

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

"RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DEL AREA COM-
PRENDIDA ENTRE LOS PARALELOS $23^{\circ} 15'$ - $23^{\circ} 00'$
LATITUD NORTE Y MERIDIANOS $105^{\circ} 20'$ - $106^{\circ} 40'$
LONGITUD OESTE DEL ESTADO DE SINALOA"

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO GEOLÓGO

RIGOBERTO RUIZ BARRAGAN

México, D.F.

1974



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DEL AREA COM-
PRENDIDA ENTRE LOS PARALELOS $23^{\circ} 15'$ - $23^{\circ} 00'$
LATITUD NORTE Y MERIDIANOS $105^{\circ} 20'$ - $106^{\circ} 40'$
LONGITUD OESTE DEL ESTADO DE SINALOA"

Ruiz Berrogon,

74

A MIS PADRES Y HERMANOS.
CON CARINO

AL INSTITUTO DE GEOLOGIA DE LA U.N.A.M.,
CON MI MAS SINCERO RECONOCIMIENTO

A LOS ERES. INGS. GUILLERMO F. SALAS
DIEGO A. CORDOBA M.
CARLOS GRAHAM ALCALA
MANUEL PATIÑO AVILA,
CON MI AGRADECIMIENTO

A MIS MAESTROS ING. BENJAMIN MARQUEZ C.
ING. FERNANDO RIOS M.
ING. LEOVIGILDO CEPEDA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes Profesionales
Núm. 40-120
Exp. Núm. 40/214.2/

270

AL Pasante señor RIGOBERTO RUIZ BARRAGAN,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Diego A. Córdoba M, para que lo desarrolle como tesis en su Examen -- Profesional de Ingeniero GEOLOGO.

"RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DEL AREA COM-
PRENDIDA ENTRE LOS PARALELOS 23° 15' --
23° 00' LATITUD NORTE Y MERIDIANOS --
105° 20' -- 106° 40' LONGITUD OESTE --
DEL ESTADO DE SINALOA"

1. Resumen
2. Generalidades
3. Geomorfología
4. Estratigrafía
5. Tectónica
6. Geología Histórica
7. Geología Económica
8. Conclusiones y Recomendaciones
9. Bibliografía

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá -- prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de -- seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la -- Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., a 18 de julio de 1974
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

EVC/ND4/074

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
Generalidades	2
Geomorfología	4
Estratigrafía	10
Rocas Intrusivas	40
Tectónica	55
Geología Histórica	60
Geología Económica	62
Conclusiones y Recomendaciones	63
Bibliografía	64

R E S U M E N

A fines del Cretácico se inició una fase magmática expresada por extrusión de rocas de composición andesítica a basáltica, la cual termina probablemente en el Terciario inferior. En este comienza una época de eyección de lava de composición ácida, acompañada de eventos explosivos y deposición de lignitas, el cual continúa hasta el Terciario medio, donde termina cierre de cuencas favorecidas por el desarrollo de grabens, los cuales son rellenados por alúvicos y volcánicoalúvicos de esta época. Sigue otra época de actividad volcánica y explosiva de composición ácida con desarrollo posterior de la llanura costera.

De acuerdo con evidencias de campo y por métodos radiométricos, tenemos intrusiones de composición ácida cuyas edades varían entre los 70 y 50 m.a. Intrusionen a rocas asignadas al Terciario inferior. Posteriormente, al desplazamiento de esta gran masa batolítica, tenemos brechas y cuerpos menores de composición que varía de intermedia a básica con abundantes diques de la misma composición.

C A P Í T U L O 2

GENERALIDADES

Localización

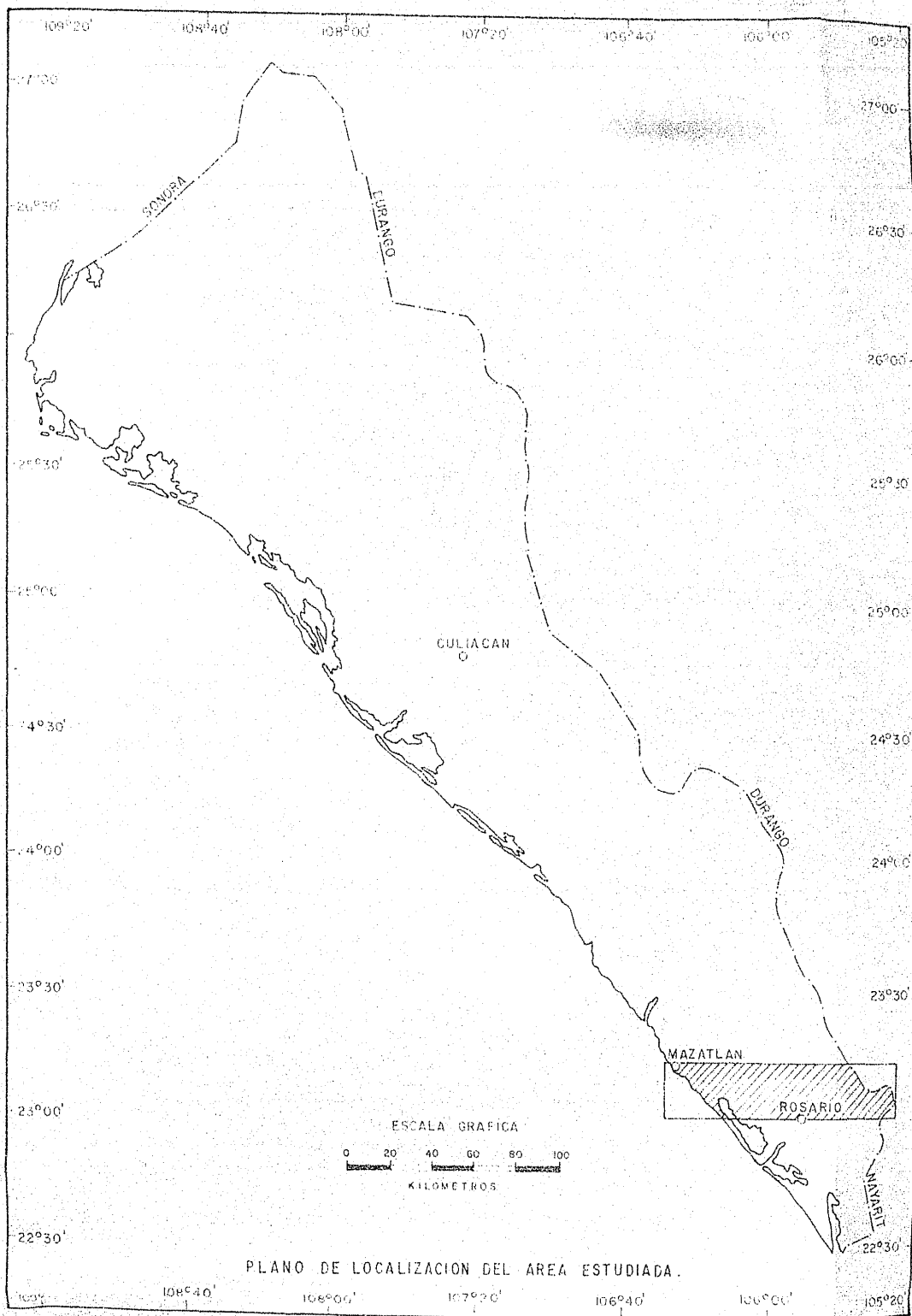
El área que cubre el presente trabajo es de aproximadamente 2,500 km², encontrándose localizada entre los paralelos 23°00' a 23°15' latitud norte y los meridianos 105°20' a 106°40' longitud oeste, en la porción sur del Estado de Sinaloa.

Objeto del Estudio

En el año de 1969 el Gobierno del Estado de Sinaloa por conducto de la Dirección del Desarrollo Económico (ahora Secretaría), celebraron un convenio con el Instituto de Geología de la U.N.A.M. para elaborar una serie de Cartas Geológicas a escala 1:75,000 que cubrieran todo el Estado como primera fase, ya que posteriormente éstas servirían de base para una segunda etapa la cual consistiría en localizar nuevas zonas con interés económico.

Agradecimientos

El más profundo agradecimiento al Ing. Diego A. Córdoba, Director del Instituto de Geología de la U.N.A.M. y al-



rector de esta tesis por las facilidades que se otorgó para su realización. Al Dr. Marc Tardy por sus valiosas observaciones, así como a los Ings. Víctor H. Maipica y Mario Gutiérrez S., por haberse permitido incluir la Geología y Retrato gráfico Costero, elaborados por ellos. Al Ing. Manuel Rutiso S., Secretario del Instituto, por su valiosa colaboración y ayuda. De igual manera, el autor reconoce al personal del Instituto de Geología y a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de este trabajo.

C A P I T U L O 3

GEOMORFOLOGIA

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana hecha por Ruiz (1959) el área del presente trabajo está dividida en cinco regiones geomorfológicas distintas; dos provincias y tres subprovincias:

1.- Provincia de la Sierra Madre Occidental.

a) Altas mesetas volcánicas.

2.- Provincia de sierras serruladas.

a) Sierras de Pie de Monte.

b) Planicie Costera.

1.- Provincia de la Sierra Madre Occidental

Esta provincia fisiográfica está situada en la parte oriental del Estado, teniendo hasta 50 km de ancho y elevaciones hasta de 3,000 m.

Las características distintivas de esta zona, son las altas mesetas elongadas por montañas paralelas, constituidas por lavas y piroclásticos de composición ácida a intermedia. Pertenecientes al Terciario y teniendo una dirección NW-SE.

a) Altas mesetas riolíticas.

Es un área sumamente extensa, la cual tiene grandes elevaciones; en la parte más alta se presentan amplias mesetas de composición básica, las que se encuentran ligeramente inclinadas hacia el este y oeste, estando disectadas por grandes y profundos cañones.

2.- Provincia de sierras sepultadas.

Se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, siendo muy variable su anchura, la cual va de unos cuantos hasta 30 km. Tiene una dirección general NNE-SSE, con cordilleras irregulares y complejas, levantándose abruptamente y formando pendientes escarpadas, las que en algunos lugares alcanzan elevaciones prominentes. En esta provincia, los detritos provenientes de la Sierra Madre Occidental sepultan gran parte de la región montañosa situada al oeste, de tal manera que solamente las cimas de las cordilleras sobresalen como pequeñas sierras aisladas.

a) Sierras de pie de monte.

Se localizan entre las altas mesetas riolíticas y la planicie costera. Están constituidas por monta-

tas parcial o irregularmente sepultadas, las cuales hacia el oriente adquieren mayores elevaciones.

b) Planicie Costera.

Los rasgos distintivos de la llanura costera están indicados por las unidades siguientes: ahuecos aluviales, estuarios, rocas pre-seltaicas, lagunas litorales, antiguos valles fluvio-deltaicos, ríos y arroyos, rias, depósitos eólicos y marinos; éstos forman ondulaciones y lomerías de suave relieve, con alturas que promedio de 50 m sobre el nivel de la llanura.

HIDROGRAFÍA

El área del presente trabajo está disectada por los siguientes ríos:

Río Fresado

Nace en el Estado de Durango, al poniente de la población El Tule y está situado a 60 km aproximadamente al poniente de la Ciudad de Durango. En esta parte del curso del río lleva una dirección este-oeste, la cual cambia al llegar al poblado de Palmarito, donde toma un curso suroeste-noroeste y con esta dirección penetra al Estado de Sinaloa con un curso sinuoso y formando profundas cañones. Atraviesa las pobla-

ciones de Copala, Siquiros, Bajío, Villa Unión y Barrón, hasta desembocar al Océano Pacífico en el lugar denominado Boca de Barrón.

Rio Belmarie

Nace en el Estado de Durango cerca de la población de Cerverría Nuevo, sirviendo de límite entre los estados de Sinaloa y Durango, en un tramo de 40 km aproximadamente, con un curso de dirección casi norte-sur, penetra al Estado de Sinaloa y cambia de curso a noroeste-suroeste. Al norte de la población de El Rosario se le une el Río Mónico el cual tiene una dirección casi norte-sur y nace al sur del poblado de Copala. El Río Belmarie pasa por las poblaciones de Matatán y El Rosario entrando después a la llanura costera y desembocando en el Océano Pacífico en el lugar llamado Boca de Chantla.

Lagunas Literales

Las lagunas literales representan rasgos fisiográficos distintivos de los amplios complejos acuáticos característicos de la llanura costera del Estado de Sinaloa. Son cuerpos de agua marina aislados del mar debido a la evolución del litoral por acumulación de sedimentos terrígenos aportados por los ríos hacia el mar, retrabajados y distribuidos

húiles por las corrientes marinas de deriva litoral.

Las llanuras aluviales situadas hacia sotavento de las lagunas son áreas bajas, fácilmente inundables por las mareas y por las lluvias, durante las épocas de intensa precipitación pluvial. Las lagunas de litoral se presentan aisladas del cuerpo principal de agua marina por un cordón litoral de naturaleza arenosa y constituida por antiguas líneas de costa.

Estero de Urias

Se localiza hacia el sur de la Ciudad de Mazatlán; es un cuerpo de agua, somero y de forma alargada que representa un rasgo fisiográfico notado por el desarrollo del río Presidio en sus divergencias laterales hacia el noroeste.

Entre los ríos Presidio y Bahuarte se presentan dos lagunas literales unidas por un pronunciado angostamiento: la primera, hacia el noroeste, denominada Laguna Huizache o Waihu, es de dimensiones reducidas (5x12 km aproximadamente), somera, con profundidad media de 0.70 m. (referida al nivel máximo de embalse). La segunda, hacia el sureste de la primera, es conocida como Laguna Calanero, de amplitud mayor que la primera (10x20 km aproximadamente) y profundidad media de 1.2 m. De esta última solo aparece en el área estudiada una porción muy pequeña que corresponde a la parte norte.

Las lagunas descritas, que forman la llanura litoral del Estado de Sinaloa, se están llenando rápidamente como resultado de un proceso geológico natural, por sedimentos provenientes de las zonas topográficamente altas, localizadas hacia el oriente.

CAPÍTULO 4

ESTRATIGRAFIA

Generalidades

El establecimiento adecuado de la sucesión estratigráfica del área que cubre el presente trabajo, tropezó con los siguientes problemas: muchas de las rocas que afloran son principalmente volcánicas, por lo tanto no se pudo contar con la ayuda de fósiles. La falta de continuidad y homogeneidad de unidades, tanto en sentido lateral como vertical. La presencia de diferentes centros de distribución de lavas, para un grupo de derrames y/o para coladas individuales. Las rocas epiclásticas y piroclásticas se encuentran distribuidas irregularmente y/o intercaladas en las lavas. En ocasiones, las rocas epiclásticas y piroclásticas cuando su espesor es considerable, se encuentran en cuencas continentales aisladas y de forma irregular; en estas rocas no pudo comprobarse continuidad entre las pequeñas cuencas rellenadas por estos materiales, aunque se les asigna una misma edad; esto es debido a su similitud de características entre ellas, ya que no se encontraron fósiles que nos indicaran la exacta edad del depósito.

A la complejidad propia de las rocas volcánicas, se sumó la debida a procesos tectónicos. Varios períodos de pliegue

miento y fallamiento modificaron la posición original de la secuencia estratigráfica. El plegamiento, la erosión incompleta y el fallamiento de unidades más antiguas favorecieron una topografía irregular con geología compleja, sobre la que se depositaron las nuevas rocas. Ligeros discordancias angulares y erosionales entre las rocas del Terciario, indican la repetición de estos procesos geológicos en tiempo y espacio.

