

## **General Disclaimer**

### **One or more of the Following Statements may affect this Document**

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

7.9 - 1 0 0 9 4

CR - 157984

# MAPA GEOLOGICO DE BOLIVIA

"Made available under NASA sponsorship  
in the interest of early and wide dis-  
semination of Earth Resources Survey  
Program information and without liability  
for any use made thereof."

## MEMORIA EXPLICATIVA

(E79-10094) GEOLOGICAL MAP OF BOLIVIA  
(Servicio Geologico de Bolivia, La Paz.)  
90 p HC A05/MP A01

N79-16326

CSCI 08G

Unclas

G3/43 00094



La Paz - Bolivia  
1978

YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS  
SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA

**MAPA GEOLOGICO DE BOLIVIA  
MEMORIA EXPLICATIVA**

Original photography may be purchased from:  
EROS Data Center

Sioux Falls, SD 57198

Por: Jorge Pareja L.,  
Carlos Vargas F.,  
Ramiro Suárez S.,  
Raúl Ballón A.,  
Raúl Carrasco C.,  
Carlos Villarroel A.

**ORIGINAL CONTAINS  
COLOR ILLUSTRATIONS**

1978  
LA PAZ - BOLIVIA

## CONTENIDO

	Pag.
<b>PRESENTACION</b>	
<b>PROLOGO</b>	
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. PRECAMBRICO</b>	<b>2</b>
2.1 Escudo Brasileño	
2.2 Cordillera Oriental Sur	
2.3 Altiplano	
<b>3. CAMBRICO</b>	<b>3</b>
3.1 Cordillera Oriental Sur	
3.2 Sector Central, Cordillera Oriental y Subandino	
3.3 Sierras Chiquitanas	
<b>4. ORDOVICICO</b>	<b>4</b>
4.1 Cordillera Oriental	
4.2 Altiplano	
4.3 Faja Subandina	
4.4 Sierras Chiquitanas	
<b>5. SILURICO</b>	<b>5</b>
5.1 Sector Occidental	
5.2 Sector Oriental	
<b>6. DEVONICO</b>	<b>6</b>
6.1 Cordillera Oriental	
6.2 Faja Subandina	
6.3 Sierras Chiquitanas	
6.4 Altiplano	
<b>7. CARBONICO</b>	<b>8</b>
7.1 Altiplano y Cordillera Oriental	
7.2 Faja Subandina y Llanura Chaco - Beniana	

	Pág.
<b>8. PERMICO</b>	9
8.1 Altiplano Norte y Cordillera Oriental	
8.2 Faja Subandina	
<b>9. TRIASICO</b>	10
9.1 Cordillera Oriental	
9.2 Faja Subandina	
<b>10. JURASICO</b>	11
<b>11. CRETACICO</b>	11
11.1 Altiplano y Cordillera Oriental	
11.2 Faja Subandina y Sierras Chiquitanas	
<b>12. TERCIARIO</b>	13
12.1 Altiplano	
12.2 Cordillera Oriental	
12.3 Faja Subandina	
12.4 Llanura Chaco - Beniana y Sierras Chiquitanas	
<b>13. CUATERNARIO</b>	17
13.1 Altiplano	
13.2 Cordillera Oriental	
13.3 Faja Subandina	
13.4 Llanura Chaco - Beniana	
<b>14. MAGMATISMO</b>	19
14.1 Precámbrico	
14.2 Paleozoico	
14.3 Mesozoico - Cenozoico	
14.4 Volcanismo Cenozoico	
<b>15. REFERENCIAS CITADAS EN EL TEXTO</b>	23

## PRESENTACION

*Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos y el Servicio Geológico de Bolivia, por la naturaleza de sus trabajos específicos, han acumulado en las dos últimas décadas una vasta cantidad de información geológica obtenida por los métodos más diversos y modernos, la misma que permanece mayormente inédita.*

*Con la finalidad de que parte de esta importante documentación técnica coadyuve en la planificación de los programas de desarrollo en los que se halla abocado nuestro país y asimismo constituya fuente básica de información para las empresas petroleras y mineras, corporaciones de desarrollo, universidades e investigadores de las ciencias geológicas, ambas Instituciones acordaron elaborar y financiar en forma conjunta un mapa geológico que sintetice e integre la información más importante publicada e inédita, realizada hasta la fecha sobre la geología de nuestro territorio.*

*Al efectuar la presentación del Mapa Geológico de Bolivia en escala 1:1.000.000 y su correspondiente Memoria Explicativa, cuya ejecución demandó dos años, lo hacemos con la esperanza de que este trabajo constituya un aporte efectivo al conocimiento geológico de la República de Bolivia.*

*Consideramos un deber, por parte de ambas Instituciones, expresar nuestro profundo agradecimiento a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de esta importante obra.*

*En este aspecto debemos destacar principalmente al Ing. Rolando Prada M., ex-Gerente General de la entidad fiscal del Petróleo, quién desde la iniciación del proyecto comprometió la participación económica de YPFB para la edición e impresión de la presente publicación.*

*De igual manera, nuestra gratitud al Ing. Jaime Oblitas, G., Gerente de Exploración de YPFB y al Dr. Carlos Brockmann H., Director del Programa ERTS-Bolivia (GEOBOL), bajo cuya dirección se llevó a cabo este trabajo.*

*Nuestra mención especial a los siguientes profesionales: Jorge Pareja L., Carlos Vargas F., Ramiro Suárez S., Raúl Ballón A., Raúl Carrasco C. y Carlos Villarroel A., por la labor que les cupo desempeñar durante las diferentes etapas que demandó la presentación de esta importante obra. Asimismo, nuestro reconocimiento al Sr. Rigoberto Carrasco C., por su excelente labor cartográfica.*

*Ing. Luis Salinas Estenssoro*  
GERENTE GENERAL YPFB

*Ing. Alvaro Fernández Castro*  
DIRECTOR GEOBOL

## A MANERA DE PROLOGO

*Tengo ante mí el nuevo mapa geológico de Bolivia, recién editado a todo color por Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos y el Servicio Geológico de Bolivia. Es un fruto madurado en dos años de paciente trabajo de un puñado de geólogos jóvenes de la nueva generación que ya han alcanzado su madurez profesional. Jóvenes geólogos de dos prestigiosas entidades - Yacimientos y Geobol - quienes han realizado esta obra en un trabajo mancomunado.*

*No me cabe otra cosa que expresar mi íntima satisfacción por este logro que llega tan oportuno, y felicitar a sus autores en nombre mío - estoy seguro - de todos los colegas que trabajan en las múltiples ramas de las ciencias de la Tierra. Estoy seguro que este primer mapa geológico completo va a ser bien apreciado y utilizado también por los geólogos de los países vecinos y del exterior.*

*Ya se han publicado varios mapas geológicos de Bolivia, pero ninguno tan completo y que cubra todo el país. Los llanos del Beni - Pando, del Chaco y del vasto territorio de Chiquitos eran hasta hace poco geológicamente "tierra incógnita".*

*Este mapa resultará una herramienta indispensable para cada geólogo, estratígrafo, minero y planificador por muchos, muchos años por venir. El mapa y la acompañante Memoria Explicativa serán de consulta obligada para cualquier profesional que planea alguna investigación geológica seria en el territorio nacional.*

*Trabajo de esta índole no puede ser obra de una sola persona. La ciencia moderna exige un trabajo de equipo. El mapa que comentamos es la obra de un equipo, bien planeada y bien ejecutada. Es un mosaico compuesto de miles de "piedrecitas", miles de datos esparcidos en centenares de libros, revistas, artículos, informes, etc. Cada uno de estos datos fue revisado minuciosamente, examinado, discutido, comprobado antes de ser incorporado en el mapa. Conscientes de su responsabilidad histórica, frente a futuras generaciones de geólogos, sus autores procedieron de una manera crítica, para escoger sólo los datos a toda prueba.*

*Otro aspecto que quiero destacar con gran satisfacción es el hecho de una colaboración estrecha entre instituciones como es Yacimientos y Geobol. Una política de "puertas abiertas". Durante muchos años estuvimos acostumbrados a que cada entidad trabajaba por su cuenta, guardándose celosamente sus descubrimientos cubriéndolos con el manto de desconfianza y egoísmo.*

*Parece que ya se ha roto el hielo, que nos hemos convencido que hay que unir fuerzas, en lugar de dispersarlas, que con la colaboración mútua ganan todos. Así se eliminan la duplicidad de trabajos y de esfuerzos, duplicidad inútil de gastos, que no se puede permitir un país pobre como el nuestro.*

*Hoy estoy mirando con optimismo el futuro de las investigaciones geológicas en Bolivia. Estamos ganando en madurez, hemos comprendido que en una colaboración sincera haremos más y mejores cosas, que tras de nosotros dejaremos surcos hondos que no se borrarán tan pronto, de que "no hayamos arado en el mar".*

Santa Cruz, 30 de Agosto de 1978.

Prof. Leonardo Branisa

# MAPA GEOLOGICO DE BOLIVIA

## MEMORIA EXPLICATIVA

### 1. INTRODUCCION

El presente Mapa Geológico de Bolivia y su Memoria Explicativa, constituyen una síntesis de los principales trabajos publicados e inéditos realizados hasta la fecha en el país por parte de YPF, GEOBOL, Universidad de San Andrés, y compañías petroleras y mineras privadas. Estos han sido preparados en forma conjunta por Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos y el Servicio Geológico de Bolivia, de acuerdo a las áreas donde cada institución tiene su mayor conocimiento geológico (Fig. 1).

El mapa base escala 1:1.000.000, fue obtenido de un mosaico conformado por sesenta y cinco imágenes de los satélites Landsat 1 y 2, que actualmente cubren en su totalidad el territorio boliviano. Posteriormente este mapa así confeccionado, fue ajustado al Mapa de la República de Bolivia preparado y publicado por el Instituto Geográfico Militar en 1973.

La información geológica contenida en el Mapa Geológico, en principio ha sido integrada sobre las imágenes citadas a escala 1:250.000 y luego reducida a la escala del mapa base. Donde las imágenes presentaban excesiva nubosidad y/o donde no existía información geológica fue también necesaria la interpretación de fotografías aéreas convencionales.

Aunque la escala 1:1.000.000 a la que se preparó el Mapa Geológico sólo permite un tratamiento a nivel de sistemas, en esta Memoria Explicativa se complementa la información estratigráfica con una breve descripción de las principales características litológicas de las unidades formacionales que representan a cada sistema. Para lograr este propósito se han revisado cerca de setecientas unidades propuestas, seleccionando de ellas las más representativas. Los nombres de estas unidades son preferentemente los que han sido publicados aunque también figuran otros propuestos solamente en informes inéditos de manera informal.

De igual manera, la información magmática está complementada con un arreglo de las rocas ígneas de acuerdo a sus edades geológicas correspondientes. El Cuadro Cronoestratigráfico adjunto, muestra la ubicación de las diferentes unidades formacionales consideradas, ordenadas de acuerdo a las regiones morfoestructurales señaladas en la Fig. 2. Asimismo, sitúa estas formaciones dentro de la escala geocronológica y sus correspondientes eventos tectónicos, según la escala del tiempo geológico preparada por Van Eysinga (1975).

