

CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL DESLIZAMIENTO CHIZ (TURRIALBA, PROVINCIA DE CARTAGO, COSTA RICA) : AMENAZA Y PREVENCION.

Rolando Mora, Alexis Cerdas, Fernando Molina & Eduardo Vega
Escuela Centroamericana de Geología, Apdo. 35, 2060 UCR, San José, Costa Rica

ABSTRACT: Nearby Chiz de Murcia, Turrialba, Costa Rica, a landslide has developed threatening several houses, a settlement located near the joint of Chiz and Reventazón rivers, a railroad, power lines and water pipes serving the population. It involves very weathered materials of the Uscari Formation (interbedded clay and sandstone), has a semielliptical section and includes an estimated volume of 700 000 cubic meters.

Around the main landslide other instability phenomenas have been identified, delineating an ample area of high susceptibility to landslide generation. If the landslide suddenly generates an important volume of debris, it could eventually dam the course of Chiz river, creating the possibility of triggering mud and rocks flows.

The present study gives a geological view of the main landslide and its surrounding area, and has been added a preliminary reconnaissance of the hazard.

RESUMEN: En las cercanías del poblado de Chiz de Murcia, Turrialba, Costa Rica; se ha desarrollado un deslizamiento que amenaza varias viviendas y un caserío ubicado en la confluencia de los ríos Reventazón y Chiz, así como vías de comunicación, líneas de transmisión eléctrica y el acueducto del lugar. Involucra materiales muy meteorizados de la Formación Uscari (intercalación de areniscas y lutitas) y cuenta con una morfología semielíptica. La forma de la superficie de ruptura es cercana a la circular y abarca un volumen estimado de 700 000 metros cúbicos.

Se han observado otros fenómenos de inestabilidad en las cercanías del deslizamiento principal, delimitándose una amplia región de alta susceptibilidad. El deslizamiento podría desprender un volumen considerable de material detrítico, el cual sería capaz de represar el cauce del río Chiz, estableciéndose así la posibilidad de generación de avalanchas de lodo y rocas.

El presente estudio es una caracterización geológica del deslizamiento principal y sus alrededores, además de un reconocimiento general de los sectores amenazados por éste.

INTRODUCCION

El presente estudio tiene como objetivos caracterizar geológicamente la región cercana al deslizamiento denominado "Chiz", hacer una evaluación preliminar de la amenaza y además alertar a la población y autoridades pertinentes sobre el fenómeno y sus posibles consecuencias.

El área de estudio se ubica entre las coordenadas (205-207) N y (566-569) E, Lambert Costa Rica Norte, en la hoja topográfica Tucurrique (1:50 000) del Instituto Geográfico Nacional, en la localidad de Chiz de Murcia, Turrialba, Provincia de Cartago, Costa Rica (Fig. 1).

El acceso al sitio se realiza ya sea por la vía férrea San José-Limón, o bien por la carretera que comunica a San José con Turrialba, tomando la

