

INGEOMINAS

OFICINA REGIONAL MEDALLIN

MAPA PRELIMINAR DE RIESGOS VOLCANICOS POTENCIALES DEL NEVADO DEL HUILA

Informe preparado para:

GOBERNACION DEL HUILA

Y

EL INSTITUTO DE DESARROLLO DEL HUILA - IDEHUILA -

Por:

J - 1981

Hector Cepeda
Ricardo Méndez
Armando Murcia
Heyley Vergara



A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'Hector Cepeda', written over a horizontal line.

**DOCUMENTO
DIGITALIZADO**

Medellín, Agosto 24, 1986

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

2

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
GUILLERMO PERRY RUBIO
Ministro

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
ALFONSO LOPEZ REINA
Director General

OFICINA REGIONAL MEDELLIN
HUMBERTO CONZALEZ I.
Director Regional

MAFA PRELIMINAR DE RIESGOS VOLCANICOS POTENCIALES DEL NEVADO DEL HUILA

TEXTO EXPLICATIVO

Informe preparado para:

GOBERNACION DEL HUILA

Y

EL INSTITUTO DE DESARROLLO DEL HUILA -IDEHUILA-

Por:

Héctor Cepeda
Ricardo Mendez
Armando Murcia
Heyley Vergara

Medellín, Agosto 24, 1986



CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes y objetivo	1
1.2. Ubicación Geográfica	3
1.3. Metodología	5
1.4. Estudios anteriores	5
2. GEOLOGIA	7
2.1. Ubicación Geológica	7
2.2. Vulcanología	8
2.2.1. Vulcanología Básica	8
2.2.2. Vulcanografía y Clasificación	12
2.2.3. Registro Geológico	13
2.2.4. Actividad Histórica	18
2.2.5. Actividad Sísmica	19
3. RIESGOS VOLCANICOS POTENCIALES	20
3.1. Riesgos por flujos de lava	20
3.2. Riesgo por flujos de lodo	21
3.3. Riesgos por actividad piroclástica	25
3.4. Otros riesgos	25
3.4.1. Riesgos por terremotos	25
3.4.2. Riesgos por inundaciones	26
3.4.3. Riesgos por emisión de gases	28



	Pág.
4. CONCLUSIONES	29
5. RECOMENDACIONES	32
6. AGRADECIMIENTOS	36
7. BIBLIOGRAFIA	37



ILUSTRACIONES

FIGURA 1.	Mapa de localización	4
FIGURA 2.	Esquema de un volcán	9
FIGURA 3.	Columna estratigráfica generalizada (sector Paicol-Tesalia)	15
FIGURA 4.	Perfil transversal generalizado (sector Paicol-Tesalia)	15
FIGURA 5.	Zona de riesgo por flujos de lodo en Belalcázar-Cauca.	23
FIGURA 6.	Perfiles transversales de la zona de riesgo de Belalcázar	24
FIGURA 7.	Mapa Índice de las Figuras 8 a 28	38
FIGURAS 8-28.	Zonación de riesgo por flujos de lodo, Ríos Paez y Símbola	39-59



1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO

La tragedia causada por la erupción del Volcán Nevado del Ruiz el 13 de Noviembre de 1985, hizo ver la necesidad de vigilar los volcanes activos de Colombia y, al mismo tiempo, causó preocupación de autoridades y habitantes de áreas situadas en zonas de influencia de volcanes activos, al sentirse amenazados con la posibilidad de una catástrofe similar a la causada por el Nevado del Ruiz.

La ocurrencia de una tragedia hace crecer la susceptibilidad de la población, así, los habitantes de las faldas y cercanías del Nevado del Huila presentaron versiones de explosiones y erupción del Huila el 13 de Noviembre, a la misma hora de la ocurrencia de la erupción del Ruiz y se tejieron cábalas sobre la conexión de los dos fenómenos. Las explosiones escuchadas debieron ser las mismas del Nevado del Ruiz, las cuales también fueron escuchadas en sectores del Valle y Antioquia, entre otros; los reflejos luminosos y el ruido de tormentas eléctricas, no extrañas en la cordillera, fueron confundidos con emisiones de fuego, y por ende, con una erupción en el Nevado del Huila. Las observaciones



en el Volcán del Huila, posteriores al 13 de Noviembre de 1985, no dieron ningún indicio de que haya sucedido tal erupción, además de que científicamente no es posible conectar las erupciones del Nevado del Ruiz con la inducción de erupciones en el Nevado del Huila, ya que las cámaras magmáticas de los volcanes no están conectadas entre sí. Posteriormente, sismos sentidos en las poblaciones caucanas de Irlanda, Toez y Belalcázar, aumentaron los temores sobre la eventualidad de una erupción del Nevado del Huila; los temblores en Los Andes se suceden de manera continua y la gran mayoría de los percibidos por la población no tienen origen volcánico; la casi totalidad de los sismos volcánicos para ser detectados necesitan de instrumentos muy sensibles localizados en las faldas volcánicas.

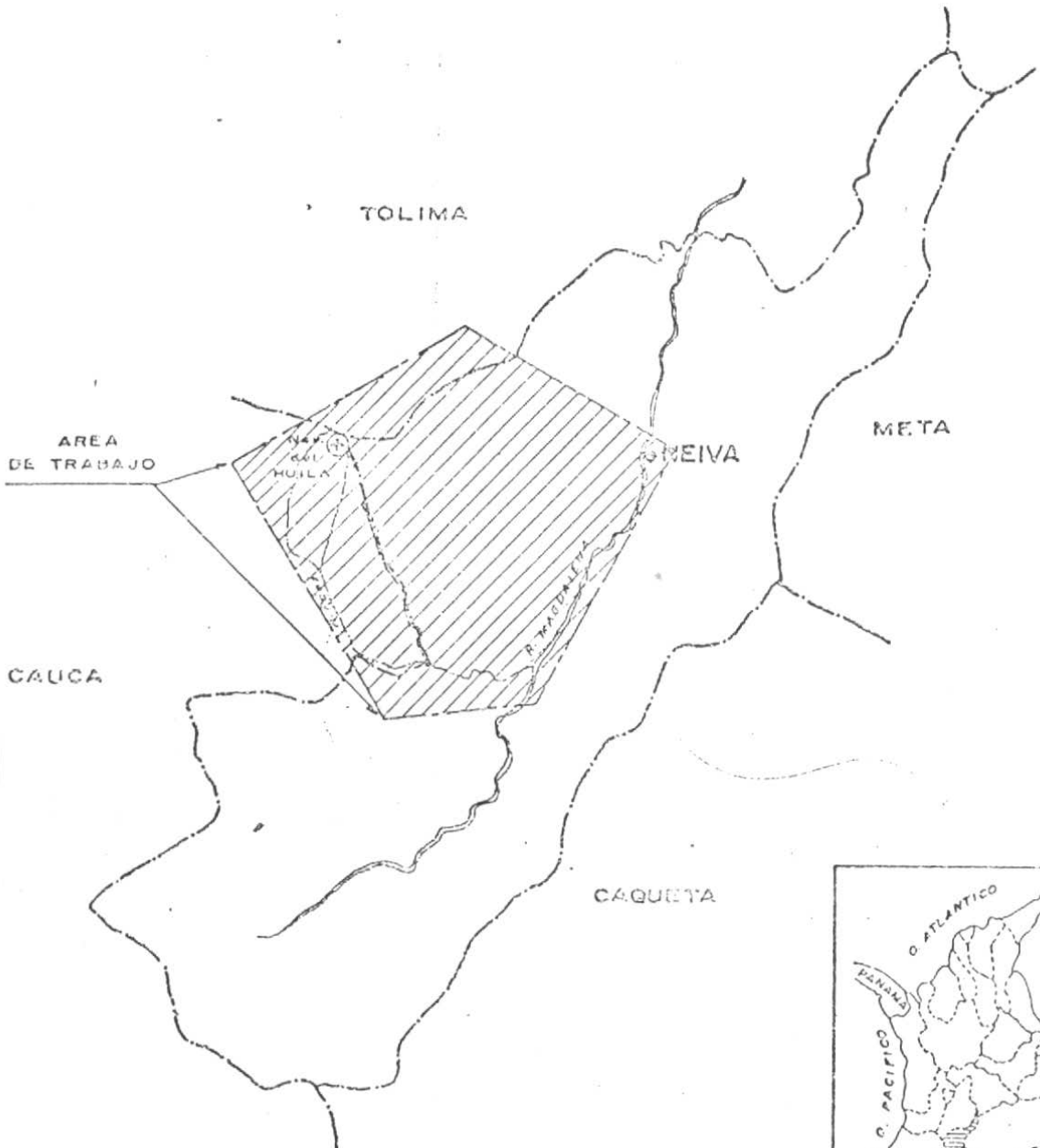
En vista de la situación creada en torno al Nevado del Huila, la Gobernación del Huila solicitó colaboración del INGEOMINAS que envió al área volcánica sus expertos en Diciembre de 1985 e instaló un sismógrafo en las faldas del volcán el 18 de Marzo de 1986; dicho sismógrafo opera allí hasta la fecha.

La elaboración del Mapa Preliminar de Riesgos Volcánicos Potenciales del Nevado del Huila es el producto del contrato suscrito por INGEOMINAS con la Gobernación del Huila y el Instituto de Desarrollo del Huila (IDEHUILA). El objetivo del trabajo es identificar las áreas susceptibles de ser afectadas por una eventual erupción y hacer recomendaciones acerca de la vigilancia del Volcán Nevado del Huila.

1.2. UBICACION GEOGRAFICA

El Volcán Nevado del Huila se halla localizado en la Cordillera Central y su pico más alto es, a la vez, el punto más alto de la Zona Andina en Colombia (5365 m), ubicado en 3°N y 75.98°W del Meridiano de Greenwich; además, hace parte del Parque Nacional del mismo nombre y de los departamentos de Cauca, Huila y Tolima (Figura 1). El Nevado del Huila está cubierto por un casquete glaciar de aproximadamente 43 km², calculados en base a fotografías aéreas de 1966, área que ha debido disminuir muy poco en los últimos 20 años como consecuencia del retroceso de los hielos. Este casquete glaciar comienza a una altura de 4350±50 m y sus lenguas glaciares más bajas llegan hasta 4250±50 m. En el hielo nacen los ríos Símbola y Paez (Quebrada Verdún) que drenan sus partes Este y Oeste respectivamente; los ríos Atá, Saldaña, Yaguará, Baché y Narvéez, no nacen en el casquete glaciar y están separados de él por barreras naturales; es de hacer notar que las corrientes fluviales que nacen en el Nevado del Huila son muy caudalosas y torrentosas debido a las grandes e importantes reservas de agua que hay en él, así como las altas pendientes de sus flancos.

El acceso al volcán es difícil y consiste en un camino, no apto para bestias de carga, que sale del carretable Paez-Tacueyó a una altura de aproximadamente 2800 m y se dirige por el valle de la Quebrada Verdún; se tarda entre 6 y 8 horas para llegar al borde de los glaciares. La elevada humedad del área (85%) permite la formación de



<p>GOS. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS</p>		
<p>MAPA DE LOCALIZACION</p>		
<p>Por: H. Cepeda, R. A. Mendez, L. A. Murcia, J. H. Vergara</p>	<p>Dibujo: Mo. Patricia Lopez C</p>	
<p>SIN ESCALA</p>	<p>Fecha: Agosto/86</p>	<p>Fig. 1 de 28</p>



lluvias continuas y alta nubosidad; la época más favorable para ascender el volcán es la comprendida entre la mitad de diciembre y el fin de enero de cada año.

1.3. METODOLOGIA


La metodología seguida en la elaboración del trabajo consistió en la exploración del volcán y de sus áreas de influencia, principalmente los valles de los ríos que nacen en él; se reconocieron los tipos de productos emitidos por el volcán en el pasado, su distribución areal y el tipo de fenómeno que los causó; se colectó material que fué analizado en laboratorios de INGEOMINAS y se lleva un control continuo de la actividad sísmica desde el 18 de marzo pasado.

Con base en lo anterior, se pudo discriminar las áreas potencialmente amenazadas por futuras erupciones del Volcán Nevado del Huila para que se haga en ellas un uso adecuado de tierras y aguas.

1.4. ESTUDIOS ANTERIORES

Debido a la dificultad de acceso no existen estudios geológicos sobre el Nevado del Huila. Unicamente se conocen las anotaciones de Bergt (1899) y Kuech (1892), quienes analizaron petrográficamente algunos rodados de lavas recogidos por los geólogos alemanes Reiss y Stübel en los alrededores de los caseríos Irlanda y Wila (Depto. del Cauca). Una

11




descripción somera sobre la morfología del volcán puede encontrarse en el trabajo de Stübel (1906).

En las partes bajas, hacia el Valle del Río Magdalena, van Houten (1976) y Soeters (1981) han realizado estudios sobre flujos de lodo (lahares), posiblemente asociados a la actividad de este volcán, especialmente en los abanicos de Paicol y Tesalia, ubicadas a una distancia de cerca de 70km al SE de la cima volcánica.

El Nevado del Huila aparece referenciado en los catálogos de los volcanes activos del mundo, publicados por Hantke and Parodi (1966) y Simkin, et al. (1981).

12



La localización del volcán obedece a factores tectónicos que crearon la zona de debilidad por donde han sido emitidos los productos volcánicos. El estilo tectónico del área está caracterizado por fracturamiento con direcciones N30E, N65E, N30W y E-W, en orden de importancia. El Volcán Nevado del Huila está alineado sobre una fractura N30E, cortada por otras transversales aproximadamente E-W; los sitios de intersección de estos dos sistemas de fractura han sido aprovechados para las emisiones de productos volcánicos.

2.2. VULCANOLOGIA

2.2.1. Vulcanología Básica. Un volcán es la estructura desarrollada, interna y externamente, en un área de debilidad de la corteza que permite la salida de material fundido que se halla almacenado en el interior de la tierra. La estructura superficial, en forma de monte, se denomina cono o edificio volcánico y es el resultado de la acumulación de material emitido a través del conducto o cuello volcánico; la boca de salida de los materiales se denomina cráter y el recipiente o reservorio donde se encuentra el material rocoso fundido o magma se llama cámara magmática (Figura 2).

Cuando la presión interna de la cámara magmática supera a la ejercida por las rocas que la suprayacen (presión litostática) se sucede la salida del magma a superficie por dos mecanismos principales:

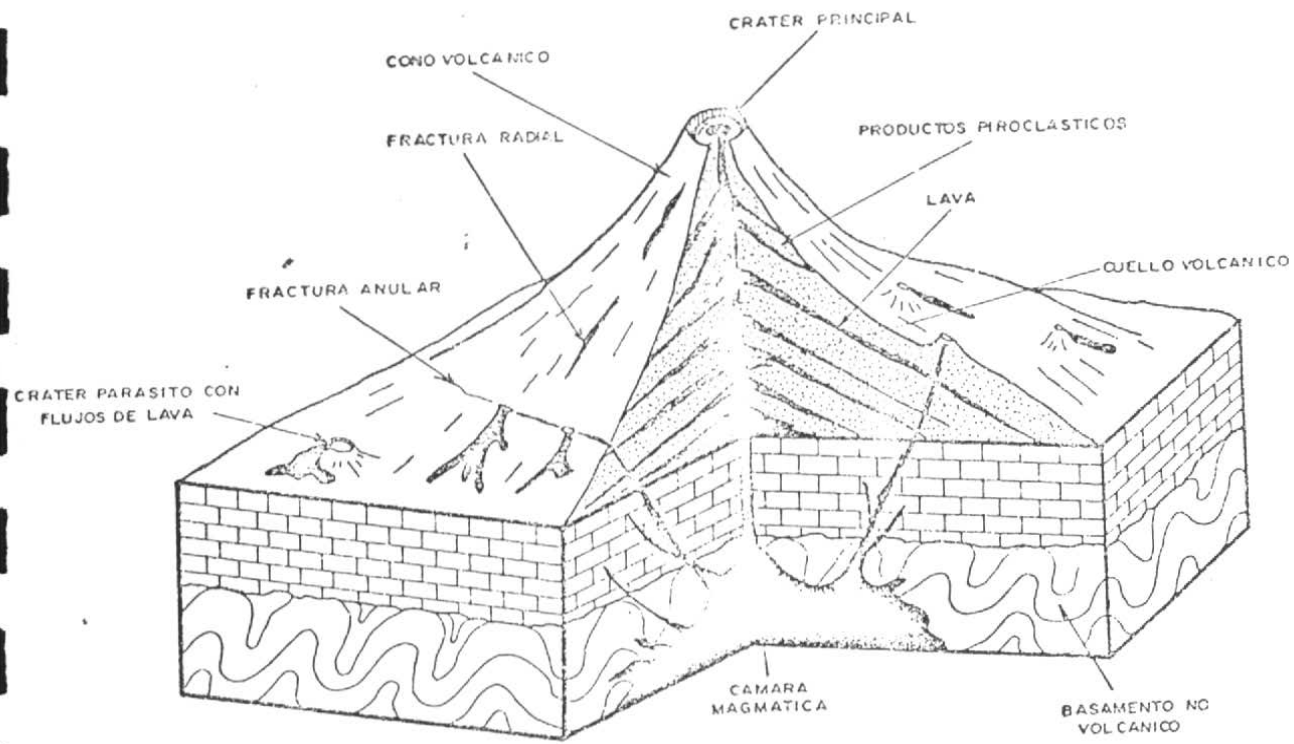


2. GEOLOGIA

2.1. UBICACION GEOLOGICA

El Volcán Nevado del Huila hace parte de la cadena de volcanes activos que se sitúan en la cresta de la Cordillera Central y que deben su actividad a la interacción producida por la subducción de la Placa Litosférica de Nazca bajo la Miniplaca Bloque Andino; fundó su edificio sobre rocas plutónicas tonalíticas de edad jurásica (Alvarez & Linares, 1983) que, son la roca dominante a todo lo largo de la cuenca del Río Paez, alcanzando dimensiones batolíticas; estas plutonitas intruyeron a rocas metamórficas paleozoicas que afloran más al Oeste.

Sobre los 2750 m de altura el paisaje dominante es el formado por acción glaciaria que labró valles profundos en U, dejó sus depósitos sobre ellos y favoreció la formación de numerosas lagunas entre las cuales sobresale la de Paez. A menor altura, sobre el batolito, se encuentran rocas sedimentarias cretácicas, terciarias y cuaternarias, entre las cuales se destacan las producidas por flujos de lodo y por acción aluvial que conforman terrazas que se prolongan hasta el Río Magdalena.



GOB.HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

ESQUEMA DE UN VOLCAN

Por: H.Cepeda, R.A.Mendez, L.A.Murcio, J.H.Vergara

Dibujo: Ma. Patricia Lopez C

SIN ESCALA

Fecha: Agosto/86 Fig. 2 de 28

Tomado de Rosi, 1990.



- Cuando el magma es rico en gases y la presión en la cámara magmática es muy grande, en comparación con la presión litostática, se produce una salida violenta. A este mecanismo se le denomina explosivo o piroclástico y hace que los productos volcánicos sean emitidos en forma de fragmentos o partículas llamados piroclastos que, de acuerdo a su tamaño, se clasifican como cenizas (menores de 2 mm), lapilli (entre 2 y 64 mm) y bloques o bombas (mayores de 64 mm). Cenizas y lapilli son distribuidos por el viento hasta grandes distancias; por proyección balística son lanzados a pocos kilómetros los bloques; piroclastos de todas los tamaños pueden bajar por las faldas del volcán a altas velocidades y temperaturas causando grandes daños.

- Cuando la presión en la cámara magmática no supera por mucho a la litostática, se derrama el magma en forma líquida y pasiva por los flancos del volcán a velocidades bajas y siguiendo los cauces de ríos y quebradas; esto es lo que se denomina un flujo de lava y el mecanismo lávico o efusivo. Las lavas entre más viscosas sean les cuesta más dificultad avanzar y por lo tanto desarrollan menores velocidades; la velocidad está dada también por las pendientes de los flancos del volcán; el avance de los flujos de lava depende de viscosidad, pendiente y cantidad de lava emitida; las lavas que más avanzan son aquellas menos viscosas, que fluyen sobre pendientes altas y que son emitidas en grandes cantidades. Los flujos de lava son susceptibles de canalizar, frenar y enfriar, por diferentes mecanismos, lo que hace que no sean tan


16

peligrosas como el común de las personas lo cree.

A las erupciones volcánicas es muy común que se asocie un fenómeno que se denomina lahar; el lahar es el producto de la mezcla de material sólido con agua que fluye a altas velocidades por los valles de los ríos que nacen en un volcán en el momento de una erupción volcánica y como consecuencia de ésta. De acuerdo al contenido de fragmentos de diferentes tamaños, el lahar se puede clasificar en flujos de lodo y en flujos de escombros; para efectos del presente trabajo y para evitar confusiones, hablaremos de flujos de lodo como sinónimo de lahar. Los componentes de un flujo de lodo pueden tener varias fuentes; el material sólido puede derivarse a partir de una erupción y/o de aquel que no se halla muy consolidado en los valles de los ríos que nacen en el volcán, tales como aluviones, depósitos glaciares, suelos, vegetación y construcciones que se encuentren localizadas en su cauce; el agua puede provenir del interior de la tierra como material eruptado, de lagos en el cráter del volcán, de hielo y nieve en la cima y flancos del volcán, de lluvia en el momento de la erupción, el agua propia de las corrientes fluviales y la contenida dentro de los materiales sólidos arrastrados por el flujo de lodo.

