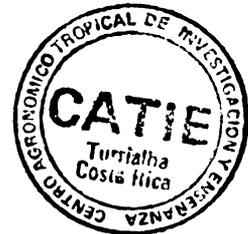


**INESTABILIDAD GEOLOGICA EN LA ZONA DE LA SUIZA, TURRIALBA ;
IDENTIFICACION DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES**

Kim Clarkin,
Voluntaria del Cuerpo de Paz

Informe presentado al Proyecto
UNU-CATIE de Investigación Agroforestal

La impresión y distribución de este trabajo fue financiada
por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo,
DDA, a través de INFORAT: Información y Documentación
Forestal para América Tropical



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Programa de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica 1981

Inestabilidad Geológica en la zona de La Suiza, Turrialba

Identificación de problemas y soluciones

Introducción

El CATIE, como parte de su Programa de Recursos Naturales Renovables, esta realizando un inventario de recursos en las cuencas de las quebradas Danta, Leona y Gata, afluentes del Río Tuis, que desembocan en éste en la localidad del pueblo de La Suiza de Turrialba (ver Fig. 2). El inventario se orienta principalmente a los recursos biofísicos y la definición de los usos más apropiados de la tierra.

Uno de los problemas más importantes encontrados en las cuencas, y sin duda el más visible y conocido por los habitantes, es el de los derrumbes en la zona llamada Carrizal, a unos dos kilómetros al norte del pueblo de La Suiza. Existen dos caminos afectados: uno de La Suiza a Pacayitas, el otro es un desvío de éste hacia El Silencio. También afecta al sistema de la cañería que abastece al pueblo de agua potable. Hay cuatro casas muy cerca al deslizamiento más grande; otra casa ya caída ha sido abandonada. El resto del terreno está bajo café, caña, potrero y charral.

El Ingeniero Roberto Protti del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, en su informe del 24 de octubre 1980, indicó que hay alrededor de 1.575.000 m³ de material potencialmente deslizante.

La Suiza ha sufrido y sigue sufriendo inundaciones cuando hay aguaceros excepcionales y durante estaciones lluviosas severas. El desbordamiento más grande recientemente ocurrió en Abril de 1970 debido a la formación de represas en estas mismas quebradas, además del Tuis, por material deslizado de sus riberas. Tanto por esta razón como por lo inconveniente de los daños a la tierra y la cañería, la gente esta muy conciente -- hasta temerosa -- de estos movimientos de masa actualmente activos.

El propósito del presente informe es de alertar a las agencias concernientes nacionales, regionales y locales, de la seriedad y naturaleza del problema, ofreciendo asimismo una base para la consideración de su solución.

Descripción General del Area

El área directamente afectada por derrumbes y agrietamientos abarca aproximadamente 30 hectáreas que se extienden desde la quebrada Danta hasta la Leona (ver Fig. 2) incluyendo las riberas de las dos quebradas. Estas llegan al Río Tuis por los lados este y oeste de La Suiza, de manera que cualquier desbordamiento pone al mismo pueblo en peligro.

El terreno es muy quebrado: las laderas de pendientes fuertes están intermezcladas con otras suaves, asimismo hay pequeñas áreas casi planas, llegando estas últimas a estar saturadas de agua hasta la superficie durante la época lluviosa. Generalmente los derrumbes se encuentran en puntos donde cambia la pendiente de suave a fuerte, justamente debajo de las zonas saturadas, aunque a veces se extienden hacia arriba, hasta entrar en ellas (veáse la Fig. 1). Comúnmente se orientan de modo tangencial a algún otro drenaje existente.

