

REPUBLICA DE VENEZUELA
Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
Dirección General de Información e Investigación del Ambiente
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE HIDROGEOLOGIA

GEOMORFOLOGIA CUANTITATIVA EN EL CUATERNARIO
DE LOS LLANOS

Serie Informe Técnico DGIIA/IT/07/78

GEOMORFOLOGIA CUANTITATIVA EN EL CUATERNARIO DE LOS LLANOS

1. INTRODUCCION.

La geomorfología cuantitativa en sus técnicas de morfometría de la densidad de drenaje y morfometría de la longitud de los cursos de agua de primer orden (5) aportan un valioso instrumento para la interpretación de la litología de la superficie de los Llanos y para determinar las áreas de mayor acumulación de sedimentos, permitiendo así una primera categorización hidrogeológica.

El área estudiada incluye la región de los Llanos que presenta una cobertura de depósitos cuaternarios, abarcando los Llanos de los estados Barinas, Portuguesa, Cojedes y Monagas, así como la parte occidental de los Llanos del Estado Apure, las partes oeste y sur del Estado Guárico y las partes este y sur del Estado Anzoátegui (Anexo 1).

Los mapas morfométricos fueron elaborados originalmente a escala 1:500.000 en cinco hojas del formato que comprende tres grados de longitud por dos de latitud, para complementar al Mapa Hidrogeológico de Venezuela (1). Se elaboraron las hojas Elorza (NB-19-IV), Mérida (NC-19-III), San Juan de Los Morros (NC-19-II), Ciudad Bolívar (NC-20-III) y Tucupita (NC-20-II). Las hojas fueron reducidas al tamaño carta para su publicación. La hoja San Fernando (NC-19-I) se encuentra aún en elaboración. Como base de trabajo se utilizaron los mapas geográficos de Cartografía Nacional a escala 1:100.000.

El estudio fué comenzado en 1972 por el personal de la División de Hidrogeología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (actualmente División de Hidrogeología del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección de Hidrología) con la asesoría de V. Telisman y colaboradores.

La actualización de los mapas que se presentan anexos y la realización del presente texto estuvieron a cargo de Emilio Bueno R. y P. Hrgetic.

El trabajo fué supervisado por A. Vivas R., Director de Hidrología y J. M. Hernández, Jefe de la División de Hidrogeología.

2. RASGOS GEOGRAFICOS.

Las grandes llanuras de Venezuela situadas en la Cuenca del Orinoco por debajo de la isohipsa de 500 metros SNM y que se presentan fisiográficamente en una etapa de madurez temprana, se denominan con el nombre popular de Llanos (2).

Los Llanos están delimitados por la Cordillera de los Andes, la Serranía del Interior y el Escudo de Guayana. Su topografía en rasgos generales monótona, revela bajo un estudio más detallado la existencia de rasgos morfológicos ligeramente diferentes.

Geográficamente los Llanos se dividen en tres grandes áreas: 1) Los Llanos Occidentales que cubren los Estados Apure, Barinas y Portuguesa; 2) Los Llanos Centrales que cubren los Estados Cojedes, Guárico y la parte noreste del Estado Anzoátegui y 3) Los Llanos Orientales que cubren el Estado Monagas y las partes este, centro y sur del Estado Anzoátegui (Anexo 2).

En los Llanos Occidentales pueden diferenciarse, en base al relieve, los Llanos Altos próximos al piedemonte andino y los Llanos Bajos donde el desnivel mínimo del relieve mantiene bajo inundación la mayor parte del área durante varios meses del año. La ocurrencia de las inundaciones permite distinguir en estos Llanos las Sabanas de Mesa (zonas altas y secas), las Sabanas secas (bancos y diques naturales construidos por los ríos) y los Esteros (zonas muy húmedas que incluyen ciénagas). En los Llanos Occidentales los ríos son un elemento fundamental tanto en su paisaje natural como en paisaje cultural (vialidad, poblaciones).

En los Llanos Centrales el relieve se muestra mucho más accidentado que en los Llanos Occidentales, caracterizándose en su faja septentrional como producto de la erosión diferencial que ha dado origen a colinas y cerros residuales, mientras que hacia el sur el relieve pasa de ondulado a plano.

En los Llanos Orientales encontramos un tipo de relieve llamado - Mesa. La altura de las Mesas varía entre 180 y 200 m sobre el nivel del mar, son muy planas y se elevan sobre la llanura inmediata al - Orinoco y los Llanos de Monagas. El relieve de las Mesas ha sido preservado de la erosión por su cobertura constituída por conglomerados ferruginosos muy resistentes. Las mesas actúan como divisoria de aguas entre la Cuenca del Unare y la Cuenca del Orinoco. Por su gran permeabilidad las áreas que constituyen las Mesas permiten la rápida infiltración de las precipitaciones, dando origen a numerosos ríos que llevan sus aguas directamente hacia el río Orinoco. Otra parte sustancial del agua infiltrada de la precipitación también fluye hacia el Orinoco en forma de flujo básico. La topografía plana de las mesas está disectada, principalmente en su borde occidental o en los cursos de los ríos, por grandes escarpados o farallones - que son muy probablemente el resultado de la erosión retrógrada de parte de la llanura durante el Pleistoceno.

3. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS.

En los Llanos de Venezuela se diferencian tres estructuras geológicas principales: La Cuenca sedimentaria de Venezuela Oriental, el Arco de El Baúl y la Cuenca sedimentaria de Barinas-Apure (Anexo 3).

3.1 La Cuenca Sedimentaria de Venezuela Oriental está representada en el área estudiada, por la denominada Cuenca Terciaria del Oriente de Venezuela (9), la cual está delimitada por el Escudo de Guayana, el Arco de El Baúl y la Serranía del Interior. El área puede definirse como un exogeosinclinal que se formó cuando el eje del geosinclinal de Venezuela Oriental fué impulsado hacia el sur por la emergencia de la Serranía del Interior (vale decir de la zona que fué ortogeosinclinal durante el Cretáceo y Paleoceno).

El exogeosinclinal apareció primeramente durante el Eoceno en el oeste del área o sea en Guárico, para emigrar hacia la zona de Maturín durante el Mioceno. Conjuntamente con la emigración del exogeosinclinal hacia el este tuvo lugar una restricción de la deposición geosinclinal en el oeste y una transgresión progresiva sobre el Escudo hacia el sur, debido a un hundimiento gradual de toda la Cuenca hacia el este.

La Cuenca puede subdividirse en las subcuencas del Guárico al oeste y de Maturín al este, separados por el levantamiento de Anaco.

En el área de la Cuenca Terciaria del Oriente de Venezuela, los Llanos de cobertura cuaternaria ocupan la parte oeste y sur del Estado Guárico, así como las partes sur y este del Estado Anzoátegui y casi todo el Estado Monagas. En las partes restantes de los Llanos Centrales afloran formaciones terciarias.

En el Estado Guárico el Cuaternario cubre sedimentos terciarios de edad Mioceno a Eoceno (formaciones Chaguaramas, Roblecito y La Pascua), mientras que en Anzoátegui y Monagas el Cuaternario cubre sedimentos terciarios de edad Plioceno a Oligoceno (formaciones Las Piedras, Freites, Oficina).

El Cuaternario de los Llanos está predominantemente representado por los depósitos de la formación Mesa, de edad Pleistoceno (Pliopleistoceno ?), los cuales cubren el área desde las cercanías del Macizo de El Baúl hasta Maturín y Barrancas. El Cuaternario Reciente comprende los aluviones que rellenan los valles cortados por los cursos de agua.

- 3.2 El Arco de El Baúl, que emerge en forma de un "inselberg" en los Llanos de Cojedes bajo la denominación de Macizo de El Baúl es, de acuerdo a las curvas de intensidad magnética y a los datos sísmicos, una amplia cresta estructural mucho mayor que separa las cuencas sedimentarias de Venezuela Oriental y de Barinas-Apure(8).

El Arco que se inicia en los alrededores de las galeras de Cinaruco en el Estado Apure en forma de un amplio espolón que se extiende hacia la Cuenca de Venezuela Oriental (8), representa la proyección norte del borde cratónico del Escudo de Guayana.

El Macizo de El Baúl está constituido por sedimentos metamorfizados de edad Paleozoico e intrusionado por granitos alcalinos y por un conjunto de rocas volcánicas de edad Jurásico-Triásico.