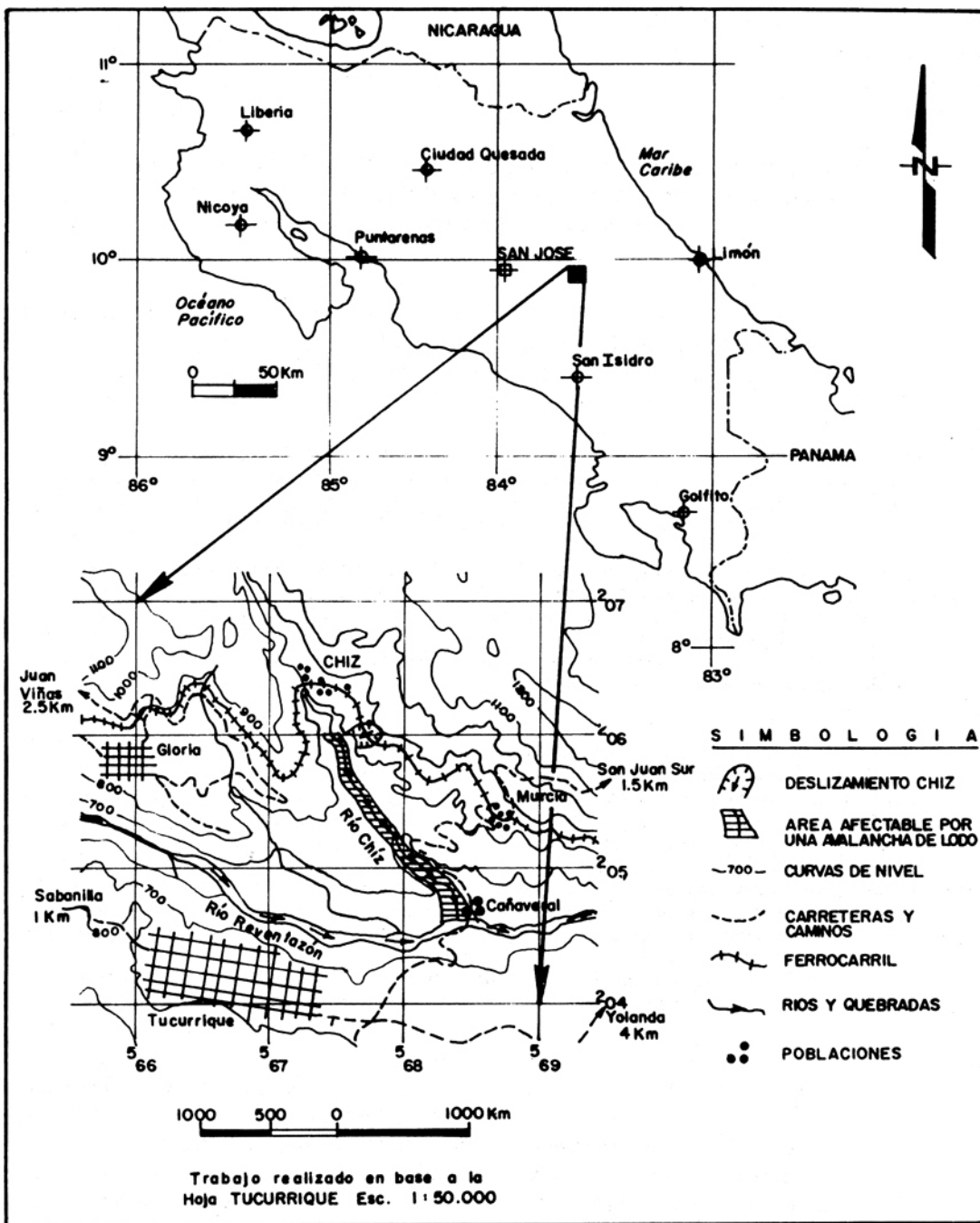


Fig. 1: Ubicación del deslizamiento Chiz y área bajo amenaza

carretera de grava que conduce a San Juan Sur y Murcia a la altura del poblado El Recreo (2 km antes de Turrialba). A partir de Murcia se debe caminar hasta Chiz por la vía férrea aproximadamente 2 km.

MARCO GEOLOGICO

Generalidades

Se han reconocido tres unidades en el área de estudio: Unidad de Rocas Sedimentarias, Unidad de Rocas Volcánicas, Unidad de Sedimentos Recientes. Regionalmente Fernández (1987) y Sáenz (1987) han cartografiado las siguientes formaciones: Formación Tuis, Formación Las Animas, Formación Uscari, Formación Río Banano.

Unidad de Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias locales afloran al noroeste y sureste de la región estudiada (Figura 1) y están constituidas por sedimentos limosos calcáreos, intercalaciones de lutitas con areniscas y conglomerados. Del piso al techo se tienen:

- Calcilutitas color gris con foraminíferos y mucho contenido limoso.
- Limo y grava calcárea.
- Intercalación de lutitas y areniscas. Las areniscas son líticas, de grano medio a fino, de colores café, rojo y verde. Las lutitas son café. Ambas litologías presentan laminación paralela continua y se encuentran muy meteorizadas.
- Conglomerados

Fernández (1987) reconoció y cartografió la Formación Tuis (Tt) constituida por gravas con intercalaciones de lutitas y areniscas, asignándole una edad de Paleoceno-Eoceno Medio.

Las dos primeras litologías encontradas en el área de estudio (calcilutitas, limo y grava calcárea) poseen fauna de Nummulites sp. (M. Castillo comunicación escrita), por lo que su edad se estima en Eoceno Medio y se correlaciona con la Formación Las Animas (Ta). El espesor de los estratos no supera los 40 cm y no posee continuidad lateral, lo que no la hace cartografiable. Para

fin de identificación, en el mapa geológico se ha indicado con una flecha.

Sáenz (1984) regionalmente cartografía una unidad compuesta por lutitas y calcarenitas de edad Oligoceno que se correlaciona con la Formación Uscari. En el sector estudiado esta Formación corresponde con la secuencia de intercalaciones de lutitas y areniscas.

Fernández (1987) reconoce y mapea la Formación Río Banano (Trb) formada por areniscas, calcarenitas y lutitas conglomeráticas, los conglomerados encontrados en la región estudiada son ubicados dentro de ésta formación por el mismo autor.

