



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

INDICE

PRIMERA PARTE (1984)		PAGINA
1.	La Geografía y los Riesgos Naturales	1
1.1	Importancia del tema para la Geografía	1
2.	Reseña Histórica de la Investigación en Desastres Naturales	2
2.1	Papel de la Percepción en los Riesgos Naturales	2
3.	Introducción	6
3.1	Antecedentes del Problema	7
3.2	Antecedentes Bibliográficos	8
4	Análisis de técnicas, métodos o metodologías	11

*Se suprimen páginas 17,18 y 19 de esta etapa y se agrega una nueva página 18 para dar continuidad estructural al trabajo.

SEGUNDA PARTE Y FINAL (1987)

5.	Marco Teórico	19
6.	Objetivos I Etapa	20
	Objetivos II Etapa	20
7.	Metodología e Información Técnica sobre la Fotointerpretación	20
8.	Caracterización Física del Area	23
8.1	Ubicación y Localización	23
8.2	Importancia del tema	23
8.3	Planteamiento del problema	24
9.	Características Geológicas y Geomorfológicas	25
9.1	Formación Aguacate	25
9.2	Formación Térraba	26
9.3	Formación Pacacua	28



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dongo"
HEREDIA, COSTA RICA

	PAGINA
10. Peligros por ruptura del terreno	29
10.1 Deslizamiento	29
10.2 Factores que incrementan tensión	30
10.3 Factores que reducen tensión	30
10.4 Tipos de deslizamientos	30
11. Impacto Económico por deslizamientos	31
11.1 Introducción	31
11.2 Costa Rica	31
12. Procesos Naturales e influencia del hombre	33
12.1 Erosión y Obras de Infraestructura	33
12.2 Construcción de caminos	34
12.3 Uso del suelo	35
12.4 Análisis Global	36
13 Mapa de Riesgos por deslizamientos	38
13.1 Importancia	38
13.2 Diagrama de procedimiento	39
13.3 Comentario Integrado de variables	40
13.4 Determinación de Zonas de Riesgo	48
13.5 Mapa preliminar de riesgos	49
13.6 Conclusiones	50
13.7 Recomendaciones	52
13.8 Apéndice de referencias	54
13.9 Bibliografía	57
14. Erratas	59
15 Apéndice	60
15.1 Deslizamiento de Tapezco	61
15.2 Información sísmica	63



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

INDICE DE MAPAS

		PAGINAS
Mapa # 1	Fotoíndice líneas de vuelo	21-22
Mapa # 2	Uso del suelo	40-41
Mapa # 2 A	Fenómenos erosivos	40-41
Mapa # 3	Hidrografía	24-25
Mapa # 4	Isoyetas	25-26
Mapa # 5	Geológico	25-26
Mapa # 6	Población y vías de comunicación	33-34
Mapa # 7	Riesgos	49-50
Mapa # 8	Pendientes	39-40
Mapa # 9	Cárcavas de Quitirrisí	41-42

INDICE DE FIGURAS

Figura # 1	Esquema general de un deslizamiento	29-30
Figura # 2	Pasos típicos en la delineación de peligros por deslizamientos	38-39
Figura # 3	Corte de superficie de rotura	44-45



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-1-

La Geografía es una de las disciplinas más idóneas para realizar investigaciones ecológicas, ya que dispone de los métodos necesarios así como de suficiente información científica sobre el medio natural y sus recursos, potencialidad y aprovechamiento económico. Realiza estudios ecológicos sobre los cambios del medio ambiente originados en la acción del hombre y las consecuencias que implica la influencia de la actividad económica sobre el medio; prevención, debilitamiento y eliminación de algunos fenómenos naturales y optimización del medio en los sistemas técnicos naturales que crea el hombre.

Durante la década de los años 60, gran cantidad de geógrafos centraron su atención en los problemas relacionados con el medio ambiente. Dichos problemas se refieren a la relación existente entre el hombre y su medio natural, en especial por las clases de transacciones en las que el hombre participa respecto de los sistemas biológicos y físicos, y por la capacidad de la tierra para sustentarle en vista del crecimiento de la población y la alteración tecnológica cada día más extendida del paisaje.

Algunos fenómenos naturales destructores (huracanes, sequías, terremotos etc) se desarrollan en la naturaleza independientemente de la actividad de los hombres, aunque ponen en peligro su vida y causan daños económicos sustanciales. En cambio la utilización irracional de territorios y la explotación de los recursos naturales intensifican la acción destructora de muchos procesos "espontáneos" tales como: la erosión, la deflación, fenómenos cíclicos, deslizamientos del suelo, inundaciones, etc. Otros fenómenos que también se deben directamente a la acción del hombre son por ejemplo la devastación de territorios, por efectos de excavaciones mineras, salinización, etc.