Los flujos de lodo avanzan en forma turbulenta por los valles de los ríos arrastrando todo lo que encuentran a su paso y lavando o limpiando el cauce; en las curvas forzadas tienden a salir y

14




erodar en el lado de afuera de élla y , si el cauce no es suficientemente alto, se puede salir y seguir por otro valle o eludir un meandro. La velocidad de los flujos de lodo aumenta al aumentar la pendiente y viceversa; cuando la pendiente es muy baja y el valle es amplio disminuye su velocidad y se produce depositación.

2.2.2. Vulcanografía y Clasificación. El Volcán Nevado del Huila posee una forma elíptica elongada en dirección N30E, de aproximadamente 16 km de eje mayor y 11 de eje menor; sus productos directos se hallan distribuidos desde los 2000 m de altura, al Sur y desde los 3300 m de altura al Norte, Este y Oeste. La altura del edificio volcánico sobre las rocas subyacentes es de unos 2 km en sus partes más altas que son conocidas como Picos Norte (5365 m) y Sur (5250 m).

No es identificable un cráter propiamente dicho, sino fumarolas por las cuales son emitidos vapor de agua y gases de azufre que depositan por sublimación el elemento y algunos compuestos de éste en paredes y alrededores de la salida tiñendo estas zonas de color amarillo. Algunas depresiones ocupadas por el hielo parecen ser, más bien, circos glaciares en lugar de cráteres.

La no presencia de productos piroclásticos asociados a la actividad del Volcán Nevado del Huila, ni en las cercanías, ni en el área de influencia, la ausencia de estructuras caldéricas o de cráteres, su

13



forma elongada siguiendo una fractura, así como la presencia de fumarolas y de fuentes termales localizadas en sus faldas, hacen clasificar el Nevado del Huila como un volcán activo con un desarrollo netamente efusivo o lávico.

2.2.3. Registro Geológico

- Lavas. El registro geológico directo está representado por lavas que se extienden principalmente hacia el Sur y SSE, indicando que la mayor actividad del volcán se ha desarrollado por su flanco idem, distribuido en los sectores drenados por las quebradas Aguablanco, Dublín y Yusayú (Quindavillo o El Buco). Dichos productos lávicos llegan hasta el valle del Río Páez por el cual no han avanzado o lo han hecho por trayectos muy cortos. Los espesores de los flujos de lava de mayor potencia alcanzan el orden de 80-100 m en los sectores de Dublín y Yusayú, no siendo representantes de los eventos más modernos. Son lavas de composición intermedia, andesitas y dacitas, formadas a partir de líquidos viscosos y por ende lentos en su avance. Los principales constituyentes minerales de estas lavas, además de vidrio, son plagioclasa, piroxenos (orto y clino) anfíboles, metálicos accesoriamente y, a veces biotita. Las formas de los flujos de lava varían de masivos a lavas en bloques, pasando por lavas macrorizadas, exteriorizando, las dos últimas, el cráter viscoso de tales fluidos.



- Flujos de lodo. Los registros geológicos de rocas sedimentarias pliocuaternarias, localizadas a lo largo del curso del Río Paez han permitido diferenciar tres eventos que involucren flujos de lodo originados, algunos de ellos, por actividad volcánica del Nevado del Huila. De acuerdo a interpretaciones geológicas, en el área de influencia del Volcán Nevado del Huila, los flujos de lodo más recientes datan como mínimo de hace 2000 años.

La Figura 3 muestra una columna estratigráfica generalizada y la Figura 4 un perfil transversal, donde se ilustra la correlación de los tres eventos de origen volcánicos más recientes.

Flujo de lodo del Paez: Es denominado "Brecha de Paicol" por van Houten (1976). Se compone esencialmente de fragmentos angulares y subangulares de rocas volcánicas, de composición andesítica, englobados en una matriz arenolimososa de igual composición. Los fragmentos, tamaño bloque y guijarro, poseen una cementación buena y están en cantidad aproximada de un 40%.

Aunque la composición litológica es predominantemente volcánica, se observa un enriquecimiento de rocas ígneas intrusivas y algo de metamórficas, a medida que nos alejamos del volcán, sin sobrepasar un 3% del total. En los afloramientos los depósitos pueden tener coloración blanquizca, debido a formación de minerales de arcillas y depositación de sulfatos sobre la

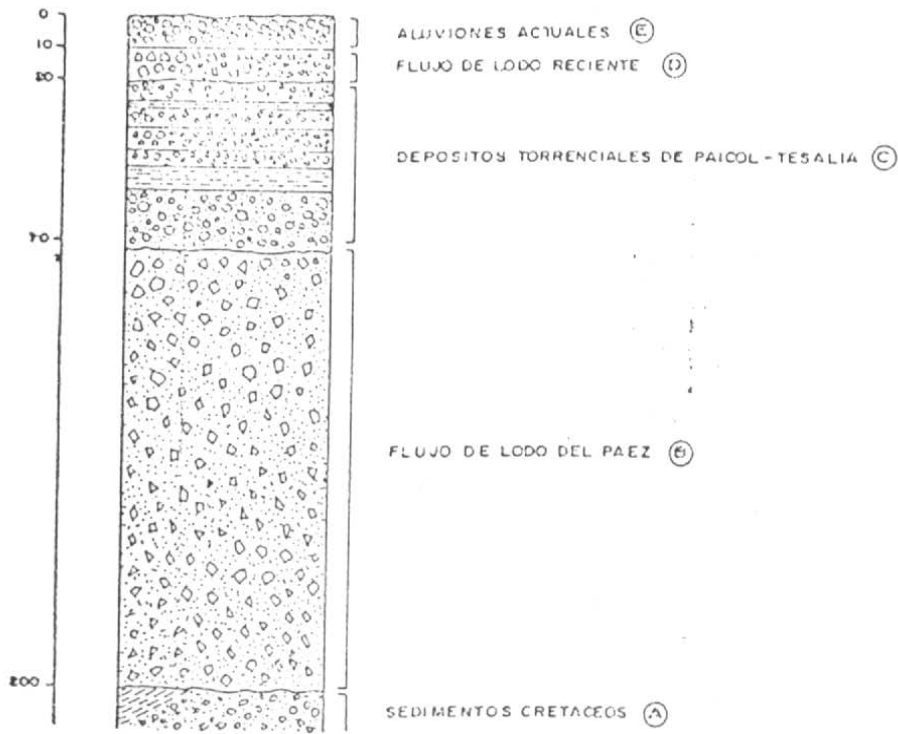


FIG. 3 Columna estatiográfica generalizada (sector Paicol-Tesalia)

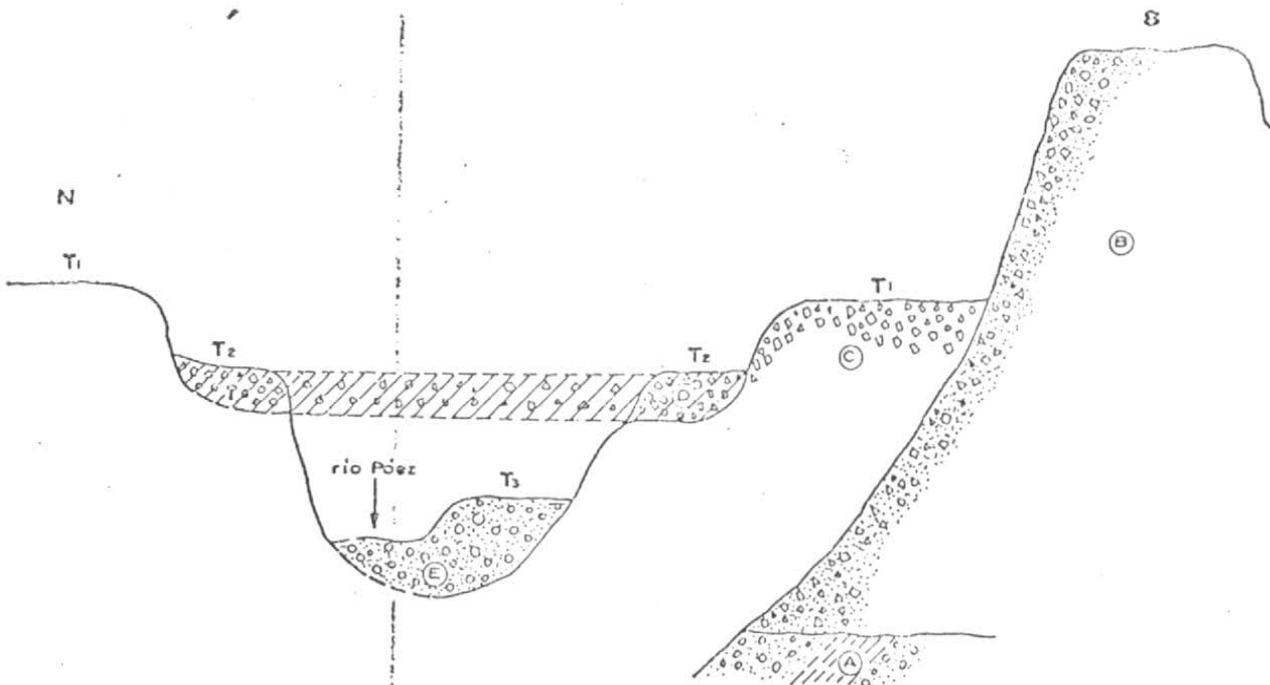


FIG. 4 Corte esquemático de los tres eventos que involucran flujos de lodo en el Plio-Cuaternario. (sector Paicol-Tesalia)

 Area mojado = 5.000 m²

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

COLUMNA ESTATIGRAFICA-PERFIL
TRANSVERSAL GENERALIZADO
Sector Paicol-Tesalia


Por: H. Cepeda, R. A. Mendez,
L. A. Murcia, J. H. Vergara

Dibujo: Mo. Patricia Lopera C.

ESCALAS INDICADAS

Fecha: Agosto /86 Fig 3,4, de 28

21



superficie expuesta. Estos depósitos presentan forma aterrazada, siguiendo una paleopendiente de alrededor del 1%; en partes se presentan cubiertos por depósitos de abanicos aluviales y de ladera de carácter local.

Este primer evento fué de magnitudes impresionantes, debido a los volúmenes gigantes de material involucrado en el proceso. Se calcula un espesor promedio aproximado de 130 m, representado en la actualidad por remanentes esparcidos a lo largo del valle del Río Paez, desde la localidad de Irlanda (Cauca) hasta la desembocadura al Río Magdalena.

La edad máxima del mencionado depósito se puede correlacionar con una erupción del Volcán del Huila ocurrida hace $3,7 \pm 0,2$ m.a. de acuerdo a una datación radiométrica efectuada por van Houten (1976), sobre una lava englobada en el depósito.

Luego de la formación del depósito de flujo de lodo, siguió un período de reposo por fenómenos volcánicos, donde la erosión fluvial efectuó un retrabajamiento de estos depósitos, para ampliar su valle y profundizar su cauce en más de 250 m a la altura del Municipio de Tesalia (Huila).

Depósitos Torrenciales de Paicol-Tesalia: Luego del corte por parte del Río Paez, del depósito anterior, se produce un relleno

22

de aproximadamente 50 m provenientes de fenómenos de tipo torrencial.

Se reconocen un mínimo de nueve flujos de lodo con espesores entre 4 y 6 m; tres de ellos poseen rasgos composicionales y de coloración muy similares al flujo de lodo del Paez, los cuales podrían corresponder a erupciones volcánicas del Nevado del Huila. Sin embargo los fragmentos de rocas, de los flujos de lodo supuestamente derivados de erupciones volcánicas, presentan algún grado de redondeamiento, lo cual podría indicar que los depósitos se han originado a partir del flujo de lodo más antiguo (Paez), sin influencia volcánica. Este depósito está bien representado y expuesto desde el cruce de la carretera Tesalia-Paicol, hasta la desembocadura del Río Paez al Río Magdalena. En esta zona se compone de tres principales niveles de terrazas de acción erosiva, alcanzado la terraza más elevada una altura de 50 m (Figura 4), con relación al nivel actual del Río Paez, correspondiente al retrabajamiento erosivo actual del río. Una datación radiométrica realizada por van Houten (1976), de un canto de roca volcánica contenido en este relleno de valle dió $1,8 \pm 0,2$ m.a.

Flujo de lodo reciente: Cuando el Río Paez tenía un corte, del relleno de valle, de aproximadamente 25 metros, se produce un flujo de lodo que se deposita sobre el segundo nivel de terraza

(Figura 4); posteriormente continua su acción erosiva del lecho del río hasta un total de 50 m que presenta en la actualidad. El mencionado flujo de lodo se compone de fragmentos de rocas volcánicas, en su gran mayoría, presenta un espesor de 10 m, y está representando el último evento que podría corresponder al fenómeno volcánico más reciente del Volcán Nevado del Huila (Figura 4).

El abánico vulcanoclástico del Espinal datado por Soeters (1981), en 3.780 años antes del presente, se encuentra estratigráficamente más alto que los depósitos torrenciales de Paicol-Tesalia. Suponiendo esta edad como mínima para estos últimos (Paicol-Tesalia), y ratas de erosión fluvial constantes se tendría una edad mínima de aproximadamente 2000 años, para el flujo de lodo reciente.

2.2.4. Actividad Histórica. No se conocen registros históricos de erupciones, y por consiguiente, ni de fenómenos asociados del tipo flujos de lodo (lahares), en el Volcán del Huila.

Stübel reporta en el año 1906, dos columnas de vapor sobre el pico Sur del nevado y tinción amarilla de azufre, en la nieve, alrededor de las fumarolas. A pesar de que algunos observadores hablan de la existencia de cinco fumarolas, solamente se detectaron dos al Oeste y una al Este, del pico principal, con columnas de vapor que no sobrepasan los 50 m

Se conocen varias fuentes de aguas termales, ubicadas alrededor

y sobre el edificio volcánico.

2.2.5. Actividad Sísmica. En el lapso comprendido entre el 18 de Marzo de 1986, (fecha en la cual comenzó a funcionar el sismógrafo en el sitio de Verdún), y el 30 de Julio de 1986, no se registró en los sismógrafos ninguna señal de origen volcánico, ni otras que dieran indicio de actividad anormal susceptible de ser interpretada como premonitora de una erupción a corto plazo.

Las señales identificadas corresponden a:

- Sismos de tipo regional con epicentros fuera del área del volcán
- Sismos locales de baja magnitud, interpretados como probablemente derivados de actividad de fallas en áreas vecinas, han ocurrido en las siguientes fechas: Marzo 23, Abril 19 y 21, Mayo 7 y 10, para un total de seis eventos en más de cuatro meses de registro (150 días). Comparando este tipo de eventos con los ocurridos en el Nevado del Ruiz a partir de Diciembre de 1984, donde se presentan con una recurrencia mínima de dos o tres sismos (hasta 60-70 en 24 horas), permite inferir, bajo el punto de vista sismológico, que la actividad registrada en el Volcán Nevado del Huila no presenta actualmente ningún indicio de peligrosidad a corto plazo.





3. RIESGOS VOLCANICOS POTENCIALES

3.1. RIESGOS POR FLUJOS DE LAVA

El área señalada en la Plancha 1, Mapa a escala 1:200.000, se extiende principalmente hacia el SSE debido a que los registros geológicos y la red de drenaje del nevado tienen esa misma orientación. Las lavas han sido el único producto conocido del Nevado del Huila y su registro en el tiempo puede extenderse hasta más de 3,7 m.a., si se tiene en cuenta las dataciones hechas por van Houten (1976) a un fragmento de lava que se puede reconocer como proveniente del Nevado del Huila; la textura de esta lava es porfirítica fina a afírica y sin cuarzo modal, en contraposición con las lavas provenientes del Río Negro que tienen fenocristales grandes, incluidos los de cuarzo, y composición de tendencia a dacitas más marcada que aquellas del Huila. Esto nos indica que la actividad del Volcán Nevado del Huila, al igual que los otros volcanes y zonas volcánicas activas de Colombia, hizo parte de la Primera Etapa del Vulcanismo Cenozoico extinta (Cepeda, 1985) y luego tuvo un rejuvenecimiento en la Segunda Etapa, iniciada en finales del Plioceno, permaneciendo en la actualidad, sin haber variado sus características efusivas; se nota una variación tosca en el tiempo en

26

lo referente a la composición mostrando una evolución hacia lavas ligeramente más ácidas y por tanto, más viscosas y con menores posibilidades de afectar los sectores más externos del área de riesgo por este concepto.

Las regiones con actividad económica amenazadas son principalmente las del sector de El Buco y otras fincas situadas dentro del área de influencia de la Quebrada Yusayú; igual suerte corren los terrenos situados a la izquierda del Río Paez, entre la desembocadura de la Quebrada Yusayú y la Quebrada Aguablanca.

3.2. RIESGO POR FLUJOS DE LODO

Son susceptibles de riesgo por flujos de lodo, de origen volcánico, todas las corrientes de agua que nacen en los glaciares del Nevado del Huila. A esta categoría corresponden los ríos Paez y Símbola, además de todos sus afluentes que drenan el volcán; se descartan como zonas de riesgo, por este concepto, los ríos Atá, Saldaña, Baché, Yaguará, Negro de Narváez y Polo, pues además de que no nacen en el hielo se encuentran separadas de él por barreras montañosas (Plancha 1).

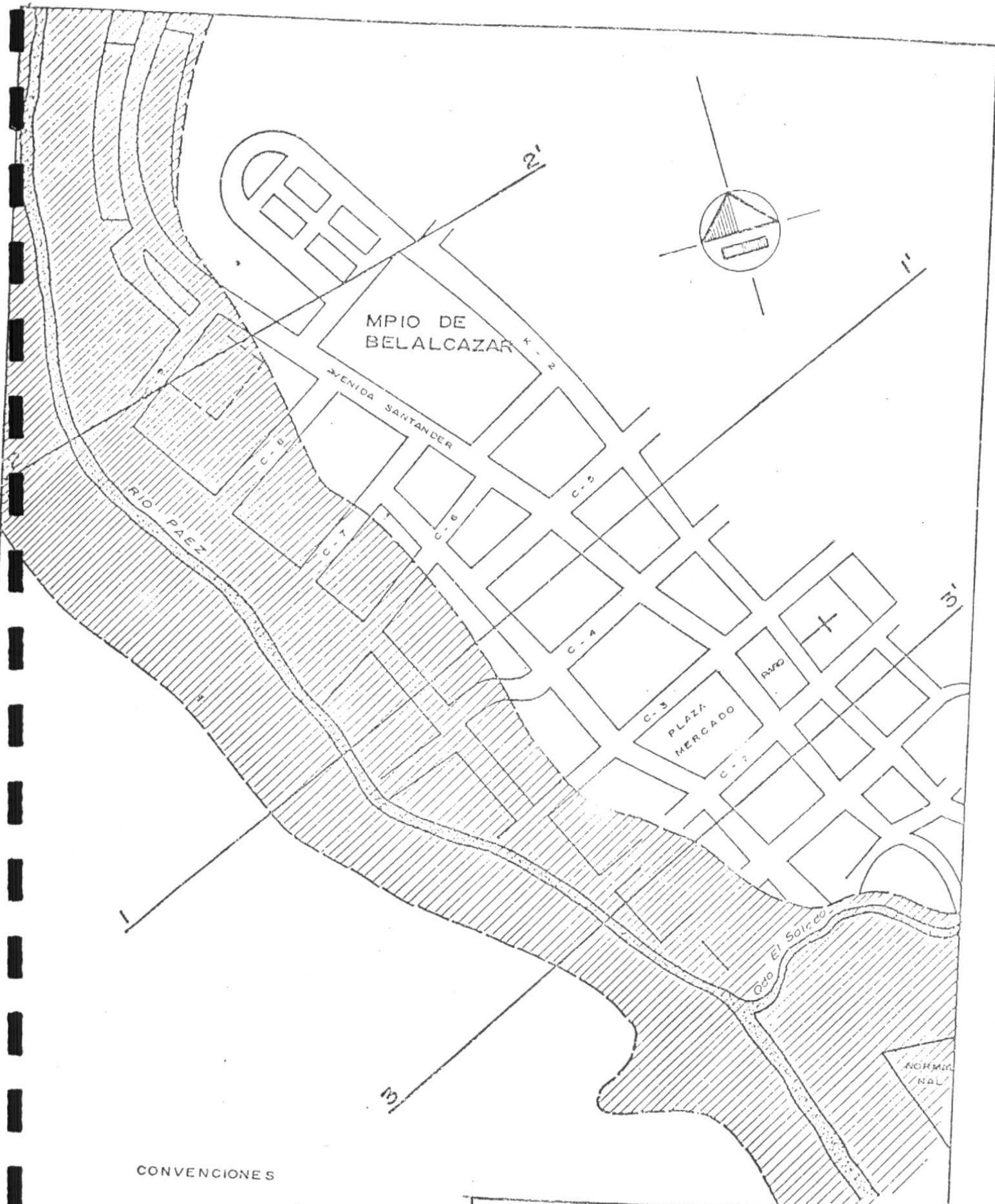
Tomando como referencia los registros geológicos por flujos de lodo, estos se ubican exclusivamente a lo largo del Río Paez. El depósito de registro más reciente, tiene una edad mínima de 2000 años, presenta espesores de 10 m en el sector de Paicol-Tesalia y de acuerdo a la

25



amplitud original se le calcula que tuvo un área de aproximadamente 5000 m² de sección transversal (Figura 4). En el sitio más cercano al volcán, área de Irlanda (10-12 km del nevado), presenta un espesor de 10 m y su ancho de 250 m, para un área mojada de 2.500 m².