Unidad de Rocas Volcánicas

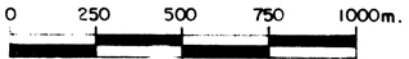
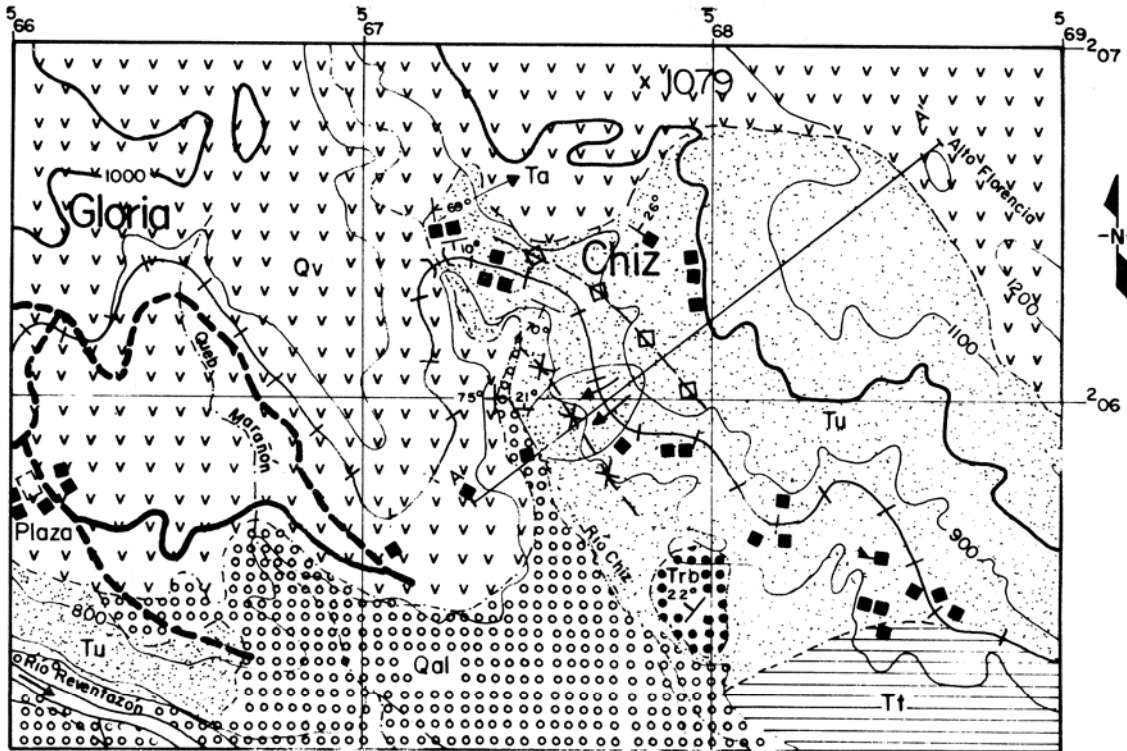
Aflora en el sector norte y oeste de la región estudiada, sobreyaciendo las unidades sedimentarias. El trazado de su contacto está basado en los mapas geológicos de Sáenz (1984), Fernández (1987), criterios fotogeológicos y evidencias de campo de los autores (Fig. 2).

Se han identificado dos tipos diferentes de lavas, las cuales corresponden con dos eventos volcánicos distintos, aunque probablemente estén genéticamente relacionados, de modo que provengan de una misma fuente, razón por la cual que se les ha incluido en una sola unidad.

Ambas lavas son de composición andesítica, con textura afanítica-porfirítica y macroscópicamente se diferencian por la presencia de fenocristales de anfíboles en aquellas que afloran hacia el norte del área estudiada (Fig. 2).

Según el análisis petrográfico, las lavas del norte son Andesitas con Augita, de textura hipocristalina y contienen un 60% de fenocristales, los cuales son: 54% de plagioclasas zonadas de tipo Labradorita (An 55%), 5% de augitas, opacos, cumulitas de augitas y epidota como alteración de las augitas (aprox. 1%). Su mesostasa (40%), está compuesta por magnetita, plagioclasas y vidrio pardo.

La otra lava es una andesita con augita titanífera e hipersteno (andesita con dos piroxenos), las cuales afloran cerca del puente de la vía férrea sobre el río Chiz. Macroscópicamente su matriz es afanítica y en microscopía tiene textura



S I M B O L O G I A

- | | | | |
|--|--|--|----------------------|
| | ANGULO DE BUZAMIENTO Y DIRECCION DE BUZAMIENTO | | RIOS Y QUEBRADAS |
| | CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO | | VIA FERREA |
| | CURVAS DE NIVEL | | CARRETERAS Y CAMINOS |
| | DESLIZAMIENTO ACTIVO | | SEDIMENTOS RECIENTES |
| | PLIEGE ATICLINAL | | UNIDADES VOLCANICAS |
| | PLIEGE SINCLINAL | | FORMACION RIO BANANO |
| | LINEA DE PERFIL | | FORMACION USCARI |
| | FALLA INFERIDA | | FORMACION LAS ANIMAS |
| | | | FORMACION TUIS |

Fig. 2: Mapa geológico de Chiz y alrededores

porfirítica. Contiene un 45% de fenocristales: plagioclasa (30%), augita titanífera corroída (8-10%), hipersteno (5%), magnetita, hornblenda parda en menos del 1%, además de cumulitas de plagioclasas y augitas. Su mesostasa (55%), está compuesta por plagioclasas, augitas, y magnetita.