Importancia del tema para la Geografía

La investigación sobre riesgos naturales es un tema de interés para muchas disciplinas y la Geografía ha realizado algunas contribuciones básicas para su desarrollo. Es importante notar que el término "desastre natural" no se define única



mente por las características de "eventos naturales" sino que se debe a la interacción de dichos eventos con el sistema de uso humano de las áreas afectadas (Kates 1971)¹. Por sí misma, la naturaleza es neutral. Esto es simple pero a menudo un detalle omitido. Aunque la naturaleza provee los "eventos naturales", son las acciones de los seres humanos en el último momento, las responsables por los peligros resultantes. Esta concepción es la base en la investigación de desastres naturales, por cuanto las diversas modalidades de distribución espacial de los hombres en áreas potenciales de riesgo, fijan las pautas de su estudio y permiten conocer sus mecanismos en la percepción del medio.

Reseña Histórica de la Investigación en Desastres Naturales

La investigación en el área de desastres naturales se remonta a medio siglo en los Estados Unidos con Harlan Barrows (1973) que sentó las bases filosóficas del concepto del ajuste humano al medio físico. Burton, Kates y White (1968) hacen ver como el hombre interfiere con los complejos sistemas del entorno natural y busca como aislarse de algunos de ellos, reconstruir otros y adaptarse a los demás. Puntos de vista similares están implícitos en lo escrito por el geógrafo francés Jean Brunhes (1920). En una serie de estudios realizados en los Estados Unidos sobre inundaciones, Gilbert F. White y discípulos aplicaron el concepto técnico de "ajuste al riesgo" en su análisis de la respuesta humana a los desastres.

Papel de la percepción en los riesgos naturales

Durante la década pasada, la metodología de la ciencia del comportamiento ha sido utilizada para analizar las decisiones de "ajuste al riesgo" hechas por los encargados de recursos en áreas susceptibles a desastres naturales (Kates 1962; Saarinen 1966, White 1966). Se ha prestado atención especial al papel que desempeña la percepción en estructurar estas decisiones, lo cual ha estimulado un alto grado de participación interdisciplinaria entre geógrafos, psicólogos, economistas, ingenieros y planificadores.

Los investigadores en desastres naturales plantean 5 áreas de interés, a saber



UNIVERSIDAD NACIONAL

"CAMPUS OMAR DENGÓ"

Heredia, Costa Rica

-3-

- 1) *Extensión de la ocupación humana de zonas o áreas.*
- 2) *Identificación del rango total de posibilidades de ajuste del hombre al riesgo.*
- 3) *Estudio acerca de la percepción humana y estimación del riesgo.*
- 4) *Descripción del proceso de adopción de ajustes al riesgo.*
- 5) *Estimación de ajustes óptimos y sus consecuencias sociales (Burton, Kates, y White 1968).*

El interés fundamental de la investigación de los riesgos naturales es la preocupación de reducir esas pérdidas que causan a la sociedad. Sin embargo, algunos eventos naturales, presentan además aspectos beneficiosos especialmente desde el punto de vista económico; por ejemplo la nieve además de sostener una industria de portiva, produce agua que al ser derretida, es utilizada en riego. Se estima que los huracanes que azotaron Puerto Rico entre 1899 y 1929 fueron beneficiosos para la isla ya que limpiaron los arrecifes coralinos y redistribuyeron las áreas de producción de comida (Fassig 1950)⁵. Los productos de las erupciones volcánicas producen tierras muy fértiles etc.

Opuesto a lo anterior, existen eventos naturales que no pueden ser evaluados desde el punto de vista de costo-beneficio ya que tienen significación muy particular para las teorías del desarrollo del paisaje así como desde el punto de vista social, por ejemplo una erupción volcánica que elimina un pueblo. A pesar de lo expuesto, uno de los descubrimientos más recientes de la investigación geográfica es que muchas de las áreas de riesgo intermitente, son atractivas para la ocupación humana en una forma más rápida que áreas más seguras. Asimismo la ocurrencia del desastre natural no produce una fuerte inmigración de la población de las áreas afectadas. Lo anterior puede ser explicado en base a factores económicos así como la percepción del grado de riesgo y factores instituciones y sociales. El tema de la percepción en geografía según R.M. Downs (1970) forma parte de una tendencia más general en la geografía actual, la "revolución del comportamiento" (behavioral revolution) ya que el engrace del medio con el comportamiento humano se realiza con el acto de la decisión, el cual está muy relacionado con la imagen