En la actualidad, el fallamiento visible en las partes altas de esta zona, dificulta en gran medida la identificación de la continuidad de las unidades litostratigráficas conforme se desciende en la secuencia. En las partes bajas, el sepultamiento de unidades del Cenozoico por aluvión y suelos de meteorización rápida, proporciona afloramientos aislados dificultando aún más la interpretación estratigráfica.

El emplazamiento de cuerpos intrusivos dificulta la interpretación estratigráfica en amplias zonas del área estudiada. La actividad hidrotermal homogeniza el aspecto de rocas de diferentes edades y composiciones; estos efectos de alteración son muy visibles en rocas del Terciario inferior y en menor grado en las del Terciario medio y superior.

La subdivisión estratigráfica que se hace en este trabajo es de manera informal e incluye seis unidades asignadas al Terciario, volcánicas unas y clásticas e híbridas otras. Dos unidades de rocas intrusivas, una de ellas de extensión ba-

tolíticas y 10 unidades contemporáneas. A continuación se enumeran de acuerdo con su edad las rocas Cenozoicas, de la más antigua a la más reciente, tratándose aparte las rocas intrusivas.

UNIDAD 1.- Terciario inferior básico (Tib).

Rocas andesíticas asignadas al Terciario inferior.

2.- Terciario inferior ácido (Tia).

Rocas volcánicas ácidas asignadas al Terciario inferior.

3.- Terciario inferior volcánico (Tiv).

Comprende rocas de los dos grupos anteriores que no fue posible diferenciar.

4.- Terciario medio volcanoclástico (Tmvc).

Volcanoclásticos asignados al Terciario medio.

5.- Terciario cuásico (Tc).

Comprende cuásicos y rocas híbridas con diastrofización de diferentes edades.

6.- Terciario superior ácido (Tsa).

Rocas volcánicas ácidas, asignadas al Terciario superior.

UNIDAD 7.- Cuaternario Pleistoceno clásico (Cpc).

Depósitos de talos, abanicos aluviales, gravas, arenas, limos y arcillas en la planicie costera.

8.- Cuaternario Pleistoceno llanura deltaica (Cpld).

Gravas, arenas, limos y arcillas depositados en antiguas deltas.

9.- Cuaternario Reciente llanura deltaica (Cplr).

Gravas, arenas, limos y arcillas depositados en deltas.

10.- Cuaternario Reciente bermes (Cb).

Arenas de grano grueso a fino depositadas en antiguas líneas de costa.

11.- Cuaternario Reciente dunas estabilizadas (Cda).

Arenas de grano medio a fino en dunas con vegetación.

12.- Cuaternario Reciente manglar (Cm).

Limos y arcillas depositados en manglares.

13.- Cuaternario Reciente playas (Cp).

Constituidas por arenas de grano grueso a fino.

UNIDAD 14.- Cuaternario Reciente llanura de inundación (Q111).

Gravas, arenas, limos y arcillas depositadas en canales por procesos fluviales.

15.- Cuaternario Reciente llanura de intermareas (Q112).

limos y arcillas con cantidades variables de arena y grava, depositados por la acción de las mareas.

16.- Cuaternario Reciente llanuras mixtas de inundación (Q113).

limos y arcillas depositadas en llanuras de inundación mixtas, por procesos marinos y fluviales.

TERCIARIO INTERIOR BASICO (Tib)

Generalidades

Se conoce con este nombre a una secuencia de derrames volcánicos y piroclásticos de composición andesítica a basáltica que afloran en los alrededores de las poblados de Aguascalientes, El Huejote, El Rosario, Hacienda El Tamarindo y en el camino que va de El Rosario a Cacalotán en la porción central y suroccidental del área.

Esta unidad muestra una morfología generalmente de colinas bajas y onduladas; está intensamente fallada y fracturada como producto de la intensa deformación y alteración causada por intrusivos.

Litología y sensor

Las rocas que forman esta unidad están constituidas por andesitas de piroxenas y hornblenda, andesitas basálticas y basaltos con sus respectivas tobas, brechas y aglomerados de la misma composición, en general, son de color gris, verdoso, rojizo y negro.

La parte superior (que es la que probablemente aflora en el área), tiene predominancia de andesitas basálticas, derrames alchadillados (fillow lavas) dentro de éstas, tobas básicas y ocasionalmente se encuentran brechas y aglomerados

de la misma composición.

La textura es de afanítica a porfídica. Los fencristales son plagioclases que forman hasta 25%, son de forma subhedral, el tamaño varía de 0.1 a 0.5 mm y la composición es de oligoclasa, andesina y labradorita. Los fencristales están alterados en un grado tal, que difícilmente permite conocer su composición original. Existen también fencristales y cristales anhedral de hornblenda verde, alterada parcialmente a biotita; en algunas partes de la hornblenda existen pequeñas islas de augita, por lo tanto es probable que mucha de la hornblenda de las andesitas sea un producto de alteración de piroxenos. La matriz está formada principalmente por plagioclase (cuarzo en pequeñas cantidades, fencristales hipocristales de 1 a 2 mm), es de grano fino a criptocristalina alterada a epidota y sericita (sasaquita) con abundantes minerales opacos.

El espesor mínimo que se puede observar es de 1000 m aunque en algunas localidades puede ser mayor.

Relaciones Estratigráficas y Edad

La base del Terciario inferior básico (Tib) no aflora en el área que cubre el presente trabajo. La cima no se observa con claridad. Las rocas se encuentran muy alteradas, fracturadas y oxidadas. El contacto con la unidad superior es

está generalmente cubierto por materiales aluviales más recientes y se piensa que esté sobre una superficie de erosión.

La sección del "Tib" en el área, se encuentra frecuentemente intrusada por rocas graníticas. La edad de estos cuerpos varía de 55 a 70 m.a., edades obtenidas por métodos radiométricos los cuales se tratan en el capítulo correspondiente. Al N del área, rocas similares cubren a unidades calcáreas reportadas como Cretácico tardío (M. Bonneau, 1972), esto nos hace pensar que la edad del "Tib" varía entre el Cretácico tardío, pudiendo llegar hasta el Paleoceno.

TERCIARIO INTERIOR ACIDO (Tia)

Generalidades

Con este nombre se designa a una secuencia de rocas ígneas riodíticas, tobas, lignititas, areniscas tobáceas y conglomeráticas con intercalación de rocas volcánicas en general de composición ácida, las cuales cubren a todo lo largo de la zona que cubre el presente trabajo y tiene sus mejores afloramientos en la porción central del área y en particular en los alrededores de los poblados de Rincón de Niqueras, Otates, El Rosario, Niqueras, al poniente de Potrerillos y Agua Caliente, en la carretera Rosatlán-Barango entre Villa Unión y Malpica.

La morfología hace pensar que para llegar a tener las características actuales, debió haber pasado por un período largo de intensa erosión, favorecida tal vez por movimientos tectónicos de bastante importancia. Actualmente se encuentran estas rocas cubriendo las partes más altas de los cerros, formando escarpes cuando la litología es de lavas y formando cañadas de profundidad considerable cuando se trata de rocas piroclásticas.

Litología y Mapeo

En esta Unidad, se ve una gran variedad de litolo-

gins, siendo la más generalizada la tomada por riolitas, ignimbritas, dacitas y traquitas; todas ellas con sus respectivas tobaz y areniscas tobáceas, aunque es común encontrar interestratificadas rocas de composición andesítica. En general, las rocas son de color blanco a rosa y presentan una superficie de intemperismo color gris amarillento. Abundan en ellas los fragmentos líticos y pomez de 0.5 a 3 cm de largo que las caracterizan.

En sección delgada se observa una bonita textura con agujas de vidrio ya que toda la matriz es en su mayoría vídrio, el que se encuentra devitrificado en parte. Las agujas de vidrio se encuentran sin orientación preferente y las tobaz parezcan haber sido compactadas. Los fragmentos de pomez se encuentran aglastados y comúnmente son de color gris verdoso, cuyos tamaños varían de 0.2 a 3 cm. Se encuentran también cristales de cuarzo de 0.5 a 2 mm pero raramente en cantidad mayor al 10%. Los cristales están rotos y las agujas de vidrio parecen haber fluído alrededor de ellos. Los cristales de plagioclasa son anhedralas y se observan generalmente rotos y alterados a sericita y epidota. El feldespato potásico raramente se encuentra cristalizado y generalmente forma parte de la matriz microcristalina y vídrea, aunque en muchas ocasiones forma esferulitos perfectos de varios centímetros de diámetro. Es común encontrar hornblenda, biotita y hasta piroxenos con abundancia.

centes minerales opacos y pirita.

Las partes basales de las tobas están generalmente bien estratificadas y contienen fragmentos de rocas volcánicas (posiblemente de la secuencia andesítica) y raras veces se encuentran fragmentos de rocas intrusivas.

El espesor es al menos de 1600 m., pudiendo alcanzar mucho más.

Relaciones Estratigráficas y Edad

El límite inferior de esta unidad fue observado en un afloramiento que se encuentra a lo largo de la Carretera Federal 15 entre los poblados de Agua Caliente y Villa Unión. Este contacto es una superficie de erosión entre la Unidad denominada Terciario Inferior Básico (Tib) y la presente Unidad.

El límite superior también es una superficie de erosión; en varios lugares el contacto entre estas unidades es transicional, pasando gradualmente de rocas ácidas a tobas y areniscas (de la misma composición). El contacto mencionado en otros lugares está cubierto por alúvicos plio-cuaternarios o igníbritas del Terciario superior.

La edad del Terciario inferior ácido (Tia) a la fecha es incierta; únicamente podemos establecer una edad anterior a la intrusión del batolito granítico de la costa de Sinaloa (Ia) cuya edad terciaria temprana es conocida.

F. W. McDowell y R. E. Clabaugh (1972), obtuvieron dos edades radiométricas, una de 34 m.a. (feldespato) y otra de 32 m.a. (biotita). Por lo anterior y por su posición, así como por una edad que puede variar del Paleoceno al Oligoceno.

Se supone que la actividad volcánica que produjo la Unidad mencionada, perteneció a varios períodos de intensa actividad volcánica y explosiva, emitidos a través de fumarolas y aparatos volcánicos durante las edades mencionadas.

TERCIARIO INTERIOR VOLCANICO (Tiv)

Generalidades

Se designa con este nombre a rocas de las unidades Terciario interior básico (Tib) y Terciario interior ácido (Tia), que no pudieron ser separadas ya por lo inaccesible de la zona o por la complejidad con que se encuentran interestratificadas.

La morfología más característica de esta unidad es la de bloques escarpados orientados NW-SE y con achados generalmente al poniente.

Se tienen buenos afloramientos en los alrededores de Mazatlán, en los cortes de la carretera entre Villa Unión y Mazatlán; a lo largo del Río Pánuco entre Cacalotán y Charlo, por el camino que va de El Rosario-Itzacán-La Rastro-Flomosa y Cacalotán-El Picacho, en la porción occidental del área.

Litología

Litológicamente consiste de andesitas, dacitas, riolitas, tobas andesíticas, aglomeradas, brechas y piroclásticas de composición intermedia a ácida, con desarrollo frecuente de facies rhyolíticas en sus zonas ricas en vidrio. Setos

fenómenos nos hablan de la alta viscosidad del magma original de esas rocas, así como del gran contenido de material gaseoso liberado explosivamente durante la extrusión o poco tiempo antes. Entre las rocas volcánicas que se incluyen en esta Unidad están: riolitas con estructura fluidal, ignimbritas, breccias, andesitas y andesitas basálticas con interparismo rojo y morado oscuro.

El estudio petrográfico muestra generalmente predominio de fenocristales de plagioclasa (oligoclasa andesina y labradorita) de hasta 5 mm de longitud, hornblenda verde en las rocas félicas, laeprolita y biotita parda en las intermedias, cuarzo y minerales opacos; la actina es de la misma composición que cada tipo de roca y el feldespato alcalino se encuentra en forma esferulítica o criptocristalino.

La mayor parte de estas rocas se encuentran propilitizadas, reavivitizadas y alteradas con metasomatismo de contacto y en algunos lugares se encuentran mineralizadas, aunque la mineralización es selectiva ya que casi solo las rocas volcánicas de composición intermedia a básica fueron las que sufrieron mayor alteración por la diferencia en composición con el batolito (1a).

El espesor mínimo estimado para esta Unidad es de 3000 m.

Relaciones Tectónicas

El contacto con la unidad inferior no se conoce en el área. En la porción central del Estado de Sinaloa existen calizas Albino-Cancuniano bajo un volcánico ácido del Terciario inferior, mientras que en el distrito minero de Tayoltita, Durango, en el arroyo San Jerónimo, afloran calizas con gasterópodos, rudistas y foraminíferos del Albino-Cancuniano. En particular para el área de este trabajo, pensamos que la cubierta volcánica descansa directamente sobre el batolito (Ia) de Sinaloa cuya edad mencionada para esta región es de ± 50 m.a.

Como esta unidad agrupa a las dos anteriores, asumimos que la edad es la misma, variando del Cretácico tardío al Oligoceno probablemente.

El contacto con la unidad superior es discordante en varias localidades y concordante en otras.

TERCIARIO MEDIO VOLCANICLÁSTICO (T^{mc})

Generalidades

Se designa con este nombre a una secuencia de rocas de origen volcanoclástico y constituidas por areniscas, areniscas tobáceas, conglomerados, aglomerados, tobos, limos e intercalaciones de lignitas y lavas ácidas; la mayor parte de ellas son de color rojizo, verdoso y pardo; afloran en los alrededores de Matadero, Matatón, Hacienda El Tamarindo y en un corte de la carretera entre Villa Unión y Malpica (de la porción central y occidental del área).

Esta unidad muestra una morfología de colinas bajas y onduladas que tienen una orientación preferencial NW-SE, con inclinaciones principales hacia el SW.

Litología

Litológicamente consiste de una secuencia de conglomerados, arcosas, subarcosas, tobos, tobos azoicos y tobos líticos con intercalaciones de lignitas y lavas ácidas e intermedias. Toda la sección presenta estratos tabulares cuyos espesores varían de unos cuantos hasta 60 cm, con intercalaciones conglomeráticas de espesor variable; pueden rastrearse estructuras primarias como grietas de lodo, gotas de lig.

via., horadaciones, cinstratificación y estratificación gradual; éstas pueden observarse en estratos limolíticos que son los que mejor preservaron dichas estructuras. El color es en general rosado para las areniscas, conglomerados y rocas volcánicas intercaladas, rojo ladrillo en los lechos de gran fino y cuando el material tabáceo es abundante, adquiere un color gris verdoso.

El espesor estimado para esta unidad es de $\pm$ 750 m.

Relaciones Estratigráficas y Edad

Esta unidad descansa en discordancia sobre las unidades Terciario inferior ácido (Tia) y Terciario inferior volcánico (Tiv) en los alrededores de Matatán y aparentemente concordantes al norte de Matadero y en el corte de la carretera que va de Villa Unión a Malpica.

Debido a que esta Unidad carece en absoluto de fósiles y otros rasgos que nos pudieran indicar su edad y no se ha hecho determinaciones geocronométricas en estas rocas, únicamente podemos inferir su edad por posición estratigráfica dentro de la secuencia volcánica característica de Sinaloa.