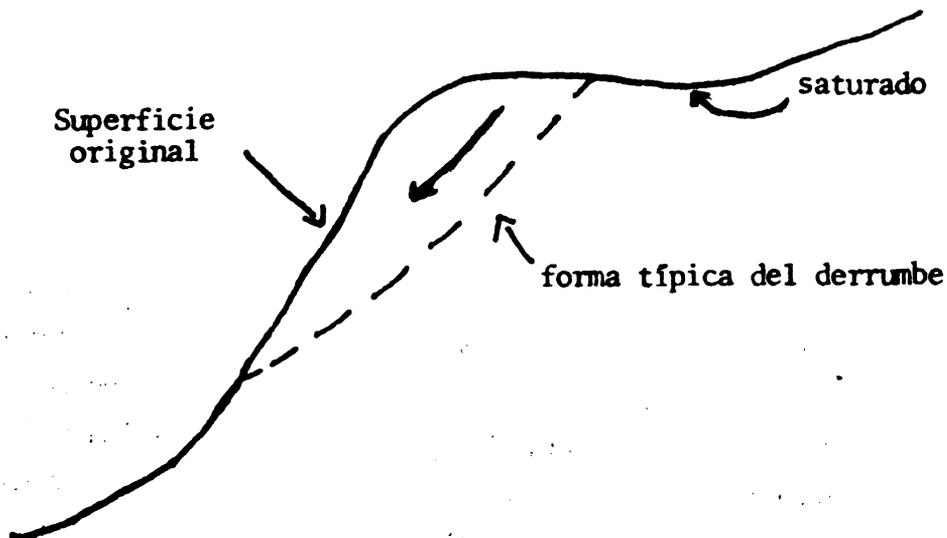


Fig. 1. SECCION TRANSVERSAL DE UNA LADERA AFECTADA POR UN DERRUMBE

Los deslizamientos más frecuentemente encontrados se caracterizan no por ser de la forma "cuchara" --aunque estos también se ven-- sino de una clase de flujo de barro que se denomina localmente "bomba de agua". Es una falla rápida, aparentemente causada por la saturación del material sub-superficial, llevando a la pérdida de su fuerza de cohesión. Resultan en la abertura de un cauce por el cual el material se lava hacia las quebradas y por donde el agua sigue fluyendo durante cierto período, o permanentemente. Estas son evidencias de que los movimientos se asocian con concentraciones localizadas de agua subterránea.

En las cuestas arriba de los derrumbes ocurren hundimientos, dándole a la superficie un aspecto de montecillos, con grietas y deslizamientos en las laderas. Los caminos La Suiza-Pacayitas y Carrizal-El Silencio están ubicados en esta clase de terreno.

Inmediatamente arriba de esta área de 30 has. hay una zona relativamente plana, una parte de la cual no drena directamente a ninguna quebrada, sino hasta bajuras que funcionan como pozos internos donde el agua del escurrimiento se infiltra. Es probable que el agua que se infiltra en este llano de aproximadamente 15 has esté drenando hacia abajo causando la saturación de la tierra. Sin embargo, no ha habido ningún estudio para confirmar esta suposición, razón por la cual no se puede excluir la posibilidad de que existan otras fuentes adicionales de agua subterránea, tales como la infiltración en la parte más alta de la cuenca o un acuífero.

Geología e Hidrología

Dos formaciones geológicas están mapeadas¹ en la zona: la llamada Doan es un conglomerado volcánico brechoso, pobremente escogido, con piedras andesíticas

¹Krushensky, R.D., V. Malavassi y M.R. Castillo. 1976. "Mapa de Reconocimiento Geológico y Cortes Transversales de Costa Rica Central" Arlington, Va. USGS

y basálticas de hasta 3 m. de diámetro en una matriz de arenisca o brecha; la formación incluye un conglomerado de grano fino interstratificado con lutitas volcaniclásticas marinas. La otra formación es conocida como El Aguacate, que es una toba aérea o de corriente (cenizas volcánicas compactadas), en lugares interstratificadas con lahar y lavas. Ambas formaciones descansan sobre un basamento de roca sedimentaria, la cual se supone está en proceso de meteorización química por lo que no proporciona al material situado encima un lecho sólido. Esto provoca hundimientos y deslizamientos en la superficie.² Estas condiciones geológicas no se limitan a esta área: se nota en el mapa geomorfológico de Costa Rica una unidad de "Deslizamientos en Lajas y Chitaría", zona situada a pocos kilómetros de La Suiza, donde se describe el mismo fenómeno.³

Como se ve en el mapa topográfico (Fig. 2) toda el área entre las quebradas Danta y Leona desde Piedra Grande hasta La Suiza parece ser un gran deslizamiento antiguo, con el pueblo de La Suiza en el extremo sur sentado sobre la aluvión. Por lo tanto no es sorprendente encontrar en Carrizal material mezclado y profundamente meteorizado; en ningún lugar se encuentran afloramientos de roca sólida. Los cortes más hondos que se ven son las cabezas de los derrumbes donde hay tobas livianas meteorizadas, piedras andesíticas y otras piezas del conglomerado en una matriz de textura franco-arcillo-arenosa gruesa. Los colores en estos lugares son indicativos de la presencia de agua: anaranjado brillante, azul y gris.

Tratándose de un disturbio como este enorme movimiento de masa, es lógico que el drenaje no se haya ajustado todavía y que esté en el proceso de extenderse para desaguar el área efectivamente, causando la inestabilidad.

² comunicación oral del Profesor Rodolfo Madrigal, UCR. 1979.