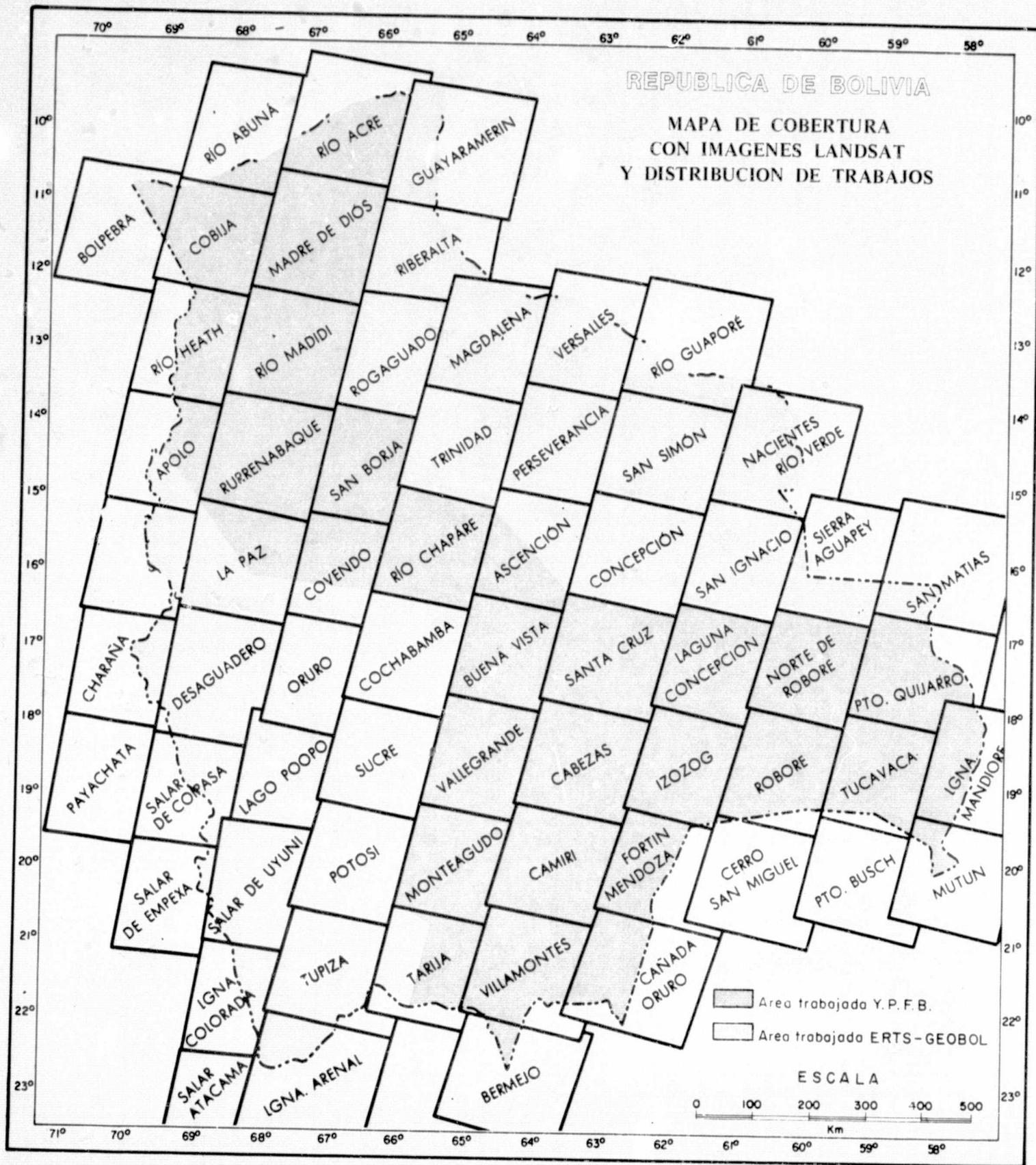


FIGURA 1

## 2. PRECAMBRICO

Rocas de edad precámbrica afloran principalmente en la región oriental y nororiental del país, constituyendo el borde occidental del Escudo Brasileño. Se atribuyen también al Precámbrico, las rocas más antiguas expuestas en el extremo Sur de la Cordillera Oriental.

### 2.1 ESCUDO BRASILEÑO

Corresponden al Precámbrico tres unidades litológicas aflorantes en el extremo oriental del país: a) "Complejo Cristalino Chiquitano", b) Formación Petas y c) Formación Sunsás.

El "Complejo Cristalino Chiquitano" es el de mayor desarrollo y extensión; aflora en la parte oriental de los departamentos de Pando, Beni y Santa Cruz, y describe un arco de convergencia hacia el NE, desde la latitud de Cachuela Esperanza, sobre el Río Madre de Dios, en el extremo Norte, hasta San Matías - La Gaiba, en el extremo Sureste. Esta unidad está conformada por granitos, granitos migmatíticos, granodioritas y microgranitos de colores rosados, grises y amarillo claros, con tonos verdosos, que pueden ser atribuidos al Proterozoico más antiguo.

En discordancia sobre la anterior, y a modo de "manchas", de aspecto y extensión irregular, se desarrolla una serie de "metasedimentos" denominada Formación Petas (Oviedo, en Pareja, 1975) constituida principalmente por gneises, esquistos y micaesquistos, tectónicamente muy deformados. En los alrededores de Santo Corazón (Río del Cajón) estas rocas alcanzan alrededor de 490 metros de potencia.

En discordancia angular sobre las anteriores, se desarrolla otra unidad que puede ser referida al Proterozoico más tardío. La Formación Sunsás (Oviedo, en Pareja, op.cit.), que está formada por gruesos bancos de ortocuarcitas rosadas y areniscas parduscas, con delgadas intercalaciones de limolitas gris-violáceas. El conjunto sobrepasa los 1.600 metros de espesor, y forma las principales serranías que se

desarrollan sobre la gran masa cristalino - metamórfica.

### 2.2 CORDILLERA ORIENTAL SUR

Como prolongación septentrional de los extensos afloramientos atribuidos al Precámbrico, en el Norte Argentino, ingresa al país una serie de rocas metamórficas verdosas principalmente metacuarcitas y pizarras, cuya distribución está restringida al área de los ríos Mecoya y Camacho y la localidad de Mecoya. Esta secuencia se denomina en el Norte argentino Formación Puncoviscana (Turner, 1964), nombre que hacemos extensivo a los afloramientos bolivianos.

Tanto en el Norte argentino como en el Sur boliviano estas rocas son intruidas por un extenso cuerpo ígneo, compuesto principalmente de granodioritas y tonalitas, que aparentemente no afectan a la secuencia cámbrica aflorante en la comarca. Este cuerpo es denominado Formación Cañaní (Turner, op. cit.), denominación que adoptamos para el sector boliviano. La edad de esta formación no está aún establecida. Generalmente se acepta que dicho cuerpo fue emplazado en tiempos precámbricos, aunque determinaciones radiométricas últimas indicarían una edad más joven.

### 2.3 ALTIPLANO

Rocas precámbricas no afloran en esta región, pero se tienen datos de basamento precámbrico a 2.800 m de profundidad (Pozo San Andrés No. 2). Este basamento antiguo posiblemente corresponde a la prolongación oriental del "Macizo de Arequipa" (aflorante en el Perú y Chile). La muestra obtenida, un "metagranito" de color rojizo, dió una edad K/A de  $530 \pm 30$  M.A. (Cámbrico Medio) como edad del metamorfismo y una edad probable de  $1.100 \pm 100$  M.A. (Proterozoico Superior) de formación de la roca.

Otro dato que también confirma la existencia de un "Macizo Occidental", es la presencia, de



clastos de granitos rojos y guijarros de gneis de 647 M.A. dentro de la Formación Azurita (Terciario) del Altiplano septentrional.

### 3. CAMBRICO

Rocas atribuidas al Sistema Cámbrico, se desarrollan en tres sectores del país: en la Cordillera Oriental Sur, en el sector central Andino - Subandino y en las Sierras Chiquitanas.

#### 3.1 CORDILLERA ORIENTAL SUR

En el Norte Argentino, próximo a la frontera con nuestro país y en discordancia angular sobre el conjunto precámbrico, aflora una potente secuencia areno-cuarcítica de más de 3.000 metros de espesor (Grupo Mesón). En territorio boliviano, estas rocas están circunscritas tan sólo al sector Sur de la Cordillera Oriental y debido a un hundimiento estructural, lateral y longitudinal, la secuencia cámbrica está mayormente reducida a sus niveles superiores. Schlatter y Nederloff (1966) introdujeron la denominación de Grupo Tucumilla para reunir a dichas rocas pretremadocianas.

Este grupo incluye de base a tope: a) una secuencia arenosa basal, aflorante en el Río Condado, aún no definida, y posible equivalente de la Formación Lizoite del Norte Argentino, b) un conjunto arenoso intermedio, restringido, al igual que el anterior, sólo al extremo Sur del país, denominado Formación Torohuayco (Rivas, et al., 1969) y caracterizado por presentar un color morado y violáceo, con motas y manchas blanquecinas, tonalidad que contrasta notablemente con los colores claros de las unidades supra e infrayacentes; y c) una unidad areno - cuarcítica denominada Formación Sama (Ahlfeld y Branisa, 1960), de mayor extensión y distribución geográfica, que constituye el núcleo de las cordilleras de Yunchará y Tacsara, y cuyos afloramientos se extienden, por el Norte, hasta las cercanías de Culpina.

Las rocas del Grupo Tucumilla no han proporcionado, con excepción de huellas de vermes, ningún resto fósil, consiguientemente solo es posible atribuirle una edad neocámbrica, en consideración a que las limolitas y lutitas suprayacentes contienen una abundante fauna fósil de edad tremadociana inferior (Zona de *Parabolina argentina*).

#### 3.2 SECTOR CENTRAL CORDILLERA ORIENTAL Y SUBANDINO

En este sector el Sistema Cámbrico está restringido solamente a la región del Chapare (Cochabamba), y desarrollado tanto en la región andina como subandina, se presenta una secuencia clástica, evaporítica y calcárea denominada Formación Putintiri (Brockmann, et al., 1972) de aproximadamente 900 m de potencia.

La posición cronoestratigráfica de estas rocas no puede ser definitivamente establecida por ausencia de restos fósiles, las incluimos dentro del Sistema Cámbrico por infrayacer a sedimentos de probada edad ordovícica y por la similitud litológica con los calcáreos (también de supuesta edad cámbrica) aflorantes en el extremo oriental del país.

#### 3.3 SIERRAS CHIQUITANAS

En las Sierras Chiquitanas sedimentitas atribuidas al Sistema Cámbrico están localizadas en el extremo oriental de esta unidad morfoestructural. Estas rocas están sobrepuestas a las unidades que se consideraron de edad precámbrica y constituyen: 1) la unidad más antigua, de aproximadamente 2.100 m de espesor, denominada Formación San Francisco (Oviedo, en Pareja, op.cit.), y conformada por areniscas rojizas y violáceas, de grano medio a fino, con laminación entrecruzada y con lentes sefíticos con clastos de basamento. 2) Discordante sobre la anterior, se desarrolla un potente conjunto calcáreo de aproximadamente 1.280 m de espesor, denominado Grupo Bodoquena (Lisboa, 1909) en el sector brasileño, nombre que se hace extensivo a la prolongación aflorante en nuestro país. El Grupo Bodoquena está compuesto por tres

unidades formacionales, que de base a tope corresponden a: a) dolomitas, calizas y areniscas calcáreas, denominadas Formación La Cal (Oviedo, en Pareja, op.cit.), b) calizas grises violáceas a verdosas, con estructuras concéntricas (estromatolitos), denominadas Formación Motacucito (Pareja, op.cit.) y finalmente c) calizas gris negruzcas correspondientes a la Formación Yacuces (Pareja, op.cit.). Este conjunto se atribuye al Cámbrico en base a la comparación de las algas estromatolíticas, con géneros del Cámbrico Medio de norteamérica.

#### 4. ORDOVICICO

Rocas ordovícicas se encuentran ampliamente difundidas a lo largo de toda la Cordillera Oriental. Afloramientos más restringidos se desarrollan en el Altiplano, Faja Subandina y Sierras Chiquitanas.

##### 4.1 CORDILLERA ORIENTAL

Los afloramientos ordovícicos tienen un desarrollo ininterrumpido desde la frontera peruana, al Noroeste, hasta el límite argentino al Sur.

Rocas tremadocianas afloran desde Culpina, por el Norte, hasta la Serranía de Santa Victoria, en territorio argentino, por el Sur. Se incluye en este piso: a) La Formación Iscayachi (Rivas, et al., 1969) compuesta por limolitas y areniscas, de aproximadamente 635 m de espesor, b) la Formación Guanacuno (Rivas, et al, op.cit.), de 400 m de espesor y constituida por limolitas y lutitas gris verdosas, y c) la parte inferior de la Formación Cieneguillas (Rivas et al., op.cit.).

Por su posición estratigráfica, infrayacente a sedimentitas llanvirnianas, se atribuyen al Ordovícico basal los sedimentos conglomerado - diamictíticos de la Formación Avispas (Brockmann, et.al., 1972) aflorantes en la zona central del país (Región del Chapare).

Rocas arenigianas están en su mayor parte restringidas a la zona Sur de la cordillera, incluyendo: a) la parte superior de la secuencia pelítica de la Formación Cieneguillas, y b) la lutítica - limosa de la Formación Obispo (Steinmann y Hoek, 1912).

En la zona central (regiones de Capinota e Independencia, Cochabamba), aunque con un desarrollo menor, también afloran rocas arenigianas, representadas por lutitas y limolitas de la Formación Independencia (Rivas, 1971).

Sedimentitas llanvirniano - llandeilianas están ampliamente distribuidas en toda la Cordillera Oriental; corresponden a lutitas y limolitas de color gris oscuro, que fueron denominadas Formación Capinota (Rivas, 1971) en el sector centrorienta y formaciones Mojona y Otavi (Rivas, 1971, a) en el Sur de esta unidad morfo - estructural.

Rocas caradocianas se hallan también muy extendidas, en especial en el sector central, donde fueron definidas. Dos unidades formacionales agrupan a estas rocas: a) en la base, la Formación Cuchupunata (Brockmann, et al., 1972) de más de 1.000 m de espesor, formada por areniscas y limolitas pardo - amarillentas y rojizas, fosilíferas, y b) la Formación San Benito (Ahlfeld y Branisa, 1960), de más de 400 m, corona la secuencia ordovícica y está constituida por areniscas cuarcíticas, duras, gris - verdosas a blanquecinas.

Rivas (1971) introdujo el término Grupo Cochabamba, para designar las rocas ordovícicas aflorantes en el sector central de la Cordillera Oriental e incluye de base a tope a las formaciones: Independencia, Capinota, Anzaldo (= Cuchupunata) y Mizque (= San Benito).