3.3 La Cuenca de Barinas-Apure es una depresión estructural en el basamento pre-cretáceo rellena con sedimentos cretáceos y cenozoicos hasta una profundidad superior a los 4.800 metros. Está delimitada por el oeste y el noroeste con la Cordillera Andina, al norte con el Sistema Montañoso del Caribe, al este y noreste con el Arco de El Baúl y al sur por un alto gravimétrico que la separa de la Cuenca de los Llanos Colombianos (4). En corte transversal la cuenca es marcadamente asimétrica, presentando una fuerte depresión junto al piedemonte andino que disminuye gradualmente hacia el este.

En la Cuenca de Barinas-Apure, el Cuaternario de los Llanos cubre la parte no andina de los estados Apure, Barinas y Portuguesa, formando extensas planicies de aluviones recientes. En los estribos montañosos del piedemonte existen remanentes de depósitos de edad presumiblemente Pleistoceno (Formación Guanapa) que reposan discordantemente sobre el Terciario (4). El Terciario que infrayace a los depósitos cuaternarios presenta una secuencia de edad Oligoceno-Plioceno (formaciones Río Yuca y Parángula) que a su vez suprayace discordantemente a una secuencia de edad Eoceno (formaciones Pagüey, Gobernador).

La Cuenca de Barinas-Apure se divide en las subcuencas de Barinas y de Uribante, separadas por el Arco de Santa Bárbara el cual puede considerarse como una extensión subsuperficial del Macizo de Colorado (4).

En la parte central de la subcuenca de Barinas se destacan unas zonas estructuralmente elevadas coincidentes con el alto epirogenético denominado Arco de Mérida que prácticamente divide la subcuenca en una parte correspondiente al Estado Portuguesa y otra al sur correspondiente al Estado Barinas.

4. GEOMORFOLOGIA CUANTITATIVA.

4.1 Morfometría de la Densidad de Drenaje.

Los mapas de la densidad de drenaje están basados en un análisis estadístico de las longitudes de todos los cursos de agua en relación al área que ocupan, o sea que puede expresarse en kilómetros de longitud de drenaje por kilómetro cuadrado.

Este análisis permite determinar en forma aproximada el carácter permeable e impermeable de los sedimentos, basándose en la tendencia de los sedimentos arcillosos para desarrollar redes de drenaje de mayor longitud, comparada con el comportamiento de los depósitos arenáceos frente al escurrimiento, que en vez de formar un drenaje permiten su infiltración.

Se diferenciaron cuatro categorías de densidad de drenaje:

- I. Las densidades de 0 a 0,4 km/km² corresponden a un predominio de sedimentos permeables.
- II. Las densidades de 0,5 a 0,9 km/km² corresponden a una mezcla de sedimentos permeables e impermeables, con predominio de los permeables.
- III. Las densidades de 1,0 a 1,2 km/km² corresponden a una mezcla de sedimentos permeables e impermeables, con predominio de los impermeables.
- IV. Las densidades de 1,3 a 2,0 km/km² corresponden a un predominio de sedimentos prácticamente impermeables.

En base a esta categorización, en el área de estudio pueden diferenciarse dos grandes grupos (Anexo 4): 1) Llanos de cobertura mayormente permeable, con predominio de las categorías I y II; 2) Llanos de cobertura poco permeable, con predominio de las categorías III y IV.

4.1.1 Los Llanos cuyas capas someras son mayormente permeables, debido al predominio de las categorías I y II, pueden considerarse virtualmente como áreas de recarga de acuíferos por precipitación. Las exploraciones realizadas por la División de Hidrogeología en áreas de los Llanos pertenecientes a este grupo (2), (3), han dado como resultado los valores de infiltración siguientes: Area de Guanipa 24% de la precipitación, Area del Sistema de Riego del Río Guárico 18% de la precipitación, Area de Barinas, alrededor de 15% de la precipitación. Las áreas de los Llanos que pueden considerarse como pertenecientes al grupo mayormente permeable son: (Anexo 4).

- (1^a) Llanos de Barinas, de Portuguesa Sur y del extremo occidental de Apure. El predominio de la categoría I es casi absoluto en el Llano Alto de Barinas (al sureste de Ciudad Bolivia) y en la franja situada entre el noreste de Libertad y el norte de Ciudad Nutrias; así como en el extremo oeste del Estado Apure (Selvas de San Camilo).
- (2^a) Llanos de Portuguesa Nororiental al sur de Acarigua y particularmente en el Distrito Turén, donde prevalece ampliamente la categoría I.
- (3^a) Llanos de Apure Suroccidental, particularmente en el Distrito Rómulo Gallegos, con predominio de la categoría I.
- (4^a) Llanos de Guárico Suroccidental. La categoría I prevalece principalmente entre los ríos Guariquito y bajo Guárico.
- (5^a) Mesas de Anzoátegui Sur y Monagas Suroccidental. La categoría I predomina ampliamente en el área situada entre El Tigre, Soledad, Barrancas y Temblador.

- (6^a) Mesas de Monagas Norte. Mayormente predomina la categoría II. La categoría I prevalece en la planicie aluvional situada al este de Maturín y en la Cuenca Alta del río Tonoro.
- (7^a) Mesas de Anzoátegui Suroccidental. Predomina la categoría II.

4.1.2

Los Llanos cuyas capas someras son poco permeables, debido al predominio de las categorías III y IV, ocupan las áreas siguientes (Anexo 4):

- (1^b) Llanos de Apure Noroccidental y del extremo oriental de Barinas. La categoría IV prevalece ampliamente en el área situada al este de Guasualito.
- (2^b) Llanos de Portuguesa Central y Cojedes. Leve predominio de la categoría III sobre la IV y la II.
- (3^b) Llanos de Guárico Suroriental. La categoría IV predomina principalmente en la Cuenca Alta del Río Mocapra (al suroeste de las Mercedes).
- (4^b) Mesas de Anzoátegui Nororiental. La categoría IV prevalece principalmente al este de Anaco.
- (5^b) Llanos de Monagas Suroriental. Predominio de las categorías III y IV.
- (6^b) Llanos Bajos del Río Caris, en su afluencia en el Río Orinoco. Amplio predominio de la categoría IV.

4.2

Morfometría de la Longitud de los cursos de agua de primer orden.

El análisis estadístico de las longitudes de los cursos de primer orden (7), permite obtener una visión aproximada de las estructuras neotectónicas, debido a que las formas de relieve están directa e indirectamente relacionadas con los procesos endodinámicos.

Para el análisis se han escogido los cursos de agua de primer orden porque representan el ramal más reciente de la red de drenaje, permitiendo así apreciar la evolución neotectónica.

De esta manera pueden determinarse aproximadamente las áreas con mayor acumulación de sedimentos, coincidentes con las zonas negativas o de depresión, basándose en la observación del comportamiento de los cauces, los cuales en áreas de hundimiento forman trayectos más largos acompañados de meandros, debido a la suave pendiente y poca velocidad del río. En cambio en las zonas positivas o de levantamiento los cauces son más cortos porque el escurrimiento es más rápido, la pendiente más pronunciada y el río no llega a originar una erosión retrógrada hacia sus cabeceras.

El mapa presenta isolongas de 40, 80 y 120 km. Las áreas que encierran valores bajos o sea de 40 km o inferiores, han sido interpretados como estructuras neotectónicas positivas. Las áreas con valores elevados de longitud, superiores a 40 km, han sido interpretados como estructuras neotectónicas negativas, vale decir, áreas de hundimiento y por ende capaces de contener espesores más importantes de depósitos cuaternarios.

En el Anexo 5 se distinguen 30 estructuras neotectónicas principales:

a) Áreas positivas o de levantamiento.

- (1p) Llanos Altos de Barinas Sur y Apure Occidental (Selvas de Ticoporo y San Camilo).

Estructuralmente coincide con el Arco de Santa Bárbara.

Permeabilidad: Amplio predominio de la categoría I, asociada principalmente a II.

- (2p) Llanos de Apure Noroccidental, entre Guasqualito y La Trinidad de Orichuna.

Estructuralmente coincide con el alto gravimétrico que divide las cuencas sedimentarias de Barinas-Apure y de los Llanos Colombianos.

Permeabilidad: Predominio de la categoría IV, asociada secundariamente a I, II y III.

- (3p) Llanos del Dto. Muñoz (Edo. Apure) y del Sur del Dto. Obispos (Edo. Barinas).

Estructuralmente coincide con el Arco de Mérida.

Permeabilidad: Predominio de las categorías IV y III asociada a II y I.

- (4p) Llanos situados entre los ríos Arauca y Capanaparo, al este del Dto. Rómulo Gallegos (Edo. Apure).

Permeabilidad: Amplio predominio de I asociada localmente a II.

