un proceso social de formulación de políticas, toma de decisiones, intervención y aplicación, cuyo fin último es la reducción y el control permanente del riesgo en la sociedad, en concordancia con el logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenible. Considerada bajo esta óptica, la gestión de riesgos, hace parte y está articulada al desarrollo de una política social que busca mejorar las condiciones de vida de la población, salvaguardar la vida y su patrimonio, individual y colectivo.

El término Sistema Nacional para la Gestión de Riesgos, surge de alguna manera, caracterizado por estar centrado en la respuesta, especialmente en lo que hoy se identifica como “ayuda humanitaria” y estar encuadrado en una institucionalidad nacional centralizada y exclusiva. En la actualidad se considera que la Gestión de Riesgos no solo debe estar encuadrada en la respuesta sino también y básicamente en la Prevención y Reducción de Riesgos.

Por lo mencionado, las características de la gestión de riesgos son:

- 1.- Tiene un carácter permanente y puntual, Se configura como un proceso permanente de toma de decisiones e implementación de acciones cuyo objetivo es reducir y controlar el riesgo existente y prever la configuración de nuevos riesgos, a través de un conjunto de acciones, planes, programas y proyectos.
- 2.- Tiene un carácter participativo, Es un proceso de toma de decisiones que con base en el conocimiento sobre el riesgo, define prioridades, instrumentos y mecanismos de intervención. Involucra a un conjunto importante de actores sociales e institucionales, muchos de los cuales participan en la generación del riesgo y por lo tanto deben participar en su Gestión.
- 3.- Tiene un carácter descentralizado, El carácter territorial y localizado del riesgo, hace que el ámbito local sea el escenario por excelencia de su gestión y, por lo tanto que ésta pueda desarrollarse con niveles importantes de descentralización, a través de los cuales, incluyendo administraciones y ciudadanos, asuman su “rol” en el tema. Al mismo tiempo, implica esfuerzos importantes de coordinación, apoyo y asesoría por parte de los niveles centrales y sectoriales que permitan a mediano y largo plazo una gestión local eficaz e integrada en las diversas jurisdicciones del territorio nacional.
- 4.- Debe formar parte de los procesos de planificación del desarrollo, Así, sus principales elementos deben ser incorporados en dichos procesos, a nivel Nacional, Regional y Local.
- 5.- Tiene un carácter coordinador, La territorialidad del riesgo, también se manifiesta desde el punto de vista de que en diversas jurisdicciones o territorios comparten riesgos comunes (Por ejemplo, en las provincias de la Costa, con la presencia de El Fenómeno “El Niño). Y en que, en ocasiones, las jurisdicciones en donde se generan los riesgos, son diferentes a las jurisdicciones donde se manifiestan (Por ejemplo, caída de ceniza en la provincia de Pichincha por erupción del volcán Reventador, ubicado en el límite inter provincial de Napo y Sucumbíos; y, en la provincia de Bolívar, por caída de ceniza del volcán Tungurahua de la provincia del mismo nombre). Esto hace importante y prioritario, desde el punto de vista de la intervención, el reforzamiento de los principios de coordinación, complementariedad y subsidiariedad de la acción entre los diversos niveles jurisdiccionales o territoriales.

6.- Tiene un carácter intersectorial e interinstitucional, Considerado desde el punto de vista del Sector Público, la Gestión de Riesgos, más que un objeto o herramienta de trabajo de un sector específico (Educación, Salud u Obras Públicas), se constituye en un “Eje Transversal e Integrados de Trabajo”, que toca y afecta a todos los sectores. De allí se desprende la necesidad de una coordinación, intersectorial e interinstitucional, para la Gestión del Riesgo. Lo cual puede revestir diversas formas organizativas adecuadas a las institucionalidades existentes (Por ejemplo: Zonas Especiales de Defensa).

7.- Requiere de una organización específica para la coordinación de acciones, Diversos niveles jurisdiccionales o territoriales, con organizaciones, procesos legales y sociales propios, participan y tienen responsabilidades en dicha gestión. Desde este punto de vista, la organización para la Gestión de Riesgo, debe recoger dichas intervenciones y basar su organización en los diferentes roles y presencia que estos niveles tienen (Por ejemplo: el Distrito Metropolitano de Quito).

8.- Se apoya en procesos sociales y políticos en curso, Existen procesos políticos (descentralización y relativa autonomía municipal, promoción de la participación comunitaria en la planificación y toma de decisiones) que facilitan el desarrollo de la gestión. Al mismo tiempo, el desarrollo de la Gestión de Riesgos, debe facilitar y fortalecer los Procesos Políticos. Esto quiere decir, en resumen, que la participación comunitaria en la planificación y toma de decisiones, facilita el desarrollo de dicha gestión.

2.11.2. Organización para la gestión de riesgos

Las características de la Gestión de Riesgos implica la existencia de una articulación de acciones y de una coordinación clara de actividades que constituyen lo que podemos denominar: “La organización para la gestión de riesgos”. En la medida en que esta articulación no se limita simplemente a una “Institución” o a una jerarquía estatal o gubernamental encargada del tema, sino que incluye: “El conjunto de instrumentos y de recursos” que dispone una sociedad para hacer frente al reto de reducir los riesgos existentes, de manera permanente y sostenida, lo que se ha venido manifestando como “sistemas” para la gestión de riesgos.

La Gestión de Riesgos está constituida fundamentalmente por un proceso de intervención sobre los factores generadores del riesgo, tendiente a modificarlos de manera permanente o a evitar que estos surjan, con el fin de evitar los daños y pérdidas provenientes de los desequilibrios existentes entre medio ambiente y sociedad. Su base de materialización y desarrollo es el territorio expuesto al riesgo, donde puede manifestarse. En este sentido, cobra particular importancia la intervención local y regional y, por lo tanto, las políticas, tendencias y normas existentes en materia de descentralización y participación ciudadana.

El problema de un Sistema Nacional de Gestión de Riesgos no es en sí mismo, un problema de jerarquías institucionales, es un problema de políticas de intervención social para enfrentar una



Fig. 2.43, Gigantescos roedores han estado muriendo de sed, sus restos marchitos el más evidente testimonio de la dureza del verano. De leerapido. jesusfrancisco.com



Fig. 2.44, Puente San Vicente hacia Bahía, Manabí – símbolo de desarrollo. De solnacientenews.blogspot.com

situación específica relacionada con los riesgos existentes y de instrumentos necesarios para llevar a cabo dichas políticas. Bajo esta consideración, un sistema se deriva de las políticas, estrategias e instrumentos y no al contrario.

No debe confundirse el Sistema Nacional con el componente “nacional” del Sistema. En algunos análisis parecería que la base del sistema es la organización de las instituciones del orden nacional para el tema. Las referencias a los niveles locales y provinciales son limitadas a la instauración de comités a dichos niveles o consideraciones generales sobre incluir el tema en todos los niveles de la planificación, mientras que lo correspondiente a las entidades del nivel nacional se desarrolla de una manera mucho más amplia en funciones, roles y jerarquía. Todo esto, se relaciona con el reconocimiento o no de procesos de “Descentralización y Participación Ciudadana”, ya sea como tendencia de la vida social moderna, o encuadrados en normas legales vigentes.

No debe confundirse la Gestión de Riesgos como proceso organizado de toma de decisiones sociales a diferentes niveles, con los múltiples instrumentos necesarios, a dicha toma de decisiones. Así, un Sistema de Información Geográfica (SIG) en sí mismo, en el que se geo-referencian los principales riesgos (amenazas con sus alcances) del país, no constituye “La Gestión de Riesgos”, aunque puede ser un instrumento necesario para ello.

No debe confundirse, la inclusión del tema en los instrumentos de la Planificación del Desarrollo con la Gestión del Riesgo. Esta inclusión es solo un aspecto importante de la Gestión de Riesgos, pero no la cubre totalmente. Como es el caso del Manejo Ambiental y Protección del Medio Ambiente, no basta contar con un Código de Recursos Naturales o su equivalente; es necesario contar con las Políticas e instrumentos institucionales y sociales para aplicarlos en diversos niveles de la actividad social.

2.11.3. Componentes de la gestión de riesgo

Los ejes estratégicos de la gestión de riesgo para promover y difundir una cultura de prevención de riesgos constituyen:

1. Componente Social: Como factor desencadenante de las pérdidas y el nivel de exposición de los habitantes, repercute en la calidad de vida de la población.
2. Planificación y Ordenamiento Territorial: Papel que desempeña una planificación en el urbanismo hacia la reducción potencial de riesgos a través de una multitud de amenazas.
3. Capacidad de Respuesta: La competencia en dar respuestas de la sociedad y la voluntad política reinante sobre el tema de los desastres.

Los Organismos de Gestión de Riesgos del País deben tener como “horizonte” promover y difundir una “cultura de prevención” mediante el fortalecimiento de los actores nacionales, regionales y locales, para reducir y prevenir los riesgos en las tres regiones: Costa o Litoral; Sierra o Interandina y Amazónica u Oriente. Con nuevas capacidades e instrumentos para el análisis de amenazas naturales regionales y locales (Cantones). Los Alcaldes podrán planificar su desarrollo con un enfoque y visión de gestión de riesgo prospectiva.

El territorio nacional en todo su contexto, en toda su extensión, se encuentra regular y periódicamente afectado por “eventos naturales” que causan grandes pérdidas de vidas humanas, la destrucción de infraestructura, el deterioro de los medios de subsistencia y del medio ambiente. Este hecho pone en serio riesgo el desarrollo e incremento de la pobreza.

Entre 1992 y el fin de 2013, grandes zonas del país, han sido afectadas, sucesivamente por los fenómeno “El Niño”; “La Niña”; inundaciones por efecto de las temporadas lluviosas (inviernos); sequías, principalmente en la Provincia de Manabí; sismos, erupciones volcánicas, etc. Por lo que los organismos e Instituciones Nacionales deben priorizar, programas, planes y proyectos para la prevención de riesgos naturales que deriven en desastres, que incluyen entre sus líneas de acción estratégica, la promoción y difusión de una “cultura de prevención” y fortalecimiento de capacidades técnicas y científicas para el “análisis de riesgo”.

Los ejes estratégicos se contemplarán:

- 1.- Formación de capacidades locales para el análisis de amenazas y riesgos con la producción y adopción de instrumentos (Mapas, estudios de campo, croquis, planes).
- 2.- Sensibilización para la inserción del enfoque de gestión de riesgos en los procesos de planificación a nivel “municipal” y dotación de herramientas técnicas y legales (Ordenanzas Municipales; Ordenamiento Territorial; Planificación de Ciudades Seguras; Mapas de Riesgos; etc.) como base de los procesos de desarrollo municipal.
- 3.- Formación de especialistas nacionales y locales en análisis de amenazas naturales y gestión de riesgos.
- 4.- Estandarización e institucionalización de conceptos, criterios, leyendas y mitologías, para la elaboración de mapas de amenazas y riesgos.
- 5.- Promoción de alianzas estratégicas con actores locales en el rol Cantonal, Provincial y regional; coordinaciones y sinergias.

2.12 La gestión de riesgos y los aspectos a considerar en el desarrollo sostenible y los fenómenos naturales

En el contexto de una notable fragilidad ambiental y con una clara tendencia a la urbanización acelerada, el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (Protección Civil – Defensa Civil) se enfrenta al reto de administrar en forma sostenible y eficiente el uso y ocupación de su territorio, así como el registro de los desastres asociados a fenómenos naturales (hechos y antecedentes históricos).

La ocurrencia y severidad de los desastres asociados a fenómenos naturales pone de manifiesto la necesidad de avanzar en la construcción de instrumentos jurídicos, técnicos y financieros que permitan reducir su ocurrencia y limitar su impacto social, económico y ambiental. La implementación de proyectos en diferentes fases y modalidades de intervención, otorgando especial énfasis en la prevención y privilegio de proyectos que busquen reducir los niveles de riesgo existentes como una estrategia para limitar o minimizar el impacto de los desastres (eventos adversos) y promover el desarrollo sostenible; así como, contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de las personas y sus bienes expuestos al peligro y riesgos naturales; fomentar e impulsar un crecimiento y desarrollo sostenible y sustentable.

Mejorar los servicios del área de Gestión de Riesgos, mediante el fortalecimiento de políticas nacionales, de instituciones y la coordinación de actividades en este campo. Fortalecimiento en aspectos organizativos, políticas, planeación estratégica, marco legal y obtención de recursos financieros. Sistematización de la información a ser aplicada en la planificación del desarrollo, en la prevención, atención de desastres y en la toma de decisiones.

La elaboración de instrumentos metodológicos y normas para la consideración del riesgo como determinante en la toma de decisiones, en el ordenamiento del territorio, en la planificación del desarrollo, en la promoción de reglamentación de usos de suelo, en la formulación por parte de las entidades sectoriales, de programas y proyectos para que la estimación y mitigación de riesgos, sea considerada en todos los “Planes de Inversión”.

La socialización y educación para garantizar que los distintos actores y sectores sociales tengan acceso oportuno a la información necesaria para participar en las distintas decisiones y actividades en que se materializa la gestión del riesgo.

La formulación de una Estrategia Integral de Educación, Capacitación y Sensibilización; implementación de actividades prioritarias de divulgación; la elaboración de material didáctico y capacitación a nivel de las provincias, regiones (Costa o Litoral, Sierra o Interandina y Amazónica u Oriente), y nacionales.

Todo proyecto de desarrollo, debe contener una firme “gestión de riesgos ambiental” (La variable riesgo en planes y proyectos de desarrollo). En las zonas de alto riesgo, el Desarrollo Sostenible, “es posible”, únicamente si las decisiones de planificación del desarrollo en los sectores públicos y privados

toman muy en consideración el potencial destructivo de los peligros naturales. Para ello es prioritario incluir en los diferentes niveles de los planes de desarrollo los siguientes parámetros:

- 1.- Evaluación de la presencia y de los efectos que los fenómenos naturales producen sobre los bienes y servicios en el área de planificación.
- 2.- Valoración del potencial destructivo de esos fenómenos naturales sobre las actividades de desarrollo.
- 3.- Adopción de medidas y acciones para reducir la vulnerabilidad y/ o mitigar el riesgo en las actividades de desarrollo propuesto.
- 4.- Técnicas de valoración de la vulnerabilidad de los respectivos sectores y el empleo de la información de los peligros naturales en el análisis de “Costo Beneficio” de los Proyectos de Inversión y Desarrollo.

Además se debe considerar y calificar a La Gestión del Riesgo como política del Estado (objetivo nacional permanente) en forma de que exista el comprometimiento de las Instituciones y Organismos del País en una planificación y aplicación de la prevención del riesgo en todos los ámbitos del Desarrollo Nacional, mediante la concertación de acciones a nivel nacional, tanto en los campos del desarrollo como de la gestión del riesgo.

La variable riesgo consta en todos los planes, programas y proyectos de desarrollo.

Es imperiosa la elaboración y puesta en práctica de Programas de Ordenamiento Territorial a nivel nacional. Estudio de micro zonificación; elaboración de Mapas de Riesgo; Guías específicas del crecimiento urbano, en función de los aportes de “La Ciencia de la Tierra”.

La magnitud de los efectos de muchos tipos de peligros(o amenazas) puede ser minimizada o reducida si se toman acciones preventivas adecuadas y oportunas que permitan reducir la vulnerabilidad.

Encarar los fenómenos adversos en el país, es una verdadera constante dadas sus características orográficas, tectónicas y océano atmosféricas. Se debe tomar en consideración una concienciación y germinación de una sólida cultura de prevención que debe ser vigorizada, tanto en el sector público y privado como en la ciudadanía.

Los Gobiernos Sectoriales y Seccionales no introducen, en la mayoría de los casos, en sus presupuestos: programas, actividades y proyectos de prevención, educación y capacitación para la gestión del riesgo.

No se promueve ni se diseñan mecanismos para impulsar la Transferencia del Riesgo.

2.12.1. “El desastre es la concreción del riesgo”

Es imprescindible realizar obras con enfoque de riesgo y preparación; lograr el manejo sustentable de los recursos naturales de las cuencas abastecedoras de agua y la protección de la cubierta vegetal de las micro cuencas para así prevenir las inundaciones y mitigar o reducir las sequías.

Los Proyectos de Desarrollo deben ser:

- | | |
|--------------|---|
| 1. Factibles | 3. Relevantes (prevalcientes) con la Gestión del Riesgo |
| 2. Viables | 4. Sostenibles |

2.12.2. Enfrentar los eventos adversos

Frente a los eventos adversos se debe:

- Coordinar las acciones gubernamentales tendientes a enfrentar la emergencia.
- Definir las responsabilidades de cada institución.
- Elaborar una estimación del costo de los daños ocasionados por el evento adverso (prospectivo – análisis de áreas sensibles, o de riesgo potencial).
- Disponer de lineamientos oportunos que permitan orientar la acción de las autoridades nacionales y la eventual ayuda de la Comunidad Internacional.
- Ejecutar acciones de prevención y mitigación.

Y considerar que:

- La educación comunitaria y las oportunas acciones de emergencia permiten que las víctimas ocasionadas por el evento natural sean substancialmente menores que las habituales en fenómenos de esta magnitud e intensidad.
- La población que habita en zonas de bajo relieve y zonas marginales o periféricas urbanas, son las más afectadas por persistentes eventos adversos.
- La ejecución de proyectos para las etapas de prevención y mitigación, asignados a obras de infraestructura humanitaria, son vitales.
- Es menester realizar la evaluación de planes de emergencia locales (Provinciales - Cantonales - Parroquiales).

2.13 Los desastres

2.13.1 Introducción

Los desastres son causa frecuente de problemas socio – económicos de gran magnitud que afectan a extensos sectores de la población, que dañan y menoscaban el desarrollo socio-económico de las regiones y comunidades, al emplear y agotar sus escasos recursos económicos en reparar los daños que se provocan, y que en muchos casos, ni con el apoyo internacional, es suficiente para alcanzar una completa rehabilitación y reconstrucción. Muchos países se ven sujetos a continuos embates de los desastres, tanto naturales, antrópicos como tecnológicos, que provocan un gran número de pérdidas de vidas humanas, así como daños en la infraestructura de servicios, en la agricultura, ganadería y alteraciones ecológicas que ocasionan incalculables pérdidas económicas.

A pesar de los avances científicos, aún no existe la tecnología adecuada que permita predecir con precisión o exactitud su ocurrencia o una detección temprana que nos facilite la adopción a nticipada de medidas de protección.

En la gran mayoría de los casos, los desastres se presentan en forma súbita e inesperada, alterando los sistemas normales de desarrollo socio – económico. De allí, la importancia de la planificación preventiva en cuanto a los desastres y la tecnología adecuada que permita predecir con precisión su ocurrencia.

Formulación de estrategias, El Ecuador como espacio territorial, con condiciones físico – geográficas, geodinámicas y sociales heterogéneas, presenta características de alto riesgo, en la mayoría de los casos con consecuencias de desastres.

Considerando que los organismos del Estado existentes interactúan con los recursos disponibles frente a las vulnerabilidades para la prevención y atención de desastres y lo mejor de la capacidad nacional en la protección a la población, sus bienes y su patrimonio, la infraestructura, el medio ambiente y el desarrollo sostenible; existe la necesidad urgente de formular estrategias, un Plan Nacional de Prevención de Riesgos y, desarrollar la gestión del riesgo como Política del Estado, para contribuir a la reducción del peligro y el impacto de los desastres de origen natural y/o inducidos por el hombre (antrópicos), que puedan producirse en el territorio nacional. Todo ello como parte integral de un proceso de desarrollo sostenible, a través de la coordinación, promoción, diseño, ejecución y evaluación de políticas, estrategias, planes y actividades en la prevención, preparación, reducción, mitigación, atención de desastres, así como en la rehabilitación y reconstrucción; incorporando el concepto de Prevención de Desastres en la Planificación para el Desarrollo Sostenible (incorporación de la variable riesgo en el proceso y planes de desarrollo sostenible aceptables). Establecer y promover la coordinación y cooperación entre los diferentes organismos del Estado, públicos y privados, con el propósito de coadyuvar en la solución de problemas en el ámbito de su competencia. Promover e incentivar la investigación, intercambio de conocimientos y apoyo inter institucional, vinculando a los organismos técnico – científicos y tecnologías, públicas y privadas en proyectos conjuntos e integrados en el tema

de la prevención y atención de desastres. Fomentar y difundir la formación de una Cultura de Riesgos (Prevención) en todo el territorio nacional.

Promover la ampliación y modernización de los sistemas de monitoreo y evaluación de las acciones en materia de prevención y atención de desastres, así como de los resultados e impactos y la participación activa de la población, difundiendo Programas de Información y Capacitación, inquiriendo además, a los medios de comunicación masiva, la concienciación y difusión del concepto de “resiliencia” en cultura de riesgos.

Visión estratégica, Los eventos adversos implican un deterioro en la calidad de vida de las comunidades afectadas, lo que precisa que los Gobiernos Nacionales y locales, impulsen procesos de planificación estratégica, con una metodología prospectiva aplicada a la participación y consenso de todos los representantes de los Sectores y actores sociales, en un esfuerzo compartido con los gobiernos locales, con una visión de futuro a corto mediano y largo plazo, que trascienda la administración de los gobiernos de turno, con el imprescindible compromiso para trabajar mancomunadamente en la búsqueda de un desarrollo sustentable y sostenible que asegure y proteja la calidad de vida de los ecuatorianos.

Una Visión Estratégica que represente la toma de decisiones definidas frente al entorno existente con un Plan Estratégico Participativo, competitivo de desarrollo, solidaridad e instrumentos de planificación concertada y participativa en todas sus fases. Así, es fundamental insertar en la currícula de materias de escuelas y colegios, la Doctrina de Gestión de Riesgos (Defensa Civil – Protección Civil), resaltando el sentido de solidaridad y servicio a la comunidad. Igualmente hay de capacitar a las personas en los temas de prevención frente a los eventos adversos.

Se intuye como amenaza a la falta de difusión de las Políticas frente a la Gestión de Riesgos.

Se vislumbra como “debilidades”.- a la poca coordinación entre instituciones y poca cooperación (muchas veces, lamentablemente, por celo institucional).

Falta de sensibilidad y solidaridad a las comunidades afectadas frente a los eventos adversos.

2.13.2. Capacidad humana y técnica de punta en gestión de riesgos

La adecuada capacidad humana y la oportuna explotación de recursos y técnicas de punta en gestión de riesgos, demanda encausar, consolidar e integrar políticas institucionales de gestión de riesgos bajo un esquema de Organización Integral, planeadas, articuladas y ejecutadas en concertación

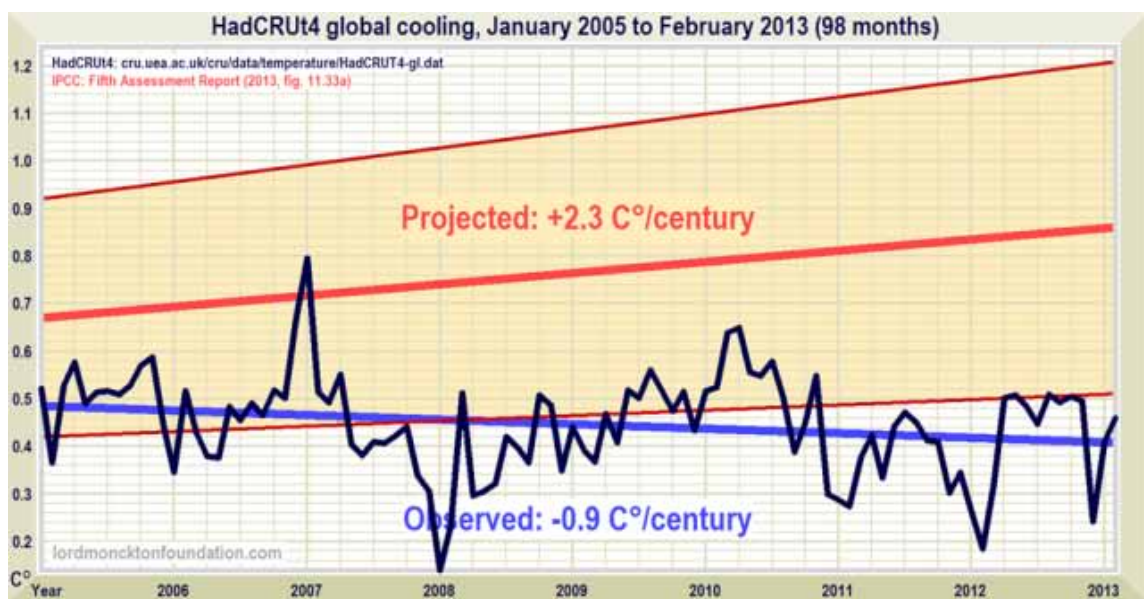


Fig. 2.48, Sin embargo, las temperaturas en promedio mundial se han bajado mas allá de lo proyectado para la última década. De wattsupwiththat.com

con una Política de Desarrollo sostenible y sustentable mediante exigencias e impulso de una adecuada planificación estratégica, para poder encarar con solvencia el riesgo de desastres en los diferentes escenarios del Territorio Nacional y la concienciación de la responsabilidad social de las comunidades asentadas en áreas sensibles y zonas de alto riesgo de nuestro país. La ejecución de adecuadas prácticas ambientales para reducir los riesgos potenciales y reales frente a los cambios climáticos provocados por el calentamiento de la tierra y el diseño de obras de infraestructura que reduzcan la amenaza y la vulnerabilidad ante los eventos naturales.

El manejo y administración de los desastres, desde el punto de vista de una gestión de riesgos idónea y eficaz adquiriendo conocimiento y experiencia mediante la validación del manejo del riesgo, en atención al permanente mantenimiento de una planificación y desarrollo de prevención de riesgos, así como la difusión de una cultura de riesgo a nivel nacional, a través de campañas de concienciación y prevención.

La Prevención debe ser la primera prioridad; el cumplimiento de Ordenanzas Municipales, código de la Construcción y Leyes de Ordenamiento Territorial, hacen que se consolide una Cultura de Riesgos; prevención y seguridad que va desde lo simple a lo complejo, en materia de riesgos, para responder rápida y eficazmente ante las emergencias inevitables en la realidad geográfica y con capacidad para apoyar una acción de respuesta a lo largo y ancho del territorio nacional, adecuadamente monitoreado y equipado.

2.14 Principios básicos de la gestión de riesgos

Los principios básicos de la gestión de riesgos consideran que:

1. No puede divorciarse como práctica de los Planes de Desarrollo.
2. Debe contener suficientes elementos conceptuales y prácticos que conlleven a un proceso de consenso de “Prácticas de Desarrollo”.
3. La relación que existe entre los procesos que generan riesgos y los procesos de desarrollo deben ser intrínsecamente consensuados y especificados.
4. Tiene que ser un proceso participativo, en el que tomen parte todos los actores que están involucrados.
5. Debe ser sostenible, debe ser entendida como una práctica institucional permanente, explícitamente reconocida.
6. Debe ser integral, no se focaliza en el tema de los desastres, en la ocurrencia o no de desastres. La diferencia que existe entre el riesgo, que es la manifestación de desastres y el desastre es, que se está actuando sobre las consecuencias.

Así surgen dos preguntas fundamentales:

1. ¿Qué es la manifestación de desastres?
2. ¿Estoy actuando sobre las consecuencias?

La Gestión de Riesgos es una referencia implícita de los procesos que generan riesgos. Existe falta de acceso de las comunidades en los ambientes urbanos. La Gestión de Riesgos debe ser “integral”. Un proceso de construcción social. La construcción de la amenaza que se da a un fenómeno físico, es cuando el fenómeno genera riesgo. La Gestión de Riesgo debe ser una práctica impulsada y monitoreada particularmente desde lo local, pero que no puede existir sin el establecimiento de relaciones de niveles de concertación y coordinación. Así, debe concretarse una negociación y acoplamiento con actores, de territorios de mayor jerarquía, sean estos, locales, provinciales, regionales, nacionales y hasta internacionales.

Por lo tanto se observa que:

El Sistema de Gestión de Riesgos es equivalente a Organismo, Organización o Institución.

Cuando se habla de organización, coordinación y subsidiariedad, se está entendiendo el tema desde un punto de vista de Gestión de Riesgos.

En términos de visión sobre la relación entre los diferentes niveles territoriales, se tiende a presentar el Nivel Nacional, como el único que formula la política y toma de decisiones principales y, los otros niveles territoriales solo obedecerán y ejecutarán.

Cuando se habla de actores, muchos grupos dicen que “todo el mundo” debe participar. En la enumeración de “quienes”.....se reduce, sin embargo a los actores estatales, gubernamentales, especialmente, dependientes del ejecutivo.

Esto genera algunos argumentos para la reflexión:

- La necesaria participación de un conjunto de actores, que va más allá de una Institución, de un grupo limitado de Instituciones o del Estado en su conjunto.
- Los procesos de descentralización en cada país, por más “recortados” que puedan estar, donde, desde un punto de vista Político General deben dar la oportunidad de trabajar de abajo hacia arriba, de lo local a lo nacional y viceversa.
- Es necesario distinguir entre “institución”, entendida como una entidad con organización, recursos y funciones determinadas, que se encargan de un tema o de un sector específico de la actividad del Estado y organización o Sistema.
- Definir asuntos de acción para la validación política de la Agenda Estratégica.
- Definir los Planes de acción por Ejes de la Agenda (Tareas concretas).
- Definir la ruta para el fortalecimiento de los grupos de trabajo en torno al tema y sobre la base de la institucionalidad existente.
- La capacitación e integración de los órganos responsables las actividades de prevención, preparación, atención respuesta, reconstrucción y recuperación de los escenarios vulnerables y/o afectados por los Eventos Adversos (Desastres). Es el desafío que se presenta a las diferentes instituciones, relacionadas con las actividades de protección comunitaria.
- La integración de los esfuerzos d los Órganos de Gestión de Riesgos (Protección Civil – Defensa Civil) y las comunidades eventualmente afectadas por escenarios de riesgo es la meta a ser alcanzada por una adecuada percepción del riesgo.

2.15 Estudio probabilístico o análisis de riesgo

La Gestión del Riesgo, en la administración de los peligros que amenazan a la humanidad como consecuencia o efecto de los eventos adversos que terminan en desastres deben pasar, en la actualidad por el desarrollo de importantes conceptos:

1. El Análisis de Riesgos como una estimación objetiva del riesgo, ya sea de naturaleza cualitativa como cuantitativa (estimación de la naturaleza y probabilidades de ocurrencia de los peligros y sus consecuencias).
2. La Gestión del Riesgo propiamente dicha como la manera concreta en que la comunidad y los gobiernos locales se desenvuelven para la administración del riesgo (Parámetros íntimamente ligados



Fig. 2.49, La relación beneficio / costo y las categorías del riesgo. De Rafael Guardado.

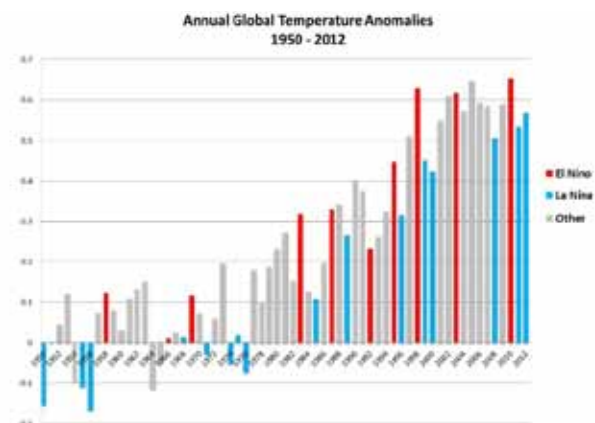


Fig. 2.50, Correlación entre los fenómenos de “El Niño”, “La Niña” y aumen

o relacionados con el manejo del riesgo; $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$) entendiéndose por manejo del riesgo, el “Nivel Aceptable de Riesgo”.

Actualmente, los requisitos de manejo del riesgo no se ciñen solo al cumplimiento de normas y regulaciones específicas o de reglas estandarizadas (homogenizadas), para entender el desastre, basada en la experiencia a través de los años, sino que se adoptan nuevas metodologías y técnicas de análisis, basados en la evaluación predictiva, es decir, en el “Análisis Sistémico” de los escenarios para identificar las amenazas y vulnerabilidades y por ende los peligros capaces de provocar eventos adversos que deriven en desastres, con sus respectivas consecuencias y la altas probabilidades de ocurrencia o no.

Es evidente que mientras más pronto se aplican las acciones de prevención, más reducido será el costo y pérdida de vidas humanas y de infraestructura.

2.15.1 Análisis probabilístico

El “Análisis Probabilístico” del riesgo, las medidas y acciones a tomar en los Planes de Emergencia y los criterios de evaluación de los escenarios, son los que en función de factores sociales, económicos y técnicos han de regir en cuanto a la toma de decisiones que permitan la implantación de leyes, normas y reglas de “Control del Riesgo”.

Los riesgos ante desastres naturales, antrópicos y/o tecnológicos se ha incrementado por el desarrollo tecnológico, así como por la concentración demográfica del campo hacia los principales centros urbanos (éxodo del campo hacia las ciudades) y polos de desarrollo; de allí que los indicadores de los daños con los que se puede presentar o evaluar los resultados de un “Análisis de Riesgo”, son preponderantemente en términos del número de muertes, de familias afectadas, familias damnificadas (que lo han perdido todo), indicadores económicos, daños a la salud, al ecosistema y a la producción, cuyos resultados nos permiten mostrar el “Perfil del Riesgo.”

Algunos aspectos técnicos que se deben destacar del Análisis Probabilístico de Riesgo son:

- Verificación de la conformidad de la infraestructura con el conjunto de normas que estipulan las Ordenanzas Municipales, los Códigos de la Construcción, así como las Leyes de Ordenamiento Territorial y del Suelo.
- Estimación de las áreas sensibles, de bajo, medio y alto riesgo en el uso del suelo.
- Elaboración de planes de emergencia y si están en conocimiento de la comunidad. Su aplicabilidad, mediante la ejecución de ejercicios de simulación por parte de las autoridades y simulacros de evacuación por parte de la población potencialmente afectada.
- La formulación de restricciones del uso del suelo a través de Ordenamiento Territorial, Ordenanzas Municipales y del Código de la Construcción.



Fig. 2.151, Señal de ruta de evacuación por sismos y terremotos en el norte de Quito. Theofilos Toulkeridis.



Fig. 2.152, Señal de ruta de evacuación por lahares volcánicos en Salcedo. Theofilos Toulkeridis.



