

"El documento original contiene imágenes en mal estado"



13. MAPA DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS

13.1 Importancia:

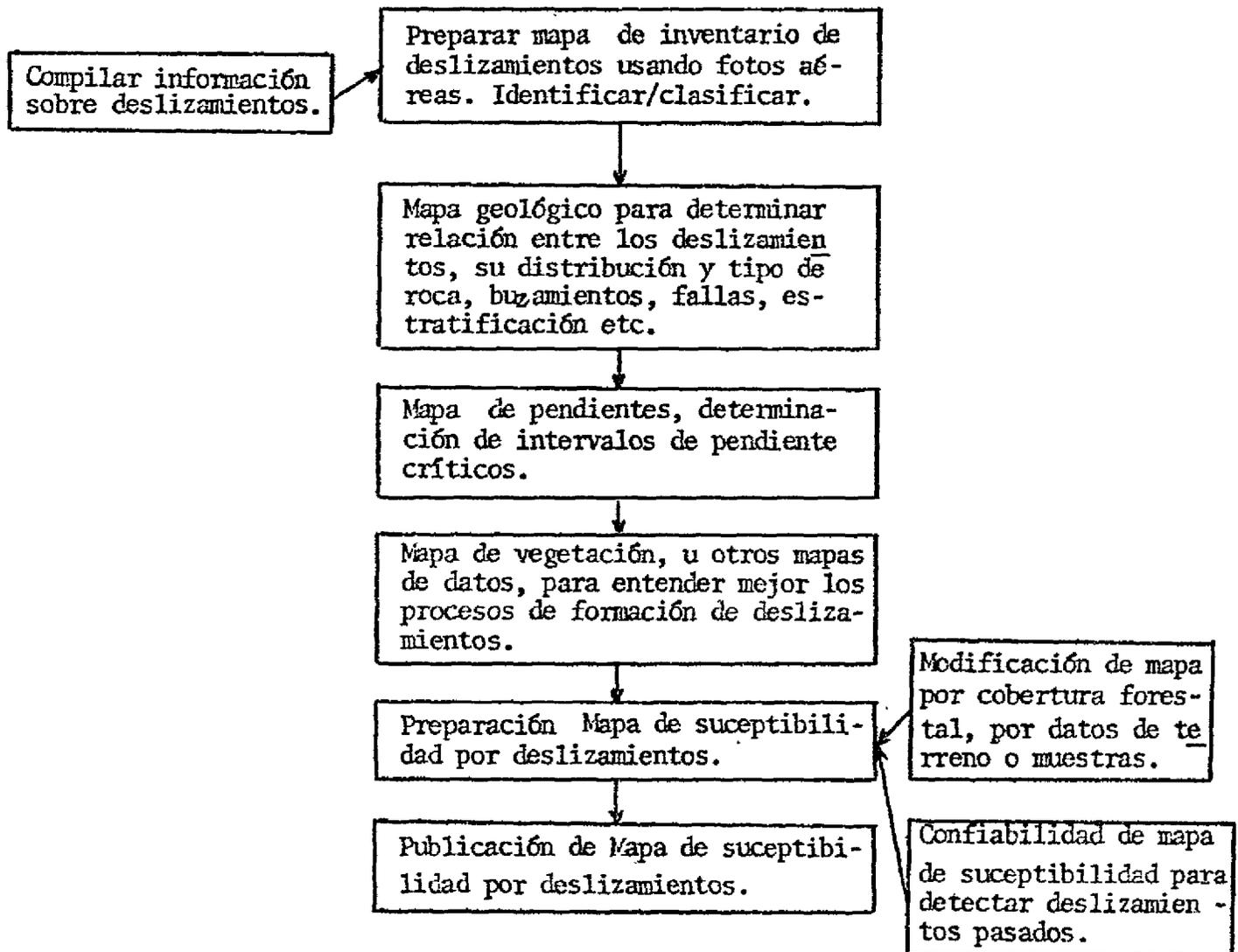
El mapeo regional de deslizamientos, representa el primero y más importante paso para reducirlos. A través de él, es posible identificar sitios en donde es más probable su ocurrencia, además de que la identificación de esas áreas fomenta en las comunidades expuestas, un sentido de apoyo y vigilancia hacia regulaciones que apunten a la reducción de esos peligros. Toda la información que de estas inquietudes se origine, será un importante complemento en el desarrollo de políticas de planeación del suelo. Aunque los mapas de deslizamientos locales no deben tomarse como sustitutos de investigaciones individuales de estabilidad del sitio (73) a menudo la profundización sobre suelos y geología de una área dada, ayudan a identificar la necesidad de realizar investigaciones adicionales.

Aunque en el país no se den lineamientos al respecto, es obvio que cualquier política de uso del suelo, debería contemplar en mayor proporción, un esquema de mapeo de peligros. Este plan no debe referirse únicamente a cuantificar eventuales pérdidas humanas y materiales, sino que debe estar orientado además hacia la formulación de medidas que protejan el medio. La construcción de un mapa de este tipo, ajustado a preceptos metodológicos modernos, provee valiosa información que debe ser de obligada consulta cuando se construyan o diseñen otros tipos de mapas en secciones sujetas a inestabilidad de pendientes. El eventual desarrollo de áreas críticas contaría así, con la información más importante; esto es, los datos que dicho mapa aportaría, se constituyen en las directrices que guían y ordenan las posibles alternativas de ocupación del medio. Su compilación se convierte en un elemento clave en las estrategias de planeamiento nacional, pues en conjunción con mapas de uso del suelo, y geología, permitirían conocer y encauzar en forma racional, las diversas necesidades y exigencias que plantea el medio. Ello involucra no solo planes en el uso del suelo, sino la construcción y el diseño de carreteras y la localización de áreas o proyectos de utilidad como lo son instalaciones hidroeléctricas. Si un plan de este tipo es adoptado por parte de un gobierno, el mismo estará presente como una herramienta de planificación, ya que su diseño sería ajustado para satisfacer el mayor impacto topográfico-humano en las unidades del país (74) (Véase Fig. 2).