Dando un margen de seguridad de un 20% mayor, se tienen áreas mojadas de 3000 y 6000 m² en las zonas de Paicol-Tesalia e Irlanda, respectivamente, indicando un incremento (engorde) de 3000 m². En base a los datos anteriores y a la topografía y pendiente del cañon del Río Paez, un deshielo provocado por una erupción de lavas del Volcán del Huila desencadenaría flujos de lodo, a lo largo del río, que pueden alcanzar alturas de 30 m por encima de su nivel actual. Aunque por el Río Símbola no se tienen registros sobre flujos de lodo, se considera con riesgo similar al Río Paez, debido a que drena cerca de un 50% del área nevada del Volcán del Huila.

La única población que reviste algún grado de peligrosidad por flujos de lodo es Belalcázar, en el Departamento del Cauca, en especial las partes más bajas donde existen algunas viviendas, además del hospital, el cementerio, la Normal Nacional y la Secretaría de Obras Públicas, entre otras (Figuras 5 y 6). La ciudad de La Plata (Huila) no reviste ningún peligro por flujos de lodo, ocasionados por una eventual erupción del Volcán Nevado del Huila, como puede ser apreciado en los mapas de riesgos que acompañan el presente informe (Plancha 1; Figuras 8 a 28).



CONVENCIONES

-  Area de riesgo por flujos de lodo
-  Rio y/o quebrada

GOB.HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

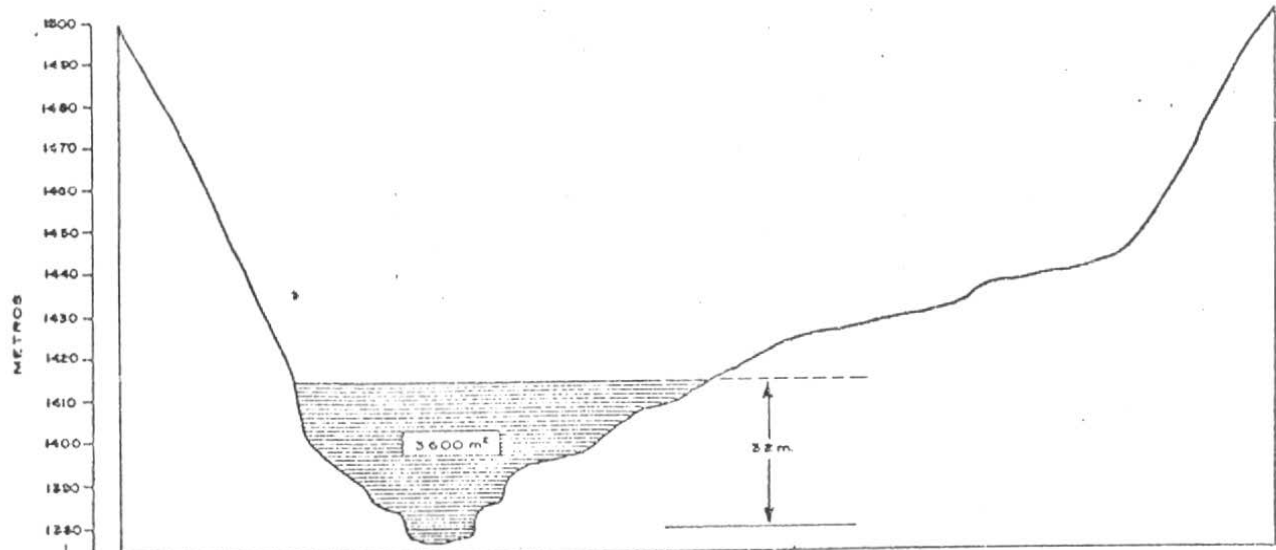
ZONA DE RIESGO POR FLUJOS DE LODO EN BELALCAZAR (Cauca)

Por: H. Cepedo, R.A. Méndez
L.A. Murcia, J.H. Vergara

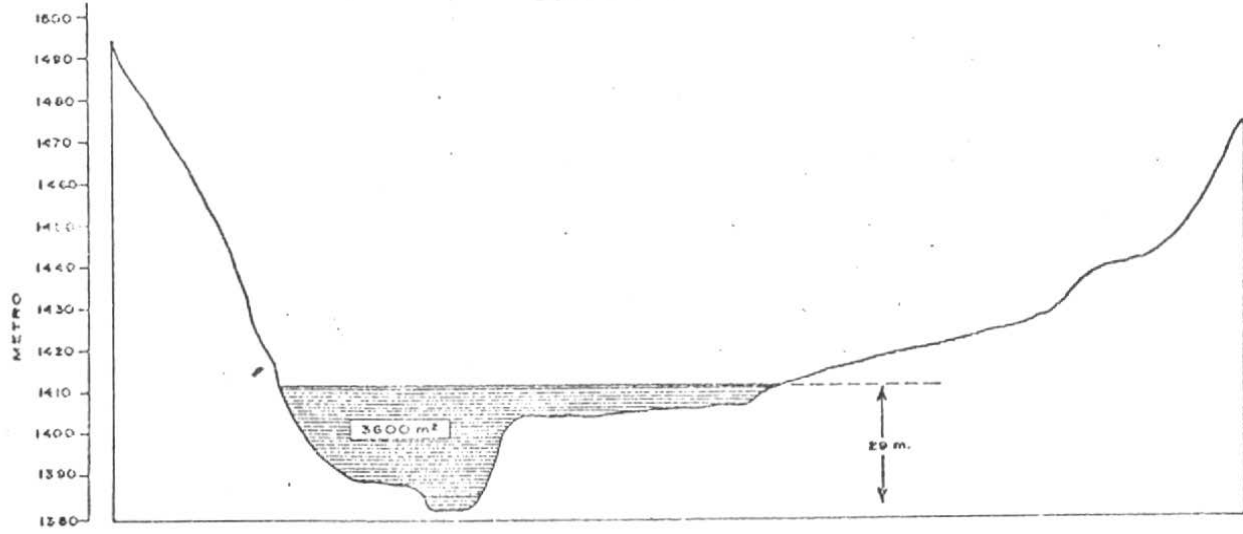
Dibujó: Beatriz E. Cano L.

Escala: 1: 4000

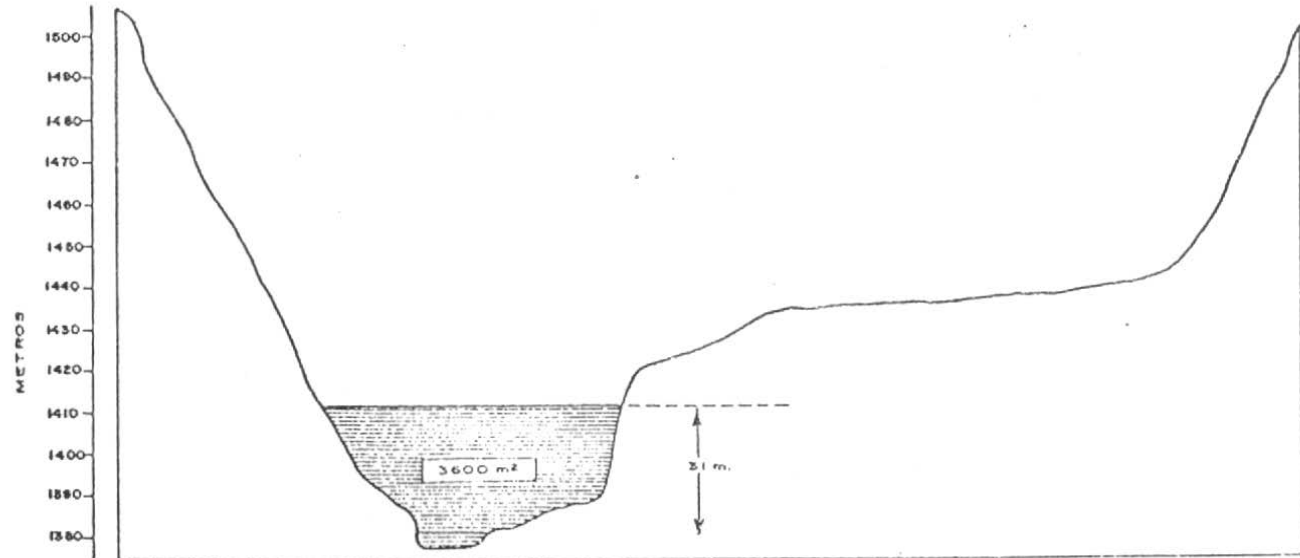
Fecha: Agosto/86 Fig. 5 de 28



Corte 1-1'



Corte 2-2'



Corte 3-3'

 Area mojada

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

PERFILES TRANSVERSALES DE LA ZONA DE RIESGO DE BELALCAZAR

Por: H. Cepeda, R. A. Mendez, L. A. Murcia, J. H. Vergara

Dibujo: Ma. Patricia Lopez C.

0 200 600m.
ESC. 1/25,000

Fecha: Agosto/80 Fig. 6 de 28



Debido a que 72 km antes de la desembocadura al Río Magdalena, el Río Paez disminuye su pendiente a valores menores del 1% y su cauce se hace un poco más amplio, el material grueso va ser depositado. En tales condiciones el peligro por flujos de lodo a lo largo del Río Magdalena, se reduce a una avenida de agua cargada con material tamaño fino en suspensión (arena fina, limo y arcilla).

3.3. RIESGOS POR ACTIVIDAD PIROCLASTICA

Los riesgos por actividad piroclástica pueden descartarse casi en su totalidad ya que no se han encontrado vestigios de este tipo de comportamiento del volcán; a pesar de tener importantes registros geológicos de actividad, indica que difícilmente evolucionará en esa dirección. La falta de dataciones radiométricas a lo largo de la vida activa del Volcán del Huila, hace que se desconozca con buen nivel de certeza cuando inició su etapa de rejuvenecimiento y por tanto, si se puede esperar que evolucione hacia facies piroclástica.

3.4. OTROS RIESGOS



3.4.1. Riesgos por Terremotos. Los terremotos o sismos producidos por actividad volcánica difícilmente afectan a la población que vive en las faldas volcánicas, mucho menos a aquellas que viven a mayor distancia; más bien se puede esperar que sismos de carácter regional, y por tanto de origen no volcánico, puedan inducir erupciones volcánicas



haciendo el efecto de la gota que rebosa el vaso, en volcanes que están en esta etapa pre-eruptiva o eruptiva como es el caso actual del Volcán Nevado del Ruiz. Esto nos sirve para despejar las dudas y falsas opiniones del común que cree erróneamente en los graves daños que puede causar un sismo de origen volcánico.

3.4.2. Riesgos por Inundaciones. La actividad volcánica reflejada por los flujos de lava y los flujos de lodo pueden ocasionar inundaciones debido al represamiento de las corrientes de agua, tanto en las partes altas como en las partes bajas del área de influencia del volcán. Las mayores inundaciones estarían asociadas a los ríos Paez y Magdalena y en este caso se debe analizar el papel que desempeñaría un aumento de caudales en el funcionamiento de la hidroeléctrica de Betania, la cual está localizada en el Departamento del Huila, en la confluencia de los Ríos Yaguará y Magdalena, a unos 30 km al SE de Neiva. Las obras civiles de esta hidroeléctrica están construídas sobre o en rocas sedimentarias terciarias de las Formaciones Gualanday y Honda, las cuales constan de intercalaciones de conglomerados (polimícticos en la Fm. Honda y cuarzosos en la Fm. Gualanday), areniscas y arcillolitas de colores rojo y verde. En las rocas se observan indicios de tectonismo, como fracturamiento, molimiento y espejos de fricción. Cerca al sitio de embalse está pasando la Falla de Betania, la cual presenta actividad Cuaternaria. La hidroeléctrica de Betania está diseñada para generar 540.000 kilovatios y comprende una presa de tierra de 49 m de altura y 650 m de base, dos túneles de desviación que regulan




los cursos de los Ríos Yaguará y Magdalena, la casa de máquinas con tres turbinas en caracol y sus correspondientes almenares, siete filtros y tres vertederos construídos para efectos de seguridad, los cuales pueden evacuar en conjunto caudales máximos de 11.000 m³/seg. La vida útil de esta obra es de 50 años y su factor de seguridad es muy alto, ya que se diseñó pensando en los más fuertes inviernos y en grandes inundaciones. Sinembargo, no se tuvo en cuenta los riegos potenciales debidos a una avalancha originada por una posible erupción del Nevado del Huila.

Desde el punto de vista de riesgo para la hidroeléctrica, en caso de una erupción del Nevado del Huila, los problemas están relacionados con los ríos Paez y Magdalena; no habría ningún tipo de sobrecarga en la parte occidental, pues los ríos Yaguará e Iquirá no nacen directamente del nevado.

De acuerdo a lo descrito en el capítulo de flujos de lodo, el material que traería el Río Paez al Río Magdalena estaría compuesto predominantemente por sedimentos finos, después de haber recorrido 152 km desde su nacimiento en el Nevado del Huila. La depositación del material de la avalancha comenzaría a partir de la cota 1000 m del Río Paez, donde la pendiente alcanza el 0.7% y se comienza a ampliar su valle. Desde este punto hasta la desembocadura en el Río Magdalena, existen 72 km a lo largo de los cuales ocurrirá esa depositación. Adicionalmente, desde el sitio de desembocadura del Río Paez hasta el

37



sitio donde está localizada la hidroeléctrica, el Río Magdalena recorre aproximadamente 20 km, con un valle bien amplio, donde ocurrirá depositación. El material fino que viajaría en suspensión por el río podría ocasionar problemas por procesos de sedimentación y posiblemente de abrasión en las turbinas. Como quiera que la erosión de los ríos aumentará el volumen del material que se sedimenta, la vida útil de la hidroeléctrica se podría acortar si la colmatación fuera rápida.

En caso de que la hipotética erupción originara inundaciones, la hidroeléctrica serviría de "amortiguador", ya que se pueden aminorar y regular los caudales, máxime cuando allí pueden ser almacenados hasta 5.000 millones de metros cúbicos de agua y por los vertederos de seguridad pueden ser evacuados hasta 11.000 m³/seg. Con un buen monitoreo del volcán y de caudales del Río Paez, la hidroeléctrica de Betania es una ayuda para minimizar los daños que pudieran ocurrir, en el caso de que se formaran grandes crecidas de los Ríos Paez y Magdalena, asociadas a la actividad del Nevado del Huila.

3.4.3. Riesgos por emisión de gases. La actividad explosiva de un volcán, está directamente relacionada con el contenido de gases en el magma. Conocidas las características no explosivas que presenta el Volcán Nevado del Huila, se espera que no sea muy grande el volumen de gases emitidos durante una erupción; por lo tanto es muy bajo el riesgo asociado con este tipo de fenómeno.



4. CONCLUSIONES

La exploración geológica efectuada al Volcán Nevado del Huila nos lleva a obtener las siguientes conclusiones:

- El Volcán Nevado del Huila es activo, netamente efusivo y sin registro eruptivo histórico.
- Futuras erupciones del Nevado del Huila amenazan áreas por concepto de emisión de lavas y por flujos de lodo producidos por la erupción.
- Al no encontrarse en el Volcán Nevado del Huila, vestigios de actividad explosiva, se descartan los riesgos por este concepto.
- El control efectuado al Nevado del Huila mediante sismógrafo instalado en el sector de Verdún desde el pasado 18 de marzo de 1985, nos indica que no hay signos del orden sismológico que nos muestren que el volcán se halle con posibilidades de entrar en erupción en un corto plazo.

- 25
- Con los datos que se cuenta en la actualidad no se puede pronosticar una futura erupción en el Volcán Nevado del Huila.
 - Las zonas amenazadas por futuras erupciones del Nevado del Huila se hallan en las riberas de los ríos Paez y Símbola y, la única población que puede ser afectada en mayor grado, en sus partes bajas, es Belalcázar, cabecera municipal de Paez en el Departamento de Cauca. La zona urbana del Municipio de La Plata, en el Departamento del Huila está por fuera de cualquier riesgo originado por la actividad del Volcán Nevado del Huila.
 - Como los Ríos Saldaña, Atá, Palo, Baché, Yaguará y Narvaez no nacen en el casquete glaciar del Huila y se hallan separados de él por barreras naturales sobresalientes, las áreas y poblaciones que se hallan en sus riberas están por fuera de peligro por erupciones del volcán.
 - El volcán Nevado del Huila se halla cubierto por un casquete glaciar de unos 43 km² y en él nacen ríos que son muy caudalosos y torrentosos que, ambos parámetros, más la alta pluviosidad en el área son fuentes de agua para la producción de flujos de lodo en caso de una erupción volcánica.
 - Los depósitos dejados por actividad glaciar a alturas mayores de 2750 m, así como los aluviales y de pendiente y otros de diferente

origen que se hallan a lo largo del valle del Río Paez, incluido el Río Símbola que es su afluente principal, son susceptibles de ser fácilmente involucrados en la formación de flujos de lodo como consecuencia de futura erupción del Huila.

- Los sismos producidos por la actividad volcánica del Nevado del Huila muy difícilmente afectarían a los habitantes, de sus faldas, que prácticamente no posee, y menos a pobladores que se hallen fuera de ellas.
- Una posible erupción del Nevado del Huila causará problemas de sedimentación en la Hidroeléctrica de Betania y por tanto daño en sus máquinas por abrasión y acortamiento de la vida útil.
- El embalse de la Hidroeléctrica de Betania, en caso de erupción del Nevado del Huila, puede servir como control de inundaciones a lo largo del valle del Magdalena, especialmente en el caso que la erupción coincida con épocas de caudales máximos del río.



37

5. RECOMENDACIONES

- Como el presente trabajo tiene un carácter de preliminar, se debe complementar especialmente en lo relacionado con la estratigrafía de las partes más altas del volcán.
- Para poder hacer lo anterior se debe escoger la época del año más favorable climáticamente, y si es posible, contar con apoyo de helicóptero.
- El uso adecuado de tierras y aguas que parta de la interpretación del presente mapa y de versiones mejoradas debe ser necesariamente complementado con una adecuada vigilancia del volcán, de acuerdo con las recomendaciones básicas subsiguientes.
- Instalación mínimo de un sismógrafo telemetrado, en las partes más altas del volcán, con el fin de poder recibir al instante las señales de su interior y, a la vez, enviarlas sin necesidad de repetidoras (o máximo una), para evitar distorsión, a la ciudad de Cali, donde se halla una Regional del INGEOMINAS. Con este aparato se conoce, en tiempo real, la actividad sísmica del volcán

38

y no se necesita visitarlo cada 24 horas, ni recibe la información con un día de atraso.

- Instalación de estaciones de inclinometría seca con el fin de medir las variaciones en la superficie del volcán, así como estaciones para inclinómetros electrónicos con el mismo fin.
- Muestreo de gases de las fumarolas con el fin de determinar variaciones en composición química y en la temperatura.
- Hacer un cálculo, lo mejor posible, del volumen de hielo del casquete glaciar discriminado por cuencas.
- Instalar puntos de control en las diferentes lenguas glaciares, para tener conocimiento de la velocidad a la cual se están retirando los hielos y poder detectar anomalías en su retroceso.
- Medir temperatura, composición y pH de las fuentes termales relacionadas con el volcán.
- Instalar estaciones meteorológicas en las corrientes que nacen en el nevado, con el fin de conocer el comportamiento temporal de diferentes parámetros a corto, mediano y largo plazo; tales parámetros deben ser: caudales, dirección e intensidad de los vientos a diferentes alturas, pluviosidad, conductividad y pH.



- Promover campañas de educación, a nivel escolar y, por tanto, con carácter permanente, acerca de los fenómenos volcánicos y de otros fenómenos naturales que pueden afectar a la población, tales como terremotos, inundaciones, deslizamientos, etc.
- No permitir la edificación de viviendas en las áreas señaladas como de riesgo; asimismo no construir obras de infraestructura importantes y valiosas dentro de estas áreas de riesgo, pudiéndose construir fuera de ellas; lógicamente, habrá obras que inevitablemente por problemas de costos, no podrán ser construídas fuera de áreas de riesgo, especialmente en las riberas de los ríos, tales como: puentes, carreteras, tomas de agua, etc.
- En las actuales condiciones de actividad del volcán, las mediciones de glaciares, inclinometría, gases de fumarola y de fuentes termales pueden ser efectuadas a intervalos de varios meses; si se instalan estaciones meteorológicas, se podrán obtener registros más continuos de caudales, pluviosidad y pH de corrientes que nacen en el nevado, lo mismo que dirección de vientos.
- En caso de que detecten aumentos en la actividad del volcán, las mediciones y observaciones, anotadas en el párrafo anterior, deben ser a intervalos mucho más cortos o de manera continúa.