³ Madrigal, Rodolfo, con la colaboración de Elena Rojas, 1980 "Mapa Geomorfológico de Costa Rica" CR2CM-6. OPSA, San José, Costa Rica (1:200,000)

✓ Otro factor que se debe considerar conjuntamente es la falta de cubierta boscosa. De acuerdo a la información que brinda la gente, el bosque que cubría toda la zona se terminó de cortar alrededor de los años 1920-25; en ese tiempo no se conocía el problema agudo que ahora existe. No se ha podido determinar la fecha cuando reventó la primera "bomba"; sin embargo se sabe que el problema empezó antes de 1957 cuando ya era tan preocupante que los vecinos del lugar efectuaron una misa allí. Algunos vecinos estima que la inestabilidad empezó hace unos 60 años, lo que concuerda con la tala del último remanente del bosque. Pueden haber dudas sobre la cuestión de si había derrumbes bajo la vegetación natural o no; sin embargo la opinión prevaleciente es que no los había.

Se asume que con la disminución de la evapotranspiración, causada por el reemplazo de los árboles por cultivos, y sin la influencia sostenedora de sus raíces profundas entrelazadas, el material sub-superficial quedó más saturado y menos amarrado, llevando a la situación actual. La causa fundamental es probablemente una combinación de los dos factores: la geología y el uso inapropiado de la tierra, un ejemplo elocuente de como el hombre, sin saberlo, amenaza con sus actividades destructivas a un sistema ya naturalmente vulnerable.

Veamos a continuación los problemas de las dos principales cuencas en el área de La Suiza.

La Leona

El total del área afectada dentro de la cuenca de La Leona tiene el aspecto de una serie de gradas irregulares, descendiendo del llano superior que está actualmente cultivada con caña, por una ladera y otra área parcialmente plana, también con caña, hasta un potrero en la orilla de la quebrada. El llano superior (pendiente 5-15%) es fuertemente ondulado debido al hundimiento de la tierra, y la ladera abajo muestra cicatrices de derrumbes viejos. Sigue el mediollano (cañal del Sr. Freddy Ramírez) dentro del cual hay varias zonas de encharcamiento. Si no se encauza artificialmente, el agua de estos charcos deja saturada la tierra en las laderas inferiores a ellos, provocando derrumbes allí. En este momento, estas aguas están drenadas por desagües pequeños inadecuados. Dos derrumbes (#5 y 6, de la Fig. 3) ocurrieron en 1980 asociados con un riachuelo que se origina en uno de

estos desagües, resultando en la formación de un abanico sedimentario muy pedregoso en un potrero abajo. Los sedimentos acentúan aún más el mal drenaje allí.⁴

Otras aguas saliendo del cañal al este causan inestabilidad en las laderas que dan al potrero; estas laderas se encuentran muy afectadas por grietas activas y derrumbes viejos, condición tan peligrosa que ya no se corta la caña, que queda hoy mezclada con malezas y arbustos. En el potrero, estas aguas sin cauces mantenidos saturan el suelo, ayudadas por el escurrimiento sub-superficial que se origina desde arriba. El potrero (de Doña Amparo Sáenz), está muy agrietado y se renovó una "bomba" allí en 1979 (#7) cuyo vestigio sigue ampliándose poco a poco.

El peligro más inmediato es la erosión en la orilla de la quebrada Leona. Sus riberas en ambos lados son muy inclinadas y altas, llegando a pendientes mayores de 80% en algunos lugares. La orilla del potrero queda como una pared de unos 15 m. de altura, toda del material descrito --arenoso, pedregoso y aquí gravoso -- que se está derrumbando hasta la quebrada. La fracción gruesa del material erosionado se sedimenta a lo largo de la quebrada Leona en cantidades que han cambiado de manera espectacular el aspecto de algunos tramos de este valle muy angosto. Inclusive el Rfo Tuis recibe piedras y gravas provenientes de allí.

A través de la quebrada Leona al este del potrero de Doña Amparo Sáenz, en tierras aparentemente estables pero bastante empinadas, hay una área recientemente deforestada. Siempre se espera que la deforestación, al quitarle al suelo la protección brindada por los árboles, incrementa el escurrimiento y la erosión superficial, aumentando así las crecidas de los ríos y dándoles un mayor poder para erosionar sus riberas. Esto sin duda está ocurriendo aquí, empeorando la inestabilidad del lado derecho de la quebrada. Además hubo un deslizamiento de la ribera en el lado izquierdo que agregó material a la carga de la quebrada.