##### 4.2 ALTIPLANO

Rocas ordovícicas no diferenciadas, de posible edad meso - ordovícica, se encuentran al Sur de esta unidad morfoestructural (Región de los Lípez). Los afloramientos tienen un rumbo NE-SW y están dispuestos en forma lineal discontinua.

### 4.3 FAJA SUBANDINA

En esta unidad morfoestructural, rocas ordovícicas están solamente expuestas en la parte Norte y central. En el sector septentrional afloran limolitas, cuarcitas y lutitas que corresponden a la Formación Enadere (Canedo Reyes, 1960) y areniscas y cuarcitas blanquecinas de la Formación Tarene (Canedo Reyes, op.cit.). En base al contenido fosilífero de la unidad inferior, esta secuencia puede atribuirse al Ordovícico Superior.

En el Subandino central aflora solamente la serie superior, constituida por ortocuarcitas y areniscas cuarcíticas de la Formación San Benito.

### 4.4 SIERRAS CHIQUITANAS

Por posición estratigráfica, dos series sedimentarias pueden atribuirse al Ordovícico, no siendo posible, sin embargo, precisar el piso a que corresponden. Se trata de los grupos Jacadigo y Tucavaca. El primero de ellos, de base a tope, está integrado por: a) 280 a 500 m de conglomerados arcósicos, calcáreos y arcosas sabulíticas (Formación Urucum, Lisboa, 1909); b) 5 a 240 m de areniscas arcósicas calcáreas y sabulíticas (Formación Corregodas Pedras, Van Dorr, 1945) y finalmente c) por 30 a 400 m de areniscas y limolitas con abundante contenido hematítico (Formación Banda Alta, Van Dorr, op.cit.).

El Grupo Tucavaca, por su parte, está constituido por: a) areniscas y areniscas cuarcíticas (Formación Icas, Cabrera; en Pareja, 1975) en la base y b) lutitas y limolitas (Formación Piococa, Chamot, 1962), en la parte superior.

Si bien conocemos la relación estratigráfica de estos dos grupos con otras unidades, no se ha podido establecer la relación entre ellos, por no presentarse juntos en un afloramiento. Sin embargo, en base a estudios regionales se puede asumir que el Grupo Tucavaca es más joven que el Grupo Jacadigo.

Información adicional sobre este sistema puede ser consultada en Suárez - Soruco (1976).

## 5. SILURICO

Rocas silúricas están ampliamente difundidas en Bolivia. Se tienen pequeños afloramientos en el Altiplano, gran desarrollo en la Cordillera Oriental, menor extensión en la Faja Subandina y un reducido afloramiento en las Sierras Chiquitanas.

La sedimentación del sistema se inicia en Bolivia con la depositación de las diamictitas, limolitas arenosas y areniscas de la Formación Cancañiri (Deringer y Payne, 1937). Esta unidad, atribuida al wenlockiano, se dispone en pseudoconcordancia sobre rocas ordovícicas de distinta edad.

Para la descripción de la secuencia silúrica superpuesta a la Formación Cancañiri, se modifica el esquema utilizado para los demás sistemas, en base a que su desarrollo permite reconocer solamente dos sectores:

### 5.1 SECTOR OCCIDENTAL

Este sector comprende al Altiplano y las partes Norte y centro - occidental de la Cordillera Oriental, y donde, por encima de las rocas de la Formación Cancañiri, se desarrolla una secuencia limo - arenosa, muy micácea, de aspecto metamórfico, denominada Formación Huanuni (Branisa, 1969). Esta unidad está restringida al sector occidental. Por encima y con una cuenca más extendida arealmente, sobryace la Formación Llagagua (Deringer y Payne, op.cit.), constituida por una potente secuencia de areniscas cuarcíticas. Esta unidad en los bordes de cuenca descansa directamente sobre rocas del Cancañiri. Con una distribución areal mayor, sigue en la secuencia un potente conjunto de rocas pelíticas, de 800 m de espesor promedio, denominada Formación Uncía (Iljic, en Vargas, 1970). Esta secuencia

pelítica se torna más arenosa hacia los tramos superiores, hasta constituir una unidad areno - pelítica que ha sido denominada Formación Catavi (Turneure, 1960).

El contenido fosilífero de esta unidad, la ubica dentro del Silúrico más alto.

## 5.2 SECTOR ORIENTAL

Este otro sector comprende las partes centro - oriental y Sur de la Cordillera Oriental, la parte central y Sur de la Faja Subandina y una pequeña porción de las Sierras Chiquitanas.

En esta región, al igual que en la anterior, la secuencia se inicia con la depositación de las diamictitas de la Formación Cancañiri. Sobre estas, se dispone una potente secuencia pelítica denominada Formación Kirusillas (Ahlfeld y Branisa, 1960), cuyo miembro basal es muy variable, limolítico en la mayoría de las localidades, pero en otras (p.e. Sacta) está representado por una unidad calcárea. La litología de la Formación Kirusillas es fundamentalmente pelítica, lutitas gris oscuras, carbonosas y con algunos niveles delgados de areniscas. Los niveles fosilíferos con graptolites le asignan una edad ludloviana.

Al igual que en el sector occidental, esta unidad, hacia los términos superiores incrementa su porcentaje arenoso, para finalmente constituir la unidad areno - pelítica denominada Formación Tarabuco (Steinmann, en Ulrich, 1892). Esta unidad es más fosilífera que la infrayacente, con asociaciones que conforman la Zona de *Clarkeia antisiensis* y cuya edad puede ser atribuida al Silúrico más alto.

La Formación Tarabuco, debido a una limitación de cuenca, no está expuesta en la faja subandina central y Sur, disponiéndose las rocas devónicas directamente sobre los niveles superiores de la Formación Kirusillas.

En las Sierras Chiquitanas (Area de Quimome) aflora un paquete de 60 a 80 m de areniscas rosadas que pueden, en base al contenido en fósiles, paralelizarse con las areniscas superiores del Silúrico.

En varias perforaciones, con fines petroleros, se han ubicado en el subsuelo rocas de este sistema, en especial en el ámbito de la Llanura Chaqueña, donde se han reconocido lutitas gris oscuras de la Formación Kirusillas.

## 6. DEVONICO

Rocas del sistema tienen su mayor desarrollo en la Cordillera Oriental del país, una distribución más limitada en la Faja Subandina y Sierras Chiquitanas y menor aún en el Altiplano.

### 6.1 CORDILLERA ORIENTAL

En Bolivia aún no han sido definitivamente establecidos los límites de este sistema, así como tampoco las edades relativas de las diferentes unidades litoestratigráficas dentro de la escala geocronológica mundial. La base, no obstante, en ausencia de criterios paleontológicos, se sitúa en los primeros bancos arenosos de las formaciones Santa Rosa - Vila Vila. El límite Devónico - Carbónico, de igual manera y por las mismas razones anteriores, ubicamos en los primeros bancos diamictíticos atribuidos al Carbónico, aunque en algunos lugares se advierte una pseudoconcordancia entre los sedimentos de ambos sistemas.

Entre estos dos límites, las rocas devónicas constituyen una secuencia alternante areno - pelítica, marina, muy fosilífera, con asociaciones clásicas para el estudio del Devónico sudamericano y en especial de la Provincia Malvinokáfra que caracteriza a las faunas devónicas australes.

La unidad basal está representada, como ya se indicó, por un conjunto primordialmente areno - cuarcítico, estratificado en bancos gruesos, muchos de los cuales presentan entrecruzamiento y marcas de oleaje; se observan asimismo delgadas intercalaciones de horizontes pelíticos. Esta unidad puede facialmente sufrir una disminución de la fracción arenosa a pelí-

ta, pero en general se trata de un conjunto predominantemente arenoso. En el sector Norte y centro-occidental y en la porción equivalente del Altiplano, esta unidad recibe el nombre de Formación Vila Vila (Fricke, et al., 1964) por su contenido de óxidos de hierro que le confieren un distintivo color rojizo. En el sector centro-oriental y Sur, esta unidad adquiere tonalidades gris verdosas a pardo amarillentas, con mayor alternancia de bancos cuarcíticos y niveles microconglomerádicos, y recibe la denominación de Formación Santa Rosa (Ahlfeld y Branisa, 1960).

Por encima sigue una secuencia pelítico-limo-arenosa variable, que consideraremos en forma separada en los dos grandes sectores que hemos considerado para la unidad basal.

Debido a la sucesión monótona con que se presentan las rocas devónicas, en el sector Norte (Area de Sica Sica, Belén, Pujravi) es muy difícil establecer una subdivisión formacional satisfactoria, sin embargo, es posible reconocer tres unidades litoestratigráficas, que fueron recientemente redefinidas por Isaacson (1977): a) Formación Belén, desde el tope de la Formación Vila Vila hasta el banco arenoso conspicuo, denominado Cruz Loma, esta unidad es predominantemente pelítico-limosa (75% - 25%), muy fosilífera, constituyendo la localidad tipo de gran parte de los fósiles braquiópodos y trilobites devónicos bolivianos; b) Formación Sica Sica, desde la base de la Arenisca Cruz Loma hasta la base de la Arenisca Santari, unidad de menor desarrollo vertical que la precedente, constituida por una alternancia areno-pelítica, con ligero predominio de esta última fracción, es también una unidad fosilífera, y c) Formación Colpacucho, desde la base de la Arenisca Santari hasta la discordancia que marca su techo. Esta última unidad es mayormente arenosa, poco fosilífera (Zona de *Tropidoleptus carinatus* en la base). El sector de mayor desarrollo de las sedimentitas devónicas, constituye el centro oriental y Sur de la Cordillera Oriental, donde se reconoce otro conjunto sedimentario, estrechamente relacionado con el de Sica Sica por su contenido fosilífero. La unidad basal constituye la Formación Santa Rosa, ya menciona-

da anteriormente; por encima se desarrollan aproximadamente 500 m de lutitas gris oscuras, azuladas, denominadas Formación Icla (Steinmann, en Ulrich, 1892). Esta unidad es netamente pelítica, lleva intercalaciones de concreciones calcáreas fosilíferas y aproximadamente en la parte media de la secuencia presente la intercalación de tres horizontes arenosos. Por encima, y con un marcado cambio litológico, se desarrolla la Formación Huamampampa (Steinmann, op. cit.), unidad de aproximadamente 700 m de potencia y predominantemente arenosa menos fosilífera que la anterior, pero no menos importante para el establecimiento de asociaciones paleontológicas.

Finalmente culmina la secuencia devónica con la unidad denominada Formación Cha-Kjeri (Isaacson, 1974 y 1977). Este conjunto, de aproximadamente 300 m de espesor, está dividido en dos miembros: uno inferior representado por lutitas verdosas, con huellas y restos de plantas y otro superior, constituido por areniscas y limolitas micáceas, de tonos violáceos.

## 6.2 FAJA SUBANDINA

Rocas devónicas están ampliamente difundidas en esta unidad morfoestructural. En el Subandino Norte, descansa el Devónico directamente sobre rocas del Ordovícico Superior, mientras que en el Subandino central y Sur lo hacen sobre rocas del Silúrico Superior. En ambas regiones este sistema se encuentra recubierto por sedimentitas carbónicas.

En el sector Norte están desarrolladas dos unidades formacionales, la basal de edad devónica inferior está formada por lutitas gris verdosas y negras (Formación Tequeje, Canedo Reyes, 1960), y la superior, aún no nominada, más arenosa, atribuida al Devónico Medio a Superior.

En el Subandino central debemos reconocer dos sectores: uno occidental (area de Vallegrande) donde se desarrollan similares unidades a las de la Cordillera Oriental y donde se reconocen las formaciones: Santa Rosa, Icla,

Pucara (Bard, en Padula y Reyes, 1958), Tantampi (Bard, en Padula y Reyes, op. cit.) e Iquiri (White, en Padula y Reyes, op. cit.) y otro oriental, en el que se reconocen solamente tres unidades al igual que en la Faja Subandina Sur: en la base la Formación Santa Rosa, ya descrita, por encima, una potente secuencia pelítica de aproximadamente 1.500 m de espesor, denominada Formación Los Monos (Mather, 1922) y constituida predominantemente por lutitas gris oscuras, carbonosas, con delgadas intercalaciones de areniscas cuarcíticas gris blanquecinas. Finalmente, el Devónico subandino concluye con la Formación Iquiri (White, en Padula y Reyes, op. cit.) de 400 m de espesor, y que está conformada por areniscas gris claras a verdosas, micáceas, con intercalaciones de lutitas gris oscuras.

### 6.3 SIERRAS CHIQUITANAS

Rocas devónicas se hallan principalmente desarrolladas en las serranías de Santiago y de San José. Esta secuencia, conocida con el nombre de Grupo Santiago está formada de base al tope por: a) la Formación El Carmen (Oliveira y Leonardos, 1943), constituida por un conglomerado basal, rojo oscuro, seguido de areniscas blanquecinas y pardo-rojizas, salbúlticas y conglomerádicas; b) por un delgado horizonte lutítico, muy fosilífero, denominado Horizonte Santiago, c) por otra unidad arenosa de color gris-amarillento, más micácea y con mayor matriz arcillosa que la unidad basal, de aproximadamente 360 m de potencia denominada Formación Roboré (Ahlfeld y Branisa, 1960) y d) por la Formación Limoncito (Barbosa, 1949), de 420 m de espesor y constituida por lutitas micáceas, gris-negrucas, fosilíferas.