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-4-

que el hombre se forma del medio. La mente del hombre donde tiene lugar la percepción, la formación de la imagen y la decisión, se convierte en un campo nuevo de investigación geográfica, si es que se quiere entender realmente la acción del hombre sobre el medio terrestre.³

Dentro de la ciencia geográfica, los estudios concretos acerca de la percepción se iniciaron con el análisis de determinados eventos naturales de características desastrosas, aunque han ido evolucionando hacia el estudio de la percepción de eventos catastróficos producidos en la naturaleza por la acción humana y en última instancia la percepción del conjunto de los diversos eventos naturales de una localidad y los ajustes y respuestas humanas ante dichos eventos.

Estudios realizados sobre la percepción de eventos naturales han puesto de manifiesto que la gente posee una visión distorsionada y optimista ante ellos o sea se tiende a pensar que la frecuencia de un evento natural catastrófico es menor de que realmente es. Asimismo la percepción popular del riesgo no siempre coincide con la visión que el científico llega a tener de estos mismos fenómenos tras un proceso de investigación. El estudio de las desviaciones entre la percepción popular y la científica en lo que respecta a eventos naturales constituye el objeto fundamental de todo estudio.

Los eventos naturales según Burton y Kates fueron clasificados según su carácter en geofísico o biológico, distinguiendo los siguientes grupos: climáticos y meteorológicos, geológicos y geomorfológicos (deslizamientos etc.), florales y faunísticos. Sin embargo, se pueden clasificar en base a la frecuencia y probabilidad de su acaecimiento, según los efectos producidos en la actividad humana, por la magnitud e intensidad de los daños provocados y por la clase de respuesta humana.

Las investigaciones con este enfoque, se iniciaron primeramente con el estudio de la percepción del riesgo de inundaciones (Kates 1962 y 1963, Burton y Kates y Snead 1969) y seguidas por los campesinos (Saarinen 1965, Heathcote 1969 y 1972), pasándose posteriormente a la consideración de una amplia serie de eventos tales



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-5-

como la bruma y los incendios (Van Arsdal y otros 1964), las tormentas (Kates 1967), la nieve (Rooney 1967), los desprendimientos de tierra (Van Arsdal y otros 1964), los terremotos (Steinbrugge 1968; O'Riordan 1972), los volcanes (Shimabuhara y Hurton 1972) y las olas de mareas.⁴ Es importante tener presente que a partir de 1969 se realizaron investigaciones comparativas bajo el patrocinio de la Unión Geográfica Internacional dentro de la Comisión sobre el Hombre y el Medio.

Durante los últimos 15 años, la investigación sobre riesgos naturales se ha dedicado a la búsqueda de orientaciones políticas en la actuación de organismos públicos que conduzcan al hallazgo de paradigmas de investigación y modelo de adopción de decisiones referidas a la forma en que el hombre se enfrenta con el riesgo y la incertidumbre que caracteriza este tipo de acontecimientos.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-6-

INTRODUCCION:

Cuenta Costa Rica con un definido cordón montañoso que se extiende transversalmente con dirección SE-NW. Estos relieves se hallan circundados por extensas planicies de origen predominantemente aluvial. Esta disposición morfológica, permite inferir que ha existido y existe proceso de relleno a través de deposición de materiales de muy diversos orígenes. Estos han sido erosionados y acumulados en los piedemontes, conformando tras un proceso incesante amplias extensiones planas. Al cuantificar el efecto erosivo sobre las cadenas montañosas adyacentes, la densidad de disección y los diversos parámetros de las formaciones fluviales; se establece una correlación que permite distinguir las particularidades de la evolución de las partes bajas de las vertientes. Numerosas interacciones se producen en el desarrollo de estos procesos pero indistintamente de su naturaleza, se hallan ligados al factor tiempo. De ahí que en cada lapso cronológico, tiende a realizarse en cada sitio un equilibrio provisional que evidencia cierto tipo de resultante entre las diferentes fuerzas enfrentadas. La modificación de combinaciones de relativa estabilidad, se hacen progresivas cuando por ejemplo, a través de la desaparición de la cubierta boscosa se originan "crisis" morfogenéticas que desencadenan una serie de procesos de ajuste por medio de los cuales la fisonomía del terreno se adapta a las nuevas condiciones. En el caso de fenómenos orogénicos los lapsos de tiempo suelen ser prolongados, millones de años.