- (5p) Llanos de extremo Suroeste del Edo. Apure.

Permeabilidad: Predominio de I y II.

- (6p) Llanos de Barinas Central, entre los ríos Suripá y Canaguá, al sur de Ciudad Bolivia.

Permeabilidad: Predominio de II, asociada principalmente a III.

- (7p) Llanos del Río Chorrosco en Barinas Norcentral.

Permeabilidad: Mezcla de I, II, III y IV.

- (8p) Llano Alto de Barinas Norte, entre Barinas y Sabaneta.

Permeabilidad: Amplio predominio de I.

- (9p) Llanos Altos del Río Portuguesa, al este de Guanare.

Permeabilidad: Leve predominio de II, asociada a III, I y IV.

- (10p) Llanos Altos de Ospino-Acarigua-San Carlos.

Permeabilidad: Leve predominio de I, asociada principalmente a II.

- (11p) Llanos del Dto. Turén, Edo. Portuguesa.

Permeabilidad: Leve predominio de I, asociada principalmente a II.

- (12p) Llanos de Cojedes Sur, Guárico Suroccidental y Barinas Oriental.

Estructuralmente coincide con el Arco de El Baúl.

- Permeabilidad: Predominio de II, asociada principalmente a I en Guárico Suroccidental y a III y IV en Cojedes Sur y Barinas Oriental.
- (13p) Llanos Altos situados entre las Galeras del Pao y San José de Tiznados.
Permeabilidad: Predominio de II asociada principalmente a I.
- (14p) Llanos de Calabozo, entre los ríos Tiznados y Orituco.
Permeabilidad: Predominio de I y II.
- (15p) Llanos de Guárico Suroriental
Permeabilidad: Hacia el suroeste del área predomina II asociada principalmente a I; hacia el norte predomina III y IV.
- (16p) Mesas de Anzoátegui Nororiental y Monagas Noroccidental, entre Anaco y Aragua de Maturín.
Permeabilidad: Predominio de I en la cuenca alta de los ríos Amanay y Tonoro, predominio de III y II en el área situada entre Urica y Aragua de Maturín.
- (17p) Mesas de Anzoátegui Central, situadas entre los ríos Guanipa y Tigre. Probablemente el área positiva se extiende hasta Tucupita.
Permeabilidad: Amplio predominio de II asociada principalmente a III.
- (18p) Mesas de Monagas Suroccidental, al oeste del Río Pao.
Permeabilidad: Predominio de II asociada principalmente a I, salvo en las inmediaciones de Ciudad Bolívar, donde predomina la categoría IV.
- (19p) Llanos del Orinoco, al norte de Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana.
Permeabilidad: Predominio de I y II.

b) Áreas negativas o de hundimiento.

- (20n) Llanos Bajos de Barinas Sur y Apure Occidental
Permeabilidad: Predominio de la categoría II, asociada principalmente a I.
- (21n) Llanos situados entre las áreas positivas 2 y 3 ó sea, los Llanos del Río Arichuna, al este de Elorza (Edo. Apure).
Permeabilidad: Predominio de I, asociada principalmente a II.
- (22n) Llanos del Río Riecito (Edo. Apure).
Permeabilidad: Amplio predominio de I.
- (23n) Llanos Bajos de Barinas, situados entre Obispos y San Rafael de Canaguá (principalmente en el Dto. Barinas).
Permeabilidad: Predominio de II, asociado a III, IV y I.
- (24n) Llanos de Portuguesa Sur y Barinas Oriental
Permeabilidad: Leve predominio de II asociada principalmente a I y III.
- (25n) Llanos situados entre las áreas positivas 3 y 7 en el Edo. Barinas.
Permeabilidad: Amplio predominio de I.
- (26n) Llanos de Portuguesa Norte
Permeabilidad: Amplio predominio de I.
- (27n) Llanos de Cojedes Central y Guárico Noroccidental, entre Libertad y Guardatinajas.
Permeabilidad: Predominio de IV y III en el área de Libertad y predominio de I, II y III hacia el este del área.
- (28n) Llanos de los ríos Guárico y Guariquito, al sur de Calabozo.
Permeabilidad: Amplio predominio de I.

- (29n) Llanos de Maturín, entre los ríos Guarapiche y Guanipa. Permeabilidad: En la planicie aluvional situada al este de Maturín, predomina ampliamente la categoría I; amplio predominio de II que pasa a I en las cuencas altas del Guarapiche y del Amaná y pasa a III en las cercanías de Aragua de Maturín.
- (30n) Mesas situadas al Sur del Río Tigre, entre el Tigre, Soledad y Barrancas (Anzoátegui Suroriental y Monagas Sur). Permeabilidad: Amplio predominio de I.

5. CONCLUSIONES:

Los mapas geomorfológicos cuantitativos aportan resultados significativos para la interpretación del comportamiento hidrogeológico de los depósitos cuaternarios que cubren los Llanos.

El mapa morfométrico de la densidad de drenaje permite:

- La interpretación aproximada de la litología en la superficie de los Llanos y su clasificación en cuatro categorías.
- La determinación de las áreas potenciales de recarga de acuíferos llevada a cabo por precipitación.
- Una división de los Llanos, desde el punto de vista de la permeabilidad superficial, en áreas mayormente permeables y áreas poco permeables.

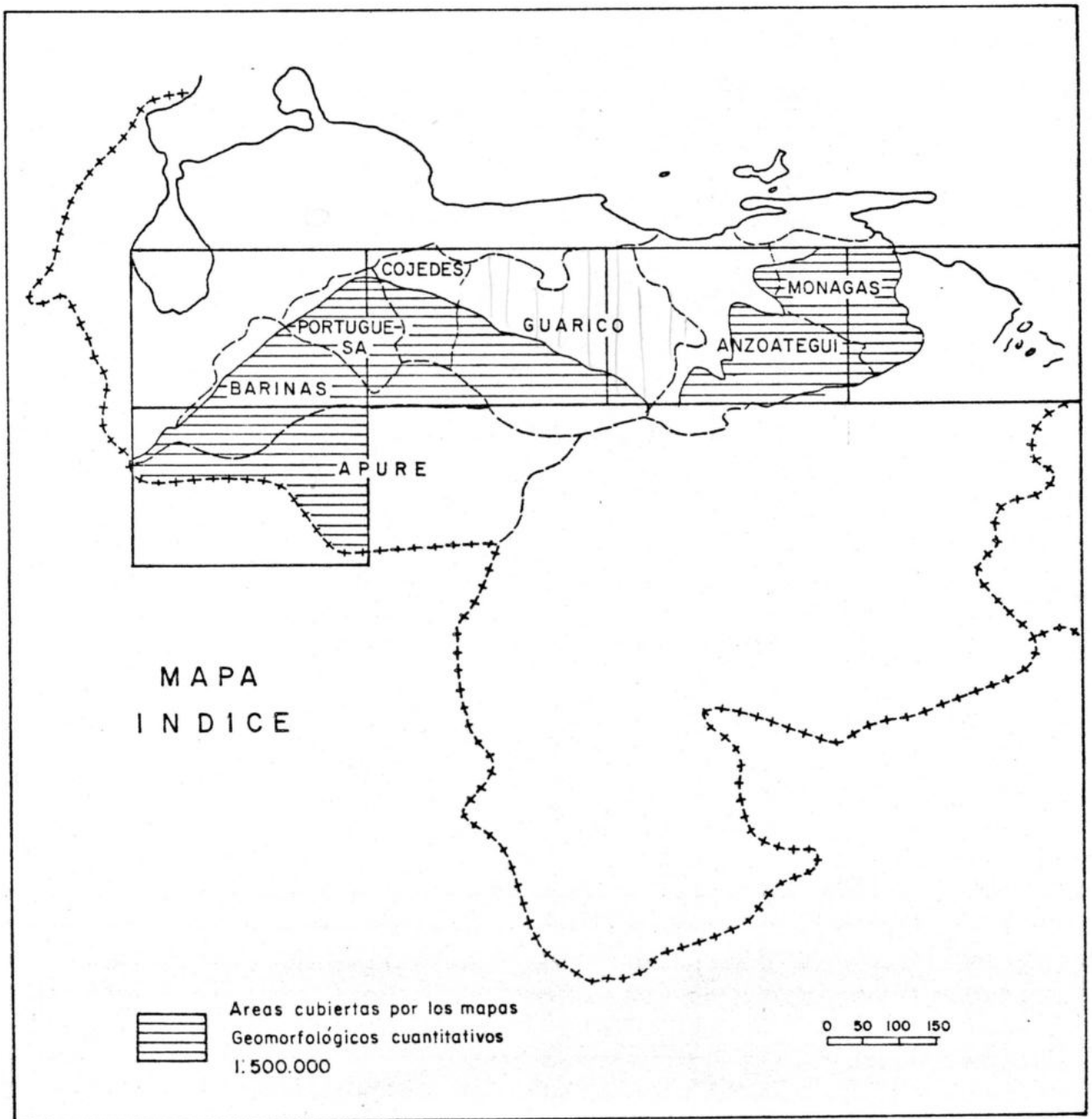
El mapa morfométrico de la longitud de los cursos de agua de primer orden permite:

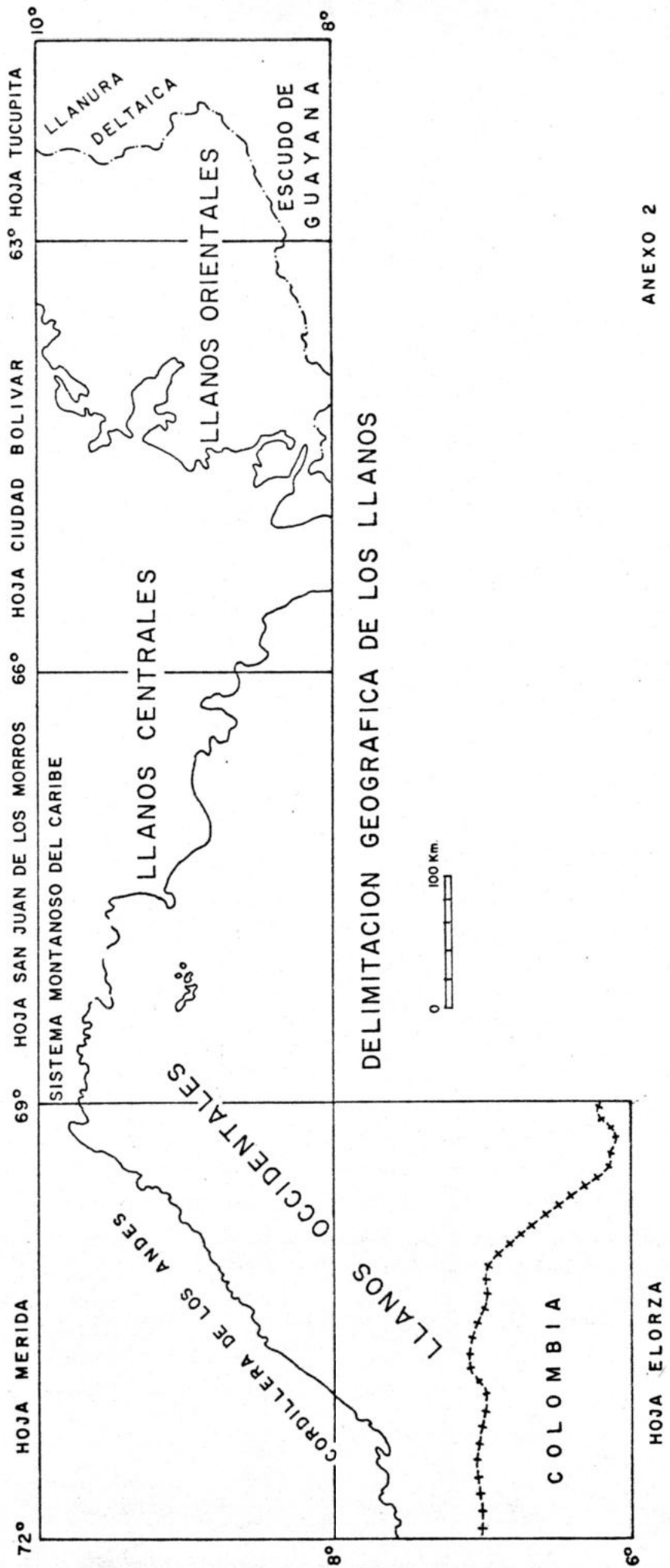
- La determinación aproximada de estructuras neotectónicas positivas o negativas; las áreas positivas coinciden generalmente con los altos estructurales conocidos (Arco de El Baúl, etc).
- La determinación de áreas con grandes espesores de depósitos cuaternarios y por ende factibles de contener acuíferos de importancia.

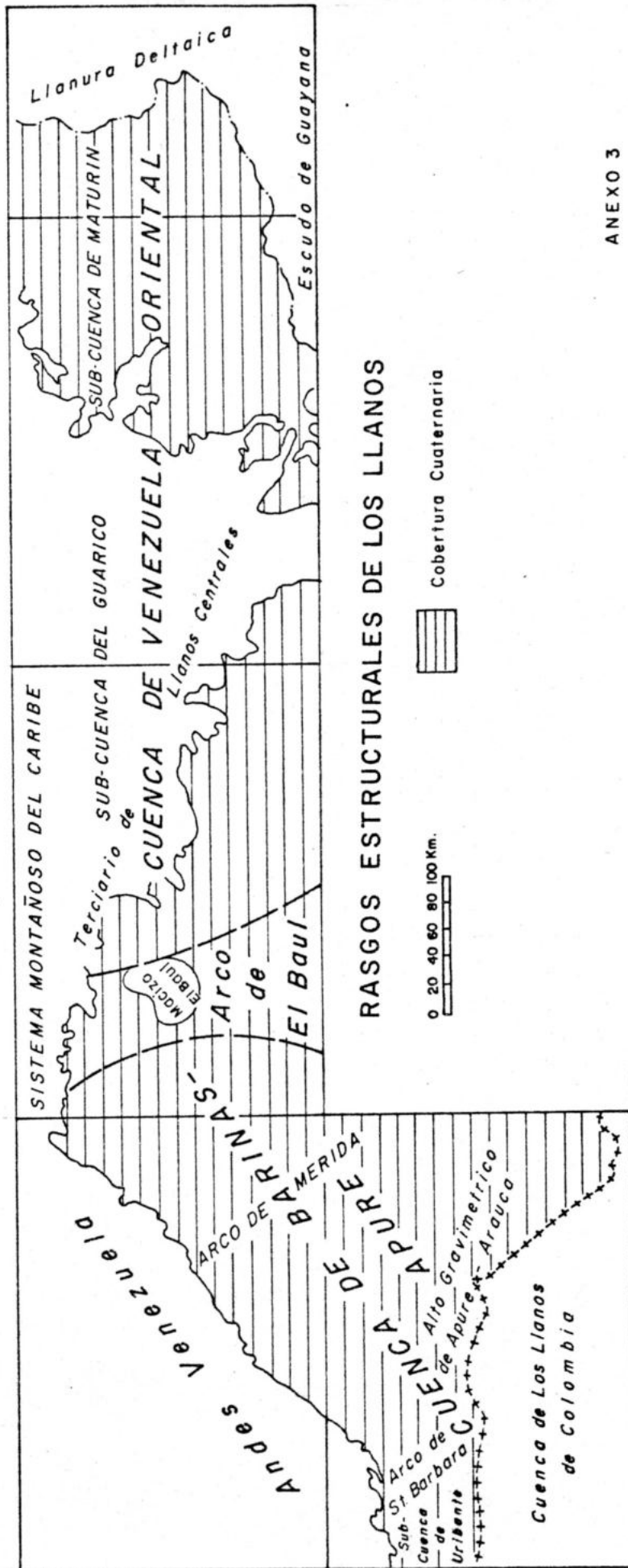
REFERENCIAS.

- (1) DIVISION DE HIDROGEOLOGIA, D. G., MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS (1972)
"Mapa Hidrogeológico de Venezuela", a escala 1:500.000
- (2) DIVISION DE HIDROGEOLOGIA, D. G., MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS (1975).
"Estudio Preliminar de las Exploraciones Hidrogeológicas, Región Mesa de Guanipa Sur".
- (3) DIVISION DE HIDROGEOLOGIA, D. H., D. G. I. I., MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y GEOCIN, C. A. (1977).
"Estudio de las Condiciones Hidrogeológicas en la Región del Sistema de Riego Río Guárico".
- (4) FEO CODECIDO, G. (1972)
"Contribución a la estratigrafía de la Cuenca Barinas-Apure".
Mem. IV. Congr. Geol. Ven., 1969, Tomo II en Bol. Geol., Pub. Esp. N°5.
- (5) FILOSOFOV, V. P. (1960)
"Kratkoe rukovodstvo po morfometriceskomu metodu poiskov tektoniceskih struktur", Saratov (URSS).
- (6) FREILE, A. J. (1962)
"Mapa Fisiográfico de la República de Venezuela", Dirección de Geología M. M. H.
- (7) HORTON, R. E. (1945)
"Erosional Development of streams and their drainage Basins".
Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Bull. Geol. Soc. Am., Vol. 56.
- (8) MARTIN BELLIZZIA, C. (1961)
"Geología del Macizo de El Baúl, Edo. Cojedes" Mem. III. Congr. Geol. Ven., Tomo IV en Bol. Geol., Pub. Esp. N° 3.