### 6.4 ALTIPLANO

En esta comarca se desarrollan pequeños afloramientos de rocas devónicas en el borde oriental de esta unidad morfoestructural y corresponden a prolongaciones de los principales afloramientos de la Cordillera Oriental.

## 7. CARBONICO

Rocas correspondientes a este sistema afloran principalmente en la Faja Subandina y en menor extensión en el Bloque Andino y el Altiplano. Se conoce también, en gran parte del subsuelo de la Llanura Chaco-beniana, donde su presencia está probada por las numerosas perforaciones y/o estudios sísmicos. El Carbónico está presente además en algunos esporádicos afloramientos cerca de la frontera con el Paraguay.

### 7.1 ALTIPLANO Y CORDILLERA ORIENTAL

Dentro del ámbito del Bloque Andino y el Altiplano los afloramientos carbónicos se encuentran principalmente en los alrededores del Lago Titicaca y en afloramientos más pequeños en Apillapampa (Cochabamba), al Este de Culpina, al Norte de Pasopaya y Zudañez (Chuquisaca) y en Colquencha y Calamarca (Altiplano Norte). Su máximo espesor ocurre en la zona de Calamarca donde se han medido más de 1800 m.

En las áreas andina y altiplánica, las rocas carbónicas yacen en pseudoconcordancia sobre diferentes niveles del Devónico, mientras que por el tope, pasan gradualmente a sedimentitas pérmicas cuando éstas se hallan presentes, o infrayacen directamente al Triásico, (p.e. al Este de Culpina).

En la zona del Lago Titicaca, el Carbónico está constituido por una intercalación de areniscas blanquecinas, con marcada estratificación entrecruzada, areniscas y limolitas gris verdosas a gris oscuras (Formación Cumaná: Ascarrunz y Radelli, 1964). Sobre ella se disponen concordantemente areniscas blanquecinas y violáceas, interestratificadas con limolitas verdosas, carbonosas en el tope (Formación Kasa; Ascarrunz y Radelli, op. cit.).

En las partes centrales y meridionales de los Andes, el sistema está representado por la prolongación de una de las unidades basales del Carbónico Subandino: consta de areniscas con escasas y delgadas intercalaciones de diamictitas verdosas y rojizas (Formación Tupambi).

## 7.2 FAJA SUBANDINA Y LLANURA CHACO-BENIANA

Afloramientos del sistema en el Subandino se extienden desde la frontera con la Argentina por el Sur, hasta la latitud del Río Flora, por el Norte, (160 km. al NO de Rurrenabaque). El Carbónico se apoya con marcada discordancia sobre diferentes niveles del Devónico; así, al Sur del Río Pilcomayo este sistema se asienta directamente sobre la Formación Los Monos, en tanto que al Norte del mencionado río lo hace sobre la Formación Iquiri. En el Subandino Norte sedimentitas carbónicas apoyan sobre sedimentitas del Devónico Medio a Superior indiferenciado y también sobre la Formación Tequeje del Devónico Inferior.

El límite superior de este sistema es también discordante. En el Subandino Sur y Centro el Carbónico infrayace tanto a sedimentitas triásicas como cretácicas; mientras que en el Norte, infrayace al Pérmico o al Cretácico.

Las columnas más completas con un espesor que alcanza los 2000 m de rocas carbónicas, se encuentran en el Subandino Sur, entre el Río Tarija y el Pilcomayo. Aquí se distingue, de base a tope, las siguientes unidades litoestratigráficas: Itacua, Tupambi, Tarija/Chorro y Taiguati (Grupo Macheretí) y Escarpment y San Telmo (Grupo Mandiyuti).

Formación Itacua (White, en Padula y Reyes, 1958) está formada por diamictitas y limolitas rojo-violáceas; la Formación Tupambi (White, en Padula y Reyes, op. cit.) está constituida por areniscas pardo-verdosas, algunas conglomerádicas y a veces micáceas. La Formación Tarija (White, en Padula y Reyes, op. cit.) está representada por diamictitas gris oscuras con intercalaciones de areniscas y conglomerados. En algunas localidades ocurren delgadas capas de lutitas gris oscuras. Esta formación pasa

lateralmente a una facies arenosa: Formación Chorro (White, en Padula y Reyes, op. cit.), la misma que está restringida a la parte más oriental de la Faja Subandina. La Formación Taiguati (Harrington, en Padula y Reyes, op. cit.) con la que termina el Grupo Macheretí (Mather, 1922), está constituida por lutitas, limolitas y diamictitas generalmente de color rojo. Sigue discordantemente la Formación Escarpment (White, en Padula y Reyes, op. cit.), representada por una serie masiva de areniscas amarillentas y rosadas, con algunos horizontes conglomerádicos lenticulares. Finalmente, y en contacto gradacional, se encuentra la Formación San Telmo (White, en Padula y Reyes, op. cit.), constituida por limolitas y areniscas rojizas.

En el Subandino Centro, a la latitud de Santa Cruz, el espesor del Carbónico es de 1600 m. De aquí hacia el Norte y Noroeste el adelgazamiento es más acentuado llegando incluso a desaparecer algunas unidades superiores, de modo que, en el Subandino Norte, el sistema está representado sólo por la Formación Retama (López, 1967), equivalente de las formaciones Itacua, Tupambi y Tarija del Subandino Sur. Su espesor máximo alcanza 800 m.

En la Llanura Chaco-beniana, sólo en la región chiquitana se conocen algunos afloramientos aislados, en los cerros, San Miguel, Curundaiti, Taboroche y Cortado, como también los que rodean las Salinas de Santiago.

## 8. PERMICO

Sedimentitas de este sistema se encuentran en el Altiplano Norte, en la Cordillera Oriental y en la Faja Subandina.

La edad pérmica inferior de estas rocas (Wolfcampiano a Leonardiano bajo) está muy bien documentada por una abundante fauna de braquiópodos, fusulinas, gastrópodos, y algunas plantas fósiles.

## 8.1 ALTIPLANO NORTE Y CORDILLERA ORIENTAL

Los principales afloramientos pérmicos en estas unidades morfoestructurales se encuentran en los alrededores del Lago Titicaca, al Sur de Cochabamba (Apillapampa) y al Este de Sucre (Zudañez), siendo este último el afloramiento más meridional que se conoce en el país, aunque no debe dudarse que la cuenca pérmica se extendió mucho más al Sur como lo aprueban los rodados encontrados en el Río Orozas y los afloramientos del Cerro Rincón en el Noroeste de la Argentina.

Dentro del conjunto de rocas pérmicas se han distinguido dos unidades litoestratigráficas: a) una inferior, denominada Formación Copacabana (Cabrera y Petersen, 1936) constituida primordialmente por calizas fosilíferas de color gris claro, gris-verdoso, rosáceo y lila, alternando con lutitas gris oscuras y bancos de areniscas calcáreas, blanquecinas y gris-verdosas. Hacia la parte superior aumenta progresivamente el número y espesor de los bancos calcáreos. b) La Formación Tiquina (Cabrera y Petersen, op. cit.) está constituida por areniscas rojizas y rosadas calcáreas estratificadas en bancos delgados, a veces muy entrecruzadas. La edad pérmica de esta unidad se basa en el hallazgo de algunas plantas fósiles.

En general se trata de una secuencia depositada casi exclusivamente en ambiente marino, a excepción de la unidad superior (Formación Tiquina) que puede haberse depositado en un medio continental. En esta última se observan algunos niveles de rocas ígneas (diabasas).

El espesor total de los sedimentos pérmicos aflorantes en los alrededores del Lago Titicaca alcanza los 560 m. Su base reposa concordantemente sobre rocas del Carbónico, mientras que su tope se encuentra siempre truncado por una discordancia erosiva o de bajo ángulo con relación a sedimentitas más modernas.

## 8.2 FAJA SUBANDINA

Dentro del ámbito de la faja subandina las rocas pérmicas, representadas solamente por

la Formación Copacabana, se encuentran principalmente a lo largo de la mitad sudoccidental del Subandino Norte y en la parte más septentrional del Subandino Centro, extendiéndose sus afloramientos en forma continua desde la latitud de Villa Tunari por el Sudeste, hasta la línea Mamacona - San José de Uchupiamonas por el Noroeste. Un afloramiento aislado en el Subandino Centro, existe en las cercanías de Comarapa (Río Tunal). Su espesor máximo medido (615 m) se encuentra en el Mal Paso del Retama sobre el Río Kaka. De aquí hacia el Norte, Este y Sudeste, las sedimentitas pérmicas se adelgazan hasta desaparecer por completo a consecuencia del bislamiento que sufren por causa de la discordancia precretácica. Igual que en la zona del Lago Titicaca, el Pérmico subandino está constituido principalmente por calizas fosilíferas, algunas muy silicificadas, con intercalaciones de margas, lutitas gris oscuras, y en menor proporción, areniscas.

En casi todos los casos el Pérmico suprayace en aparente concordancia al Carbónico (Formación Retama). El límite superior claramente discordante, está fijado en la capa más baja de las areniscas entrecruzadas y/o conglomerado basal de la Formación Beu de edad cretácica.

## 9. TRIASICO

Las sedimentitas triásicas se presentan en el Subandino meridional y en una delgada faja de afloramientos en el borde Este de la parte Sur de la Cordillera Oriental.

### 9.1 CORDILLERA ORIENTAL

Afloramientos triásicos dentro de esta unidad morfoestructural han sido encontrados en las localidades denominadas Puca Pampa (Chquisaca) y Yesera (Tarija). En ellas solamente se encuentran las dos unidades inferiores, es decir, las formaciones Cangapi y Vitiagua.

Las facies de estas unidades son las mismas que las del Subandino, es decir, areniscas para la Formación Cangapi, y calizas, dolomitas, margas, etc. para la Formación Vitiacua.

## 9.2 FAJA SUBANDINA

Los afloramientos triásicos se extienden desde la latitud de Bermejo, por el Sur, hasta el Río Grande por el Norte. Los mayores espesores, de alrededor de 900 m, se observan en la zona de Río Salado - Tapécua, sobre la carretera Tarija - Villamontes.

Se trata de sedimentitas de origen marino, de aguas poco profundas y están representadas por las formaciones Cangapi, Vitiacua e Ipaguazú, reunidas bajo la denominación de Grupo Cuevo (Schlatter y Nederloff, 1966).

La Formación Cangapi (Hayes, en Padula y Reyes, 1958), con la que se inicia el ciclo triásico, está constituida por areniscas amarillentas, rosadas y verdosas, con entrecruzamiento diagonal, frecuentemente calcáreas. La Formación Vitiacua (Mather, 1922), muy característica en la secuencia del Subandino por su litología calcárea, se dispone concordantemente sobre el Cangapi y está constituida por calizas, a veces silicificadas, de colores gris blanquecino y gris oscuro, intercaladas por mangas, arcillitas y ocasionalmente areniscas. Generalmente los niveles calcáreos presentan módulos de pedernal y ocasionalmente fosilíferos. La Formación Ipaguazú (Padula y Reyes, op. cit.) tiene desarrollo más restringido que las dos anteriores y solamente se encuentra al Sur del Río Pilcomayo, localizándose sus mayores espesores en la zona de Entre Ríos. Litológicamente está formada por anhidritas y cuerpos lenticulares de sal de roca, seguidos de arcillitas y areniscas arcillosas. La coloración de esta unidad es predominantemente rojiza.

La base del Sistema Triásico en el Subandino yace en discordancia sobre unidades superiores del Carbónico (formaciones San Telmo y Escarpment). El contacto superior, está marcado por la discordancia pre-cretácica, infrayaciendo unas veces al Basalto de Entre Ríos,

y otras cuando este manto está ausente, a las areniscas de la Formación Tacurú. La edad triásica superior (noriano) de los calcáreos de la Formación Vitiacua, está confirmada por determinaciones palinológicas y paleontológicas. En muestras tomadas en la localidad de Narvaez (carretera Tarija - Villamontes) se ha determinado la presencia de *Pitispores* sp. y en la localidad de Acheral (camino Palos Blancos - Sanandita). *Monotis aff. subcircularis*, los cuales avalan la edad señalada. Queda un poco cuestionada la edad triásica de la unidad superior (Ipaguazú), la cual en base a algunos resultados palinológicos ha sido asignada al triásico superior.

## 10. JURASICO

Rocas sedimentarias de este sistema no se conocen en territorio boliviano. Por determinaciones radiométricas se asigna una edad jurásica a algunos de los emplazamientos ígneos de la Cordillera Real, constituidos principalmente por rocas plutónicas de naturaleza ácida (granodioritas, monzonitas, adamelitas, etc.).