- En el supuesto de que el Nevado del Huila entre en un período pre-eruptivo, rebajar los niveles del embalse de la Hidroeléctrica de Betania para que sirva de control de inundaciones a lo largo del Valle del Magdalena.

6. AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a todas y cada una de las personas que pusieron su cuota de ayuda para que el trabajo llegara a feliz término, especialmente al doctor Ricargo Arboleda, Director Regional de INDERENA -Huila, por su valiosísima colaboración, y al Ingeniero Italo Rodríguez, Jefe del Parque Nacional Nevado del Huila, por su interés y ayuda. Se reconoce la labor desarrollada por los señores Regulo Paya, Ramiro Capas y Carlos Dorado (funcionarios del Inderena), por su valioso apoyo en los trabajos de campo.



7. BIBLIOGRAFIA

BERGT, W., 1899. Die alteren Massengesteine, Kristallinen Schiefer und Sedimente. In Reiss und Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Berlín, 239 p.

CEPEDA, H., 1985. Anotaciones acerca de la geología del Volcán Galeras (Colombia, S.A.). Memorias del VI Congreso Latinoamericano de Geología, Tomo I, 291-335. Bogotá.

HANTKE, G. and PARODI, I., 1966. The volcanoes of Colombia. In "Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara fields. Part XIX, Colombia, Ecuador and Perú": International Association of Volcanology, Roma, 73 p.

KUCH, R., 1892. Die vulkanischen Gesteine. In Reiss und Stübel: Reisen in Süd-Amerika, Vol. I. Berlín, 232 s.

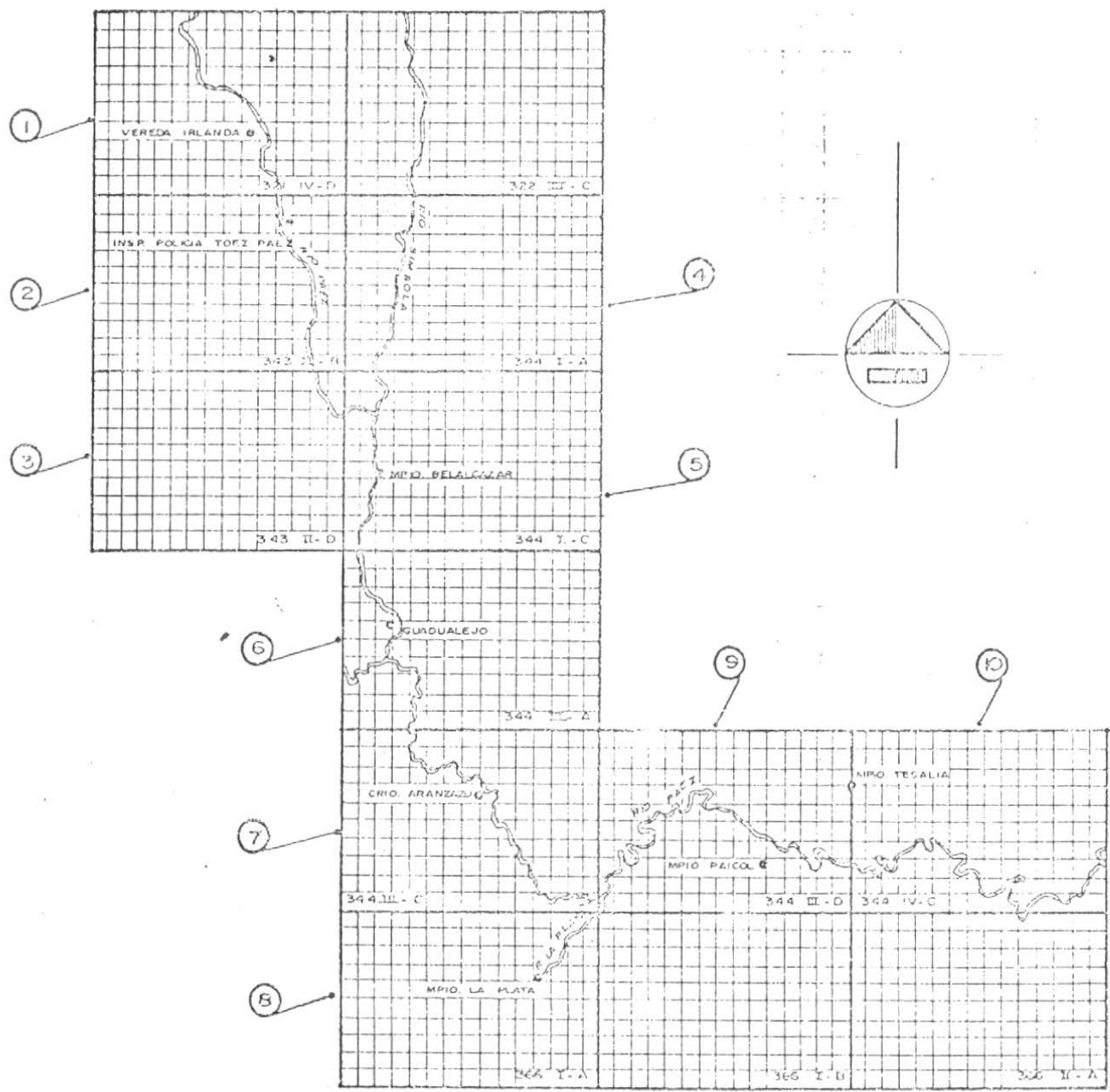
RAST, H., 1980. Vulkane und Vulkanismus. Enke Verlag, 223 p. Stuttgart.

SIMKIN, T., et al, 1981. Volcanoes of the world: Smithsonian Institution, Hutchinson Ross Publ., Co., Pennsylvania, 232 p.

SOETERS, R., 1981. Contribución sobre el desarrollo de la parte alta del Valle del Río Magdalena en el Cuaternario: Revista CIAF, Vol. 6. Nº 1-3, Bogotá, p. 529-536.

STÜBEL, A., 1906. Die Vulkanberge von Colombia. Dresden.

VAN HOUTEN, F.B., 1976. Late Cenozoic volcanoclastic deposits, Andean foredeep, Colombia: Geol. of Am. Bull., Vol. 87 p. 481-495.



Planchas a Escala 1:25.000

UBICACION DE LAS FIGURAS EN LAS PLANCHAS

- ① Figuras 8 - 9
- ② Figuras 10 - 11
- ③ Figura 12
- ④ Figura 13
- ⑤ Figuras 14 - 15
- ⑥ Figuras 16 - 17
- ⑦ Figuras 18 - 19 - 20
- ⑧ Figura 20
- ⑨ Figuras 20 - 21 - 22 - 23 - 24
- ⑩ Figuras 24 - 25 - 26 - 27 - 28

GOB. HUILA - IDEHUILA INGEOMINAS	
MAPA INDICE DE LAS FIGURAS 8 a 28	
H. Cepeda, R. A. Mendez Por: L. A. Murcia, J. H. Vergara	Dibujó: Beatriz E. Cano L.
Escala: 1:400.000	Fecha: Agosto/86 Fig 7 de 28

44

VERDUN

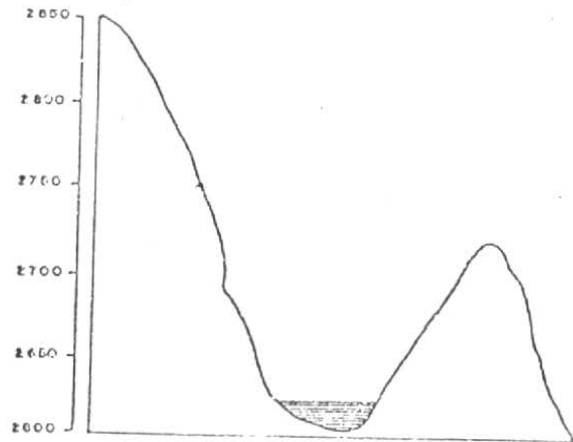
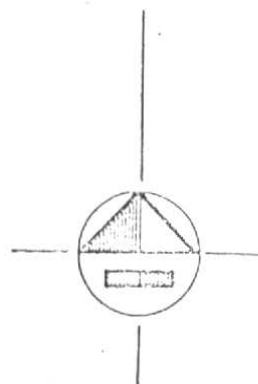
X* 610.000

Y* 112.000

Y* 110.000

X* 606.000






X* 605.000



PERFIL A-A'

AREA MOJADA 3.000 m²
ESCALA H. x 1:25.000

CONVENCIONES

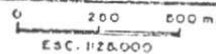
-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretero
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

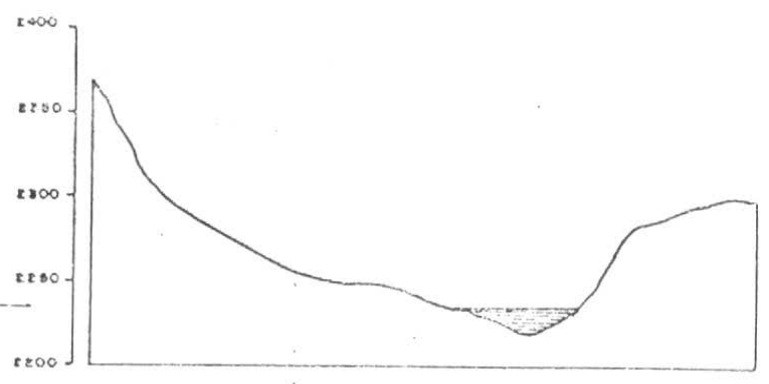
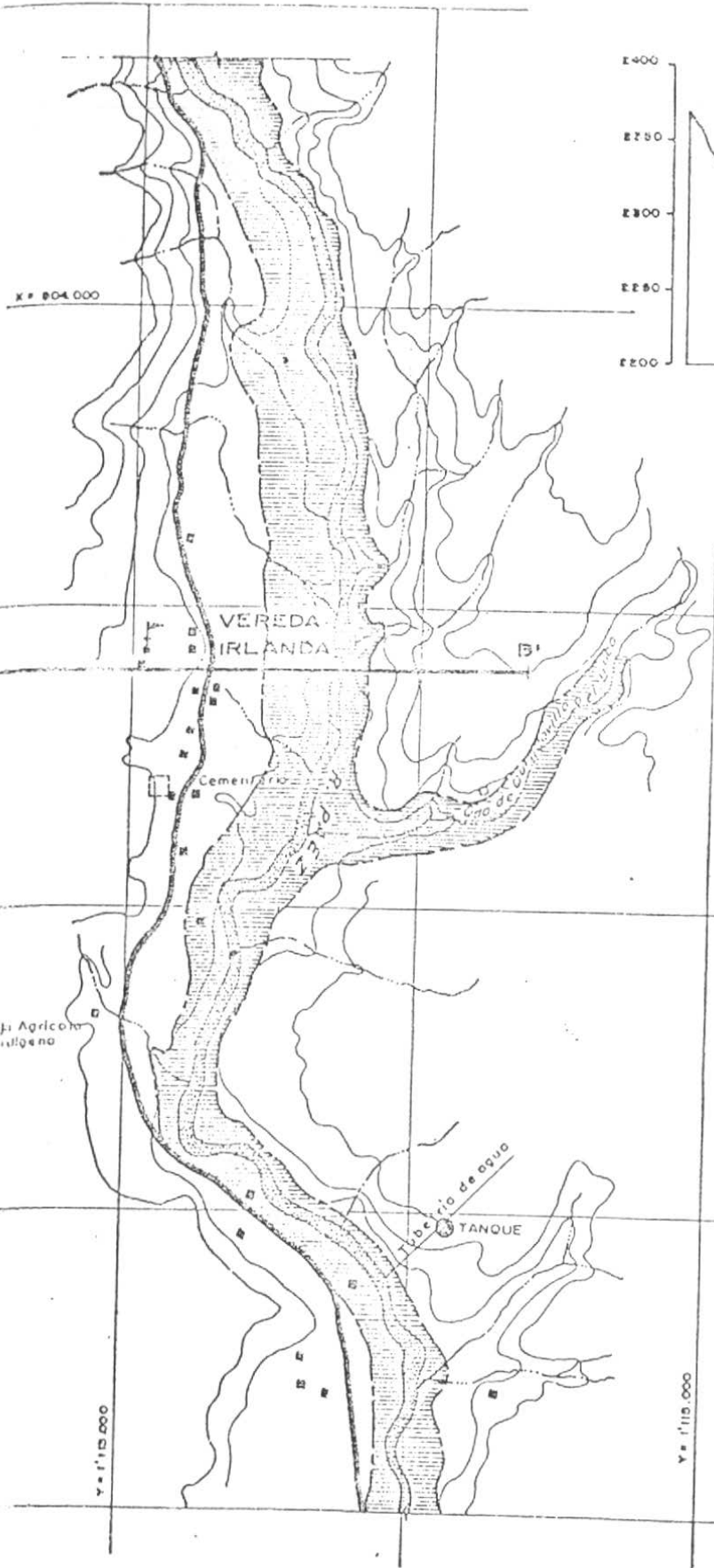
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Dublin

Por: H. Cepero, H.A. Mendez,
L.A. Murcia, J.H. Vergara

Dibujo: Ma. Patricia Lopera C.

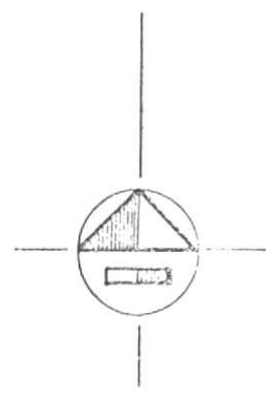


Fecha: Agosto/86 Fig 8 de 28

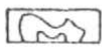
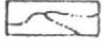





PERFIL S-B'

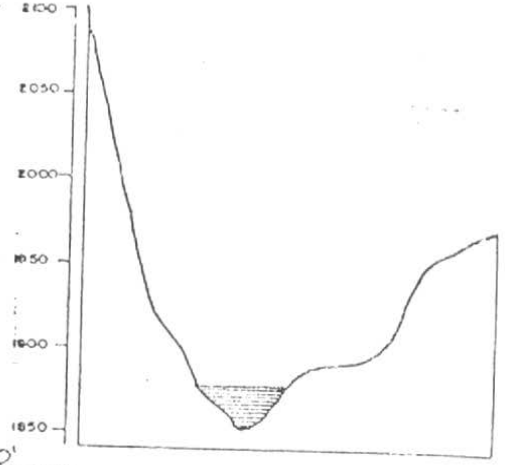
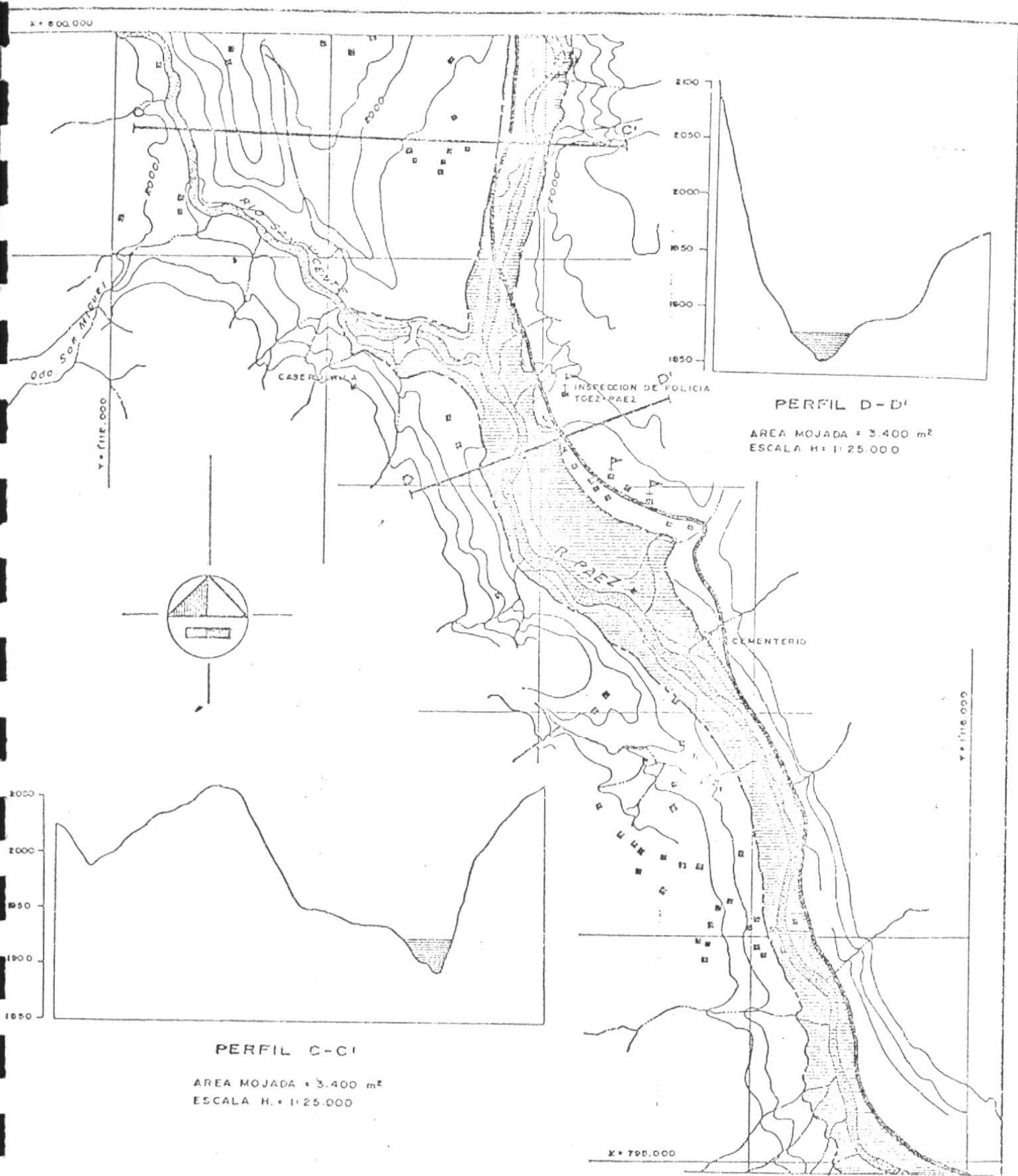
AREA MOJADA = 3.000 m²
ESCALA H. = 1:25.000



CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

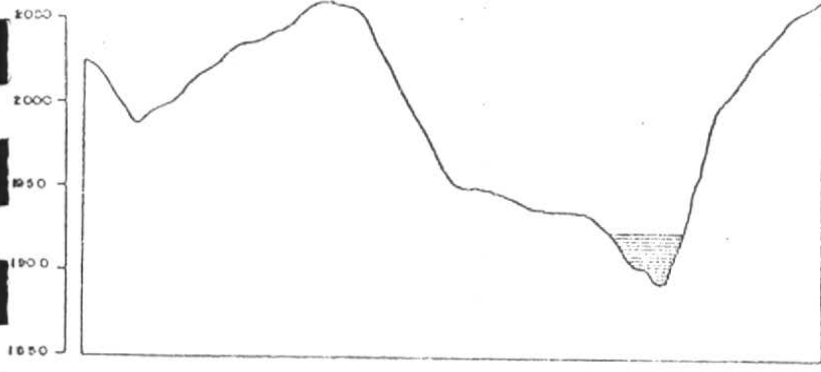
<p>GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS</p> <p>ZONACION POR FLUJOS DE LODO</p> <p>Sector Irlanda</p>	
<p>Por: H. Cepedo, R. A. Mendez, L. A. Murcia, J. H. Vergara</p>	<p>Dibujo: Ma. Patricia Lopez C.</p>
<p>0 200 400m. ESC. 1:25.000</p>	<p>Fecha: Agosto/80 Fig. 9 de 28</p>



PERFIL D-D'

AREA MOJADA = 3.400 m²

ESCALA H: 1:25.000



PERFIL C-C'

AREA MOJADA = 3.400 m²

ESCALA H: 1:25.000

- CONVENCIONES
-  Curva de nivel
 -  Quebrada
 -  Rio
 -  Carretera
 -  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