Fig. 2.153, Señal de “ruta de evacuación” en el centro de Quito. Ubicación en un edificio conocido por el autor. Theofilos Toulkeridis



Fig. 2.54, Gráfico sobre la fase inicial de la “Ventana de tiempo de decisiones” para autoridades en caso de la reactivación de un volcán. Elaboración final Theofilos Toulkeridis



Fig. 2.55, Gráfico sobre la fase continua hasta final de la “Ventana de tiempo de decisiones” para autoridades en caso de la actividad volcánica. Elaboración final Theofilos Toulkeridis

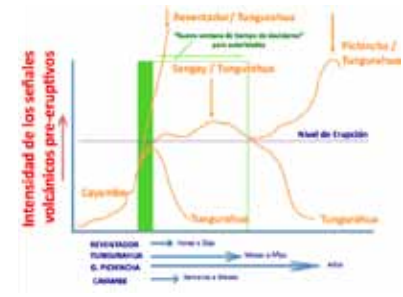


Fig. 2.56, Gráfico sobre la fase continua hasta final de la “Ventana de tiempo de decisiones” para autoridades en caso de la actividad volcánica con ejemplos de volcanes Ecuatorianos. Theofilos Toulkeridis

- Selección, a través de la “Planificación de Rutas de Evacuación”, albergues de emergencia en zonas seguras, instalación de hospitales seguros y rutas de abastecimiento logístico.
- Identificación y materialización de las zonas y áreas sensibles, de alto, mediano y bajo riesgo, mediante mapas de peligro.
- Determinación de normas y principios básicos para la recuperación futura luego de sufrir un desastre, de acuerdo con los escenarios establecidos.
- Determinación de sistemas de alarma y de control del riesgo.
- Ejecución de ejercicios con autoridades y la comunidad para conocimiento y ejecución de los Planes.

Los Análisis Probabilísticos de riesgos, básicamente deben contemplar dos componentes fundamentales:

- Planes de Emergencia, porque definen los escenarios de riesgo más probables y/o de mayores consecuencias.
- Reducción del Riesgo, porque define los escenarios y las opciones técnicas hacia donde se deben orientar y dirigir los esfuerzos de prevención, reducción (MITIGACION) del riesgo, atención respuesta y recuperación futura.

2.15.2. Análisis predictivo

Como producto del estudio e investigación técnico – científica, es posible llegar a la predicción de los Fenómenos Naturales. Predecir significa poder anticipar, sobre la base de las investigaciones logradas, acerca del comportamiento de los fenómenos naturales, la ocurrencia y modo (Magnitud o intensidad) de manifestarse si se dan determinadas condiciones que se conocen previamente.

Los comportamientos futuros del fenómeno, objeto de conocimiento, pueden anticiparse por la predicción (Fenómenos “EL NIÑO”, “LA NIÑA”, etc.). Así, el investigador puede definir acciones prácticas que orienten a establecer o determinar la probabilidad de que tales eventos sucedan o no. De esta forma, tener la capacidad de tomar acciones preventivas, reducir o mitigar el riesgo o de solucionar los problemas que se producirían o generarían en su objeto de conocimiento. Esta predicción permitiría expresar una solución al problema a partir de acciones o soluciones que permitan controlar y/o reducir los efectos del fenómeno adverso.

2.16 La estimación del riesgo

La estimación del o de los riesgos es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en determinado centro poblado o área geográfica, para recoger e incorporar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos así como el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, con la finalidad de determinar y/o calcular el riesgo esperado. Como producto de este

proceso, recomendar las medidas de prevención (de carácter estructural y no estructural) adecuadas, a fin de reducir o mitigar los efectos de los desastres que puedan ocasionar un peligro o peligros previamente identificados.

Bajo esta consideración, solo se puede hablar de Estimación del Riesgo cuando se ha calculado el Riesgo (R) en función del Peligro (P) o peligros identificados y del análisis de la vulnerabilidad (V) ejecutados en una determinada área geográfica. Se estima el riesgo antes de la ocurrencia de un desastre, no solo para estimar medidas de prevención, sino para contribuir en la formulación de Planes de Desarrollo Estratégico y proporcionar el factor seguridad en la ejecución de Proyectos de Inversión.

Para la estimación del riesgo, si en alguna comunidad, se conoce que se han producido eventos destructivos anteriores, se los estima y toma en consideración para el desarrollo de planes, logrando rescatar información valiosa como:

¿Qué fue lo que aconteció?

¿Qué causó víctimas y daños?

¿Cuáles fueron los principales problemas para las acciones de atención, respuesta y socorro?

¿Cuáles fueron las principales dificultades de la comunidad en las horas posteriores al impacto (Post Evento)?

¿Se habría podido prever el evento adverso (destructivo) y/o reducir, mitigar, impedir que se transforme en desastre?

¿Qué formas de mitigación deberían haberse ejecutado?

¿Qué errores deben evitarse o no deben cometerse otra vez?

¿Qué aciertos tuvo la comunidad en el manejo del evento o emergencia?

La “Estimación del Riesgo” adquiere una especial importancia en el territorio nacional por las siguientes razones:

Permite adoptar medidas de prevención y de mitigación/reducción de desastres, parámetros fundamentales en la gestión de los desastres, a partir de la identificación de peligros naturales o tecnológicos y del análisis de la vulnerabilidad.

Contribuye en la cuantificación del nivel de los daños y de los costos sociales y económicos de un centro poblado frente a un peligro potencial.

Proporciona un soporte y apoyo específicos para la planificación de las medidas de prevención, reduciendo la vulnerabilidad sobre una base racional y permanente.

Constituye un elemento de juicio fundamental para el diseño y adopción de medidas de prevención específica, como la preparación y educación de la población para obtener una respuesta adecuada durante una emergencia y crear una cultura de prevención de riesgos.

Permite racionalizar los potenciales humanos y los recursos financieros en la prevención y la atención de los desastres.



Fig. 2.54, Gráfico sobre la fase inicial de la “Ventana de tiempo de decisiones” para autoridades en caso de la reactivación de un volcán. Elaboración



Fig. 2.54, Gráfico sobre la fase inicial de la “Ventana de tiempo de decisiones” para autoridades en caso de la reactivación de un volcán. Elaboración final Theofilos Toulkeridis

Constituye una garantía a la inversión en los casos de proyectos específicos de desarrollo.

Luego de ocurrido un desastre, toma en cuenta las experiencias y lecciones que siempre dejan estos eventos adversos en la comunidad, sobre todo en los centros poblados, permitiendo observar y analizar los diferentes tipos de vulnerabilidad y su estrecha relación con el riesgo.

2.17 Estimación de los efectos socio-económicos de los desastres

Los desastres naturales son fenómenos que repercuten ampliamente en la realidad social, económica y política de los países. Estos sucesos significan la pérdida de muchas vidas; afectan de manera directa e indirecta a segmentos importantes de la población y causan perjuicios económicos de magnitud a lo largo del tiempo. Los países desarrollados han ido protegiéndose en diversas formas de las consecuencias o efectos de los desastres, anticipándose a sus peligros con medidas de prevención y planificación.

Por importante que sea la cooperación externa, este apoyo solo representa una parte de los costos totales que implica el necesario proceso de recuperación posterior al desastre. Dentro de esta perspectiva, una de las tareas más apremiantes que deben emprender los países, es la de realizar una evaluación preliminar oportuna y confiable de los daños. Surge, pues, la necesidad perentoria de realizar una identificación y cuantificación, lo más aproximada posible a la realidad de tales efectos, que permita establecer una base mínima para el sustento de los programas de rehabilitación y de reconstrucción, así como para la identificación de la cooperación internacional en la fase siguiente de evaluación de los efectos directos e indirectos del desastre y de sus secuelas sobre las principales variables macro económicas. Esta evaluación, varía, naturalmente, en función del tipo de fenómeno de que se trate y de su alcance geográfico. Una estimación del efecto del fenómeno en el comportamiento de los principales indicadores económicos, durante un lapso de hasta cinco años posteriores a la ocurrencia del evento, es lo más recomendable, en virtud de que las secuelas, según el tipo de desastre, perduran por varios años.

2.17.1. Daños directos

Los daños directos son todos aquellos sufridos por los activos inmovilizados y en las existencias tanto de bienes finales como bienes en proceso, materias primas, materiales y repuestos). Se trata en esencia, de perjuicios en los acervos que acaecieron prácticamente durante el lapso mismo en que ocurrió el siniestro. Entre los principales rubros que figuran en esta categoría, concurren la destrucción total o parcial de infraestructura física, edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, medios de transporte y almacenaje, mobiliario, perjuicios en las tierras de cultivo, en obras de riego, embalses, etc. En el caso particular de la agricultura, la destrucción en la producción lista para ser cosechada, debe valorarse e incluirse también como daño directo.

Convencionalmente se ha adoptado también por incluir como un “Daño Directo” al costo estimativo que se pagará por la demolición y limpieza de áreas destruidas, ya que forman parte del presupuesto necesario para reparar o reconstruir lo dañado o destruido.

2.17.2. Daños indirectos

Los daños indirectos se refieren básicamente a los flujos de bienes que se dejan de producir, o de servicios que se dejan de prestar durante un lapso de tiempo que se inicia apenas acaecido el desastre y puede prolongarse durante el proceso de rehabilitación y reconstrucción que convencionalmente se ha establecido, con un horizonte máximo de cinco años. Ejemplo de daños indirectos son las pérdidas de cosechas futuras, debido al anegamiento de tierras agrícolas; pérdidas de producción industrial por daños en las plantas o por falta de materia prima.

Este tema de la estimación de los efectos socio – económicos en desastres, genera las siguientes premisas:

1. Los desastres son vistos como un problema no resuelto del desarrollo.
2. Existen Tipologías sobre eventos en los que la pobreza implica un factor predominante de la vulnerabilidad.
3. La situación de pobreza, contribuye a profundizar los elementos sociales que participan en la construcción del riesgo.
4. Estudio de la vulnerabilidad social y el tratamiento del riesgo.
5. Los fenómenos naturales peligrosos no son eventos anormales imprescindibles, sino que son características físicas normales en la áreas donde ocurren (cerros muy inclinados o una alta deforestación; planicies bajas con altas posibilidades de inundación, etc.).
6. Para prevenir desastres, la recuperación de la memoria colectiva histórica de cada lugar sería una excelente herramienta.
7. Existe falta de conocimiento sobre la naturaleza o falta de recursos para llevar a cabo planes de prevención.
8. “La población forma parte de un entorno físico con una historia común”.

2.18. Efectos generales y o comunes a todos los tipos de desastres de origen de fenómenos naturales

Los efectos de un fenómeno natural se han clasificado en los que se ocasionan sobre los **acervos** (daños directos); los que provocan sobre los flujos de producción de bienes y servicios (daños indirectos) y los que se reflejan en el comportamiento de los grandes agregados macro – económicos (efectos secundarios). Los primeros ocurren prácticamente en el momento del desastre o pocas horas después. Los dos siguientes conllevan la idea de temporalidad que de acuerdo con la práctica (la experiencia) y, dependiendo de la magnitud del fenómeno adverso, debe entenderse como un lapso (período de tiempo), u horizonte de hasta cinco años.

Se debe estimar la población y área geográfica afectada para poder determinar el número de víctimas y la situación de los damnificados. Población o sujeto al que confluyen todos los efectos del desastre, tanto cuantificables como intangibles. El proceso de evaluación conducirá a la elaboración de indicadores que se pueden resumir en una matriz. Lo que puede ocurrir y ser parte de los daños mas fundamentales incluye:



Jueves, 28 de abril, 2011

La furia del Tungurahua afecta a pobladores, cultivos y al ganado

La ceniza que expulsa el volcán Tungurahua afecta a pobladores, cultivos y al ganado que se encuentra en las zonas de influencia del coloso que está en proceso eruptivo desde hace once años.

Noticias Relacionadas

Leve aumento de actividad en el Reventador

Fig. 2.59, Abstracto de un evento volcánico (2011). Diario El Universo

VOLCANES Jueves, 1 de agosto, 2013 - 00h08

Empieza a morir el ganado por la ceniza

WILSON PINTO | Quero

La hierba contaminada con la ceniza expulsada por el volcán Tungurahua ha provocado la muerte de una vaca y la afectación de animales en las comunidades El Guanto y el Santuario, en la parte alta de Quero.

Una comisión de estas poblaciones acudió a la dirección provincial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Magap) para solicitar ayuda. Carmen Silva y Mesías Arévalo, propietarios de la vaca, expresaron que desde que comió pasto contaminado por material volcánico empezó a debilitarse hasta que murió.

Arévalo comentó que siente temor por las otras ocho vacas que se encuentran enfermas ya que no se alimentan bien. Agregó que de los 60 litros de leche que diariamente ordeñaba, ahora no obtiene ni diez.

Manuel Rosero, dirigente de El Guanto, dijo que unas 500 cabezas de ganado, conejos y cuyes no tienen qué comer porque los agricultores no poseen dinero para comprar yerba.

El director del Ministerio de Agricultura en Tungurahua, Fabián Valencia, reconoció que la situación es crítica en las dos comunidades. Agregó que hoy se tiene previsto entregar ensilaje y melaza, y atención veterinaria.

Fig. 2.60, Abstracto de un desastre volcánico con daños indirectos en el 2013. Diario El Universo



Fig. 2.61, Reporte de fatalidades volcánicas en 2006. El mundo.es Internacional



Fig. 2.62, Efectos económicos como resultado de un desastre volcánico en el 2014. El Hoy versión digital.

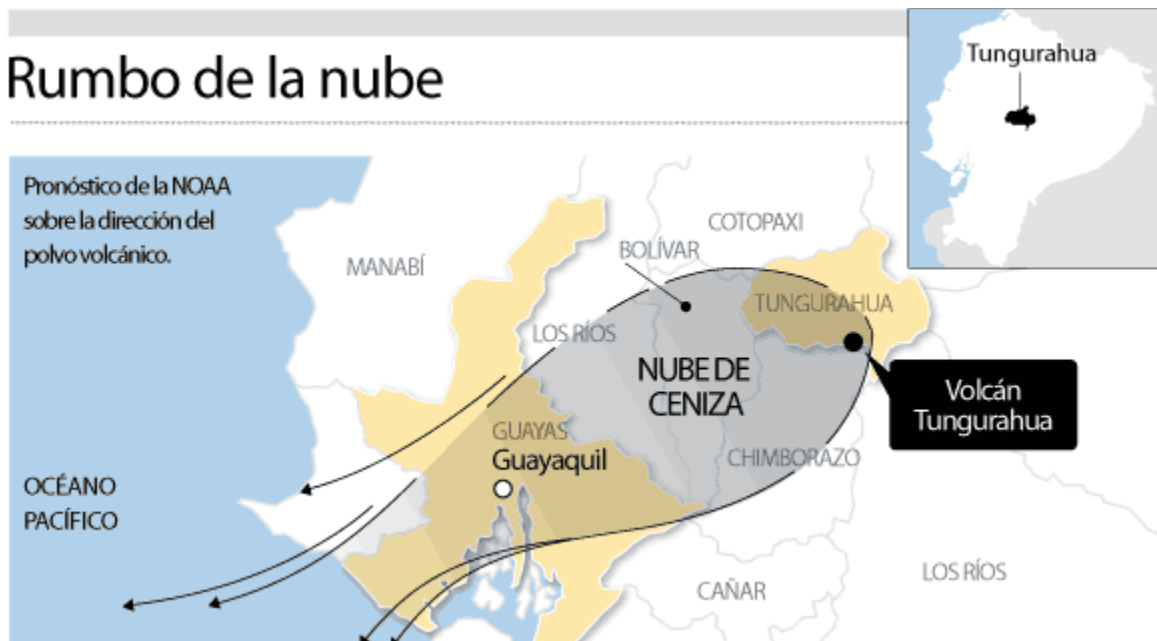


Fig. 2.63, Nube cargada de ceniza cruzando varias provincias en el 2010. Diario El Universo.

- Número variable de víctimas.
- Disminución importante de la disponibilidad de viviendas e instalaciones de salud y enseñanza, con lo que se incrementan los déficit anteriores al desastre.
- Disminución temporal de los ingresos de los estratos sociales menos favorecidos y un incremento correspondiente de los ya elevados de subempleo y desempleo.
- Interrupción temporal de los servicios básicos: de suministro de agua y saneamiento, electricidad, comunicaciones y transporte.
- Escasez temporal de alimentos y de materia prima para la producción agrícola e industrial.

Independientemente de los daños recibidos, debe esperarse que las actividades que más rápido se recuperen, sean las de pequeños comercios y los servicios personales.

En cuanto a la pérdida de empleos a consecuencia de los desastres, en países con estructuras predominantemente duales, la gravedad y duración de este problema en el sector moderno, es mayor que en los sectores tradicionales, y en el sector industrial, mayor que en la agricultura, comercio y servicios.

En las etapas de rehabilitación y reconstrucción, la estructura de empleo se modifica aumentando las actividades relacionadas con la construcción habitacional y obras públicas.

Normalmente debe esperarse una reducción en el volumen de exportaciones y un aumento de las importaciones.

Así mismo, las finanzas públicas evolucionarán hacia una situación deficitaria ya que los incrementos en toda clase de gastos sociales, reasignaciones del gasto en el tiempo y mayores inversiones irán acompañadas por lo general, de menores recaudaciones de impuestos y de otros ingresos fiscales.

En materia de costos y precios para la valuación de los daños, es recomendable que las infraestructuras totalmente destruidas o aquellas construcciones cuya demolición haya sido decidida, sean valoradas al costo de reposición nuevo equivalente, tomando en cuenta la equivalencia funcional del inmueble destruido. Es decir la dotación de características similares de operación de los bienes afectados.

La metodología concreta de evaluación, debe reflejar valores que contrasten una situación de post – desastre con una de pre – desastre; los antecedentes de pre – desastre, serán el punto de partida para evaluar los efectos del desastre.

2.18.1. Metodología de evaluación y su aplicación

La metodología de evaluación y su aplicación puede cumplirse con los siguientes pasos:

- Delimitación del área afectada por el desastre.
- Evaluación de la situación previa al desastre.
- Identificación de los daños/ efectos directos
- Medición de los daños/efectos directos.
- Valoración/costos de los daños/efectos directos.
- Identificación de los daños/ efectos indirectos.
- Medición/evaluación de los daños/efectos indirectos.
- Valoración/calificación de los daños/efectos indirectos.
- Identificación de los efectos secundarios.
- Evaluación de los efectos secundarios.
- Formulación de comentarios sobre los principales daños a la vivienda y su relación con la tipología de la misma y el contexto físico y socio –económico del área afectada.
- Obtención de información sobre las labores/proyectos de reconstrucción, su duración y los posibles presupuestos.
- Identificación de aquellas áreas del sector que necesitan apoyo para efectuar las labores de reconstrucción.

Identificación de albergues masivos y más definitivos; en estos albergues institucionalizados, si su existencia se prolonga más allá de la fase de emergencia, se deberá registrar como daños los costos que demanda la manutención de estos albergues, se recomienda dividir los costos de manutención de albergados y los costos de infraestructura. Por ejemplo: si los albergues institucionalizados ocupan escuelas, debería incluirse como daños indirectos del sector educativo (si su monto es considerable, es correcto registrarlos como costos indirectos del sector afectado).

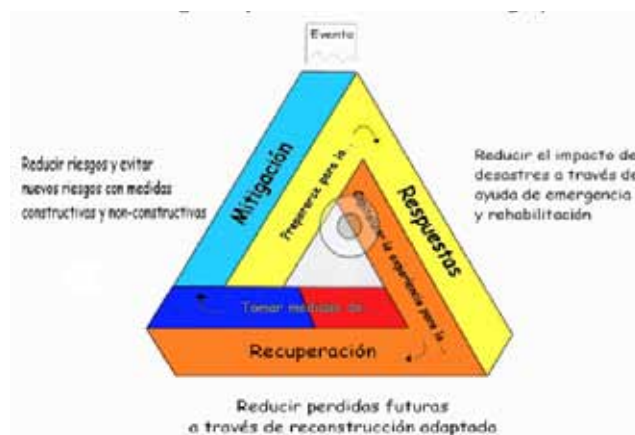


Fig. 2.65, Gestión integrada para la reducción de riesgo y desastre. DNDC



Fig. 2.66, Daño colateral debido a un deslizamiento. La Hora.

2.18.2. Delimitación del área afectada

Una de las tareas iniciales es la delimitación del área afectada en la que se concentrarán las actividades de evaluación, para lo cual se debe recabar la siguiente información:

- Ubicación y forma de acceso al área afectada.
- Identificación de los organismos políticos y administrativos encargados de las actividades de emergencia y reconstrucción en cada región.
- Detección de los organismos y fuentes de información que manejan los indicadores económicos y sociales en la zona afectada.

Programación de las visitas de inspección en profundidad, considerando las fuentes de información estadística disponible, las competencias administrativas de los organismos públicos y las características ambientales del País.

Será necesario identificar el área total afectada por el desastre nacional, las divisiones políticas o administrativas del territorio correspondiente (Provincias, Cantones, Parroquias, recintos comunidades o jurisdicciones afectadas), regiones o áreas comprometidas (selvas, llanos, costa, altiplano, etc.).

2.18.3. Evaluación de la situación previa al desastre

Se debe contar con la siguiente información:

- Número de viviendas existentes en la zona, eventualmente afectadas: Urbano – Rural; particular – colectiva de propiedad pública o privada.
- Calidad de las viviendas existentes en la zona afectada Permanentes y semi permanentes o en base a tipo de construcción, (materiales de construcción de la vivienda/ ladrillo, adobe, madera, etc.), al estado de construcción de la vivienda (muy buena, buena, mala, etc.)
- Tipo de vivienda (casa, choza, vivienda móvil), (tamaño promedio de la vivienda, número promedio de habitaciones por vivienda).
- Valor promedio de la vivienda afectada dividido por el costo del metro cuadrado construido.
- Descripción de las principales técnicas y materiales de construcción utilizados en las zonas afectadas.
- Daños en los elementos estructurales: vigas, columnas, lozas, muros soportantes, etc.
- Daños estructurales: tabiquería, instalaciones, techos – no estructurales, mobiliario, equipamiento, etc.

2.19 Promoción de una cultura de buenas prácticas sobre una gestión integral de riesgos y desastres a nivel municipal

Este capítulo tiene por objeto concienciar tanto a la comunidad como a las autoridades cantonales y provinciales, bajo una óptica y filosofía de acciones de lo local y nacional (Nivel cantonal – provincial regional – nacional), orientadas principalmente a las buenas prácticas en la gestión integrada de riesgos y desastres a nivel municipal.

Promover el intercambio de experiencias, que permitirán aplicar las lecciones aprendidas en el tema de la Gestión Integral de Riesgos y Desastres a nivel Municipal, adoptar insumos para la definición de acciones futuras, la coordinación y la réplica de mejores prácticas con una proyección prospectiva a largo plazo (veinte y cinco años), y el fortalecimiento del rol de las instituciones nacionales de respuesta.

Proyectar medidas concretas para dar seguimiento a aquellos eventos adversos que son recurrentes a lo largo de todo el territorio nacional, mediante grupos de trabajo permanentes, formación de redes, instrumentos para la Gestión Integrada de Riesgos de Desastres (GIRD), de adecuada planificación de prevención y una atención respuesta oportuna; así como el empoderamiento de los ciudadanos y las autoridades frente a la gestión de riesgo a través del intercambio de experiencias y aprendizaje para una apropiada ejecución de Planes de Emergencias y de Contingencia. Así como el establecimiento de aquellos instrumentos, acciones y prioridades que tengan potencial de réplica inmediata a nivel

municipal, en el contexto cantonal, provincial y nacional con efectos durables y permanentes en el tiempo, la apropiación por parte de los beneficiarios en cuanto a la variable riesgo y el desarrollo local, mediante la reducción del riesgo y el efecto de los desastres, considerando tres premisas fundamentales:

- La gobernabilidad; políticas para la toma de decisiones; la prevención.
- El desarrollo de conocimientos; educación; sensibilización.
- Preparación para la respuesta; alerta temprana.

2.20 Desarrollo de programas, planes y proyectos de prevención de desastres originados de los fenómenos naturales

Mediante este contexto, promover una cultura de prevención concatenada, integrada íntimamente interrelacionada y fusionada con los programas, planes y proyectos de desarrollo, la variable riesgo. Mediante el fortalecimiento de los actores nacionales para reducir y prevenir los riesgos en los cantones más vulnerables del país, con nuevos instrumentos y capacidades para el análisis de las amenazas naturales locales, mediante los cuales los Municipios (COEC) podrán planificar su desarrollo con una visión y enfoque de Gestión de Riesgos. La variable riesgo en todos los programas, planes Y proyectos de desarrollo.

Nuestro territorio nacional en todo su contexto y extensión está regularmente afectado por desastres naturales recurrentes (ejemplo, la temporada lluviosa o invierno), o cíclicos (erupciones volcánicas), que provocan grandes pérdidas de vidas humanas, la destrucción de infraestructura y el deterioro de los medios de subsistencia. Este hecho pone en peligro el desarrollo e incrementa la pobreza.

En las últimas tres décadas grandes zonas fueron debastadas sucesivamente ya sea por el fenómeno “El Niño” (1982-1983; 1997-1998). Erupciones volcánicas de los volcanes Tungurahua (1999-2014 con interrupciones menores); Reventador (2002 - 2014 con interrupciones grandes); Guagua Pichincha (1999-2000); y, sismos de diferente magnitud, como el terremoto de 1987 que ocasionó millonarias pérdidas a la industria petrolera y productiva. Sugiriendo el requerimiento de un programa nacional para la prevención y alerta temprana de desastres naturales que tenga entre sus líneas de acción estratégicas la promoción y fijación de una cultura de prevención y el fortalecimiento de capacidades técnicas y científicas para el análisis de riesgo y la aplicación de una gestión integral.

2.20.1 Ejes estratégicos

- Formación de capacidades locales para el análisis de amenazas y riesgo con la producción y adopción de instrumentos (mapas de riesgo, mapas de amenazas, estudios; planes; ordenamiento territorial).
- Sensibilización para la inserción del enfoque de gestión de riesgos en los procesos de planificación municipal y dotación de herramientas técnicas (guías, pulsores de Chequeo), como base de los procesos de desarrollo municipal.
- Formación de especialistas locales y nacionales en análisis de amenazas naturales y gestión integral de riesgos.
- Estandarización e institucionalización de conceptos, criterios, leyendas y metodologías, para la elaboración de mapas de riesgo y amenazas.
- Promoción de alianzas, coordinaciones y sinergias.
- Promoción de una cultura de gestión integral de riesgos y desastres y fortalecimiento de actores.

2.21 Gestión integrada para la reducción de riesgo y desastre

Es competencia exclusiva de los gobiernos locales el promover y ejecutar el desarrollo e inversiones públicas en el ámbito cantonal y provincial con estrategias de sostenibilidad, competitividad,

oportunidades de inversión privada, dinamizar mercados y rentabilizar actividades que contribuyan al desarrollo antes mencionado. Siendo el Ecuador un país tipificado con un elevado nivel de exposición de fenómenos naturales con potencial destructivo que al presentarse cada vez con mayor frecuencia, configuran escenarios de desastres con importantes daños y pérdidas cuantiosas que frenan, retrasan y hacen insostenibles los procesos de desarrollo económico y social. Situación que es recurrentemente impactada por inundaciones, sequías, movimiento de masas de tierra y la presencia periódica del Fenómeno “El Niño”.

La gestión de riesgos tiene que ser asumida como un lineamiento de “Política de Estado” orientada a lograr la sostenibilidad de los procesos de desarrollo en el país y asumirla como estrategia primordial en la planificación para el desarrollo (La variable riesgo en programas, planes y proyectos de desarrollo), la reducción de los factores que generan vulnerabilidad frente a los peligros de diferente naturaleza, en los asentamientos poblacionales, su infraestructura productiva, actividades económicas y servicios de todo orden.

De conformidad con el Marco de Acción de HYOGO 2005 – 2015, es menester que el país asuma el compromiso y el comprometimiento de todas las instituciones de realizar y desarrollar esfuerzos para impulsar y difundir un Plan Nacional de Prevención de Riesgos e integrar sistemáticamente la reducción del riesgo de desastres en las políticas, planes programas y proyectos de desarrollo sostenible y reducción de la pobreza bajo un marco jurídico de Ordenamiento Territorial, así como fortalecer las redes de protección civil para lograr que las personas y todas las poblaciones civiles que sufren de manera desproporcionada las consecuencias de los fenómenos naturales y otras situaciones de emergencia humanitaria sean oportunamente atendidas.

La puesta en ejecución de una Estrategia Nacional que conciba en sus componentes una red de Protección Social, como un mecanismo para hacer frente a situaciones de desastres, considerando que provocan serios daños a la infraestructura pública y privada, afectan negativamente a la producción agropecuaria y colocan en gran situación de riesgo a los grupos más vulnerables de la población. Que enfoque lineamientos estratégicos de políticas y ejes que planteen la reducción del riesgo desde el establecimiento de una red de protección social que opere frente a peligros de diferente origen, el fortalecimiento de capacidades para la Gestión de Riesgos, hasta la implementación de un sistema integral de reducción de vulnerabilidades ante riesgos asociados a fenómenos naturales extremos.

El establecimiento de una visión nacional y los objetivos de desarrollo, que implica orientar, generar y desarrollar estudios estratégicos para ejecutar planes de prevención, de emergencia, rehabilitación y reconstrucción; identificar peligros; analizar las vulnerabilidades y estimar los riesgos. Fomentar la incorporación de la gestión de riesgos en la planificación del desarrollo y proyectos de inversión, exigiendo la incorporación del análisis de riesgo en todos los procesos de planeamiento y de proyectos de inversión pública. Formulando documentos orientadores tales como pautas metodológicas para incorporar el Análisis de Riesgo de Desastres en los Proyectos de Inversión Pública.

El desarrollo de las ciudades en el ámbito nacional, en las últimas dos y medio décadas (1988 – 2013), han alcanzado niveles que han generado grandes cambios tanto tecnológicos como geográficos, exponiéndolos a riesgos de toda índole, por lo que es prioritario se elaboren planes de prevención y mitigación, mediante la formulación de programas, y proyectos de intervención en zonas vulnerables, por medio de la aplicación de acciones y medidas de prevención y mitigación (reducción del riesgo) con criterio técnico y científico. Para la identificación, evaluación, medición y control de los riesgos probables frente a las amenazas naturales y/o antrópicas, así como el establecimiento de lineamientos de intervención a través de planes de emergencia y contingencia, con la participación de todos los actores directos e indirectos de la gestión de riesgos.

La preparación de la comunidad es la única solución práctica para países pobres, localizados en zonas de alto riesgo.

2.22 El centro de operaciones de emergencia (COE)

El Centro de Operaciones de Emergencia (COE), es el organismo de coordinación, planificación, dirección, control y supervisión de las actividades que se realizan en los diferentes niveles: Nacional, Regional, Provincial, Cantonal y Parroquial, durante una emergencia, evento adverso o desastre. La Sala de Operaciones del COE constituye el área física donde las instancias de las áreas de trabajo, se encargan de garantizar la funcionalidad de los diferentes frentes de trabajo, tanto en la planificación como en el proceso de respuesta y del manejo (administración) de todos los aspectos administrativos relacionados con la intervención (el accionar frente a los eventos adversos).

Características del COE:

- Estar ubicado en una edificación (infraestructura) que cumpla con las normas de construcción de sismo resistencia y seguridad.
- Tener disponibilidad inmediata de espacio cerrado o que se pueda cerrar fácilmente.
- Posibilidad de acondicionar un helipuerto en su entorno inmediato.
- Contar con instalaciones adecuadas para dar funcionalidad a los servicios de comunicación y telemática.
- Contar con servicios públicos básicos.
- Tener espacio suficiente para el parqueo, carga y descarga de vehículos.
- Tener a disposición un área de alimentación y una zona de descanso.

El COE como instancia interinstitucional de coordinación de la emergencia, debe desarrollar actividades de diferentes tipos; de entre ellas, podemos mencionar las siguientes:

- Activar el Plan de Emergencia y los respectivos protocolos de respuesta, dependiendo del tipo de emergencia.
- Verificar las instituciones que participan en la operación.
- Identificar, de acuerdo a los reportes operativos, el área de afectación y las acciones que se han adelantado.
- Activar las áreas funcionales requeridas para el manejo de la emergencia.
- Determinar los escenarios de operación, de conformidad con la cartografía existente.
- Recibir periódicamente los reportes de los Puestos de Mando Unificados (PMU) y realizar el seguimiento de las acciones de respuesta en toda la zona de impacto.
- Determinar las posibilidades de intervención en la zona de impacto, de acuerdo al inventario de recursos disponibles.
- Tomar decisiones respecto al avance de las acciones en cada uno de los frentes de operación, de acuerdo a los reportes suministrados por los PMU.
- Identificar y priorizar la intervención en las zonas más afectadas o en las zonas que no tiene restricción para la operación.
- Coordinar los aspectos relacionados con el manejo de la información y determinar los mecanismos para su divulgación ,
- Identificar las posibilidades de gestión y adelantar las acciones necesarias para garantizar el normal desarrollo de las operaciones.
- Adelantar el seguimiento de las actividades desarrolladas por cada una de las áreas funcionales.
- En caso de emergencia regional, establecer las líneas de coordinación con las unidades jerárquicas superiores.
- Enviar los reportes correspondientes al nivel superior y acatar las directrices impartidas desde dicho nivel.
- Definir el mecanismo para lograr comunicación y retroalimentación permanente entre el Centro de Comando y la Sala de Operaciones.

La Sala de Operaciones del COE, entrega informes periódicos al Centro de Comando, con el propósito de adelantar la gestión de recursos y elementos para la atención de la emergencia.