Fernández (1987) describe esta unidad como lavas, brechas y piroclastos pertenecientes a las Andesitas de Poás.

Sáenz (1985) atribuye estas lavas al Pleistoceno, las denomina Unidad Lajas y las incluye en el "Conjunto de coladas del Macizo Irazú-Turrialba".

Sedimentos Recientes (Qal)

Constituidos por los flujos detríticos producto de la actividad misma del deslizamiento, conjuntamente con los procesos de erosión normal en estas laderas de altas pendientes. Además, se incluyen los depósitos coluvio-aluviales y ba-

rras arenosas formadas por los ríos Chiz y Reventazón.

ANÁLISIS DE LA AMENAZA

Morfología del deslizamiento

El deslizamiento, visto en planta, tiene una forma semielíptica y visto de perfil presenta dos sectores: el primero cerca de la corona principal, con una pendiente del 40 al 45 % y el segundo, que presenta un fuerte escarpe principal donde la pendiente es prácticamente vertical.

La superficie de ruptura aflora a unos 40 m. sobre el nivel del río, por lo que se le considera a este como un deslizamiento colgante. Esta superficie tiene forma curva aproximadamente circular (Fig. 3).

Incorporando la disposición de los materiales geológicos en un perfil que atraviesa longitudinalmente el deslizamiento (Fig. 3), se puede

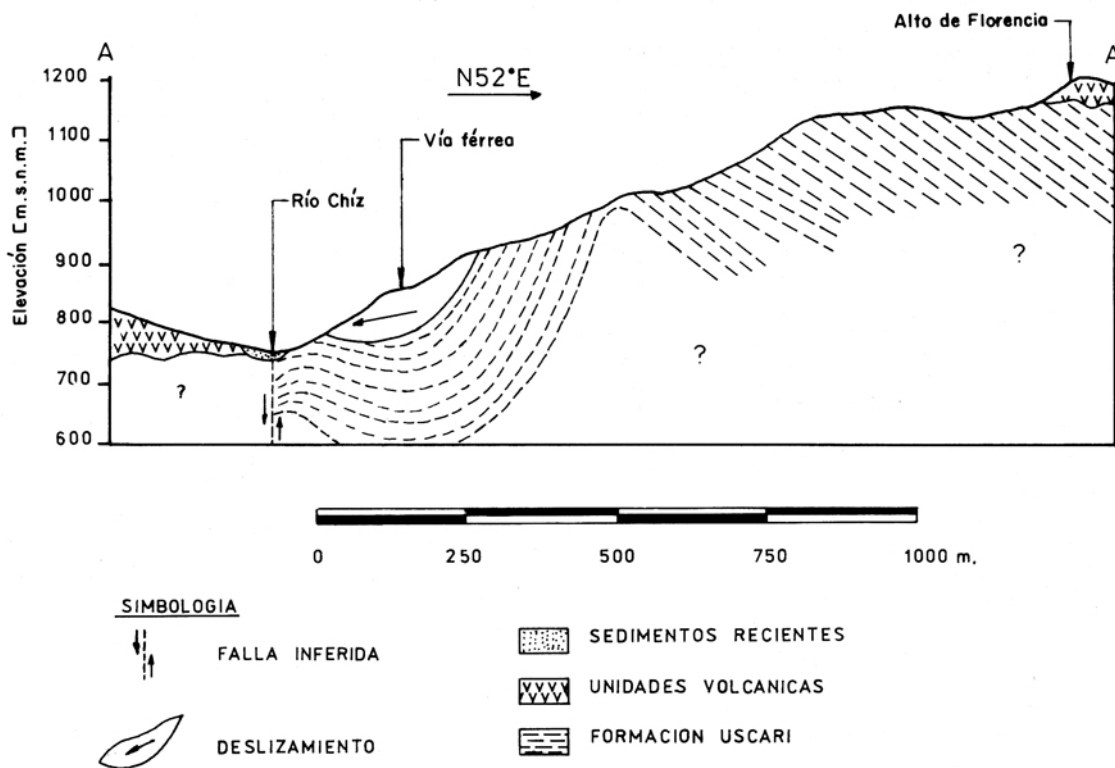


Fig. 3: Corte geológico longitudinal por el deslizamiento, mostrando el control geológico-estructural del fenómeno.

observar, que éste se encuentra controlado por anomalías de índole geológico-estructural. El tipo de morfología del drenaje superficial local, la confluencia del río Chiz y sus afluentes prácticamente perpendicular, refuerza tal inferencia.