ZONACION POR FLUJOS DE LODO

Sector Tóez-Páez

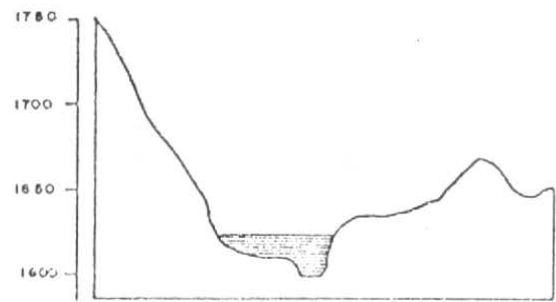
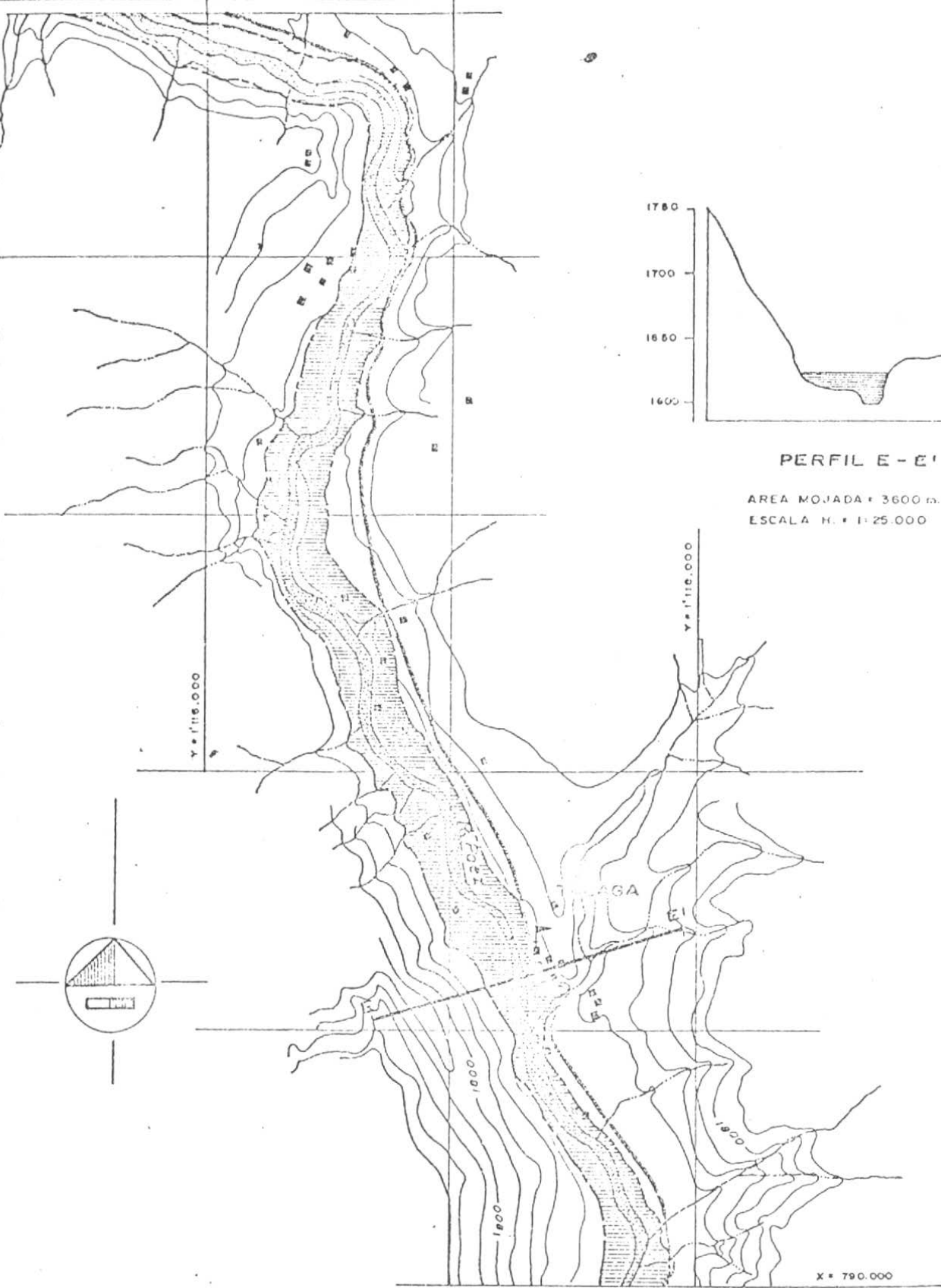
Por: H. Cepeda, RA Merdez,
L.A. Murcia, J.H. Vergara

Dibujo: Mo. Patricia Lopera C.

0 250 500 m.
ESC. 1:25.000

Fecha: Agosto/86 Fig. 10 de 28

X = 795.000








PERFIL E - E'

AREA MOJADA = 3600 m.
ESCALA H. = 1:25.000



CONVENCIONES

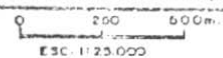
-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB.HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

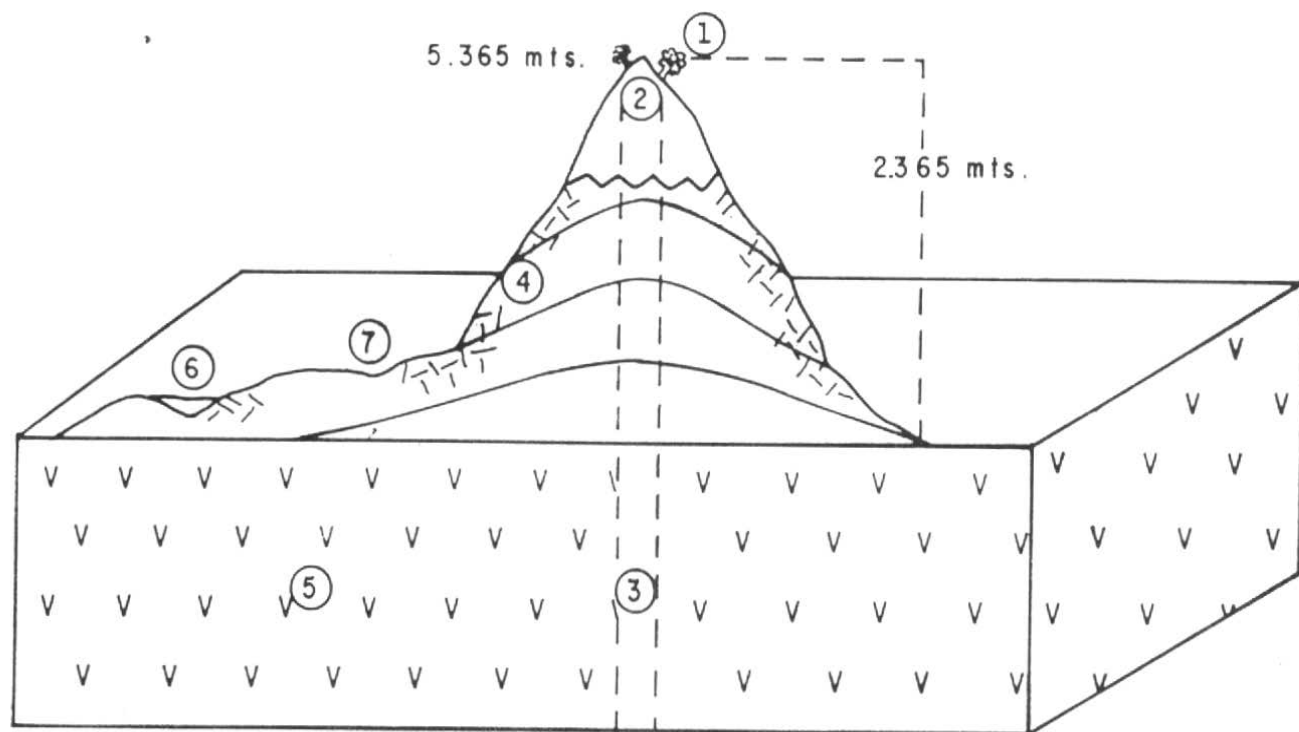
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Tálaga

Por: H. Cepeda, R. A. Mendez
L. A. Murcia, J. H. Vergara

Dibujo: Mo Patricia Lopera C



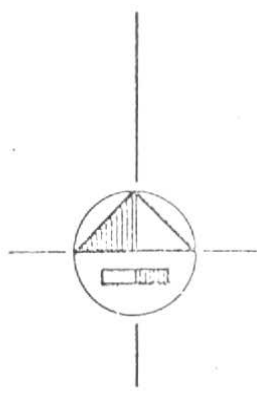
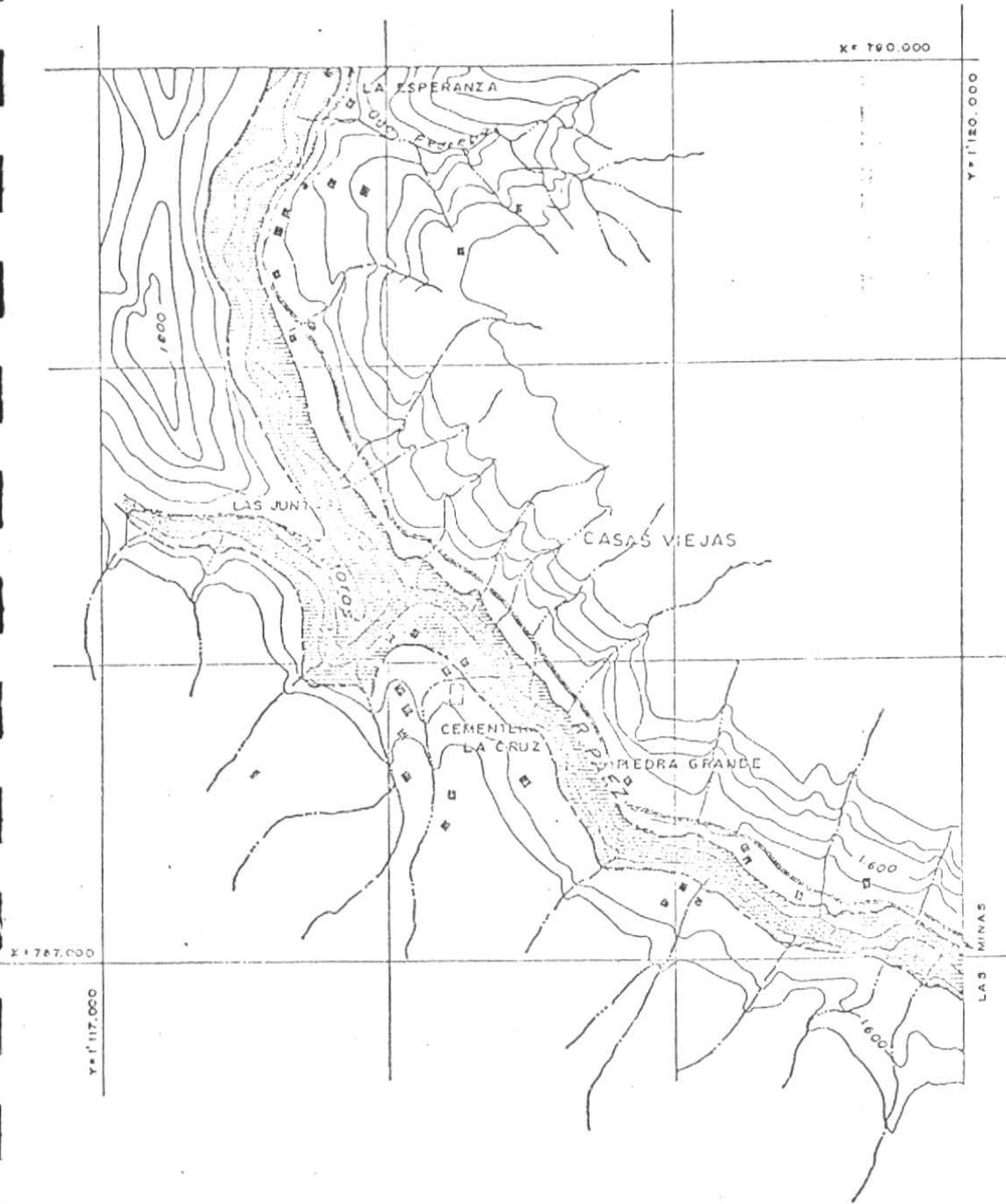
Fecha Agosto/66 Fig 11 de 28








FLUJO DE LODO MAS RECIENTE
 Por lo menos hace 2000 años

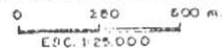
- ① Fumarolas
- ② Posible Caldera o Cráter
- ③ Posible Conducto de Alimentación
- ④ Lavas Andesíticas a Dacíticas
- ⑤ Basamento Cristalino (Tonalitas a Dioritas)
- ⑥ Laguna de Páez
- ⑦ Quebrada Verdun

FIGURA 9.- ESQUEMA DEL VOLCAN
 NEVADO DEL HUILA

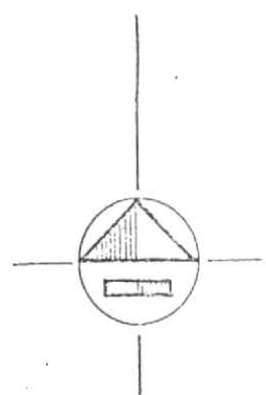


CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Río
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA - IDEHUILA - INGEOMINAS	
ZONACION POR FLUJOS DE LODO	
Sector Río Moras	
Por: H. Cepeda, R. A. Mendez, L. A. Murcia, J. H. Vergara	Dibujo: Ma. Patricia Lopez C
 ESC. 1:25.000	Fecha: Agosto/80 Fig. 12 de 28

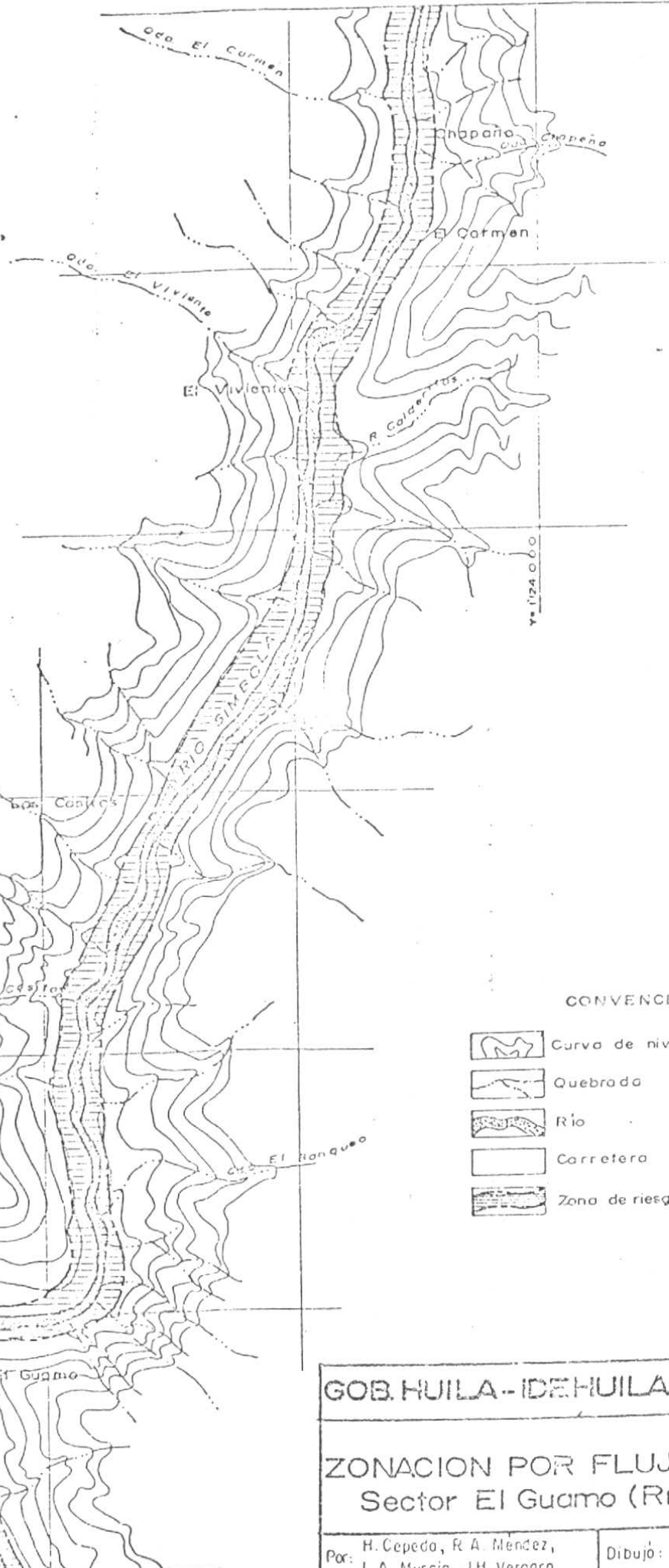
X = 796.000








Y = 1.121.000

Y = 1.124.000

X = 790.000



CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Río
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA - IDE HUILA - INGEOMINAS

ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector El Guamo (Rio Símbole)

Por: H. Cepeda, R. A. Méndez,
L.A. Murcia, J.H. Vergara

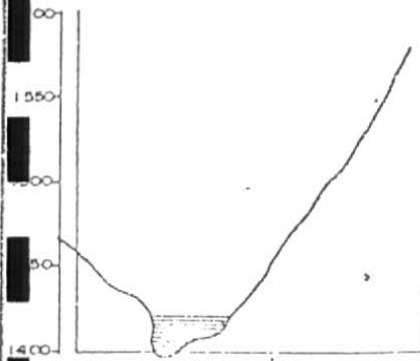
Dibujó: Beatriz E. Cano L.

0 250 500 m.
Escala: 1:25.000

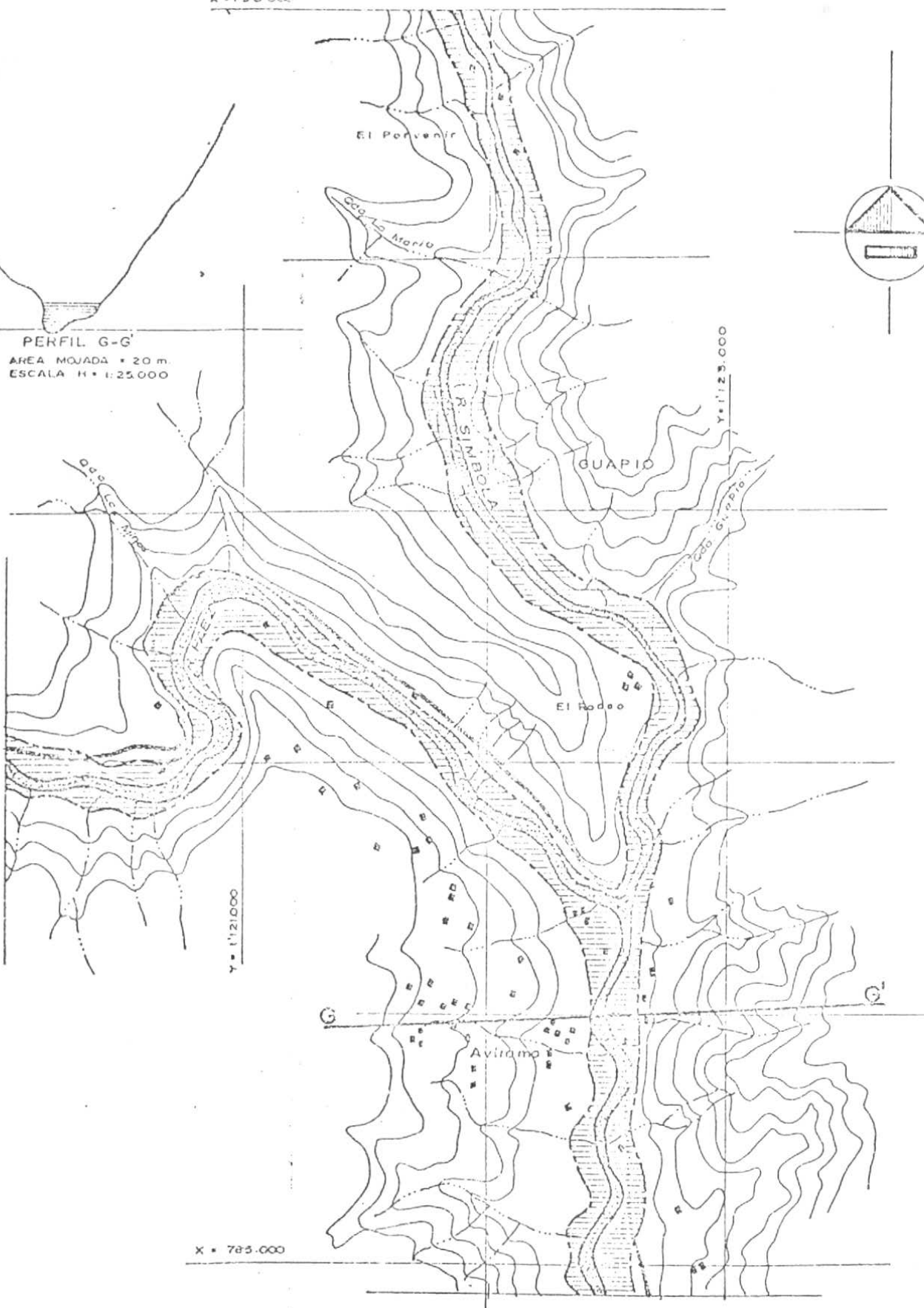
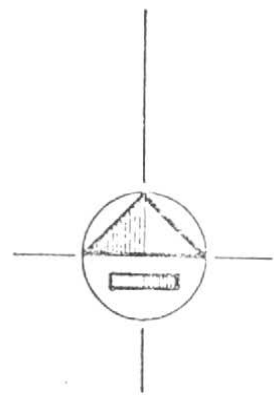
Fecha: Agosto/86 Fig 13 de 28