FIG. 2

13.2 PASOS TÍPICOS EN LA DELINEACION DE PELIGROS POR DESLIZAMIENTOS
(Abreviado) (Según Earl E. Brabb)





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dongo"
HEREDIA, COSTA RICA

-40-

13.3 COMENTARIO INTEGRADO DE VARIABLES:

Tal y como puede observarse en la superposición de mapas, (Mapa # 7), en el área existe una dominancia de terrenos dedicados a actividades propias de la ganadería. Dentro de este ítem, en el mapa de uso del suelo se realizaron separaciones que muestran diferentes estados de los terrenos con pastos. Así, se definieron básicamente dos categorías: pastos intercalados con cultivos varios y potreros erosionados. Dentro del primer grupo se ubican sectores en donde aún siendo inaptos para tal actividad no exhiben rasgos de tanta gravedad en cuanto a erosión, que si son definitivamente visibles a través de fotografías aéreas en el segundo grupo. Vale destacar que el 99% de los deslizamientos o cicatrices antiguas por ocurrencia de ellos, cárcavas, y las pruebas más evidentes de destrozos en el suelo están compendidos en los potreros erosionados que territorialmente dominan el uso del suelo en la zona. La Formación Aguacate, que es la que mayor área ocupa en este estudio, exhibe, sobre todo en la fachada norte (norte del cuadrante de la ciudad de Puriscal), los caracteres más ruinosos por erosión, evidenciados en la presencia innumerable y continua de cicatrices de deslizamientos, cárcavas a lo largo de la Quebrada Cirrú y el Río Picagres. Ello confirma la tesis de Madrigal (75) según la cual un gigantesco deslizamiento que ocupa el centro urbano de Puriscal, se mueve lentamente hacia el noroeste, siguiendo la quebrada Cirrú, doblando luego hacia el noreste hasta llegar al Río Picagres. Los bordes escabrosos ejemplificados en deslizamientos y cárcavas que son percibidos entre dicha quebrada y la quebrada La Quebradilla representan las fracturas ocasionadas por el movimiento de dichos materiales. Otro factor de inestabilidad que debe agregarse, es que el Río Picagres corre por un plano de falla, hacia el cual están orientadas pendientes de más de 35%, correspondientes a la falda oeste de la Fila del mismo nombre. (Mapa 2 A). Estas laderas están fuertemente erosionadas por el uso en ganadería que se les ha dado y conforman como se señaló atrás, terrenos severamente dañados. Según Madrigal (76) el área en donde está ubicado Santiago constituye una vieja cabecera de deslizamiento en la que la población se estableció mucho tiempo después de haberse iniciado los movimientos, pero que estos fueron reactivados y acelerados por la deforestación y el desequilibrio hídrico causado en el terreno. El grado de inclinación de las pendientes en conjunción con el uso del suelo se constituyen en dos factores de primera importancia en el activamiento de deslizamientos. En los sectores en donde las pendientes sobrepasan el 25% (categorías A y B) empiezan a ser también notables algunas formas de erosión pues debe reiterarse que el pastoreo en laderas es regla y obviamente, los efectos son desastrosos conforme más quebrados sean los terrenos (Mapa 8). Observando el mapa de deslizamiento y de uso del suelo dentro de la Formación Aguacate (Mapa # 2), los primeros tienen una distribución más generalizada, en el sentido de que no se hayan la mayoría de ellos, asociados a la construcción de caminos. Su presencia más parece haber sido causada en esencia, por un uso inapropiado del recurso suelo. La principal vía de comunicación que la atraviesa ingresa en esta Formación



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

-41-

de este a oeste, en la localidad de Quitirrisí, a partir de la cual, aún trazada sobre la divisoria mayor de aguas no es posible observar mayores problemas por deslizamientos. Y es que a excepción de un pequeño sector afectado por ellos, con una longitud de kilómetro y medio, estimado antes de la intersección con el camino que llega a Morado de Puriscal desde Ciudad Colón, la vía atraviesa rangos de pendientes dominados por aquellas que van de 0 a 15% (mapa # 8). Es más, en este trecho a diferencia de otros tramos, los fuertes taludes no ocupan los lados de la vía. Predomina la disposición lineal del hábitat con cultivos locales como caña de azúcar, acafé, hortalizas. Los potreros erosionados, solamente en un caso, se hacen presente en las inmediaciones de la carretera, en el que dicho sea de paso, se halla uno de los deslizamientos más extensos (350 mts²) (#1). Se considera que el desarrollo de actividades agrícolas como las que se apuntan han conferido cierto grado de estabilidad, máxime que en este trecho casi no se observan desagües adecuadamente revestidos. Es en este trayecto también en donde se hallan dos deslizamientos de tipo que Varnes clasifica como "creep" (reptación), uno de los cuales está situado, como se señaló arriba, en un potrero erosionado (#1). Carecen de sistemas de desagüe en la parte de la cabecera que limita con la carretera. El más espectacular, ubicado a 1 km del centro de Puriscal hacia San José, en un peligroso recodo de la vía, presenta la ruptura de muros y canales de desagüe contruídos para proteger la calzada. Como es típico de esta modalidad de deslizamiento, no se aprecian materiales producto de caída brusca, su desplazamiento, más interno que externo se evidencia en la presencia caprichosa de abultamientos, lagunitas intermedias y el levantamiento e inclinación diferencial de los muros de una vivienda abandonada, sin alcanzar a ser totalmente destruidos, (colindante al oeste se ha notado recientemente un desarrollo del tipo caído). La carretera presenta resquebrajaduras, con viviendas localizadas en sus alrededores, varias de las cuales, en precario estado, ocupan el otro lado de la vía, un talud de 8 a 10 metros de alto.

Dentro de los caminos de grava más afectados, se encuentra el que comunica Piedades de Barbacoas de Puriscal con San Pablo de Turrubares. Aunque actualmente esta vía está siendo sometida a reparaciones, es evidente que prevalecerán los efectos negativos originados sobre todo en la carencia de drenajes apropiados. Incluso, la ampliación ha propiciado ya varios derrumbes, que como puede observarse (Mapa # 2 A) tienen una definida disposición al lado de la vía en donde se hallan los cortes efectuados en los taludes, a los que además no se les ha construído en la base, apropiados sistemas para desalajo de aguas.



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dango"

-42-

HEREDIA, COSTA RICA

Propiamente dentro de la Formación Térraba, uno de los sectores más afectados lo constituye el área adyacente a la carretera principal, la cual corre por aquella en un trecho aproximado de 2 kilómetros. A su vez, es en esta parte, en donde la vía alcanza los valores más altos en cuanto a altitud y también en donde los rangos de pendiente más fuertes de la zona se hacen presentes (45-60%) prolongándose incluso, sobre los relieves constituidos por materiales de la Formación Pacacua. En solamente este trayecto (Km 30 y 31) se han identificado 13 cárcavas (77) (Mapa # 9) de dimensiones que, fluctúan de los 4 a los 25 mts. de anchura. Del análisis de las condiciones físicas y el posterior efecto causado por el hombre, se infieren las causas que han generado tal proliferación de fenómenos erosivos. La zona representa el punto máximo de altitud de la divisoria mayor de aguas que atraviesa la región, en donde precisamente se ubican los máximos valores de precipitación, reflejados en la isoyeta que grafica los 3600 mms de lluvia (Mapa #4). A la gran inestabilidad de terrenos de origen sedimentario muy meteorizados deben agregarse los efectos de la acción antrópica ejemplificados en la desaparición de la cubierta boscosa, el sobre-pastoreo, la extracción irrestricta de grava y la construcción de la carretera con ineficaces sistemas de eliminación de aguas pluviales. La exposición de los componentes del suelo a la acción de agentes como el agua causa el que ésta se convierta en el elemento desencadenador que desplaza el suelo al producirse la rotura del equilibrio entre las fuertes pendientes y las fuerzas resistentes de un macizo que se encuentra en equilibrio frágil (78). La concentración de aguas, inicia la acción de ésta en profundidad, proceso que se acompaña del ensanchamiento lateral, mediante el debilitamiento y caída de paredes adyacentes. La cárcava, originada en una deficiente canalización de aguas, se convierte así en el fenómeno primigenio que acciona en las laderas procesos de equilibrio, mediante el desplazamiento de masas, cuya fuerza de tensión ha sobrepasado la fuerza de gravedad. La magnitud de estos desplomes se acrecienta de continuo, por cuanto de no aplicarse medidas correctivas, el fenómeno se convierte en un círculo vicioso, en donde la profundización de la cárcava promoverá inestabilidad en los terrenos que la rodean.