## 11. CRETACICO

Este sistema, se encuentra ampliamente distribuido en el Altiplano, Cordillera Oriental, Faja Subandina y en las Sierras Chiquitanas. Las sedimentitas en las dos primeras unidades morfoestructurales corresponden a depósitos de la cuenca andina u occidental en tanto que los depósitos del Subandino y Sierras Chiquitanas corresponden a la cuenca cretácica Subandina u Oriental. Estas dos cuencas estuvieron separadas por una estructura positiva denominada dorsal de Aiquile - Marañón.

En gran parte del subsuelo de la Llanura Cha-

co-beniana la presencia de rocas cretácicas ha sido también probada por las numerosas perforaciones petroleras y por datos sísmicos.

### 11.1 ALTIPLANO Y CORDILLERA ORIENTAL

El Cretácico en estas unidades morfoestructurales se conoce con el nombre de Grupo Potosí (= Puca) (Rivas y Carrasco, 1968). Sus afloramientos se extienden en forma discontinua desde la frontera con el Perú, hasta la frontera con la Argentina.

Debido a que la depositación de estos sedimentos se produjo en una cuenca alargada y estrecha, en la cual existieron subcuencas y umbrales, es frecuente observar profundos cambios faciales en cortas distancias.

Una secuencia muy completa se encuentra en el sinclinal de Miraflores (próximo a la ciudad de Potosí), donde el grupo ha sido dividido en seis unidades formacionales, las mismas que de base al tope son: La Puerta, Tarapaya, Miraflores, Aroifilla, Chaunaca, El Molino y posiblemente la parte basal de la Formación Santa Lucía.

La Formación La Puerta (Lohmann y Branisa, 1962), unidad basal del Cretácico, está constituida por areniscas blanquecinas y amarillentas, fuertemente entrecruzadas. Sigue la Formación Tarapaya (Lohmann y Branisa, op. cit.) constituida principalmente por arcillas yesíferas de color rojo oscuro. Luego, la Formación Miraflores (Lohmann y Branisa, op. cit.), constituida en general por capas compactas de calizas gris oscuras y gris claras, alternadas en reducido porcentaje por lutitas negras y margas. El contenido de fósiles que presenta esta unidad es abundante y variado y ha permitido confirmar su edad cretácica (Cenomaniano). La Formación Aroifilla (Lohmann y Branisa, op. cit.) está constituida por arcillitas y margas de color rojizo, con presencia de yeso y sal. La Formación Chaunaca (Lohmann y Branisa, op. cit.) presenta en su base capas delgadas de calizas, alternadas a su vez, por margas grises y lutitas negras. Hacia sus partes altas, esta unidad se vuelve más pe-

lítica, formada por lutitas rojas con delgadas intercalaciones de margas verdes. La Formación El Molino (Lohmann y Branisa, op. cit.), es la unidad calcárea más gruesa dentro del Grupo Potosí. Son capas de calizas generalmente de colores grises, en medio de margas multicolores. El contenido fosilífero de estos calcáreos es abundante, siendo el fósil principal *Gasteroclupea branisae*, que permitió situar esta unidad en los pisos Campaniano - Maastrichtiano del Cretácico Superior.

En el Altiplano meridional (cuenca de Sevaruyo), se presentan cuerpos yesíferos masivos, de naturaleza diapírica, en la base de este sistema.

Los numerosos mapas isopáquicos que se han dado a conocer, muestran que las depositaciones de sedimentos durante el Cretácico fueron transgresivas, produciéndose en consecuencia ampliación continua de la cuenca. Por la misma causa, la secuencia aflorante muestra cambios profundos de espesores: más de 3300 m en la subcuenca de Sevaruyo (Altiplano Sur) 2200 m en la subcuenca de Miraflores - Maragua y solamente 780 m en el sinclinal de Camargo - Las Carreras, estando presente en esta región sólo las unidades más altas.

La base del Sistema Cretácico se apoya con discordancia angular sobre diferentes niveles del Paleozoico, mientras que aún no está del todo aclarado qué unidad litoestratigráfica debe ubicarse en el tope, aunque al presente se admite que el pase Cretácico - Terciario es transicional, ubicándose el mismo en algún nivel dentro de la Formación Santa Lucía.

### 11.2 FAJA SUBANDINA Y SIERRAS CHIQUITANAS

Dentro de estas regiones el Cretácico se presenta variando por sectores de la siguiente manera:

En el Subandino Sur, comienza en algunos lugares con una colada basáltica (sector de En-

tre Ríos), cuya edad radiométrica promedio es de 83 millones de años (Senoniano inferior). Sobre este basalto, se dispone la Formación Tacurú (Mather, 1922), constituida principalmente por areniscas rojizas, fuertemente entrecruzadas, con algunas intercalaciones arcillosas en su parte media. En el Subandino Centro el Cretácico empieza con la Formación Ichoa (López, 1971, inéd.) con características similares al Tacurú del Sur, es decir, areniscas rojizo - amarillentas entrecruzadas. Sigue luego la Formación Yantata (López, op. cit.) constituida litológicamente por areniscas amarillentas y la Formación Cajones (Heald y Mather, 1922), representada por areniscas calcáreas y calizas arenosas con nódulos de pederal.

El Cretácico del Subandino Norte, está constituido, de abajo hacia arriba, por las formaciones Beu, Eslabón y Flora.

La Formación Beu (Díaz, 1959) paralelizable con las formaciones Ichoa y Yantata del Subandino Centro y la Formación Tacurú del Subandino Sur, está constituida por areniscas rojizas entrecruzadas.

La Formación Eslabón (Canedo Reyes, 1960), discordante sobre la anterior, ocurre con areniscas conglomerádicas con nódulos de pederal.

La Formación Flora (Perry, 1963) se presenta con bancos delgados de calizas, algunos fosilíferas, a las que se intercalan margas y/o arcillitas abigarradas. Dentro de esta unidad, y también en algunos horizontes de la Formación Eslabón infrayacente, se han encontrado los fósiles *Gasteroclupea branisae* y *Pucaristis branisi*, los cuales permiten precisar la edad de este conjunto como Senoniano superior (Campaniano a Maastrichtiano).

En la parte oriental de Bolivia, en las Sierras Chiquitanas, el Cretácico está representado por la Formación El Portón (Oliveira y Leonardos, 1943), íntegramente arenosa y paralelizable con las formaciones Ichoa y Tacurú del Subandino Centro y Sur respectivamente.

El límite inferior del Cretácico es discordante y transgresivo. En el Subandino Sur y Centro suprayace indistintamente a diferentes niveles triásicos y carbónicos. En el Subandino Norte, la discordancia es más acentuada; de Suroeste a Noreste, transversalmente a esta faja, el Cretácico se apoya sobre el Pérmico, Carbónico, Devónico y Ordovícico.

En el Subandino Centro y Sur, las unidades cretácicas infrayacen al Terciario (Formación Petaca), del cual están separadas por una discordancia de carácter regional. En el Subandino Norte el límite superior del Cretácico es más difícil de precisar puesto que pasa transicionalmente a la Formación Bala de probable edad terciaria.

En las Sierras Chiquitanas, el Cretácico suprayace discordantemente a la Formación Limoncito de edad devónica, e infrayace a los conglomerados Tobité de probable edad terciaria.

## 12. Terciario

Este sistema se encuentra ampliamente difundido en el Altiplano, Cordillera Oriental, Faja Subandina y las enormes llanuras Beniense y Chaqueña. Es una secuencia mayormente continental, con posible influencia marina de aguas someras en algunas unidades.

A excepción del Subandino Sur y parte del Subandino Centro, en todas las demás regiones morfoestructurales nombradas, el pase del Cretácico al Terciario es mayormente transicional, siendo dudoso el límite de separación entre ambos sistemas. El tope, por el contrario, es más marcado y en algunos lugares está fijado por criterios paleontológicos.

En el Altiplano se ha producido una exagerada subdivisión litoestratigráfica del sistema,

motivando una proliferación de nombres formacionales y un caótico ordenamiento estratigráfico, razón por la que en el presente trabajo sólo se adoptan las unidades más representativas.

De esta manera, en el Altiplano Norte, tenemos, de la base al tope, las siguientes unidades: Santa Lucía, Tiahuanacu, Coniri, Kollu Kollu, Caquiaviri, Rosapata, Mauri 6 - Choquecota y Pérez - Umala. En el Altiplano Sur, las formaciones Santa Lucía - Calendaria, Cayara - Tusque, Potoco, San Vicente - Tambillo y Chocaya. En la Cordillera Oriental, en el sector Norte, se presentan las formaciones: Muñani - Santa Lucía, Luribay y los estratos de Salla; en el sector Centro - Occidental: Santa Lucía, Cayara, Mondragón, Agua Dulce, Grupo Cerro Rico y Frailes; en el sector Centro Oriental: Santa Lucía, Cayara, Río Chico y Los Frailes.

En el sector Sur: las formaciones Santa Lucía, Camargo, Nazareno, Tupiza, Oploca y Chorma.

En la Faja Subandina, también ha sido posible observar cambios faciales, los que han permitido subdividir al sistema en unidades menores y adoptar nomenclaturas según el sector que ocupan, así en el sector Sur y Central Sur, se tienen las formaciones Petaca, Yecua, Tariquía (Chaco inferior), Guandacay (Chaco superior) y Jujuy. En los sectores Centro septentrional y Norte, más propiamente desde el Río Ichilo hasta la frontera peruana, las unidades del sector Sur y Centro meridional, cambian de denominación y se conocen como formaciones: Bala, Quendeque, Charqui y Tutumo.

La nomenclatura de las unidades terciarias en la Llanura Beniana corresponde a la de los sectores Norte y Central Norte; mientras que en la Llanura Chaqueña se utiliza la de los sectores Sur y Central Sur del Subandino.

En las Sierras Chiquitanas y el relleno superior de la cuenca de Roboré, el Terciario adopta otra nomenclatura, denominándose Tobité y Xaraies a la secuencia terciaria que descansa

sobre el Cretácico.

## 12.1 ALTIPLANO

**Sector Norte.**- La base del Sistema Terciario se situaría dentro de la Formación Santa Lucía (Lohmann y Branisa, 1962) que está compuesta por margas, arcillitas y areniscas de color rojo castaño. Esta unidad tiene una vasta extensión y se la reconoce también en el sector Sur del Altiplano y Cordillera Oriental. Su edad está sustentada por la presencia de *Chara* sp. (Branisa, et al., 1969).

Suprayaciendo a la anterior, y con discordancia local, se desarrolla la Formación Tiahuanacu (Ahlfeld, 1946), la que está formada por intercalaciones de areniscas y arcillitas, con esporádicos lentes de conglomerados de colores predominantemente rojos; su espesor es de 2500 m. Luego sigue, en discordancia local, la Formación Coniri (Ahlfeld, 1946) constituida por areniscas y areniscas-conglomerádicas de color pardo-violáceo.

En discordancia angular, encima de las anteriores unidades, descansa la Formación Kollu Kollu (Requena, et al., 1963), que está restringida a la zona de Tiahuanacu y la conforman areniscas, areniscas conglomerádicas y margas yesíferas de colores castaño claro, rojo y rojo-violáceo. En algunos niveles arenosos se observan impregnaciones de carbonatos y minerales de cobre. El espesor del conjunto oscila entre 3000 y 3700 m.

En discordancia, sigue la Formación Caquiaviri (Ascarrunz, et al., 1967); en su base presenta un conglomerado ferruginoso y su tope está establecido por la Toba Ulloma. Esta presenta un fuerte cambio de facies y espesor, consiste de areniscas, arcillitas y yesos estratificados, de colores castaño y rojo oscuros.

En concordancia continúa la Formación Rosa Pata (Cherroni y Cirbián, 1970) constituida principalmente, de areniscas arcillosas de colores castaños, castaño-rojizos y verdosos. Luego, en franca discordancia y sobre las unidades más antiguas del Terciario, descansan las formaciones Mauri 6 y Choquecota. La prime-

ra (Montes de Oca, et al., 1963) está formada por delgadas capas de calizas gris claras, sobre las que se desarrollan rocas de origen volcánico. La segunda, (Ascarrunz, 1973) está constituida por intercalaciones de areniscas arcillosas, arcillas tobáceas y lentes conglomerádicas; su espesor es de 3000 m.

En discordancia descansan las formaciones Umala - Pérez. La primera, Umala (Meyer y Murillo, 1961) está confinada a la zona del Río Desaguadero, presenta cambios faciales apreciables, y por lo tanto, es de litología variable. Al Sur de Umala, Prov. Aroma, La Paz, la misma, está representada por areniscas y arcillitas, haciéndose más conglomerádica hacia el Norte. La segunda, Formación Pérez (Murillo, et al., 1963) está constituida por tobas e ignimbritas, de composición riódacítica, cuyo espesor varía entre 20 y 25 m.