La amplia gama de procesos de desprendimiento, arrastre y deposición de materiales conduce continuamente al nacimiento y modificación de formas de relieve preexistentes. Así los fenómenos que involucran cambios en la configuración del relieve pueden manifestarse a lo largo de extensos periodos de tiempo, que como en el caso de formaciones aluviales, pueden corresponder a crecidas fluviales extraordinarias durante periodos también largos. Sin embargo, esta especulación cronológica no rige para todas ellas, dado que las alteraciones



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-7-

aceleradas del entorno, por la acción del hombre precipitan el activamiento de mecanismos de equilibrio. Así lo que podría conceptuarse como un proceso cíclico, amplio temporalmente hablando, se convierte en un peligro inminente, cuya gravedad estriba precisamente en el carácter repentino, máxime cuando no se han previsto estudios y medidas que informen del riesgo potencial, en términos humanos y económicos, que se derivan por el impacto de estos fenómenos.

En el interior de Costa Rica, trastornos recientes derivados de la colonización espontánea, en interacción con condiciones locales calificadas entre otras como la pendiente y características pluviométricas, han puesto de relieve la actualidad que dichos fenómenos tienen en la modificación del espacio. Aún más, su cercana ubicación a núcleos densamente poblados y la gravedad que podría revestir su activamiento, conducen a la imperante necesidad de estudiar los mecanismos que les dan origen para así prever recursos o medidas que atiendan ese impacto en el medio.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

De acuerdo a las informaciones consultadas, no existe hasta el momento en Costa Rica un Plan Básico Nacional de Desastres o Emergencias (P.B.D.C.). Cada vez que el país se ha visto sometido a las contingencias de la naturaleza, se creaba un Comité en el que tenían representación funcionarios de Instituciones gubernamentales, que en alguna u otra forma tenían que ver con los campos de la salud, vivienda, economía, etc. Cada uno de estos Comités tuvo vigencia mientras persistieron las consecuencias de un determinado fenómeno, al cabo de las cuales cesaba su funcionamiento. Es así que entre 1949 y 1970 se conformaron 13 comités para atender diversas emergencias, derivadas todas del impacto de factores naturales.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-8-

El Plan Básico Nacional de Defensa Civil esbozado en el decreto 4374 del 14-8-69 previó el establecimiento de la Oficina de Defensa Civil, la que en vista de una emergencia, adquirió autoridad para coordinar todo lo relativo a la atención de las consecuencias por desastres. En 1963 con motivo de las emergencias provocadas por el Volcán Irazú y las posteriores inundaciones del río Reventado, la Oficina de Defensa Civil adquirió relevancia dada la necesidad de contar con un ente especializado en este tipo de calamidades. Tanto esta Oficina como la Cruz Roja, cumplieron un buen papel de acuerdo a las circunstancias, o sea el paliar las consecuencias de un fenómeno que bien pudo preverse si hubiesen existido estudios adecuados.

Diversas situaciones de emergencia ha afrontado el país en ese lapso de 20 años, las cuales han debido atenderse sobre la marcha, sin ningún plan o esquema preciso de como precisar sitios potenciales de desastres, además de que latentes por su peligrosidad, no se les ha dado un seguimiento detallado.

Tal y como se señaló, dos entidades se han ocupado tradicionalmente de atender las emergencias por desastres naturales. En la actualidad dichos entes se han visto severamente restringidos dadas las dificultades financieras que atraviesan. Incluso durante la pasada emergencia del terremoto de Pérez Zeledón, se notó lo impreciso y disperso de los esfuerzos de socorro a la área. Además que se puso de manifiesto que el país no está preparado para atender fenómenos de tipo súbito como el que se apunta.

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Con el propósito de recabar información básica sobre el sector Villa Colón-Puriscal, así como estimar la distribución y profusión de mov. de remoción en masa, se consultaron mapas con temas geomorfológicos en general. De entre ellos, un



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGÓ"
Heredia, Costa Rica

-9-

juego de cartas elaboradas por el Dr. Jean Plerre Bergeolng y el Ing. Enrique Malavassi con el título de carta Geomorfológica del Valle Central, editadas en 1981.