El deslizamiento se ha desarrollado en horizontes de suelos residuales, producto de la meteorización de las rocas pertenecientes a la Formación Uscari e involucra un volumen aproximado de 700 000 metros cúbicos.

El área interior del deslizamiento se encuentra atravesada por múltiples grietas, algunas de las cuales cuentan con aberturas de hasta 1 metro y se orientan transversalmente a la dirección del movimiento.

El desplazamiento vertical en la parte superior de la corona principal alcanza 5 metros y de acuerdo con algunas mediciones realizadas, éste avanza a razón de 1 m/mes.

Características físicas de los materiales componentes de la ladera

Algunas muestras tomadas de los materiales deslizantes fueron sometidas a ensayos granulométricos y se determinaron sus límites de consistencia, esto con el objetivo de caracterizar físicamente los materiales producto de la alteración de las litologías de la Formación Uscari.

Los resultados de los análisis se resumen en el cuadro No.1 y las figuras 4 y 5. De acuerdo con éstos se realizó la clasificación de los materiales, observándose la presencia de una arena arcillosa con cantidad apreciable de finos en los niveles más superficiales del perfil de meteorización. En el frente del deslizamiento, a unos 40 metros sobre el cauce del río Chiz, se encuentra que los materiales tienden a contener menos finos, este es el caso de la muestra tomada del sitio donde aflora

CUADRO 1. GRANULOMETRIA, LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACION DE LAS MUESTRAS.

MALLA # (mm)	ABERTURA	FRENTE 1	CORONA 1	FRENTE 2	LATERAL	CORONA 2	FRENTE 3
		% QUE PASA					
1"	25.000						
1/2"	12.500	92.42	98.72				
4	4.750	79.30	82.05	86.43			
10	2.000	51.90	96.22	58.55	64.33	84.68	96.79
20	0.850	35.28	72.97	37.39	41.14	56.07	82.69
40	0.425	25.36	45.35	23.72	26.48	41.62	67.63
60	0.250	19.83	33.14	17.15	16.85	31.50	44.20
80	0.180	16.62	27.62	11.32	12.25	26.01	32.37
100	0.150	14.58	24.13	9.19	7.88	22.54	26.28
200	0.075	9.33	15.41	4.70	3.50	13.87	14.10
270	0.053	7.00	11.63	3.63	2.63	10.98	10.58
325	0.045	5.25	9.88	2.99	2.19	8.38	8.33
LIMITE LIQUIDO		31.25	42.46	46.96		39.64	36.74
LIMITE PLASTICO		18.10	25.11	21.50		25.53	16.57
INDICE DE PLASTICIDAD		13.50	17.35	25.40		17.11	20.17
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD		31.71	13.56	12.97	10.30	19.00	7.8
COEFICIENTE DE CONCAVIDAD		1.69	1.61	1.02	1.00	0.95	1.45

FRENTE 1: Arena arcillosa, bien gradada (SW-SC)

CORONA 1: Arena arcillosa con cantidad apreciable de finos (SC)

FRENTE 2: Arena bien gradada con poco finos (SW)

LATERAL 1: Arena pobremente gradada con poco finos (SP)

CORONA 2: Arena arcillosa con cantidad apreciable de finos (SC)

FRENTE 3: Arena arcillosa con cantidad apreciable de finos (SC)