Hasta hace 8-10 años el problema de la inestabilidad se localizaba en el terreno que se drena a la Leona; luego empezó la actividad en terrenos de la cuenca de la quebrada Danta. El viejo camino de carreta de La Suiza a Pacayitas pasó por el lado de la Leona hasta la década de los años 1950 cuando, al trazarlo para el uso de automóviles, lo pasaron al lado de la Danta precisamente para evita:

⁴ver nota de pie de página en la página 11.

la zona que se conocía como inestable. Desde entonces se ha tenido que cambiar de lugar varias veces tratando de evitar el mismo problema en cada nueva ubicación.

En 1980 se colocó un tubo de conducción de agua para el abastecimiento de La Suiza de manera que pasa por el potrero plano y saturado. Dado el diseño del sistema del acueducto, tal vez fuera la mejor escogencia de lugar en ese momento; sin embargo, hay que tomar en cuenta que ese potrero está todavía amenazado y que si el tubo se rompe, empeoraría la situación actual. Puede ser que la tierra del lado de la Leona se haya puesto más estable en comparación con años pasados, como acostumbra decir la gente, pero en ningún sentido se puede considerar estable un este momento.

La Danta

Rioabajo del lugar en donde el camino para Silencio cruza la Danta, la ribera de la quebrada está marcada por cicatrices de derrumbes recientes y viejos. Un derrumbe poco profundo (#1 en la Fig. 3) que ocurrió en Diciembre de 1980 asociado con el desague de un charco más arriba, en mayo de 1981 se está aprovechando para sembrar maíz, a pesar de la suavidad y la irregularidad del suelo. Otro derrumbe (#2) es producto de una de las verdaderas "bombas" que reventó también en diciembre de 1980 en el borde inferior del camino al Silencio. Tiene una área estimada de 900 m² (15 m x 60 m) y una profundidad de 4-5 m. Todavía hay agua saliendo de la cabeza. Este derrumbe tiene asociado un sistema de grietas, cárcavas y deslizamientos que atraviesa ambos caminos, los cuales, como era de esperar, sufren hundimientos graves.

Aproximadamente 150 m abajo del cruce, en el camino a Pacayitas, se hallan los derrumbes más llamativos, ambos encima y debajo del camino. El derrumbe que queda encima (#3), constituye una buena indicación de los movimientos ocurridos en 1980, ya que en junio de ese año se contrató a un tractor para rellenarlo y emparejarlo, borrando completamente las grietas y montecillos. En octubre ya se pudo ver de nuevo la vieja forma (de cuchara) del derrumbe y en diciembre el centro se había hundido 5-10 m y la pared en la orilla tenía una altura de unos 2 m.

Este derrumbe tiene unos 100-150 m de longitud y 50-60 m de ancho.

Varias veces en 1980 la tierra se deslizó por encima del camino necesitando trabajos de mantenimiento. Además, durante la época lluviosa el agua sale del pie del derrumbe y debido a la falta de drenaje del camino, ésta pasa internamente através de él, por los varios metros de lastre echados en muchas oportunidades para nivelar el camino en este punto de hundimiento. En 1980 el camino se hundió entre 2-5 m., mientras el tubo de la cañería se rompió varias veces, agregando sus aguas a las del derrumbe mismo. Abajo, estas aguas corren lentamente hasta casi perderse en una área saturada, facilitando de esta forma el movimiento de grandes masas de tierra en un cafetal con pendiente de aproximadamente 45% que queda más abajo. La bomba en este cafetal (#4) reventó por primera vez en setiembre de 1979 y desde entonces se ha extendido y ampliado activamente. En 1979 una casa ubicada en el sitio fue socavada y destruída. Se puede notar el movimiento de la tierra alrededor del derrumbe por el desplazamiento de un árbol de naranja que ahora se encuentra unos 6-10 m cuesta abajo de su lugar original. Una parte del material lavado se sedimenta a lo largo de la quebradita que sale de este derrumbe y que corre por un potrero muy húmedo antes de juntarse a la quebrada Danta. En 1980, la Danta también depositó un abanico de material pedregoso en su desembocadura en el Río Tuis.

Actualmente se está cambiando de nuevo el trayecto del camino que conduce a Pacayitas para evitar el área más activa (véase Fig. 6). El nuevo tramo pasará a la orilla del cañal semiplano, muy cerca de algunas lagunetas, para salir en la parte superior del derrumbe #3. Es muy dudoso que este nuevo trazado sirva para darle la estabilidad deseada al camino, ya que el peso de los vehículos, además de las vibraciones que transfieren al suelo agravarán la incapacidad del material geológico para sostenerse en estos lugares de saturación y agrietamiento. Se pueden pronosticar hundimientos y grietas en el nuevo tramo, particularmente en el sitio por donde pasa en la parte superior del derrumbe, posiblemente con la desestabilización del derrumbe mismo. Es posible también, que el suelo saturado del cañal pueda compactarse por los efectos del tráfico, provocando el hundimiento del camino y afectando de esta forma a los derrumbes en la ladera inferior. Es cierto que sería difícil -- si no imposible -- ubicar este camino sin enfrentarse con problemas parecidos dado toda el área entre las quebradas Danta y Leona

puede considerarse inestable.