En la hoja topográfica Abra 1:50.000 del juego aparecen representadas algunas áreas afectadas por deslizamientos y que se sitúan en el sector montañoso que nos interesa. Con hoja y fotos aéreas en mano, nos aprestamos a visitar el sector SW de Aserri, en las cabeceras del río Curubres en donde no pudimos observar nada que se pareciera a un deslizamiento. Igual sucedió en San Antonio de Atajuelita. El error más grave, por lo menos en los que a nuestro tema concierne, se presenta en el sector conocido como Alto de Tapexco, cabeceras del río Uruca. Inexplicablemente, el contorno y las flechas de flujo de un gigantesco deslizamiento situado en esa área, son colocados de acuerdo a la divisoria de aguas local en el flanco Este, amenazando la localidad de Escazú, cuando en realidad, este fenómeno se ubica en el flanco oeste de esta prolongación montañosa, con incidencia directa sobre el centro del Cantón de Santa Ana. Además las dimensiones expresadas en ese documento exceden con creces un kilómetro cuadrado de más. Dadas las características de este deslizamiento, se incluirá un comentario particular más adelante.

Dentro del aspecto bibliográfico, un estudio publicado bajo el auspicio de ASCONA, CATIE, GTZ y el MAG, titulado "El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica"; nos ofrece una visión interdisciplinaria de 15 profesionales; enfoques que van desde el típico histórico hasta temas eminentemente técnicos como lo son la caracterización forestal y edáfica. Se resumió asimismo, los datos más relevantes de los mapas de Capacidad de Uso, subgrupos de Suelos de SEPSA, así como Geomorfológicos y Geológicos de Costa Rica 1:200.000.

También el SENAS, Mapa Hidrogeológico de la cuenca del río Virilla escala 1:50.000, 1969. Asimismo las hojas topográficas de Abra y Río Grande escala 1:50.000.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-10-

Se visitó el Ministerio de Agricultura y Ganadería en su sección de Dirección Forestal con el fin de recabar datos referentes a la deforestación en el área. En el Instituto Meteorológico Nacional se obtuvieron datos sobre valores pluviométricos que fueron completados con informaciones suministradas por el Instituto Costarricense de Electricidad y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas. La Oficina de Defensa Civil suministró detalle sobre el estado de atención de ese ente en su papel de asistencia en casos de Desastres Naturales. El Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados y el Ministerio de Transportes aportaron algunos datos parciales por pérdidas originadas en deslizamientos. El Instituto de Vivienda y Urbanismo (INVU) ofreció información referente a inundaciones y deslizamientos en el área central de San José y en el Cantón de San Ramón. Se revisó el Plan Operativo Zona Protegida Cerros de Escazú del MAG editado en 1977. Este trabajo es una descripción de los diferentes aspectos que han contribuido al deterioro de esa área (deforestación, pendientes, prácticas indebidas de uso etc. Abarca el sector del Alto de Tapexco cosector de peligrosidad para los pobladores del lugar.

El Plan anual Operacional de la Dirección Forestal del MAG en 1984 expone los problemas de las áreas deforestadas en todo el país con planes específicos en la cuenca alta del Río Parrita, Barranca, Tárcoles, Naranjo, Pacuare, Bebedero, Terraba y Nosara.

Se consultaron dos trabajos del CATIE "Reconocimiento de los Suelos Puriscal-Salitril, Tabarcía y San Ignacio de Acosta" 1982 y "Estudio sobre la capacidad de uso de la tierra en dos áreas de la Subregión Puriscal y Caralgres" 1983. Ambos trabajos con gran soporte técnico, ya que informan sobre tipo de suelo, capacidad de uso entre otros. De Villalobos R. E., su tesis de grado sobre Control de Deslizamientos de Talud (carretera Villa Colón-Puriscal) 1975, detallada una serie de medidas correctivas a aplicar por ingenieros civiles en este trayecto. De ASCONA "Algunas causas de la deforestación en Costa Rica y posibles soluciones" con deta-



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGÓ"
Heredia, Costa Rica

-11-

lles históricos sobre el particular. De Saenz R. "Erosión, Deforestación y control de inundaciones en Costa Rica", con interesantes detalles sobre medidas correctivas a emplear en estos casos. También por la naturaleza de esta investigación se elaboraron mapas temáticos de pendientes e isoyetas escala 1:50.000.

Dado lo escaso para no decir inexistente de bibliografía especializada sobre el tema, desde un principio se recurrió al establecimiento de contactos internacionales. Estas eventuales consultas nos proveerían de material que resumiera experiencias en otros países. Fue así como a pedido nuestro, diversas fuentes remitieron una serie de direcciones de investigadores y oficinas especializadas. El programa de Vulcanología de la INA, suministró valioso material bibliográfico. Se cruzó correspondencia con el Depto. de Protección Civil de Chile, la que remitió valiosa documentación sobre el Programa de Prevención de Catástrofes en ese país. Además el Investigador francés, Jack Khobzi, facilitó investigaciones sobre erosión recopilada en la Reunión de Expertos sobre Procesos de Erosión en Los Andes del Norte. El proyecto se suscribió a la Revista UNDRR NEWS, publicación que destaca bimestralmente la descripción y consecuencias de diversas calamidades por desastres naturales alrededor del mundo. A pesar de lo valioso de estos aportes, así como de otros en donde marginalmente se tocan los problemas que nos interesan, carecían de procedimientos metodológicos que mostrarán como enfocar la construcción de mapas de riesgos naturales combinados.