**Sector Sur.**- En esta parte, el Terciario comienza también con la citada Formación Santa Lucía, aunque en la zona del Salar de Uyuni, cambia a otra unidad denominada Formación Candelaria (Pérez, 1963 inéd.) que descansa en posición normal sobre el Cretácico, y está compuesta por una serie de margas arcillosas de coloración variada, conteniendo delgadas intercalaciones de calizas fosilíferas. Por encima, en discordancia local, yacen las formaciones Cayara y Tusque. La primera (Branisa, 1962) de 454 m de espesor, está compuesta de limolitas, arcillitas y areniscas finas de coloraciones rojizas, grises, violáceas y verdes. La segunda, Formación Tusque (Pérez, op. cit.) la conforman areniscas arcósicas de colores rojo-amarillento, violáceo y castaño claro, entrecruzadas, de 109 m de espesor. Por encima se desarrolla la Formación Potoco (Pérez, op. cit.), formada por margas y areniscas friables, arcillitas y limolitas de coloración rojo-bermellón a violáceo. Su espesor es de 6500 m.

Por último, con notable discordancia se superponen a las unidades anteriores, las formaciones San Vicente y Tambillo. La primera, (Courty, 1907) comienza con un conglomerado, seguida de arcillitas, areniscas y areniscas

conglomerádicas, en la que son también frecuentes intercalaciones tuffíticas y volcánicas. La segunda, (Pérez, op. cit.) está representada por conglomerados, lavas de color gris oscuro (basalto augítico) y tobas blanco-amarillentas, algo rosadas.

En discordancia, sobre las anteriores se disponen capas tuffíticas y volcánicas que conforman la Formación Chocaya.

## 12.2 CORDILLERA ORIENTAL

**Sector Norte.** En las proximidades del Lago Titicaca, la base del sistema, está constituida por areniscas feldespáticas rosadas a blancas, que conforman la Formación Muñani (Newell, 1949) nominada en el lado peruano de la misma zona. En el resto del sector, al igual que en el Altiplano, la base del Terciario, está ocupada por la Formación Santa Lucía. Localmente, y en discordancia sobre las anteriores unidades, se desarrolla una serie areno-conglomerádica roja denominada Formación Luribay (Ahlfeld, 1946). Por encima, en discordancia, los estratos de Salla (Evernden, et al., 1966) compuestas por arcillitas rojas, conteniendo intercalaciones de tufitas y abundantes formas fósiles de vertebrados terrestres.

**Sector Centro - Occidental.**- En esta parte, la base del Terciario nuevamente está ocupada por las formaciones Santa Lucía y Cayara, a las que, en pseudoconcordancia, sigue la Formación Mondragón (Lohmann y Branisa, 1962) compuesta por conglomerados de 20 m de espesor de origen fluvial.

Sobre los conglomerados Mondragón, se desarrolla la Formación Agua Dulce (Turneure y Marvin, 1947) y el Grupo Cerro Rico (Evans, 1940). La primera está constituida principalmente por lavas de andesita o dacita de coloración violácea-amarillenta de 380 m de espesor; la segunda depositada en una cuenca muy restringida está representada por rocas clásicas (conglomerados) y pelitas gris-blancas. Sobre las anteriores, en discordancia regional, se desarrolla la Formación Los Frailes (Pérez, op. cit.) caracterizada por rocas ígneas

extrusivas del tipo andesítico, dacítico y riódacítico, tobas e ignimbritas.

**Sectores Centro - Oriental y Sur.**- En estos dos sectores también la base del sistema se coloca en la Formación Santa Lucía, seguida por la Formación Cayara, sobre la que, a su vez, se desarrollan los conglomerados de la Formación Río Chico (Michalsky, 1962, inéd.) y las lavas de Los Frailes.

En la parte oriental del sector Sur, sobre la Formación Santa Lucía, tiene su desarrollo, en pseudo-concordancia, la Formación Camarogo (Ponce de León, 1966) conformada, en general, por conglomerados, areniscas calcáreas conglomerádicas y margas de coloración predominantemente rojizas; el conjunto alcanza de 400 a 1300 m de espesor.

En la parte occidental del sector Sur (áreas Tupiza - Casira Chico) se desarrolla una secuencia sefítica - volcánica denominada Formación Nazareno (Montaño, 1966, inéd.) en cuyos sedimentos han sido encontrados fósiles de mamíferos miocenos. Por encima, en discordancia, descansan los conglomerados y lavas de la Formación Tupiza (Ahlfeld y Bransa, 1960); sobre la que, a su vez, en discordancia angular se desarrolla otro conjunto sefítico de coloración amarillenta de 650 m de espesor denominado Formación Oploca (Montaño, op. cit.). La última unidad del sector, llamada Formación Choroma (Montaño, op. cit.) está compuesta de lavas andesíticas y tobas de color gris-amarillento de 200 m de espesor.

### 12.3 FAJA SUBANDINA

**Sector Sur.**- La unidad basal del Terciario, en este sector, es la Formación Petaca (Birkett, en Padula y Reyes, 1958) representada por una secuencia de conglomerados y areniscas. Luego, en concordancia y por encima, tiene su desarrollo una secuencia de limolitas y calizas con restos fósiles denominada Formación Yecua (Padula y Reyes, op. cit.). Esta posición estratigráfica no es constante en todo el sector Sur, debido a que, como los dos conjuntos se depositaron en una cuenca restringi-

da, el Yecua, en algunos casos traslapa al Petaca y en otros falta, apoyando la unidad superior Tariquía (Chaco inferior) directamente sobre el Petaca.

La Formación Tariquía (Ayaviri, 1965, inéd.) está constituida por areniscas de color castaño, con intercalaciones de arcillitas micáceas, sobre la que se apoya en aparente discordancia local la Formación Guandacay (Ayaviri, op. cit.) compuesta de areniscas conglomerádicas gruesas, conteniendo horizontes de tobas hacia su tope. Posteriormente, en discordancia y restringida al Dpto. de Tarija, se desarrolla el nivel más alto del Terciario del Subandino Sur, denominado Formación Jujuy (Gallaher, en Padula y Reyes, op. cit.) constituida por conglomerados gruesos e intercalaciones de limolitas grises.

La edad Terciaria de las unidades formacionales del Subandino Sur, está basada principalmente en hallazgos de algunos fósiles. En la Formación Petaca, se recolectaron dos mandíbulas de mamíferos que permiten asignarle una edad oligocena (Sanjinés y Jiménez, 1975), y en el Yecua, se han encontrado foraminíferos del Mioceno (Padula y Reyes, op. cit.). Por estos hechos, y por su posición estratigráfica, a las unidades Tariquía, Guandacay y Jujuy se atribuye una edad mio-pliocena.

**Sector Norte.**- La unidad basal de este sector, constituye la Formación Bala (Schlagintweit, 1939, inéd.) que descansa tanto sobre las sedimentitas cretácicas Eslabón, como sobre las de la Formación Flora. Encima del Eslabón es frecuente observarla sólo en el área del Río Beni. La Formación Bala está formada por areniscas cuarzosas de color gris-blanco y amarillentas, entrecruzadas, conteniendo horizontes de limolitas y arcillitas castaño-rojizas, con lentes de conglomerados. Concordantemente, con un pase claro unas veces y transicional en otras, se desarrolla la Formación Quendque (Schlagintweit, op. cit.) compuesta por areniscas entrecruzadas, color castaño-rojizo y arcillitas rojizas; su espesor es de 3000 m.

La Formación Charqui (Canedo Reyes, 1960) se desarrolla encima del Quendque, presenta

en su base conglomerados y areniscas color castaño. Sus niveles medios son más pelíticos que samíticos, y en los superiores cambia esta relación, predominando areniscas blanquecinas, friables, entrecruzadas sobre las intercalaciones de arcillitas y limolitas de colores grises; tiene un espesor de 3200 m.

Por último, la unidad más joven es la Formación Tutumo (Dávila, et al., 1965), caracterizada por su composición seftica.

#### 12.4 LLANURA CHACO - BENIANA Y SIERRAS CHIQUITANAS

En esta amplia región, es común encontrar rocas terciarias principalmente a todo lo largo del pie de monte de las Serranías Subandinas, formando una zona de lomeríos bajos. Más hacia el Este, en la llanura propiamente dicha; en la parte Norte, afloramientos del Quendque, Charqui, y Tutumo, son más frecuentes en las barrancas de los grandes ríos, como los que forman, el Acre, Madre de Dios, Tahuamanu, Manuripi y Madidi.

En la parte central, el Terciario, además de tener difusión en el área del Chapare como afloramientos de pie de monte, también forma afloramientos aislados en la llanura, como los que conforman los cerros Boomerang en las cercanías de Santa Rosa del Sara.

En la llanura Sur o Chaqueña, los afloramientos son más escasos.

En las Sierras Chiquitanas, se denomina Formación Tobité (Cabrera, en Pareja, op. cit.) a una secuencia correlacionable con el Petaca, compuesta por una sucesión areno-sabulítica con un sinnúmero de lentes conglomerádicos, aparentemente transicionales de las areniscas cretácicas del Portón.

En su nivel más alto, se encuentra otra unidad a la que se conoce con el nombre de Xaraies (Almeida, 1945). Esta Formación está compuesta por calizas que contienen huellas de plantas fósiles de edad pliocena.

### 13. CUATERNARIO

Este sistema es uno de los de mayor extensión y a su vez uno de los menos estudiados del país. Se desarrolla en varios lugares del Altiplano, cordilleras Oriental y Occidental, Faja Subandina y la Llanura Chaco-Beniana. El Cuaternario está constituido en general, por depósitos de conglomerados, gravas, arenas, arcillas, limos, tilitas, material volcánico, sal y lentes de turba lignítica.

#### 13.1 ALTIPLANO

En esta unidad morfoestructural, regionalmente han sido reconocidas capas subhorizontales de tobas, ignimbritas, coladas de lavas, conglomerados y areniscas, formando conjuntos de 300 a 600 m de espesor y de acuerdo a los lugares donde fueron descritas, han recibido también diferentes nombres formacionales. Su edad cuaternaria ha sido atribuida tanto en base a edades radiométricas como a argumentos paleontológicos. Los principales lugares donde se han colectado fósiles vertebrados cuaternarios son: Ulloma, Ayo - Ayo, Viscachani, etc. Los restos fósiles de Ulloma, casi siempre se hallan mal preservados, no así los de Ayo - Ayo y Viscachani, que muestran un excelente estado de conservación (Hoffsteter, et al., 1971).

Fuera de la litología anteriormente indicada, en esta altiplanicie se identificaron además, sedimentos lacustres, compuestos de calizas, margas, arenas finas y limos, correspondientes a tres hoyas lacustres, denominadas Ballivián, Minchin y Tauca. Las dos primeras estuvieron separadas entre sí, por una divisoria de aguas de rumbo NE - SO, coincidente con el volcán Sajama. La hoya Ballivian, ocupaba similar posición a la que actualmente ocupa el Lago Titicaca, pero con mayor extensión, cubriendo la llanura Sur de la Serranía de Tiahuanacu hasta la localidad de Ulloma. La Minchin, se

extendía desde Corque - Patacamaya por el Norte, hasta Ollague - Uyuni por el Sur, uniendo el Lago Poopó y los salares de Coipasa, Uyuni, Chiguana y Ascotán. La hoya Tauca mucho más moderna que las anteriores (13000 a 10.000 años) ocupaba el Altiplano Sur, con una extensión de 43.000 Km<sup>2</sup> (Servant, 1977). Terrazas de estos lagos actualmente se encuentran hasta una altura de 70 m encima del nivel del terreno.

Por último, otros depósitos de esta edad, constituyen los sedimentos salinos expuestos en los salares anteriormente indicados. El Salar de Uyuni, ocupa gran parte del sector meridional del Altiplano, abarcando una superficie de 9.000 km<sup>2</sup>. Sus bordes están compuestos generalmente de barro salado y su interior, por capas de sal sódica y lodo de aproximadamente 5 a 70 m de potencia, cifras obtenidas mediante perforaciones efectuadas con propósitos de exploración sísmica de carácter petrolero. A 20 km de su límite norte, tiene su desarrollo el Salar de Coipasa, el cual está separado del gran salar por la Serranía Intersalar. Al Oeste, se sitúa el Salar de Empexa, compuesto en su interior por arenas volcánicas salinas y capas de boronatrocalcitas. Cerca de Caite existen solfataras sublacustres. Al Suroeste, constituyendo una prolongación del Salar de Uyuni, se desarrollan otros pequeños salares denominados La Laguna, Laguni, Ollague y Chiguana. Estos generalmente están compuestos por una mezcla de arcilla, arena y sal (Ahlfeld y Branisa, op. cit.) Las aguas de los salares de Uyuni y Coipasa tienen una alta concentración de litio y potasio. (Ericksen, et al., 1977, inéd.).