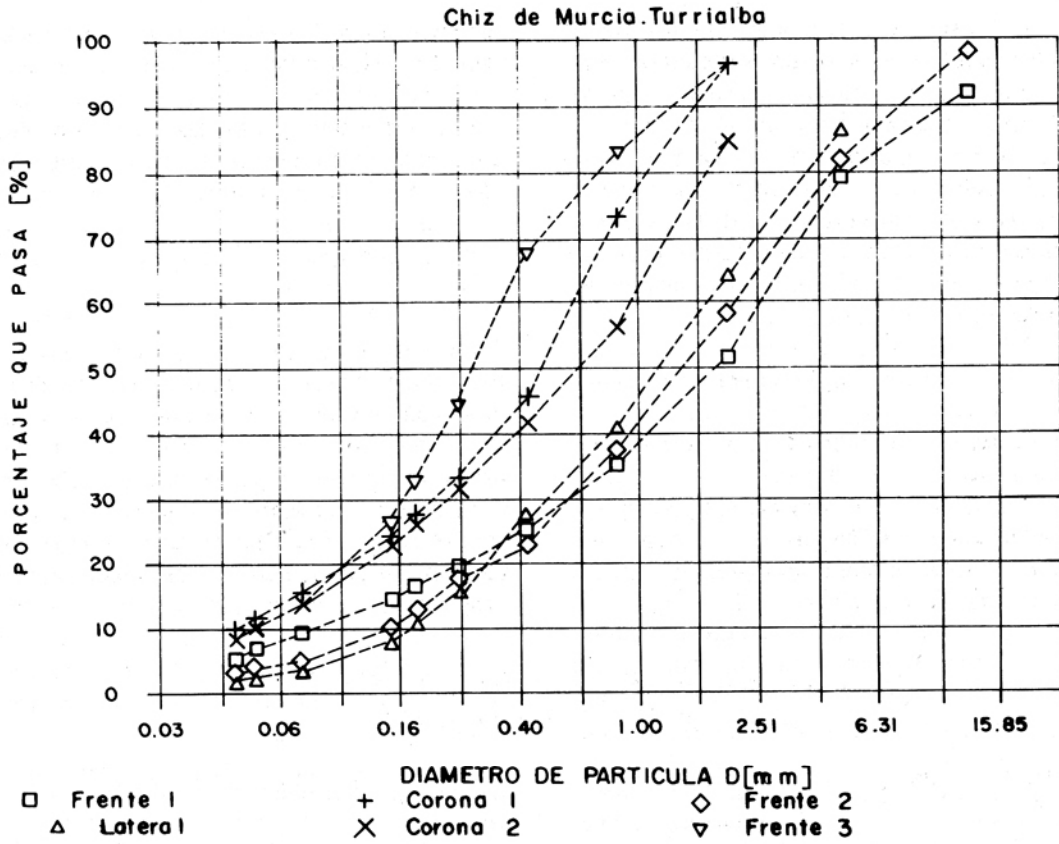


Fig. 4: Análisis granulométrico de muestras tomadas de diversos puntos del deslizamiento.

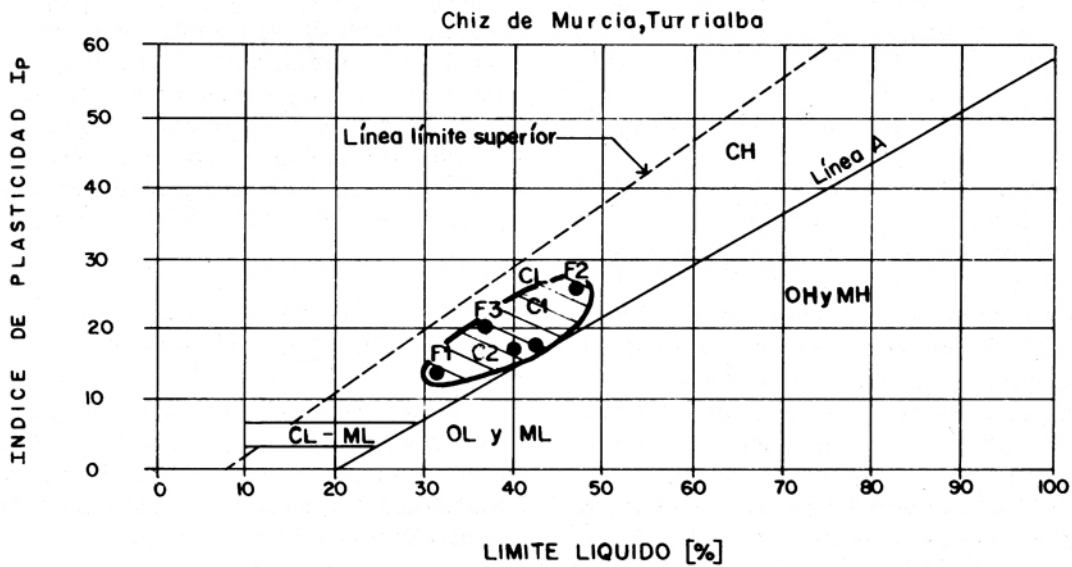


Fig. 5: Diagrama de plasticidad y ubicación de las muestras tomadas del deslizamiento. F1: Frente 1; F2: Frente 2; F3: Frente 3; C1: Corona 1; C2: Corona 2.

la probable superficie de ruptura. Esta se clasifica como una arena bien gradada con pocos finos. Al profundizarse más, se nota que de nuevo se manifiesta un incremento en la cantidad de finos.

Las observaciones de campo y las características físicas del material de donde se tomó la muestra denominada Frente 2, indican que este es el horizonte en donde los autores consideran que se ha desarrollado la superficie de ruptura del deslizamiento.