ANÁLISIS DE TÉCNICAS, MÉTODOS o METODOLOGÍAS

Las primeras investigaciones que hallamos en esta línea son las realizadas por el Dr. Jack D. Ives y Bruno Messerli entre otros en Nepal, publicadas en la revista #3, de agosto de 1983 "Mountain Research and Development" y sustentada por la Universidad de las Naciones Unidas y por "International Mountain Society".



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-12-

Establecida la comunicación con los autores, fue posible recibir valiosísimos artículos y mapas que describen las pautas seguidas en sus estudios. Parten de la construcción de una serie de mapas, como procesos geomorfológicos, vegetación natural, uso del suelo, mapa de riesgo actual y respuesta humana o gubernamental al peligro. Un acercamiento básico involucra la producción de uno o más mapas básicos, combinando los resultados de los dos primeros pasos; finalmente todos los datos adquiridos son incorporados dentro de un mapa simple representando los peligros montañosos. Esta información se complementa con la de agencias especializadas, literatura y otros para desembocar en un mapa de peligros. Categorizan el riesgo empleando una gama de colores que acentúan de acuerdo a su intensidad, las probabilidades de riesgo. Los doctores Misha Plan y Jack Ives insisten en las limitaciones de escala y la necesidad de definir rigurosamente "peligro" y relacionarlo con los tipos de impacto de acuerdo a las características poblacionales de una área dada. Vlekl Dov y Hanz Kienholz, Misha Plan y Jack Ives, en la revista #1 Mountain Research and Development de 1981 publican "Mountain Hazards Mapping: The Development of a Prototype Combined Hazards Map, Monarch Lake Quadrangle, Colorado U. S. A. Plantean la necesidad de que las decisiones humanas que afecten el medio físico o el paisaje en su totalidad, deben ser hechas con cuidado por aquellos que comparten un medio determinado; y que debe existir una concordancia entre la realidad conceptual y el medio físico a que se aplica. Construyen para un sector del estado de Colorado en E. U. mapas con jerarquías de peligros en donde se diferencian movimientos lentos, rápidos y no peligrosos.

Emplean gama de colores, con el rojo para áreas peligrosas, amarillo para áreas menos peligrosas, verde no peligrosa. Adicionan otros colores de acuerdo a cierto tipo de riesgos por ejemplo áreas de peligro por alta pérdida de suelos, amenaza indirecta a la vida humana y a la propiedad podría ser coloreada café; finalmente donde se dude acerca de la correcta designación de la categoría de peligro, una pantalla especial puede ser agregada sobre el color básico.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-15-

Klenholz, Hafner, Schnelder y Tamahar publican en 1983 en la revista #3 reseñada atrás "Mountain Hazards Mapping In Nepal's middle Mountain Maps of Land Use and Geomorphic Damages (Kathmandu-Kabani Area). Efectúan un mapeo de peligros montañosos en Nepal enfatizando en cuatro tipos de erosión en la leyenda. El elemento de erosión en esta área se constituye en el antecedente de movimientos en masa en laderas, así como en la formación de barrancos tierras malas. De acuerdo a esto distinguen erosión en riachuelos y barrancos, movimientos en masa a lo largo de quebradas y ríos, movimientos en masa en laderas abiertas y otros elementos de erosión. Incluyen además todos aquellos rasgos de erosión no integrados dentro del sistema fluvial y que es causada por agua de lluvia o por irrigación artificial. Este método parte con el trabajo de campo tradicional en disciplinas tales como geología, geomorfología, climatología, biogeografía, estudios de uso del suelo y etnografía para elaborar los mapas respectivos. El segundo paso, implica la elaboración de dos o más mapas que combinan los resultados de lo descrito anteriormente. Finaliza el estudio con la confección de un mapa de riesgos en montañas en el cual se debe incorporar toda la información existente así como la categorización del riesgo.