### 13.2 CORDILLERA ORIENTAL

En el sector Norte de la Cordillera Oriental, el valle superior de La Paz es el lugar donde mejor se describió la sedimentación cuaternaria y fue Dobrovolsky (1956) quien introdujo las denominaciones de Formaciones Patapatani, Calvario, Milluni, Pampajasi, Irpavi y Miraflores, habiendo reconocido además, cuatro sucesivos períodos glaciales pleistocenos. Posteriormente, este trabajo ha sido complementado con la determinación de cuatro glaciares: el

más antiguo o Glacis I estaría localizado encima de las Formaciones post-miocenas, arcillo-conglomerádicas con horizontes de cineritas, al que seguirían paleosuelos rojos y depósitos fluviales, interdigitados por el "till" Calvario. Luego continuaría el Glacis II, que marcaría un período de erosión, sobre el que descansaría la Formación Purapurani, compuesta de sedimentos fluviales interdigitados por "till" Kaluyo. Sobre el anterior se desarrolla el Glacis III, seguido de capas de paleosuelos rojos digitados por el "till" Sorata, encima de los cuales se sitúa el Glacis IV, sobre el que descansarían nuevas capas de paleosuelos y las Terrazas Miraflores, compuestas de depósitos fluviales y/o fluvio-glaciales con digitaciones del "till" Choqueyapu (Servant, op. cit.).

En la parte central de esta unidad, también se distinguen varios depósitos cuaternarios. Uno de los principales es el de Cochabamba - Sacaba, cuyo relleno alcanza un espesor aproximado de 140 m, sedimentos dentro de los cuales ha sido encontrado la caparazón de un gliptodonte. Entre otros de menor importancia se tienen, las pequeñas cuencas de Tiraque, Sucre y Betanzos, esta última también conocida por su contenido de fósiles vertebrados.

En el sector Sur, se encuentran otras cuencas cuaternarias como las de Culpina, Padcaya, Tupiza y Tarija. Por los hallazgos de vertebrados dentro de los modernos sedimentos del valle de Tarija, estos depósitos son considerados como uno de los más famosos yacimientos de mamíferos fósiles. Esta cuenca, fue conocida desde el siglo XVII, posteriormente, diferentes autores han identificado las especies encontradas, así en 1832 D'Orbigny se refirió a los fósiles del valle tarijeño y en los últimos tiempos, se continuaron colectando especies, las que han sido relacionadas a formas de la Patagonia, Brasil, Ecuador y Perú (Ameghino, 1902; Oppenheim, 1943; Hoffstetter, 1963).

### 13.3 FAJA SUBANDINA

En este ámbito, sedimentos cuaternarios son principalmente encontrados relleno la parte superior de algunos grandes y amplios sin-

clinales. En el sector Norte, se observan en los sinclinales de los ríos Beni, Quiquibey, Tuichi y Maniqui. En el sector Sur, en los de Vallegrande, Mataral - El Trigo, Tatarenda, Lagunillas y Tariquía. En forma de depósitos aluviales recientes, son encontrados a lo largo de casi todos los principales ríos y como acumulaciones coluviales, en afloramientos aislados, ocupando los flancos de las serranías.

Dentro de algunos de estos depósitos, se han encontrado restos de vertebrados, Toxodontes al Sur del Fortín Madidi, y Mixotoxodontes al Sur del Río Maniqui (Hoffstetter, 1968).

#### 13.4 LLANURA CHACO - BENIANA

Esta amplia unidad morfoestructural, en casi toda su extensión se encuentra cubierta por sedimentos cuaternarios. Estos, en general están compuestos por material de origen aluvial, fluvio - lacustre y residual, conteniendo en algunos lugares horizontes alternantes de cinerita. Su espesor es variable y algunas veces con cierto contenido paleontológico.

En el área chaqueña, en la cuenca del Río Piraí, al Noroeste de Santa Cruz, en la localidad de Santa Rosa del Sara, se han encontrado dientes de Mastodontes. También en la quebrada Ñuapua, situada entre Carandaytí y Capirenda, se han encontrado varios niveles conteniendo diferentes formas fósiles correspondientes a vertebrados asignados al Pleistoceno (Hoffstetter, op. cit.).

Fuera de los sedimentos anteriormente mencionados, habría que señalar además algunos depósitos calcáreos lagunares y pequeños salares como lo constituyen las Salinas de San José y San Miguel, situadas estas últimas cerca de la frontera con el Paraguay y a 150 km al Sur de San José de Chiquitos.

## 14. MAGMATISMO

Las rocas de origen magmático que aparecen representadas en el Mapa Geológico, de acuerdo a su génesis, edad y composición petrográfica, han sido diferenciadas de la siguiente manera:

### 14.1 PRECAMBRICO

Se atribuyen a esta edad, tanto las rocas que conforman los extensos afloramientos que ocupan el tercio oriental del país y que forman parte del Escudo Brasileño, como las que ocupan un sector del subsuelo de la parte occidental del Altiplano Norte, y que posiblemente sean, la prolongación suroriental del Macizo de Arequipa. Dato que ha sido confirmado por muestras tomadas durante la perforación del pozo San Andrés (metagranito de 1.100 - 100 m.a.) y también, por los componentes clásticos ígneos de los conglomerados terciarios que cubren el área (Conglomerado Cuprita).

En base a determinaciones petrográficas en el área del Escudo, se han distinguido zonaciones bien características: a) granitos gneísicos, son encontrados desde Urubicha hasta Santo Corazón, b) granitos alcalinos, afloran en una faja desde Palmarcito hasta San Javier y también en la región de Santa Ana, San Miguel, San Rafael, de la Provincia Velasco del Departamento de Santa Cruz. c) Recientemente se ha señalado la presencia de rocas de composición foyalítica cuarzo - sienítica y granitos con biotita y riebeckita que intruyen al complejo gneísico del basamento. d) Como dato novedoso se indica la presencia de lavas carbonáticas en el cerro Manomo. e) Microgranitos han sido interpretados como resultados de un enfriamiento de facies marginal en un corte efectuado entre Tauca y Mamoca (Santa Cruz). f) Migmatitas y pegmatitas formando diques de granitos rojos, granitos porfiríticos

y cuarzo cristalino o lechoso han sido observados en los alrededores de Taperas, San Juane-ma, San Miguel y Miguelito.

## 14.2 PALEOZOICO

La Era Paleozoica en general está caracterizada por la poca actividad magmática, y únicamente en los tiempos eopaleozoicos parece producirse un magmatismo profundo, cuyos productos constituyen la gran cantidad de diques y filones capas que rellenan planos de debilidad en estratos de edad ordovícica a devónica. Estos son frecuentes principalmente en los departamentos de Potosí y Chuquisaca (Cotagaita, Serranías de Lique y Mataka) y más al Norte en la zona de Tapacarí e Independencia del Departamento de Cochabamba, como también en la zona de Huarina - Achacachi en el Departamento de La Paz.

No obstante que estos diques se encuentran muy alterados, existen determinaciones que dan una composición diabásica - melafírica, a veces con alto contenido carbonático. Aun no se tienen determinaciones de edad absoluta, pero se infiere que pertenecen a un tiempo paleozoico bajo, debido a su frecuente ocurrencia en rocas del Ordovícico.

Se deben citar los lentes basálticos dentro de estratos del Pérmico en la zona de Tiquina, hecho que es más notable en la Formación Mitu del Perú. También afloramientos de un intrusivo gábrico en la zona de Jesús de Machaca fueron determinados por el método K/Ar como de edad pérmica.

Otra zona con afloramientos de rocas asociadas al magmatismo paleozoico, constituye un sector de la frontera con la República Argentina, entre Mecoya y Rejara, donde rocas granodioríticas y sieníticas han sido atribuidas generalmente al Cámbrico (535 - 550 m.a.). También es necesario hacer notar, que en esta misma zona, otros núcleos analizados, han dado dataciones que colocan a las rocas graníticas en el Mesozoico, lo que hace pensar en la existencia de distintas fases magmáticas.

## 14.3 MESOZOICO - CENOZOICO

Cuerpos de naturaleza magmática de esta edad, se encontraron sólo en la parte occidental del país, en los sectores Altiplano, y las cordilleras Oriental y Occidental.

En la Cordillera Oriental, rocas graníticas de naturaleza plutónica, afloran en núcleos separados, formando un arco de rumbo N 30° W, cubriendo una extensión aproximada de 400 km<sup>2</sup>. Estos granitos están emplazados en rocas paleozoicas y petrográficamente corresponden a granodioritas, monzonitas, adamelitas, tonalitas y cuarzolitas. La edad de estas rocas varía desde 211 a 26 m. a. o sea desde el Triásico hasta el Terciario. Es interesante remarcar que la edad de estos cuerpos disminuye de Norte a Sur.

Los nombres de los principales núcleos graníticos de Norte a Sur son: Huato, en la Cordillera de Muñecas, Illampu, Yani, Huayna Potosí, Cotacucho, Taquesi e Illimani en la Cordillera Real. Existiendo también otros más pequeños en las cordilleras de Tres Cruces, Santa Vera Cruz y Kari Kari en Potosí. Últimamente se constató la presencia de granodioritas en el Cerro Azanaques cerca de Challapata.

Algunas dataciones radiométricas de estos emplazamientos graníticos son las siguientes:

Roca	Localidad	Edad	Referencias
Granodiorita	Huayna Potosí	211 m.a.	(Ahlfeld y Branisa, 1960)
Granodiorita	Taquesi-Mururata	199 m.a.	(Ahlfeld y Branisa, op. cit.)
Granodiorita	Sorata	180 m.a.	(Ahlfeld y Branisa, op. cit.)
Granito	Illimani	26 m.a.	(Ahlfeld y Branisa, op. cit.)
Granito	Quimsa Cruz	26 m.a.	(Ahlfeld y Schneider-Scherbina, 1964)
Granodiorita	Kari Kari	20.8 m.a.	(Rivas y Carrasco, 1968)
Látita	Kari Kari	20.1 m.a.	(Rivas y Carrasco, op. cit.)

Mantos basálticos cretácicos expuestos en los sinclinales de Betanzos y Tarabuco, han proporcionado una edad de 83 m.a. (Ahlfeld y Branisa, 1960). En el Subandino, el manto basáltico denominado Formación Entre Ríos, ha dado una edad promedio de 85 m.a.

Durante el Terciario Medio a Superior se desarrolla un gran número de cuerpos hipabisales que afloran como "stocks" volcánicos generalmente emplazados en rocas paleozoicas. Estos cuerpos de poca extensión, se alínean subpa-

ralelamente o dentro de la Cordillera Oriental; desde el cerro Cohuila en la Cordillera de Apolobamba por el Norte, continuando por el borde occidental del Lago Titicaca y siguiendo más al Sur hacia Patacamaya, Oruro, Lla-lagua, Potosí, Chorolque y San Antonio de Lípez, etc.

Como ejemplos representativos, sobre la edad de estos cuerpos se pueden citar los siguientes:

Roca	Localidad	Edad	Referencias
Dacita alterada	"Stock" Cerro Rico de Potosí	13.7 m.a.	(Grant, et al., 1977)
Cuarzo latita porfirítica	"Stock" La Salvadora-Llallagua	20.1 m.a.	(Grant, op. cit.)
Cuarzo latita	"Stock" Colquechaca	22.1 m.a.	(Grant, op. cit.)
Riodacita	Complejo volcánico Chocaya	13.0 m.a.	(Grant, op. cit.)
Lava riodacítica	Cerro Chorolque	15.6 m.a.	(Grant, op. cit.)
Riodacita	Complejo volcánico Tatasi	15 m.a.	(Grant, op. cit.)
Cuarzo latita sericitizada	Cerro Tasna	15.8 m.a.	(Grant, op. cit.)

#### 14.4 VOLCANISMO CENOZOICO

Extensas áreas del Altiplano y aislados lugares de la Cordillera Oriental se hallan cubiertas por material volcánico, compuesto de lavas, ignimbritas, tobas y piroclastos, pertenecientes a fases efusivas Plio - pleistocenas a recientes. Este material eruptivo yace discordantemente e indistintamente encima de los estratos peneplanizados y plegados paleozoicos, cretácicos y terciarios.

En la zona de Copacabana, lavas riodacíticas descansan en posición horizontal sobre estratos terciarios, de igual manera, lavas andesíticas cubren la meseta devónica en la península de Santiago de Huata.

En la parte central de la Cordillera Oriental, se presentan las mayores cubiertas de ignimbritas y lavas terciarias en la alta meseta de Moroccala cerca de Oruro y más al Sur en las cordilleras de Los Frailes, Livicucho y Azanaques, hasta las cercanías de la ciudad de Potosí. Petrográficamente las rocas son de composición semiácida, riolitas y riodacitas en general.

De los Andes Occidentales se afirma, que no representa una verdadera cordillera sino que, se trata del borde occidental del Altiplano levantado por acumulaciones de material volcánico durante el Plio - Pleistoceno hasta épocas recientes. Este hecho, puede comprobarse ob-

servando en el sector sudoccidental del país, a lo largo de la frontera con la República de Chile, numerosos cráteres y conos volcánicos, domos, y coladas de lavas que aún mantienen sus formas originales de fluencia. Destacándose en forma de cuerpos que sobresalen por encima de las extensas planicies y mesetas de ignimbritas y tobas, demostrando en general la juventud de dicha actividad magmática. La

composición petrográfica del material volcánico varía entre dacitas y andesitas.