Se encuentra sobreyaciendo a rocas de edad probable Terciario inferior y subyaciendo a diátiacs y lavas de probable edad del Terciario medio al superior, tentativamente se le ha considerado del Terciario medio (Oligoceno-Mioceno).

Las relaciones entre esta unidad y las rocas intrusivas (Ia) no se observaron en esta área debido a que se encuentra generalmente cubierto su contacto por clásticos más recientes.

En otras localidades más hacia el norte, el área estudiada ha sido depositada sobre una superficie erosional en las rocas intrusivas (Ia); se lo encuentra alterada, cloritizada y metasomatizada por intrusivos más jóvenes y diques. Debido a la alternancia de clásticos, tobas, conglomerados y lavas, nos sugiere que éstas fueron afectadas por eventos explosivos y efusivos alternantes, depositándose en ocurrencias lacustres cerradas, con aporte de sedimentos fluviales. El contacto superior no se observa dentro del área.

TERCIARIO CLASTICO (Tc)

Generalidades

Se denomina con este nombre a un conjunto de rocas de un espesor considerable, constituido por limos, areniscas, arenistas tobáceas y conglomerados con horizontes delgados de piroclásticos y en ocasiones con lavas. Morfológicamente esta unidad forma colinas bajas y onduladas.

Es probable que el depósito de esta unidad esté controlado por fallas normales con rumbo general NW-SE. Aloxran principalmente al norte de El Veinillo, sur de Mexillas, poniente de El Rosario, sur de Palmarito y en el Valle de Potrerillos.

Litología

Las rocas sedimentarias parecen ser en todos los afloramientos ricas en material volcánico. Los clastos de rocas andesíticas e ignimbriticas son comunes; así como las de rocas intrusivas. Los estratos son de un espesor que va de delgado a medio constituidos por areniscas conglomeráticas, arcosas de origen fluvial, conglomerados oxidados, tobas arenosas y tobas riolíticas. Frecuentemente las areniscas muestran diastrofización. El tamaño de los fragmentos varía entre 1 y 20 cm. Estos son de angulares a subredondeados y se-

tán unidos por una matriz arenosa y tabáceo más o menos bien compactados.

Relaciones Estratigráficas y Edad

Esta unidad descansa en discordancia sobre rocas asignadas al Terciario Inferior (Tiv, Tib, Tia), a rocas intrusivas (Ia) y cubierta por clásticos más jóvenes. Si bien no se encontraron fósiles en esta unidad dentro del área, al norte han sido encontrados algunos huesos de caballo fósil, conchas de tortuga y molares de mastodonte de edad pleistocénica en rocas sedimentarias clásticas cubiertas por basaltos de olivino; las rocas clásticas en ese caso corresponden a la unidad denominada Cuaternario Pleistoceno clástico (Cps). Considerando estos datos y teniendo en cuenta que los fósiles corresponden a la parte superior de la secuencia cartografiada en otra unidad, es probable que la edad de esta unidad (Tc) varíe de Terciario medio a superior (Mioceno-Plioceno). Esta edad pueda corresponder a la época de los grandes fallamientos en bloques post-intrusiones graníticas, agrupando clásticos de quizás varias edades.

TERTIARIO SUPERIOR ACIDO (Tsa)

Generalizaciones

Se utiliza el nombre de Terciario superior ácido (Tsa) para designar a las rocas volcánicas de composición ríolítica y que tienen su principal área de afloramiento hacia la parte oriental del área.

Litología y Textura

Litológicamente esta unidad consiste de lavas y rocas piroclásticas de composición ríolítica, estando constituida de una parte importante de ésta por ignisbruitas.

Predominan las rocas con estructura filial en una mesostasis de grano fino de color rosa que tiene incluidos los nocristales de plagioclasas.

En sección delgada los fenocristales y el pémen se encuentran alineados, estas alineaciones que son de algunos centímetros de longitud están constituidas por cuarzo de grano fino como resultado de la devitrificación, rodeado por márgenes delgados de vidrio en una matriz micro a criptocristalina de cuarzo y feldespatos.

Los fenocristales de algunos milímetros de longitud, contrastan con los shards en proceso de devitrificación y pro-

Querción de cuarzo de grano fino; encontrándose las plagioclasas alteradas a sericita.

El espesor mínimo dentro del área es de 2000 m.

Relaciones Estratigráficas y Edad

El contacto interior de esta unidad es claramente visible en las fotografías aéreas, aunque en el campo es muy difícil de observar debido a la vegetación y alteración.

Aunque esta unidad presenta menos deformación que las rocas asignadas al Terciario medio, en ningún lugar fue posible observar una discordancia entre ambas unidades.

Cerca del Mapicoma del Diablo, A. E. Waite (1970), dató una muestra de esta unidad por el método de K-Ar y obtuvo una edad de 23 millones de años (Malcopato) y 21 millones de años (vidrio sin alterar), a partir del mismo espécimen.

Por su posición estratigráfica y por los datos isotópicos mencionados, se ubica esta unidad como de posible edad Miocénica, aunque estos datos están sujetos a futuras reconsideraciones.

CUATERNARIO PLISTOCENO CLASTICO (Qpc)

Generalidades

Con esta denominación se designa a los depósitos con glomeráticos de talud y abanicos aluviales, constituidos por pedascos, matatenas y guijarros de diversa composición. Morfológicamente, se presentan como lomeríos de suave relieve, localizados al oriente de la Laguna Huizacha y entre Villa Unión y Malpica por la carretera Durango-Mazatlán.

Litología

Las gravas y conglomerados que constituyen los abanicos aluviales y depósitos de talud, están constituidos por fragmentos angulosos y redondeados de rocas ígneas y volcánicas, en tamaños de 1.0 m hasta 20 cm de diámetro, contenidos en una matriz arcillosa o lobácea y ocasionalmente bien cementadas.

CUATERNARIO PLEISTOCENO LLANURA DELTAICA (oplio)

Generalidades

Se denomina con este nombre a los sedimentos fluviales que los ríos aportaron durante el Pleistoceno y con los cuales se conformaron las llanuras deltaicas, previas a las actuales.

Morfológicamente, la superficie está caracterizada por lomeríos de escaso relieve, remanentes de la superficie pre existente, erosionada ésta, por los movimientos laterales del río Presidio y por numerosos meandros abandonados que representan los vestigios de tales movimientos.

El río Presidio, muestra terrazas fluviales bien definidas, constituidas por gravas, matatenas y guijarros de naturaleza ígnea y metamórfica, bien redondeadas, localizadas a todo lo largo del río, de la Costa y entre Matatlán y Agua Caliente, a lo largo de la carretera Matatlán-Tepic.

Litología

La litología de los sedimentos superficiales de la llanura deltaica pleistocénica es muy variada, ya que presenta: a) conglomerados constituidos por gránulos, matatenas y guijarros con aristas redondeadas y subredondeadas de formas

proladas y tabular, correspondiente al lecho de los canales;
b) sedimentos arenosos y arenolimosos, cuarzo feldespático,
de grano medio a fino, de bien a pobremente clasificados, con
estratificación cruzada, laminación y sin estructura, corres-
pondientes a los niveles naturales, canales, barras y terraz-
as fluviales; y c) sedimentos arenosos, arcillo arenosos y
arcillosos de coloración oscura, negra y parda, con abundan-
cia de materia orgánica, sin estructuras y con presencia de
lentos arenosos, característicos de marismas, bahías, lagos
y canales.

CUATERNARIO RECIENTE LLANURA DELTAICA (CLIC)

Generalidades

Como Cuaternario reciente llanura deltaica, se designa a la reciente acumulación de los sedimentos aportados por el río Presidio, acumulación que genera el avance de la costa hacia el mar.

La característica morfológica principal deltaica es el relieve convexo hacia el mar, asimismo, presenta convexidad en sección transversal, de manera que los diferentes brazos del río mencionado, fluyen por las áreas bajas de la superficie deltaica anterior. Otra característica morfológica la constituyen los meandros abandonados que manifiestan la magnitud de los movimientos laterales del mencionado río.

El volumen de sedimentos aportados hacia el valle, ha sido siempre mayor al transportado hasta el océano, por lo que fue factible la construcción de las llanuras aluviales progradantes.

Litología

Los sedimentos que constituyen las llanuras deltaicas recientes presentan litología variada, pudiendo agruparse según la facie a que correspondan. De este modo, la facie continental presenta conglomerados de cantos ígneos y metamórfi-

cos, así como arenas. Estos sedimentos se localizan en la zona aluvial y albardones. En las acumulaciones de agua dulce se depositan sedimentos más finos, limos y arcillas, ricos en materia orgánica. La facie intermedia está representada, lógicamente, por sedimentos limos, limos y arcillas, depositados en los brazos, lagunas y bahías, por sedimentos arenosos aportados por el mar, concentrados en las playas y retabajados por las corrientes de litoral constituyendo barreras litorales.

CUATERNARIO RECIENTE BERNAS (Cb)

Generalidades

El Cuaternario reciente bernas, está representado por depósitos arenosos de origen marino, indicando el carácter progradante de la costa. Las antiguas líneas de costa se deben a la acción del oleaje y de la marea que aportan los sedimentos hacia la alta playa y paulatinamente van quedando fuera del alcance de la erosión marina.

La expresión morfológica de las antiguas líneas de costa, está indicada por grupos de alineaciones posiblemente paralelas a la costa actual; estas alineaciones ocasionalmente se interceptan, indicando las condiciones dinámicas costeras dominantes, así como las configuraciones de la costa durante el tiempo del depósito. En sección transversal son asimétricas con pendiente pronunciada en el flanco hacia barlovento y pendiente suave en el flanco de sotavento. Ejemplos típicos están representados en las barreras arenosas frente a las lagunas literales de Huijache-Caimenazo donde muestran el desarrollo de las antiguas líneas de costa.

Litología

Los sedimentos que constituyen las antiguas líneas de costa, varían ampliamente en cuanto a sus características

litológicas. En general están formados por arenas de grano medio a fino; sus dimensiones medias son de 0.5 mm a 0.12 mm, con presencia, en cantidades variables, de conchas fracturadas de pelecípodos. Son arenas cuarzo-feldespáticas de granos redondeados y subredondeados, ocasionalmente subangulosos.

CUATERNARIO RECIENTE (DUNA) ESTABILIZADAS (Cde)

Generalidades

Esta denominación agrupa las acumulaciones arenosas, de origen eólico, que han quedado fuera de la fuente de aporte de sedimento marino, estabilizándose por vegetación xerófila o bien por la acción de las aguas pluviales, las cuales disuelven los carbonatos que posteriormente precipitan por evaporación, cementando los granos arenosos. Desde el punto de vista morfológico, las dunas son asimétricas y alcanzan alturas máximas de 10 m.

Litología

El sedimento arenoso que conforma las dunas estabilizadas es homogéneo, con ausencia de grava y conchas, presenta granulometría fina, con diámetros medios de 0.2 y 0.3 mm, es doradamente y bien clasificada; muestra dispersión mínima y ligero predominio de partículas finas. Los granos de arena son redondeados, no están pulidos totalmente y presentan huellas de impacto. La consolidación lograda, al estabilizarse la duna, evidencia estratificación cruzada típica.

CUATERNARIO RECIENTE MANGLAR (Cm)

Generalidades

Con este nombre se designa a los sedimentos limos, limos y arcillas, depositados en los ambientes de transición, hacia sotavento de las barreras arenosas, en las zonas bajas protegidas y en las rías. Dichos sedimentos se encuentran asociados con los bosques de manglar.

La expresión morfológica está indicada originalmente por la presencia de bosques de manglar, de alturas variables, según la latitud. Estas grandes extensiones cubiertas de fango, denominadas "fangales", emergen parcialmente durante la bajamar y se presentan como bancos convexos, cruzados por una red de canales de drenaje, anastomosados y dendríticos. Por acreción, los fangales evolucionan dando origen a los "herbazales". El límite entre los fangales y herbazales está marcado por un pequeño acantilado.

Litología

Los sedimentos propios de manglar son esencialmente arcillosos, con escaso contenido de arenas. La presencia de las arenas, que se atribuye a la selección por gravedad debida a la marea, muestra caprolitos, provenientes de organismos cavadores y detritos vegetales; los granos de arena son de

grado medio, con diámetro medio de 0.35 mm. Se presentan mal estratificadas y gradualmente incrementan su contenido de arcilla. Se observaron estructuras laminares debidas a corrientes, con arcillas interlaminares. Los sedimentos arcillosos presentan coloraciones oscuras, negras o pardas, están pobremente clasificados y las estructuras observadas están representadas por lentes y perforaciones de gusanos.

CUATERNARIO RECIENTE PLAYAS (Cp)

Generalidades

Como Cuaternario reciente playas se designa a los sedimentos arenosos, de origen marino, que se encuentran distribuidos a lo largo de la costa.

La expresión morfológica de las playas está indicada por una suave pendiente hacia el mar, de 10 a 20 m de amplitud con máximo de 40 m.

Litología

Los sedimentos propios de las playas marinas, son litológicamente, sedimentos arenosos de grano fino a medio y bien clasificados, con valores medios de 1.0 mm a 0.15 mm con predominio de partículas finas.

El contenido mineralógico de las arenas de playa comprende: cuarcas, desde 40 hasta 70%; feldespatos, de 20 a 40%; minerales ferromagnesianos, de 0 a 10%; fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, de 0 a 5%; conchas y sus fragmentos, de 0 a 10%.

Los granos de cuarzo muestran superficie lisa y brillante y se presentan redondeados y subredondeados. Las estructuras primarias sedimentarias observadas, consisten en

estratificación delgada y paralela, con discordancias angulares debidas a las condiciones propias del depósito y de la erosión, correspondientes al flujo y refujo de la marea y la acción del oleaje.

CUATERCENARIO RECIENTE LLANURAS DE INUNDACIÓN (CIII)

Generalidades

Con esta denominación se conocen los depósitos sedimentarios aportados por los ríos en la zona aluvial, albarcones y canales fluviales.

En la llanura de inundación fluvial se encuentran los sedimentos limos, lútos y arcillas con frecuencia ricados y ricos en materia orgánica. Los sedimentos arenosos y arena limosos, se localizan en albarcones y las gravas en el lecho de los canales fluviales y esporádicamente en la llanura de inundación.

Litológia

Los sedimentos característicos de las cuaternarias depositados en llanuras de inundación y canales, se clasifican en función del ambiente de depósito, así se tiene:

Sedimentos gravillentos. - Los sedimentos gravillentos cubren el lecho del canal y son gránulos, catatonas y guijarros, con dimensión media de 1.0 cm a 20 cm; con porcentajes variables de arena gruesa y muy gruesa. Litológicamente, las grutas corresponden a fragmentos de rocas ígneas y metamórficas; se les observó de forma tabular y prolada, con aristas subredondeadas y bien redondeadas.

Sedimentos arenosos, arena-limosos y arena-arcillosos.- Los sedimentos arenosos son propios del "talweg", donde se presentan bien clasificados, con dimensión media de 1.0 mm a 0.125 mm; están constituidos por grano de cuarzo en porcentajes de 40 a 60%, feldspatos de 10 a 15% con fragmentos de roca de 0 a 5%. Los sedimentos arcillo limosos y arena arcillosos son típicos de los niveles naturales. Se presentan pobremente clasificados, y la distribución de arcilla y arena limosa se observó en paquetes y sin estructuras sedimentarias. Los granos de arena son transparentes, angulosos y ligeramente poliautos.