51

X = 790.000



PERFIL G-G'
 AREA MOJADA = 20 m.
 ESCALA H = 1:25.000








X = 785.000

Y = 1'121.000

Y = 1'123.000

CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGECMINAS

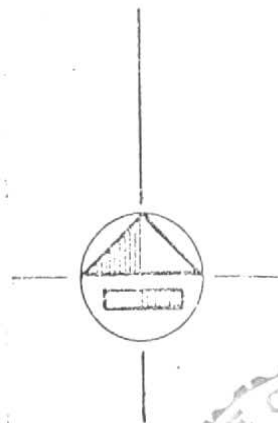
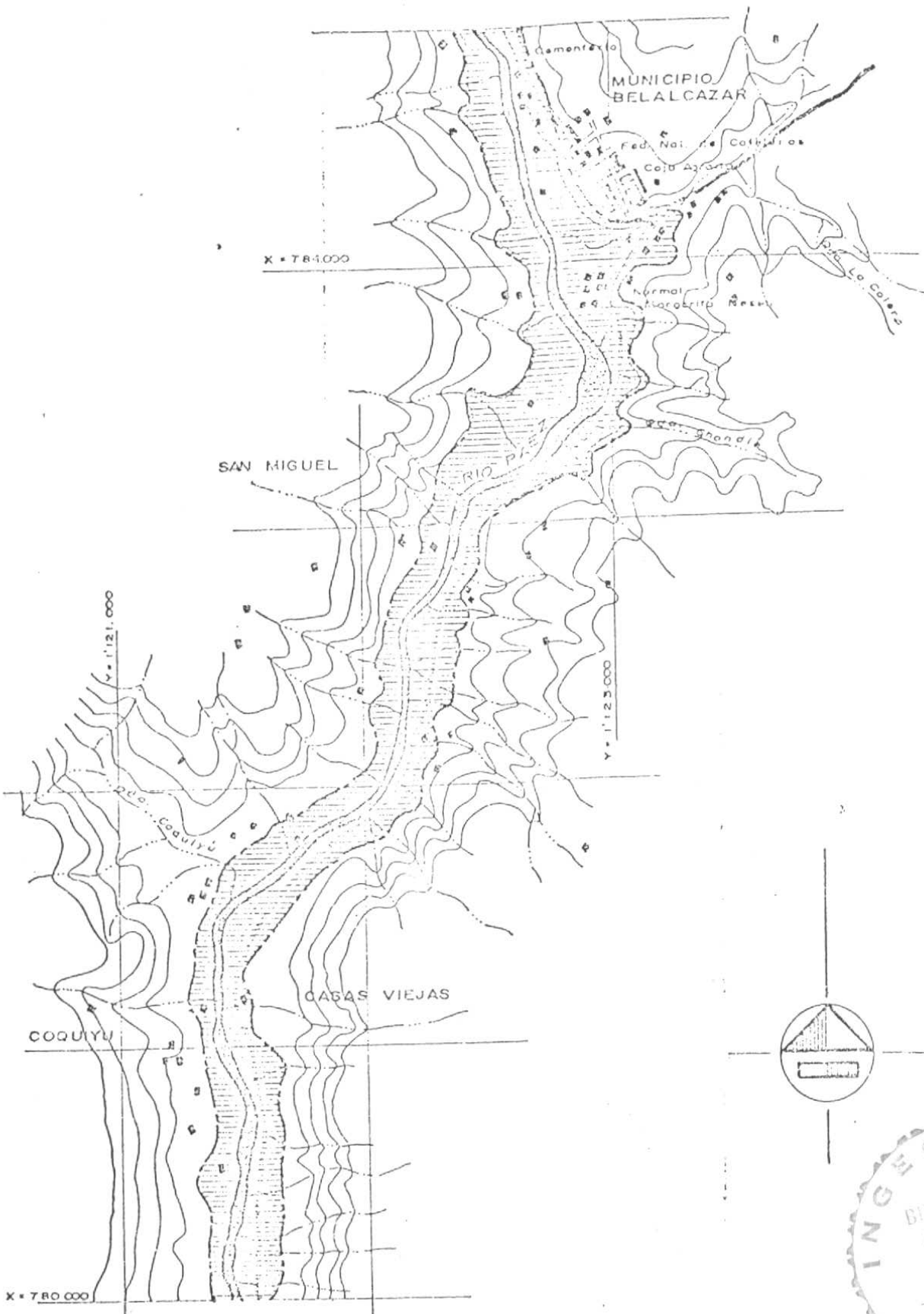
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Avirama

Por: H. Cepeda, R.A. Mendez,
L.A. Murcia, J.H. Vergara






Dibujó: Beatriz E. Cano L.

0 200 500 m.
 Escala: 1:25.000

Fecha: Agosto/86 Fig. 14 de 28



CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrado
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA - IDEHUILA - INGEOMINAS

ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Belalcázar

fbr: H. Cepedo, R.A. Mendez,
L.A. Murcia, J.H. Vergara

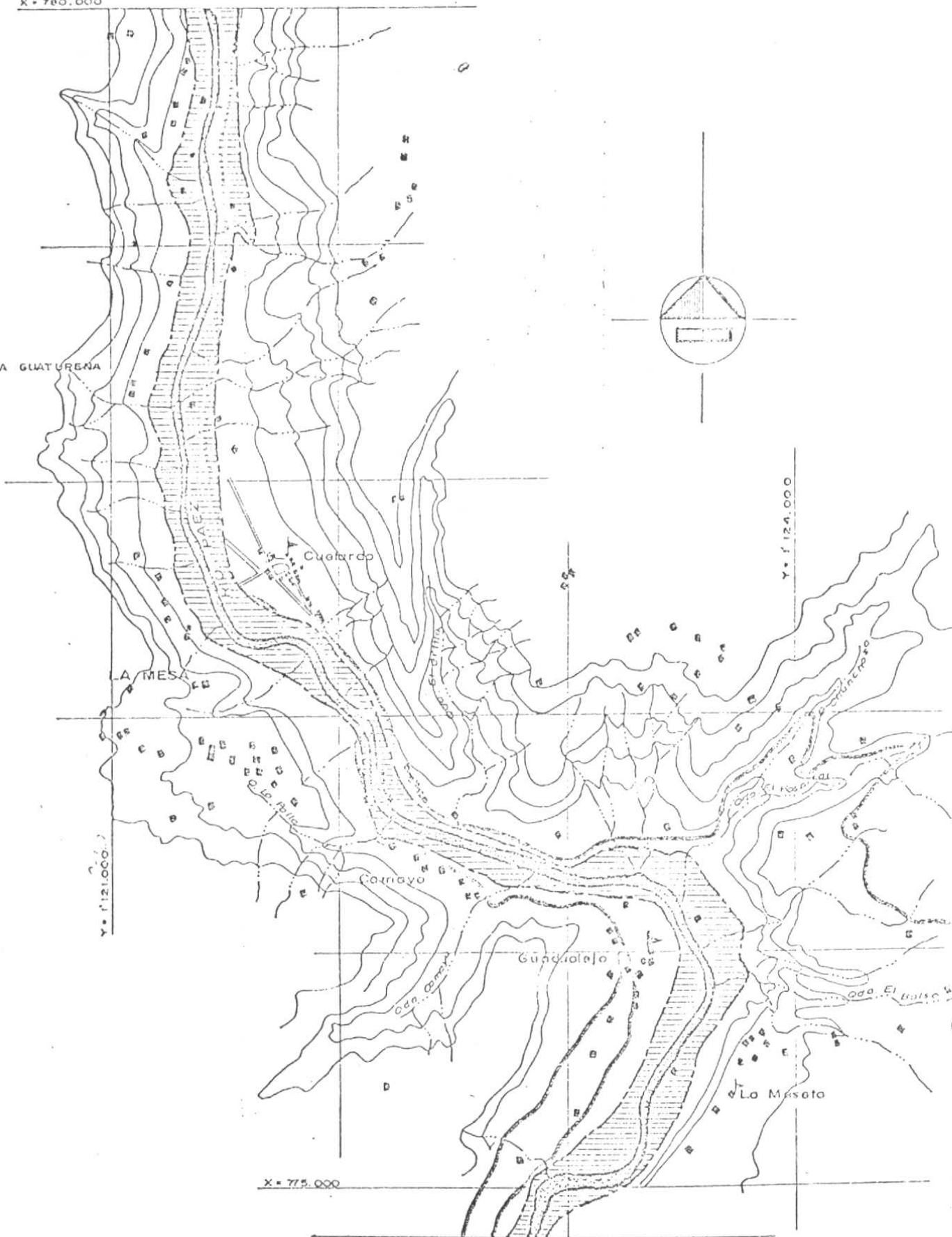
Dibujó: Beatriz E. Cano L.

0 250 500m
Escala: 1:25000






Fecha: Agosto /86 Fig 15 de 28

X = 760.000

VEREDA GUATURENA



CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

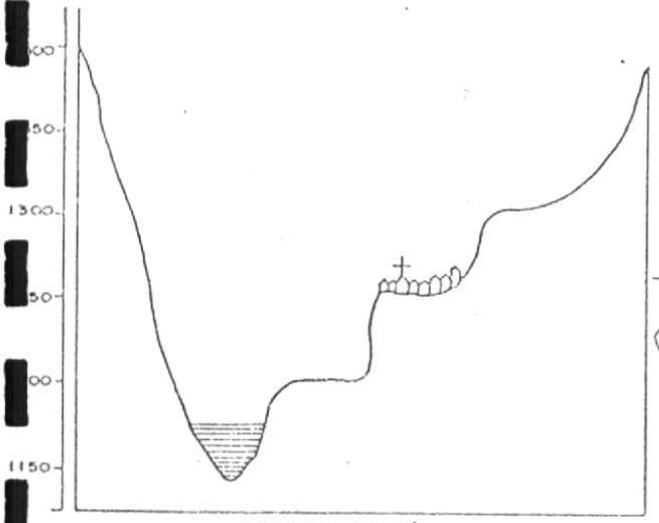
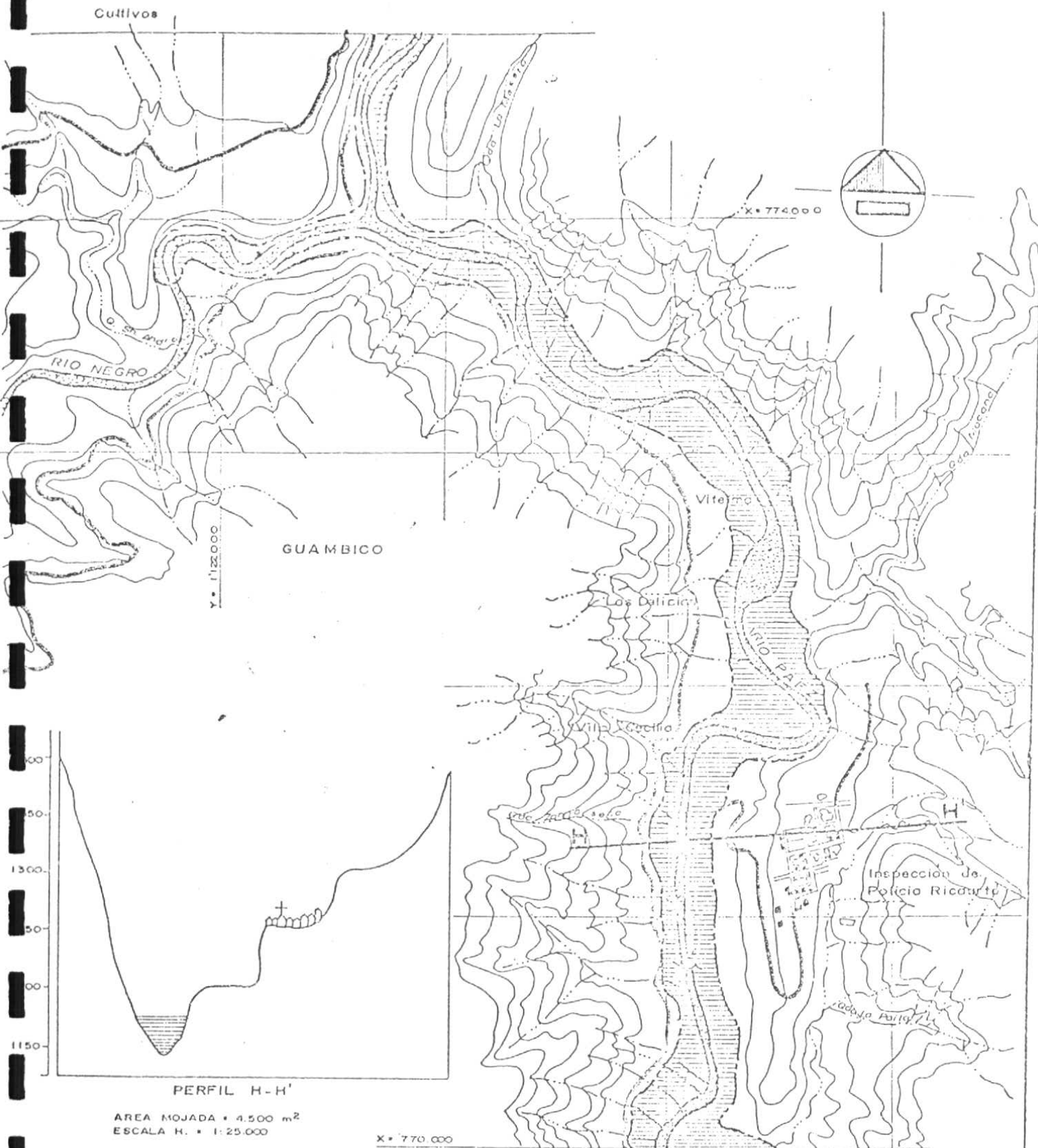
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Cuetardo - La Mesa

Por: H. Cepeda, R. A. Merdez,
L. A. Murcia, J.H. Vergara

Dibujó: Beatriz E. Cano L.

0 250 500 m
Escala 1:25.000


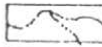

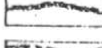
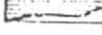
Fecha Agosto/86 Fig 16 de 28

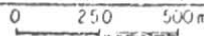


PERFIL H-H'

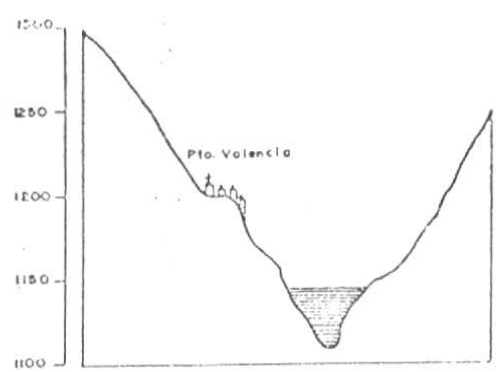
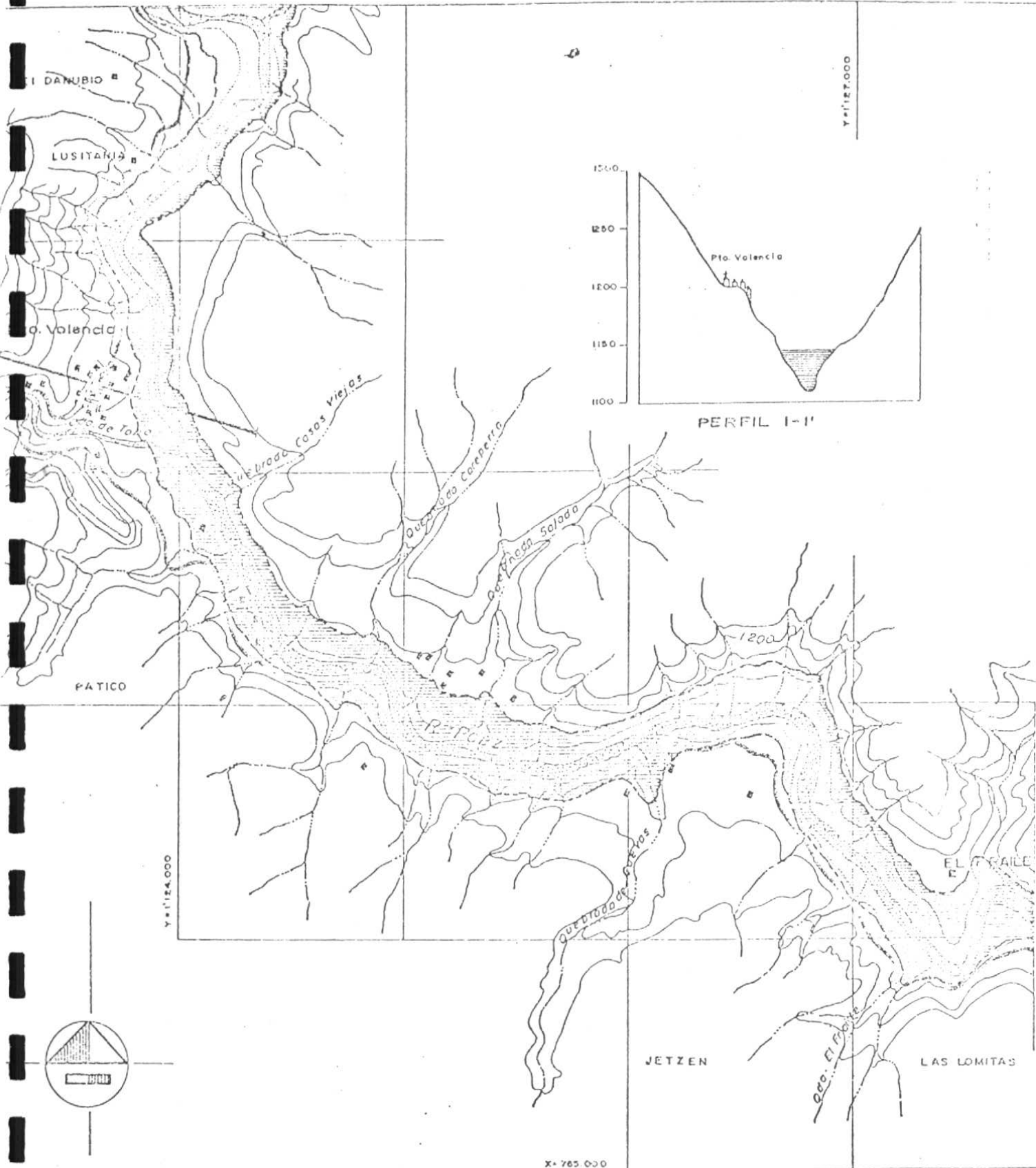
AREA MOJADA • 4.500 m²

ESCALA H. • 1:25.000

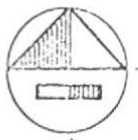
- CONVENCIONES
-  Curva de nivel
 -  Quebrada
 -  Rio
 -  Carretera
 -  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS	
ZONACION POR FLUJOS DE LODO Sector Ricaurte	
Por: H. Cepeda, R.A. Mendez, L.A. Murcia, J.H. Vergara	Dibujó: Beatriz E. Cano L.
 Escala: 1:25.000	Fecha: Agosto/86 Fig. 17 de 28




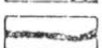
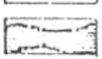
X=770.000



PERFIL 1-1'



CONVENCIONES

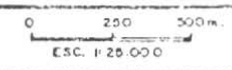
-  Curvo de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

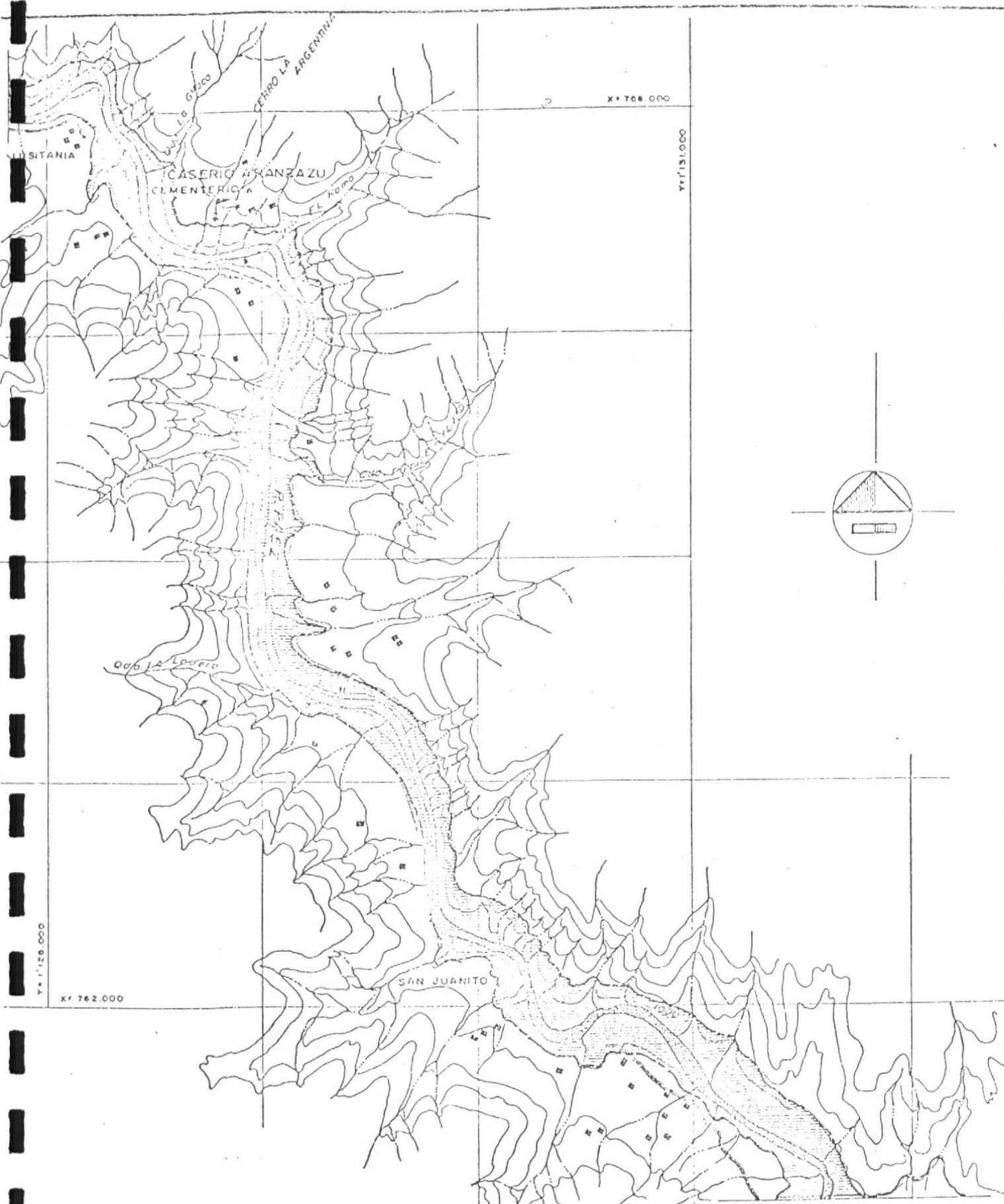
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Pto. Valencia

Por: H. Cepeda, R. A. Mendez,
L. A. Murcia, J. H. Vergara




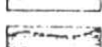

Dibujo: Mo. Patricia Loera C.