A diferencia del trayecto de vía que continúa hacia Santiago, sobre la Formación Aguacate, este corto recorrido se caracteriza por la presencia de abismos de corte vertical a 2 o 3 metros de la superficie de rodamiento, con alta ocurrencia de desprendimientos en el periodo lluvioso, que ocasionan interrupciones de la vía durante varias horas. Las viviendas aquí están muy dispersas, alineadas la mayoría de ellas a la carretera principal, en donde ocupan de preferencia reducidos salientes o prolongaciones del corte original realizado para lavía. Veinte viviendas de una estimación preliminar de 31, incluida una Escuela y una Iglesia, tienen su emplazamiento a lo largo de esta y a pocos metros de profundos abismos, adicionándose también el que 7 u 8 de ellas tienen en frente -con solo atravesar la calle- deslizamientos y procesos activos de caída de materiales. Las 8 o 10 viviendas restantes que no poseen abismo en el patio, están construidas al pie de empinados taludes (Mapa # 6)



Del análisis de dichas cárcavas (Mapa #9) se desprende que la denominada con la letra D, tiene su origen en la extracción de grava que se efectuó en la base, lo que debilitó la estabilidad de materiales al aumentar la pendiente. Ello expuso materiales diaclasados y desagregables a la acción del agua y la gravedad, lo que continuamente se manifiesta para acúmulos de rocas al pie de la carretera. La D₁ y la D₂ se achacan a la deficiencia de los sistemas de drenaje que precisamente, constituyen pasos de evacuación de aguas de la cárcava D. Esta y las señaladas como A y B están en conjunción con ciertos rasgos estructurales y litológicos presentes en el mapa geológico. Se nota gran correspondencia entre la D, D₁ y D₂ con un plano de falla de orientación SE-NW, perpendicular al borde de la carretera y paralelo a un tributario de la Quebrada Mónica (Mapa #9), que recoge las aguas vertidas por D₁ y D₂, las cuales a su vez han sido convertidas en sitios de depósito de materiales desprendidos de la cárcava D, con lo que se incrementa la pendiente de materiales no consolidados y se fomentaría aterramientos por la acción de las aguas.

Atravesando la carretera y continuando siempre en dirección NW se ubican las cárcavas A y B que se localizan a ambos lados del camino Guaco, que discurre en gran parte por una divisoria de aguas. En el punto en el que las cárcavas son separadas únicamente por el camino, se produce dentro de la misma divisoria una depresión, en donde confluyen aguas pluviales canalizadas por el corte hecho para el camino. Así, las aguas de la porción norte del camino desaguan concentradas en la cárcava B y la aguas de la porción sur se concentran en la cárcava A. La presencia de estas dos espectaculares formas de erosión han generado un efecto multiplicador en el relieve circundante, pues aunque se observan esfuerzos de reforestación en el borde superior de la cárcava A, los mismos no han producido la estabilidad deseada, al producirse incluso desprendimientos de zonas forestadas. A las deficiencias del drenaje, puede agregarse el que los dos fenómenos se ubican en una zona de contacto entre materiales de la Formación Aguacate, y la Formación Terraba (mapa # 5), lo cual podría acentuar por diferencias de composición, la presencia de planos de debilidad.

Con respecto a las cárcavas, E, G, H se achaca su origen a la falta de protección de los desagües de la carretera, la primera de ellas se halla en fase de estabilización por el crecimiento de vegetación arbórea, mientras que la segunda, exhibe una situación crítica, pues la erosión en retroceso ha originado el que su cabecera se encuentre a 2 metros de la carretera, sobrepasando incluso su verticalidad por erosión regresiva. Entre dicho borde y el fondo de la cárcava puede mediar una profundidad de 50 metros.



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dongo"

HEREDIA, COSTA RICA

-44-

El mismo comentario merece la cárcava I que en un informe de mediados de 1984 (79) se consideraba de reciente formación y en deterioro progresivo, cuyo origen se remitía a la infiltración continuada de las aguas por la cuneta. (80), Precisamente, el 18 de setiembre de ese año, se produjo en este sitio un deslizamiento de 20 metros que obligó a construir un trecho de carretera de 120 metros y desalojar cinco familias que estaban asentadas en su vecindad (81).

El suceso coincidió con fuertes aguaceros caídos, en esos días y motivó además de varias interrupciones de tránsito, la movilización de maquinaria pesada.