Sedimentos limosos y arcillosos.- Los sedimentos limosos y arcillosos con dimensiones medias de 0.062 mm y menor de 0.004 mm. Son ricos en materia orgánica y su coloración es negra o café; se muestran pobremente clasificados y sin estructura.

CUATERNARIO RECIENTE LLANURA DE INTERMEDIOS (Ollin)

Generalidades

Como Cuaternario reciente, llanuras de intermedios, se caracteriza a las depósitos áreos bajas, sin relieve, localizadas hacia estovante de las lagunas y barreras litorales inundables por la acción de las mareas.

Estas llanuras muestran, en su límite superior, un pequeño escarpe motivado por la acción erosiva de la marea ascendente y el oleaje por viento.

Litología

Las llanuras de intermedios están constituidas por sedimentos finos, arena de grano medio a fino y limos que, ocasionalmente, presentan vetas de arcillas redondeadas y subangulosas, de constitución ígnea, metamórfica y sedimentaria. Contienen escaso porcentaje de materia orgánica que varía entre 2 y 5% y no presentan estructuras.

CUATERNARIO RECIENTE LLANURAS MIXTAS DE INUNDACIÓN (Q11r)

Generalidades

Son sedimentos limosos y arcillosos, característicos de las zonas topográficamente bajas, próximas a la desembocadura de los ríos y sujetas a la acción de las mareas y al flujo del río. Las áreas bajas localizadas hacia el interior de las barreras arenosas, constituyen cuencas de sedimentación donde se depositan los sedimentos limos y gran cantidad de materia orgánica, en especial de origen vegetal.

Litológia

Los sedimentos limos, limos y arcillas, característicos de las llanuras mixtas de inundación, constituyen bloques negros, ricos en materia orgánica; no presentan estructuras, aunque es posible observar laminaciones sencillas conformadas por sedimentos limosos.

ROCAS INTRUSIVAS

Generalidades

Las rocas ígneas intrusivas por comodidad y debido a su composición, se han dividido en dos grupos principales, aunque se pueden dividir en muchos más.

Atendiendo a la edad de emplazamiento y de acuerdo con evidencias de campo, el grupo más antiguo corresponde a trances de composición ácida a intermedia con un rango que va del Cretácico Superior-Paleoceno al Oligoceno y que se le ha asignado con el nombre de intrusivo ácido (Ia). Estos trances en algunas localidades alcanzan dimensiones batolíticas y a todo el conjunto se le designa con el nombre de batolito de Sonora-Sinaloa.

Al segundo grupo se le ha designado con el nombre de intrusivo básico (Ib) y está constituido por cuerpos menores, diques y tontos de composición que varía de andesítica a basáltica, asignándole una edad de Terciario superior.

INTRUSIVO ACIDO (Ia)

Con este nombre se designa a las rocas intrusivas de composición ácida a intermedia, que consisten principalmente de granitos, granodioritas, y tonalitas, como series o asociaciones petrológicas principales del batolito que aflora en los Estados de Sonora y Sinaloa. Siendo estas rocas intrusivas las que presentan mayor área de afloramiento en la zona estudiada.

Una visita de conjunto a todos los afloramientos de esta unidad en la zona estudiada, nos permite hacer notar que el intrusivo alcanza dimensiones batolíticas, aunque en superficie solo sean troncos aislados y pequeños apéndice del gran batolito, conservando un nombre general Mx-SBS.

En general, esta unidad no representa un gran batolito o una serie de troncos relacionados entre sí, sepultados en parte por sedimentos de la planicie costera y hacia el este, por la gruesa sección de lignebritas que forman la Sierra Madre Occidental.

La mineralogía de los intrusivos es relativamente uniforme en todo el área. Los principales minerales son: plagioclasa, cuarzo, alcaespato potásico (ortoclasa y microclina), biotita, hornblenda, anfena, circon y minerales opacos; epidota, clorita y sericita como minerales de alteración.

El tamaño de grano en estas rocas plutónicas varía de medio a fino, predominando las rocas de grano fino (0.5 a 1.0 mm) y la textura predominante es holocristalina.

Las plagioclases como minerales esenciales forman alrededor del 43% de la roca y son encontrados adoptando formas prismáticas, tabulares y usualmente subhedrales, algunos de los cristales muestran composición zonal y por lo regular tienen buen esbozo, se encontró que estas plagioclases son de composición de la oligoclasa y andesina, como minerales de alteración la sericitita y epidota. El cuarzo forma hasta el 25% de la roca, presentándose en granos de forma subhedral con extinción ondulante y forma parte del material intersticial.

El porcentaje de feldespato potásico es de 30 a 35% y ocurre solamente en forma intersticial. La ortoclasa es el feldespato más común, aunque puede observarse también microclina, lo que nos permite suponer que en las localidades con microclina el intrusivo se enfrió a más altas temperaturas que las rocas graníticas de otras localidades.

La biotita es el mineral ácido más común de las rocas intrusivas y constituye el 10% de la roca. La composición química de la biotita, debe variar un poco en las diferentes localidades; así, en algunas localidades en el norte del área donde la esfena es abundante, la biotita presenta un color ro-

jirco oscuro, que nos indica una composición rica en titanio. Todos los cristales de biotita presentan una alteración a clorita en los bordes. Esta clorita tiene un pleocroismo variable y colores de interferencia anulares. No se observó ninguna orientación preferencial de estos cristales y es notable el desarrollo de caras cristalinas.

La hornblenda se observa en coexistencia con la biotita, mostrando un fuerte pleocroismo verde azulado. Estos cristales son generalmente de forma prismática, anhédrales y en ocasiones subhédrales, su tamaño es de 0.1 a 1.0 mm y en algunos casos tiene raras. Generalmente tienen estructura pegmatítica (inclusiones de plagioclasa y biotita), se encuentran alteraciones a biotita y en menor grado a epidota.

La anortita no ha sido observada hasta ahora en el intrusivo, sin embargo, una alteración periclítica está siempre presente, especialmente en los núcleos de las plagioclasas, donde son más ricas en anortita.

Los minerales accesorios con menor porcentaje son esfena, zircón y apatita, de los cuales la esfena es la más abundante, llegando a formar hasta el 1%, la apatita ocurre como inclusiones de la hornblenda y el zircón siempre es subhedral. Los minerales opacos forman de 2 a 3% de la roca y su tamaño varía de 0.1 a 0.2 mm, son anhédrales a subhédra-

las y fuertemente magnéticas, indicándonos la presencia de magnetita.

Los xenolitos son muy comunes y se encuentran en casi todos los afloramientos; son generalmente fragmentos subredondeados de rocas de color oscuro, de grano muy fino. El tamaño varía de 1 a 10 cm, de forma alargada y se encuentran estar orientados en una dirección preferencial. Los xenolitos pueden ser descriptos como xenolitos consanguíneos, ya que se consolidaron primeramente en los bordes de los intrusivos y posteriormente fueron fracturados y reincorporados al magma que faltaba por consolidarse. La mineralogía de éstos consiste en: plagioclasa, hornblenda verde y biotita parda. Las plagioclasas presentan ángulos de extinción mayores que los de la roca encajante, por lo que nos indica ser más ricas en anortita. Los contactos de los xenolitos con la roca encajante son siempre irregulares y angulosos. Se pueden encontrar diques delgados de splita y pegmatita en los intrusivos. Los diques pegmatíticos se siguen a menudo por algunas decenas de metros, pero su espesor es de 1 a 5 cm solamente. Su composición consiste en microclina, albica, cuarzo y turmalina. Estas rocas son más resistentes al intemperismo que las rocas a las que intrusione, razón por la cual son fácilmente identificables en el campo.

Los contactos entre los intrusivos y las rocas en-

cojedores desafortunadamente se encontraron muy alterados, siendo éstos muy irregulares y casi siempre varicilios. Sin embargo, pocas evidencias de flujo en los intrusivos, por lo que es probable que éste se haya esparcido como una masa cristalina. Al vapor debe haber sido muy seco y casi solamente algunos cambios metamórficos en las rocas encajantes, y éstas fueron probablemente precalentadas, ya que no muestran efectos de metamorfismo de contacto. Posiblemente estos efectos metamórficos hayan sido oscurecidos por el intenso intemperismo que afecta a las zonas de contacto.

Las relaciones entre los cuerpos intrusivos y las rocas encajantes, presentan en general un aspecto complejo, dando la impresión de que se trata de intrusiones múltiples, originadas seguramente en el Cretácico tardío y llegando hasta el Terciario medio (T). Tales plutones están a la vez cortados por diques de composición básica a intermedia, afectando a todas las rocas volcánicas del Terciario.

Anderson y Silver (1969), indican que esta unidad se esparció en una gran parte del oeste de México durante el Cretácico superior y Terciario inferior. Han determinado edades de estas intrusiones graníticas en Morelos, a lo largo de la costa de Sonora desde la Bahía de Kino, 500 km al noroeste de Mazatlán, a San Luis Río Colorado, al sur de los límites con Arizona, y obtuvieron edades de 80 a 100 m.a.

Danon y Mueger (1966) hicieron un histograma de todas las edades de Potasio-Argón calculadas para las rocas graníticas del oeste de USA y su histograma mostró claramente dos distintos períodos de magmatismo granítico en el oeste de Norteamérica. El período más antiguo se presentó hace 80 a 50 m.a. y el más joven de 40 a 70 m.a.

Posiblemente el magmatismo granítico principió en el Cretácico tardío en el norte y gradualmente se extendió hacia el sur.

Henry (1972) por el método de Potasio-Argón tomó numerosos ejemplares de muestras colectadas al poniente y sur de San Ignacio, usó la biotita y hornblenda del intrusivo, obteniendo una edad promedio de 70 m.a. El mismo, proporcionó otro dato de 50 m.a. para un granito que corta rocas asignadas al Terciario inferior volcánico (Tiv), entre San Ignacio y Tayotitla, siendo este granito similar petrográficamente al anterior. Unos 40 km al NE de Mazatlán, en un poblado llamado San Marcos, tomó también dos ejemplares del intrusivo que aflora en ese lugar por el mismo método mencionado; un ejemplar fue colectado a 2 km al sureste y el otro 5 km al este del mencionado poblado. El primero dio una edad de 40 m.a. y el segundo 60 m.a. Determinó también un ejemplar colectado en una tonalita a pocos kilómetros de El Rincón (15 km al norte de Villa Unión), dándole una

edad dispersada de 125 m.a. en hornblenda y 52 m.a. en biotita; esto nos podría indicar que la tonelita fue probablemente reactivada por intrusivos que se presentan en el área que cubre el presente trabajo o más al sur, ya que en el área de Concordia (5 km al norte de Deslilles), otro ejemplar colectado en esa zona dió una edad de 56 m.a.

INTRUSIVO BASICO (Ib)

Se designa con este nombre a una serie de rocas intrusivas que forman cuerpos menores y diques de composición andesítica y basáltica. No fue posible cartografiar la mayoría de éstos, debido a su pequeño tamaño; sin embargo, fue posible cartografiar un intrusivo con pequeños apéndice en los alrededores de la ciudad de Maratlán. Hechos de estos diques son posteriores al depósito de las ignimbritas asignadas al Terciario superior ácido (Tsa), están formados por plagioclasas, piroxenos y minerales opacos, variando su composición de andesítica a basáltica y la textura de porfídica a aphanítica. Estos diques siguen o están paralelos a los sistemas de fracturas y fallas.

El intrusivo de Maratlán está constituido por 25% de plagioclasas sericitizadas y parcialmente reemplazadas por calcita con un tamaño de 1 a 5 mm de forma subhedral a euhedral y no se encuentran zonadas, minerales opacos 4% de 0.5 a 1 mm, fragmentos redondeados de rocas básicas de 5 a 6 mm de diámetro, clorita, cuarzo y un poco de vidrio.

Este intrusivo se encuentra afectando a rocas de composición ácida de la unidad Terciario inferior ácido (Tia) por lo tanto deben ser muy posteriores a éstas y al intrusivo ácido (Ia).

INTRUSIVO BASICO (IB)

Se designa con este nombre a una serie de rocas intrusivas que forman cuerpos menores y diques de composición andesítica y basáltica. No fue posible cartografiar la mayoría de éstos, debido a su pequeño tamaño; sin embargo, fue posible cartografiar un intrusivo con pequeños apófisis en los alrededores de la ciudad de Masatlán. Muchas de estas diques son posteriores al depósito de las lignitritas asignadas al Terciario superior ácido (Tsa), están serrados por plagioclases, piroxenos y minerales opacos, variando su composición de andesítica a basáltica y la textura de porfídica a efusiva. Entre diques siguen o están paralelos a los sistemas de fracturas y fallas.

El intrusivo de Masatlán está constituido por 25% de plagioclases sericitizadas y parcialmente reemplazadas por calcita con un tamaño de 1 a 5 mm de forma subhedral a euhedral y no se encuentran zonadas, minerales opacos 4% de 0.3 a 1 mm, fragmentos redondeados de rocas básicas de 3 a 4 mm de diámetro, clorita, cuarzo y un poco de vidrio.

Este intrusivo se encuentra afectando a rocas de composición ácida de la unidad Terciario inferior ácido (Tia) por lo tanto deben ser muy posteriores a éstas y al intrusivo ácido (Ia).

Atendiendo a un criterio regional, es esta misma unidad observada en otras localidades y que se encuentran fuera del área que cubre el presente trabajo, se los considera del Terciario superior por afectar parte de esa misma secuencia.

CAPÍTULO 5

TECTÓNICA

El rango tectónico más prominente corresponde a una red de fallas normales, esta red está organizada en dos direcciones principales como es observado en el plano geológico: una NNW-ESE predominantemente, más o menos paralela a la costa del Golfo de California; la otra conjugada de menor desarrollo de dirección NE-SW.

La mejor expresión estructural de esta tectónica en extensión, está representada por la génesis del graben de Cacahotán, alargado NNW-ESE, la cual está representada por la dirección del río Pánuco. Al nivel de este graben las fallas que lo bordean ponen en contacto al Cuaternario pleistoceno clástico (Qpc) con el Terciario inferior volcánico (Tiv). Lo que nos indica que la edad del fallamiento es reciente: probablemente plio-cuaternario. En áreas vecinas, más al norte, este fallamiento reciente está relacionado con emisiones de rocas volcánicas básicas (basaltos de olivino).

Sobre el río Pánuco a la altura del poblado de Cacahotán, sobre la margen poniente del mismo río, se observó la discordancia angular de los clásticos del Cuaternario pleistoceno clástico (Qpc) sobre las rocas volcánicas asignadas al Terciario inferior (Tiv). Esto nos indica que una deformación

en compresión afectó a esta área anteriormente al Plioceno y posterior al depósito del Terciario inferior volcánico (Tiv), es decir Post-Eoceno. Esta deformación está acompañada por intrusiones ácidas cuya edad radiométrica varía de 50 a 50 m.a. Las pliegues generados durante esta deformación son muy enovos (40° de echado). La dirección de estas estructuras es NW-SE, es decir, paralelas a las actuales costas pacíficas de esta porción de la República.

CAPÍTULO 6

GEOLOGIA HISTÓRICA

La secuencia estratigráfica ha visto alterada su posición original por plegamiento, fallas, intrusiones y discordancias, que encubren los eventos geológicos transcurridos en el área. Ocasionalmente, procesos de metamorfismo han dado una apariencia semejante a rocas de composición y edad diferente. No obstante lo anterior, se han podido inferir distintos eventos ocurridos durante el Cenozoico.