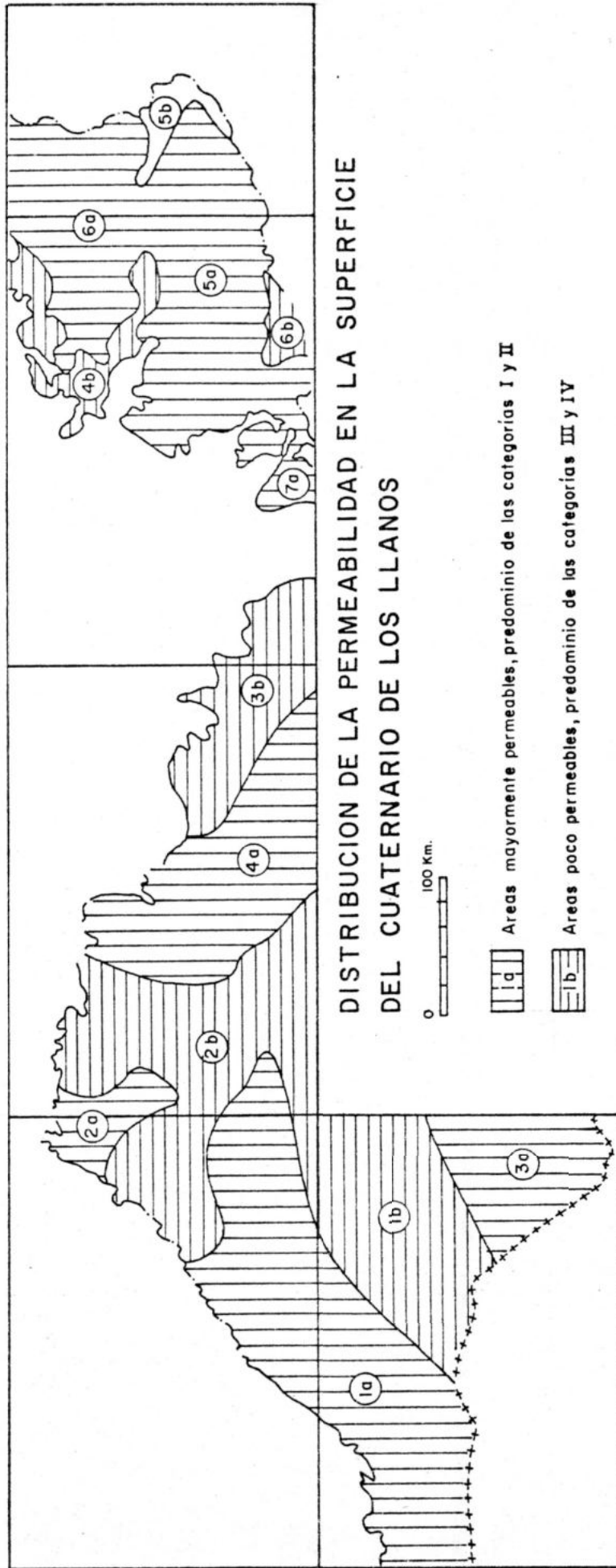
- (9) RENZ, H. H.; ALBERDING, H.; DALLMUS, K.F; PATTERSON, J. M.; ROBIE, R.H; WEISBORD, N. E. Y MAS VALL, J. (1963). "La Cuenca Oriental de Venezuela" en Aspectos de la Industria Petrolera en Venezuela, I. Congr. Ven. de Petr., Soc. Ven. de Ing. de Petr., Caracas, Editorial Sucre.







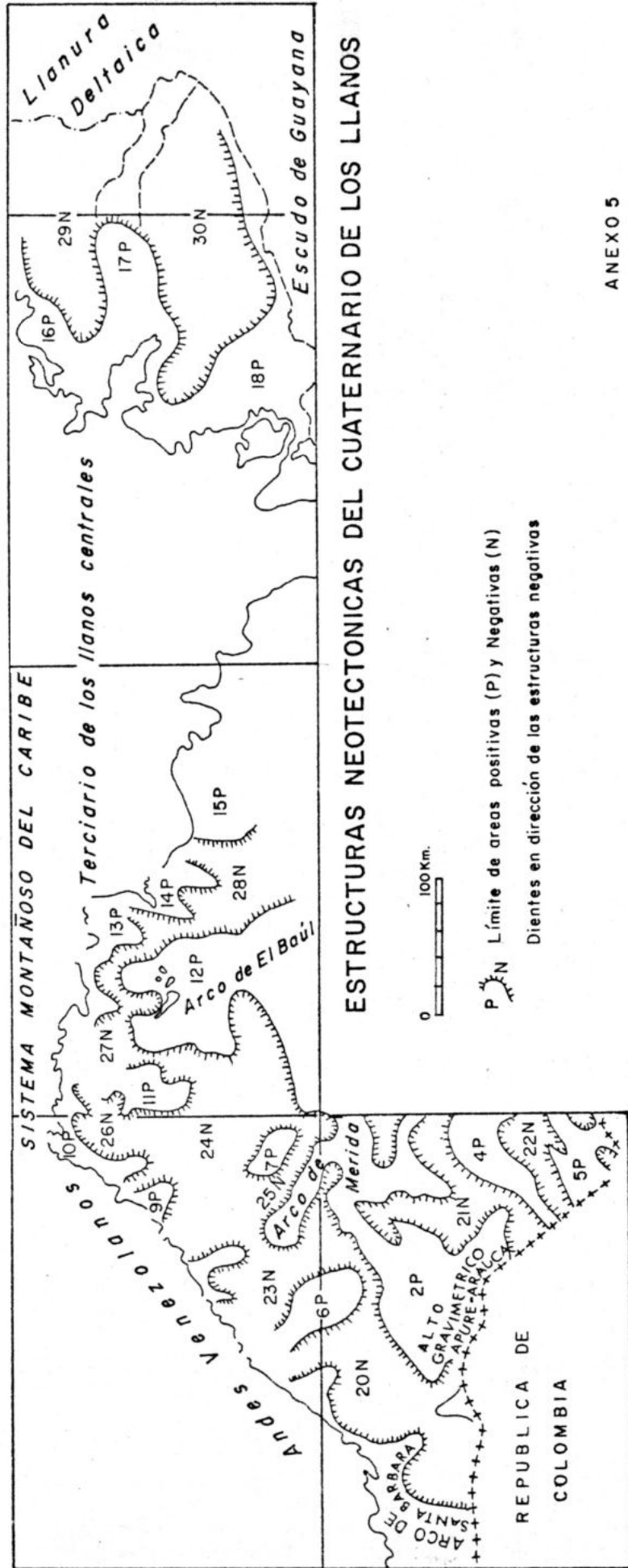


RASGOS ESTRUCTURALES DE LOS LLANOS



DISTRIBUCION DE LA PERMEABILIDAD EN LA SUPERFICIE DEL CUATERNARIO DE LOS LLANOS

-  Areas mayormente permeables, predominio de las categorías I y II
-  Areas poco permeables, predominio de las categorías III y IV



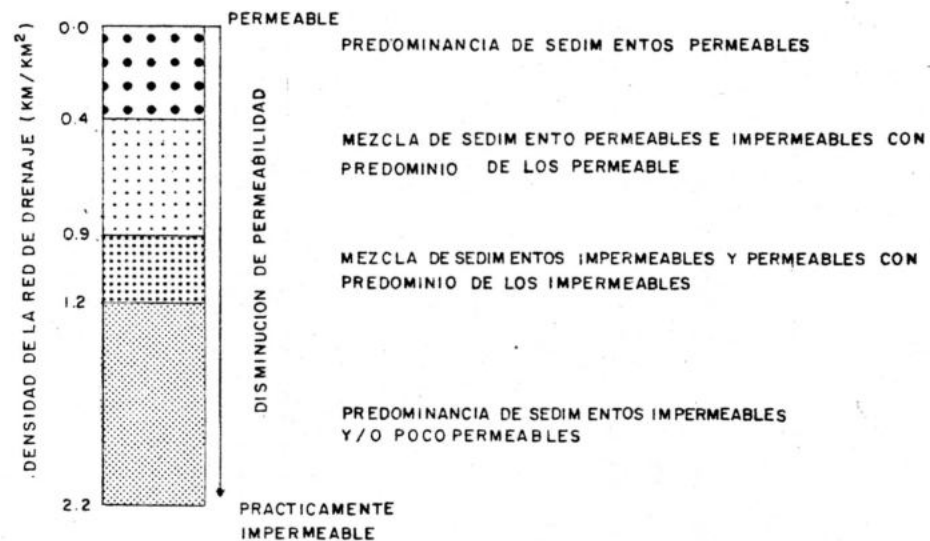
ESTRUCTURAS NEOTECTONICAS DEL CUATERNARIO DE LOS LLANOS

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECCION GENERAL DE INFORMACION E INVESTIGACION DEL AMBIENTE
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DIVISION DE HIDROGEOLOGIA