Reconocimiento de los sectores bajo amenaza

El sitio en que se ubica la comunidad de Chiz presenta una morfología cuyos rasgos corresponden con laderas que en algún momento han sido afectadas por fenómenos de inestabilidad anteriores, por ejemplo antiguos conos de deyección, gran cantidad de materiales detríticos y otros.

Esto también se ha observado en las fotografías aéreas, lo que hace posible delimitar una amplia región dentro de las unidades sedimentarias, la cual presenta indicios recientes y actuales de movimiento.

En esta región se encuentran los deslizamientos actualmente activos y se han detectado en el área otros sitios con fenómenos similares que, de alcanzar un período de actividad violenta, podría causar el desprendimiento de un volumen considerable de material capaz de represar el río Chiz (Fig. 6).

Sector de deslizamientos activos e inactivos

Es el área que se indica con barras verticales en la figura 6. Corresponde con los deslizamientos observados en el campo y que están actualmente activos, así como otros menores y que también presentan indicios de actividad. Uno de éstos, el de mayores dimensiones, ha afectado la vía férrea causando daños tales como hundimientos y trastornos en el tránsito normal de ferrocarriles, además de la destrucción de algunas viviendas.

Este deslizamiento posee un movimiento continuo y una gran cantidad de grietas, las que en época de invierno, al llenarse de agua, ejercen empujes hidrostáticos adicionales que tienden a

movilizar la masa deslizante en forma más acelerada. Es posible que este fenómeno afecte en un futuro no muy lejano las viviendas de siete familias, la vida misma de sus habitantes y sus cultivos, así como la vía férrea, líneas de transmisión eléctrica y el acueducto del lugar.

Sector bajo amenaza de avalancha de lodo y rocas

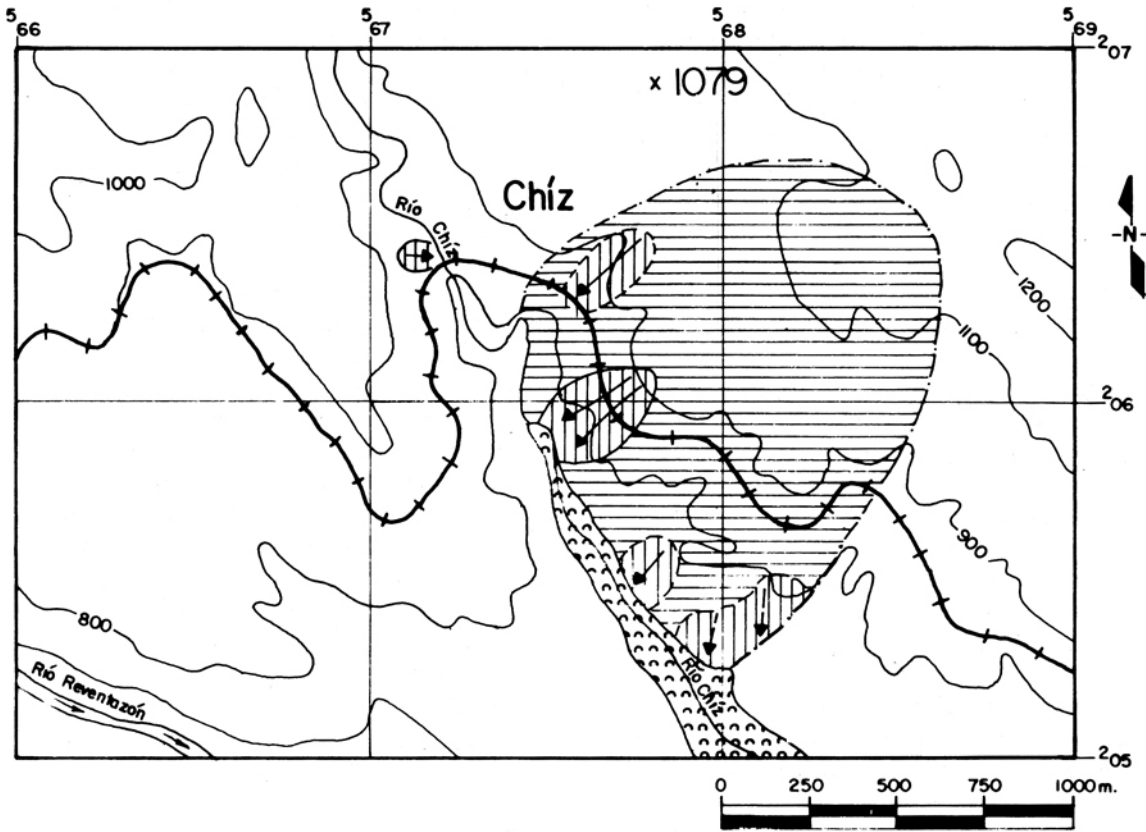
Ha sido indicada como el área punteada (Fig. 6) y está relacionada directamente con el fenómeno de inestabilidad de laderas antes descrito. Si alguno de los deslizamientos (activos o inactivos) alcanza un período de actividad violenta, podría desprender un volumen considerable de material sobre el cauce del río Chiz, formando un embalse temporal, el que podría romperse violentamente, originando una avalancha de lodo y fragmentos de roca que se encausaría aguas abajo, afectando las márgenes del río Chiz y el caserío Cañaveral, situado en la confluencia de los ríos Reventazón y Chiz.