Fecha Agosto/66 Fig. 18 de 28



CONVENCIONES

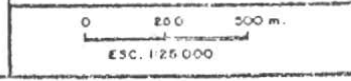
-  Curvo de nivel
-  Quebrado
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Aranzazu

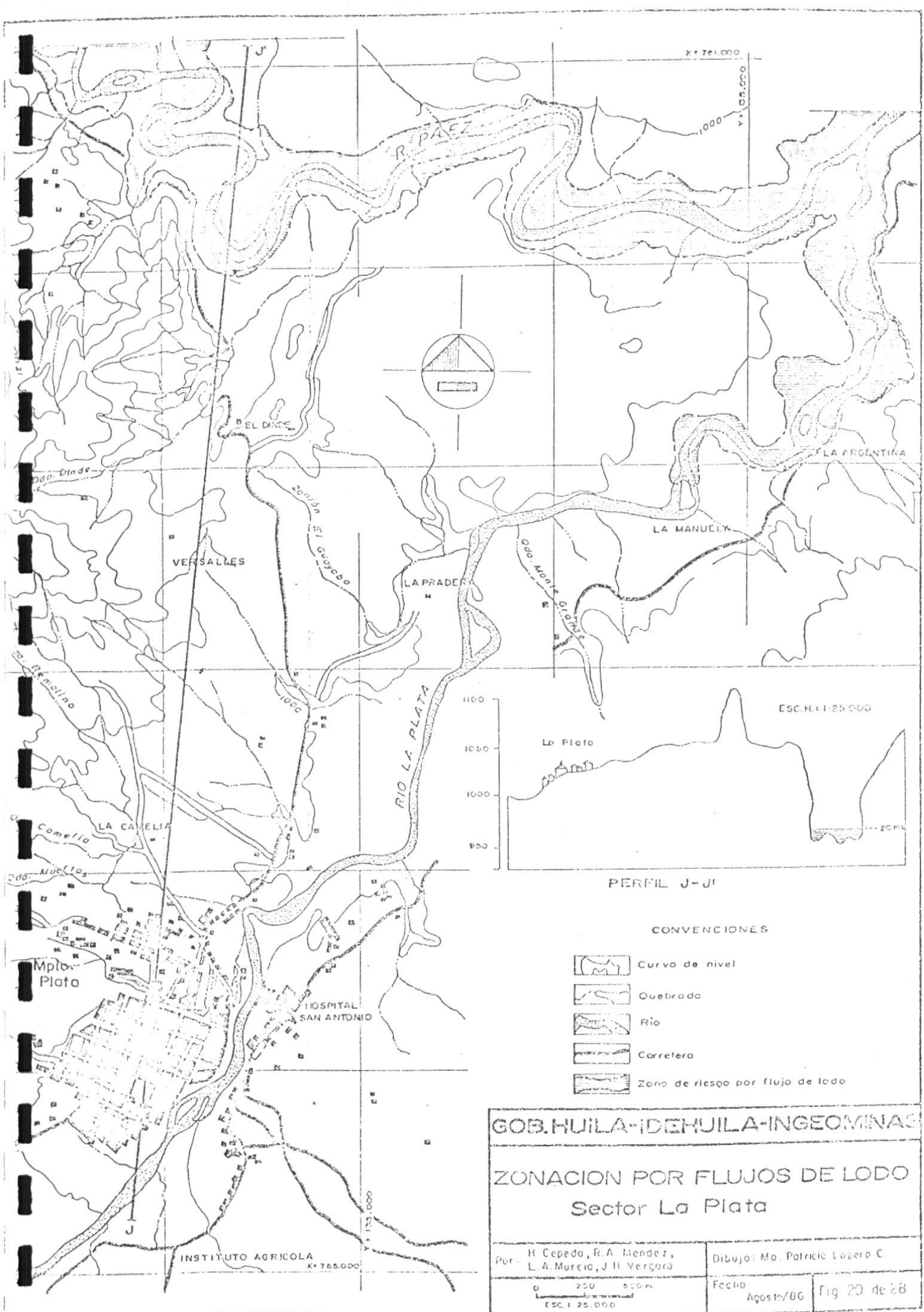
Por: H. Cepeda, R. A. Mendez,
L. A. Murcia, J. H. Vergara

Dibujo: Ma. Patricia Lopez C.



Fecha: Agosto/80 Fig 19 de 20

57

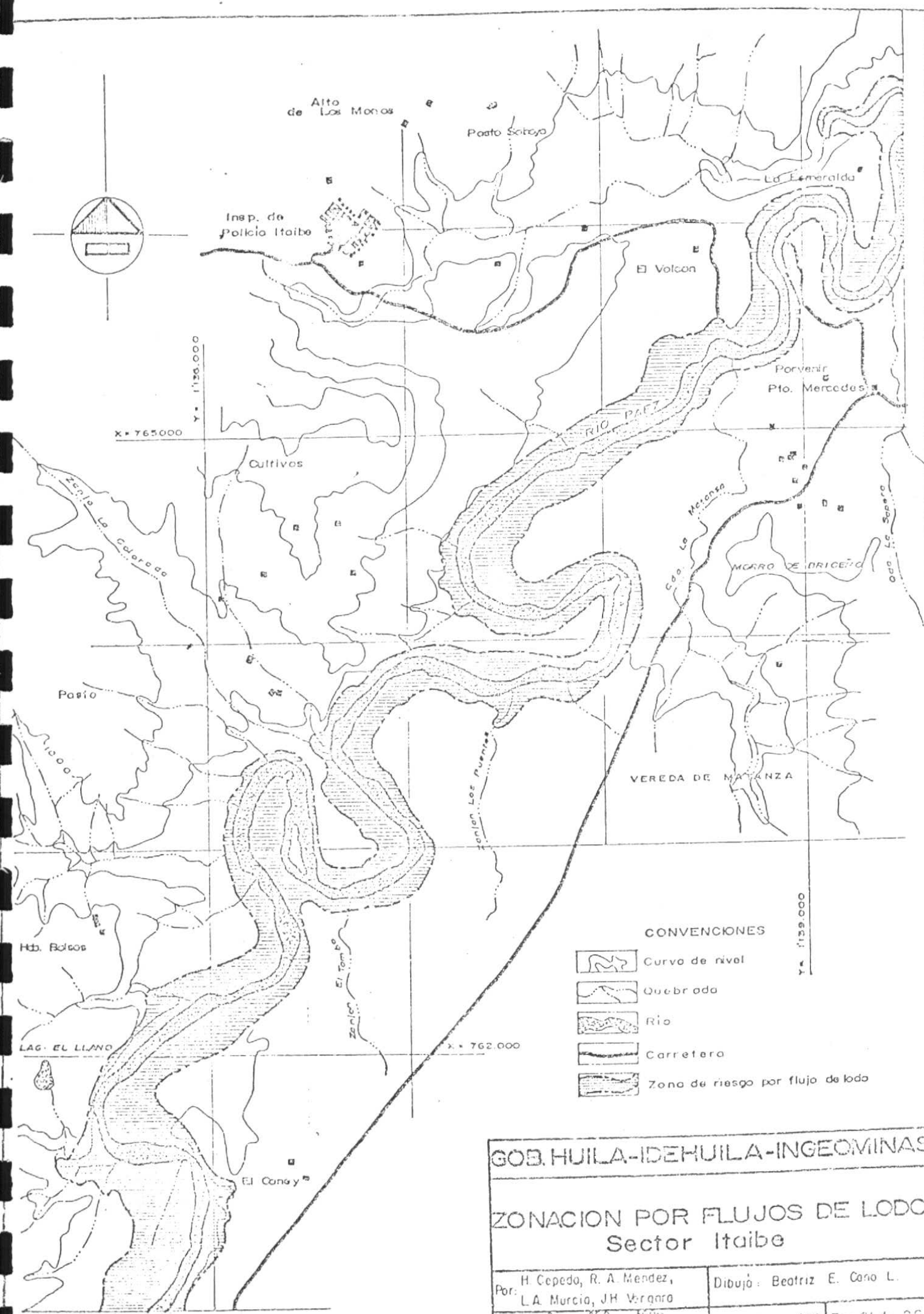







GOB. HUILA - IDEHUILA - INGEOMINAS

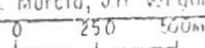
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector La Plata

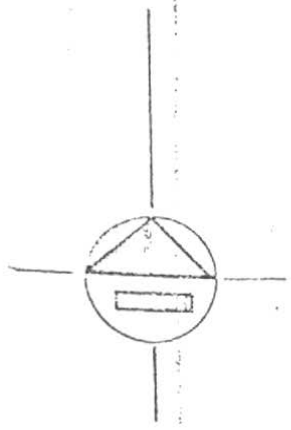
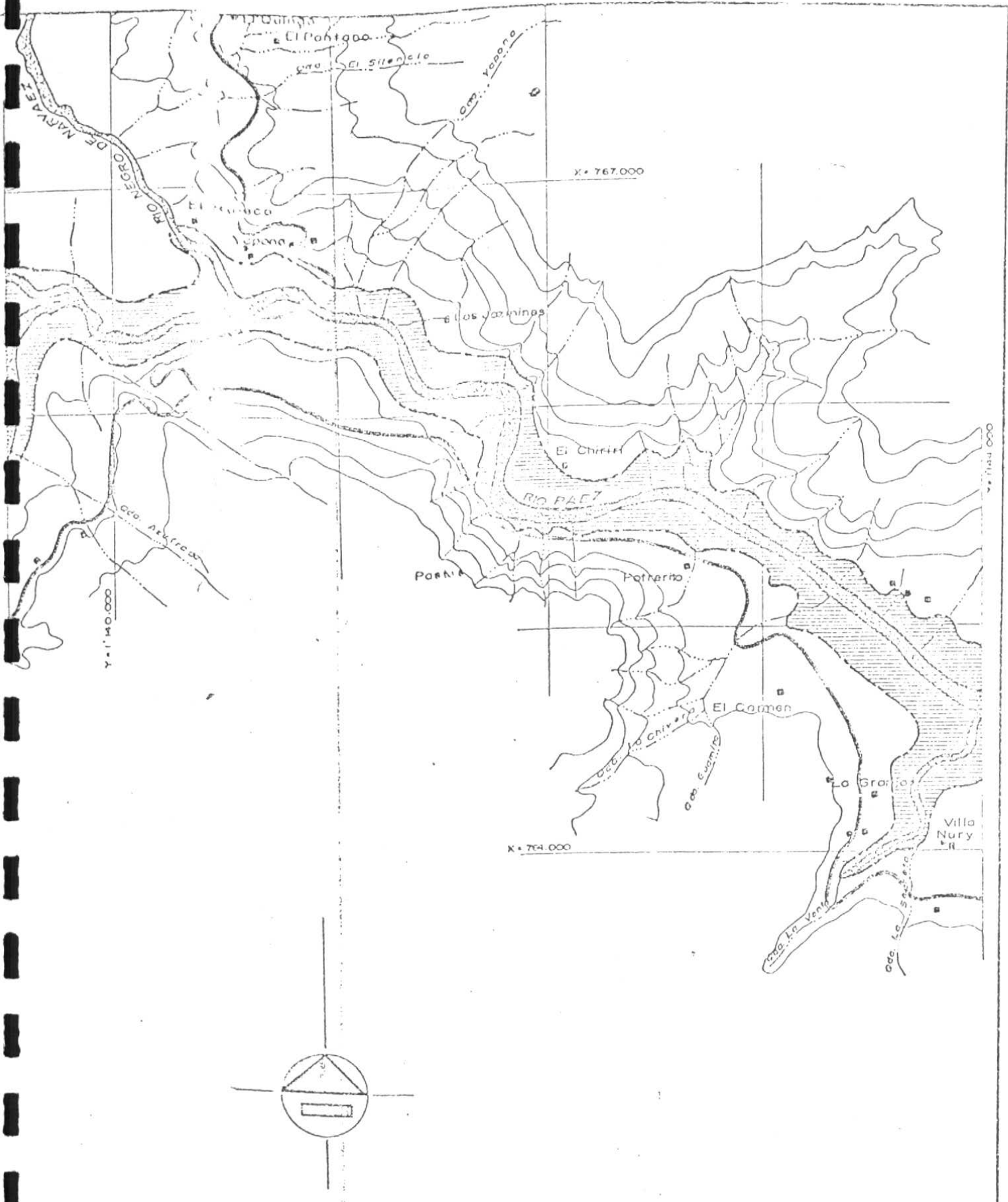
Por: H. Cepeda, R. A. Mendez, L. A. Murcia, J. H. Vergara	Dibujo: Mo. Patricia López C.
0 250 500m ESC. 1:25,000	Fecha: Agosto/86

Fig 20 de 28








- CONVENCIONES
-  Curvo de nivel
 -  Quebrada
 -  Rio
 -  Carretera
 -  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS	
ZONACION POR FLUJOS DE LODO Sector Itaibe	
Por: H. Cepeda, R. A. Mendez, L.A. Murcia, JH. Vergara	Dibujo: Beatriz E. Cano L.
 Escala: 1:25,000	Fecha: Agosto/86 Fig 21 de 28



CONVENCIONES

-  Curvas de nivel
-  Cuadrángulo
-  Río
-  Contorno
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

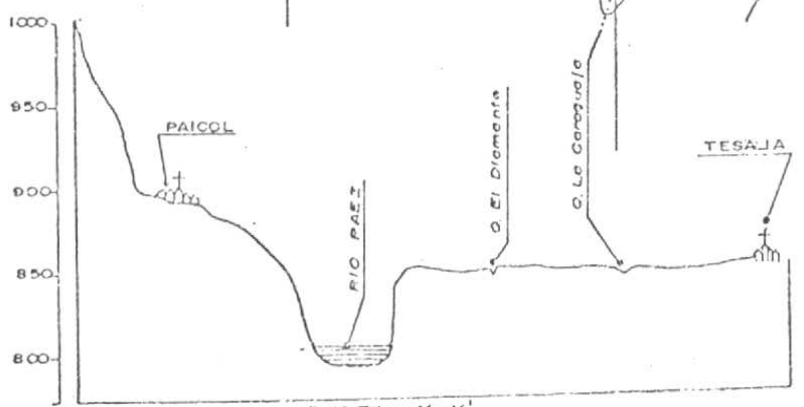
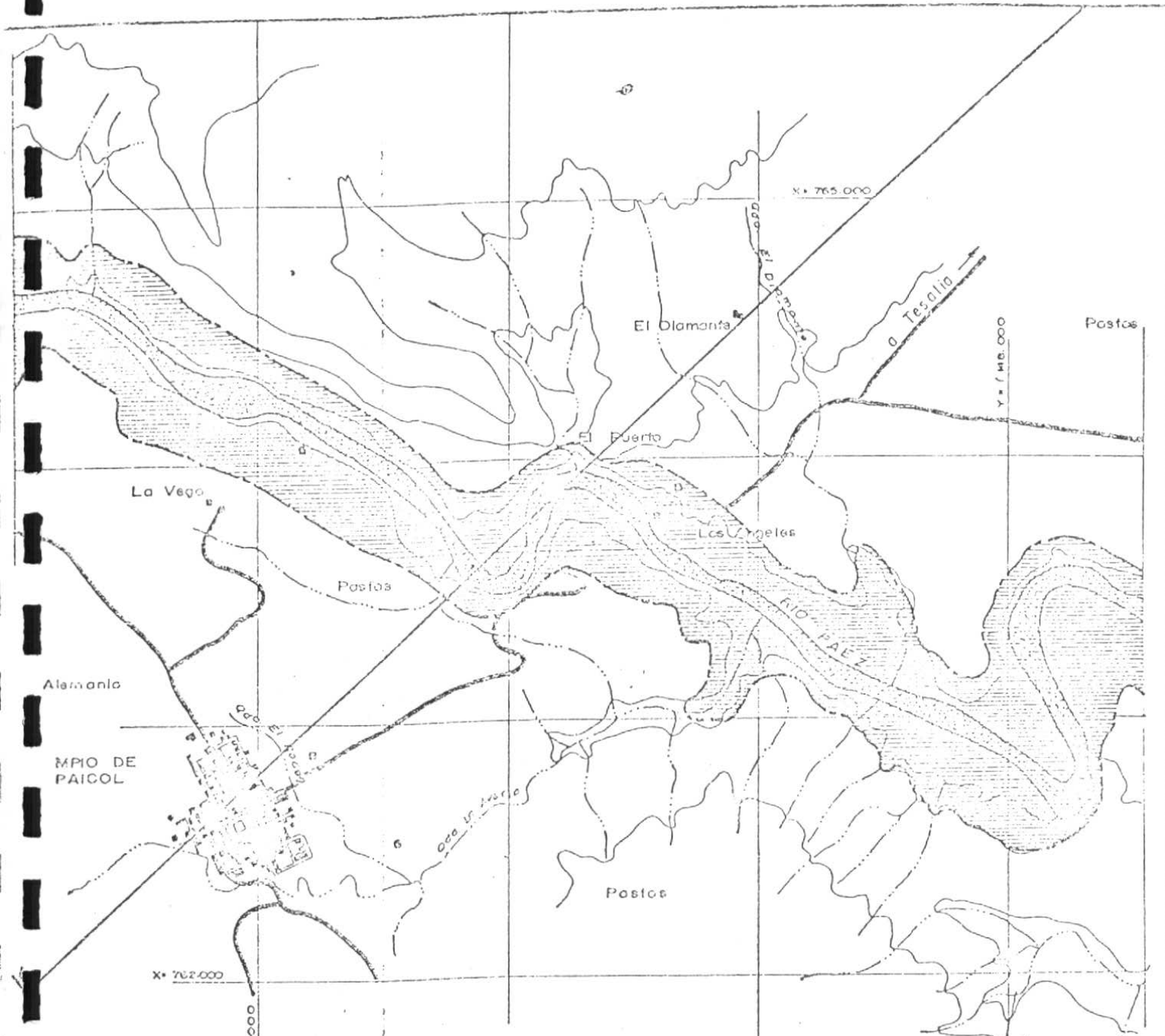
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Río Negro de Narváez

Elaborado por: H. Cepeda, R. A. Méndez,
L. A. Murcia, J. H. Vergara

Dibujó: Beatriz E. Cano L.