MAPA
GEOMORFOLOGICO CUANTITATIVO
EN EL CUATERNARIO DE LOS LLANOS

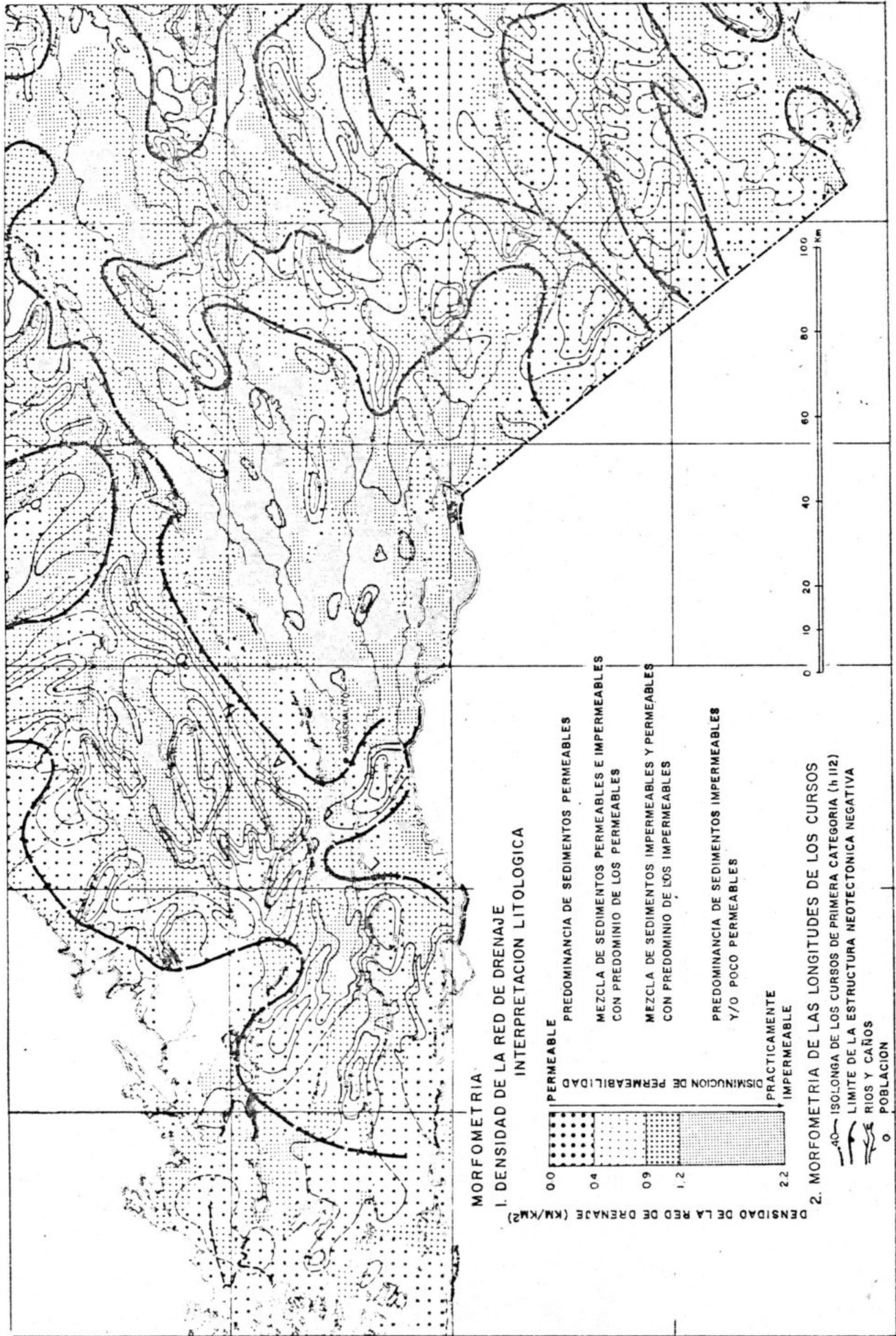
I. MORFOMETRIA DE LA DENSIDAD DE LA RED DE DRENAJE

INTERPRETACION LITOLOGICA



2. MORFOMETRIA DE LAS LONGITUDES DE LOS CURSOS

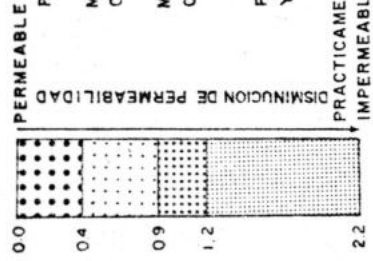
- 40— Isolonga de los cursos de primera categoría (h112)
- ~ Limite de la estructura neotectonica negativa
- Rios y canos
- Población



MORFOMETRIA

**1. DENSIDAD DE LA RED DE DRENAJE
INTERPRETACION LITOLOGICA**

DENSIDAD DE LA RED DE DRENAJE (KM/KM²)