Durante el Terciario inferior y medio (?) fueron emplazados cuerpos graníticos que por suerte erosionados afloraron desde el Terciario medio al presente. Es posible que en el Terciario inferior, la actividad magmática intrusiva, haya provocado amplios pliegues abombados y fallas que actuaron, especialmente sobre rocas del Cretácico (ausentes en esta porción, pero presentes al norte del área) y sobre la secuencia volcánica del Terciario inferior. Esta actividad tecto-magmática termina en el Terciario medio, período en el cual se manifestó una gran actividad volcánica de carácter ignimbritica. Las diferenciaciones magmáticas corresponden, tal vez, a diferentes eventos tectónicos que han permitido establecer entre el Terciario inferior y medio, una separación estratigráfica incluida por

movimientos epiroténicos que comunican el carácter más relevante durante el Cenozoico por la formación de cuencas endorreicas y depósito de rocas elásticas y volcanoclásticas en ellas.

Durante el Terciario superior (Plioceno) y el Cuaternario, comienza a formarse la llanura costera del Estado de Sinaloa, debido a fallamiento en bloques con dirección NW-SE y al depósito de alúvios en los grabens.

En el Pleistoceno se encuentran abundantes depósitos de talud, abanicos aluviales y depósitos litorales.

Es probable que fallamiento en bloques asociados a levantamientos de corte, favorecieron la formación de deltas en el pasado. En el Reciente Cuaternario se han desarrollado la mayoría de las veces, asociados a paleodeltas, con lo cual se terminan los eventos más importantes de la historia geológica del área.

CAPÍTULO 7

GEOLOGÍA ECONOMICA

En la porción sur del área, en los municipios de Rosario y Escuinapa, la actividad minera empieza a desarrollarse. Los caminos que están abriendo hacia la zona minera de Planosas y Corral de Piedra (un poco fuera del área) han contribuido a promover el renacimiento de esta actividad. Otras localidades que han tenido reciente actividad minera son las de La Huerta y Picochuc en la porción oriental y en Copula y Pánuco en el norte. En todas las localidades los minerales en prospección son cobre y plomo con contenidos de plata y oro, localizadas estas mineralizaciones en rocas asignadas al Terciario inferior.

C A P Í T U L O 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista geológico se concluye que existe una unidad litológica que es la que normalmente se encuentra mineralizada y alterada por las que afloran en toda el área y se deben mapear a detalle en donde se encuentran en contacto con las zonas volcánicas del Terciario inferior, para localizar las zonas más favorables que puedan encontrarse mineralizadas. El Terciario medio volcanizádico (Tm) debe ser objeto de un estudio aeroradiométrico porque en el E del Estado se han encontrado anomalías radiactivas, lo mismo que en el Terciario clásico (Tc), los que tienen una extensión considerable en el área.

BIBLIOGRAFIA

- Bonneau, M. (1972). Données nouvelles sur les séries crétacées de la Côte Pacifique du Mexique: Bull. Soc. Geol. de France (7), XIV, p. 55-65.
- Clabaugh, S. E. (1972). Geologic road log Durango-Mazatlán: Soc. Geol. Mex. IXa Convención Nacional, Memoria, p. 80-85.
- Clabaugh, S. E. and McDowell, F. W. (1972). Estudios Potasio-Argón de rocas volcánicas en la Sierra Madre Occidental, al noroeste de Mazatlán: Soc. Geol. Mex. IXa. Convención Nacional, Memoria, p. 182-185.
- Damon, F. L., and Harper, R. L. (1966). Epithermal-Congery viewed from the Basin and Range Province: Soc. Mining Eng. AIME, Trans., v. 235, p. 95-112.
- Fredrikson, G. (1974). Geology of the Mazatlán area, Sinaloa Western Mexico: Unpubl. Ph. D. Thesis, Univ. of Texas at Austin.
- Henry, Ch. D. (1972). K-Ar chronology of the granitic batholithic complex, Sinaloa, Mexico: Unpubl. M. A. Thesis, Univ. of Texas at Austin.
- Instituto de Geología, USAM (1974). Geología del Estado de Sinaloa (en prensa).

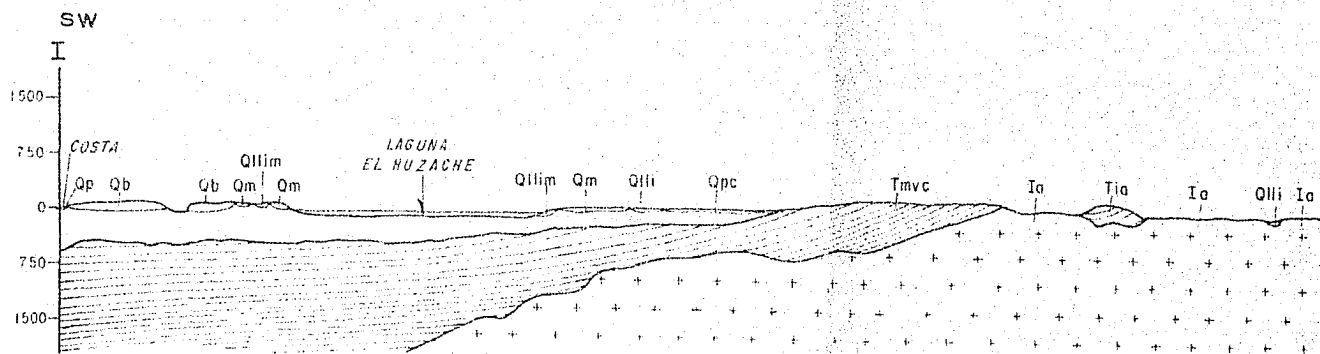
Walt, R. H., Jr. (1970). Igneobrites of the Sierra Madre Occidental, between Durango an Mazatlán, Mexico: Unpubl. M. A. Thesis, Univ. of Texas at Austin.

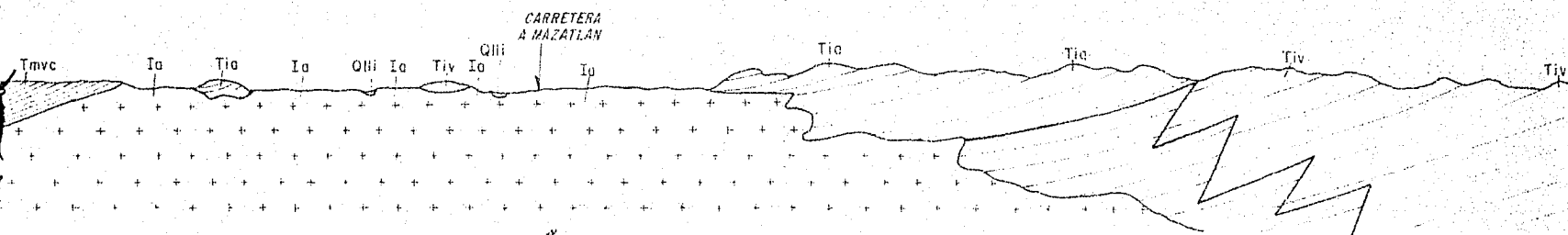
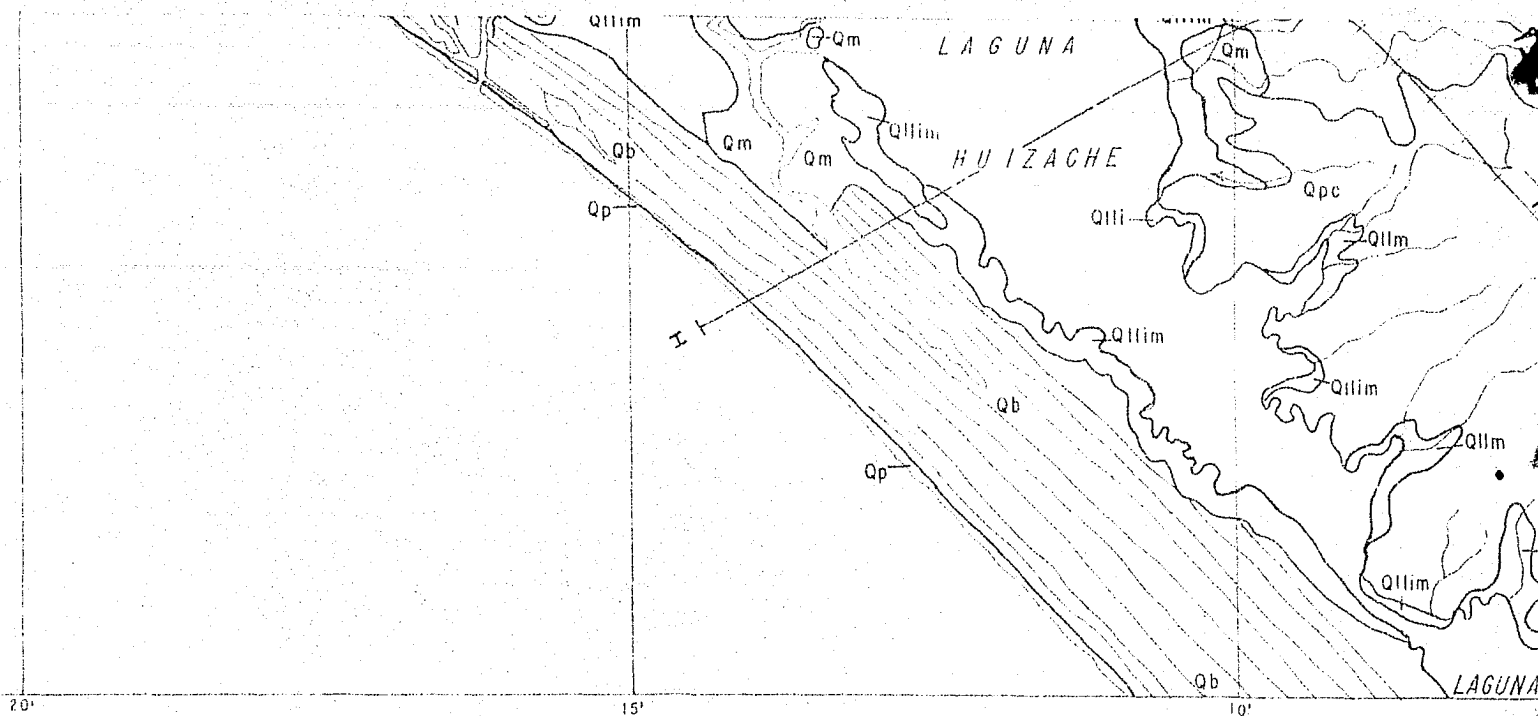
PACIFICO

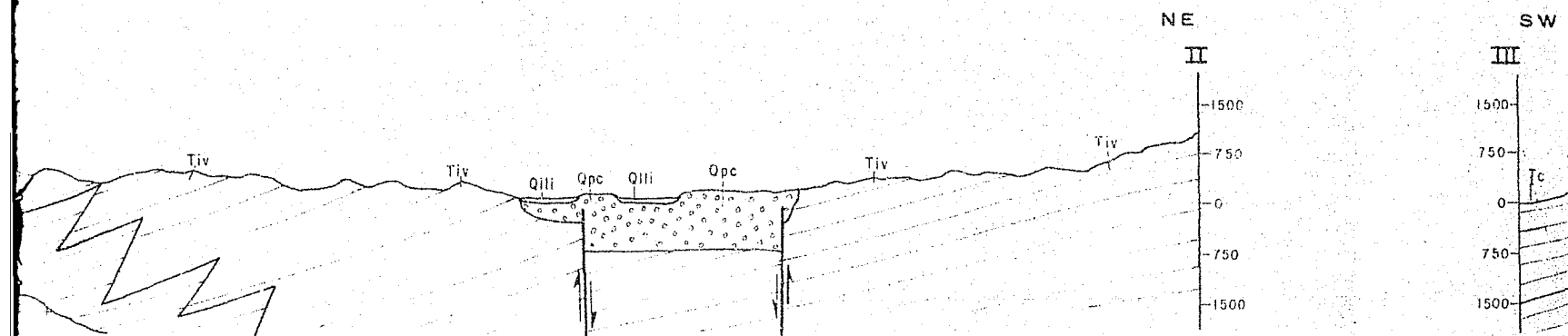
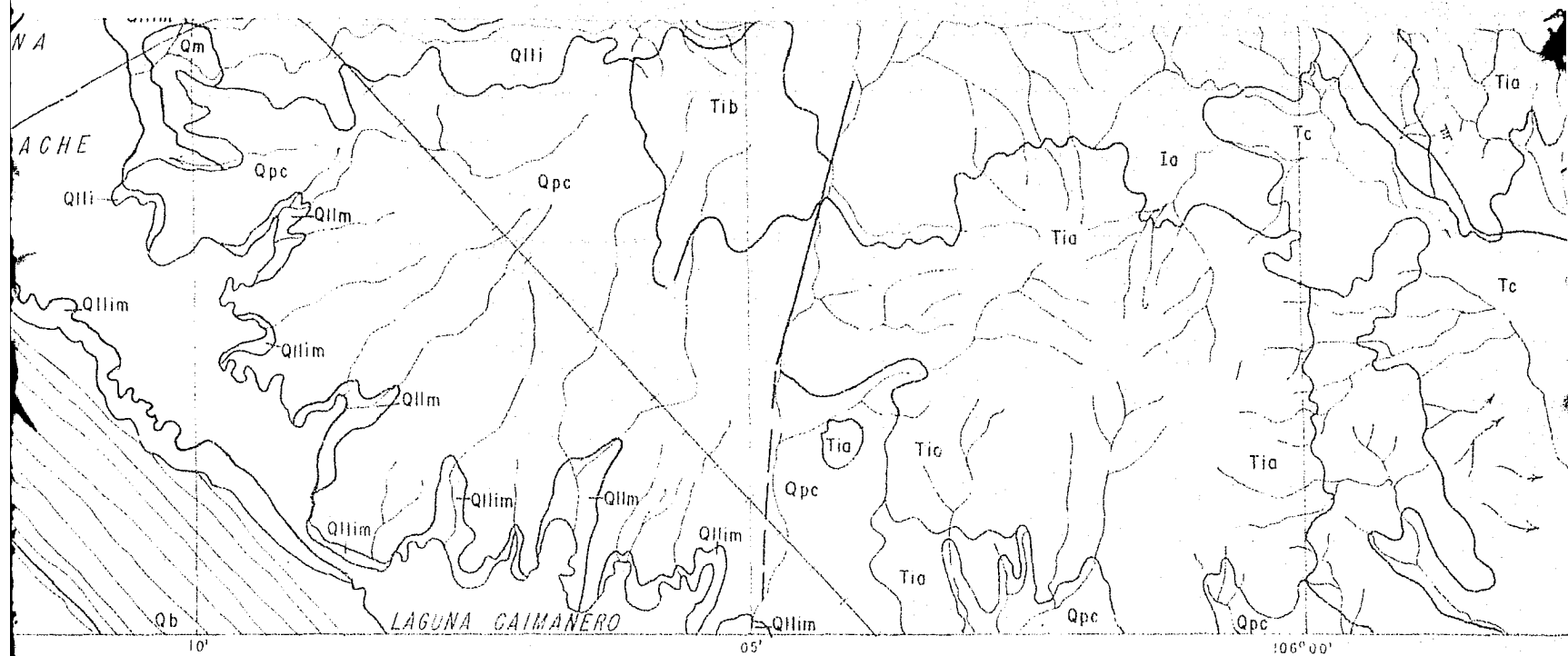
23°
00'