Sin embargo, la situación prevaleciente exige prestar mayor atención al drenaje tanto del camino como de los alrededores. El cañal en la orilla del nuevo camino podría ser drenado con un trabajo de encauzamiento profundo para que el agua salga más rápida al riachuelo. Para evitar que el escurrimiento llegue al derrumbe #3, estas aguas superficiales podrían ser llevadas al mismo desagüe, aunque la cantidad y velocidad mayor del agua en el riachuelo causaría más inestabilidad en sus riberas, exigiendo que se lleve un control continuo hasta donde desemboca en la Leona. Todo trabajo que afecte la relación suelo-agua tendrá efectos en las demás áreas, mientras el ajuste natural del régimen no se consolide. Por esta razón se recomienda disponer de los servicios de un especialista en hidrogeología o drenaje antes de emprender cualquier obra.

Recomendaciones

Como se ha señalado, el problema es primordialmente de drenaje. Los desagües existentes no se les ha dado el mantenimiento adecuadamente, situación que debe ser rectificada por medio de limpiezas frecuentes, inclusive en los drenajes naturales. La longitud entera de cada desagüe debe ser cuidada debido a que un cambio hecho en una parte del área tiene el potencial de afectar a otras, así como al pueblo mismo. Ya que estas tierras son propiedades privadas (varios propietarios) puede surgir el caso de que un dueño no se de cuenta de trabajos hechos fuera de su propiedad, y por lo tanto no tome las medidas apropiadas para proteger su terreno.

Además hay una falta de conciencia entre los propietarios en torno a las consecuencias de sus labores y sus efectos sobre las tierras situadas más abajo y a los ríos. La comunidad de La Suiza y la Municipalidad de Turrialba tienen parte de la responsabilidad por el buen manejo de la zona de Carrizal, no solamente por la seguridad del pueblo, sino también por que allí han construido obras públicas. Por todas estas razones conviene la formación de un comité de vecinos de Carrizal: dueños de propiedades, obreros, representantes del Comité de Desarrollo de La Suiza, la Municipalidad, y en lo posible del Ministerio de Obras Públicas. Sus funciones serían:

- 1) Concientizar a la gente sobre lo interrelacionado del manejo de la tierra y el escurrimiento de las aguas en Carrizal con sus posibles efectos río abajo;
- 2) Preparar recomendaciones técnicas y específicas sobre la mejor manera de drenar el área;
- 3) Integrar los trabajos de drenaje para que se convierta en un esfuerzo conjunto de los diversos propietarios afectados y que además se cuente con el apoyo de la comunidad;
- 4) Asegurar que haya drenaje satisfactorio y construcción adecuada de los caminos.

Aquí se está suponiendo que los recursos de los propietarios no les permiten hacer lo más deseable, que sería reforestar. Los árboles le prestan al suelo la máxima protección a largo plazo; sin embargo, aún reforestando el área entera, probablemente se tendrían que construir algunos desagües para solucionar los efectos que podrían producir aguaceros muy fuertes, especialmente a corto plazo.

El mayor peligro está en las orillas inestables de las Quebradas la Danta y la Leona, ya que el material deslizado llega directamente hacia los cauces. Desde 1970 se conoce localmente el peligro potencial que representa un río se tapa, produciendo eventualmente un desbordamiento cuando la represa se rompa. Estas riberas de fuerte pendiente deben ser protegidas completamente por vegetación natural. Si se pudieran colocar tubos horizontales de drenaje artificial en estas laderas para desaguar el material subsuperficial, sería aún mejor. Aunque este trabajo sería bastante caro, hay que tomar en cuenta las cantidades de dinero gastadas por el MOPT en el mantenimiento de los caminos, y balancear ese gasto previsto para el futuro contra ciertas medidas y algunas obras que posiblemente pueden terminar con el problema. Al ponderar los beneficios a mediano o largo plazo, el costo de tales obras puede resultar barato.