PERMEABLE
PREDOMINANCIA DE SEDIMENTOS PERMEABLES

0.4
MEZCLA DE SEDIMENTOS PERMEABLES E IMPERMEABLES
CON PREDOMINIO DE LOS PERMEABLES

0.9
MEZCLA DE SEDIMENTOS IMPERMEABLES Y PERMEABLES
CON PREDOMINIO DE LOS IMPERMEABLES

1.2
PREDOMINANCIA DE SEDIMENTOS IMPERMEABLES
Y/O POCO PERMEABLES

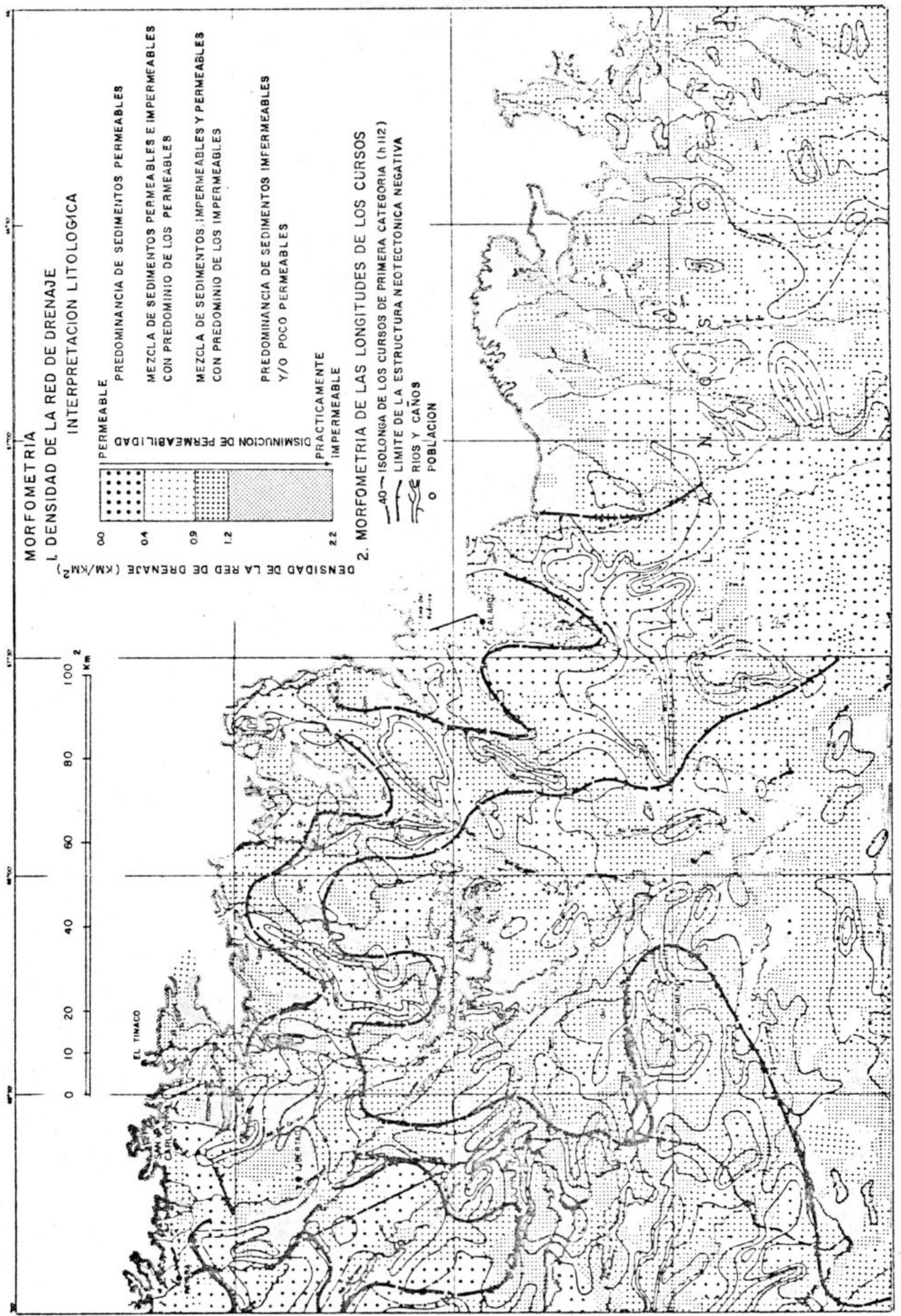
2.2
PRACTICAMENTE
IMPERMEABLE

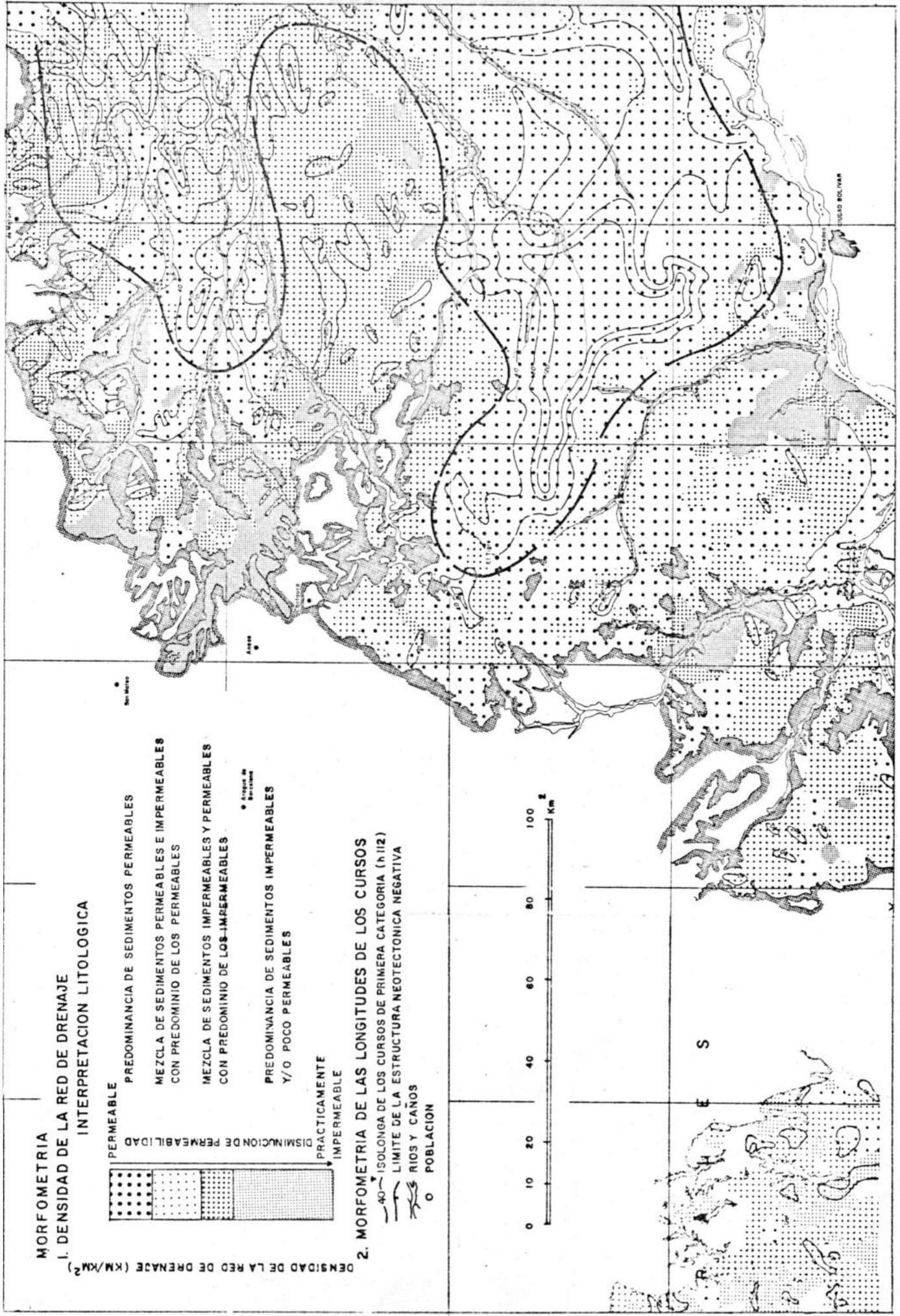
2. MORFOMETRIA DE LAS LONGITUDES DE LOS CURSOS

- 40 — ISOLONGA DE LOS CURSOS DE PRIMERA CATEGORIA (h 112)
- — — LIMITE DE LA ESTRUCTURA NEOTECTONICA NEGATIVA
- — — RIOS Y CAÑOS
- POBLACION



HOJA SAN JUAN DE LOS MORROS

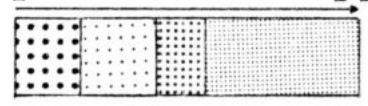




MORFOMETRIA

1. DENSIDAD DE LA RED DE DRENAJE

INTERPRETACION LITOLOGICA



PERMEABLE

PREDOMINANCIA DE SEDIMENTOS PERMEABLES

MEZCLA DE SEDIMENTOS PERMEABLES E IMPERMEABLES
CON PREDOMINIO DE LOS PERMEABLES

MEZCLA DE SEDIMENTOS IMPERMEABLES Y PERMEABLES
CON PREDOMINIO DE LOS IMPERMEABLES

PREDOMINANCIA DE SEDIMENTOS IMPERMEABLES
Y/O POCO PERMEABLES

DISMINUCION DE PERMEABILIDAD

↓
PRACTICAMENTE IMPERMEABLE

2. MORFOMETRIA DE LAS LONGITUDES DE LOS CURSOS

— 40 — ISOLONGA DE LOS CURSOS DE PRIMERA CATEGORIA (N 112)