106°25'

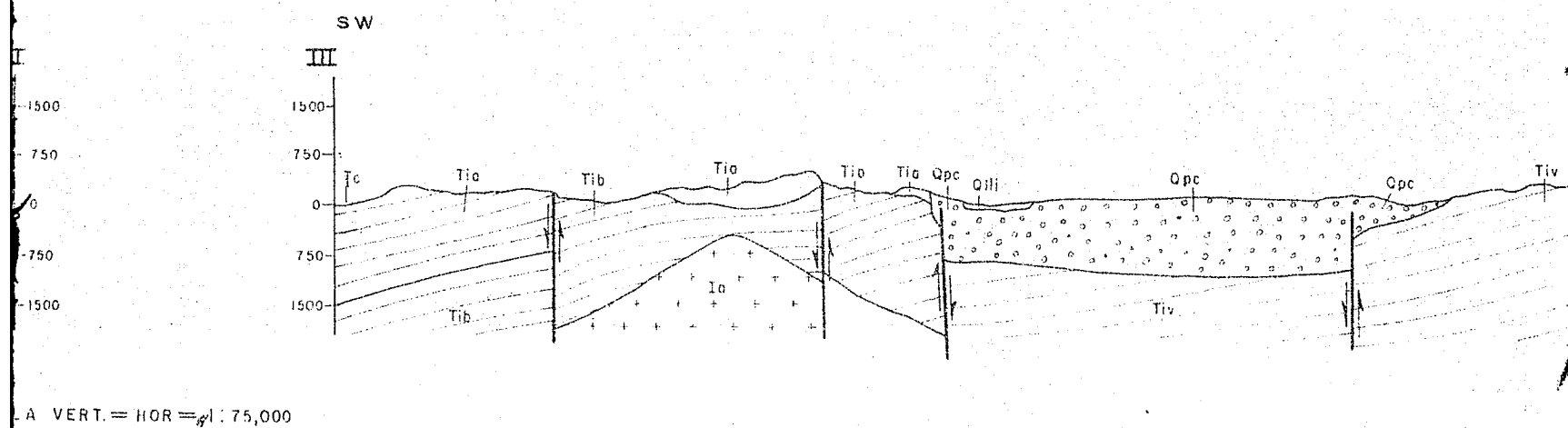
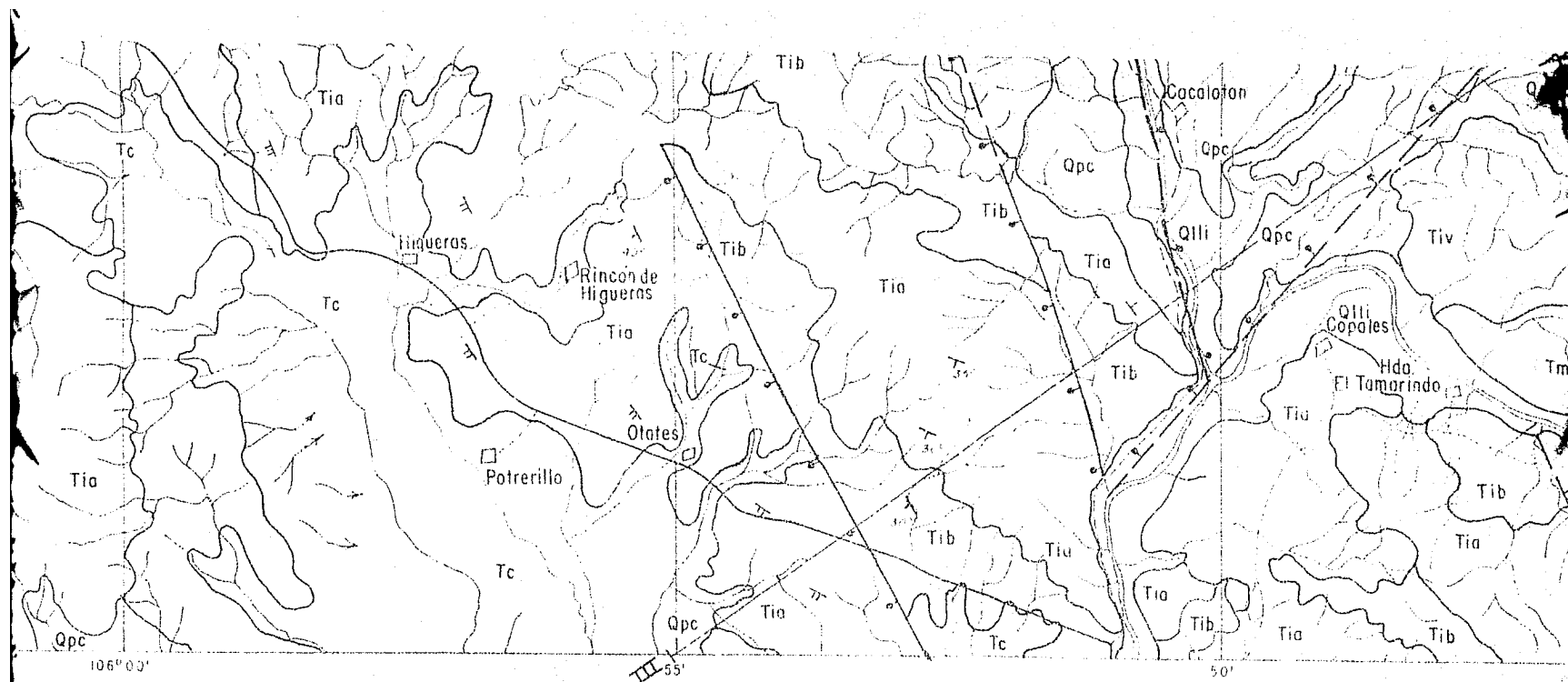
20'

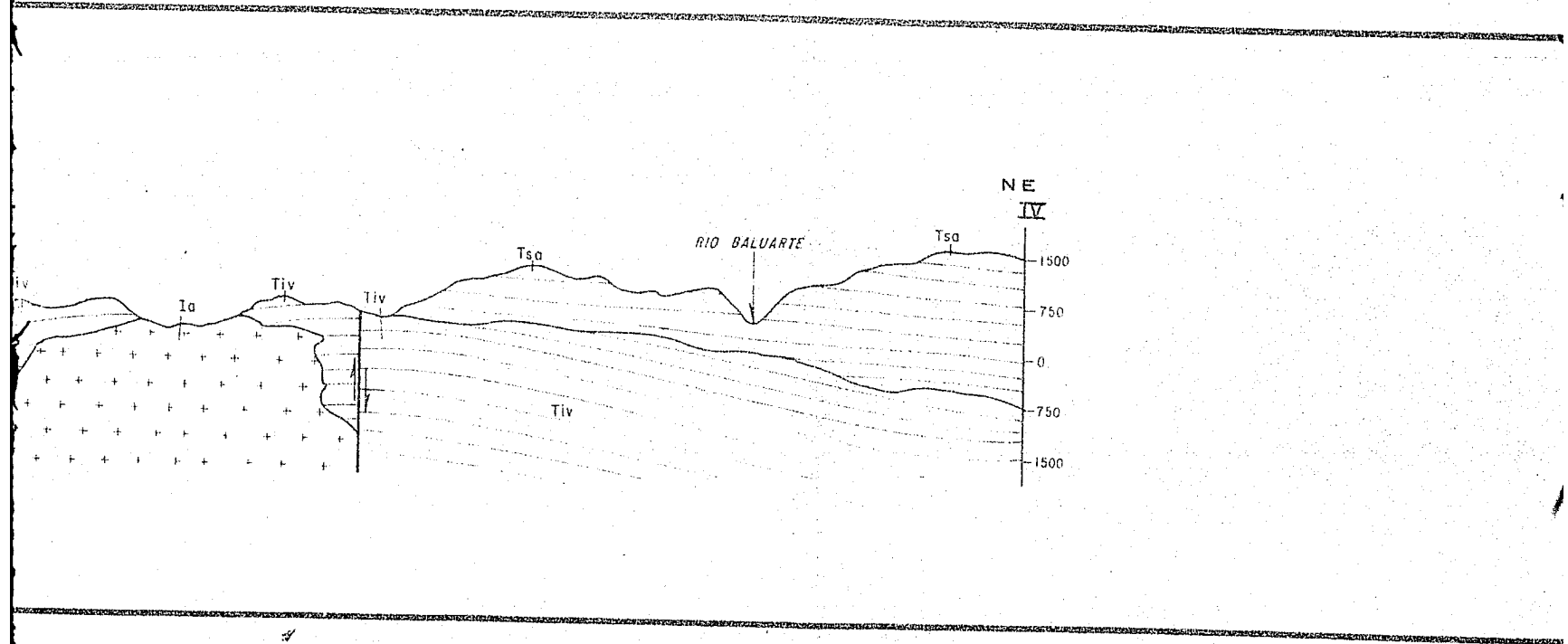
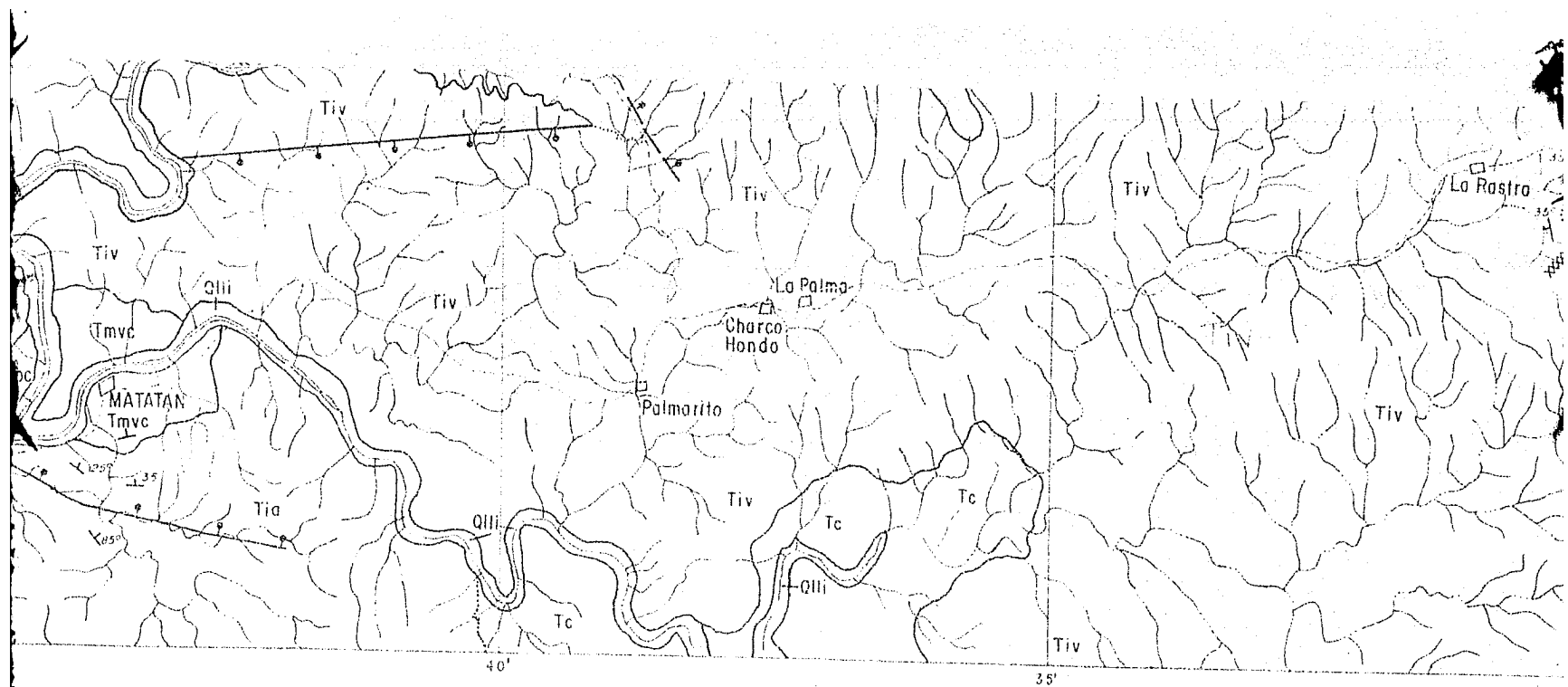


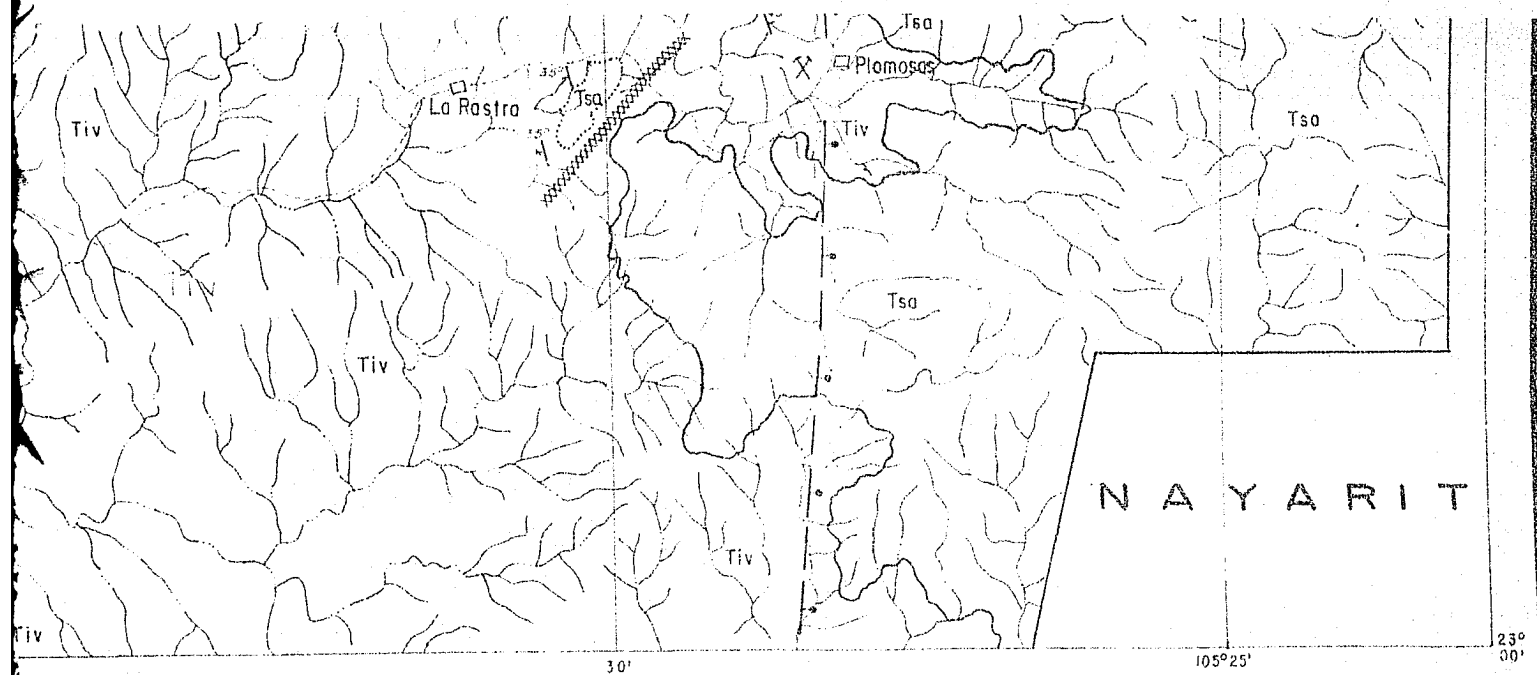




ESCALA VERT. = HOR = 1:75,000







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DEL AREA COMPRENDIDA
ENTRE LOS PARALELOS 23°15'-23°00' LAT. N.,
Y MERIDIANOS 105° 20'-106° 40' LONG. W.
DEL EDO. DE SINALOA

TESIS PROFESIONAL

DIC-74

ESCALA 1:75,000

RIGOBERTO RUIZ B.