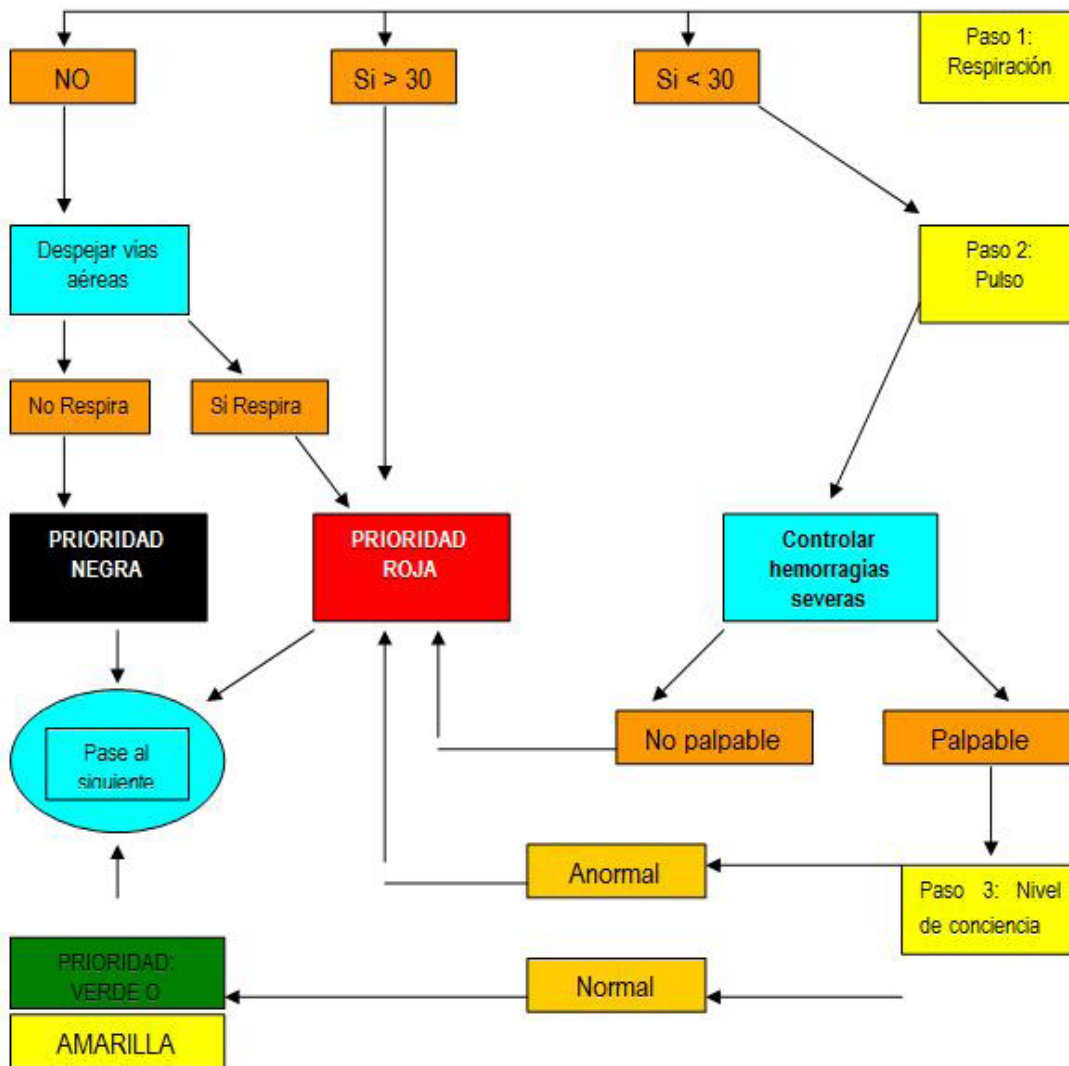


Fig. 2.67, La Clasificación de Víctimas (triage) considerada como el procedimiento para identificar las personas afectadas que requieren una atención prioritaria y cuentan con mayor probabilidad de supervivencia, es aplicable en condiciones de emergencia o desastre dada la magnitud de heridos que supera los recursos disponibles, buscando hacer una evaluación rápida de muchos afectados. Uno de los sistemas de clasificación más utilizados es el sistema START que se presenta en el gráfico. De blog.utp.edu.co

2.22.1 Puesto de mando unificado (PMU)

El Puesto de Mando Unificado (PMU), es un organismo temporal ubicado cerca de la zona de impacto de un evento adverso, encargado de la coordinación, organización y control del mando urgente durante la “Fase de Impacto”. Su creación facilita las labores de salvamento, la administración y atención médica de los afectados, la evacuación de las víctimas de acuerdo a su urgencia y la racionalización del recurso humano y técnico.

También responde al principio administrativo de la unidad de mando (Comando Unificado). Es una función prevista para que todas las instituciones competentes en la atención de incidentes, desarrollen conjuntamente objetivos y tácticas comunes que contemplen adecuadamente las políticas y necesidades de todos los integrantes.

Ninguna institución pierde su autoridad, sus responsabilidades ni su obligación de rendir cuentas. El concepto de mando unificado, significa que las instituciones involucradas, de común acuerdo, contribuyen al proceso de comando a través de:

- Determinar los objetivos generales.
- Planificar en forma conjunta las actividades y conducir operaciones integradas.
- Maximizar el uso de todos los recursos asignados.
- Asignar las funciones del personal bajo un solo “Plan de acción del incidente”.

Debe ser conformado por autoridades operativas de las diferentes instituciones presentes en la zona de impacto.

Se dispondrá de un Puesto de Mando Unificado en la zona de impacto, que coordina sus acciones con el Centro de Operaciones de Emergencia (COE) y se encarga de enlazar las labores con Centros de Atención y Clasificación de heridos (TRIAGE), Puestos de Avanzada e instituciones hospitalarias encargadas en atender el desastre.

Las funciones incluirán:

- Evaluar la magnitud del desastre, para notificar al Centro de Operaciones de Emergencia (COE) las necesidades de asistencia inmediata.
- Cumplir en forma inmediata el Plan de Actividades o Plan de Acción y la distribución del trabajo según el tipo de desastre y las responsabilidades institucionales.
- Evaluar diariamente las necesidades de las Brigadas de primer contacto así como de los grupos de rescate y salvamento, presentando un informe sobre las actividades desarrolladas.
- Adoptar y transmitir las órdenes necesarias para coordinar su acción dentro de la “Cadena de socorro”.
- Coordinar las actividades administrativas y racionalizar los recursos disponibles.
- Canalizar la información inicial para la comunidad y los medios de comunicación a través de una central de radiocomunicación y en coordinación con el Centro de Operaciones de Emergencia (COE).
- Elaborar y dejar un informe escrito sobre las acciones ejecutadas en la fase de impacto.
- Levantar el Puesto de Mando (PMU), cuando se considere que las acciones en la zona de impacto han terminado.

2.22.2 Triage/ sorteo o clasificación de los heridos

La palabra francesa “Triage” no tiene traducción adecuada en español o en inglés. Comprende una priorización de los heridos en caso de emergencia masiva. La clasificación se hace en base del pronóstico esperado con o sin tratamiento a fin de seleccionar los casos que más pueden beneficiarse de los recursos médicos existentes.

Un ejemplo de clasificación consiste en:

Atención inmediata: en caso de hemorragia (¿Quiénes necesitan atención inmediata?)

Atención diferible: prioridad para evacuación (¿Quiénes pueden esperar para ser evacuado?)

Atención postergada: sin complicación (¿Quiénes pueden trasladarse solos o recibir atención definitiva en el sitio?)

Atención mínima: requiere poco o ningún tratamiento o el tratamiento/traslado, no cambiará el pronóstico fatal (¿Quiénes no tienen probabilidades de sobrevivencia?)

2.23 Bibliografía

- Blanco Torrens, R., Carrión Mero, P. (ed.), 2005: Jornada Iberoamericana sobre Riesgos Geodinámicos en la Actividad Minera, Ordenamiento y Cierre de Minas. Santa Cruz de la Sierre, Bolivia, Tomo 1: Riesgos geodinámicos en la Actividad Minera. Guayaquil, Ecuador: 405 pp.
- Bradley, A., T., 2012: Handbook to Practical Disaster Preparedness for the Family. 3rd edition, Lexington, KY, United States: 432 pp.
- Cooperación Andina de Fomento, 2006: Resumen Preandino. Iniciativa orientada a la reducción de riesgos de desastres en los procesos de desarrollo. Caracas, Venezuela: 54 pp.
- Cuerpo de Bomberos Distrito Metropolitano de Quito, 2007: Manual de Prevención contra Incendios. Alcaldía Metropolitana de Quito, Ecuador: 62pp
- D’Ercole, R., Metzger, P., 2004: La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador: 496 pp.
- D’Ercole, R., Trujillo, M., 2003: Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgos en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo. Quito, Ecuador. 204 pp.

- Dirección Nacional de Defensa Civil Ecuador, 2004: Autoprotección Ciudadana – Gestión del Riesgo. Quito, Ecuador: 234pp
- Dirección Nacional de Defensa Civil Ecuador, 2005-08: Revista Gestión del Riesgo – Revista Informativa de la Dirección Nacional de Defensa Civil.
- Dirección Nacional de Defensa Civil Ecuador, 2005: Manual de Autoprotección, E.P. Centro de Impresión, Quito, Ecuador: 184pp
- Distrito Metropolitano Quito, 2012: Manual de protección ciudadana. Quito, Ecuador: 40pp
- Distrito Metropolitano Quito, 2012: Protección ciudadana ante amenazas naturales y antrópicas. Quito, Ecuador: 42pp
- EIRD, 2002: Diario de Volcanes. San José, Costa Rica: 20pp
- FEMA, 2011: Emergency Planning. Create Space Independent Publishing Platform, Lexington, KY, USA: 158pp
- FEMA, 2011: Fundamentals of Emergency Management. Create Space Independent Publishing Platform, Lexington, KY, USA: 210pp
- Forgey, W. W., 2002: Primeros Auxilios en el Campo. Spain: 80 pp.
- Grupo Internacional Recursos del Sur, IRG, 2007: Tiempo para entregar el reveló: reducción del riesgo de desastres desde la perspectiva de la gestión ambiental, ordenamiento territorial, finanzas e inversión pública. San José, Costa Rica. 276 pp.
- Haddow, G. D., Bullock, J. A., Coppola, D. P., 2011: Introduction to Emergency Management. Burlington, United States: 402 pp.
- Kuroiwa, J., 2002: Reducción de desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza. Lima, Peru: 429 pp.
- M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2011: Curso Cómo actuar frente a los desastres. Aprendemos: una oportunidad para superarnos. Quito, Ecuador: 200 pp.
- Martínez, R., Mascarenhas, A., Alvaro, A. (ed.), 2009: Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Climática Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos, Centro Internacional para la Investigación del fenómeno de El Niño – CIIFEN. Guayaquil, Ecuador: 113pp.
- McGuire, B., 1999: Apocalypse. A natural history of global disasters. London, UK: 256 pp.
- Ministerio de Defensa Nacional Dirección General Marítima Centro Control Contaminación del Pacífico, 2009: Ola Tsunami. Editorial DIMAR, Bogotá, Colombia: 28pp
- Nemec, J. 1993. “Inundaciones en Ecuador”. Stop Disasters. No. 15:12-13.
- Organización Panamericana de la Salud, 1994: Hacia un mundo más seguro frente a los desastres naturales – La trayectoria de América Latina y el Caribe. Washington, DC 20037, USA: 120pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2000: Fenómeno El Niño, 1997-1998. Washington, D.C. : 294 pp.
- Organización Panamericana de la Salud, 2000: Los desastres naturales y la protección de la salud. Washington, D.C.: 130 pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2004: Manejo de cadáveres en situaciones de desastre. Washington, D.C: 204pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2004: Manual de la evaluación de daños y necesidades en la salud para situaciones de desastre. Serie Manuales y Guías sobre Desastres NO4. Washington D.C., United States. 193 pp.
- Organización Panamericana de la Salud, 2006: Guía práctica de salud mental en situaciones de desastre. Serie Manuales y Guías sobre Desastres NO7. Washington D.C., United States. 189 pp.
- Organización Panamericana de la Salud, 2009: “Gestión de la información y comunicación en emergencias y desastres: Guía para equipos de respuesta” Washington, D.C.:
- Organización Panamericana de la Salud, 2009: Guía de Campo. Equipo Regional de Respuesta a Desastres Panamá OPS: 68 pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2010: “El terremoto y tsunami del 27 de febrero en Chile. Crónica y lecciones aprendidas en el sector salud” Santiago de Chile: 110pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2010: “Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres” Washington, D.C.: 106pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2010: “Health Sector Self-Assessment Tool for Disaster Risk Reduction” Washington, D.C.: PAHO: 82pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2012: Essential Medicines List for Emergencies and Disasters in the Caribbean. Washington, D.C.: PAHO: 70pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2012: Guidelines for Mainstreaming the Needs of Older Persons in Disaster Situations. Washington, D.C.: PAHO: 86pp

- Organización Panamericana de la Salud, 2012: *Mental Health and Psychosocial Support in Disaster Situations in the Caribbean*. Washington, D.C.: PAHO: 146pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2013: *Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua. Acciones para garantizar agua segura a la población*. Santo Domingo, D.N.: 130pp
- Organización Panamericana de la Salud, 2014: *HOSPITALS DON'T BURN! Hospital Fire Prevention and Evacuation* Washington, D.C.: PAHO: 38 p.
- Ostrom, L. T., Wilhelmsen, C. A., 2012: *Risk Assessment, Tools, Techniques, and Their Applications*. Hoboken, New Jersey, United States: 392 pp.
- Pillajo Gavidia, E., 1997: *Utilización de los Recursos minerales*. Quito, Ecuador: 62 pp.
- Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD), 2005: *Gestión Local del Riesgo y Preparativos de Desastre en la Región Andina. Sistematización de buenas prácticas y lecciones aprendidas*. Quito, Ecuador: 158 pp.
- Salsbury, B., 2006: *Preparedness Principles: The Complete Personal Preparedness Resource Guide*, Springville, Utah, United States: 364 pp.
- Secretaría de Gestión de Riesgo, ECHO, UNISDR, 2012: *Ecuador: Referencias Básicas para la Gestión de Riesgos 2013-2014*. Quito, Ecuador: 174 pp.
- Secretaría Gestión de Riesgos, 2014: *Ecuador: Avances en la gestión de riesgos 2008-2013*. Samborondón, Ecuador: 141 pp.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, 2010: *Plan Familiar de Emergencias*. Quito, Ecuador: 22pp
- Secretaría Técnica de Gestión de Riesgo (STGR), Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD), 2011: *Guía para la Incorporación de la Variable Riesgo en la Gestión Integral de Nuevos Proyectos de Infraestructura*. Quito, Ecuador: 146 pp.
- Secretaría Técnica de Gestión de Riesgo y Defensa Civil de Ecuador, 2008: *Propuesta de estrategia nacional para la reducción de riesgos y desastres*. Quito, Ecuador: 46pp
- Smith, K., 2013: *Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster*. Abingdon, UK: 478 pp.
- U.S. Agency for International Development, 2011: *Educación y gestión del riesgo: Una experiencia para compartir*. San José, Costa Rica: 484 pp.
- USAID, 2008: *Evaluación de daños y análisis de necesidades – Manual de Campo*. San José, Costa Rica: 130pp
- Vernimmen, R., Aguayo, P. y Gilbert de Bara, M., 2011: *Aprendamos – Cómo actuar frente a desastres*. Centro Tutorial, Fundación Ecuador, Guyaquil, Ecuador: 202pp
- Wilches-Chaux, G., 1998: *Guía de La Red para la gestión local de riesgo: Auge, Caida y Leventada* de Felipe Pinillo, Mecánico y Soldador o voy a correr del riesgo. Quito, Ecuador: 155 pp.
- Wilches-Chaux, G., 2007: *¿Qu-ENOS pasa? Guía de la Red para la Gestión Radical de Riesgos asociados con el Fenómeno ENOS*. Bogotá, Columbia: 144 pp.

Capítulo

III

GEOINFORMÁTICA Y GEOPORTALES

Oswaldo Padilla¹ - Miguel Ángel Bernabé² - Maria Ester Gonzalez³

¹²³Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador;

3. Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas que permiten el entendimiento del mundo y las complejas relaciones que existen entre sus elementos. Tiene que entenderse que esta representación es una abstracción del entorno geográfico, pudiendo afirmarse que un SIG es “un mapa inteligente”. Mapa, por que se representa los diferentes objetos espaciales en una forma adecuada geométrica, temática y cartográficamente, pero con inteligencia, ya que permite responder diferentes preguntas muy complejas de los usuarios sobre el entorno geográfico en que se desenvuelve.

Una clave de los SIG es que trabajan con datos georeferenciados, es decir cualquier elemento, dato o información puede ser colocado en un sistema de coordenadas sobre la superficie terrestre. Es así que prácticamente el 80% de la información existente puede ser georeferenciada (Bernabé, 2008).

Al trabajar con datos georeferenciados, es claro que todo aspecto sobre la superficie puede ser ubicado espacialmente en un SIG. Del grupo de datos espaciales están los relacionados con los eventos naturales que ponen en riesgo las infraestructuras o a la población, conocidos como riesgos naturales. Es así que nuestro SIG debería responder preguntas como ¿dónde ocurren? ¿a quiénes afectan? ¿cómo valorar los daños producidos? o ¿cómo predecirlos? , además de plantear ¿cómo usar al SIG para prevenir daños en la población?

Es importante detallar algunas características de los SIG:

- La capacidad de las SIG para integrar y homogeneizar información geográfica procedente de diversas fuentes.
- La utilización de la capacidad de modelamiento para tratar de predecir eventos o calcular la probabilidad de ocurrencia.

En el Ecuador algunos fenómenos son los más recurrentes ocasionando la mayor cantidad de pérdidas humanas, siendo los deslizamientos, el que mayor impacto causa, siendo tsunamis y erupciones volcánicas los de mayor impacto o que más llaman la atención de la población (Toulkeridis, 2012). Por lo que se han planteado diferentes técnicas para tratar de estudiar estos fenómenos, como las siguientes técnicas que serán tratadas en este capítulo:

- Lógica fuzzy y modelamiento de variables espaciales para cálculo de probabilidad.
- Modelos de accesibilidad y de evacuación.

Con estas técnicas se van a tomar dos estudios caso:

- Cálculo, análisis y representación de tiempos de evacuación en el Valle de los Chillos frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi, 2008
- Análisis y modelamiento de susceptibilidad a deslizamientos mediante SIG y geoestadística en las parroquias de Papallacta y Cuyuja, cantón Quijos, 2010

3.1 Cálculo, análisis y representación de tiempos de evacuación en el Valle de los Chillos frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi

3.1.1 Antecedentes

El Ecuador se encuentra en una zona de gran actividad volcánica, es así que se le conoce como la avenida de los volcanes, por lo que a lo largo de la historia se han producido eventos de diversa magnitud, resultado del fenómeno de subducción entre las placas de Nazca y la de América del Sur. Se puede decir que el Ecuador es el paraíso de los estudiosos de los volcanes, ya que posee 255 de los cuales 26 son potencialmente activos (Hall Minard, 1977). En el Ecuador, el Cotopaxi, el volcán activo más alto del mundo, con una altura de 5997 msnm y con un volumen estimado de glaciación de 698606380 metros cúbicos ($\approx 0.6 \text{ Km}^3$) (Jordan Ekkehard et al., 2004); es uno de los más peligrosos debido a la presencia precisamente del casquete glaciario que en caso de producirse una erupción, como ha ocurrido antes, generará una serie de flujos de lodo o lahares alrededor del cráter siguiendo el curso de los



Fig. 3.1, Ubicación Geográfica. Oswaldo Padilla

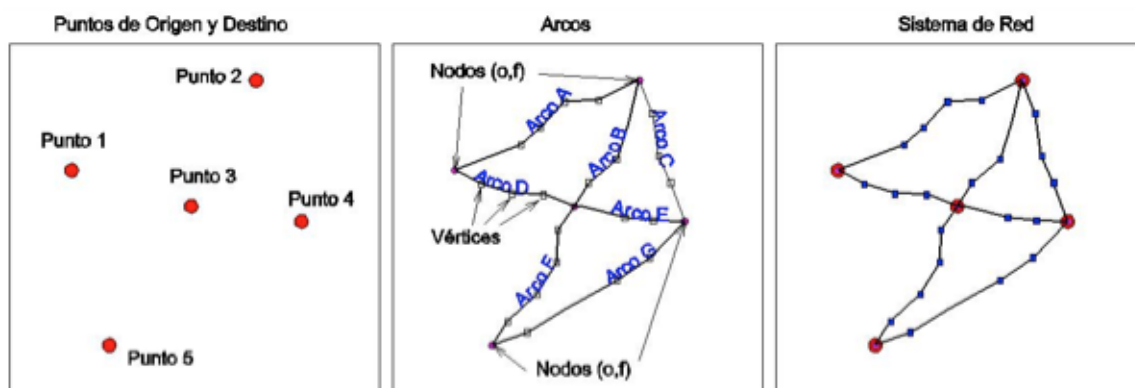


Fig. 3.2, Elementos de una Red. Oswaldo Padilla

drenajes de los ríos Pita, San Pedro, Guayllabamba, Esmeraldas, Cutuchi, Patate, Pastaza, Tambo, Verdeyacu, Jatunyacu y Napo, abarcando importantes zonas agrícolas, industriales y ciudades como Latacunga, Sangolquí y San Rafael.

3.1.2 Ubicación geográfica

El zona de estudio está localizada en el Valle de los Chillos, en la Provincia de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito (parroquias Píntag y Alangasí), y Cantón Rumiñahui (parroquia Sangolquí), población Sangolquí y San Rafael. (Fig. 6.3).

3.1.3 Marco teórico y criterios metodológicos

a. Redes, Una red es un sistema de elementos interconectados por segmentos lineales continuos. (Fig. 4.2), básicamente estos son elementos comunes a todas las redes. Además cada arco tiene características adicionales como es la dirección o sentido de circulación, el valor de impedancia (resistencia al movimiento o circulación, conocida también como fricción), éste valor puede ser calculado como distancia, tiempo de circulación, número de individuos que pueden circular en un tiempo determinado, costos (económicos, ambientales, etc.) entre otras.

b. Análisis de Accesibilidad y Localización, En función del problema de distancia mínima se pueden plantear indicadores que reflejen la accesibilidad de una red. Estos indicadores pueden dar una idea global del estado de una red y de cuales son sus condiciones enmarcadas en el entorno geográfico. Es así que puede dar como ejemplo cuales son las condiciones de accesibilidad de toda España y reflejar qué zonas son las mejor servidas en cuestión de vialidad y cuales son las más aisladas.

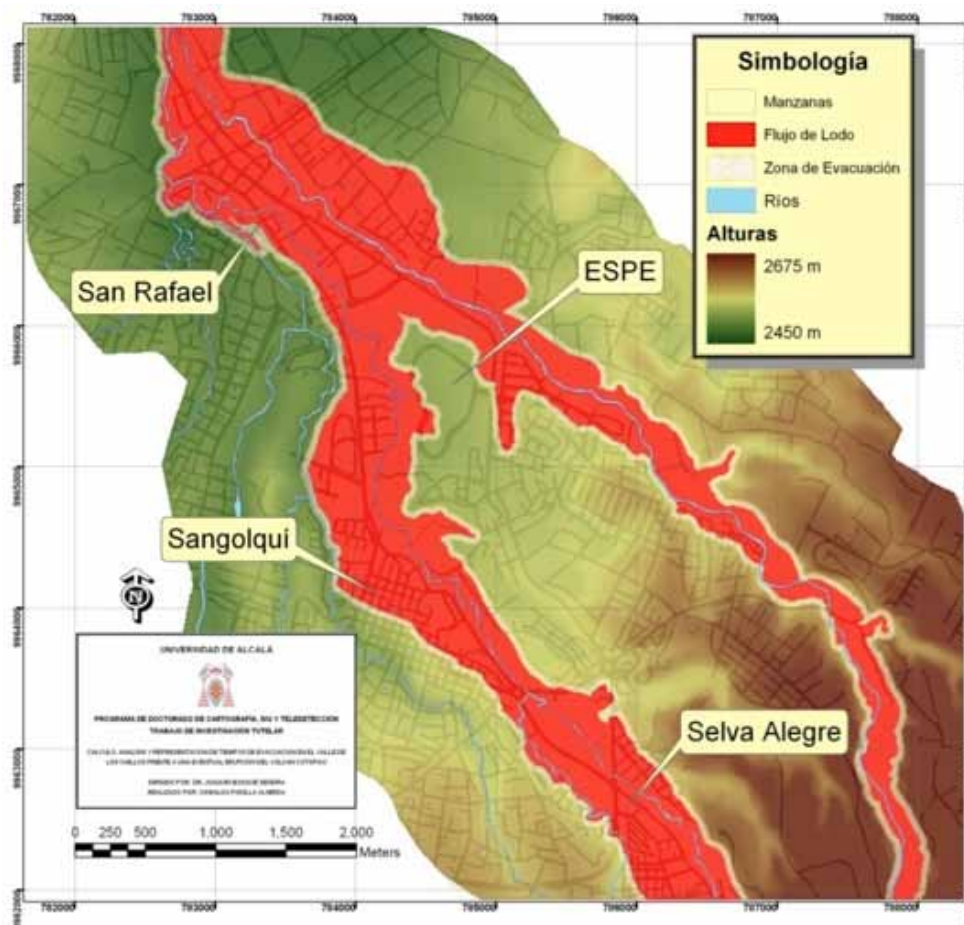


Fig. 3.3, Zona de Estudio, flujo del lahar, Sangolquí, Selva Alegre y San Rafael en el Valle de los Chillos. Oswaldo Padilla

Cuando se habla de accesibilidad y localización se persigue dar una descripción de cómo una determinada actividad humana fluye sobre un entorno espacial hacia cada uno de los sitios de interés (Bosque y Moreno, 2004). En este sentido se han planteado muchos problemas de este tipo relacionados con actividades cotidianas y comunes en cualquier situación, en donde se ha estudiado el desplazamiento de la población a instalaciones de uso público. Estos tópicos se explican más extensamente en el libro publicado por los Doctores Bosque Sendra y Moreno Jiménez (2004).

En este estudio se plantea una problemática diferente, que puede ser afrontada con los principios fundamentales de localización. Básicamente se trata de un grupo poblacional, que se desplazara a determinados puntos en caso de producirse un lahar, obligando a una evacuación de la zona a través de una red vial. Se ve que estos elementos coinciden con los componentes de problemas de localización más comúnmente tratados.

Para la formulación del análisis se partió de la cartografía desarrollada en el SIG, de documentos técnicos y de información del estado de actividad del volcán que permiten redactar todos los aspectos explicativos de las operaciones del sistema. El área del proyecto se indica en el Mapa 4.1.

La cobertura de MANZANAS se trata del área urbana de la ciudad de Sangolquí y San Rafael, que corresponden a zonas de densidad poblacional alta de 57.4 residencias por hectárea con una media de 4 personas por familia (Murria Sharon, 1998)

Para el análisis inicial se tomó el área que corresponde al flujo de lodo sobre la zona de Sangolquí-San Rafael (Fig. 4.3), dicho mapa fue obtenido del estudio realizado por la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), a través del Vicerrectorado de Investigaciones y recopilado en diferentes proyectos de fin de carrera en la Facultad de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente (FIGMA).

La población involucrada en esta zona debe ser evacuada en caso de producirse el fenómeno; con este criterio se tomó una distancia de seguridad para los habitantes de 50m en la periferia del flujo, lo que significa en un margen necesario en el que la población debe movilizarse fuera de este sector.

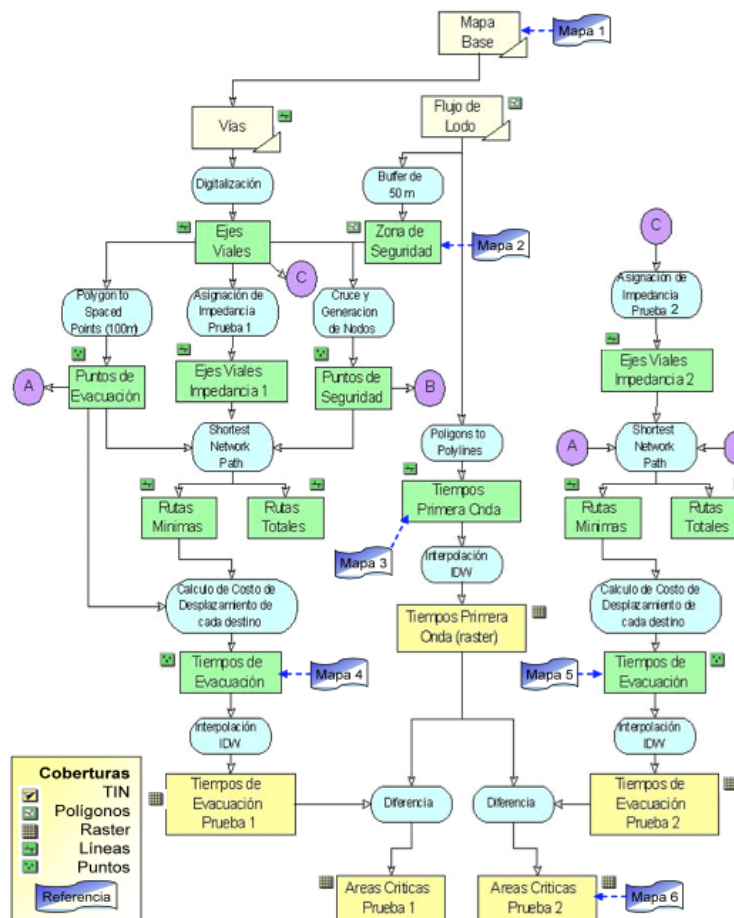


Fig. 3.4, Modelo Cartográfico. Oswaldo Padilla

Es decir se tomó las áreas de inundación y flujo de lodo unificándolas en un solo polígono con un buffer de 50m alrededor llamándole Zona de Seguridad (ZDS). Los 50 metros se decidió tomando como elemento que da un margen de seguridad que permitiría a cualquier persona alejarse de esta área. Se decidió en función de criterios de seguridad adoptados de experiencias previas. (fig. 4.3).

Para el análisis es importante definir tres elementos para el cálculo de tiempos de evacuación: puntos de seguridad, puntos de evacuación y ejes viales. Tomando la red vial se hizo intersección de los ejes viales con la ZDS. Cada uno de los puntos que están al extremo de los ejes viales y en el borde de la ZDS son los Puntos de Seguridad (PDS).

Con estos tres elementos PDS, PDE y Ejes Viales se calculó las distancias entre cada uno de los puntos de origen (PDE) a cada punto de llegada (PDS). Este problema puede tener algunas posibilidades de solución, la más simple tomando en cuenta las distancias de cada uno de los arcos entre los dos puntos. Es este estudio se tomó en cuenta como impedancia el valor multiplicado por la distancia de cada uno de esos segmentos. Los valores de impedancia en cada una de las vías fueron asignados fundamentalmente con los tiempos de circulación vehicular en horas pico. Las posibilidades pueden variar sólo dependiendo del tipo de problema que se plantea resolver. La solución se podría expresar en la siguiente ecuación:

$$D_c = \text{DistMin } ij (\sum d_{ijk} * I_{ijk})$$

Donde:

D_c	Solución o camino más corto	
$\text{DistMin } ij$	Función de selección del valor	mínimo entre los puntos i y j
d_{ijk}	distancia de cada uno de los arcos	de la red k
I_{ijk}	valor de impedancia de cada arco	de la red

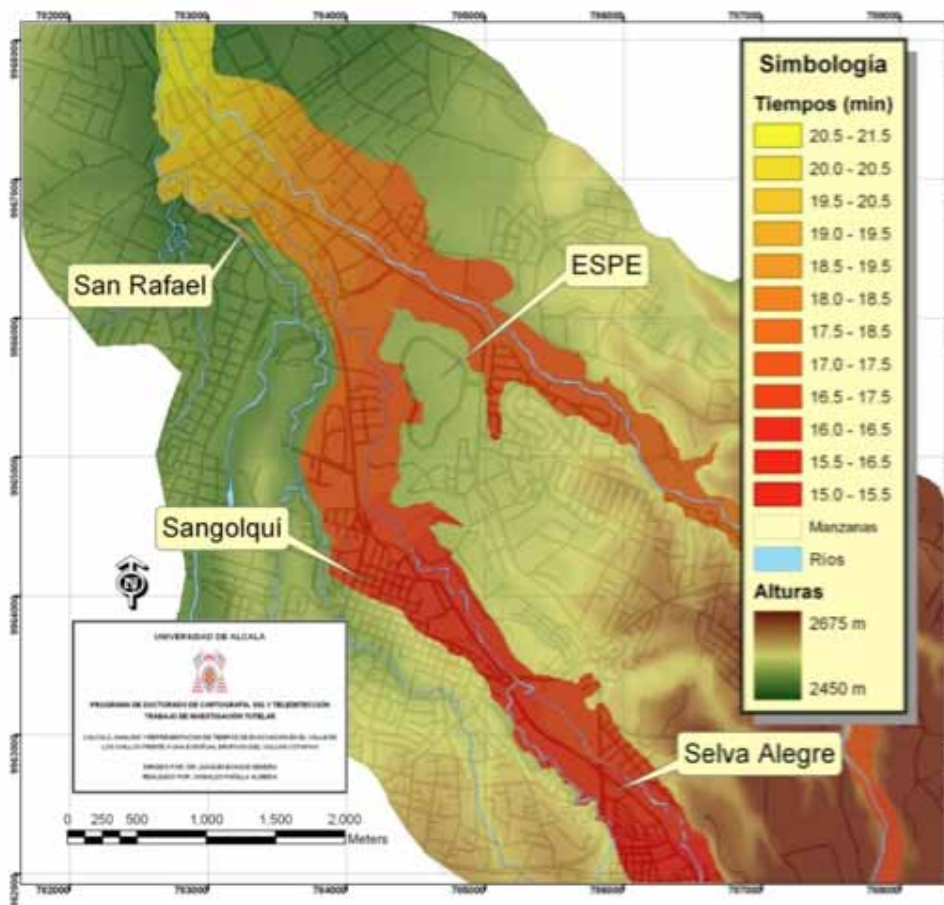


Fig. 3.5, Tiempos de Arribo de Primera Onda del Lahar (Variable continua de tiempo). Oswaldo Padilla

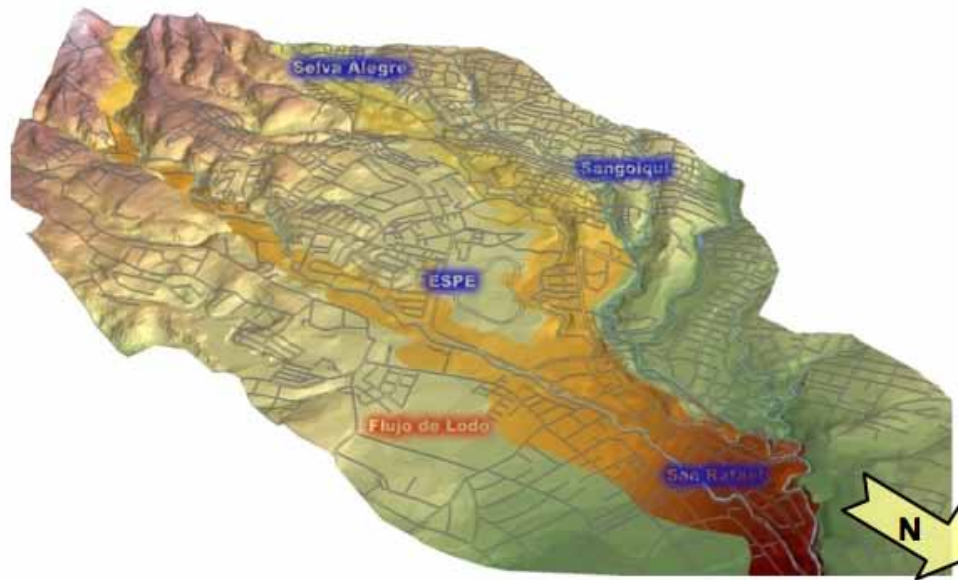


Fig. 3.6, Flujo de Lodo en caso de producirse una Erupción del Volcán Cotopaxi. Oswaldo Padilla

Esta base de datos de puntos sirvió para generar el Mapa de Tiempos de evacuación, el cual se calculó mediante el modelo de interpolación del inverso de la distancia (IDW), que en este caso da mejores resultados debido a que la variable que se necesita calcular debe tener una continuidad espacial o en este caso temporal, obteniéndose el Mapa de Tiempos de evacuación (fig. 4.3, 4.5, 4.6).