Sector susceptible a desarrollar fenómenos de inestabilidad

Esta región ha sido delimitada por medio de criterios fotogeológicos y geomorfológicos. Se localiza dentro de las unidades sedimentarias cartografiadas y se identifica como una región altamente susceptible y actualmente en estado precario de equilibrio. Los deslizamientos ya descritos son evidencia de que se encuentra en una etapa de reactivación, por lo que merece una atención particular de parte de las autoridades competentes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se han incorporado en el mapa geológico las siguientes formaciones: Formación Tuis, Formación Las Animas, Formación Uscari, Formación Río Banano, Unidad de Rocas Volcánicas, Sedimentos Recientes. El deslizamiento Chiz se ha desarrollado en las rocas pertenecientes a la Formación Uscari e involucra un volumen de aproxi-



S I M B O L O G I A



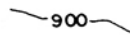
DESLIZAMIENTO ACTIVO

DESLIZAMIENTO INACTIVO

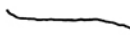
SECTOR SUSCEPTIBLE
A SUFRIR FENOMENOS
DE INESTABILIDAD



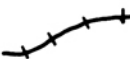
SECTOR BAJO AMENAZA
DE AVALANCHAS



CURVAS DE NIVEL



RIO



VIA FERREA

Fig. 6: Sector bajo amenaza de deslizamiento y avalancha de lodo.

madamente 700 000 metros cúbicos.

Aproximadamente a 40 m. sobre el nivel del río Chiz se ubica un horizonte arenoso, donde se ha propuesto la generación de la superficie de ruptura del deslizamiento. Además, las características geológicas de los diferentes estratos y su disposición indican que el fenómeno cuenta con un control estructural muy marcado.

Debido a las características de movimiento que presenta el deslizamiento (1 m/mes en la vertical) se concluye que éste ha entrado en una etapa de actividad intensa.

Las evidencias tanto fotogeológicas como de campo, muestran que la región estudiada es muy susceptible a sufrir fenómenos de inestabilidad de laderas. Así mismo se ha identificado un amplio sector con indicios de movimientos anteriores y que se encuentra en proceso de reactivación.

El deslizamiento se ha convertido en una amenaza declarada, afectando las viviendas situadas en él y/o en sus cercanías, la vía férrea, las líneas de transmisión de energía eléctrica, cultivos, acueducto, etc.

También se presenta el peligro de generación de avalanchas, debidas al represamiento del río Chiz, con lo que se vería afectado el caserío Cañaveral, situado en la confluencia del río antes mencionado y el Reventazón.

Por lo tanto se recomienda:

- Evacuar siete familias que habitan en las cercanías del sector crítico, ya que de movilizarse súbitamente el deslizamiento serían afectadas directamente.
- Reubicar el caserío Cañaveral, con el objetivo de protegerlo ante eventuales avalanchas.

- Regular el tránsito de trenes de carga, limitando su velocidad y el peso de la carga que transportan, así como evitar la circulación de trenes de pasajeros por el área afectada.

- Realizar un estudio geológico-geotécnico detallado, utilizando métodos geofísicos con el objetivo de delimitar concretamente la superficie de ruptura y determinar el volumen exacto de materiales en movimiento, y la disposición de éstos mismos.

- Efectuar un mínimo de dos perforaciones de comprobación que servirán para determinar de forma más precisa las características geométricas del deslizamiento, las propiedades físicas y mecánicas de los materiales involucrados; todo esto con el objetivo de emprender medidas correctivas.

- Monitorear periódicamente la evolución del deslizamiento y su influencia sobre las áreas circundantes, principalmente la región susceptible a sufrir fenómenos de inestabilidad.

- Empezar un programa de manejo adecuado de aguas superficiales, en el sentido de evitar la generación de empujes hidrostáticos adicionales por llenado de grietas.

REFERENCIAS

- Fernández, J., A., 1987: Geología de la hoja topográfica Tucurrique. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica (tesis inédita).
- Sáenz, L.F., 1987: Estudio geofísico para la factibilidad del proyecto hidroeléctrico Angostura. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica (tesis inédita).