Con esta visión preliminar sobre técnicas de mapeo, centramos nuestro interés en estudios que describieran las características de los fenómenos de remoción en masa; descartando descripciones tradicionales que por superficiales, no entraban a clarificar ni a explicar las causas de estos fenómenos. Varios autores norteamericanos que luego reseñaremos así como documentos especializados del Depto. del Interior y del Servicio Geológico de los Estados Unidos, hacen posible el introducir novedosos ángulos de análisis del problema.

En el folleto "Facing Geologic and Hidrologic Hazards", publicado en 1981, aparece una clasificación de deslizamientos realizada por David Varnes. Incluye consideraciones sobre la definición del fenómeno, impacto económico, tipos y procesos de movimientos de ladera, causas y medidas para reducir pérdidas. La



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-14-

clasificación diseñada por Varnes se empleará en la 2a etapa de este trabajo, primero porque es la única que conocemos y segundo porque emplea una nomenclatura fácilmente adaptable a nuestro medio. Varnes da una consideración primaria al tipo de movimiento y secundaria al tipo de materiales; emplea nombres simples que pueden ser progresivamente detallados en información usando otras cualidades de los materiales subyacentes

"Landslide Hazards and their Reduction" de Robert W. Fleming, Varnes y Schuster, se basa fundamentalmente en la técnica de mapeo (geológico, deslizamientos y pendientes). Estos tres mapas luego son sobrepuestos e integrados para producir el mapa de áreas susceptibles a los deslizamientos.

Robert L. Schuster y Robert W. Fleming, en marzo 1984, editan un folleto mimeografiado presentado en el Programa de Peligros Geológicos e Hidrológicos (Geological or Hydrological Hazards Program) en Denver, Colorado; hacen una detallada reseña de la significancia socio-económica de deslizamientos y flujos de barro en Estados Unidos con consideraciones especiales sobre los costos y perjuicios que de ellos se derivan. Establecen categorías de daños por monto en pérdidas y efectúan apuntes detallados sobre la ocurrencia histórica de desastres en Italia, India, Perú y Japón entre otros.

Una publicación de Robert D. Braun Jr y William J. Koehelman en la revista 1946 del Servicio Geológico de los E. U., titulada "Geologic Principles for Prudent Land Use" destaca la íntima relación que debe existir entre la geología y el uso de la tierra. Para ello ahondan en una serie de problemas que se presentan en el sector de la Bahía de San Feo., comentando no solo los diversos paisajes de este sector sino las condicionantes que plantean la presencia de fallas con sectores de alta sismicidad.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-15-

Donald Brayson, autor de *"Volcanic Activity and Human Ecology"* ataca el problema partiendo de un acercamiento conceptual donde se refiere a los volcanes como peligro y hacen ver la diferencia entre eventos volcánicos y riesgo volcánico. Destacan como el hombre se expone al riesgo volcánico para obtener beneficios, así como el inicio de un comportamiento individual o colectivo para tratar de vivir con el riesgo. Lo anterior es fundamental ya que determina el riesgo potencial. Hace énfasis en que el riesgo volcánico surge a partir de sistemas de interacción natural y humano, que en respuesta a las consecuencias que pueden traer, la sociedad puede tratar de modificar los eventos volcánicos, alterar la pérdida potencial o redistribuirla. Consideran que el riesgo potencial se compone de tres elementos a saber: identificación del riesgo, estimación del riesgo y evaluación social del riesgo.

Nielsen, Wright, Vlastic y Spangle, planificadores regionales describen en la publicación *"Relative Slope Stability and Land Use Planning in the San Francisco Bay Region, California"*, los peligros por deslizamientos en áreas urbanas. Consideran la necesidad de que planeadores y científicos trabajen juntos con el objeto de que estudios de estabilidad de laderas y planeamiento del uso del suelo converjan hacia políticas de reducción de pérdidas por deslizamientos. Nielsen y Wright ahondan en la clasificación de Varnes; brindando con detalle más datos respecto al impacto humano en el activamiento de estos fenómenos.

Duncan Early y William Kochelman escriben en 1981 *"Reducing Landslide Hazards: A Guide for Planners"*, publicado por la Asociación Americana de Planificadores. Desde la óptica de estos investigadores se analiza el fenómeno de los deslizamientos, enfatizando en el conocimiento previo que debe tenerse sobre ellos. Para ello, profundizan sobre las causas; retoman a Varnes y revisan en forma minuciosa los mecanismos que los generan. Insisten en su reconocimiento y mapeo como etapa previa y necesaria en las políticas de desarrollo. Earl E.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-16-