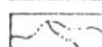

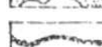
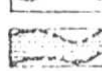
0 250 500 m.
Escala: 1:25,000

Fecha: Agosto/86, Fig. 22 de 23



PERFIL K-K'
 AREA MOJADA • 6000 m²
 ESCALA H. • 1:75.000

CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGECMINAS

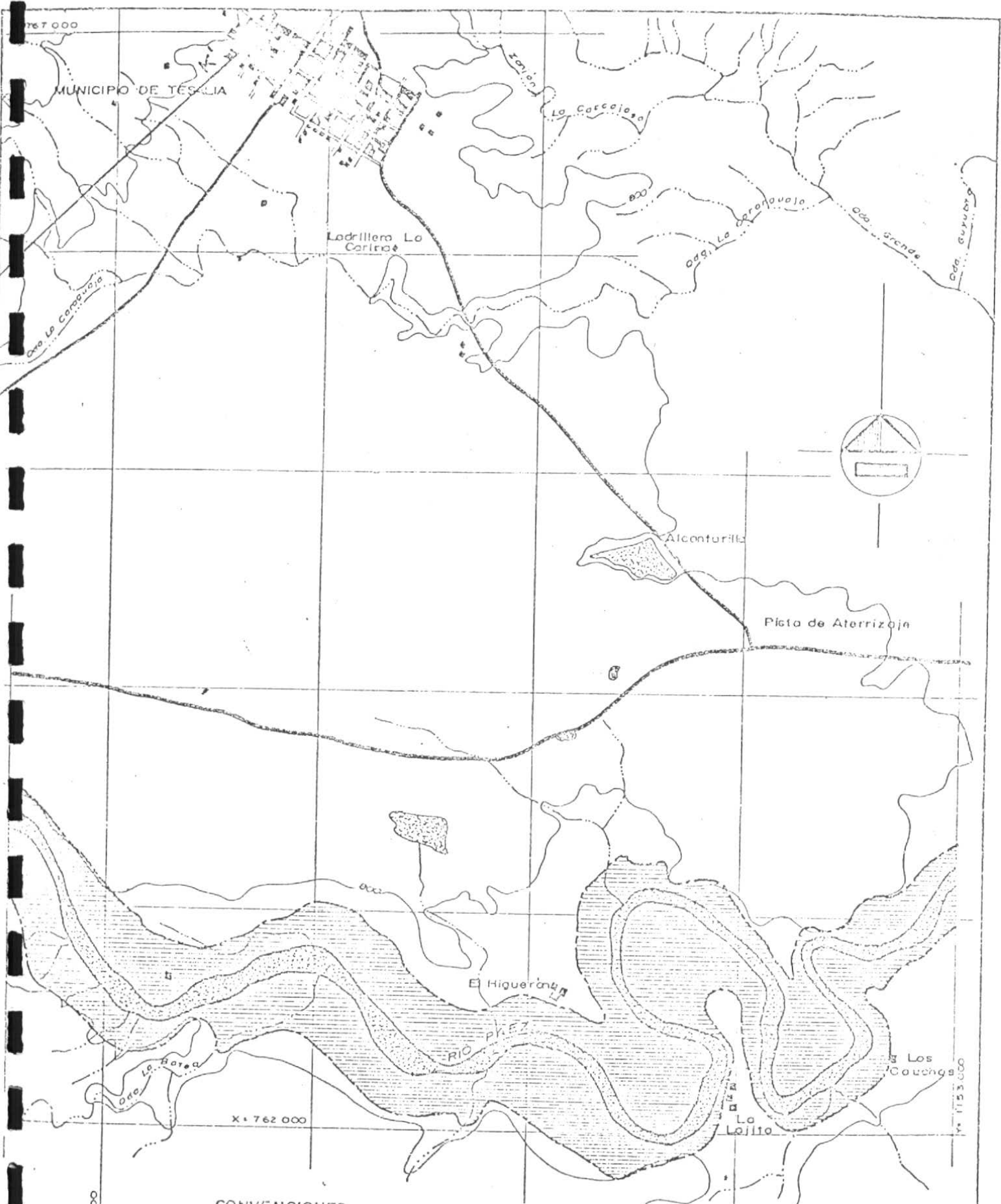
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
 Sector Paicol




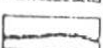
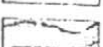
Por: H. Cepeda, R.A. Mendez,
 L.A. Murcia, J.H. Vergara

Dibujó: Beatriz E. Cano L.

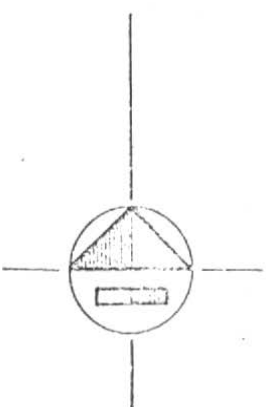
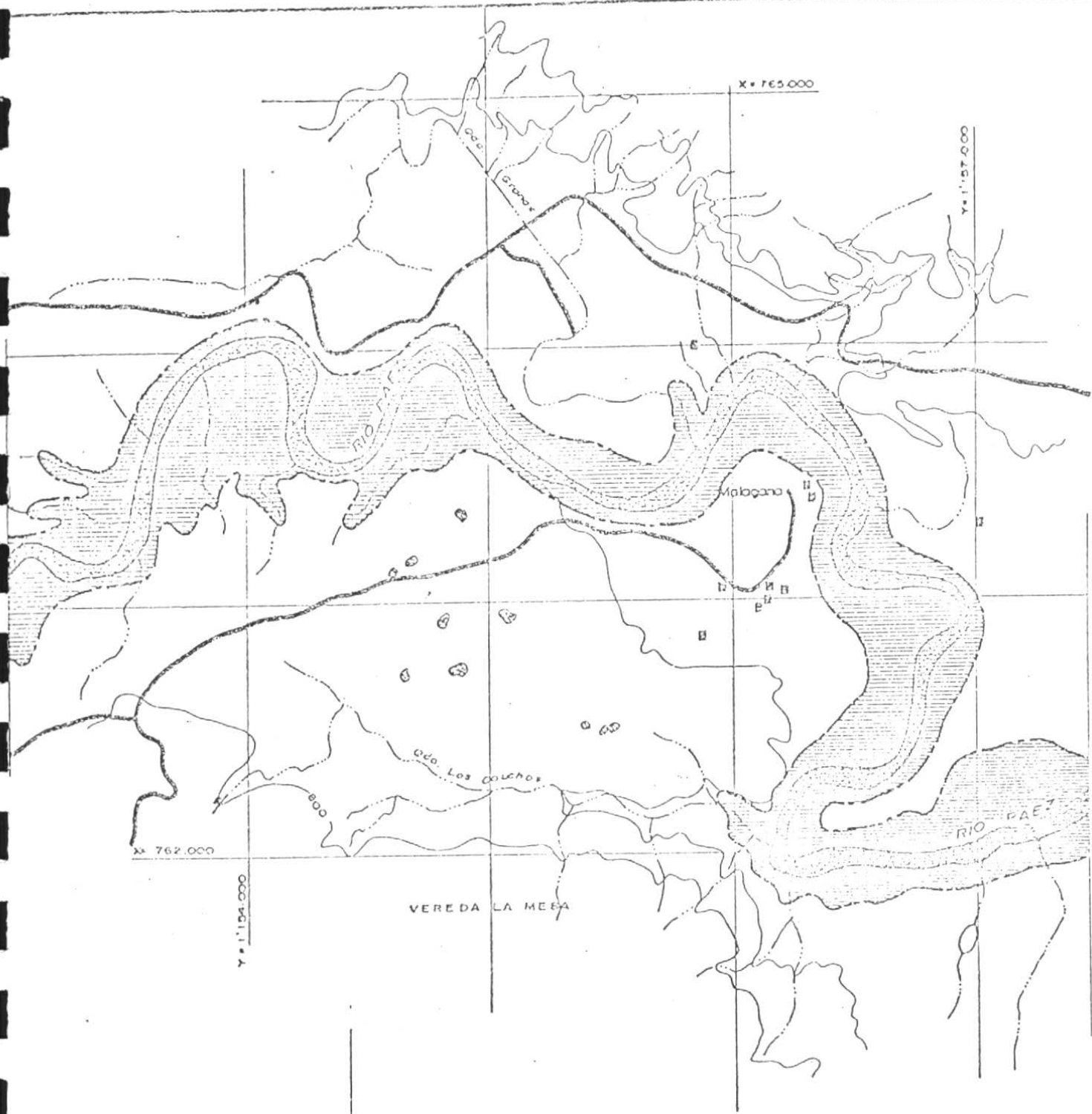
0 250 500m
 Escala 1:25,000






Fecha: Agosto/86 Fig. 23 de 28



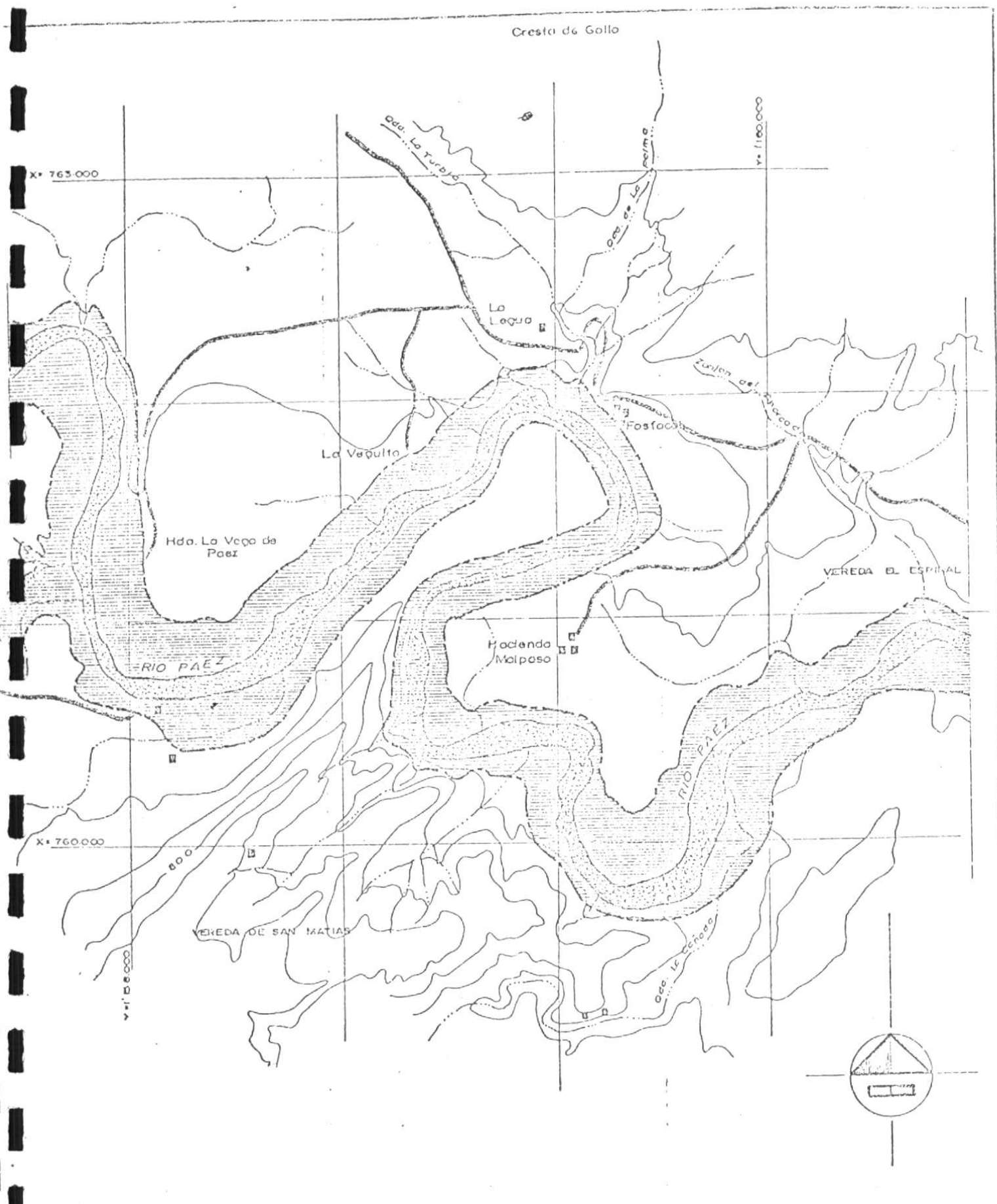
- CONVENCIONES**
-  Curva de nivel
 -  Quebrada
 -  Río
 -  Carretera
 -  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS	
ZONACION POR FLUJOS DE LODO	
Sector La Lajita	
por: H. Cepeda, R.A. Méndez, L.A. Murcia, J.H. Vergara	Dibujó: Beatriz E. Cono L.
0 250 500m. Escala: 1:25.000	Fecha: Agosto/86 Fig 24 de 28


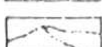


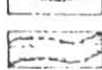


- CONVENCIONES
-  Curva de nivel
 -  Quebrado
 -  Rio
 -  Carretera
 -  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB.HUILA IDEHUILA INGEOMINAS	
ZONACION POR FLUJOS DE LODO Sector Malagana	
Por: H. Cepeda, R A. Mendez, L.A Murcia, JH Vergara	Dibujó: Beatriz E. Cano L.
0 250 500m. Escala: 1:250,0	Fecha: Agosto/86 Fig 25 de 28

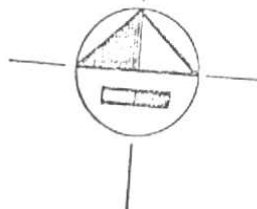
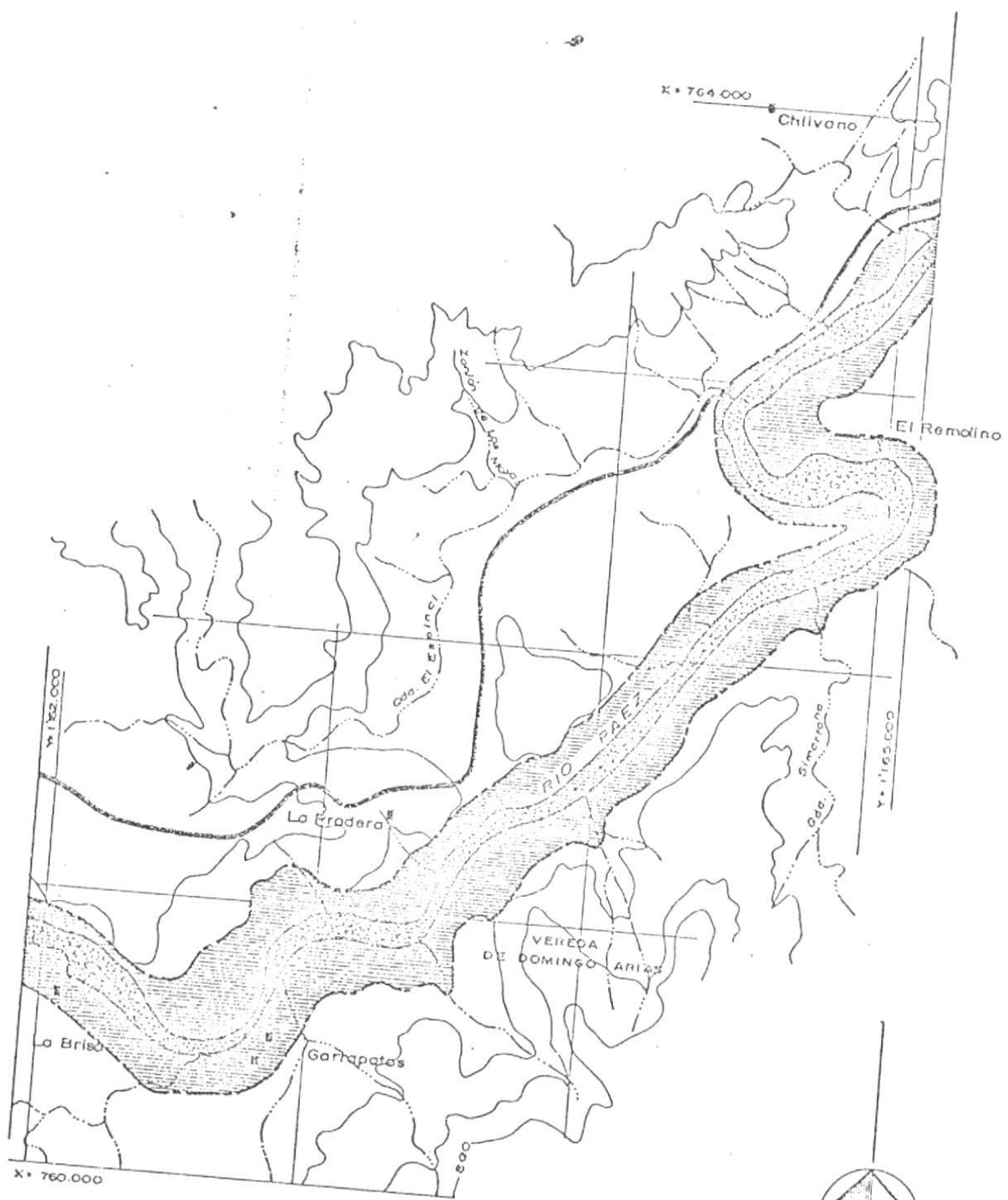


CONVENCIONES




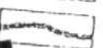
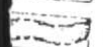
-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretero
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA-IDEHUILA-INGECOMINAS	
ZONACION POR FLUJOS DE LODO Sector La Vegeta-Fosfacol	
Por: H Cepeda, R A Méndez, L A Murcia, J H Vergara	Dibujó: Beatriz E. Cano L.
0 250 500m Escala: 1:25000	Fecha: Agosto/86 Fig 26 de 26

64



CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Rio
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

COS. HUILA-IDEHUILA-INGEOMINAS

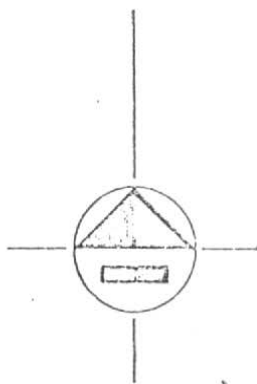
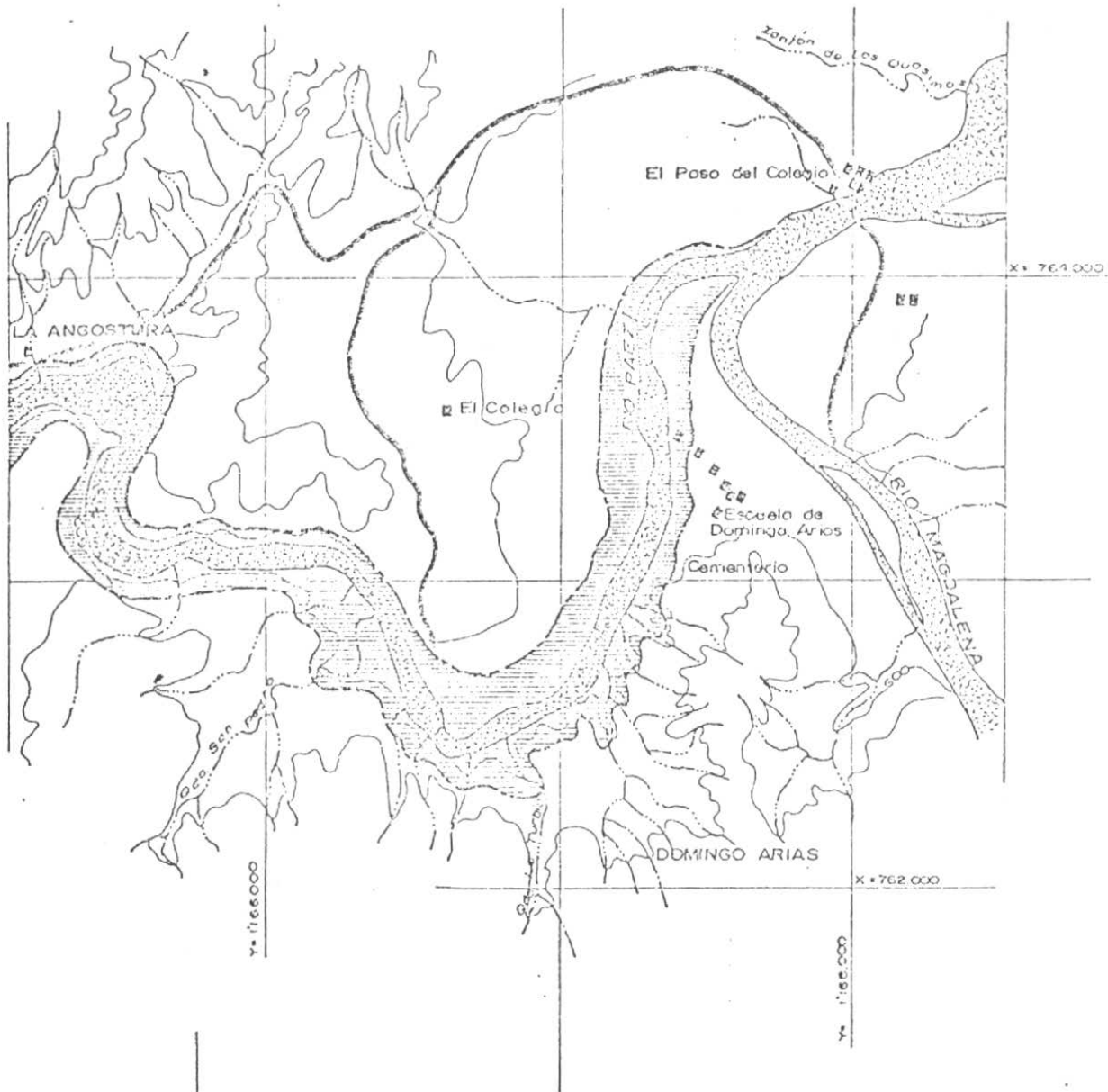
ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector El Remolino-La Brisa

Por: H. Cepeda, R. A. Méndez,
L. A. Murcia, J.H. Vergara






Dibujó: Beatriz E. Cano L.

0 250 500 m.
Escala: 1:25000

Fecha: Agosto/86 Fig. 27 de 28



CONVENCIONES

-  Curva de nivel
-  Quebrada
-  Río
-  Carretera
-  Zona de riesgo por flujo de lodo

GOB. HUILA IDEHUILA INGEOMINAS

ZONACION POR FLUJOS DE LODO
Sector Río Magdalena

Por: H. Cepeda, R. A. Méndez,
L. A. Murcia, J. H. Vergara

Dibujó: Beatriz E. Cano L.

0 250 500 m.
Escala: 1:25,000

Fecha: Agosto/86 Fig 28 de 28