Con los mapas de Tiempos de evacuación y el de Tiempos de Llegada de la Primera Onda se obtuvo un mapa de diferencias de tiempos entre ambos. Todos los valores positivos indican zonas en la que los tiempos de evacuación son mayores a los tiempos de llegada de la primera onda (aún no se toma en cuenta el tiempo de aviso de la primera onda, sistema de alerta temprana). En el Mapa 6.6 se muestran las diferencias de tiempos, en el que están indicados sólo las zonas en la que los valores son positivos (áreas en conflicto) aunque debería tomarse un margen mayor considerando las áreas donde los valores se acercan a 0 (cero).

$$\begin{aligned} \mathbf{T_e - T_{po} \geq 0} & \text{ Zona en conflicto} \\ \mathbf{T_e - T_{po} \approx 0} & \text{ Zonas con tiempos aprox.iguales} \\ \mathbf{T_e - T_{po} \leq 0} & \text{ Zonas con tiempos de evacuación menores} \end{aligned}$$

Donde:

T_e corresponde a Tiempo de Evacuación

T_{po} corresponde a Tiempo de llegada de la primera onda

Para poder representar diferentes variables en un mismo espacio vectorial es necesario que se encuentren sobre el mismo plano (variables temáticas) o las mismas unidades (alturas). En este caso se buscaba representar en un espacio tridimensional básicamente dos tipos de variables diferentes: tiempo y alturas. Es claro que ambas se encuentran en escalas y unidades diferentes. Una solución simple de representación resultó en normalizar las variables (Gómez y Barredo, 2005). Esto permitió representar en una misma vista las variables de tiempo (minutos) y elevación (msnm).

c. Resultados, Dentro del área que cubre el flujo, se puede ver claramente la zona comprometida en la que principalmente se encuentra áreas urbanas y sitios de conglomerado poblacional como escuelas, colegios, fábricas, iglesias, el campus Politécnico de la ESPE, entre otros. Estos puntos se obtuvieron seleccionando mediante intersección de la cobertura de puntos de instalaciones públicas y la zona de evacuación.

Además se debe tener en cuenta que en el área viven aproximadamente 65.000 habitantes (según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, VI Censo de Población y V de Vivienda) por lo que se debe tomar como un parámetro más importante en el momento de modelar una posible evacuación.

ación. Una primera prueba del modelo, en la que se toma en cuenta sólo la distancia sin ningún tipo de valor de impedancia se muestra en el Mapa 4.4. Al hacer uso de las utilidades de visualización en 3D, se trató de contrastar los datos obtenidos, tiempos de evacuación, con los tiempos de llegada de la primera del flujo de lodo. En la Vista 3D 1 se aprecia el modelo digital del terreno con el flujo de lodo superpuesto sobre éste. En la Tabla 4.2 se muestra el DTM con el flujo de lodo desplegado como una variable tridimensional en el que las alturas corresponden a los tiempos de evacuación y los resultados obtenidos. Posteriormente se modificaron los valores de impedancia de la capa de ejes viales tomando en cuenta los valores de circulación en horas picos, tratando de simular una condición de movilización ordenada pero con las condiciones de evacuación de toda la población comprometida. Es interesante observar que los rangos de tiempos se incrementan llegando en algunas zonas a obtenerse valores superiores a 42 minutos (fig. 4.6, 4.7)

Se realizó la diferencia entre las variables de tiempo de llegada de la primera onda y la de tiempos de evacuación. El resultado se puede ver en el Mapa 6.6. Se calculó el área de los polígonos obtenidos, previa vectorización de las áreas, utilizando los datos de Sharon Murria (1998) se calculó un estimado de la población que se vería afectada en cada uno de estos polígonos identificados mediante el término ID en la Tabla 4.5:

De la tabla indicada y del análisis del Mapa obtenido se pueden encontrar un área extremadamente crítica, que se muestra en la Mapa 4.6.

Se pueden hacer algunas observaciones de la zona comprometida:

- Esta área corresponde a zonas urbanas altamente pobladas, y como se puede ver en los datos de la anterior tabla 4.2, afecta aproximadamente a más de 29000 personas. Además de las zonas residenciales, se encuentran zonas comerciales importantes, tres centros comerciales: el Mall del Río, Plaza del Valle y el más grande del Ecuador, el Hacienda San Luis.

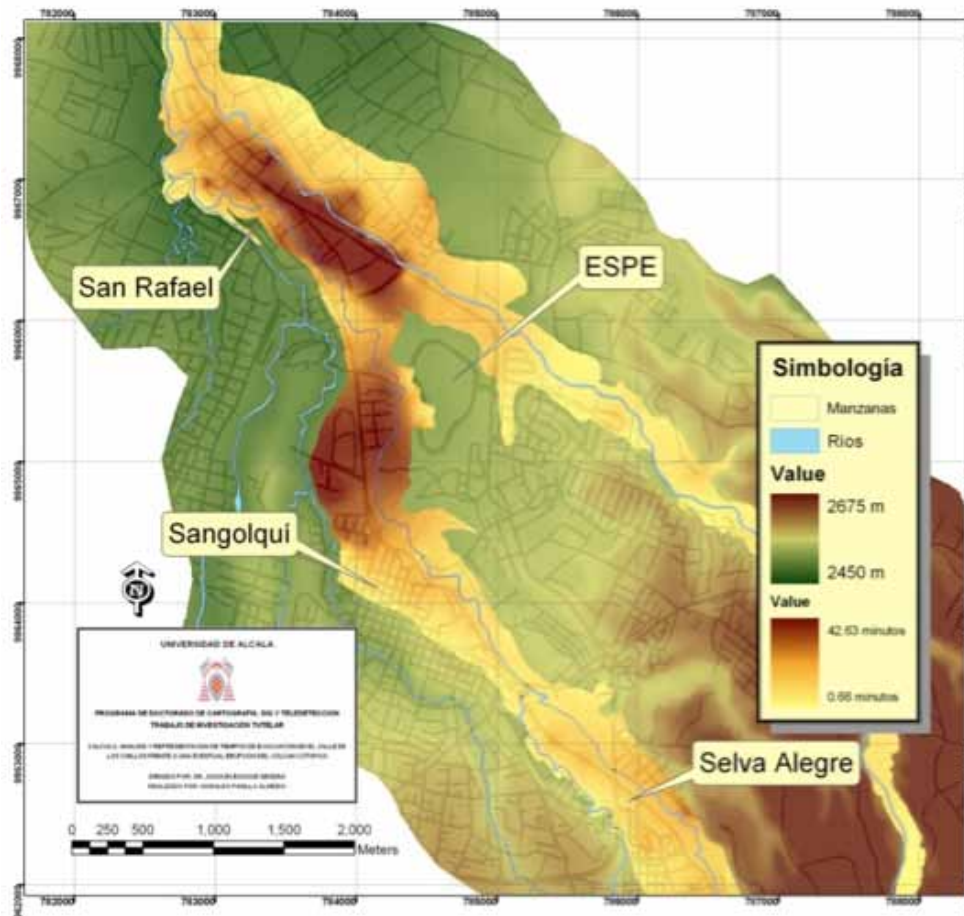


Fig. 3.7, Tiempos de Evacuación. Oswaldo Padilla

ID	Área (m2)	Perímetro	Residencias por Hectárea ⁵	Área (Ha)	Habitantes (Área x Res x 4)
					(Media de 4 per/familia)
1	67.17	37.38	57.4	0.0067	2
2	593812.36	4428.74		59.3812	13634
3	143.85	55.02		0.0144	3
4	669418.25	3424.52		66.9418	15370
5	5666.99	286.83		0.5667	130
Total Hab. =					29139

Tabla 3.1, Cálculo aproximado del número de habitantes afectados. Oswaldo Padilla

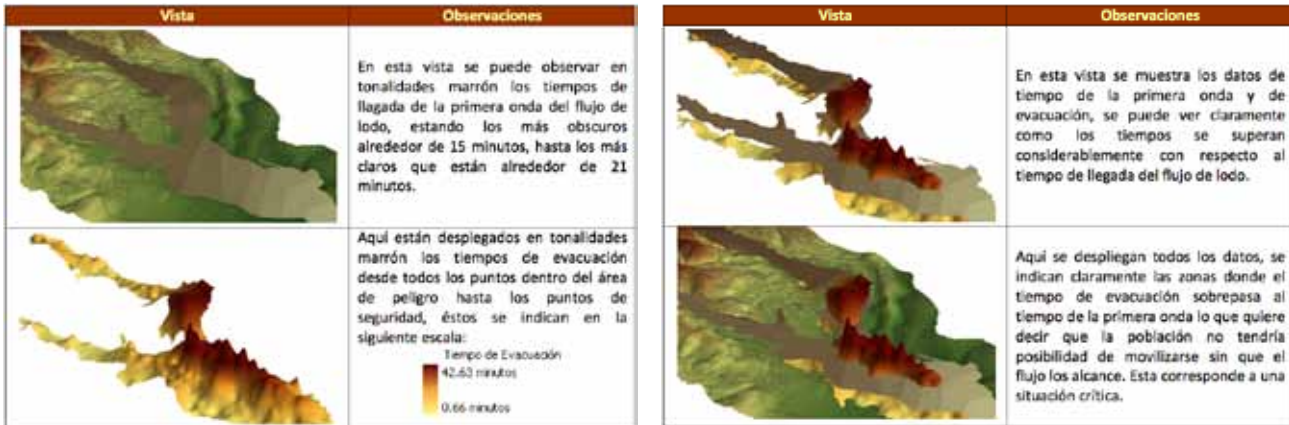


Tabla 3.2, Prueba del modelo. Nota: Para la representación de datos como tiempo y altura fue necesario normalizar los datos para poder ser desplegados en la misma vista 3D. Oswaldo Padilla

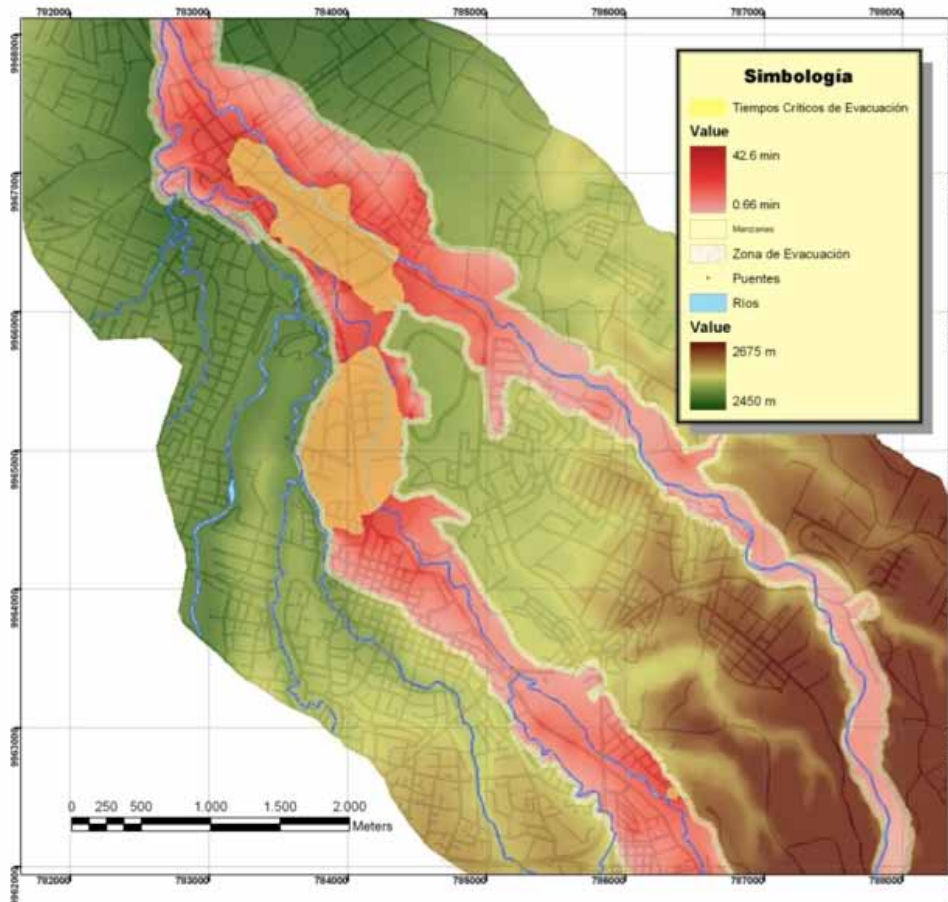


Fig. 3.8, Diferencias de Tiempos de Evacuación y de Primera Onda. Oswaldo Padilla

- En el de tiempos de arribo de la primera onda, se obtiene un tiempo de 15 minutos para la primera oleada, si se agregan los tiempos de aviso del Sistema de Alerta Temprana, que pueden estar entre 3 y 5 minutos, el tiempo de desplazamiento y evacuación de la población se ve reducida entre 10 y 12 minutos, lo que ampliaría la zona crítica de evacuación.
- El tiempo obtenido de evacuación se vería incrementado debido a que en la zona está comprometido una serie de instalaciones como colegios, centros comerciales y una de las universidades más grandes del país, la ESPE, si al evacuar en estos puntos se lo hace en forma desordenada.
- La zona dispone de una buena red vial pero que presenta algunos puntos con serios problemas de circulación como los siguientes: Puentes de dos carriles estrechos: Sangolquí, vía a Ushimana, vía al Tingo, vía a Conocoto, Capelo.

En la fig. 4.9 se muestran algunos de los puntos de evacuación y su correspondiente punto de seguridad, estos últimos ubicados en la periferia del flujo de lodo que se ve en tonalidad marrón. En líneas rojas se muestran los caminos más cortos calculados para cada punto de evacuación.

3.1.4 Conclusiones y Recomendaciones

- El estudio de análisis de redes para cuestiones de prevención de riesgo en caso de producirse cualquier tipo de desastre natural es nuevo pero representa un potencial que debe tomarse en cuenta. Aunado a otras técnicas de procesamiento geoinformático, tiene un gran futuro.
- En cartografía se han creado diversas formas de representar la superficie terrestre y los diversos fenómenos que ocurren sobre ella de diversas e ingeniosas formas. Estas formas de representación son usadas primero para desplegar diversas variables temáticas así como para su interpretación y entender como se interrelacionan en el desarrollo de un fenómeno en función de esas variables. La representación de datos no es simplemente para desplegarlos en un papel o en la pantalla de un

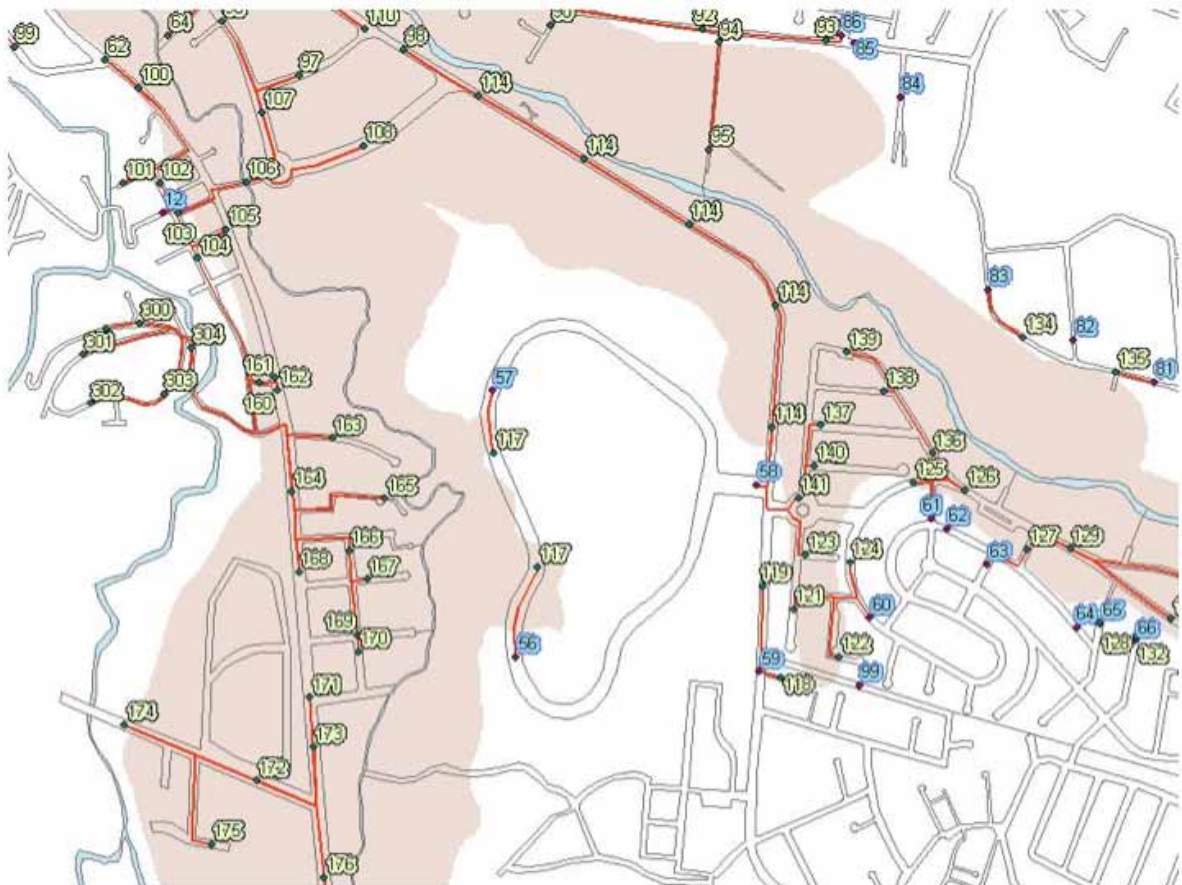


Fig. 3.9, Puntos georeferenciales del peligro de como es la seguridad alrededor del Campus ESPE. Oswaldo Padilla

computador, principalmente es visualizar y dar una solución a un problema espacial, para tomar una decisión.

- El uso de herramientas de simulación es una alternativa a simulaciones de evacuación reales con población, que permite crear diferentes situaciones, identificar problemas y dar soluciones, siendo finalmente una alternativa mucho más viable y económica, que no provoca situaciones de estrés en la población asociados a simulaciones reales.
- Lo fundamental para crear un modelo lo más real de una red consiste en entender la relación entre las características de los sistemas físicos de la red y la representación espacial de esas características al lado de los elementos del modelo de la red. La eficacia y la validez del modelo dependerán de cómo la red se puede acoplar en la forma más exacta posible para emparejar la red verdadera al modelo que representa.
- El presente trabajo pretende ser un apoyo a la gestión de los planes de evacuación que se den en la zona en cuestión. Los SIG son una gran herramienta de apoyo; por ejemplo, en el caso particular del proyecto se ha podido localizar graves problemas al producirse un evento como una erupción volcánica. Pero esto es lo que prácticamente enriquece el uso de herramientas geoinformáticas, el de tomar una decisión clara y concisa con el apoyo técnico y fundamentado de los SIG, pero más que todo está orientado a preservar los bienes de los habitantes y lo más importante su vida.
- Posteriormente sería recomendable, en una segunda fase del proyecto, determinar los valores de población movilizada a cada punto y de éstos a los sitios de albergue para así determinar la capacidad de acogida y los recursos necesarios para mantener a la población en lo que se estima sería un periodo de no más de 48 horas, hasta su evacuación.

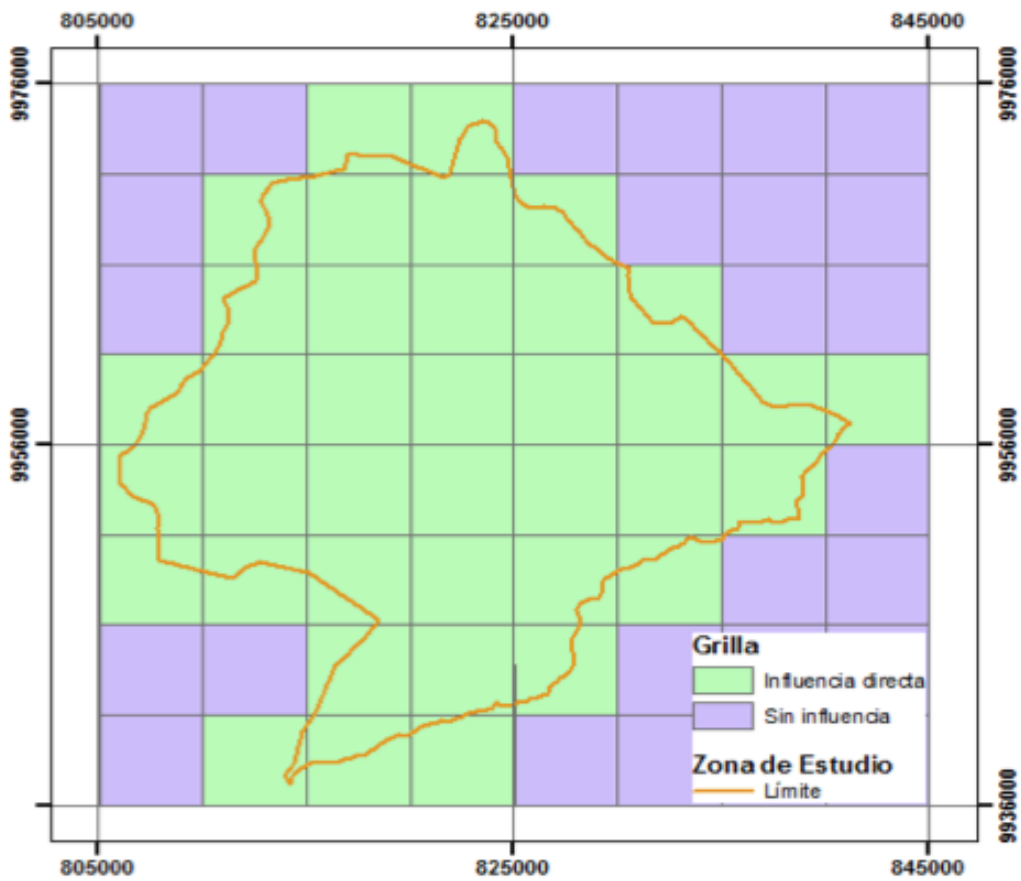


Fig. 3.10, Malla de 5000 m. sobre el área de estudio. Oswaldo Padilla

3.2 Análisis y modelamiento de susceptibilidad a deslizamientos mediante SIG, modelamiento de variables espaciales y lógica Fuzzy en las parroquias de Papallacta y Cuyuja, cantón Quijos

3.2.1 Antecedentes

Durante los últimos años el estudio de los deslizamientos han cobrado mayor importancia, puesto que son considerados como uno de los peligros geológicos que generan grandes pérdidas, tanto humanas como de bienes, (Toulkeridis, 2008) realizándose modelos probabilísticos de deslizamientos en varias zonas de estudio, sin embargo en muchos casos, sobre el modelamiento de deslizamientos existen nuevos modelos que han sido realizados sin una adecuada validación, y su comportamiento con nuevos datos.

3.2.2 Información y datos

Al realizar el estudio de la susceptibilidad del terreno a deslizamientos es necesario recopilar información existente, generar aquella que falta y analizarla; facilitando de esta forma la organización y actualización de datos en la zona de estudio.

La información recopilada en diferentes instituciones fue:

- Cartas topográficas escala 1:50000 en el sistema de referencia PSAD56 coordenadas de referencia UTM 17S, que corresponden a: Oyacachi (ÑIII-B4), Papallacta (ÑIII-D2), Laguna de Mica (ÑIII-D4), y Baeza (OIII-C1). En formato digital (escaneadas en formato TIFF), y en físico.
- Fotografías aéreas correspondientes a la línea de vuelo A-30C R-43 y A-31C R-54, que pertenecen al laboratorio de Fotointerpretación de las CIGMA.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
dst_antr (Distancia a vías de comunicación)	La influencia antrópica, principalmente de vías, ha inestabilizado al terreno, provocando pequeños o grandes deslizamientos, ocasionando que mientras más cerca se encuentre a esta variable la probabilidad de ocurrencia del evento aumenta, cuanto más lejos esta probabilidad disminuye.
dst_fallas (Distancia a Fallas geológicas)	Las fallas geológicas provocan que el terreno se encuentre o no, en un movimiento, ya sea lento o violento; mientras más cerca a esta variable, la probabilidad de movimiento del terreno aumenta, pero esta disminuye mientras más lejos esté.
dst_hidr (Distancia a recursos hídricos)	La erosión causada por los diferentes recursos hídricos, con el tiempo inestabiliza el terreno, siendo más probable la ocurrencia de deslizamientos, cuanto más cerca se esté del recurso, y disminuyendo cuanto más lejos esté.
ind_rest (Índice de resistencia de la roca a la erosión)	La resistencia de la roca a la erosión, tiene una relación indirectamente proporcional, a la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento, ya que mientras más resistente sea esta, menos probable es la ocurrencia del evento.
ind_prot (Índice de protección de la cobertura vegetal)	Las raíces de una cobertura vegetal, actúan como malla protectora para la estabilidad del terreno, teniendo una probabilidad mayor de ocurrencia del evento, cuanto menos índice de protección exista en la zona.
pend_grd (Pendiente en grados)	Mientras mayor pendiente exista en un terreno, la probabilidad de ocurrencia, de pequeños o grandes deslizamientos, aumenta, ocasionando una relación directamente proporcional a la ocurrencia del evento.
Precs (Precipitación en mm/año)	El terreno, a la constante influencia del agua lluvia, pierde su estabilidad, siendo esto directamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos.

Tabla 3.3, Variables Utilizadas. Oswaldo Padilla

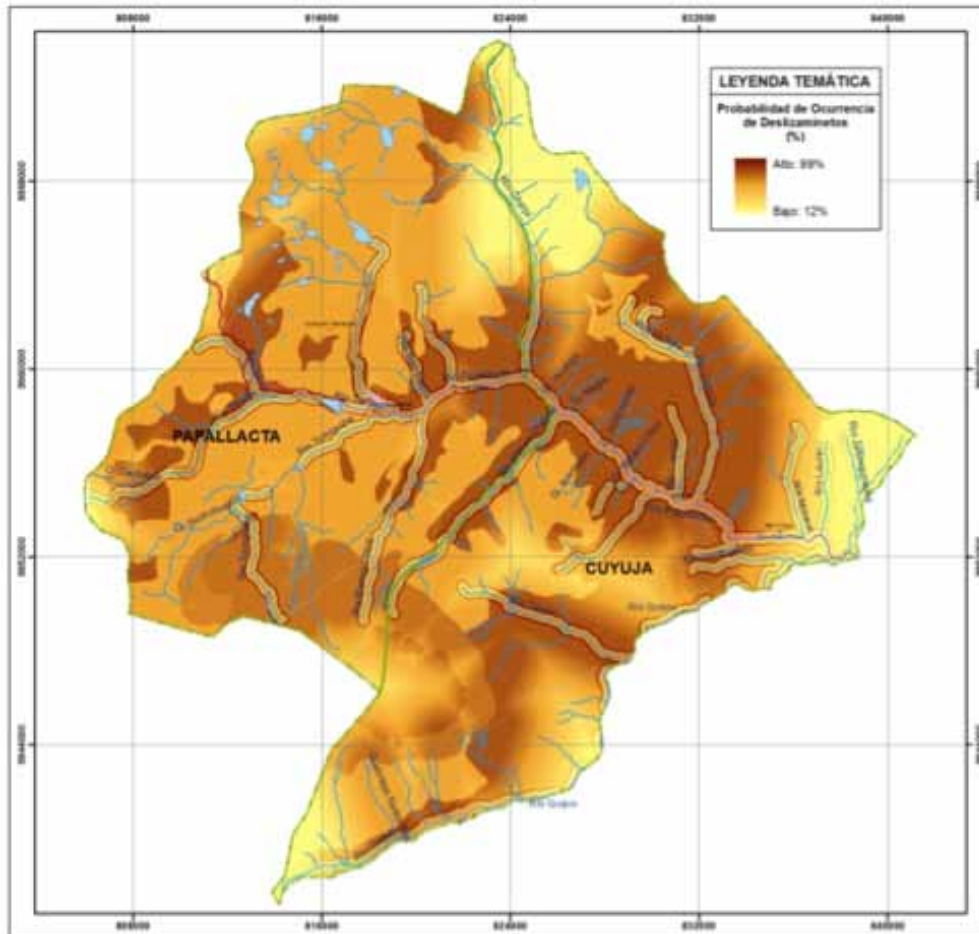


Fig. 3.11, Modelo de deslizamientos utilizando regression multiple. Oswaldo Padilla

- Imagen satelital landsat7 (ETM+), correspondiente a la zona P10-R60, de 1999 y 2001. Adquiridas de forma gratuita de la página de ESDI (Earth Science Data Interface) at the Global Land Cover Facility

3.2.3 Determinación de Puntos de Muestra.

Se dividió al terreno mediante una grilla de 5000x5000 metros (Fig. 4.10); con la ayuda de las fotografías aéreas fueron localizadas zonas visibles, susceptibles a deslizamientos en cada zona marcada por la grilla; abarcando sitios propensos donde pueda producirse eventos de movimientos de masa. Con estos antecedentes, se estableció puntos en el terreno susceptibles a deslizamientos, para luego ser comprobados mediante salidas de campo.

3.2.4 Análisis de variables

Para determinar las variables que intervienen en el análisis, se tomó en cuenta eventos históricos, criterios técnicos, zona de estudio, y la disponibilidad de información; obteniendo datos que permitan analizar de la mejor forma la susceptibilidad del terreno a deslizamientos.

Analizando únicamente la intervención de cada variable, en el análisis de susceptibilidad, se obtuvo las siguientes variables, permitiendo conocer cómo afecta cada una de ellas al análisis.