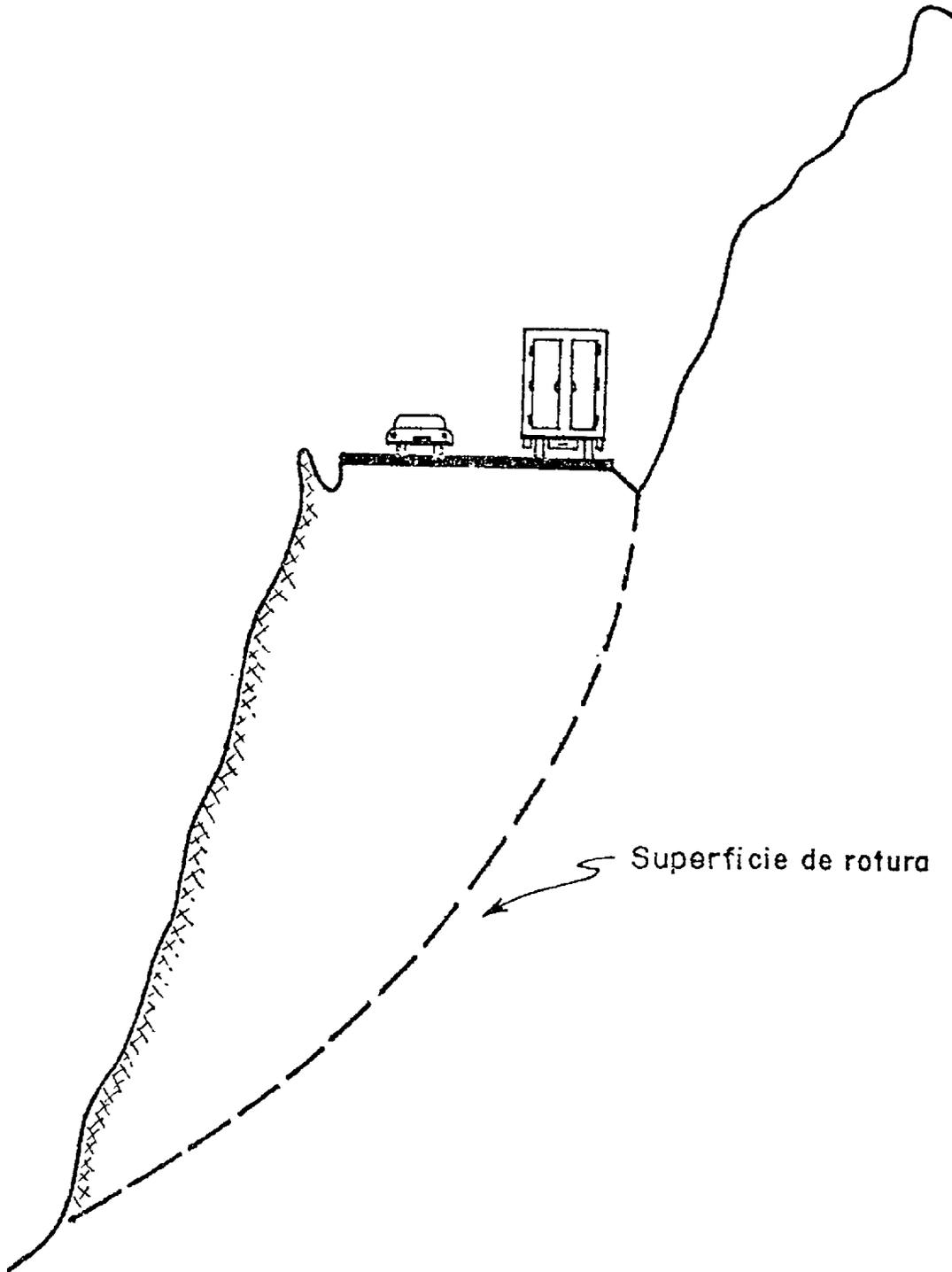
En aquel momento se señalaron como causas probables las fuertes lluvias y la presencia de una falla geológica que afectaba el sector (82). De acuerdo al mapa geológico (# 5) no se presenta una falla en ese sitio, aunque si se simbolizan dos rasgos de este tipo y un buzamiento en las cercanías. Una de estas fallas parece estar asociada al deslizamiento # 2 que se activó al construirse un camino vecinal al caserío de Cañas, el cual mantiene gran parte de su trazado sobre este plano de falla. Asimismo, otro deslizamiento reciente (II) se encuentra sobre esta estructura.

La emergencia provocada por la interrupción de la vía, expuso la fragilidad de las lutitas arcillosas con estratificación casi paralela a la pendiente, de fácil separación, fisurada y disgregable, con superficies de deslizamiento fluidas y lubricadas, muy susceptibles a ser desplazadas por la acción del agua infiltrada (83).

A la precaria estabilidad del sector y a la ubicación de la vía en cortes transversales de ladera con relieve a un lado y profundos precipicios al otro, se agregan los constantes y considerables pesos de vehículos que circulan por el borde mismo de la superficie de rotura (Fig. #3) (84). En el caso que nos ocupa, y luego de casi un año de su ocurrencia, el desvío que se construyó carece de carpeta asfáltica y de drenajes revestidos. Los sitios identificados con las letras C, F, K, tienen una ubicación inmediata a la carretera y representan taludes producto de la construcción de la misma vía. F y K, son laderas expuestas de 8 a 15 metros de alto, al pie de las cuales se producen aterramientos por desplazamiento de rocas ladera abajo. C es una zona franca estabilización como producto de una intensa siembra de árboles. En todos ellos la causa probable está asociada a la remoción del soporte en la base al construirse la vía.

El sector montañoso al oeste, que configura la porción extrema de la formación Térraba comprendida en este estudio, presenta también una serie de deslizamientos. Su relieve de pendientes entre 45, 60% se extiende por el oeste y el sur, definiendo hacia esos puntos dos flancos que determinan la orientación de las aguas. En el primer caso, las aguas convergen hacia la ladera sobre la que está construida la carretera principal, mientras que en el segundo, las aguas se orientan hacia Tabarcia, Palmichal y Corralar; pueblos que asientan en el valle del río Tabarcia que corre al fondo.

FIGURA Nº 3





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dongo"
HEREDIA, COSTA RICA

-45-

La población se ubica de preferencia acá, mientras que en los sectores montañosos aledaños, únicamente es posible identificar viviendas muy dispersas, accesibles por caminos sin pavimentar. En las empinadas laderas de esta Formación, se destacan por sus dimensiones dos deslizamientos y una cárcava que se sitúa sin excepción, en áreas de fuerte pendiente y dedicadas a pastos. El activamiento del #3 parece ser debido no solo a la ausencia de vegetación protectora, sino a la apertura de un camino que se localiza en el borde superior y en la margen derecha de la quebrada Honda. El # 4, se ubica en la confluencia de dos cursos fluviales con la quebrada Barro, la cual se une dos kilómetros abajo, en el caserío de Corralar con el Río Cañas, la confluencia de éstos, se realiza en un punto en donde el fuerte relieve encajona el valle que luego se ensancha en una pequeña planicie constituida por aluviones del Cuaternario y sobre la cual están los pueblos mencionados.

Aguas arriba, sobre el tributario de la quebrada Barro, se desarrolla una cárcava (#5) de aproximadamente 150 metros de ancho, cuyo origen parece ser, la concentración de aguas de escorrentía en terrenos sin protección arbórea. Sobre estos afluentes se observan rasgos similares, aunque no de la dimensión de la cárcava que se reseña (Mapa # 2 A).

La reiterada distribución de fenómenos erosivos activos en esta subcuenca del Río Tabarcia refleja la eventual gravedad que conllevaría el represamiento de estos angostos valles por materiales desprendidos desde estas laderas. Ello es una posibilidad nada improbable, máxime, si ya se han producido algunos hechos de esta naturaleza aquí, pues entre 1983 y 1984, hubo un desprendimiento inicial de un sector que luego se comenta, que abarcó 7 mazanas (85). Debe destacarse además, que sobre esta subcuenca se hallan los máximos valores de precipitación que se calculan para la zona (4000 mms. anuales) (Mapa # 4).