Se deben preservar las áreas boscosas remanentes en las cuencas de las dos quebradas. El remanente del bosque se halla en pendientes tan fuertes que no deben ser disturbadas de modo alguno, ya que las orillas forestadas sirven para regular los caudales de los ríos y proteger el suelo contra la erosión. Sobre esto hay que hacer conciencia entre los dueños de dichos terrenos. Si se aprovechan o destruyen

estos bosquecitos, el agua de las lluvias llegará más rápida a las quebradas, dándoles corrientes aún más fuertes y de mayor poder erosivo que en la actualidad.

Esta zona bien merece una mejor atención y un esfuerzo mayor de las entidades responsables tanto regionales como nacionales. Finalmente, existe también la posibilidad de que ocurriera un movimiento sísmico fuerte durante la época lluviosa cuando el suelo ya esta bien húmedo, en su punto de saturación. Es posible que tal sismo causara un movimiento de todo el material inestable hacia el pueblo de La Suiza, una situación que los pobladores del lugar no deberían de tolerar mientras existan formas de solucionar o minimizar este problema y sus peligros inherentes.

May, 1981

Kim Clarkin, Voluntaria del Cuerpo de Paz
CATIE

Nota:

Se imprimieron 10 copias del presente informe con un sobre adherido a la cubierta posterior, en el cual se incluyeron las figuras 3,4 y 5 impresas en acetato para permitir la sobreposición de las figuras. Dos copias con el sobre mencionado se depositaron en la Biblioteca Comemorativa Orton del IICA-CATIE en Turrialba, Costa Rica y dos copias se depositaron en la colección bibliográfica especializada del Programa de Recursos Naturales Renovables.