3.2.5 Modelos de probabilidad

Utilizando las variables anteriormente mencionadas se realizó diferentes modelos de probabilidad del terreno a deslizamientos, como:

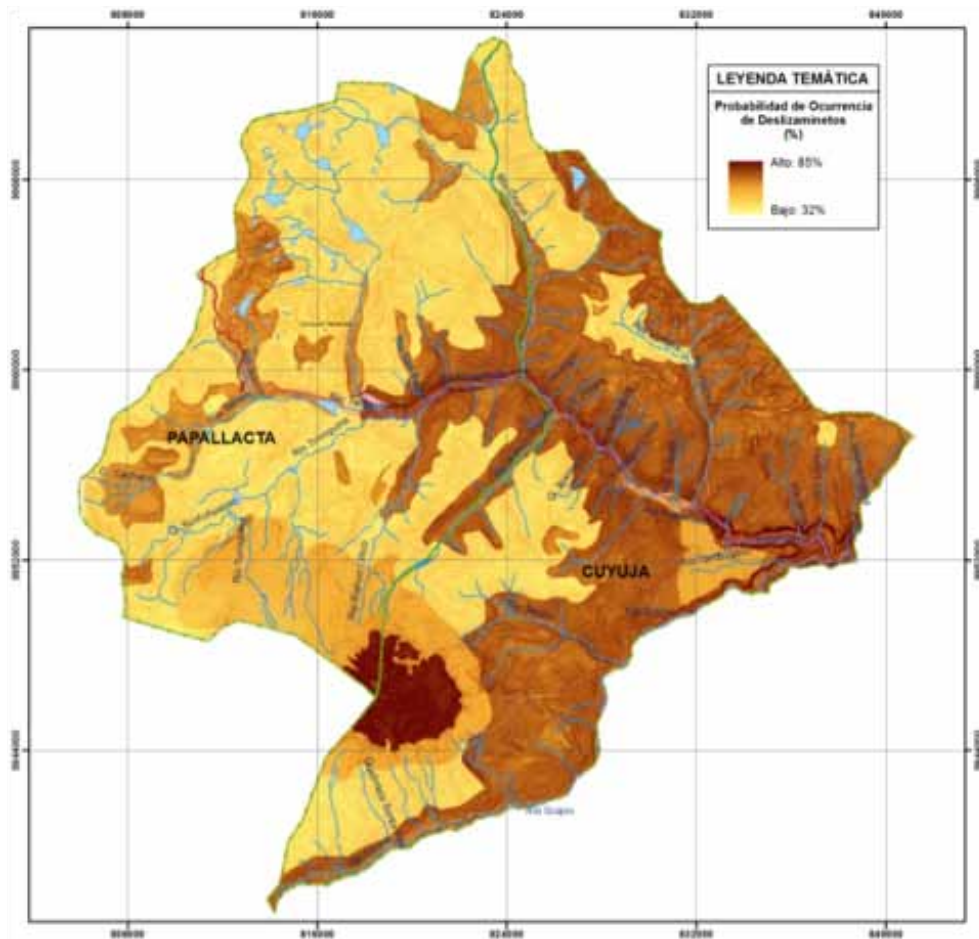


Fig. 3.7, Modelo de deslizamientos utilizando MARS. Oswaldo Padilla

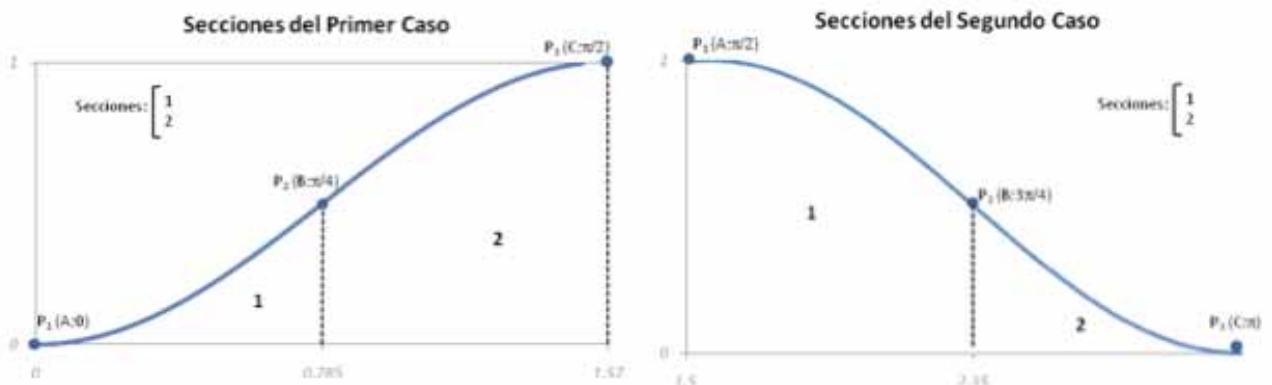


Fig. 3.8, Primer análisis utilizando metodología fuzzy. Oswaldo Padilla

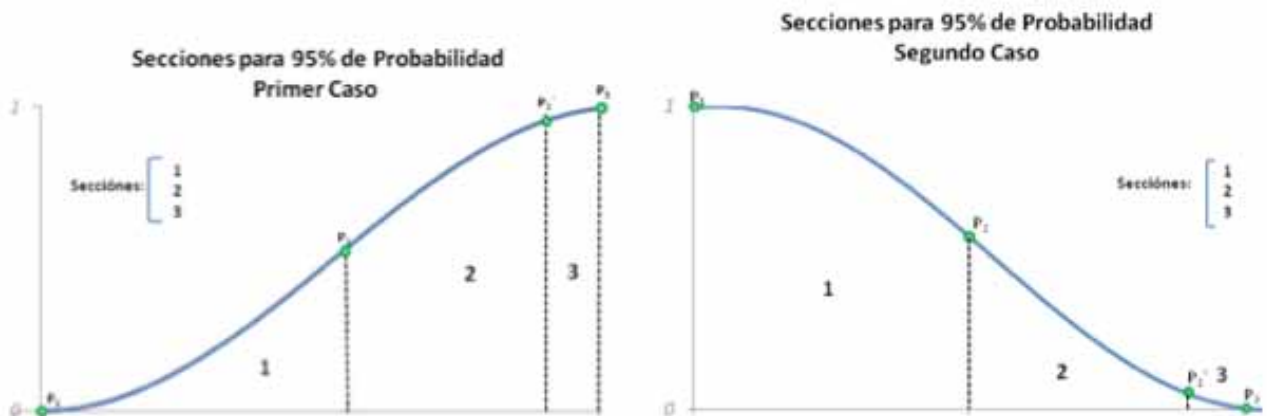


Fig. 3.10, Segundo análisis tomando el 95% de los datos. Oswaldo Padilla

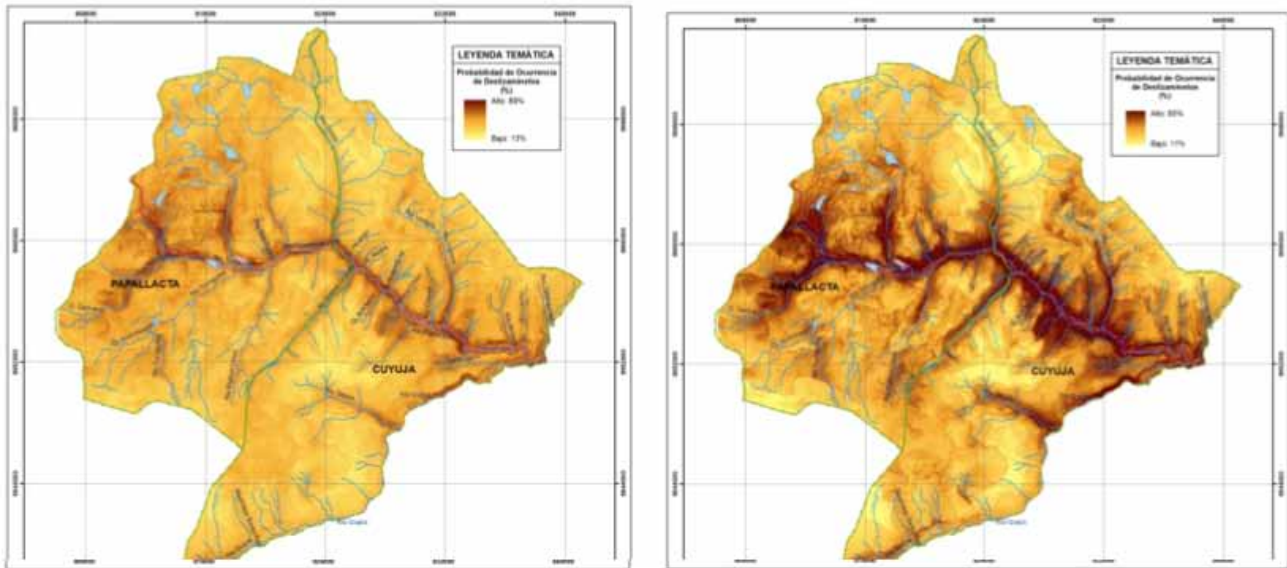


Fig. 3.9, Modelo Fuzzy con el 60 percentil y 80 percentil. Oswaldo Padilla

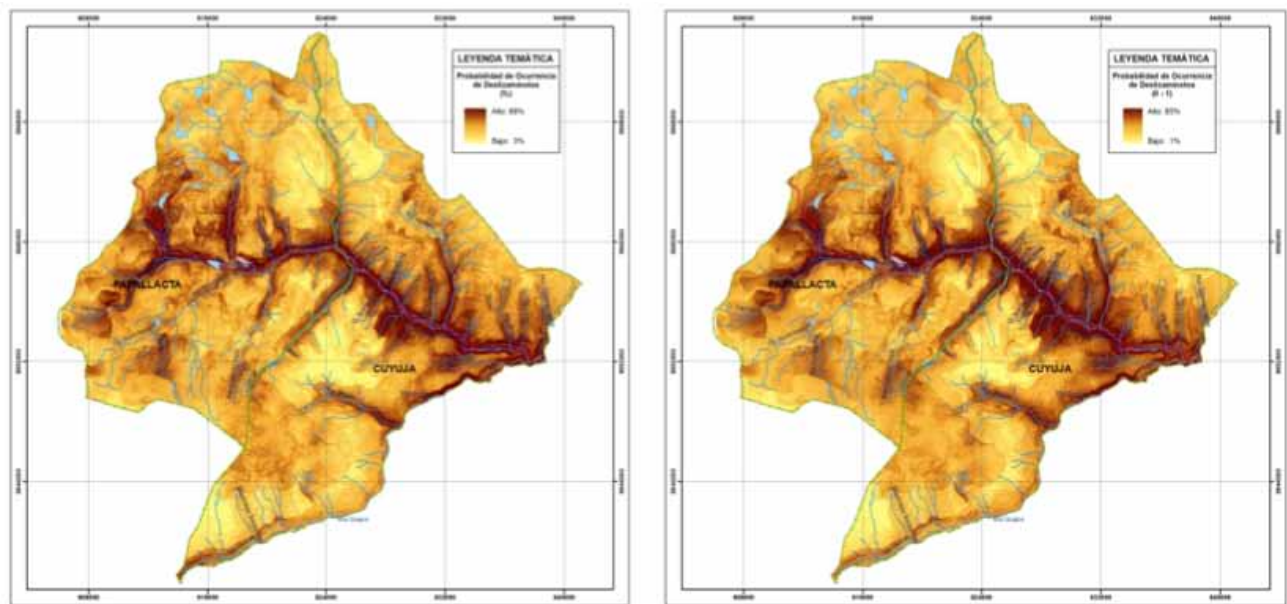


Fig. 3.11, Modelo Fuzzy con el 60 percentil y 80 percentil. Analizando el 95 % de los datos. Oswaldo Padilla

	Fuzzy con 60	Fuzzy con 80	Fuzzy con el 95% de	Fuzzy con el 95% de	MARS	Regresión
	Modelo1 Fuzzy con 60 percentil	Modelo2 Fuzzy con 80 percentil	Modelo3 Fuzzy con el 95% de datos al 60 percentil	Modelo4 Fuzzy con el 95% de datos al 80 percentil	Modelo5 MARS	Modelo6 Regresión
Error	0.680	0.629	0.559	0.583	0.658	0.768
Coef de correlacion	0.574	0.653	0.739	0.712	0.611	0.381
Estadístico f	0.3945	0.6338	0.8726	0.6442	1.8107	0.5945
R2	0.200	0.315	0.459	0.412	0.252	0.145

Tabla 3.4, Análisis estadístico de modelos. Oswaldo Padilla

- **Regresión**, Se utilizó la regresión múltiple que es una extensión de la regresión lineal basándose en la ecuación:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + e.$$

Dando como resultado la ecuación:

$$MD = 0.685 + 0.002 (Pend_grd) - 0.055 (Ind_prot) - 0.350 (Ind_rest)$$

- **MARS**, Utilizando la técnica Multivariate Adaptive Regression Splines, se obtuvo la ecuación:

$$\begin{aligned} BF3 &= \max(0, dst_fallas - 683.520); \\ BF6 &= \max(0, dst_hidr - 230.490); \\ BF8 &= \max(0, dst_hidr - 176.780); \\ BF10 &= \max(0, dst_hidr - 291.550); \\ BF14 &= \max(0, ind_rest - 0.300); \end{aligned}$$

$$Y = 0.577 - .263154E-03 * BF3 - 0.019 * BF6 + 0.012 * BF8 + 0.007 * BF10 - 0.590 * BF14;$$

- **Análisis Fuzzy**, La lógica difusa puede usarse para explicar el mundo real, puesto que sigue el comportamiento humano de razonar, sacando conclusiones a partir de hechos observados; esto incluye sistemas lógicos que admiten varios valores de verdad posibles, permitiendo representar de forma matemática conceptos o conjuntos imprecisos. Basándose en la curva seno cuadrado como función de pertenencia; se tiene varios casos posibles, con sus correspondientes funciones de pertenencia, a las cuales las variables pueden ajustarse. Esta metodología se basa en el análisis y selección del caso particular de cada variable que interactúa con el fenómeno o evento (“Fundamento Teórico para Modelización de Variables Mediante Operadores Difusos”, Padilla, Oswaldo - 2008). Para esto se analiza dos posibles casos, que dependerá según el comportamiento de la variable en el fenómeno a estudiar.

Primer análisis

Se lo realiza tomando los puntos de inflexión de la curva seno², utilizando en estos puntos un 60 y 80 percentil de los datos de la variable, dividiendo a la curva seno² en dos secciones (Fig. 4.11):

A à valor mínimo de los datos obtenidos de cada variable.

B à valor del percentil de cada variable.

C à valor máximo de los datos obtenidos de cada variable.

Segundo análisis

Se toma como base el primer análisis, pero aumentando un punto en la curva seno² que representa tomar el 95% de los datos de la variable a ser estudiada, para esto se obtiene el valor de α de la ecuación $seno^2(\alpha) = 0.05$

A à valor mínimo de los datos obtenidos de cada variable.

B à valor del percentil de cada variable.

C à valor máximo de los datos obtenidos de cada variable.

D à valor correspondiente al 95% de los datos a ser modelados.

- **Análisis de modelos**, De acuerdo al análisis estadístico se puede observar que los modelos 3 y 4, se adaptan mejor a la realidad del terreno representando los modelos fuzzy una mejor alternativa para analizar fenómenos naturales.

Al realizar la prueba de hipótesis (fisher) se puede observar que todos los modelos de acuerdo a las variables utilizadas representan el fenómeno de deslizamientos, pero cada uno a su manera, se puede evidenciar que la hipótesis nula es aceptada, es decir que la variabilidad de los modelos se asemeja a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno de deslizamientos.

3.2.6 Conclusiones

- Los modelos Fuzzy se asemejan de mejor forma a la realidad del terreno, mostrando zonas susceptibles a movimientos de masa en los sectores de las vías, esto se debe a la intervención antrópica, que causa inestabilidad de taludes y pérdida de la cobertura vegetal. Como se puede observar en la fotografía, en la vía Papallacta-Baeza cerca al sector sur-este de la laguna Papallacta, la inestabilidad del talud es evidente, poniendo en peligro la torre eléctrica que se puede observar en la esquina superior derecha, lo que afectaría la línea eléctrica del sector, poniendo en riesgo el tránsito y personas que circulan por el lugar.
- El modelo realizado en MARS, muestra de mejor forma la geología de la zona, en estudios posteriores se puede comprobar si utilizando la misma metodología, y el mismo número de puntos, en otro sector de la cordillera, da los mismos resultados, obteniendo así un mapa geológico preliminar, como ayuda de campo
- Los modelos Fuzzy, muestran el comportamiento de todas las variables con relación a la ocurrencia del fenómeno de deslizamientos, mostrando resultados más confiables, tanto matemáticamente (mediante las pruebas estadísticas), como ciertos sectores que fueron verificados en campo
- La metodología Fuzzy se presenta como una técnica alternativa y más eficiente en el modelamiento de deslizamientos de la zona estudiada

3.3 Geoportales

La utilización de la Información Geográfica (IG) continúa aumentando y cada vez se reconoce más su importancia para la toma de decisiones tanto en la parte pública como en la privada. En este contexto, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), que son un conjunto de datos, metadatos, tecnologías, estándares, normas y políticas sustentadas en una estructura organizativa, ofrecen un acceso a la IG más actualizada a través de portales especializados llamados genéricamente “geoportales”. Éstos están disponibles en Internet y son la puerta de entrada a las IDE. La disponibilidad de estos geoportales no resulta suficiente para la toma de decisiones si no respetan los estándares de usabilidad para que distintos tipos de usuarios (geoexpertos y no-geoexpertos) puedan utilizar la IG disponible en los mismos.

Palabras clave: Información Geográfica (IG), Geoportales, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), usabilidad, geoportales de emergencias

2.3.1 Introducción

“Todo ocurre en algún sitio”. Con esta tautología comienza el informe de las Naciones Unidas (UN-GGIM, 2013) que trata de predecir las tendencias de la información geoespacial en los próximos 5-10 años. Y no es vacua esa evidencia. También hace veinte años las cosas ocurrían en algún lugar; lo nuevo es que hoy *“todo ocurre en algún sitio y es susceptible de ser registrado”*.

La importancia de la afirmación estriba en la capacidad actual para almacenar los fenómenos añadiéndoles su ubicación.

Hoy se habla del *“Internet de las cosas”* (1) en el que los objetos generan datos que informan de su estado al usuario. Incluso a veces, como en el caso de los portadores de teléfonos celulares, los datos se proporcionan de manera involuntaria. No hace falta mucha imaginación para darse cuenta de la magnitud de datos susceptibles de ser almacenados.

Ese crecimiento exponencial de datos geolocalizados tendrá influencia en la toma de decisiones en la mayoría de los campos de la actividad humana, ya sea por los datos tomados de forma activa, por medio de microsensors con funciones de los sistemas de navegación por satélite que ya comienzan a aparecer (teléfonos, sensores de movimiento, de sonido, de alarma, de consumo) (López, 2012), como de forma pasiva, por ejemplo, mediante la generación de información por medio de las redes sociales. Toda esta información, podrá ser visualizada en forma de capas de mapas en sistemas cartográficos (Pascual, 2012), de manera que podrán superponerse a la información básica topográfica y visualizarse ambas, pudiendo tomarse decisiones sobre aspectos que antes no eran fáciles de representar ni de visualizar.

La multiplicidad de datos disponibles obligará a desarrollar sistemas “entendibles” por los humanos, de manera que los de datos transformados en gráficos, sean fáciles de entender. Y no sólo eso, sino que el uso de esa información obligará a tener en cuenta las limitaciones del entendimiento humano para comprender la información y gestionarla, por lo que deberán desarrollarse sistemas fácilmente usables (Brown, 2010, 2012). En el caso de las situaciones de riesgos naturales, este panorama de (a) objetos sensorizados enviando información instantánea sobre fenómenos naturales (fuegos, temblores, terremotos, volcanes, inundaciones, tsunamis, etc.), (b) de almacenes de información acumulando esa información y organizándola y (c) de sistemas gráficos que en base a esa información almacenada generen soluciones cartográficas como respuesta a una alarma, hace sospechar que será necesario una formación multidisciplinar que desarrolle sistemas e interfaces adecuados para el uso ubicuo de esa información que hasta el momento están poco desarrollados (Harding, 2013) .

El objetivo de este capítulo es divulgar, a grandes rasgos, la importancia que tendrá en este futuro próximo, la implantación de herramientas denominadas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), que permiten obtener, de manera ubicua, la información geográfica generada por las diferentes organizaciones (estatales o no estatales) y la necesidad de que esas herramientas sean usables para el gran público y en especial en sistemas de emergencias. Tras esta introducción que ha tratado de explicar la importancia de los datos geográficos, y con objeto de dar una panorámica sobre el acceso a datos en situaciones de emergencias, se definirá lo que son las IDE y posteriormente se tratarán los geoportales, como puerta de acceso a ellas. Puesto que es crítico que el usuario comprenda la estructura de esos geoportales y pueda llegar a utilizar la información que está disponible y accesible, se hará hincapié en la necesidad de aplicar los principios de la usabilidad a los geoportales. Finalmente se pondrá el ejemplo de cómo actúan hoy los geoportales de las instituciones relacionadas con la protección ciudadana frente a riesgos naturales y un pequeño ejemplo de cómo deberían actuar para que fueran más útiles al público en general.

3.4 El acceso a la Información Geográfica (IG)

La IG es la información relacionada con objetos o fenómenos que están asociados con una localización referida a la superficie de la Tierra (2) . Hasta los inicios del siglo XX, la IG se conseguía por métodos descriptivos (historias, relatos, anotaciones) y por métodos topo-geodésicos basados en medidas directas (cintas, cuerdas, cadenas) o métodos indirectos basados en instrumentos ópticos (teodolitos, brújulas, niveles, sextantes). Con esos instrumentos se realizaron los mapas nacionales, orgullo de los países. La fotografía métrica terrestre y fundamentalmente su posterior perfeccionamiento en la fotografía aérea con capacidades métricas (fotogrametría) ampliaron tanto la velocidad de captura de datos como la precisión. La llegada de los primeros satélites artificiales en la década de los 60 del siglo XX, no solo con sus instrumentos fotográficos y captura de imágenes, tanto en la banda del espectro visible como en otras bandas no visibles (infrarroja, ultravioleta, térmica), con la tecnología que se conoció como Detección Remota o Teledetección, la información sobre la Tierra y el acúmulo de información disponible se multiplicó vertiginosamente potenciando el estudio de la variable tiempo aplicada a la geoinformación. El siguiente paso cuantitativo en cuanto a la captura de IG se da con la implantación de los sistemas de posicionamiento basados en satélites. También en mitad de los años 60 del siglo pasado, se inicia la puesta en órbita de una constelación de satélites que proporcionaban con una gran precisión la ubicación de objetos que dispusieran de un sistema de comunicación compatible

con esa constelación. Hoy todos los smartphones y muchos objetos que nos rodean (vehículos, sensores de alarma, medidores de energía, etc.) pueden disponer de esa característica que han pasado a ser colaboradores en la captura de IG. Muchas otras tecnologías actuales de captura como los escáner tipo LIDAR y las tecnologías relacionadas con la gestión de esa información, nos permiten disponer de una inimaginable cantidad de IG (Plata, 2011).

Hasta hace menos de veinte años, esa información se quedaba almacenada en las instituciones que la recogían y cuando eran compartidas con otras instituciones (si es que lo eran) era mediante pagos o convenios. No existía una filosofía de “compartir” la información ni con los de dentro de las fronteras ni menos con los de fuera. Se daba el caso de instituciones del mismo Estado que “no se hablaban” y cada cual generaba su propia información con la consiguiente duplicación y a veces triplicación de gastos y datos (Rodríguez, 2011).

La aparición de Internet y su expansión a partir de la década de 1990, el convencimiento de que había que compartir con los vecinos la información disponible para solucionar problemas comunes (migraciones de aves que pueden ser vectores de enfermedades, aguas comunes, lluvias ácidas que no saben de fronteras), y la posibilidad de compartir mediante las redes de comunicación los datos, impulsaron la idea de compartir la información y de homogeneizar globalmente procesos y geotecnologías. Comenzó un proceso de establecimiento de estándares de la IG, de creación de herramientas tecnológicas y de firmas de acuerdos políticos con objeto de hacer que la IG fuese interoperable y fuese fácilmente compartida globalmente. La creación de estándares, gracias a la Organización ISO por medio de la norma ISO TC211, los trabajos del Open Geospatial Consortium (OGC) en pos de dotar de interoperabilidad a la IG para que fuese entendida por cualquier sistema cartográfico, y los esfuerzos de Organizaciones Internacionales como GSDI a nivel global, INSPIRE en Europa, IPGH en las Américas, pusieron los cimientos para la creación y establecimiento de lo que se conoce como Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE o SDI en su acrónimo sajón). En el mundo de la IG, este concepto de información distribuida y compartida ha sido un punto de inflexión para la globalización en la toma de decisiones (Longley, 2005).

3.5 Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) son un conjunto de tecnologías, estándares y acuerdos políticos que facilitan el acceso e intercambio de la IG (Nebert, 2004). Son una respuesta concreta a la demanda y necesidades expuestas desde distintos ámbitos (público y privado), de acceso ubicuo a IG generada en organismos oficiales del estado (catastro, medio ambiente, educación, etc.) que debe ser de la mayor calidad y actualidad posible, de fácil acceso y que se pueda integrar con otra información proveniente de otro lugar.

El Recetario IDE, una traducción del documento SDI CookBook, V.2 (Nebert, 2004), intenta dar una explicación más concisa del concepto de IDE y afirma que es una “plataforma” en Internet que:

- a. Incluye datos y atributos geográficos,
- b. Aporta documentación suficiente sobre esos datos (metadatos),
- c. Dispone de un medio para localizar, visualizar y valorar los datos (catálogos)
- d. Dispone de algún método para acceder a los datos geográficos localizados.
- e. Proporciona servicios para utilizar aplicaciones con los datos.
- f. Exige la existencia de acuerdos organizativos necesarios para coordinarla y administrarla a escala regional, nacional y transnacional

En la Directiva Europea INSPIRE, por la que se establece una IDE en la Comunidad Europea (2007), se expresa en el Artículo 3 del Capítulo I (Disposiciones Generales) que se entenderá por IDE “al conjunto de (a) metadatos, conjuntos de datos espaciales y los servicios de datos espaciales; (b) los servicios y tecnologías de red; (c) los acuerdos sobre puesta en común, acceso y utilización; y (d) los mecanismos, procesos y procedimientos de coordinación y seguimiento ...”

Así mismo se detallan los componentes que constituirán la misma, delimitando su alcance, así como la correspondiente definición de cada uno de ellos:

- Conjunto de datos espaciales: recopilación identificable de datos espaciales.
- Metadatos: comprenden la información que describe los conjuntos y servicios de datos espaciales, permitiendo localizarlos, inventariarlos y utilizarlos.
- Servicios de datos espaciales: las operaciones que pueden realizarse a través de aplicaciones informáticas sobre los datos espaciales.
- Servicios y tecnologías de red: servicios y aplicaciones tecnológicas que permiten acceder a los datos espaciales.
- Acuerdos institucionales para la puesta en común, acceso y utilización de los datos espaciales.
- Mecanismos y procedimientos de coordinación y seguimiento.

La diversidad de definiciones que se encuentran de IDE se caracterizan por orientarse, de forma homogénea, hacia un espíritu colaborativo, para fomentar la interoperabilidad de datos y sistemas y construirse en base a los mismos componentes, aunque se afirma (Groot, 2000) que el concepto de IDE va más allá que el conjunto de sus componentes. La interoperabilidad trata también sobre la forma en la que éstos deben combinarse, integrarse y coordinarse, lo cual resulta fundamental para proporcionar IG consistente a los usuarios. Creemos que la definición de que una IDE es “una iniciativa que trata de responder a la necesidad de cooperación entre diferentes usuarios y productores de datos espaciales para proporcionar los medios y el entorno que permitan su compartición y desarrollo, teniendo como objetivo último promover el desarrollo económico, estimular una mejor administración y fomentar la sostenibilidad ambiental“ (Williamson, 2003), es una definición sencilla y adecuada.

3.6 Geoportales IDE

Para poder acceder de forma ubicua a la información geográfica que está almacenada en las bases de datos gubernamentales y compartirla, debe existir un sistema de comunicación que lo permita e Internet, por su flexibilidad, resulta ser el soporte más adecuado (Capdevilla, 2004). Por su naturaleza, Internet proporciona a las IDE una arquitectura organizada de forma distribuida (CCE, 2009), que garantiza el acceso del público a la IG a través de los servicios que pueden ofrecerse a través de la red. Estos servicios (Servidores de Mapas, Servidores de Objetos, Catálogos de información Geográfica, etc.) se desarrollaron por una comunidad internacional denominada Open Geospatial Consortium



Fig. 3.12, A la izquierda la página web de entrada a un Geoportal que es como la puerta de entrada a una geoinstitución. A la derecha el escaparate o vidriera de una tienda de cartografía. Ambas cumplen la misión de invitar a entrar para curiosear... y para comprar.

(OGC) (3) que buscaba la incorporación del concepto “interoperabilidad” en la información geográfica pues el intercambio de esa información tenía serias dificultades debido a la ausencia de estándares. A este respecto, se define la interoperabilidad como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada (IEEE, 2009)

La arquitectura informática que permite acceder a través de Internet a los distintos servicios OGC, se concreta en un portal web, que al dar acceso a datos y servicios geográficos, recibe el nombre de “Geoportal”.

3.6.1 ¿Qué es un geoportal?

Un geoportal es el “escaparate o vidriera” y la puerta de entrada, que tienen en Internet las instituciones relacionadas con la IG, a través del cual se pone a disposición de los ciudadanos los datos e información generada por las mismas (Fig. 3.12). En ese espacio virtual el usuario puede localizar datos y servicios a partir de catálogos; visualizar mapas e interactuar con ellos; descargar conjuntos de datos e incluso procesar la información. Sus orígenes podemos encontrarlos en los desarrollos de MapQuest (4) comprado en 1999 por AOL o el de MapBlast (5) hoy en manos de Bing (Tait, 2005).

Diferentes definiciones intentan concretar lo que es un “geoportal” sin que conozcamos que alguna de las organizaciones más relevantes en el entorno de la IG hayan dado una definición que sea aceptada de forma global, aunque algunos trabajos (Ash, 2009) hayan intentado establecerla.

La Directiva INSPIRE dispone de una definición de geoportal diciendo que “Inspire geo-portal means an Internet site or equivalent, providing access to the services referred to in Article 11”(6). Este Artículo 11, obliga a los miembros europeos a establecer y operar una red [en Internet] con servicios técnicos operando sobre los conjuntos de datos espaciales (con sus metadatos), de manera que exista una serie de servicios que se detallan a continuación, con (i) los que a nuestro juicio son útiles a los consumidores de IG inexpertos en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y con (e) a los que son propios para expertos:

- a. Servicios de localización de datos espaciales (i) y geoservicios mostrando además los metadatos tanto de los datos como de los geoservicios (e).
- b. Servicios de visualización que permita mostrar, navegar, zoom in/out, desplazarse (i) y superponer conjuntos de datos espaciales (i) así como sus metadatos (e).
- c. Servicio de acceso directo o descarga de conjuntos de datos espaciales o parte de ellos (e).
- d. Servicios de transformación, que permita operar sobre los conjuntos de datos para lograr su interoperabilidad (e)
- e. Servicios de llamada a otros servicios de datos espaciales (e).

La página del Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), no proporciona una definición lexicológica de geoportal ni una especificación de los servicios mínimos que se deberían ofrecer. Éstos quedan definidos por la definición ostensiva, suministrando ejemplos de lo que el geoportal se propone, lo cual siempre es incompleto:”The ‘GEOPortal’ offers a single Internet access point for users seeking data, imagery and analytical software packages relevant to all parts of the globe. It connects users to existing data bases and portals and provides reliable, up-to-date and user friendly information – vital for the work of decision makers, planners and emergency managers” (7)

Este tipo de definiciones ostensivas del concepto “geoportal”, como la anterior, son comunes al no existir una definición canónica del término. Eso es lo que hace el geoportal Terrasit de la Comunidad Valenciana “Diez cosas que puedes hacer en un Geoportal” (8) o como lo hace la Red Iberoamericana de infraestructuras de Información Geográfica (Red 3IGEO) (9)

El comentario (a modo de definición) que sobre el término geoportal proporciona la IDE de España es que “La puesta en práctica de un proyecto IDE se materializa a través de un Geoportal que ofrezca como mínimo los siguientes tres clientes: visualización (que permita la visualización de los datos a través de servicios web y, opcionalmente, su consulta), localización (que posibilite la búsqueda de

conjuntos de datos y servicios a través del contenido de sus metadatos) y nomenclátor (que permita la localización en un mapa a través de un nombre geográfico)” (10)

Hay que hacer notar que en estas definiciones se habla de “información fácilmente usable” y se afirma que es “vital para algunas profesiones como los gestores de emergencias”. Sin embargo, los profesionales de las emergencias, que no tienen por qué ser expertos en geoinformación (bomberos, servicios de emergencias de ayuntamientos, ambulancias y emergencias médicas, policía local), tienen que tomar decisiones con rapidez, lo cual implica que el acceso y comprensión de los contenidos del geoportal deben ser posibles de manera sencilla, fácil y usable. Se hace hincapié en que esta deseada usabilidad no está presente en la mayoría de los geoportales, como más adelante se mostrará.

3.6.2 ¿Quiénes son los usuarios de un geoportal?

Aunque para (Komarkova, 2007) los usuarios de un geoportal pueden clasificarse, en función de su nivel de destreza, en:

1. Usuarios de perfil alto, que corresponde a los especialistas en la IG que gestionan datos, analizan y proporcionan los resultados de su trabajo a otros usuarios.
2. Usuarios de perfil medio que tienen unas necesidades de uso de la IG determinadas y alcanzables con relativa facilidad.
3. Usuarios ocasionales, como los turistas, estudiantes etc., que utilizan ocasionalmente la IG utilizando funcionalidades básicas como seleccionar y visualizar una capa de datos, cambiar de escala, ejecutar consultas simples, imprimir o guardar el mapa resultante. La mayoría de los usuarios pertenecen a este perfil. Esta última afirmación tiene mucho interés.

Para facilitar la exposición en nuestro caso lo simplificaremos y asumiremos que son dos los tipos de posibles consumidores; esto además es conforme con la clasificación de usuarios de la IG de un geoportal que se hace en One Geology Europe (OGE) (Téllez, 2009):

1. Los “usuarios SIG” (geo-expertos, geo-científicos).
2. El resto (profesionales y científicos no geo-expertos, ciudadanos curiosos, turistas, niños, estudiantes, etc.)

Los del primer grupo conocen lo que son las capas de información, el tipo y extensión de los archivos, el uso recomendado, la calidad de los datos y en general los metadatos de la información; su acción más habitual será la de buscar y localizar los datos o la información que necesita, comprobar sus características, contactar con el propietario y adquirirlos o bajarlos a su sistema si tuvieran permiso para ello. Otros también estarán interesados en aprovechar la ingente cantidad de datos provenientes de distintos servidores disponible en las IDE para procesarlos, obtener nueva información, analizarlos, etc.

A los del segundo grupo no les suele importar lo que son las capas de información, ni el tipo de archivos, ni su extensión; quiere ver un mapa, quizás ya predefinido, sobre un tema concreto y les gustaría poder imprimirlo. Estos consumidores están acostumbrado a navegar en *Google Maps* u otros globos virtuales, por lo que también quieren hacer zoom para ver una zona con más claridad o centrarse en una zona más concreta. Tampoco saben lo que son, o no les importan en principio, los metadatos. Suelen familiarizarse pronto con el manejo de los visores de mapas pero pocos visores les permiten añadir capas y modificar su visualización de una manera sencilla.

En el entorno de esta publicación hablaremos de geoexpertos y no-geoexpertos.

Aunque más arriba hemos descartado la clasificación de (Komarkova, 2007), nos interesa abundar en la última afirmación de su clasificación, donde afirma que “la mayoría de los usuarios pertenecen a este perfil”. Es afirmación es interesante pues, en la mayoría de los geoportales analizados, ésta es la población más olvidada. Eso no parece ser una opinión que importe demasiado. Incluso en (Aditya, 2007) se afirma que los geoportales deben estar orientados a conjugar el interés de los proveedores por promocionar y diseminar sus productos de IG con la demanda de los usuarios para alcanzar esa información, lo cual parece señalar de manera tácita a los usuarios más experimentados.



Fig 3.13, La realidad y la (no deseada) ficción



Fig. 3.14, La sencillez minimalista y el abigarramiento en el diseño de espacios

Sin embargo, la recomendación de facilitar el uso a todos los usuarios de los geoportales está presente tanto en la Directiva europea INSPIRE (2007) como en las legislaciones de algunos de los países, como es el caso de España que, en su ley LISIGE (2010), apuesta para que los servicios de los geoportales sean fáciles de utilizar **por todos** los usuarios. Algunos autores ya se han planteado cómo lograr un geoportal útil y atractivo para los usuarios a los que está destinado (Manrique, 2012).

3.6.3 ¿Qué desean los usuarios de la IG respecto a los Geoportales?

Por nuestra experiencia intuimos que sería deseable que el usuario que busca geoinformación pudiera acceder a ésta desde un lugar único; algo así como entrar a un gran almacén en vez de ir entrando en pequeñas tiendas de barrio inconexas buscando lo que se quiere. La IDE nacionales como ocurre con la IDE de España <www.idee.es>, deberían ser los “nodos” donde se reunieran y convergieran las puertas de entrada a las IDE regionales, locales y temáticas. De esta manera:

- a. Se evitaría deambular por diversos servidores que ofrezcan distinto tipo de información: global, continental, regional, nacional, provincial o local.