El efecto inmediato originado por un taponamiento, no tendría mayor trascendencia en los sectores montañosos, pues son áreas muy poco pobladas. Sin embargo, aguas abajo, el que a 2 1/2 kilómetros de Corralar y 3 de Tabarcia, confluayan aguas provenientes de laderas de fuerte pendiente, en un punto en el que se halla un gran deslizamiento (#4) introduce un elemento de gran riesgo para habitantes e infraestructura ahí ubicadas, máxime, que la planicie sobre la que se asientan, marca una brusca discontinuidad en cuanto a pendiente, morfografía y ángulo de llegada del Río Cañas a la población de Corralar (Veáse mapa #2A)

Sobre el vértice del abanico aluvial que identifica el sitio sobre el cual los materiales arrastrados por el río, inician el ensanche de la planicie -que en todos los puntos no sobrepasa los 600 metros de ancho- se alinean parte de las 603 viviendas y 2673 habitantes que comprenden este cantón (86).

En su último trayecto hacia Villa Colón, la carretera, luego de alcanzar su punto más alto en el sector que analizamos atrás abandona la divisoria mayor de aguas y se introduce en forma sinuosa en la formación Pacacua, bordeando por el oeste laderas



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

-46-

HEREDIA, COSTA RICA

muy escabrosas con pendientes de 45 a 60%, en terrenos calificados como montañosos. A lo largo del sector por el que transcurre la carretera en este rango de pendiente, (aproximadamente 2 km), se presentan diez deslizamientos y varias cárcavas (Mapa 2 A) lo que le confiere una densidad de fenómenos erosivos por kilómetro recorrido, similar al comentado en la Formación Térraba. Todos se hallan ubicados en las vecindades de la vía, lo que demuestra la posible interrelación entre su construcción y la alteración causada en el ángulo de reposo natural de las laderas. En algunos puntos la vía ha debido ser rectificadas mientras que en otros ha sido necesario efectuar rebajamientos en taludes con descrestes para disminuir la inclinación de las pendientes. Asimismo, la construcción de la carretera en sí, propicia una modificación sustancial del sistema de drenaje natural, situación que no es de continuo considerada máxime si se tiene en cuenta que el trazado corre transversalmente al sentido natural de las corrientes. (Mapa # 3). No solo la deficiente canalización de aguas pluviales, sino -tal vez más serio- la ausencia de protección en las caídas, se adiciona como un factor que genera inestabilidad. Aunque se asegura (87) que el drenaje de esta carretera está bien diseñado y dimensionado y su construcción ha sido costosa, la total desprotección que se le ha brindado a los puntos de caída ha obstaculizado la eficiente condición y función de ellos.

Al respecto, ha podido ser seguida la evolución de dos sitios (# 5-6-7), en los que esta deficiencia es patente. En el # 6, a pesar de haberse construido un muro de protección sobre la alcantarilla no se previó el efecto en retroceso del agua en caída sobre el mismo sustrato que conforma el sector. El muro se falseó por el lavado de las paredes y ahora se halla en el fondo de la cárcava, sobre la que se suspende también, un metro de tubo de drenaje que evacua aguas de la vía. Todo ello acontece a menos de dos metros de la superficie de rodamiento. El punto # 7 merece un comentario similar, solo que el proceso aquí se activó en términos de los fuertes aguaceros ocurridos en octubre de 1984. Desde esa fecha, la cárcava ha evolucionado hasta convertirse en un surco de 8 a 15 metros de profundidad. El área de paso de la Quebrada Honda, caracterizado por lo más altos porcentajes de pendiente (45-60%) representa una de las secciones más afectadas por erosión y deslizamientos. Los puntos 8 y 9 ubican dos deslizamientos en aparente estabilidad, situadas en frente de cinco viviendas, cuya parte posterior da para el cauce de la quebrada, asimismo, en su vecindad se halla una cárcava que se muestra en etapa de recuperación por el crecimiento de vegetación arbustiva (# 10). El efecto gravoso de pastoreo en laderas tiene aquí, una de las facetas más representativas, en cuanto al análisis de cómo en forma progresiva, los terrenos escalonados y en senderos por el reiterado trashumante del ganado, denotan el alineamiento de fracturas que precipitan luego la formación de cárcavas y deslizamientos.

Al igual que el sector de Quitirrisí, la concentración de viviendas está ausente calculándose que de 30 viviendas unas 24 se hallan paralelas a la vía y en grupos máximos de cinco (estimación hasta un kilómetro de Ticufres y hasta Ciudad Colón).



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-47-

se aprecia eso si, que aunque la densidad de habitantes por km^2 es bajísima, se desarrollan en laderas actividades agrícolas centradas en sembradíos dispersos de maíz. Sobre un terreno con este uso se ha presentado en los últimos meses un gran deslizamiento (#10) que pudo haber sido provocado por la rotura a la que debe ser sometido el suelo para su siembra y al tipo de sistema radical de esta planta que por su superficialidad no favorece la cohesión del suelo a su alrededor. La exposición del suelo que provoca este cultivo no solo en la preparación del terreno, sino su siembra en áreas en donde hasta su recolección debe presentar dificultades por lo inaccesibles, resultan por un lado, en el empobrecimiento continuo de suelos poco profundos y por otro en facilitar la acción erosiva de las aguas pluviales en sectores en donde estas alcanzan máximos valores.



13.4 DETERMINACION DE ZONAS DE RIESGO

Cuando se habla de "riesgo" en asuntos referidos a los efectos de los fenómenos naturales, se entiende que éste representa la posibilidad de daño o perjuicio a la vida y a la propiedad ocurrido en un periodo de tiempo (87).

Para el área en análisis, la convergencia de variables físicas y humanas, ha causado como se comentó atrás, una serie de trastornos en el medio que amenazan en forma evidente a pobladores e infraestructura por igual. La predominancia de variadas formas de erosión y desplazamiento de materiales, se ha convertido en una verdadera amenaza, no solo para la población establecida, sino para las actividades eventuales que genera el transporte de pasajeros y de carga por las diversas vías de comunicación.

Los deslizamientos se constituyen en un "Peligro Natural" (88) por cuanto su permanente presencia y actividad, destacan su amplia probabilidad de ocurrencia, dentro de una área en que sus efectos son a todas luces, potencialmente dañinos. Aún que los "Elementos de Riesgo" (89) actuales, como la población, propiedades, actividades económicas y servicios públicos hay an resultado afectadas en periodos amplios y específicos, es evidente que la profusa distribución del fenómeno, se asocia también a elementos vitales (carreteras), que en caso de ser afectadas repercuten indiscutiblemente sobre el normal funcionamiento de otras actividades. Algunos de estos Riesgos Específicos (90) pueden medirse por cuanto es posible cuantificar económicamente los impactos indeseables por interrupción de vías; sin embargo, el Riesgo Específico, entendido como el grado de pérdida, debido a un fenómeno particular natural, no es posible estimarlo, cuando se trata por ejemplo, de medir el daño que se produce en las propiedades afectadas por ellos. Es obvio, que la depreciación del valor de la tierra es un factor poco ponderado cuando de "riesgo" se habla, ya que la atención se centra en el aspecto humano, desestimando un elemento fundamental; desencadenador del riesgo la mayoría de las veces por la imprevisión de los hombres que ocupan ese espacio.