KC/aghdem

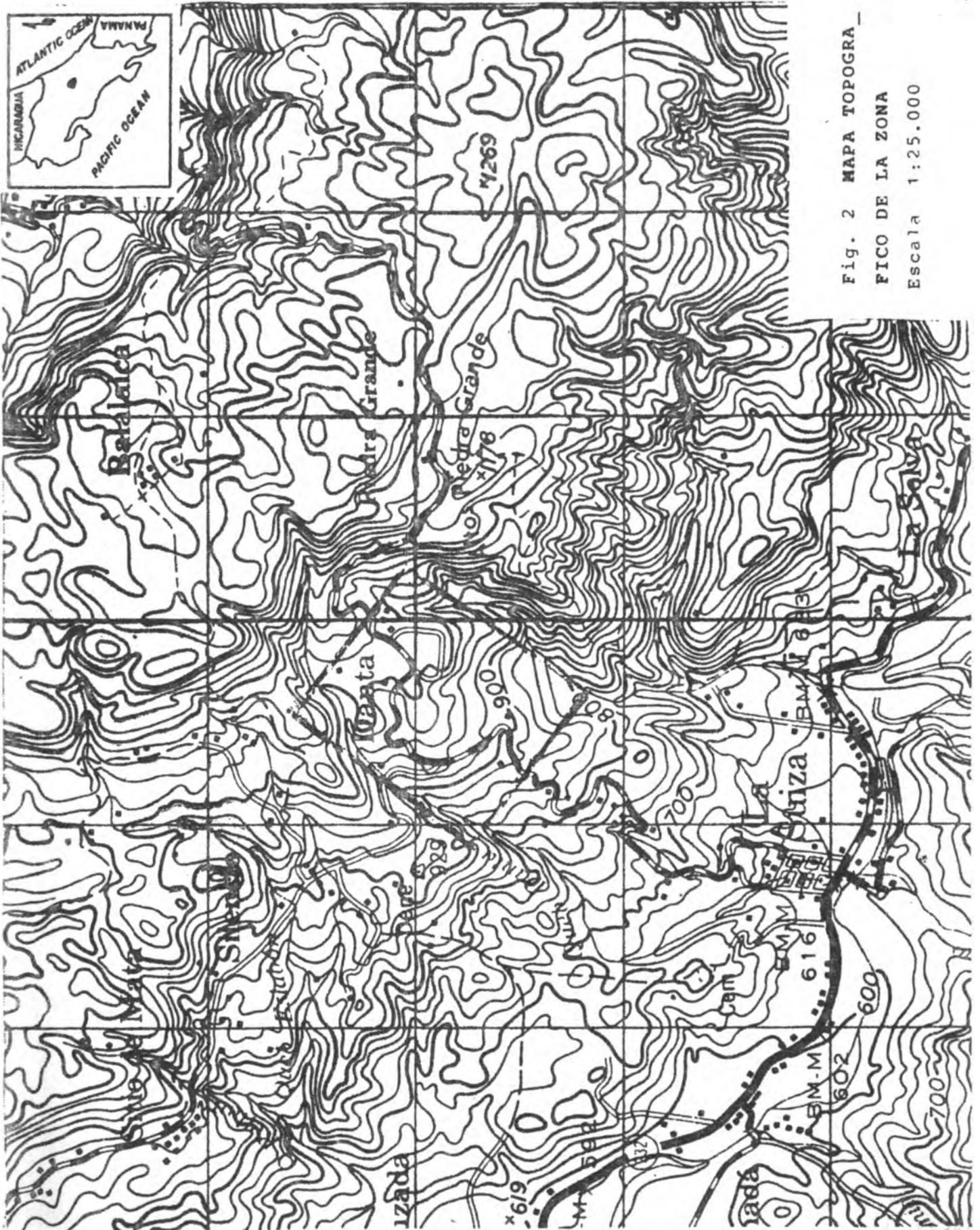


Fig. 2 MAPA TOPOGRA-FICO DE LA ZONA
Escala 1:25.000

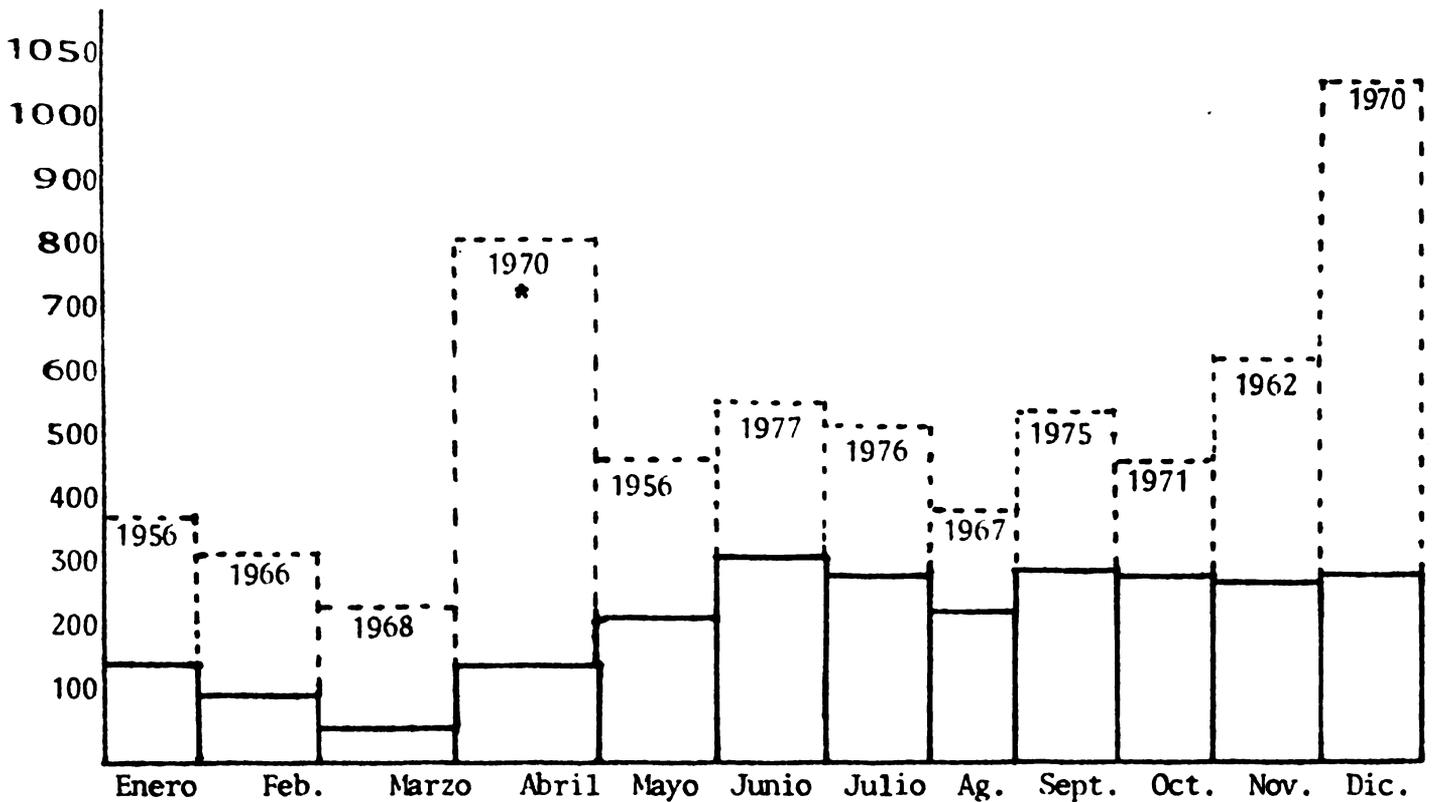


Fig. 6.