- b. Se evitaría ir en busca de las IDE de las instituciones temáticas o con información especializada (climatología, usos del suelo, edafología, población, etc.). Se supone que los usuarios, una vez localizado en la IDE del país el entorno geográfico en el que hacer las búsquedas (por ejemplo la provincia de Pichincha) y la escala que prefieren (por ejemplo a escala “de municipio”), querrían, desde esa misma IDE nacional activar las capas temáticas con la información municipal que buscan y que ésta se superpongan a la cartografía básica de referencia. El geoportal de Magic (11) es un buen ejemplo de facilidad de uso y ayuda paso a paso
- c. Se prefiere entrar a un geoportal único (ya sea global o nacional) y que éste, de manera transparente a los usuarios, conecte con los distintos servidores que le van acercando a la información que él solicita. También en este caso Google ha acostumbrado a los usuarios a llegar en pocos pasos a lo que buscan desde una página única.

Para simplificar lo anterior, podemos afirmar que el usuario medio espera que el geoportal se comporte como lo haría el dependiente de una librería cartográfica: “[Buenas tardes], quiero un mapa edafológico, lo más actual posible del municipio de Sangolquí, en la provincia de Pichincha en Ecuador”. El dependiente le sacaría el mapa que estuviera disponible (o le diría de qué dispone que sea similar a lo que él desea) y el cliente, tras analizarlo y si se ajusta a sus necesidades, lo compraría. De manera similar, si el dependiente no fuera un humano sino que fuera un sistema informático, se sentiría satisfecho si en la pantalla, como respuesta a su solicitud de mapa edafológico, el sistema le mostrara una imagen de la cartografía edafológica disponible de Sangolquí (si esta cartografía existiera) o la edafológica de escala más cercana existente y una nota sobre esa carencia. El usuario querría también hacer zoom + o zoom – hasta donde la escala del mapa o la resolución visual le permitieran, para analizar sus características y ver si es adecuado para sus necesidades. Y lo que el usuario no quiere es que como respuesta a su búsqueda le aparezcan en pantalla cientos de referencias que parcialmente se ajusten a lo solicitado (mapa del municipio de Sangolquí; mapa edafológico de Ecuador; mapa del volcán Pichincha; mapa de la Provincia de Pichincha, etc.)

3.6.4 Geoportales y usabilidad

Para que se cumplan los objetivos de ser accesibles a todo tipo de usuarios, el interface de entrada al geoportal y las operaciones necesarias para acceder a la información, deberían cumplir, como en todo servicio de información, con los requisitos de usabilidad que se citan en la norma ISO/IEC 9241-11 Def 3.3 que define la usabilidad como el “grado en el que un producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”

La Fig. 4.14 muestra, a la izquierda, el considerado portal más sencillo y visitado del mundo que a pesar de su popularidad ha preferido la sencillez de su uso a la presunción de mostrar sus enormes contenidos. A la derecha una recreación (absolutamente ficticia) del Portal de Google si se aplicaran los abigarrados estándares que usan algunos geoportales IDE. ¿Gana algo el portal de Google por el hecho de tener un escaparate como el de una tienda china de “Todo a dólar” (Fig. 4.3) en vez de esa estética minimalista que actualmente le caracteriza?

No existe mucha literatura científica referida a la usabilidad de los geoportales. El documento “Best practice report on geoportals” (Tellez, 2009), uno de los trabajos más completos que conocemos sobre geoportales. En él se afirma que “la usabilidad es crucial para los usuarios no profesionales” y dedica un epígrafe completo a la mejora de la usabilidad para los ciudadanos, analizando los problemas que tanto usuarios profesionales como no profesionales tienen a la hora de entender la información.

3.7 Usabilidad en geoportales IDE

Para que un geoportal cumpla las normas de usabilidad, según la norma ISO que regula esa característica, el geoportal debería ser eficaz, eficiente y dar satisfacción al usuario. El geoportal sería **eficaz** si el usuario, sea del tipo que sea, logra realizar con exactitud y exhaustividad los objetivos

planificados (ISO 9241-11 Def. 3.2). Sería eficiente si logra los objetivos utilizando pocos recursos en relación con la exactitud y exhaustividad (ISO/IEC 9241-11 Def 3.3) y satisfaría al usuario si éste obtiene lo que buscaba sin molestias y con actitudes positivas (ISO/IEC 9241-11 Def 3.4). En algunos trabajos (12) y (Téllez, 2009), se detallan aspectos de la medida de la usabilidad de un geoportal en lo que se refiere a las búsquedas.

Ciertamente la comunidad geográfica está realizando un enorme esfuerzo para disponer de herramientas IDE. Estas herramientas ponen el acento en su capacidad de ser un SIG distribuido (Rodríguez, 2007; Tait, 2007; Bernard, 2005; Sikder, 2013), y por lo tanto, mientras no haya un interfaz capaz de hacer que el gran público pueda actuar con ellas, (de la misma manera que hoy la mayoría de usuarios pueden trabajar con procesadores de texto, y otros programas multimedia que no hace mucho tiempo eran propios de profesionales muy especializados), sólo serán utilizadas por usuarios geoexpertos. Pero no hay que olvidar que las IDE tienen vocación universal, de manera que deben servir a todo tipo de usuarios. Progresivamente van aumentando las necesidades de IG en muchas comunidades de usuarios que no son estrictamente geoexpertas (médicos, economistas, arquitectos, planificadores, expertos en marketing, responsables de protección civil y otras). Para garantizar que estos profesionales tomen decisiones adecuadas sobre el territorio, las IDE deben desarrollar interfaces con altos grados de usabilidad, amables y fáciles de usar por ellos.

Puesto que generalmente las IDE son instaladas por informáticos con conocimientos de información geográfica, es habitual que las IDE que se inician, no pongan su énfasis en la usabilidad sino en garantizar el funcionamiento de los servicios y garantizando que los datos llegan a los usuarios geoexpertos. Esto hace que generalmente los datos sean proporcionados en un formato que no es entendible para los no-expertos. La tecnología en sí misma no va a garantizar el éxito de los geoportales como plataformas universales hasta que no se desarrollen sistemas expertos que proporcionen a todos los tipos de usuarios exactamente lo que necesiten. Con el tiempo, sería deseable ver que esos Geoportales que empiezan su andadura, lleguen a buscar, localizar y presentar la información al usuario en forma de mapas temáticos. (Rautenbach, 2013) mediante la orquestación de los geoservicios disponibles como Servidores Web de Mapas (WMS), Servidores Web de Objetos geográficos (WFS) y Descriptores de Capas con estilos (SLD).

En párrafos anteriores sugeríamos la necesidad de que existiera un geoportal nacional que se encargara de ser el “nodo” de todos los geoportales del país. La ausencia de este “geoportal de geoportales” hace que la proliferación de portales IDE puestos en funcionamiento por las diferentes geoinstituciones, se conviertan en auténticas “islas” de información geográfica sin apenas conectividad ni comunicación entre ellas. Este aislamiento fomenta el que no haya interfaces estándares para facilitar a diferentes usuarios de diferentes plataforma “llegar a terreno conocido” sino que deben andar descubriendo las propias características de cada geoportal. El usuario se ve obligado a viajar (a veces desesperadamente) de una IDE a otra en busca de la información deseada y a luchar contra los distintos interface de la variedad de geoportales que visita. Sería deseable que el usuario acceda a la IG por



Fig. 3.15 Análisis del geoportal IDEE

la puerta o geoportal que quiera pero que llegue a una gran plaza central, un sistema de geoportales (como hemos afirmado más arriba, promocionado por la IDE nacional de cada país) desde donde acceder a toda la información nacional casi inmediatamente. Algo similar a lo deseado en los llamados “OneStep portal” (Bernard, 2005b), (Koerten, 2011). En caso contrario, los usuarios de geoportales, dada la ausencia de conexiones directas y transparentes al usuario entre unos geoportales y otros, deben salir de uno y moverse al otro en busca de datos. Estos tránsitos para los usuarios expertos pueden ser triviales pero para los usuarios ocasionales esa falta de homogeneidad y de usabilidad puede ser crítica. Incluso esa misma dificultad pueden sufrir los usuarios no tan ocasionales pero que se encuentran en situaciones de urgencia para tomar las decisiones necesarias por el disparo de una alarma de riesgo.

3.7.1 Una consecuencia de la falta de usabilidad de un geoportal

Para evidenciar cómo los diseños de geoportales no son tan usables ni tan fáciles de usar como los diseñadores creen, se expone a continuación el estudio, con resultados casi dramáticos acerca de la facilidad de uso de los geoportales, que se realizó sobre el Geoportal de Suecia. El trabajo consistía en realizar siete búsquedas con diferentes criterios y tres ejercicios para mostrar y añadir capas a un servicio WMS. La prueba fue realizada por 14 profesionales SIG con varios años de experiencia (cinco pertenecían a las Fuerzas Armadas y nueve eran funcionarios de distintos servicios públicos).

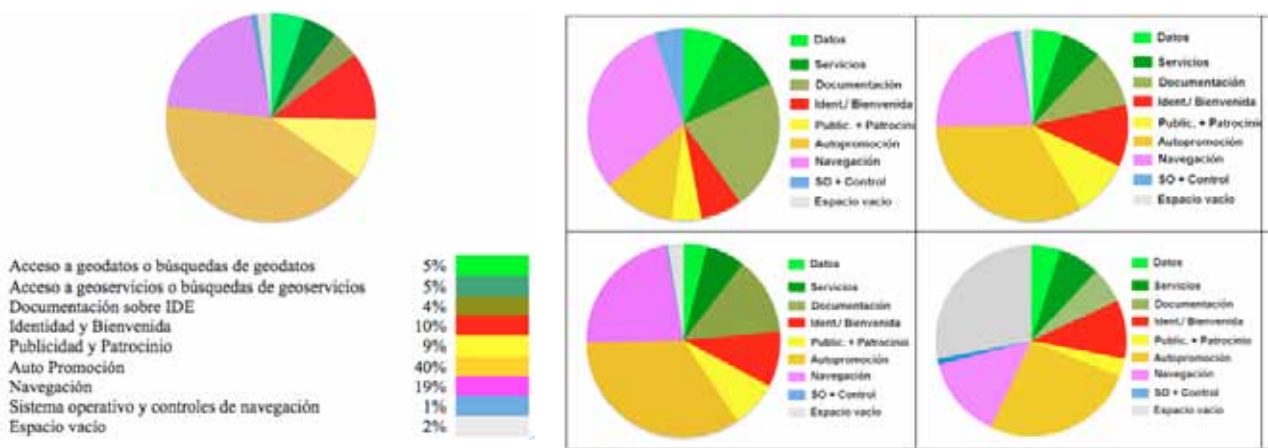


Fig. 3.16, Distribución de espacios (%) en IDEE

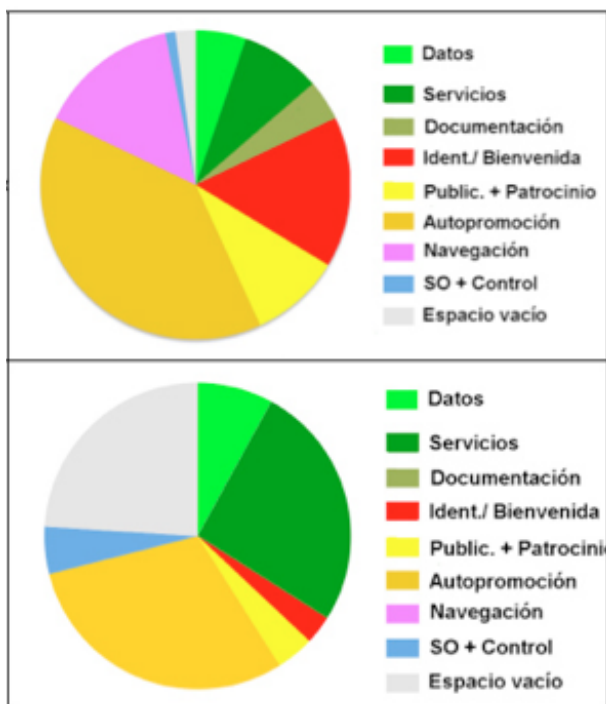


Fig. 3.17, Distribución de espacios (%) en IDEE resultado del análisis de 6 alumnos

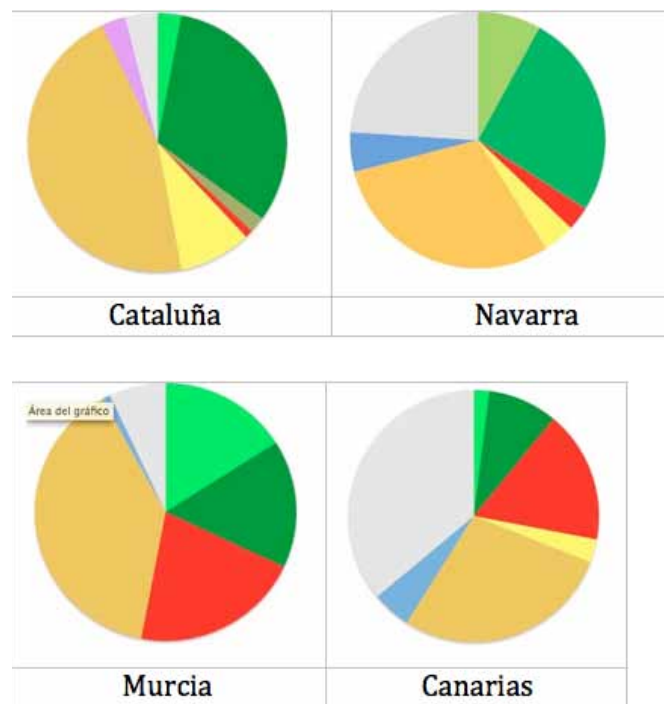


Fig. 3.18, Distribución de espacios (%). IDE de Comunidades Autónomas españolas (2011)

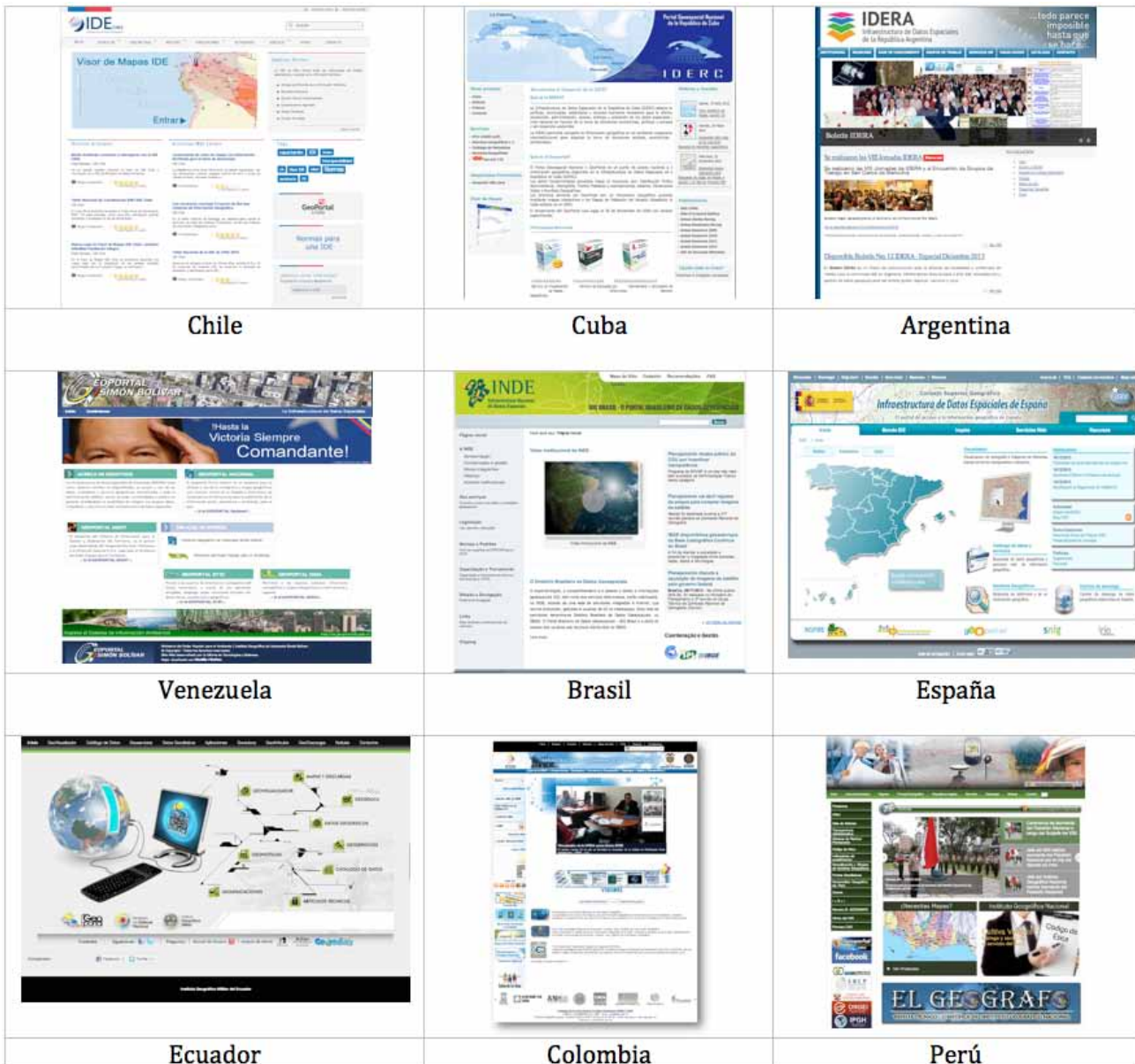


Fig. 3.19, Geoportales de diferentes países de Latinoamérica

Se utilizó el software SUMI (Software Usability Measurement Inventory) para medir las características de: eficiencia, reacción emocional, facilidad de uso, control y facilidad de aprendizaje. Las tareas encomendadas fueron:

- a. Abrir el Geoportal
- b. Buscar un data set mediante texto libre
- c. Buscar un data set especificando categoría
- d. Buscar especificando extensión geográfica
- e. Buscar por texto libre + categoría
- f. Buscar por texto libre + extensión geográfica
- g. Buscar por categoría + extensión geográfica
- h. Buscar por categoría + extensión + texto libre
- i. Mostrar y quitar un WMS
- j. Añadir un WMS mediante su URL
- k. Ejercicios en el mapa y capas

El resultado fue que sólo 2 de los 14 participantes completaron las 11 tareas. Esa conclusión nos parece que debería dar pie a serias consideraciones. Si ni siquiera los expertos en SIG son capaces de hacer las tareas que se supone que son para un público en general, ¿qué ocurrirá con ese público general al que teóricamente está dirigido un geoportal? Creemos que algo está fallando en la usabilidad del diseño de los geoportales.

3.7.2 Los objetivos del geoportal frente al usuario

A veces el usuario que entra a un geoportal en busca de información no sabe muy bien dónde ha entrado. ¿Habría allí lo que busca?

Los objetivos de cada IDE deberían quedar claramente evidenciados por medio de las características que el propio geoportal muestra a los usuarios. Los objetivos de los propietarios o de los responsables de los geoportales institucionales deben estar alineados, expresa o tácitamente, con los objetivos de las IDE, esto es, fundamentalmente compartir información geográfica (datos y servicios). Una evaluación de la página de acceso a los geoportales institucionales podría poner de manifiesto si



Fig. 3.20, IDE de Bolivia. Fuente: <http://geo.gob.bo/> (Recuperado el 20 de enero de 2014)

	<p>Se desea buscar información en el geoportal de Chile. Un geoportal de diseño limpio y con múltiples posibilidades, repleto de posibilidades para el usuario. El usuario quiere saber qué hay sobre la población de "Copiapó" y teclea esa palabra en la casilla "Buscar datos Geoespaciales"</p>		<p>El sistema le responde con un resumen de los datos de la hoja 1:50.000 de Copiapó. Pero eso, agradeciendo la información, no es lo que quería el usuario. El usuario quería ver la hoja de Copiapó o incluso poder imprimirla si el sistema se lo permitiera. Buscando esta posibilidad oprime el botón "Detalles"...</p>
	<p>El sistema abre una nueva ventana donde se le informa que tiene disponible la "Carta regular escala 1:50.000 Copiapó". El usuario está interesado en esta información y hace click para acceder.</p>		<p>... la descripción de los metadatos pero en formato XML. Lo más probable es que en este momento el usuario se marche del geoportal y no vuelva nunca más.</p>
	<p>El sistema le responde con un resumen de los datos de la hoja 1:50.000 de Copiapó. Pero eso, agradeciendo la información, no es lo que quería el usuario. El usuario quería ver la hoja de Copiapó o incluso poder imprimirla si el sistema se lo permitiera. Buscando esta posibilidad oprime el botón "Detalles"...</p>		

Fig. 3.21, IDE de Chile. Fuente: <http://www.geoportal.cl/Visor/> (Recuperado el 20 de enero de 2014)



Fig. 3.22, CHJ: acceso a cartografía. Archivo pdf para el no-experto y shape para el experto. Fuente: <http://goo.gl/nHuIhS> (Recuperado el 20 de enero de 2014)



Fig. 3.23, CHJ. Varios mapas a partir de un documento interactivo en formato pdf. Fuente: <http://goo.gl/eHWI4i> (Recuperado el 20 de enero de 2014)

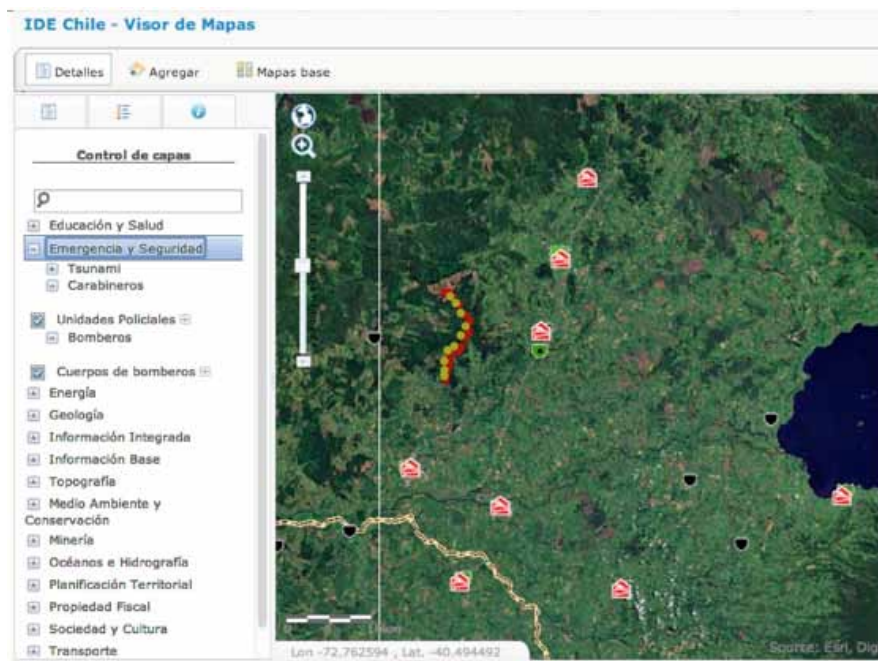


Fig. 3.24, Visor de la IDE de Chile con capas con los servicios de emergencia activas. Fuente: <http://www.geoportal.cl/Visor/> (Recuperado el 20 de enero de 2014)

esos objetivos son alcanzados. Y, ¿concuerdan los objetivos de las IDE con lo que se alcanza a través del geoportal? Para comprobar eso se realizó un ejercicio académico con alumnos del Programa de Doctorado en Ingeniería Geográfica de la Universidad Politécnica de Madrid. El ejercicio consistía en aplicar el análisis apriorístico de Nielsen (Byun, 2010) a distintas páginas de entrada de geoportales y comprobar el resultado. Como ejemplo mostraremos el análisis realizado sobre el geoportal del año 2011 de la IDE de España (IDEE)

La Fig. 3.15 muestra, a la izquierda, la página principal del portal IDÉE en el 2011. En el centro los colores que se aplicaron sobre la web anterior en función del interés de cada espacio. A la derecha el resultado de aplicar los colores. El resultado es una impronta cromática de la importancia que la IDÉE ha puesto en cada campo de interés. Para facilitar la lectura cuantitativa de las superficies utilizadas se ha transformado esta aplicación cromática en gráfico de tarta (Fig. 3.16)

La Fig 3.16 muestra el porcentaje correspondiente a los espacios dedicados a diferentes temas en la página principal de la IDÉE. La pregunta que aparece es: ¿Corresponden esos porcentajes con los intereses de los responsables del geoportal? Nuestra opinión es que dudamos que su interés principal fuera la auto-promoción, pero los resultados no dejan lugar a dudas. Aunque es cierto que esta respuesta cromática es subjetiva y puede variar considerablemente dependiendo del analista, en la serie de gráficos que se muestran en la Fig. 4.6 y que corresponden al análisis de seis personas distintas sobre la

misma página web de la IDEE, se observa que, dentro de la discrepancia, hay una cierta homogeneidad con el resultado de la Fig. 3.16.

La Fig. 3.18 muestra los porcentajes usados en las páginas principales de los geoportales de algunas comunidades de España (año 2011). El código de colores y lo que representa cada sector se corresponden con los que se muestran en las figuras anteriores. Como se aprecia, parece que no solo en los responsables de la IDE Nacional de España existe un gran interés por la autopromoción, sino que este interés es generalizado en las IDE de la Comunidades Autónomas españolas que fueron objeto de análisis, siendo en algunos casos el color verde de los datos y los servicios, mucho menos importantes que la autopromoción.

Sería también interesante analizar si la página principal de los geoportales de las IDE de los países de Latinoamérica (Fig. 3.19) orientan a sus usuario en el uso de la IG.

El geoportal de Bolivia (Fig. 3.20) es un ejemplo de portal sencillo que facilita el uso.

Respecto a la facilidad de uso de los contenidos de los geoportales quisiéramos incidir en el hecho de no perder de vista las necesidades de los usuarios. En algunos casos, da la sensación de que al responsable de los geoservicios del geoportal sólo le ha importado tener en cuenta al geoexperto o al habilidoso en geoinformática pues le contesta “en lenguaje XML”. Por ejemplo, veamos qué ocurre en el geoportal de la IDE de Chile que es muy completo y ofrece una importante cantidad y variedad de IG. Vamos a ver como el hecho de que no haya páginas diferenciadas para geoexpertos y para usuarios ocasionales, hace que éstos no encuentren lo que buscan o no sepan utilizar lo que encuentran.

Un ejemplo de lo que espera el usuario lo podemos observar en los archivos que muestra la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ). En la página de acceso a la cartografía, el usuario experto tiene a su disposición un archivo shp para utilizarlo en su SIG (Fig. 3.22) y el usuario no geoexperto



Fig. 3.25, Ubicación del caserío La Peña (Chile). Fuente: <http://www.wikilosrios.cl/index.php/Paillaco> (Recuperado el 20 de enero de 2014)



Fig. 3.26 (a) y (b), Carteles con dirección de evacuación (Ecuador y México)

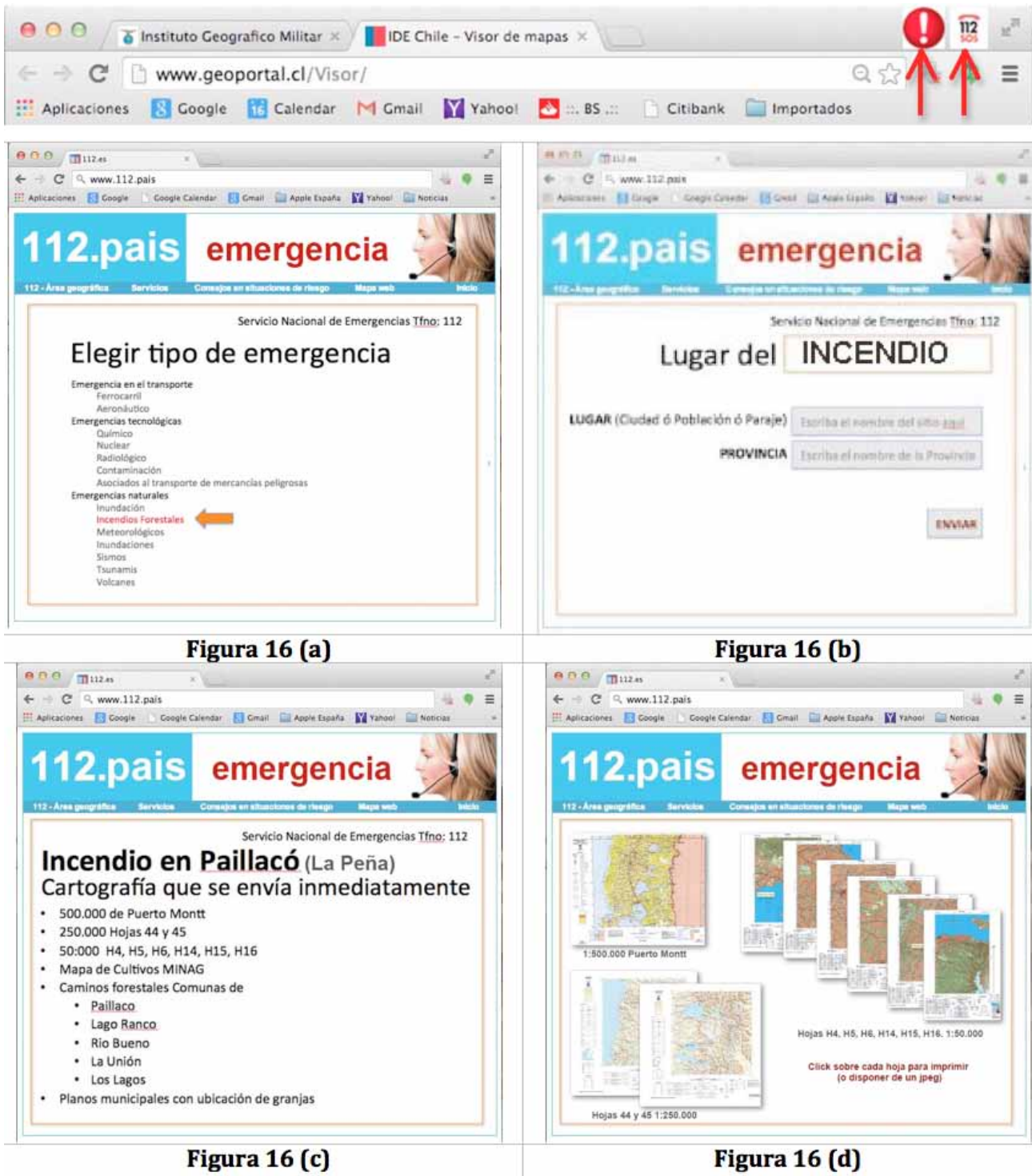


Fig. 3.27, Símbolos de alarma o emergencia en barra de herramienta de Navegador.

encuentra asimismo un documento pdf que le permite visualizar la cartografía en un formato común. Como ejemplo de un paso más allá en la usabilidad de la IG, también el usuario ocasional puede acceder en ese mismo servidor a una cartografía interactiva (Fig. 3.27) que le permite disponer de un mapa en su propio ordenador en el que se pueden activar y desactivar capas. No es esto tan útil como un SIG, pero le ayuda a entender la realidad del territorio más que un simple mapa estático.

3.8 Geoportales IDE para la gestión de emergencias

Los usuarios ocasionales no sólo deben poder utilizar los datos de las IDE nacionales (como la capa de información topográfica, la capa de vías de comunicación, la capa de hidrografía, etc.) sino

que deben acceder a los datos de otras IDE temáticas como por ejemplo, la IDE o el geoportal de las instituciones de Protección Civil por lo que éstas deben desarrollar herramientas intuitivas que faciliten esta importación de datos. Esta necesidad se convierte en crítica en situaciones de emergencias. Si observamos lo que dispone la web de la Protección Civil de España en búsqueda de cartografía, apoyamos la afirmación (De Longueville, 2010) que dice que la incorporación de la usabilidad en los geoportales continua siendo un reto que podría ser superado con iniciativas como la de “geoportales basados en la comunidad”. Y por el contrario, la web del Sistema Nacional de Información para la Gestión de Riesgos de Ecuador, aunque no opera para la prevención de riesgos, al menos muestra qué ha pasado recientemente <http://snigr.snriesgos.gob.ec/snigr_sig/>.

No hay que esperar a que el usuario no-geoexperto aprenda a utilizar las herramientas SIG o que aprenda a transformar los datos que le llegan en formatos para él desconocidos (XML, GML, shp, KML,). Como ocurre en el caso de la creación de páginas web, donde el usuario apenas debe saber nada del lenguaje HTML, se deben desarrollar herramientas sencillas para que los usuarios generen sus propios mapas a su medida y no pierdan la confianza en los geoportales IDE. Los geoportales deben ser herramientas de ayuda a la toma de decisión y esta característica conduce a que se desarrollen interfaces de usuario que no le obliguen a invertir tiempo en el aprendizaje del sistema (Karabegovic, 2012)

La búsqueda y la localización de IG en casos de tomas de decisión en situaciones de emergencia deberían ser fácil e inmediata. Esa información existe en las instituciones oficiales de los países. Agencias cartográficas como los Institutos Geográficos Nacionales, los Catastros, las Fuerzas Armadas, los Ministerios (Agricultura, Medioambiente, Obras Públicas, de Urbanismo, etc.), y otros Organismos públicos, son depositarios y usuarios de IG. Si la toma de decisiones en casos de emergencias no se toma adecuadamente no es porque no existe IG sino porque no existen herramientas adecuadas.

Vamos a describir una situación ficticia en Chile. Elegimos Chile por ser uno de los países mejor preparados para emergencias naturales en todo Latinoamérica (13) por lo que la situación que se describe podría darse en cualquier otro país.

Imaginemos (y esto es absolutamente ficticio) que al responsable de la Comuna de Paillacó (20.000 habitantes) situada en una región bien comunicada de Chile, le llega el aviso por parte de los vecinos, de fuego en los bosques del caserío La Peña (Fig. 4.13), un núcleo mínimo con pocos accesos y poco visibles en las imágenes disponibles de internet.