Idealmente los mapas de riesgos por deslizamientos, indicarían el área y la población que esta expuesta, la vulnerabilidad o grado de pérdida de esta área y esta población, y las consecuencias esperadas, para personas y estructuras si el desplazamiento ocurre. Pocos mapas, de este tipo han sido preparados porque el conocimiento acerca de los procesos por deslizamientos es incompleto y porque los mapas predictivos son experimentales y no han sido adecuadamente probados (91) No obstante, un método simple de elaborar mapas de estabilidad de laderas resulta de la distinción de áreas que tienen determinado número de estos fenómenos, con la respectiva correlación de las unidades geológicas en que se encuentran, los rasgos de pendientes más frecuentes en que aparecen, su asociación a efectos disturbadores propiciados por el hombre y al comportamiento de la variable precipitación entre otros.



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-49-

De ahí que un procedimiento relativamente simple en la evaluación de estabilidad relativa de las laderas resulta en principio, el combinar el inventario de deslizamientos con la unidad geológica (92). Posteriormente la consideración de otras variables produce aproximación y afinamiento no solo en la estimación de posibles causas, sino en la evaluación del riesgo.

En la determinación de las Zonas de Riesgo por deslizamientos que adelante se proponen se realizó una interrelación de los siguientes aspectos: los fenómenos erosivos detectados se hallan casi en un 100% localizados en terrenos dedicados a la ganadería. En estos sectores, además de observarse daños en partes de poca inclinación, los efectos más graves empiezan a ser progresivamente severos a partir de la categoría C de pendiente que ejemplifica terrenos muy ondulados, con porcentajes en pendientes que van de 15 a 25% (Mapa # 8) Sobre los territorios de mayor pendiente, altitud y profusión de fenómenos erosivos diversos, se gráficán también los valores más elevados de lluvia.

A la ganadería, pendiente y precipitación se agregan materiales fuertemente meteorizados, baja capacidad de infiltración por composición litológica y poca preocupación de parte de constructores y municipalidades, por proveer de adecuada protección a las caídas de agua.

Con arreglo a lo anterior se efectúa en el mapa # 7, una delimitación de territorios de alto, medio y bajo riesgo, con enumeración de consecuencias probables sobre infraestructura y población.



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-50-

13.6 CONCLUSIONES

Es fundamental que las comunidades que conviven territorialmente con estos fenómenos, se encuentren interesados en prevenir los efectos dañinos de los mismos. Al fin y al cabo, serán ellos los directa o indirectamente afectados por las consecuencias que su activamiento conlleva. Aunque los factores que afectan la estabilidad de laderas están interrelacionados y no se puede trazar una línea exacta que delimite situaciones particulares (93) muchos sitios de estudio han demostrado que los procesos naturales han sido acelerados por el hombre. De la discusión sobre qué factores causan susceptibilidad a deslizamientos deriva la mejor manera para separar los factores naturales y los ocasionados por el hombre. Si la experiencia ha demostrado que las áreas sujetas a estos fenómenos, han recibido en una u otra forma la influencia de actividades desarrolladas por el hombre, (94), ello quiere decir que una sustancial reducción de pérdidas podría lograrse si se aplicaran regulaciones de uso de la tierra que precedieran a posibles desarrollos (95). De ahí que los pobladores que constatan a diario la evolución de los deslizamientos, deben asumir un papel de gestores de medidas preventivas. Claro que, esta actitud no puede concebirse sin un apoyo informativo y técnico de organismos especializados, que a su vez fundamenten esa realidad conceptual (planes) manifestada en la realidad física (políticas, efectivas de uso del suelo) (96).

Aunque muchas veces la causa física del deslizamiento no puede ser eliminada ya que resulta más barato y racional reducir en forma continua las pérdidas (97) que remover una montaña entera, si es posible reducir el riesgo mediante un efectivo planeamiento futuro del uso de la tierra (98). Estas políticas deben ser parte integral y comprensiva de una planificación que involucre todos los aspectos de crecimiento y desarrollo futuro de áreas que requieren un balance de factores económicos, políticos, sociales y físicos. El planeamiento del uso del suelo no puede verse como un elemento aislado, ni como un imperativo de aplicación espontánea y fugaz, sino como un mecanismo continuo, de primera relevancia en el eventual cambio de las condiciones y relaciones que impactan el paisaje.

La carencia a nivel nacional de adecuadas políticas de uso del suelo, torna aún más pesimista el panorama de posible recuperación de estas áreas, por cuanto no solo en este sector sino a lo largo y ancho del país, se realizan usos incongruentes del suelo, con aperturas viales indiscriminadas, en donde no se sopesan las posibles consecuencias negativas de tales obras. No es que la vía en sí sea un elemento nocivo; son los factores de costo, entre otros los que muchas veces conspiran para que esta no posea adecuada protección, tanto en taludes como en caídas de agua.

Se asegura por ejemplo, que en la carretera a Puriscal, de haberse previsto estas obras su construcción hubiera demandado un gasto adicional proporcionalmente muy pequeño (99).



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

-51-

La apertura de vías, no acompañada de controles y restricciones en áreas inestables, ha producido en el sector de Turiscal -y en varios del país- un agravamiento del medio, al propiciar la entrada y establecimiento espontáneo de colonos. Lo que en un principio fue un fenómeno migratorio normal, conexas a actividades de producción agrícola, degeneró en una degradación intolerable del recurso suelo, en el que medidas que reviertan la situación son sumamente costosas. Además, a las pérdidas invaluables causadas en recursos renovables, se adiciona el que, tal ha sido el trastorno producido, que no solo la subsistencia, sino la vida y la vivienda de los pobladores empieza a ser amenazada.

De ahí que, a la propuesta de medidas que atenúen y rectifiquen tan gravosos impactos, es necesario acompañar consideraciones que califiquen el riesgo a que es tan potencialmente expuestos los habitantes, pues la práctica demuestra no solo lo lento de las determinaciones institucionales en su adelantamiento, sino que la magnitud de los perjuicios ocasionados asegura para mucho tiempo la preeminencia de estos fenómenos.