Tsa

A Y A R I T

105°25'

23°
00'

AL AUTONOMA DE MEXICO
E INGENIERIA

GICO DEL AREA COMPRENDIDA
OS 23°15'-23°00' LAT. N.,
5°20'-106°40' LONG. W.
DE SINALOA

DIC-74

RIGOBERTO RUIZ B.

Tib

Tiv- Terciario inferior Volcánica- Rocas volcánicas sin diferenciar, se distinguen por estar casi siempre deformadas.
Tia- Terciario inferior Acido- Igimbrios, tobas riolíticas y areniscas tobáceas de color claro, deformadas y alteradas.
Tib- Terciario inferior Básico- Andesitas con zeolitas, areniscas tobáceas y brechas.

ROCAS INTRUSIVAS

Ib

Ib- Intrusivo Básico- Cuerpos menores y diques de composición andesítica en toda el área.

Ia

Ia- Intrusivo Acido- Granito, Granodiorito, Manzanita y tonolita como facies principales.

SÍMBOLOS GEOLOGICOS

Formación geológica terciaria inferior acida granito, este intrusivo

Formación geológica terciaria inferior basica, este intrusivo

Formación geológica terciaria inferior basica, este intrusivo

Formación geológica terciaria inferior basica, este intrusivo

Cauca horizontal

Formación geológica terciaria inferior basica, este intrusivo

Formación geológica terciaria inferior basica, este intrusivo

Mina, cata o cantera

Línea de Sección

SÍMBOLOS TOPOGRAFICOS

Rio

Bermas

Carrilera pavimentada

Atrio

Ciudad

Carrilera Revestida

Veredas abundantes

Poblado

Terraceria o Brecha

Terraceria fluvial

Terraceria

Tib

ico. Rocas volcánicas sin diferenciar, se distinguen por estar casi siempre deformadas y alteradas.
Acido-Ignimbritas, tobas riolíticas y areniscas tobáceas de color claro, deformadas y alteradas.
Andesita Inferior Básica. Andesitas con zeolitas, areniscas tobáceas y brechas.

ROCAS INTRUSIVAS

Ib

Andesítico-Cuerpos menores y diques de composición andesítica en toda el área.

Ia

Acido. Granito, Granodiorita, Monzonita y fenaquita como facies principales.

SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

Carretera de donde está infundida. Esta carretera se infundió en el 1950 y se infundió en el 1950.

Carretera de donde está infundida.

(P)

Carretera.

Carretera, infundida en el campo.

X

Cata o cantera.

Línea de Sección

Carretera y carreteras infundidas.

Carretera.

Carretera.

SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

Barrio

Ciudad

Poblado

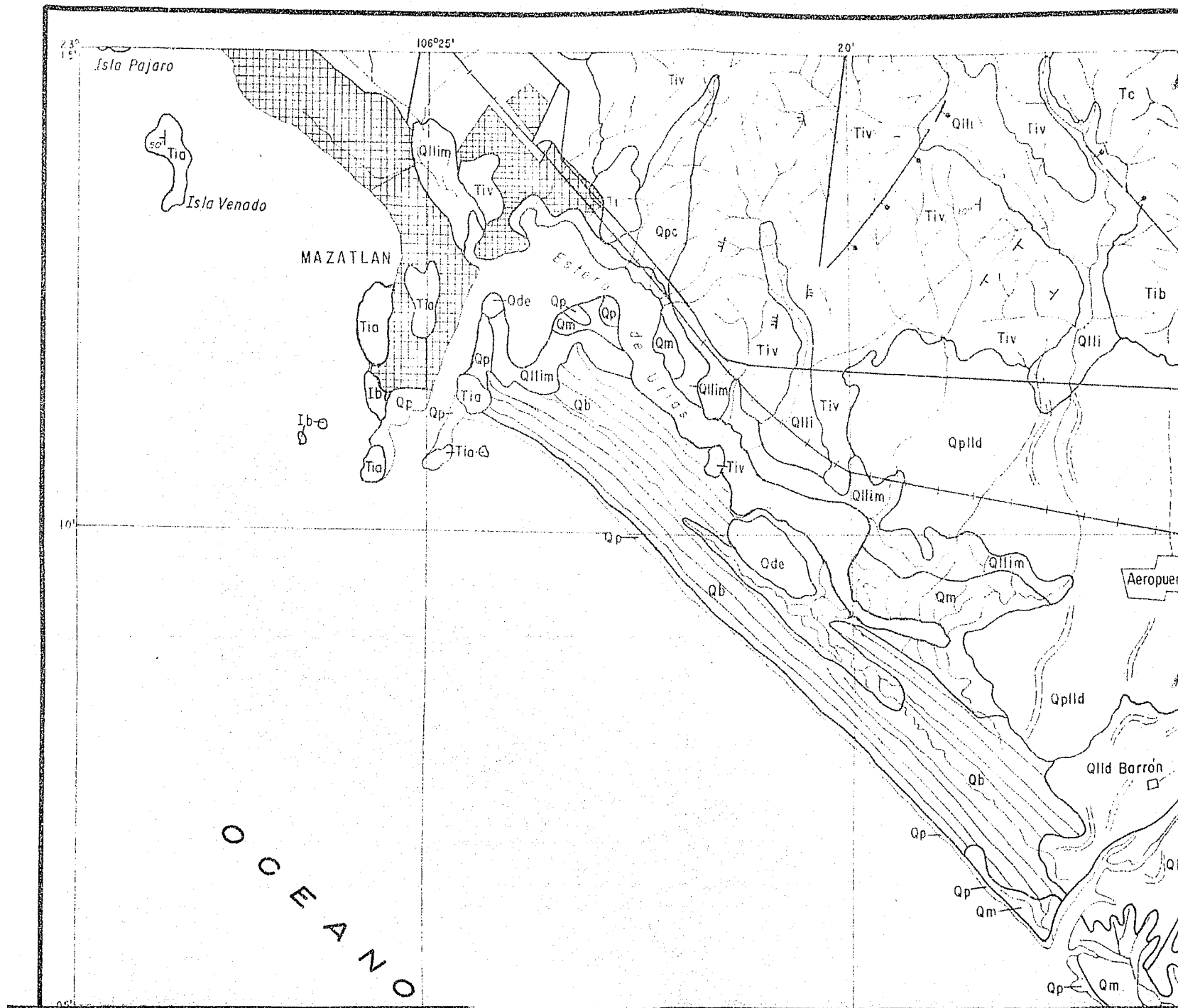
Carretera

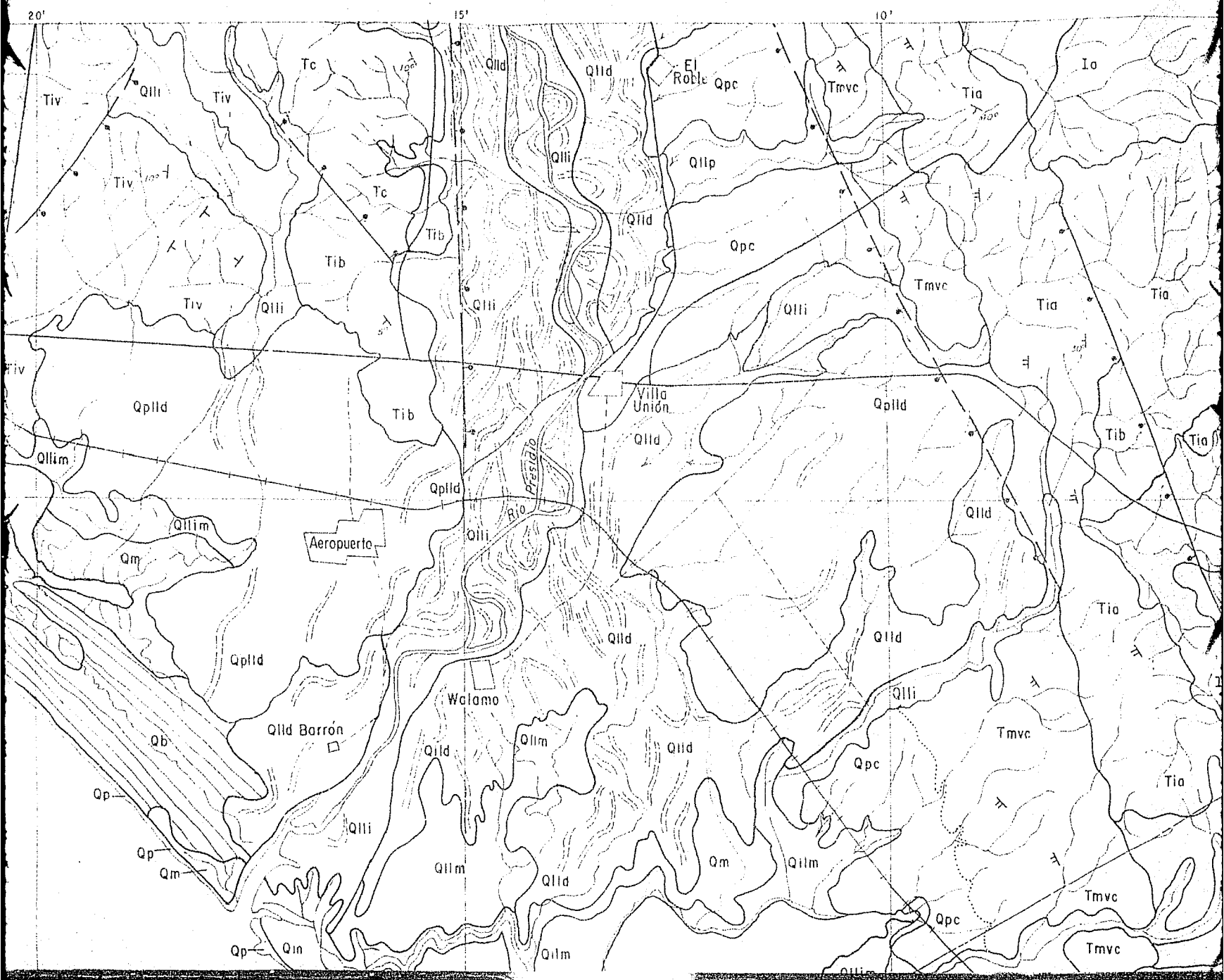
Carretera pavimentada

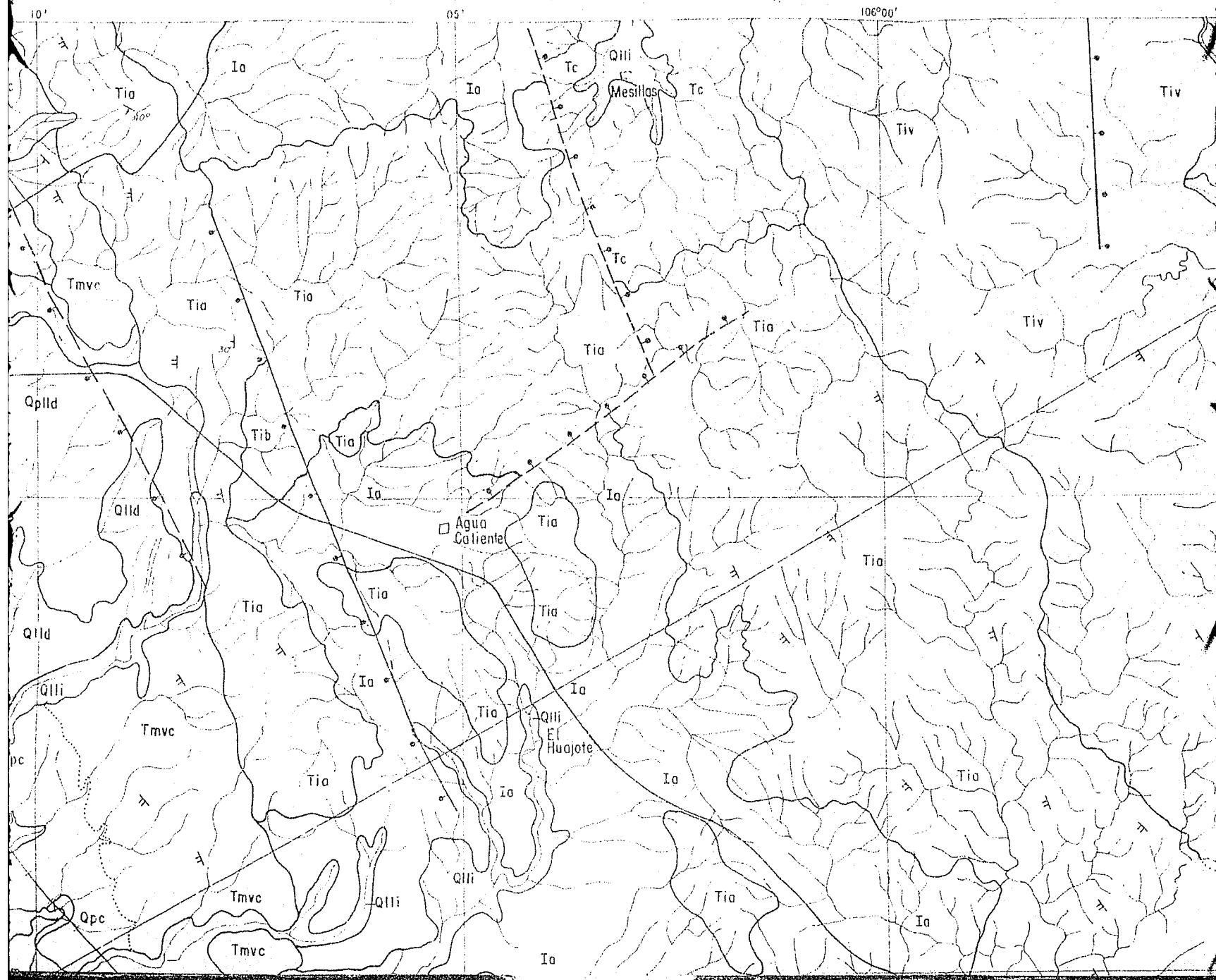
Carretera pavimentada

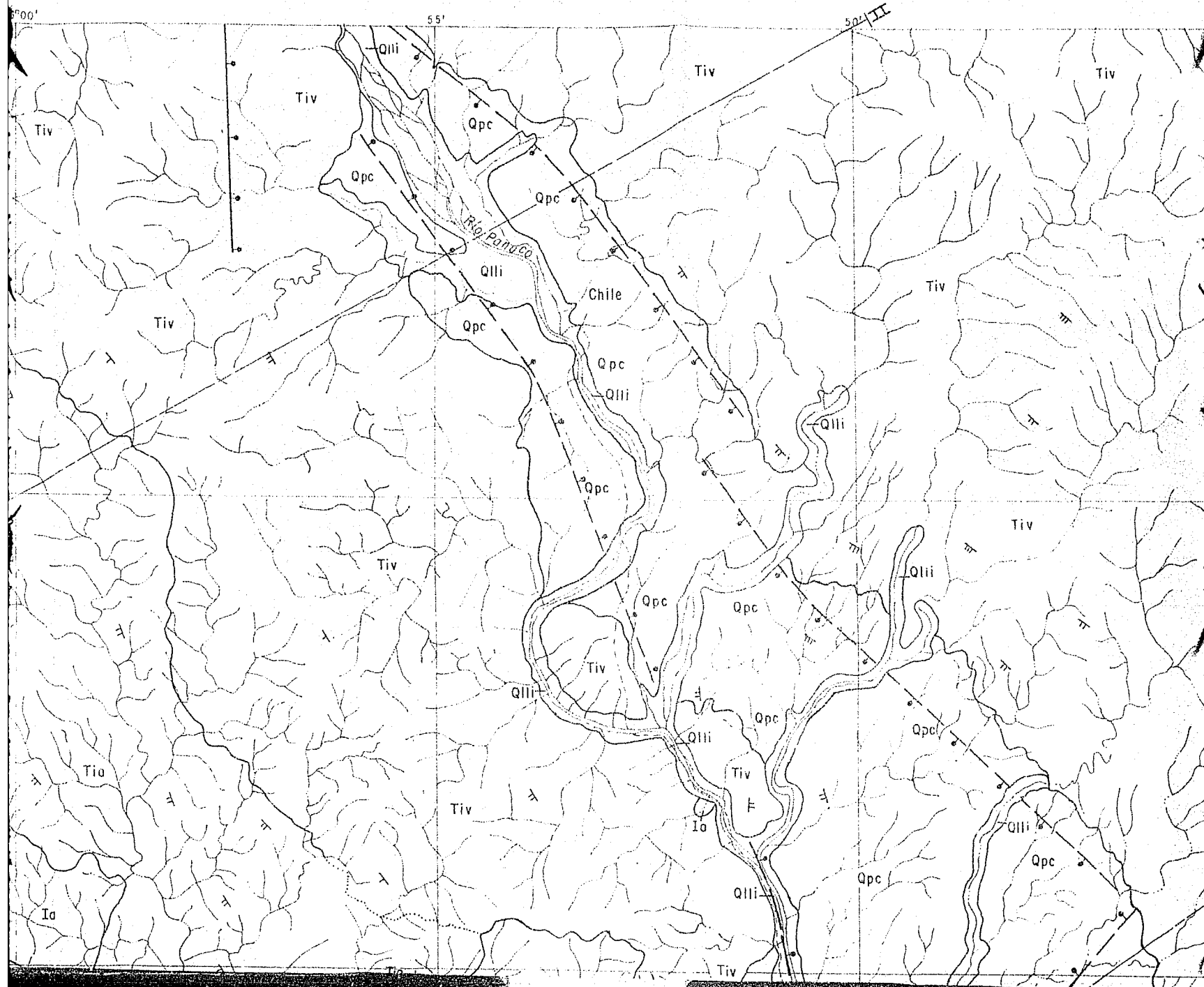
Terreterra y Brecha

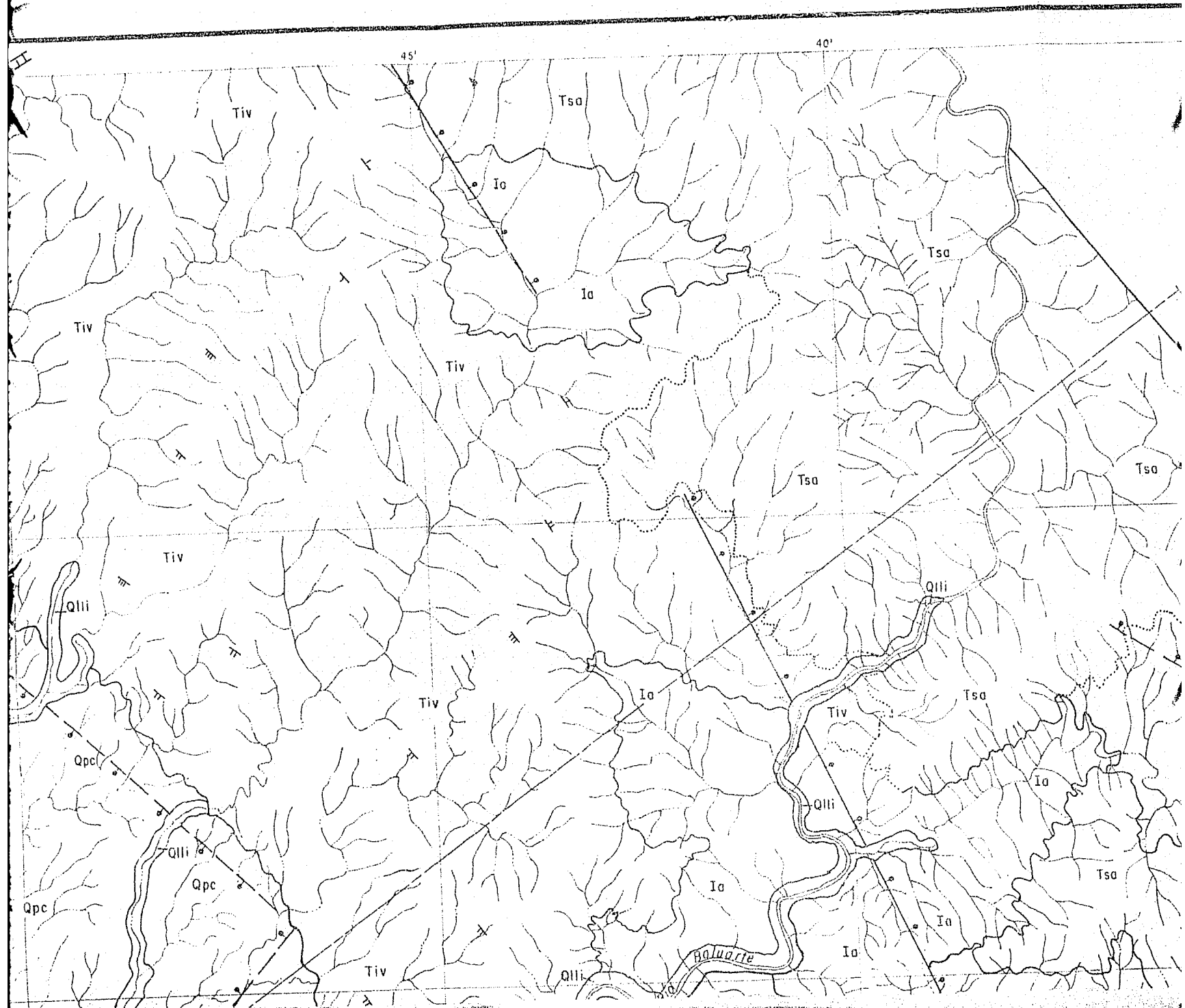
Terreterra

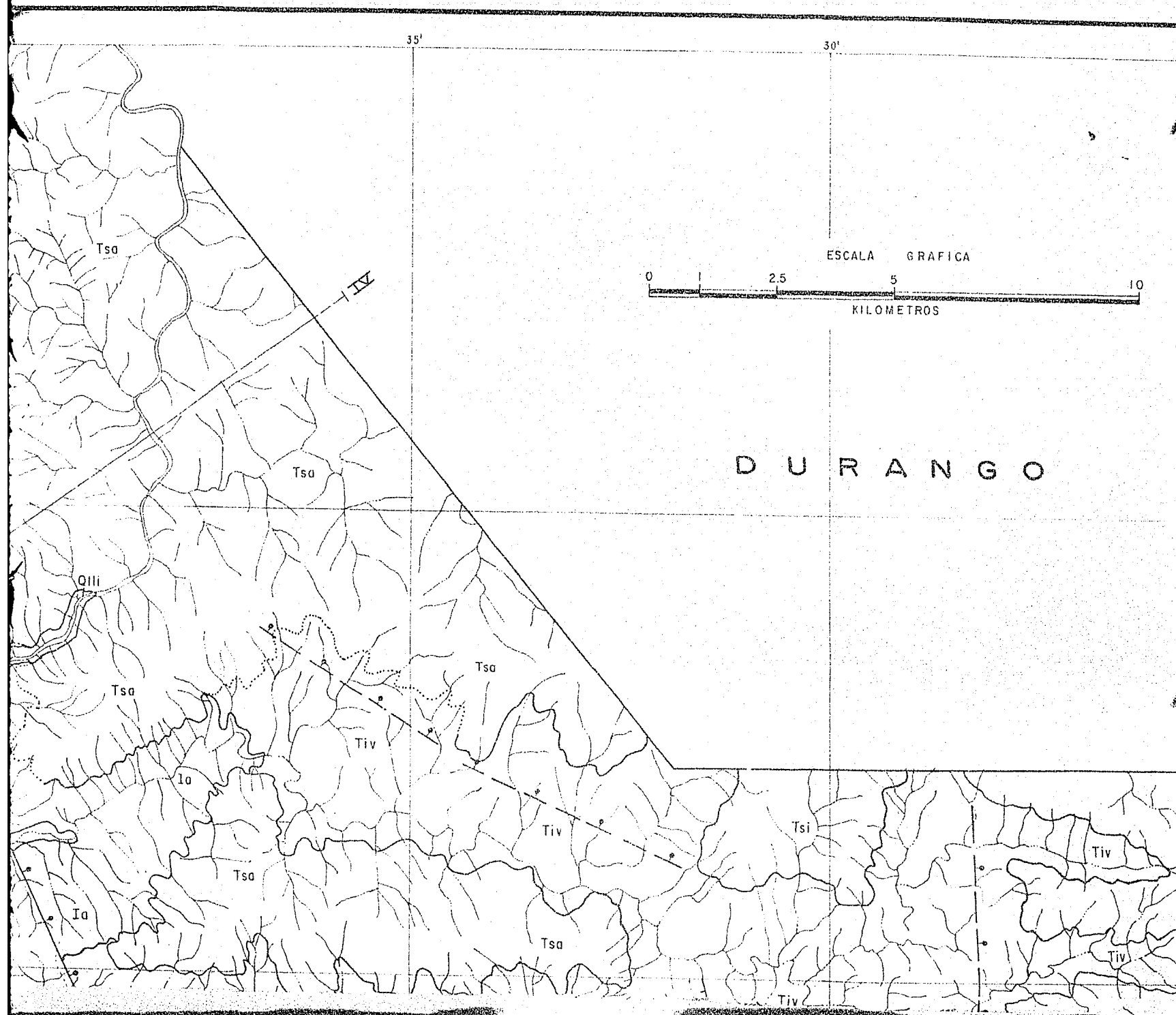












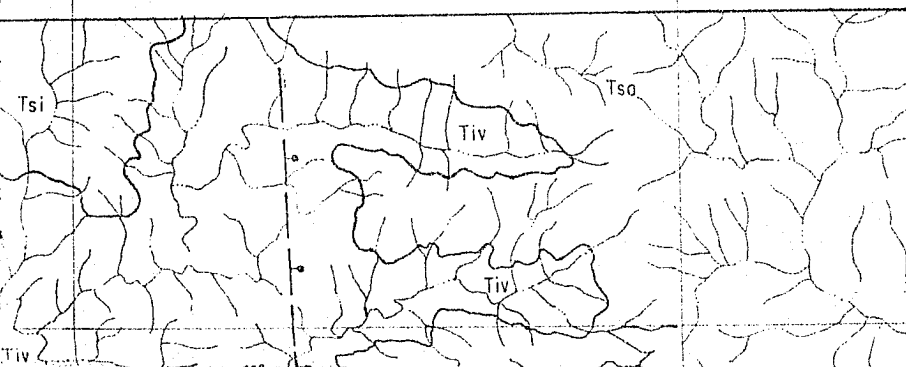
30' 105°25' 23°15'

ESCALA GRAFICA

5 10

KILOMETROS

U R A N G O



EXPI

ROCAS IGNEAS, SEDIM

Qd

Qp-Cuaternario Reciente playas, etc.
Qli-Cuaternario Reciente llanura de inundación. Gravas
Qlim-Cuaternario Reciente llanuras mixtas de inundación
proceso
Qlim-Cuaternario Reciente llanuras de intermare
depositadas.

Qde

Qde-Cuaternario Reciente dunas estabilizadas
Qm-Cuaternario Reciente ma

Qb-Cuaternario Reciente bermas. Arenas de

Qlid-Cuaternario Reciente llanura deltaica

Opild-Cuaternario, Pleistoceno llanura deltaica

Qpc-Cuaternario Pleistoceno Clástico. Depositos

D I S

Tc- Terciario Clástico - Conglomerados, aren
Depositos de clásticos y e
Tsa-Terciario Superior Acido. Ri
Generalmente presenta
Tmvc-Terciario Medio Volcanoclástico - Rocas l
variable y algunos acuíferos de lava in
hacia el poniente

CUATERNARIO

Pleistoceno-Reciente

CENOZOICO

TERCIARIO

EXPLICACION

ROCAS IGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMORFICAS

Qd	Qlli	Qllm	Qllim
----	------	------	-------

- Qp-Cuaternario Reciente playas. Constituido por arenas de grano muy grueso a fino.
 Qlli-Cuaternario Reciente llanura de inundación. Gravos, arenas, limos y arcillas depositados en canales, por procesos fluviales.
 Qllm-Cuaternario Reciente llanuras mixtas de inundación. Limos y arcillas depositados en llanuras de inundación mixtas por procesos marinos y fluviales.
 Qllim-Cuaternario Reciente llanuras de intermareas. Limos y arcillas con cantidades variables de arena y grava, depositados por la acción de las mareas.

Qde	Qm
-----	----

- Qde-Cuaternario Reciente dunas estabilizadas. Arenas de grano medio a fino en dunas con vegetación.
 Qm-Cuaternario Reciente manglar. Limo y arcillas depositados en manglar.

Qb

- Qb-Cuaternario Reciente bermas. Arenas de grano grueso a fino depositados en antiguas líneas de costa.

Qlld

- Qlld-Cuaternario Reciente llanura deltaica. Gravos, arenas, limos y arcillas depositados en deltas.

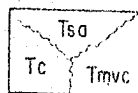
Qplld

- Qplld-Cuaternario Pleistoceno llanura deltaica. Gravos, arenas, limos y arcillas depositados en antiguos deltas.

Qpc

- Qpc-Cuaternario Pleistoceno Clástico. Depositos de talud y abanicos aluviales. En la planicie costera rellenos de gravos, arenas y limos.

DISCORDANCIA



- Tc-Terciario Clástico-Conglomerados, areniscas, areniscas tobáceas, gravos y arenas con diastrofitación. Depósitos de clásticos y epiclásticos continentales de edades diferentes.
 Tsa-Terciario Superior Acido. Riolitas, ignimbritas, tobas riolíticas y algunos dacitos. Generalmente presentan escasa inclinación o están horizontales.
 Tmvc-Terciario Medio Volcanoclástico-Rocas híbridas, tobas y clásticos continentales con grado de cementación variable y algunos acuíferos de lava intercalados. El conjunto de rocas tiene inclinaciones de 15° a 35° hacia el poniente y está moderadamente afallado.

Tiv	Tio
-----	-----