El país tiene una potente infraestructura para casos de emergencia: Red Nacional de Emergencias (14), Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior (15), Bomberos de Chile (16), etc. Tienes además una completísima cartografía Nacional, tanto básica como temática.

El responsable de la comuna de Paillacó, tras avisar de la contingencia a Protección Civil tiene que tomar alguna decisión para evitar males mayores mientras llegan las ayudas. Al menos debería tener prevista una cartografía, que facilite las decisiones urgentes hay que tomar (personas aisladas, animales encerrados, material peligroso almacenado) y muestre los caminos que hay disponibles como alternativas de escape. Los servicios de emergencias más cercanos se encuentran a menos de media hora pero el acceso a la zona con establos y granjas aislados, es difícil.

El responsable de la comuna sabe que existen las páginas de emergencias de Chile y que disponen de mucha información. Lo primero que necesita, para ubicar el lugar, acotarlo y preparar los accesos, son mapas, fotos o imágenes de satélite con precisión suficiente. Tras acceder a las páginas de la protección civil, no encuentra la cartografía que necesita o lo que encuentra no es útil para un no-experto en información geográfica. Necesita que haya un sitio con información sencilla de acceso rápido. Creemos que no será fácil que lo encuentre.

En nuestra opinión, los riesgos naturales en los países andinos son tantos, tan variados y tan peligrosos (17) que debería implementarse en las barras de herramientas de los navegadores algún tipo de botón de alarma (Fig. 4.15) que diera acceso inmediato a un sistema de comunicación y consulta de información personalizada para el tipo de evento en particular.

Al pulsar sobre esos iconos de peligro se debería abrir un sencillo geoportal de emergencias dirigido a las personas que sin geo-formación tengan que tomar decisiones de manera inmediata. Esas personas obtendrían la información más relevante en el mismo instante en el que la solicitaran, usando

para eso un interface simple, que en el caso de la información cartográfica podría ser de la forma que se muestra en las Fig. 3.27 (a, b, c, d).

El requerimiento del responsable de Paillacó cyber-viajaría por diferentes organizaciones y proporcionaría los datos necesarios para atacar el tipo de emergencia solicitada. El Proyecto SIAPAD (Sistema de Información Andino para la Prevención y Atención de Desastres) perseguía este objetivo (Molina, 2011)

La confianza en los servicios IDE se basa también en una alta disponibilidad de los geoportales. Esta disponibilidad del tipo 24-7 implica altos costes de personas y dinero para garantizarla difusión generalizada que las IDE deben disponer (Tait, 2005).

Si se pretende que las infraestructuras tecnológicas gubernamentales de seguridad ciudadana (redes de sensores, laboratorios, observatorios), lleguen hasta el ciudadano y no sean meros éxitos tecnológicos, la ciudadanía debe gozar de las ventajas que los costes de esas instalaciones han generado en la población. En el caso de las emergencias, las redes de alertas tempranas, las redes de sensores auscultando las vibraciones de la Tierra, los laboratorios sismológicos y vulcanológicos, y otros, deben desembocar en la creación de herramientas de alerta pública que lleguen directamente a los usuarios. Disponer de una IDE de la protección civil sería una buena solución.

Nos preguntamos, por ejemplo, si es útil, que ante el riesgo cierto de una erupción volcánica del Cotopaxi que arrase la población, los responsables de la protección civil coloquen letreros en las carreteras principales indicando hacia dónde huir. ¿Van a recordar los ciudadanos en el momento de la crisis dónde hay letreros? ¿Los planos de salidas de emergencia situados en los edificios públicos, valen para algo más que para cumplir con la legislación? ¿Quién se para a leerlos en situaciones de emergencia? ¿No sería mejor una línea roja flechada continua pintada a lo largo de todas las paredes con la palabra “Salida”?

Nos parece que es necesario el desarrollo y puesta en marcha de geoservicios basados en localización conformes con OGC (Fasihi, 2010), (Tramutoli, 2012), (Cannata, 2013) que ofrezcan al ciudadano información personalizada en función del lugar en que él se encuentre en ese momento. El sistema de alertas en colaboración con un geoportal, podría enviar SMS proporcionado información sobre lo que debe hacer cada persona en una situación de riesgo, en función del lugar en que se encuentre. Esta solución nos parece mejor que sembrar las carreteras de carteles que quedarán saturadas y serán trampas mortales con reducidas posibilidades de escape.

3.9 Conclusiones

Como se menciona en la introducción “*Todo ocurre en algún sitio*”, es decir todo es georreferenciable, por lo tanto podemos afirmar que la IG está presente en la toma de decisiones en distintos ámbitos y en la vida cotidiana. La IG comenzó a tener mayor importancia en la medida que el acceso a ella resultaba cada vez más fácil, a través de un medio que, poco a poco, se encuentra al alcance de la población: Internet. En este contexto, las IDE representa el nuevo paradigma de acceso a la IG a través de los denominados geoportales. Sin embargo, no resulta suficiente porque los geoportales no suelen estar diseñados para los distintos tipos de usuarios.

En general, el diseño de los geoportal no conduce de forma amable a la búsqueda, visualización y acceso a la IG que más se ajuste a las necesidades del usuario. Eso es hoy todavía un desafío en el diseño de geoportales. A pesar de los años transcurridos, las palabras de (Tait, 2005) siguen siendo actuales en el diseño de geoportales “*la usabilidad permanece como un reto*”

Un buen número de los geoportales IDE existentes, no disponen de esa facilidad de uso. Varias preguntas aparecen aquí:

¿Qué quiere ofrecer el responsable de un Geoportal IDE a los consumidores de IG?

¿Son fáciles de utilizar los geoportales para los usuarios?

¿Cómo satisfacer a los dos tipos de consumidores de IG (geoexpertos y no-geoexpertos) en un portal único?

De las dos preguntas planteadas anteriormente, la primera debía tener una respuesta ajustada a lo que requieren o recomiendan las organizaciones internacionales (GSDI, INSPIRE, GEOSS, IPGH,

etc.) que fomentan la puesta en marcha de IDE a todos los niveles. Ese deseo puede concretarse en “proporcionar a los interesados la información geográfica que necesiten”, y lo que quieren los usuarios es que esa información que necesitan esté accesible de una manera fácil.

3.10 Bibliografía Geoinformática

- Aguilera Eduardo, Escuela Politécnica Del Ejército, (1996), Informe De Proyecto: Modelización Numérica De Los Flujos De Lodo Del Volcán Cotopaxi.
- Barberi F., Caruso P., Macedonio G., Pareschi M.t., Rosi M., (1992) Reconstruction And Numerical Simulation Of The Lahar Of The 1877 Eruption Of Cotopaxi Volcano (Ecuador), Acta Vulcanológica, Volume 2. 1992.
- Bosque Sendra Joaquin Y Moreno Jimenez Antonio, (2004) Sistemas De Información Geográfica Y Localización De Instalaciones Y Equipamientos, Rama
- C. Campos, X. Reyes Y X. Rodríguez, “Desarrollo De Una Aplicación Sig Orientada A La Administración De Riesgos Volcánicos Y Sísmicos En El Tramo De La Carretera Papallacta-Lago Agrio Y Por Movimientos En Masa En El Tramo Papallacta – Baeza”, 2003
- Campos, Armando. (1998): Educación Y Prevención De Desastres, Red De Estudios Sociales En Prevención De Desastres En América Latina.
- Cardona, Omar, (1996), El Manejo De Riesgos Y Los Preparativos Para Desastres: (Compromiso Institucional Para Mejorar La Calidad De Vida).
- Cees Van Westen, “Introducción A Los Deslizamientos: Uso De Los Sig En El Mapeo De Deslizamientos“, 2001.
- Cereceda, Irma Cristina, ”Uso De Los Sig En El Análisis De Susceptibilidad Y Predicción De Deslizamientos“, 2005.
- David Knoke, James H. Kuklinski, (1986), Network Analysis, Beverly Hills Sage, Tercera Edición.
- Escada, Maria Isable, “Aplicação De Técnica Fuzzy Em Sig Como Alternativa Para O Zoneamento Ecológico Econômico”, 1998.
- Gómez, M. Y Barredo, (2005) Sistemas De Información Geográfica Y Evaluación Multicriterio En La Ordenación Del Territorio, 2ª Edición
- Gutiérrez Puebla, J. Y Urbano, P. (1996): Accessibility In The European Union: The Impact Of The Trans-European Road Network, Journal Of Transport Geography (Pergamon Press), Vol.4, N°1, Pp.15-26.
- Gutiérrez Puebla, J., González Aguayo, R. Y Gómez Cerdá, G. (1996): The European High-Speed Train Network: Predicted Effects On Accessibility Patterns. Journal Of Transport Geography (Pergamon Press), Vol.4, N°4, Pp.227-238.
- Gutiérrez Puebla, J., Monzón, A. Y Piñero, J.m. (1998): Accessibility, Network Efficiency, And Transport Infrastructure Planning. Environment And Planning A, 30, Pp.1337-1350.
- Hall Minard, (1977), El Volcanismo En El Ecuador, Instituto Panamericano De Geografía E Historia Ipgh, Quito-Ecuador
- Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos, (2002), Folleto De Resultados Del Censo Nacional De Población Y Vivienda 2001 Para La Provincia De Pichincha.
- Jarrín, J.1, Cando, M.1, Ibadango E.1, Gordón, “Estudio De Deslizamientos En La Carretera Quito Tena, Tramo La Virgen De Papallacta – Sardinas”, 2001.
- Jordan Ekkehard Y Otros, (2004), Determinación Del Volumen Del Casquete Del Volcán Cotopaxi; Inanhi, Ird Ig-Epn, Ingeominas.
- Kosko B, “Neural Networks And Fuzzy Systems”, Eds. Prentice Hall, 1992.
- Murria Sharon, (1998), Silvicultura Urbana Y Periurbana En Quito, Ecuador: Estudio De Caso, Departamento De Montes, Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación Roma.
- Padilla, Oswaldo - “Fundamento Teórico Para Modelización De Variables Mediante Operadores Difusos”, Revista Geoespacial N°4, 2007.
- Plaza Nieto Galo, Zevallos Moreno Othón, Escuela Politécnica Nacional Quito, (1994), La Josefina: Lecciones Aprendidas En Ecuador, Desastres Y Sociedad, Agosto-Diciembre, No.3, Especial: Desbordes, Inundaciones Y Diluvios
- Quintas, Nuria - “Análisis De La Susceptibilidad Del Terreno A La Formación De Deslizamientos Mediante El Uso De Sistemas De Información Geográfica”, 2003.
- Reyna, Angélica - “El Uso De Los Sistemas De Información Geográfica (Sig) En El Análisis Demográfico De

- Situaciones De Desastre”, 2006.
- Sandoval, Victor; Real, Pedro - “Modelamiento Y Prognosis Estadística Y Cartográfica Del Cambio En El Uso De La Tierra“, 2005.
- Sarria, Francisco Alonso - “Sig Aplicados Al Análisis Y Cartografía De Riesgos”, 2002
- Simposio Latinoamericano De Control De Erosión 2002 - “Modelo Para El Pronostico De La Amenaza Por Deslizamientos En Tiempo Real”, 2001.
- Sodirol Luis, (1987), Relación Sobre La Erupción Del Cotopaxi Acaecido El Día 26 De Junio De 1877
- Verges, Giovanni - “Uso De Modelos Espaciales Para El Análisis Estadístico”, 2001
- Westen, C.j. Van - “Herramientas Para El Análisis De Mapas”, 2005.
- (Footnotes)
- 1 Datos obtenidos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) del Ecuador del V Censo de población.

3.11 Bibliografía geoportales

- Ash, E. (2009). Geoportal as the effective tool for natural resources management. 9th International Multidisciplinary Scientific Geoconference and EXPO - Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection, SGEM 2009, v 2, p 17-23. International Multidisciplinary Scientific Geoconference ISBN-13: 9789549181814
- Aditya, T., Kraak, M.-J. (2007). The national atlas as a metaphor for improved use of a national geospatial data infrastructure. Tesis Doctoral. The national atlas as a metaphor for improved use of a national geospatial data infrastructure. Recuperado el 20 de enero de 2014, de http://www.itc.nl/library/papers_2007/phd/aditya.pdf
- Bernard, L., Craglia, M., Gould, M., Kuhn, W. (2005). Towards an SDI Research. Agenda. 11th EC-GI&GIS Workshop. Recuperado el 20 de enero de 2014, de http://www.territorisardi.it/documenti/6_83_20060201090548.pdf#page=155
- Bernard, L., Kanellopoulos, J., Annoni, A., Smits, P. (2005b). The European geoportal one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems* 29 (2005) 15–31
- Brown, M., Harding, J., & Sharples, S. (2010). Exploring the usability of geographic information: a grounded theory analysis. In *Proceedings of the GIS Research UK 18th Annual Conference*. University College London (pp. 417-422).
- Brown, M., Sharples, S., Harding, J., Parker, C. J., Bearman, N., Maguire, M., ... & Jackson, M. (2012). Usability of Geographic Information: Current challenges and future directions. *Applied ergonomics*.
- Byun, D. H., & Finnie, G. (2011). Evaluating usability, user satisfaction and intention to revisit for successful e-government websites. *Electronic government, an international journal*, 8(1), 1-19.
- Capdevila, J. (2004). Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España. *Scripta Nova*. Vol. VIII, núm. 170 (61). Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-61.htm>
- De Longueville Bertrand, B. (2010). Community-based geoportals: The next generation? Concepts and methods for geospatial Web 2.0. *Computers, Environment and Urban Systems*, v34, n°4. Pp 299-308. Julio 2010
- Fasihi, A. (2010). ‘KhorasanSDI’ an organizational initiative for the spatially enabled government development in Iran. ICETC 2010 - 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer, v 5, p 5110-5114, 2010. ISBN-13: 9781424463688. IEEE Computer Society.
- Grus, L.; Crompvoets, J.; Bregt, A. K. (2007). Multi-view SDI assessment framework. *International Journal*, 2, 33-53.
- Groot, R.; McLaughlin, J. D. (2000). *Geospatial data infrastructure: Concepts, cases, and good practice* Oxford University Press.
- Harding, J. (2013). Usability of geographic information—Factors identified from qualitative analysis of task-focused user interviews. *Applied ergonomics*.
- IEEE (1990). Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE Standard Computer Dictionary: A compilation of IEEE Standard Computers Glossaries*. New York, NY.
- INSPIRE (2007). Directiva INSPIRE 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007. *Diario Oficial de la Unión Europea (L108/1)*. Recuperado el 20 de enero de 2014, de http://www.ideo.es/resources/leyes/DIRECTIVA_2007_2_CE_ES.pdf
- Karabegovic, A., Ponjavic, M. (2012). Geoportal as decision support system with spatial data warehouse. 2012

- Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2012, p 915-918, 2012. ISBN-13: 9781467307086. IEEE Computer Society
- Koerten, H., Veenswijk, M. (2001). Thinking in circles: how national geo-information infrastructures cannot escape from the temptation of technology. En "Spatial Data Infrastructures in Context: North and South". ISBN: 978-1-4398-2802-1. CRC Press/Taylor & Francis
- Komarkova, J., Novak, M., Bilkova, R., Visek, O. y Valenta, Z. (2007). Usability of GeoWeb sites: case study of Czech regional authorities web sites. Berlin Heidelberg: LNCS, Springer, 411-423
- Ley LISIGE 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. BOE (núm.163). Recuperado el 20 de enero de 2014, de http://www.idee.es/resources/leyes/20100706_LISIGE_es.pdf
- Longley, P.A., Maguire, D.J. (2005). The emergence of geoportals and their role in the spatial data infrastructure. *Computers, Environments and Urban Systems*. 2005, vol.29, n°1, pp 3-14
- López Álvarez, M. (2012). Implementación de un protocolo de encaminamiento geográfico en una red de sensores inalámbricos. Proyecto Fin de Carrera. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://hdl.handle.net/10016/14732>
- Manrique, M.T., Manso, M.A., 2012. Los Geoportales desde el punto de vista de la usabilidad. En: Bernabé-Poveda, M.A. y López-Vázquez, C.M., *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid, UPM-Press, Serie Científica. ISBN: 978-84-939196-6-5, pp. 31-40
- Molina, M; Bayarri, S. (2011). A multinational SDI-based system to facilitate risk management in the Andean Community. Elsevier. *Computers and Geosciences*, v 37, n° 9, pp 1501-1510. Septiembre 2011
- Nebert, D. (ed). (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook*. Global Spatial Data Infrastructures Association (GSDI). www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf. Versión 2001 en español: http://www.gsdi.org/pubs/cookbook/recetario_es0515.pdf
- OGE: OneGeology-Europe (2008-2010). Proyecto financiado por la Comisión Europea. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://onegeology-europe.brgm.fr/workshop/conclusions.html>
- Pascual, V.; Guimet, J.; Szczerban, W.; Corcoll, S. (2007). Adaptaciones de Geonetwork para la construcción de IDE sectoriales. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/1371>
- Orden Ejecutiva 12906: Coordinating geographic data acquisition and access: The national spatial data infrastructure. (1994). Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://govinfo.library.unt.edu/npr/library/direct/orders/20fa.html>
- Plata Rocha, W., Aguilar Villegas, J.M., Guzmán Galindo, T.D., Tierra Criollo, R.A. (2011). La toma de datos geográficos. En: Bernabé-Poveda, M.A. y López Vázquez, C.M., *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid, UPM-Press, Serie Científica. ISBN: 978-84-939196-6-5, pp 83-93
- Rautenbach, V., Coetzee, S., Iwaniak, A. (2013). Orchestrating OGC services to produce maps in a spatial information infrastructure. Elsevier. *Computers, Environment and Urban Systems*. V 37, n° 1, pp 107-120. Enero 2013.
- Rodríguez, A.F., Mas, S., Abad, P., Alonso, J.A., Ayuso, J.E., Sánchez, A., Vilches, L.M. (2007). Una nueva etapa: hacia la IDE 2.0. Jornadas de la IDE de España (JIDEE, 2007). Recuperado el 20 de enero de 2014, de http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE07/ARTICULOS_JIDEE2007/articulo14.pdf
- Rodríguez-Pascual, A.F., Bernabé-Poveda, M.A., (2011). Compartir datos geográficos. En: Bernabé-Poveda, M.A. y López Vázquez, C.M., *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid, UPM-Press, Serie Científica. ISBN: 978-84-939196-6-5, pp 31-40
- Sikder, I.U. (2013). Web-Based Geospatial Services: Implementing Interoperability Specifications. En *Geographic Information Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Capítulo 6. IGI-Global. DOI: 10.4018/978-1-4666-2038-4.ch006
- Tait, M.G. (2005). Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environments, and Urban Systems*. N° 29, pp. 33-47
- Tellez-Arenas, A. (2009). Best Practice Report on Geoportals. Proyecto eContentplus "OneGeology-Europe".
- Tramutoli, V., Inan, S., Jakowski, N. et al. (2012). PRE-EARTHQUAKES, an FP7 project for integrating observations and knowledges on earthquake precursors: Preliminary results and strategy. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, p 3536-3539, 2012. Geoscience and Remote Sensing Society (GRS). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE). DOI: 10.1109/IGARSS.2012.6350656
- UN-GGIM Secretariado del Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (2013) Tendencias a futuro en la gestión de información geoespacial: La visión de cinco a diez años. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://ggim.un.org/docs/UN-GGIM%20>

tendencias%20a%20futuro-%20DEF.pdf

Williamson, I.; Rajabifard, A.; Feeney, M. F. (2003). National SDI initiatives. In I. Williamson, A. Rajabifard & M. F. Feeney (Eds.), *Developing spatial data infrastructures: From concept to reality* (pp. 95-109) Taylor & Francis.

3.12 Referencias Web

http://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_Cosas

<http://www.agi.org.uk/what-is-geographic-information/>

<http://www.opengeospatial.org/ogc/programs/ip>

<http://www.mapquest.com>

<http://www.mapblast.com>

<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/241/referenceid/3955>

<http://www.gsdi.org/publications>

<http://terrasit.wordpress.com/2013/07/23/10-cosas-que-puedes-hacer-con-un-geoportal/>

<http://www.r3igeo.org/faq>

<http://www.idee.es/web/guest/introduccion-a-las-ide>

<http://www.magic.gov.uk/>

<http://onegeology-europe.brgm.fr/workshop/geoss.pdf>

<http://www.anpcmexico.org/blogs/redes-sociales-en-proteccion-civil/c2bffdrazgodemc3a9xicoenproteccioncivil3f>

<http://www.rednacionaldeemergencia.cl/>

<http://www.onemi.cl/>

<http://www.bomberos.cl/>

<http://preview.grid.unep.ch/>

Capítulo (Anexo) IV

SUBSIDENCIA

**Carreón Freyre Dora C.¹, Gutiérrez Calderón R.², González Hernández M.²
Cerca Martínez M.¹, Zacarías Ramírez S.²**

¹Centro de Geociencias de la UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, México;

²Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos, Delegación Iztapalapa, México D.F., México

4. Resumen

En este capítulo se presenta la metodología implementada y la operación del Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG) en la zona urbana más densamente poblada del Distrito Federal, en México, denominada *Delegación Iztapalapa (DI)*. El subsuelo que conforma el territorio de la DI es muy heterogéneo, los depósitos fluvio-lacustres se encuentran intercalados con materiales volcánicos de distintos tipos, como en gran parte de la cuenca volcánica de la Ciudad de México. Como consecuencia de la combinación de una fuerte presión antropogénica (crecimiento urbano) y una vulnerabilidad física natural del terreno, se presentan en la DI diversos tipos de peligros geológicos: (1) la subsidencia del terreno y el asociado fracturamiento del subsuelo; (2) taludes y laderas inestables, y (3) la presencia de cavernas en estructuras volcánicas. Estos fenómenos afectan de manera importante la infraestructura y equipamiento urbano en la mayor parte del territorio de la DI. Durante 7 años de colaboración entre el Centro de Geociencias de la UNAM y la DI, se ha implementado una metodología de análisis para la caracterización de las zonas cuyo equipamiento urbano ya ha sido o es susceptible de ser afectado por un proceso geológico. Se ha establecido un equipo de trabajo inter-disciplinario con el fin de identificar los factores geológicos y antropogénicos asociados. La información generada a partir del trabajo de campo y laboratorio ha sido se presentada como reportes técnicos, presentaciones en eventos académicos y de gobierno. La continúa alimentación y estructuración de la base de datos permite el desarrollo del Atlas de Riesgos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Los resultados obtenidos han permitido a las autoridades locales fundamentar el diseño de estrategias y políticas públicas dirigidas a la ejecución de medidas de prevención y mitigación del riesgo.

4.1 Introducción

El territorio de la Delegación Iztapalapa (DI) del Distrito Federal en México se encuentra afectado por diferentes fenómenos geológicos como la subsidencia del terreno, el fracturamiento del subsuelo,

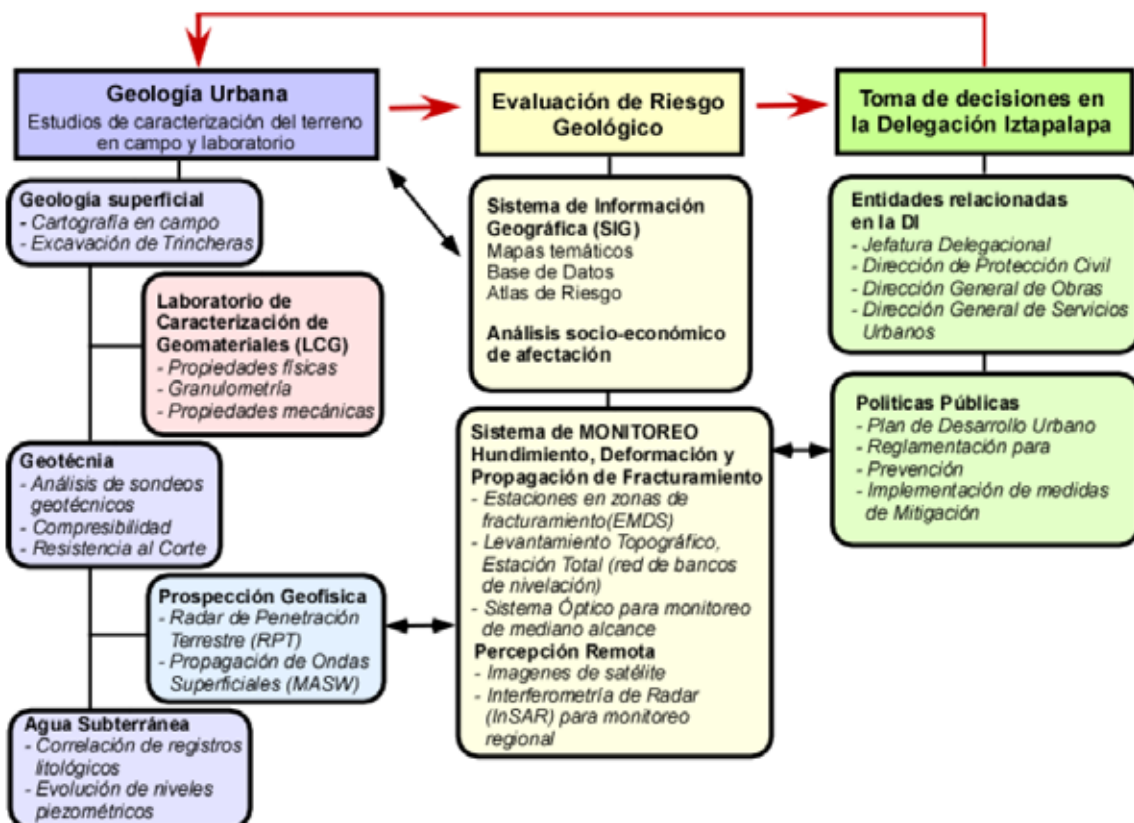


Fig. 4.1, Diagrama de la metodología implementada en el CERG

taludes inestables y de cavidades volcánicas, que afectan gran parte de la infraestructura y equipamiento urbano. En algunas zonas de la DI, donde los daños son continuos y extensos, se destina un monto importante de recursos económicos en reparaciones y obras de mitigación. En la DI predomina la población con un alto nivel de marginación económica, lo que contribuye al incremento de su vulnerabilidad social y como consecuencia del riesgo geológico. Con el fin de realizar estudios que aporten elementos para el diseño de políticas públicas enfocadas a la mitigación del riesgo geológico, en el año 2007 se inició la colaboración entre el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Delegación Iztapalapa. Como resultado de esta cooperación surge el Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG) de la Delegación Iztapalapa, que funciona con una metodología diseñada para atender los problemas de la delegación en materia de riesgo geológico (Carreón-Freyre et al., 2008 y 2010; Gutiérrez-Calderón et al., 2011). El análisis de los factores que condicionan dichos fenómenos se realiza mediante la caracterización sistemática de los materiales geológicos en cada sitio (en superficie y en el subsuelo mediante sondeos geotécnicos y prospección geofísica), además de la variación de sus propiedades en el tiempo y en el espacio (Fig. 4.1). Se ha implementado una combinación de diversas técnicas de estudio en campo, laboratorio, gabinete y así como la integración de una base de datos mediante un Sistema de Información Geográfica de fácil actualización y visualización. La *Misión* del CERG es "utilizar el conocimiento del medio geológico y su relación con el entorno urbano para identificar con certidumbre los fenómenos geológicos que pueden afectar la seguridad y la calidad de vida de la población en el territorio de la DI, así como para apoyar el diseño de medidas adecuadas para su mitigación actual y futura". El objetivo final es establecer un diagnóstico confiables que permitan proponer políticas de prevención efectivas (Carreón-Freyre et al., 2010).

4.2 Antecedentes

La Ciudad de México y su zona metropolitana se asientan sobre la planicie que ocuparon los antiguos lagos de Texcoco, México, Chalco y Xochimilco (Vázquez-Sánchez y Jaimes-Palomera, 1989).

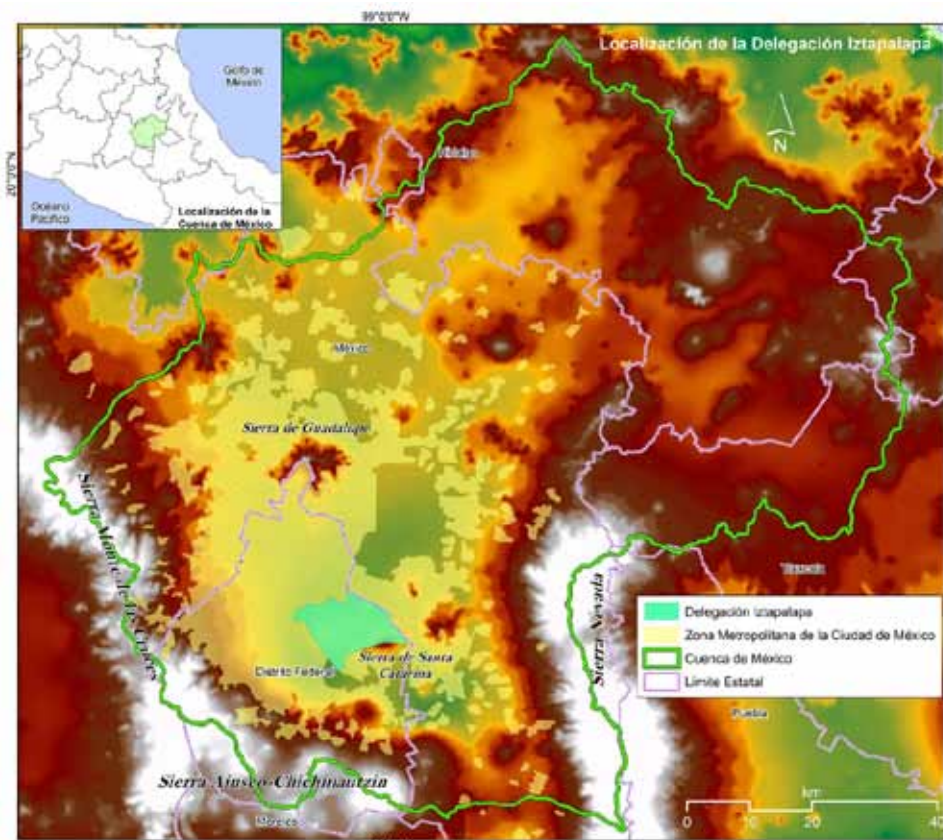


Fig. 4.2, Mapa de elevaciones (MDE) que muestra localización de la Delegación Iztapalapa en la Ciudad de México.

Este sistema lacustre fue desecado artificialmente para dar paso al proceso de urbanización que inició al final del siglo XV, mediante la construcción de obras hidráulicas que fueron hechas por los aztecas para regular los niveles de los lagos. Posteriormente, en la época colonial, se realizaron obras de drenaje que redujeron el tamaño de los cuerpos de agua, con el objeto de ganar tierra que sería utilizada para la ganadería, y cultivo. El siglo XIX se caracterizó por la expansión de la Ciudad de México, que fue integrando los pueblos fundados desde la época prehispánica. Actualmente, la zona metropolitana cuenta con más de 20 millones de habitantes, de los cuales, 8 millones se ubican en la Ciudad de México, lo que hace de esta zona una de las más densamente pobladas del mundo.

El área cubierta por la DI se encuentra dentro de la Cuenca de México (CM). La CM es una fosa con una historia geológica compleja formada por la interacción de fallas y actividad volcánica dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM) (Ferrari et al, 2005), la estratigrafía regional de la CM ha sido estudiada con relativo detalle por numerosos autores entre los que destacan los trabajos de Zeeavert (1953), Marsal y Mazari (1959), Mooser (1975), De Cserna *et al.* (1987).

4.2.1 Desarrollo urbano y morfología en la Delegación Iztapalapa

La (DI) se localiza al oriente de la Ciudad de México, cuenta con 2 millones de habitantes y abarca una extensión de 116 km². (Fig. 4.2). La población en Iztapalapa se incremento de manera importante entre las décadas de los 60's y 70's debido principalmente a las migraciones de los estados del sureste de la Republica Mexicana. Los límites de la zona urbana se fueron extendiendo hasta lugares poco aptos para la urbanización, factor que aunado a la composición socio-económica de la región, condujo a la producción de viviendas de autoconstrucción con materiales precarios y numerosas deficiencias estructurales. En estas décadas, también se construyeron numerosos conjuntos habitacionales destinados a dar vivienda a sectores marginales de la población, convirtiéndose años después en zonas densamente pobladas con insuficiencia de servicios básicos.



Fig. 4.3, Ejemplo de afectación por problemas de subsidencia y fracturamiento del Subsuelo. Calle Pedro Aceves Colonia San Sebastián Tecoloxtitlan.

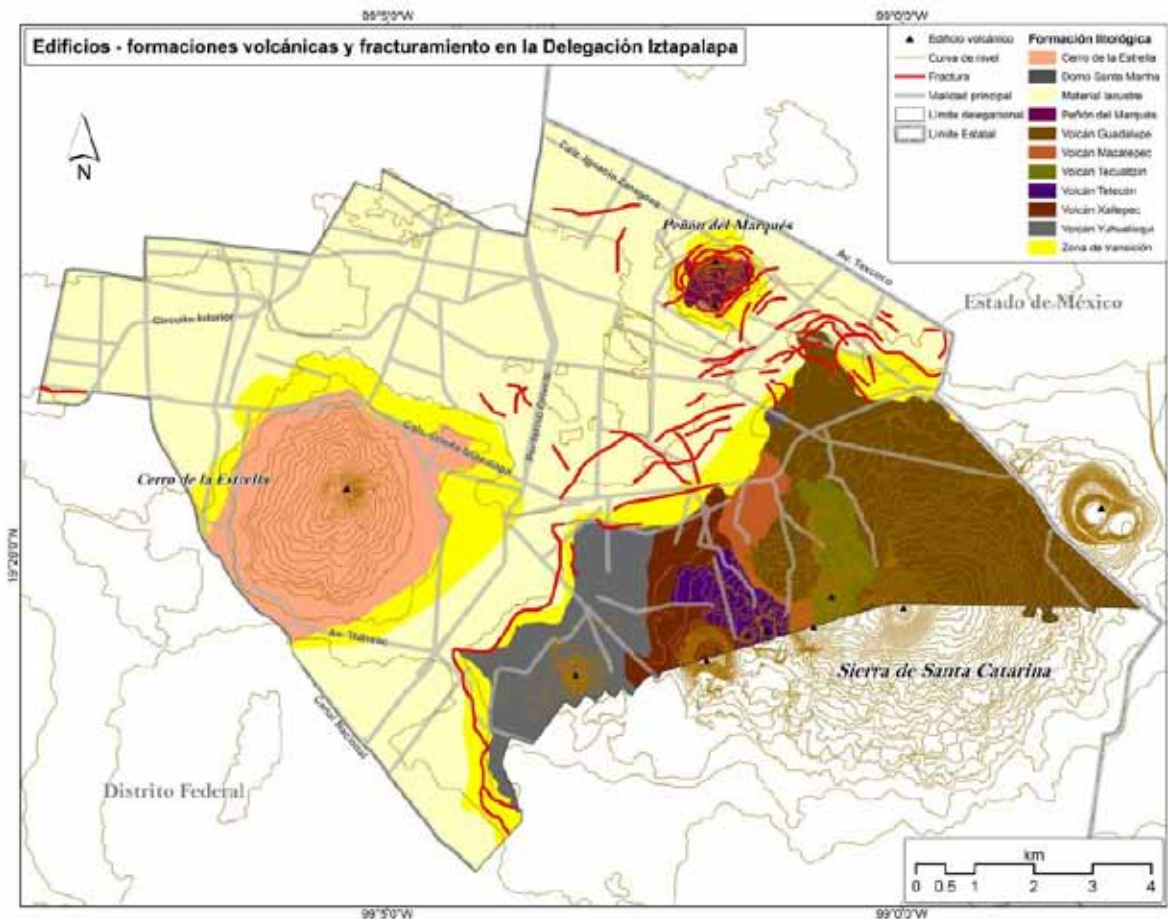


Fig. 4.4, Mapa de los edificios volcánicos principales en la DI. Se muestra la cartografía detallada del fracturamiento realizada por el equipo de trabajo del CERG.