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Oros Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-52-

13.7 RECOMENDACIONES

Otros autores, con mucha mayor propiedad y conocimiento (99) proponen como paso previo, para lograr la estabilidad de estas áreas, una serie de técnicas y procedimientos tendientes a conseguir con reforestación, revestimiento de taludes y canales subterráneos; medidas definitivas de estabilidad de laderas. No es la finalidad de este trabajo el transcribirlas, no porque no sean de interés e importancia, sino porque su aplicación efectiva es en éstos tiempos distante y en cierta forma, muy tardía. Los problemas están y mientras los atenuantes y controles logran avanzar, los fenómenos mantienen su actividad y amenaza potencial. El enfoque de las recomendaciones que se esbozan, está dirigido fundamentalmente a cómo convivir con el fenómeno mientras se equilibre por soluciones ingenieriles o en forma natural. En ambas situaciones, el periodo que antecede a su logro, presupone plazos prolongados de tiempo e ingentes gastos de dinero, que superan con creces los desembolsos temporales ocasionados por el activamiento de deslizamientos.

El factor costo, es el elemento ponderado en estas situaciones, pues aunque los desequilibrios siguen siendo una amenaza para el tránsito y habitantes en sectores de la carretera Interamericana Sur, en Piedras de Fuego en la línea ferroviaria a Limón, o en la nueva vía a Guápiles (100); los constructores y encargados de mantenimiento, parecieran más bien inclinarse por las soluciones naturales.

De ahí que, mientras se continúe únicamente con una política amplia de vías de comunicación, sin restricciones que salvaguarden el medio de constructores y colonos, se hace imprescindible proponer -paradójicamente- algunas medidas que prevengan los potenciales efectos negativos que ellos mismos originan.

- El desarrollo y establecimiento de núcleos poblacionales y actividades afines, deben ser desalentadas en aquellas áreas que por su comportamiento, sean propensas a los deslizamientos.
- Los sectores que ya posean algún tipo de centros poblados y actividades conexas debe regularse su expansión hacia áreas críticas, así como establecer algún tipo de vigilancia en las áreas más susceptibles y que afecten por su activamiento infraestructura y pobladores.
- Se debe proteger con soluciones ingenieriles el desarrollo existente en áreas consideradas riesgosas, así como efectuar reparaciones o conversiones de estructuras de sitios susceptibles.
- Es necesario promover programas de divulgación sobre el tipo de consecuencias que enfrentan comunidades expuestas a estos peligros, así como diseñar sistemas de prevención en carreteras y sitios peligrosos.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"CAMPUS OMAR DENGO"
Heredia, Costa Rica

CLASIFICACION MAPA DE RIESGOS

MOVIMIENTOS RAPIDOS

	PELIGRO	DESCRIPCION
A	Deslizamientos (Tipo caídas)	Rápidos movimientos pendiente abajo de materiales húmedos o secos. Rocas y suelo.
A	Inundaciones	Represamientos de cursos fluviales por materiales deslizados.

MOVIMIENTOS LENTOS

	PELIGRO	DESCRIPCION
A	Deslizamiento (tipo deslizados y reptación)	Desplazamiento de masas de tierra (rocas y materiales superficiales inconsolidados) por movimientos rotacionales y traslacionales, causando daño por impacto o presión.
M	Pendiente potencialmente inestables	Pendientes susceptibles a alguno de los peligros señalados arriba, pero que no muestran signos activos de inestabilidad.

MOVIMIENTOS PELIGROSOS DESCONOCIDOS

B	Peligros desconocidos
---	-----------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

-53-

-Las comunidades amenazadas deben informarse sobre rutinas aplicables a situaciones de emergencia, así como organizar la toma de medidas preliminares.



APENDICE DE REFERENCIAS

LOS NUMEROS EN PARENTESIS CON UN (*) A SU DERECHA, SIGNIFICA BIBLIOGRAFIA PRESENTE EN LA SEGUNDA ETAPA.

- (1)* Birot, P. "General physical geography" John Willey and Sons. New York ... p. 16
- (2) Sosa, Humberto G. "Deslizamientos y derrumbes"...p. 16.
- (3)* National Academy of Sciences. "Landslides...p.12.
- (4)* Brabb, E. Earl... p. 1.
- (5)* Centro Científico Tropical... p. 81
- (6) Víquez Bolaños Aurelia... p. 2
- (7) Centro Científico Tropical, p. 75
- (8) IBIDEM, p. 85.
- (9) Mapa geológico 1:200.000
- (10)* Madrigal Rodolfo "Geomorfología" p. 32.
- (11) Malavassi, Enrique "Principios de geología II" p. 99.
- (12)* Strahler, Arthur, p. 533
- (13) Belcher, Donald, p. 138
- (14)* Víquez Bolaños, Aurelia p. 36.
- (15)* Ministerio de Agricultura y AID, p 2.
- (16) Víquez... p. 36.
- (17) Ibidem, p. 37
- (18)* MAG, AID, p. 3
- (19)* Arroyo González Luis Nelson "Consideraciones... p. 7.
- (20) Ibidem p.
- (21) SENAS... Mapa hidrogeológico...
- (22) Belcher, Donald, p. 133.
- (23) Senas...
- (24)* Leet y Judson, p. 115.
- (25) Belcher, p. 137
- (26) Leet...p. 113
- (27) Ibidem p. 113
- (28) Ibidem p 112
- (29) Senas...
- (30)* Strahler, Arthur, p. 532
- (31)* Strandberg, H. Carl "Manual... p. 134.
- (32) OPSA, Mapa Capacidad de uso...
- (33) Senas...
- (34) Strahler, p. 533
- (35)* Ministerio de Agricultura y AID. p. 2
- (36) Belcher, Donald p. 139



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"