Promedios Mensuales de Precipitación, 1956 - 1979, con Máximas

Datos de la estación La Suiza (073044), Instituto Costarricense de Electricidad e Instituto Meteorológico Nacional.

* Inundación de Abril, 1970. Una inundación más reciente ocurrió en abril, 1981. No se sabe cuales fueron los meses en que ocurrieron las otras inundaciones de los años 1928, 1936, 1938 y 1961. (Información de "Alborada" #6, 1972, Publicación anual del Instituto Tecnológico Agropecuario de La Suiza).

Fig. 3 Derrumbes recientes (1979-80)

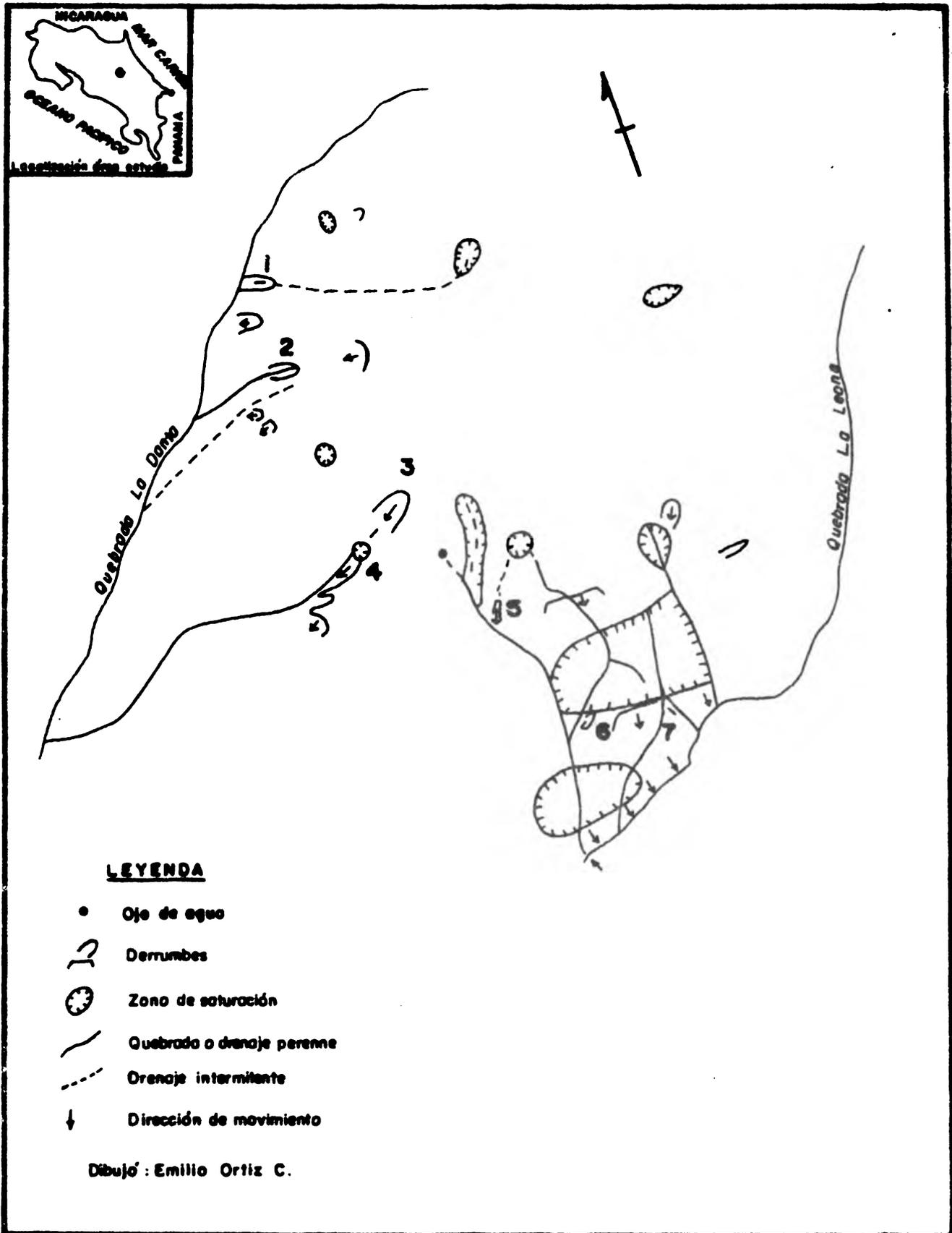


Fig. 4 Clases de pendiente



Fig. 5 Infraestructura y uso de la tierra