— — — LIMITE DE LA ESTRUCTURA NEOTECTONICA NEGATIVA

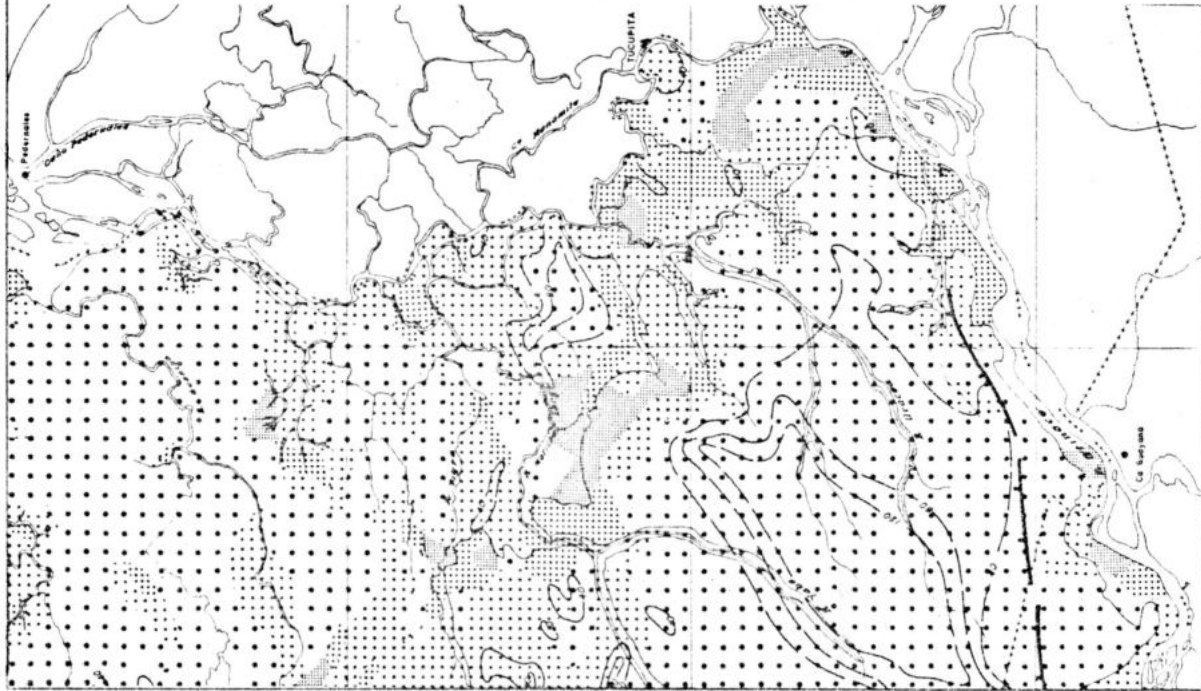
— — — RIOS Y CANALES

○ POBLACION



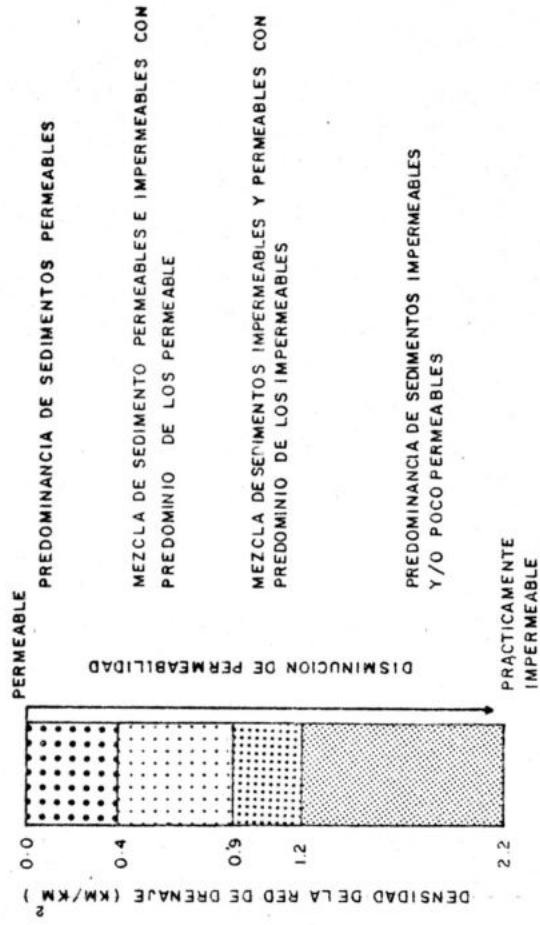
E S

CIUDAD BOLIVAR



MAPA
GEOMORFOLOGICO CUANTITATIVO
EN EL CUATERNARIO DE LOS LLANOS

I. MORFOMETRIA DE LA DENSIDAD DE LA RED DE DRENAJE
INTERPRETACION LITOLOGICA



2. MORFOMETRIA DE LAS LONGITUDES DE LOS CURSOS

- Isolonga de los cursos de primera categoria (h112)
- Limite de la estructura neotectonica negativa
- Rios y caños
- Poblacion

100 Km

Facultad: INGENIERIA	Escuela: INGENIERIA CIVIL	Departamento: METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
Asignatura: GEOCIENCIAS	Código: 1710	Pág. 4 de: 4
Fecha de emisión: Agosto 1985	No. Emisión	Periodo vigente:
		Ultimo periodo:

tensión gravitacional de las atmósferas planetarias.

NOTA:

Todos los temas contienen trabajos de asignación y problemas.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.) "Geología" - Richard Pearl. ✓ Español
Inglés
- 2.) "Introducción a la Ciencia de la Tierra"
Gass, Smith, Wilson.
- 3.) "Earth Science" - Ordway. ✓
- 4.) "Physics and Geology" - Jacob Russell, Wilson.

4) GEOLOGIA FISICA. - HOLMES, A. ✓ Español
Inglés

(✓) CIENCIAS DE LA TIERRA CON INTRODUCCION
A LA GEOLOGIA FISICA. AUTOR: TARBUK.

--	--	--	--	--

Facultad: INGENIERIA	Escuela: INGENIERIA CIVIL	Departamento: METEOROLOGIA E HIDROLOGIA	
Asignatura: GEOCIENCIAS		Código: 17010	Pág. 3 de: 4
Fecha de emisión: Agosto 1985	No. Emisión	Periodo vigente:	Ultimo periodo:

en la conservación de las obras de ingeniería y los recursos naturales renovables.

Tema 7.

Estructuras fluviales y caracterización geomorfológica de la cuenca hidrológica. Area, relieve y patrones de drenaje, coeficientes geométricos, formas de los canales, estructuras deposicionales: Deltas, barras, planicies fluviales, domos, terrazas, etc.

Tema 8.

Glaciología. Estructura y origen de los glaciales. Clasificación. Erosión por acción del hielo. Mediciones y levantamientos glaciales. Balances de masa y movimiento de los glaciales. Iceberg, distribución geográfica de los glaciales.

Tema 9.

Estructura y composición de la atmósfera terrestre. Origen de los componentes de la atmósfera. Procesos atmosféricos asociados al ciclo hidrológico, balances de energía. Albedo y efecto de invernadero. Electrificación de la atmósfera, teorías sobre sus causas. Relación con el campo magnético terrestre.

Tema 10.

Magnetismo terrestre. Teorías sobre el origen del campo magnético terrestre. Componentes. Declinación magnética, intensidad del campo magnético terrestre, líneas isogónicas y mapas isopignicos. Actividad magnética y manchas solares, índices de actividad magnética. Auroras Boreales.

Tema 11.

Campo gravitacional terrestre. Componentes del campo gravitacional. Expresión de la gravedad en función de la latitud y la elevación, factores de los cuales depende la gravedad terrestre, efecto de la distribución de masas y la densidad de las rocas y la profundidad. Gradiente del campo gravitacional. Influencia del campo gravitacional sobre los movimientos y corrientes oceánicas y atmosféricas. Geopotencial. Re-

--	--	--	--	--

Facultad: INGENIERIA	Escuela: INGENIERIA CIVIL	Departamento: METEOROLOGIA E HIDROLOGIA	
Asignatura: GEOCIENCIAS		Código: 1710	Pág. 2 de: 4
Fecha de emisión: Agosto 1985	No. Emisión	Periodo vigente:	Ultimo periodo:

acoplado Litósfera-atmósfera-hidrósfera - *BIOSFERA*.

Tema 2.

Procesos dinámicos terrestres. La tierra y el sistema solar dentro del universo. Teorías cosmológicas sobre el origen del sistema solar. Órbitas planetarias. Evolución histórico-geológico de la tierra y la atmósfera. Estructura interna de la tierra: núcleo, manto y corteza. Procesos orogénicos, desplazamientos polares y de los continentes. Evolución interna del planeta.

Tema 3.

Vulcanismo. Distribución geográfica de los cinturones volcánicos. Origen y estructura de los volcanes, magmas y lavas, plutones, estructuras concordantes y discordantes, erupciones volcánicas, polvo volcánico en la atmósfera. Energía geotérmica, gradiente geotérmico y flujo calórico terrestre. Manifestaciones y fuentes termominerales y geotérmicas en Venezuela.

Tema 4.

Petrología. Ciclo de las rocas. Clasificación según su origen y composición. Rocas ígneas. Metamórficas y sedimentarias. Tipos más importantes. Procesos asociados a la formación y evolución de las rocas. Importancia y aplicaciones en la Ingeniería.

Tema 5.

Procesos diatróficos. Estructuras geológicas resultantes de deformación y desplazamiento en las rocas. Fallas geológicas, clasificación y elementos de una falla. Sistema de montañas falladas. Graven y Horst tectónicos.

Tema 6.

Procesos de Erosión. Meteorización y sedimentación. Factores que controlan la alteración de suelos y rocas. Erosión eólica y fluvial. Movimientos gravitacionales. Transporte y deposición de sedimentos por los ríos. Erosión y formación de cavernas y topografía karstica, erosibilidad de las cuencas hidrológicas. El problema de la sedimentación

--	--	--	--	--