-55-

HEREDIA, COSTA RICA

- (37)* Botero, Pedro Jose "Fisiografía... p. 139
- (38) Belcher, Donald p. 139
- (39)* Sundborg, Ake "los problemas... p. 11.
- (40) Geological Survey Professional 1240- "Found Geologie... p. 55
- (41) National Academy of Sciences, landslides... p. 26.
- (42) Ibidem p. 26
- (43)* Zolotarev, G.S. p. 33
- (44) National... p. 26
- (45) Geological Survey Professional 1240-B; p. 62
- (46) National... p. 27.
- (47) Nielsen, H. Tor, Robert H. Wright "Relative slope...p. 20
- (48) National... p. 11-12
- (49) Geological Survey Professional 1240-B p. 55
- (50) Ibidem, p. 56.
- (51) Earley, Duncan, William J. Kockelman "Reducing... p. 428.
- (52) National... p. 5
- (53) Entrevista Ing. Carlos Arroyo, MOPT, Puriscal.
- (54) Oficinas SNA, Puriscal.
- (55) La Nación, 23-9-84
- (56)* Comisión Regional de Emergencia de Pérez Zeledón... p. 31
- (57) Geological Survey... 1240-B p. 56.
- (58)* Sundborg, Ake. "los problemas..." p. 10
- (59) Ibidem, p. 10
- (60)* División Territorial administrativa... p. 72
- (61) Ministerio de agricultura... p. 1
- (62) Earley, Duncan... P. 5.
- (63) Ibidem, p. 6
- (64)* Brabb, E. Earl. "International..." p.
- (65) Ministerio de Agricultura... p. 3
- (66) Entrevista Ing. Honorio Pérez Araya - MOPT
- (67) Centro científico tropical... p. 107
- (68)* Sundborg, Ake,... p. 13
- (69)* Arroyo González Luis Nelson "Algunos Elementos..." p. 4.
- (70) Centro científico tropical... p. 85.
- (71) Belcher, 139
- (72)* Mendizabal, Ma. Teresa, "Distribución... citada por...
- (73) Earley, Duncan, William, J. Kockelmann, p. 9.
- (74) Ives, Jack, Messerli Bruno p. 224.
- (75) Madrigal, Rodolfo p. 76
- (76) Ibidem, p. 76
- (77)* Ministerio Agricultura y Ganadería, AID. p. 14
- (78) Ibidem p. 3
- (79) Ibidem p. 15
- (80) Ibidem p. 16
- (81) La Nación, 17-9-85
- (82) Ibidem
- (83) FAG, AID, p. 15
- (84) Ibidem, p. 15



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-56-

- (85) Entrevista poblador de la zona
- (86) Avance datos de población Censo 1984 (nota al pie de)*
- (87) Relative Slope 10
- (88) Brabb 2
- (89) Ibidem, 2
- (90) Ibidem, 2
- (91) Ibidem, 2
- (92) Geological Survey Circular 380, p. 25
- (93) Pomeroy, 15
- (94) Geological Survey Professional 1240 B, p. 64
- (95) Geological 64
- (96) Dow, Vicki, Kienholz Hans, p. 225
- (97) Geological Survel 1240 b. p. 64
- (98) Relative Slope, 13
- (99) *NAG, AID, p. 17
- (100) *CCT p. 107
- (101) Leandro, German p. 73
- (102) National Academy of Sciences. "Landslides... p. 193



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dongo"

HEREDIA, COSTA RICA

BIBLIOGRAFIA

NOTA ACLARATORIA: Fuentes de consulta (libros, mapas, etc) que fueron incluidas en la I Etapa y que son retomadas en esta parte final, son señaladas en el apéndice de referencias únicamente, con el nombre del autor y algún otro detalle que se considere pertinente para la identificación, lo anterior se hace necesario en vista de no repetir mecanográficamente la bibliografía.

1. Arroyo González L. Nelson. "Algunos elementos climáticos y su relación con las características del poblamiento en el territorio costarricense". Tesis. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Geográficas, Heredia, 1979, 47 p.
2. Arroyo González L. Nelson. "Consideraciones sobre aspectos físicos y uso de la tierra en la costa del Golfo de Nicoya. Avance de Investigación # 7, Escuela de Ciencias Geográficas, U.N., 1984, 19 pp.
3. Birot, P. "General physical geography" John Willey and sons, New York, 360 pp. 1966.
4. Botero, Pedro José. "Fisiografía y estudio de suelos" I Parte. Centro Interamericano de fotointerpretación, CIAF, Bogotá, 1978, 52 p.
5. Brabb, E. Earl "International Symposium on landslides". Toronto, Canadá, Septiembre 1983, PREPIZINT, 9 pp.
6. Castillo, M. Rolando "Geología de los mapas básicos Abra y Partes de Río Grande, Costa Rica". Ministerio de Industria y Comercio. Universidad de Costa Rica. Informes técnicos y notas geológicas # 33, 1969, 40 pp.
7. Castillo, M. Rolando "Geología del mapa básico Río Grande, Costa Rica". Informes técnicos y notas geológicas # 39. Dirección de Geología Minas y Petróleo, Escuela Centroamericana de Geología, 1970, 27 pp.
8. Centro científico Tropical y AID. "Costa Rica, Perfil ambiental. Estudio de campo". Diciembre 1982, 151 pp.
9. Comisión Regional de Emergencia de Pérez Zeledón, Memoria, "Un año después del terremoto", Julio 1983-1984 50 pp.
10. Imprenta Nacional, "División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica" Edición Provisional, 1972, 99 pp.
11. Leandro, C. Cerman "Informe del estudio geofísico sobre el Alto Tapezco, Costa Rica". Informe Semestral, Enero-Junio, 1977, I.G.N., San José, Costa Rica.



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-58-

12. Leet y Hudson. "Fundamentos de Geología Física", Lirusa Editorial, México 1975, 438 p.
13. Madrigal, Rodolfo. "Geomorfología". Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, Cuarta Edición, Ciudad universitaria Rodrigo Facio, 1977, 237 pp.
14. Malavassi, Enrique. "Principios de Geología, II Parte" Universidad de Costa Rica. Escuela de Química, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 1974, 108 pp.
15. Mendizabal M. Teresa M. "Distribución de la precipitación con la altura", citado por Luis Nelson Arroyo en "Estudio de las relaciones entre el clima y la vegetación asociada en el macizo volcánico del Barva"
16. Ministerio de Agricultura y Ganadería y AID". Estudio para el control y estabilización de las cárcavas de Quitirrisí, Cantón de Mora" Proyecto Plan de Manejo de la Cuenca del río Parrita, Santiago de Puriscal, noviembre 1984, 30 pp.
17. Sprechmann P. "Manual de Geología de Costa Rica" volumen I. Estratigrafía Editorial U.C.R. San José, 1984.
18. Strahler, Arthur N. "Geografía Física" Ediciones Omega, Barcelona, 1974, 769 pp.
19. Strandberg, H. Carl. "Manual de Fotografía Aérea". Ediciones Omega S.A. Barcelona, 1975, 267 pp.
20. Sundborg, Ake. "Los problemas de sedimentación de las Cuenca Fluviales" Revista UNESCO. La naturaleza y sus recursos, Vol XIX, # 2, abril-junio 1983, 12. pp.
21. Varnes J. David. "Landslide Hazard Zonation : a review of principles and practice" UNESCO, 1984, Natural Hazards 3, 63 pp.
22. Viquez Bolaños Aurelia. "Protección de nacientes que abastecen de agua potable a Santiago de Puriscal". Tesis. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA, Heredia. 1984.
23. Zolotarev, G.S. (citado en landslides, Analysis and Control... pa. 33.).



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

-59-

ERRATAS

- a. Referencias Bibliográficas 38 y 39 aparecen en página 36 y 37 respectivamente.
- b. En la página 40, primera línea debe leerse: ..."Tal y como puede observarse en el mapa # 7...