Brabb en el Simposio Internacional de Deslizamientos celebrado en Toronto en septiembre del 84, señala la importancia de ajustarse a una nomenclatura establecida, de manera que términos ambiguos para el lego como peligro y riesgo, vulnerabilidad etc reciban un tratamiento conceptual, que establezca alcances y facilite un análisis ordenado; ello evita mezclar términos imprecisos y sitúa el objeto de estudio. Propone y transcribe definiciones aplicadas por algunas organizaciones de las Naciones Unidas y que para los efectos pertinentes, retomaremos en este trabajo. Así los conceptos de peligro natural, vulnerabilidad, riesgo específico, elementos de riesgo y riesgo total serán descritos más adelante y aplicados en esta investigación. Asimismo Brabb en este documento muestra a manera de organigrama los pasos típicos en la delineación de peligros por deslizamientos; esta guía que después reproduciremos será pauta fundamental para este trabajo.

También Robert L. Schuster y Raymond J. Drizek, como editores recogen en un libro titulado "Landslides, Analysis and Control" en 1978 una serie de valiosas investigaciones realizadas por diversos especialistas en todos los campos que competen o que están relacionados con los deslizamientos. Extraordinario por las diversas facetas de su contenido y por la profundidad con que cada autor trata el problema, esta recopilación se convierte en una invaluable fuente de consulta para nosotros.

William J. Kockelman del Servicio Geológico de los Estados Unidos, a través de una publicación mimeografiada titulada "Techniques for Reducing Landslide Hazards" nos introduce sobre procedimientos usuales en la prevención de peligros por deslizamientos así como plantea formas o modalidades de desarrollo en áreas peligrosas, regulaciones y protecciones posibles así como eventuales transformaciones y traslados de infraestructura en áreas potencialmente generadoras de desastres.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-17-

Russell H. Campbell, Varnes, Fleming y otros presentan en marzo 9, 1984 un sumario borrador mimeografiado "Landslide Classification for Identification of Mud Flow and other Landslide Hazards". Este documento sintetiza la evaluación de los primeros pasos de un programa en Estados Unidos tendiente a la identificación de áreas de riesgo por deslizamientos y corrientes de barro. El Departamento del Interior de este país en circular 832 de 1980 publica de W. Fleming y Fred A. Taylor "Estimating the costs of Landslide Damage in the United States". Abundan en detalles acerca de datos históricos sobre el impacto económico de los deslizamientos, considerados como uno de los más costosos dentro de la gama de desastres naturales, estimándose en 1978 que anualmente los daños originados por estos ascendían a un billón de dólares. Evalúan la factibilidad de algunos programas especiales con la finalidad de reducir esas pérdidas. Del mismo depto., en la circular #880 publicada en 1982 bajo el título "Goals and Tasks of the Landslide Part of a Ground-Failure Hazards Reduction Program" se aborda la trayectoria histórica del problema, procesos asociados, estudios de predicción y la evaluación del riesgo por deslizamientos en Estados Unidos. Describen consideraciones sobre la construcción de mapas de vulnerabilidad y mapas de riesgo que serán empleados en esta investigación. Para este efecto, superpondremos una serie de mapas con el propósito de hallar relaciones entre geología, pendientes, deslizamientos etc., este artículo plantea varias metas a saber:

- 1- Determinación de condiciones geológicas, topográficas e hidrológicas que favorecen el debilitamiento de las pendientes.
- 2- Determinar factores naturales o inducidos por el hombre que implican cambios en la estabilidad de las laderas.
- 3- Analizar el tiempo, aspectos físicos, mecanismos y extensión de fallas pasado para desarrollar la capacidad de predecir futuros debilitamientos de pendientes.
- 4- Adquirir nuevos conocimientos sobre procesos de debilitamiento de pendiente que sea aplicable a métodos, para que ayuden a evitar, prevenir o mitigar daños.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

-18-

5. Presentar conclusiones respecto a áreas de pendiente con peligro de deslizamiento para escoger las técnicas de mapeo más adecuadas y así poder establecer el grado de riesgo en áreas grandes o pequeñas. Lo anterior se logra mediante los siguientes pasos:
 - a. Identificación de aquellos procesos en áreas con pendiente, que ofrecen peligro.
 - b. Determinación del grado relativo de peligro y el riesgo presentado por los procesos de inestabilidad de laderas.
 - c. Identificar lagunas en nuestro conocimiento respecto a los siguientes tópicos:
 - Métodos para reconocer áreas inestables.
 - Predicción del lugar, extensión, tiempo y daño potencial como producto de debilitamiento.
 - Establecer técnicas para evitar, prevenir o mitigar el peligro y daño por deslizamiento.