Las elevaciones mayores en la zona, corresponden a edificios volcánicos compuestos por andesitas, basaltos y rocas piroclásticas de edad Plioceno-Pleistoceno de la Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón del Marqués. El valle formado entre estructuras volcánica se encuentra relleno de una secuencia compuesta por coladas de lava, depósitos piroclásticos (tobas y cenizas), depósitos aluviales y lacustres con sedimentos de diferentes tipos (arenas, limos y arcillas).

Actualmente, una de las principales problemáticas en la DI es la insuficiencia en el abastecimiento de agua potable. Desde inicios del siglo XX, la extracción de agua por bombeo del subsuelo ha sido la principal alternativa para dotar del recurso a la población que ha ido en ascenso.

El continuo bombeo ha provocado un desequilibrio de las condiciones hidráulicas y mecánicas del subsuelo, lo que da origen a los procesos de subsidencia y fracturamiento, que afectan principalmente a las zonas lacustres y a la franja conocida geotécnicamente como “Zona de Transición” (lomas y lacustre) afectando seriamente a las construcciones y gran parte de la infraestructura y equipamiento urbano (Fig. 4.3).

Por otro lado, los frentes volcánicos y antiguas minas a cielo abierto de materiales de construcción actualmente han sido urbanizadas y desarrollan problemas de inestabilidad de taludes que se manifiestan como una gran variedad de mecanismos potenciales de falla. De igual manera, en las formaciones volcánicas existen cavidades que pueden alcanzar diversas geometrías y tamaños, sobre las que se han construido edificaciones y que representan un nivel de riesgo elevado debido a sus características.

4.2.2 Características de los depósitos lacustres de la Cuenca de México.

Las arcillas lacustres de la Cuenca de México han sido estudiadas con detalle desde mediados del siglo pasado, debido principalmente a su heterogeneidad y a la complejidad de su com-

portamiento mecánico (ruptura frágil en materiales plásticos, compresibles y con altos contenidos de agua). Los primeros trabajos reportaron composiciones contrastantes para los sedimentos de la Cuenca de México (Zeevaert, 1953; Marsal y Mazari, 1959; Mesri *et al.*, 1976). A partir de sus propios análisis Peralta y Fabi (1989), concluyen que la divergencia en los resultados reportados se debe a las variaciones de la mineralogía con la profundidad y describe una compleja estratificación micro-estructural de estos materiales y una composición microscópica semejante a un gel, similar a un material amorfo. Desde entonces se han llevado a cabo estudios sobre la variación mineralógica de estos materiales con la profundidad (Díaz-Rodríguez *et al.*, 1998, Mazari-Hiriart *et al.*, 2000). Una revisión de los resultados de la composición mineralógica de la fracción arcillosa reportados por diferentes autores es presentada por Carreón-Freyre *et al.* (2006). Se ha documentado que en secuencias sedimentarias como la de la (CM), en donde la actividad volcánica es reciente y contemporánea a la deposición del relleno sedimentario, la rápida alteración de ceniza volcánica y pumicita genera suelos ricos en alofano e imogolita, minerales arcillosos de bajo orden similares a geles (Carreón-Freyre *et al.*, 1998).

Existe una íntima relación entre la mineralogía de los materiales arcillosos y sus propiedades mecánicas, las cuales dependen principalmente del contenido de agua y están directamente relacionadas con su baja permeabilidad. Se ha estudiado la influencia de la mineralogía en la plasticidad, compresibilidad y resistencia de los materiales arcillosos (Mesri *et al.*, 1976; Díaz-Rodríguez y Santamarina, 2001). Actualmente se reconoce que, así como la mineralogía obedece a variaciones en las condiciones climáticas y de depósito, la variación del comportamiento mecánico en una secuencia arcillosa obedece además a la búsqueda de equilibrio del sistema ante la influencia antropogénica. Sin embargo, existen pocos estudios que relacionen las condiciones geológicas con las variaciones mineralógicas, hidráulicas y mecánicas de secuencias arcillosas lacustres (Carreón-Freyre, 2005), y por lo tanto se conoce poco sobre la respuesta de estos sistemas y los mecanismos de propagación de la deformación y generación de fracturas. Es por esto que la colaboración con la DI es también de gran interés académico.

4.2.3 Condiciones geológicas y geotécnicas en la Delegación Iztapalapa

Las elevaciones mayores en la zona de Iztapalapa corresponden a edificios volcánicos compuestos por andesitas, basaltos y rocas piroclásticas de edad Plioceno y Pleistoceno (los últimos 5 millones de años) que afloran en la Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón del Marques. El valle que se encuentra entre las edificaciones volcánicas está relleno de una alternancia de secuencias fluvio-lacustres y rocas volcánicas, piroclásticas. En la parte superior de esta secuencia predominan los sedimentos de ambiente lacustre y en las zonas cercanas a los edificios volcánicos hay depósitos aluviales y de pendiente (Fig. 4.4).

A partir del sismo ocurrido en 1985 que afectó gran parte de la Ciudad de México fue necesario contar una cartografía geológica detallada de fallas y fracturas desde el punto de vista geológico, además de conocer con detalle los espesores en el relleno de la Cuenca de México (De Cserna *et al.*, 1987). Estos autores propusieron la presencia de dos fallas geológicas mayores con orientación N50E que cruzan la DI bajo los cerros de La Estrella y El Peñón, las cuales fueron inferidas a partir de los datos gravimétricos y con evidencias de actividad sísmica reciente. Sin embargo, actualmente estas fallas no tienen una manifestación clara en superficie y gracias al trabajo de cartografía que se realiza en el CERG la presencia de afectación derivado de un fallamiento regional en esta zona ha sido descartada. Actualmente se cuenta con un mapa detallado del fracturamiento en la DI que muestra un patrón de distribución determinado por la zona de contacto entre materiales volcánicos sedimentarios por debajo de la mancha urbana (Fig. 4.4). Este mapa se actualiza frecuentemente y forma parte del Atlas de Riesgos que utiliza la Dirección de Protección Civil de la DI.

Por medio del análisis de las secuencias superficiales (sondeos geotécnicos < 100 m de profundidad) de la Cuenca de México, Marsal y Masari (1959) propusieron una zonificación geotécnica dife-

renciando las estratigrafía en la zona del lago, la zona de transición, y la zona de lomas. De acuerdo a esta propuesta y a la geología que puede observarse en superficie en la DI, su territorio comprende estas tres zonas. La zona del lago se encuentra representada por secuencias arcillosas, limos y arenas con diferentes grados de cementación y consolidación, además de depósitos piroclásticos y lavas intercaladas. La zona de Lomas que incluye el Cerro de la Estrella, la Sierra de Santa Catarina y el Peñón del Marques. Finalmente, las zonas de transición se localizan en los flancos de Peñón del Marques y del Cerro de la Estrella, así como en la zona de piedemonte al Norte de la Sierra de Santa Catarina.

4.3 Principales peligros geológicos en la DI

4.3.1 Hundimiento del terreno y fracturamiento del Subsuelo

El avance en la cartografía en el DI hasta febrero del 2014 muestra que existen zonas donde se concentra el hundimiento y las fracturas. Casi todas las fracturas muestran trazas lineales alrededor del borde de la Sierra de Santa Catarina y del Peñón del Marques. Las fracturas presentan direcciones preferenciales NE-SW y NW-SE. La similitud entre los rasgos de la Sierra de Santa Catarina y las variaciones en la dirección que presentan las fracturas sugieren que el fenómeno en la escala regional se encuentra asociado a la línea de costa del antiguo lago y los contactos entre lavas sepultadas y/o depósitos piroclásticos (Flujos piroclásticos de escoria, deposito de caída y oleadas piroclásticas) con los sedimentos lacustres (arcillas y limos). Estos contactos son planos de debilidad que determinan la propagación del fracturamiento en superficie desplazamientos verticales (Fig. 4.5).

De manera general se pueden definir cuatro condiciones de generación y propagación de fracturas que requieren medidas de mitigación específicas.

(I) Presencia de materiales altamente heterogéneos, La deformación se localiza en superficie en las zonas de contacto, provocando en determinados sitios se origine hundimientos puntuales con distintos radios de influencia, además de fracturamiento en superficie de manera aleatoria y la propagación del fracturamiento se encuentra entre 1 y 4 metros aproximadamente, los valores de subsidencia registrados en esta zona oscilan entre los 2 y 20 cm/año (López-Quiroz, 2009). El origen de este se debe a la alta heterogeneidad de los materiales en el subsuelo en los primeros metros (suelos orgánicos, depósitos lacustres, depósitos fluviales y volcánicos) (Fig. 4.6), esta particularidad origina propiedades físicas y mecánicas contrastantes. Este mecanismo se desarrolla con mayor peculiaridad en la zona conocida como transición entre la antigua zona de lago y el pie de monte volcánico.

(II) En zonas de deslizamiento en forma de bloques irregulares, Sobre una superficie de despeje, originando fracturas concéntricas, paralelas y continuas superando los 200 metros en superficie (Fig. 4.8). A lo largo de estas trazas se pueden presentar desplazamientos verticales superiores a 1 metro formando una geometría en escalones, y su propagación en el subsuelo oscila entre los 2 y 6 metros en promedio, los valores de subsidencia registrados en esta zona oscilan entre los 20 y 20 cm/año (López-Quiroz, 2009). El tipo de material que conforma el subsuelo corresponde a secuencias volcánicas de flujos de escoria y depósitos de caída intercalados con secuencias lacustres.

(III) Colapso de materiales piroclásticos, La particularidad de estas secuencias volcánicas es el bajo grado de consolidación, debido a que se encuentran en contacto grano a grano, además de una variación granulométrica en cada una de las secuencias (ceniza-lapilli-bloques) (Fig. 4.7). Esta característica genera socavamientos en superficiales debido a la pérdida de la estructura o colapso del material piroclástico, debido a la infiltración de agua; estos socavamientos se propagan a lo largo de fracturas pre-existentes, formando geometrías lineales y/o curvadas con desplazamientos verticales entre 0.5 y 1 metro en promedio, además de alcanzar una propagación en el subsuelo entre 2 y 15 metros, además que los valores de subsidencia registrados en esta zona oscilan entre los 2 y 20 cm/año (López-Quiroz, 2009).

(IV) Deformación diferencial en la planicie lacustre, Donde se tienen registros de espesores arcillosos y limosos superiores a los 30 metros (Fig. 4.9). En estas secuencias se puede observar contras-

tes mecánicas muy particulares como: alta compresibilidad de los materiales arcillosos con contenidos de agua entre los 100 y 400% además de una baja resistencia al corte. Estas características originan áreas altamente susceptibles a desarrollar subsidencia del terreno y fracturamiento del subsuelo, cuando se tienen factores como la extracción de agua, cargas estáticas y dinámicas, actualmente se tienen registros de valores de subsidencia superiores a los 40 cms/año (López-Quiroz, 2009).

4.4 Taludes Inestables

4.4.1 Características Generales

La DI se caracteriza por presentar dos principales morfologías: la primera una planicie lacustre compuesta por secuencias limosas y arcillosas principalmente, la segunda corresponde a una serie de elevaciones asociados a domos y conos de escoria conocidos como el Cerro de la Estrella, Peñón del Marques y la Sierra de Santa Catarina donde predominan los depósitos volcánicos (Lavas de composición andesítica-basáltica, secuencias de flujos piroclásticos de escoria, depósitos de caída y secuencias de oleadas piroclásticas) y vulcano-sedimentarios (lahares) donde a partir de factores detonadores se desarrollan y/o desencadenan los procesos de inestabilidad de taludes.

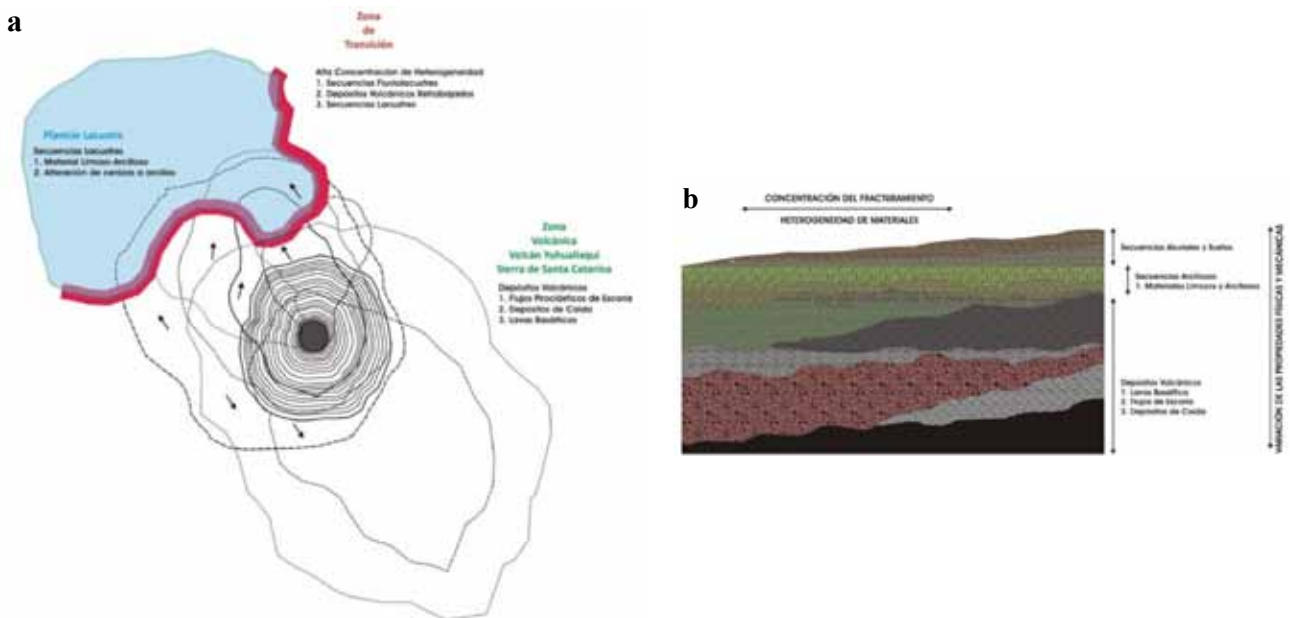


Fig. 4.5, Generación de una zona de fracturamiento (a, Vista de Planta y b, Perfil). Ejemplo: noroeste del Volcán Yuhualixqui en la Sierra de Santa Catarina.



Fig. 4.6, Fracturamiento en zonas de alta heterogeneidad de materiales geológicos.

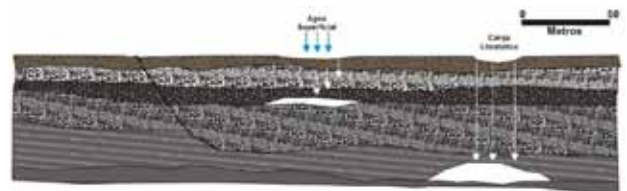


Fig. 4.7, Fracturamiento por materiales colapsables (piroclastos)

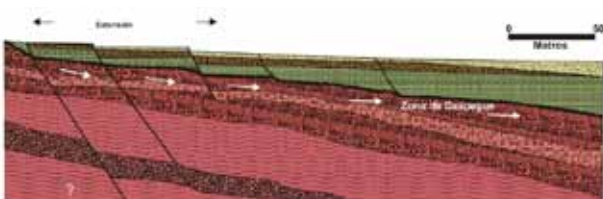


Fig. 4.8, Fracturamiento asociado al deslizamiento de bloques. DA: Depósitos Aluviales, DL: Depósitos Lacustres y DV: Depósitos Volcánicos.

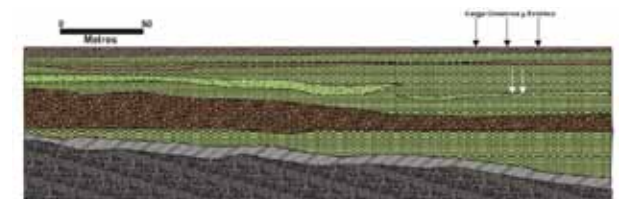


Fig. 4.9, Fracturamiento por deformación diferencial



Fig. 4.10, Zona de Taludes Inestables en el Peñón del Marques.



Fig. 4.11, Interior de la Cueva "La Colmena" en el sector sur del Cerro de la Estrella.



Fig. 4.12, Afectación de una vivienda producida por el colapso de material al interior de la Cueva la Colmena ocurrido en Septiembre del 2011.

Actualmente dentro del territorio delegacional se tienen cartografiados y georeferenciados 54 sitios correspondientes a frentes inestables (Fig. 2.10), donde a partir del análisis de elementos morfológicos, descripción detallada de las características geológicas y aspectos estructurales de cada sitio, se elaboro una zonificación donde además se describen a detalle el o los mecanismos potenciales de falla (MPF) basados en la clasificación propuesta por Alcántara-Ayala (2003), además de particularizar los agentes detonadores identificados en cada uno de los frentes inestables.

Actualmente se tiene identificado que la zona con mayores problemas de inestabilidad es la Sierra de Santa Catarina con 38 frentes inestables donde los MPF que predominan son Flujo de detritos secos, Caída, Volteo y Deslizamiento en Cuña, seguido del Peñón del Marques donde tienen 13 zonas donde el mecanismo que predomina es caída, volteo y deslizamiento en cuña, por último el Cerro de la estrella con 3 sitios donde el MPF predominante es caída y volteo.

4.5 Cavernas volcánicas

En la DI actualmente se tienen problemas relacionados a colapsos puntuales localizados principalmente en el Cerro de la Estrella (Fig. 4.11), donde este problema está relacionado a la presencia de cavernas las cuales se originaron al momento del emplazamiento de las lavas de composición basáltica-andesítica y la emisión efusiva de gases se combinaron formando burbujas, originando cavidades de diversos tamaños.

También se pueden desarrollar estas estructuras al momento del emplazamiento de la lava en la superficie, debido a que la parte superior de la lava hace contacto con la temperatura exterior generando una costra superficial debido enfriamiento rápido por el cambio brusco en la temperatura, esta condición mantiene altas temperaturas en la parte central facilitando la movilidad de la lava y generando zonas vacías. Estas condiciones son las que prevalecieron en el Cerro de la Estrella donde en algunos casos las cavernas sufren colapsos puntuales y repentinos debido a la acción de los procesos erosivos y gravitacionales.

En este caso el CERG determina el área de influencia de estas estructuras a partir de estudios geofísicos, empleando la técnica de MASW 2D el cual es un método geofísico no destructivo, que evalúa los módulos elásticos de los materiales que se encuentran en el subsuelo. Esta técnica se complementa con la realización de estudios de cartografía geomorfológica dentro de las cavernas. La peligrosidad de estas estructuras radica en que se localizan en zonas donde actualmente se asientan conjuntos habitacionales y viviendas unifamiliares (Fig. 2.12).

4.6 Operación del centro de evaluación de riesgo geológico (CERG)

El CERG está conformado principalmente por 4 áreas de trabajo (consultar Fig. 4.1):

- Cartografía y topografía
- Geología y Geofísica
- Laboratorio de Caracterización de Suelos
- Sistemas de Información Digital (SID)
- Innovación tecnológica: sistema de monitoreo in situ

La primera etapa en el sistema de trabajo, comprende el levantamiento cartográfico de la traza de las fracturas en superficie en esta se analizan sus trayectorias, orientación, geometría y su densidad

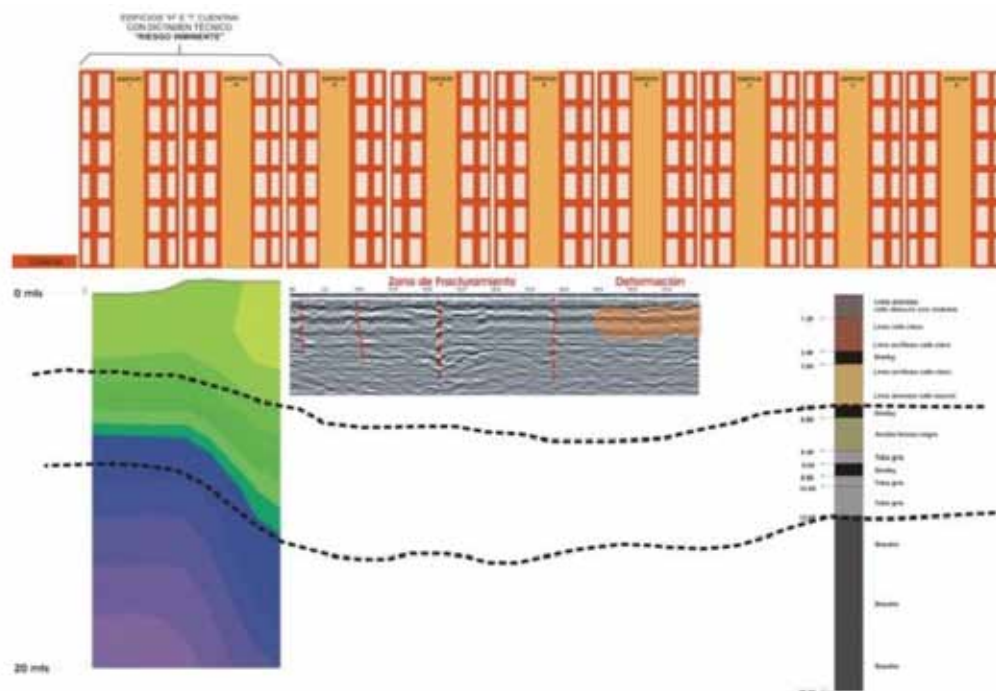


Fig. 4.13, Integración de Información geológica, geofísica y de laboratorio para la interpretación de las condiciones del subsuelo.

como primer paso para la definición de los mecanismos de fracturamiento. Se delimitan superficies de frentes de taludes inestables los cuales son geo-referenciados para el análisis espacial tomando los datos sus datos respecto a su geometría y características particulares. En el caso de las cavernas el trabajo realizado esta enfocado en delimitar la geometría de las bóvedas principales como sus ramales a fin de establecer su área de influencia en superficie.

En el caso de la prospección geofísica se realiza mediante técnicas no destructivas: Radar de Penetración Terrestre (RPT) y Sísmica de Prospección de Ondas Superficiales (POS), la integración de estos dos métodos permite evaluar la estructura del subsuelo y las propiedades físicas de los materiales. La profundidad de investigación depende de las condiciones geológicas del sitio y del método empleado. Esta información es correlacionada con registros litológicos de extracción, afloramientos, o en algunos casos se analizan muestras de suelo que han sido obtenidas en excavaciones hechas para la reparación de redes hidráulicas afectadas por los desplazamientos del suelo de profundidad variable o bien a partir de sondeos geotécnicos realizados en sitios puntuales. Las muestras son sometidas a una serie de pruebas de Mecánica de Suelos y edafología, en el Laboratorio de Caracterización de Suelos (LACAS) y en el Laboratorio de Mecánica de Geosistemas (LAMG) del CGEO UNAM Campus Juriquilla. Se determinan sus propiedades físicas y mecánicas para elaborar una interpretación adecuada de las condiciones de deformación de cada zona caracterizar su propagación en cada sitio (Fig. 4.13).

La información generada, es administrada mediante una base de datos estructurada por medio del SID y vertida aun Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante el cual se realizan diversos procesos de análisis espacial y correlación de múltiples variables. La cartografía es integrada a los reportes técnicos y Atlas Delegacional de peligros, en el apartado de Riesgos Geológicos.

El CERG trabaja en dos vertientes, la primera, enfocada a la investigación, generación y procesamiento de datos, que son aplicados para la determinación de mecanismos de fracturamiento que afectan a las diversas zonas de la demarcación, localización de frentes inestables y delimitación de áreas de cavernas. La segunda vertiente, corresponde a la atención de solicitudes que realizan los ciudadanos ante las autoridades municipales, con el fin de que la administración local realice evaluación de riesgo geológico en sus barrios, pueblos o colonias y de esta manera, tomar las medidas necesarias para la mitigación de peligros.

4.6.1 Innovación tecnológica en el CERG: implementación de un Sistema de Monitoreo

El CERG ha desarrollado con el CGEO de la UNAM y el Centro de Investigaciones en Óptica, CIO, A.C., un prototipo de estación de monitoreo de la deformación sobre la traza de las fracturas. El objetivo de estas estaciones, es la de generar datos precisos y de forma continua sobre las magnitudes de las deformaciones generadas por la subsidencia del terreno.

Con los datos obtenidos en estas estaciones de monitoreo, se pretenden generar modelos con el fin de establecer relaciones entre los movimientos del suelo y otros factores como pueden ser fuertes precipitaciones, temperaturas extremas e incluso sismos.

Para el implemento de estas estaciones se tiene que cumplir determinados parámetros como: alta densidad de fracturamiento, contraste mecánico del suelo y desplazamiento vertical y/o horizontal de las fracturas.

La instalación se desarrolla mediante las siguientes actividades:

- Cartografía a detalle de las fracturas del sitio.
- Colección de muestras del subsuelo en la zanja donde se coloca el prototipo de instrumentación en superficie, dicha zanja es perpendicular a la fractura, las muestras obtenidas se someten a una caracterización física y mecánica del suelo en el laboratorio.
- Levantamiento de perfiles multipfrecuencia de Radar Penetración Terrestre (RPT):
- Levantamiento topográfico a detalle con nivel electrónico y estación total.
- Actualmente se tiene en funcionamiento una red de 6 Estaciones de Monitoreo, que serán de gran utilidad para generar datos sobre el comportamiento del suelo a lo largo del tiempo, fundamen-

tales para el establecimiento de medidas preventivas y de mitigación, en el marco de la Gestión Integral de Riesgos que se desarrolla en la Delegación Iztapalapa.

4.7 Perspectivas y conclusiones

El CERG busca incidir en el cambio de las políticas del uso de suelo y del manejo de los recursos hídricos que se aplican en la Ciudad de México debido a la falta de otras fuentes de abastecimiento se continua con la extracción de agua mediante bombeo de pozos profundos. Si se continúa con la explotación intensa de los acuíferos, la problemática de subsidencia de la Ciudad de México irá en aumento y ocasionara pérdidas económicas y una degradación en la infraestructura urbana. Se establecen también sistemas de prevención y de mitigación en zonas con problemas de inestabilidad de taludes como por la presencia de cavernas.

El CERG ha sido diseñado con la capacidad de ser consultivo, lo que implica que el conocimiento generado debe ser aplicado en el diseño de medidas de mitigación y prevención de daños futuros. Uno de los valores agregados más importantes del CERG es la creación de una cultura de coexistencia con los fenómenos geológicos presentes en la DI los cuales son persistentes e irreversibles en el territorio delegacional.

4.8 Bibliografía

- Alcántara-Ayala I., Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología., 2000. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, número 41, 11-13.
- Carreón-Freyre, D.C., Gama-Castro, J., Palacios-Mayorga, S., Garnica-Anguas, P., 1998. Propiedades y clasificación de los suelos residuales de México. Memorias de la XIX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, 75-80.
- Carreón-Freyre, D.C., Cerca M., Hernández-Marín, M., 2003. Correlation of near-surface stratigraphy and physical properties of clayey sediments from Chalco Basin, Mexico, using Ground Penetrating Radar. *Journal of Applied Geophysics* 53: 121-136.
- Carreón-Freyre, D., Cerca, M. 2006. Delineating the nearsurface geometry of the fracture system affecting the valley of Queretaro, Mexico: Correlation of GPR signatures and physical properties of sediments. *Near Surface Geophysics*, EAGE (European Assoc. of Geoscientists and Engineers). 4(1): 49-55.
- Carreón-Freyre, D. C., 2005. Importancia de la caracterización de arcillas en laboratorio para la adecuada evaluación de sus propiedades mecánicas, pp.273-282. En Bucio, L., *Cristalografía: Fundamentos Técnicas y Aplicaciones*, Sociedad Mexicana de Cristalografía. A. C., ISBN 970-9888-07-2, 528 p.
- Carreón-Freyre, D., Cerca Martínez, M. y Hernández Marín, M., 2005a. Propagation of fracturing related to land subsidence in the Valley of Queretaro, Mexico. *Proceedings of the 7th International Symposium on Land Subsidence SISOLS 2005*, Shanghai, P.R. China. ISBN 7-5323-8209-5. Vol. I: 155-164.
- Carreón-Freyre, D., Cerca M., Luna-González, L., Gámez-González, F.J., 2005b. Influencia de la estratigrafía y estructura geológica en el flujo de agua subterránea del Valle de Querétaro. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22(1): 1-18.
- Carreón Freyre, D., Cerca, M., Gutiérrez Calderón, R., Díaz Castellón, R., Ocaranza Maldonado, J., Santana Quintana, M., Ochoa González, G., Álvarez Manilla, A., 2008. Diseño de un sistema de monitoreo del fracturamiento del subsuelo: caso de aplicación en la Delegación Iztapalapa del Distrito Federal. Sesión de Agrietamiento de Suelos. Memorias de la XXIV Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. ISBN 978-968-5350-23-5, Tomo 2: 475-486.
- Carreón Freyre, D., Cerca, M., Gutiérrez Calderón, R., Huerta Ladrón de Guevara, M., 2010. Monitoring of land subsidence and fracturing in Iztapalapa, Mexico City. En Carreón Freyre, D., Cerca, M. and Galloway, D.L. (eds.), *Land Subsidence, Associated Hazards and the Role of Natural Resources Development (Proceedings of EISOLS 2010, Querétaro, México)*. Red Book Series Publication 339, IAHS Press, CEH Wallingford. UK. ISBN 978-1-907161-12-4. ISSN 0144-7815. pp. 44-50.
- Cabral-Cano, E., Dixon, T. H., Miralles-Wilhelm, F., Díaz-Molina, O., Sánchez-Zamora, O. & Carande, R. E. 2008. Space geodetic imaging of rapid ground subsidence in Mexico City. *GSA Bulletin* 120(11-12), 1556–1566, doi: 10.1130/B26001.1
- Díaz-Rodríguez, A., and Santamarina, J.C., 1998. Mexico City soil behavior at different strains: Observations

- and physical interpretation. *J. of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 127 (9), 783-789.
- Figuroa Vega, G. E., 1989. Mecanismos de producción de grietas inducidos por la explotación del agua subterránea. *Academia Mexicana de Ingeniería. Alternativas Tecnológicas* 29, 371-378.
- Gutiérrez-Calderón, R.I. Carreón-Freyre, D., Cerca M., Blancas D., Morales G., Jiménez A, González M., Espinoza F., 2011. Centro de Evaluación de Riesgo Geológico de la Delegación Iztapalapa, Ciudad de México. *Proceedings of the 14th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Toronto, Canadá.
- Gutiérrez Castorena, M. del C., Stoops, G., Ortiz Solorio, C. A., López Avila, G. L., 2005. Amorphous silica materials in soils and sediments of the Ex-Lago de Texcoco, México: An explanation for its subsidence. *Catena* 60: 205-226.
- Juárez Badillo., E. y Figuroa Vega, G. E., 1984. Stresses and displacements in an aquifer due to seepage forces (one dimensional case). *Journal of Hydrology* 73: 259-288.
- Lopez-Quiroz P, et al., 2009. Time series analysis of Mexico City subsidence constrained by radar interferometry. *Journal of Applied Geophysics*. ELSEVIER.
- Lugo Hubp J., Pérez Vega A., Rojas Salas M., 1991. Formación de grietas en la margen del antiguo lago al oriente de la cuenca de México. *Geofísica Internacional*, 30 (2): 87-95.
- Marsal, R. J. y Mazari, M. 1959. El subsuelo de la Ciudad de México. Instituto de Ingeniería. U.N.A.M.
- Mazari-Hiriart, M, Hernández-Eugenio, C., Rojo-Callejas, F., Lozano-Santacruz, R., 2000. Vertical variability of PCE sorption in the lacustrine clays of Mexico City. *Environmental Geology* 39(6), 595-602.
- Mesri G., Rokhse A. y Bonor B. F., 1976. Compositive and compressibility of typical samples of Mexico City, *Geotechnique* 25(3), 527-554.
- Mooser, F. 1975. Historia geológica de la Cuenca de México. En "Memorias de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal". DDF. Tomo I: 7-38.
- Orozco, J. M. y Figuroa V., G., 1991. Descripción cronológica del desarrollo de los conocimientos sobre el agrietamiento de terrenos. *Agrietamiento de suelos, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos*, 1-12.
- Peralta y Fabi, R., 1989, Sobre el origen de algunas propiedades mecánicas de la formación arcillosa superior del Valle de México. *Simposio sobre Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México*.
- Vázquez-Sánchez, E., y Jaimes-Palomera, R. 1989. Geología de la Cuenca de México. *Geofísica Internacional*, 28(2), 133-190.
- Zeevaert, L., 1953. Estratigrafía y problemas de ingeniería en los depósitos de arcilla lacustre de la Ciudad de México. *Memoria del Congreso Científico Mexicano Vol. 5: 58-70*.

ISBN: 978-9978-301-16-6



9 789978 301166