Regionalmente las rocas referidas reciben los nombres de Formaciones Frailes, Umala, Mauri, Pérez y sus edades varían entre 1.7 a 10.5 m.a. como demuestran los ejemplos siguientes de determinaciones radiométricas por el método K/Ar:

Formación Pérez (Ignimbrita)	2.2 m.a.	(Evernden, et al., 1977)
Formación Frailes (Toba)	7.5 m.a.	(Evernden, et al., 1977)
Zona Ollagüe (Ignimbrita)	1.7 m.a.	(Baker, ined.)
Oeste de Cachi Laguna (Ignimbrita)	3.2 m.a.	(Baker, ined.)
Mauri - 6 (Toba)	10.5 m.a.	(Evernden, et al., 1977)
Umala (Ignimbrita)	8.2 m.a.	(Evernden, et al., 1977)

Fuera del área sudoccidental, y Altiplano Norte, en varias cuencas con depósitos cuaternarios y terciarios del resto del país, se presentan intercalaciones de tobas, cineritas o cenizas volcánicas que posiblemente provinieron de los centros eruptivos del occidente boliviano.

Al presente, debido al estado fumarólico en que se encuentran algunos volcanes, se sugiere que existen todavía indicios de cierta actividad magmática.

## 15. REFERENCIAS CITADAS EN EL TEXTO

- AHLFELD, F. 1946 Geología de Bolivia - *Rev. Mus La Planta*, 3 (19): 5.370.
- AHLFELD, F. y BRANISA, L. 1960 *Geología de Bolivia* - Ed. Don Bosco, La Paz, 215 p.
- AHLFELD, F. y SCHNEIDER - Los Yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia  
SCHERBINA, A. 1964 - *GEOBOL* 5: 388 p.
- ALMEIDA, F.F., 1945 Geología do Sudoeste Matogrossense - *Div. Geol. Min.-Brasil*, 116: 1-19.
- AMEGHINO, F., 1902 Notas sobre algunos mamíferos fósiles nuevos o poco conocidos del valle de Tarija- *An.Mus. Nac. Arg.*, 1 (8): 225-261, Buenos Aires.
- ASCARRUNZ, R., 1973 Contribución al conocimiento geológico del área comprendida entre los pueblos de Viacha - Corocoro y Umala - *Soc. Geol. Boliviana*, 20; 29-64.
- ASCARRUNZ, R. y RADELLI, Geología della penisola di Copacabana e delle isole del  
L., 1964 settore sud del Lago Titikaka - *Att. Soc. Ital. Sci. Natur.*, etc. 103 (3); 273-284.
- ASCARRUNZ, R. y CLAURE Hoja geológica No. 5942, "Corocoro" - *Pub. Serv. Geol.*  
L., y REVOLLO, R., 1967 *Bolivia* (GEOBOL).
- AYAVIRI, A., 1965 (Inédito) Geología del área de Tarija entre los ríos Pilaya, Pilcomayo y Río Bermejo - *Informe interno YPF* (No. 996).
- BARBOSA, O., 1949 Contribuicao y Geologia da Regiao Brasil Bolivia - *Min. & Met.*, 13 (77): 271 - 278.
- BRANISA, L., 1969 El Sistema Silúrico en Bolivia: Estratigrafía, Faunas y Límites - *Soc. Geol. Boliviana*, 12: 22-70
- BRANISA, L., y GRAMBAST, Quelques precisions nouvelles d'apres des Charophytes, sur l'age du Groupe Puca (Cretacé - Paleogene, Bolivie).-  
L. y HOFFSTETTER, R. 1969 *C.r. Soc. Geol. France*, 8; 321-322.
- BROCKMANN, C., CASTAÑOS, Estudio geológico de la Cordillera Oriental de los Andes, en la zona central de Bolivia (Región del Chapare) - *Soc. Geol. Boliviana*, 18; 3-36.  
A., SUAREZ, R. y TOMASI, P. 1972
- CABRERA-LA ROSA, A. y Reconocimiento geológico de los yacimientos petrolíferos del Departamento de Puno - *Bol. Cuerpo Ing. Min.. Perú*, 115; 40-48.  
PETERSEN, G., 1936

- CANEDO REYES, R., 1960 (Reedición) Informe sobre la geología de la zona petrolífera del noroeste - *Bol. Inst. Boliv. Petr. (IBP)*, 1 (2): 9-31.
- CHAMOT, G.A., 1962 Bosquejo geológico de la plataforma del Escudo Brasileño en el Oriente Chiquitano, Bolivia - *Bol. Inst. Boliv. Petr. (IBP)*, 3 (4): 11-30.
- CHERRONI, C. y CIRBIAN, M., 1970 (Inédito) Informe geológico de la región de Corocoro - Río Desaguadero - *Informe interno YPF* (No. 1609).
- COURTY, G. 1907 Explorations géologiques dans l'Amérique du Sud - *Miss. Sci. Créqui Montfort & Senéchal de la Grange*, Paris, 206 p.
- DAVILA, J., VARGAS, C. y PONCE DE LEON, V., 1965 (Inédito) Informe sobre la geología del bloque andino noroccidental y la faja subandina del norte - *Informe interno YPF* (No. 1000).
- DERINGER, D.C. y PAYNE, J., 1937 The ore deposits of Llallagua in "Patiño leading producer of tin" - *Eng. Min. Journ.*, 138; 171-177.
- DIAZ, H., 1959 Comunicación acerca de las condiciones geológicas presentes en el curso superior del Río Beni - *Bol. Técn. YPF*, 1(2).
- DOBROVOLNY, E., 1956 Geología del Valle superior de La Paz, Bolivia - *Ed. Letras. La Paz*, 67 p.
- ERICKSEN, J., BALLON, R., RAND VINE, J., 1977 (Inédito) Preliminary report of the Lithium rich brines at Salar de Uyuni and nearby Salars in Southwest Bolivia - *Report U.S. Geol. Surv. y Serv. Geol. Bolivia*.
- EVANS, J. W., 1940 Structure and Mineral Zoning of the Pailaviri section, Potosí, Bolivia - *Econ. Geol.*, 35 (6):737-750.
- EVERNDEN, J.F. KRIZ, S. y CHERRONI, C., 1966 Correlaciones de las formaciones terciarias de la cuenca altiplánica en base de edades absolutas, por método Potasio - Argon. Hoja Inf. No. 1 - *Serv. Geol. Bolivia*.
- EVERNDEN, J.F. KRIZ, S. y CHERRONI, C., 1977 Potassium - Argon ages of some Bolivian Rocks - *Econ. Geol.* 72 Ñ 1042-1061.
- FRICKE, W., SAMTLEBEN, C., SCHIDT-KALLER, H., URIBE, H. y VOGES, A., 1964 Geologische Untersuchungen im Zentralen Teoil des bolivianischen Hochlandes nordwestlich Oruro - *Geol. Jahrb.*, 83: 1-30 Hannover.
- GRANT, J.N., HALLS, C., AVILA, W., y SNELLING, N.J., 1977 Edades Potasio - Argón de las rocas ígneas y la mineralización de parte de la Cordillera Oriental, Bolivia - *Bol. Serv. Geol. Bolivia* 1 (1); 33-60.

- HEALD, K.C. y MATHER, K.F., 1922 Reconnaissance of the Eastern Andes between Cochabamba and Santa Cruz, Bolivia - *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 3: 553-570.
- HOFFSTETTER, R., 1963 La faune Pleistocene de Tarija (Bolivie) - *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur.*, 35 (2); 194-203.
- HOFFSTETTER, R., 1968 Ñuapua, un gisement de vertébrés pléistocènes dans le Chaco Bolivien - *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur.*, 40 (4): 823-836.
- HOFFSTETTER, R., MARTINEZ, C., MUÑOZ REYES, J., y TOMASI, P., 1971 Le gisement d'Ayo Ayo (Bolivie) une succession stratigraphique Pliocene - Pleistocene datée par des Mammifères - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 273; 2472-2475.
- ISAACSON, P.E., 1977 Denovian stratigraphy and Brachiopod Paleontology of Bolivia - *Palacontogr.*, Abt. A, Bd. 155 (5-6): 133-192.
- LISBOA, M.R. 1909 Oeste de Sao Paulo, Sud de Matto Grosso - *Comissao E. Schnoor, Rel Anexo*. Río de Janeiro.
- LOHMANN, H.H., y BRANISA L., 1962 Estratigrafía y Paleontología del Grupo Puca en el Sinclinal de Miraflores, Potosí - *Petr. Boliv.* 4 (2): 9-16.
- LOPEZ MURILLO, H., 1967 Acerca de la geología de las Sierras Subandinas del noroeste - *Bol. Inst. Boliv. Petr. (IBP)*, 7 (2); 14-27.
- LOPEZ PUGLIESI, J.M. (Inédito) El mesozoico subandino al sur de Santa Cruz - *Informe interno YFPB* (No. 1674).
- MATHER, K.F., 1922 Front ranges of the Andes between Santa Cruz, Bolivia and Embarcación, Argentina - *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 33:703-764.
- MEYER, H.C. y MURILLO, J.E., 1961 Investigaciones geológicas en la faja cuprífera altiplánica. Sobre la geología en la Prov. Aroma, Pacajes y Carangas - *Serv. Geol. Bolivia (GEOBOL)*, 1.
- MICHALSKY, J., 1962 (Inédito) Estudio geológico del sinclinal de Tarabuco, entre Presto - Abra Kassa y Molle Mayu - Kara Kara, Chuquisaca - *Tesis UMSA*.
- MONTAÑO, D., 1966 (Inédito) Estudio geológico de la región de Tupiza - Estarca - Suipacha, Sud Chichas, Potosí - *Tesis UMSA*.
- MONTES DE OCA, I., SIRVAS, F., y TORRES, E., 1963 Hoja geológica No. 5742 "Santiago de Machaca" - *Publ. Serv. Geol. Bolivia*.
- MURILLO C., NUÑEZ, R., y GASPARI, J., 1963 Hoja geológica No. 5741 "Charaña" - *Publ. Serv. Geol. Bolivia. GEOBOL*.

- NEWELL, N.D., 1949 Geology of the Lake Titicaca region, Peru and Bolivia - *Geol. Soc. Amer.*, Mem 36: 1-111.
- OLIVEIRA, A.I. de y LEONARDOS, O.H., 1943 Geología do Brasil - *Ming. Agr.*, Rio de Janeiro, 2 (1) : 1-813.
- OPPENHEIM, V., 1943 The fossiliferous basin of Tarija, Bolivia - *Journ. Geol.*, 51;548-555.
- PADULA, E.L., y REYES, F.C., 1958 Contribución al Léxico Estratigráfico de las Sierras Subandinas - *Bol. Tec. YPFB*, 1 (1); 9-70.
- PAREJA, J., 1975 Discordancias en el extremo oriente de Bolivia - *Rev. Tec. YPFB*, 4 (3); 845-855.
- PEREZ, M., 1963 (Inédito) Estudio geológico del área Sevaruyo - Salar de Uyuni, Bolivia - *Tesis UMSA*.
- PERRY, L.D. 1963 Flora Formation (Upper Cretaceous) of northern Bolivia - *Bull. A.A.P.G.*, 47 (10): 1855-1860.
- PONCE DE LEON, V., 1966 Estudio geológico del Sinclinal de Camargo. *Bol. Inst. Boliv. Petr. (IBP)*, 6 (1): 33-53.
- REQUENA, C., SAAVEDRA, A. y CORTEZ, G., 1963 Hoja geológica No. 5844 "Tiahuanacu" - *Publ. Serv. Geol. Bolivia (GEOBOL)*.
- RIVAS, S., 1971 Ordovícico en el corazón de Bolivia - *GEOBOL*, 15: 9-15.
- RIVAS, S., 1971 a. Algunas novedades sobre la estratigrafía del Ordovícico - *Soc. Geol. Boliviana*, 15: 5-12.
- RIVAS, S., y CARRASCO, R., 1968 Geología y Yacimientos Minerales de la Región de Potosí - *GEOBOL*, 11: 1-95
- RIVAS, S., y FERNANDEZ A., y ALVAREZ, R., 1969 Estratigrafía de los sistemas Ordovícico, Cámbrico y Precámbrico en Tarija, Sud de Bolivia - *Soc. Geol. Boliviana*, 9: 27-4.
- SANJINEZ, G. y JIMENEZ, F., 1975 Comunicación preliminar acerca de la presencia de fósiles vertebrados en la Formación Petaca del área de Santa Cruz - *Rev. Tec. YPFB* 4 (3): 147-158.
- SCHLATTER, L.E. y NEDERLOFF, M.H., 1966 Bosquejo de la geología y paleogeografía de Bolivia - *GEOBOL*, 8: 1-49.
- SCHLAGINTWEIT, O., 1939 (Inédito) Informe preliminar sobre reconocimiento entre San Borja y Huachi y en el Río Beni, entre Huachi y Rurrenabaque - *Inf. Interno YPFB*.

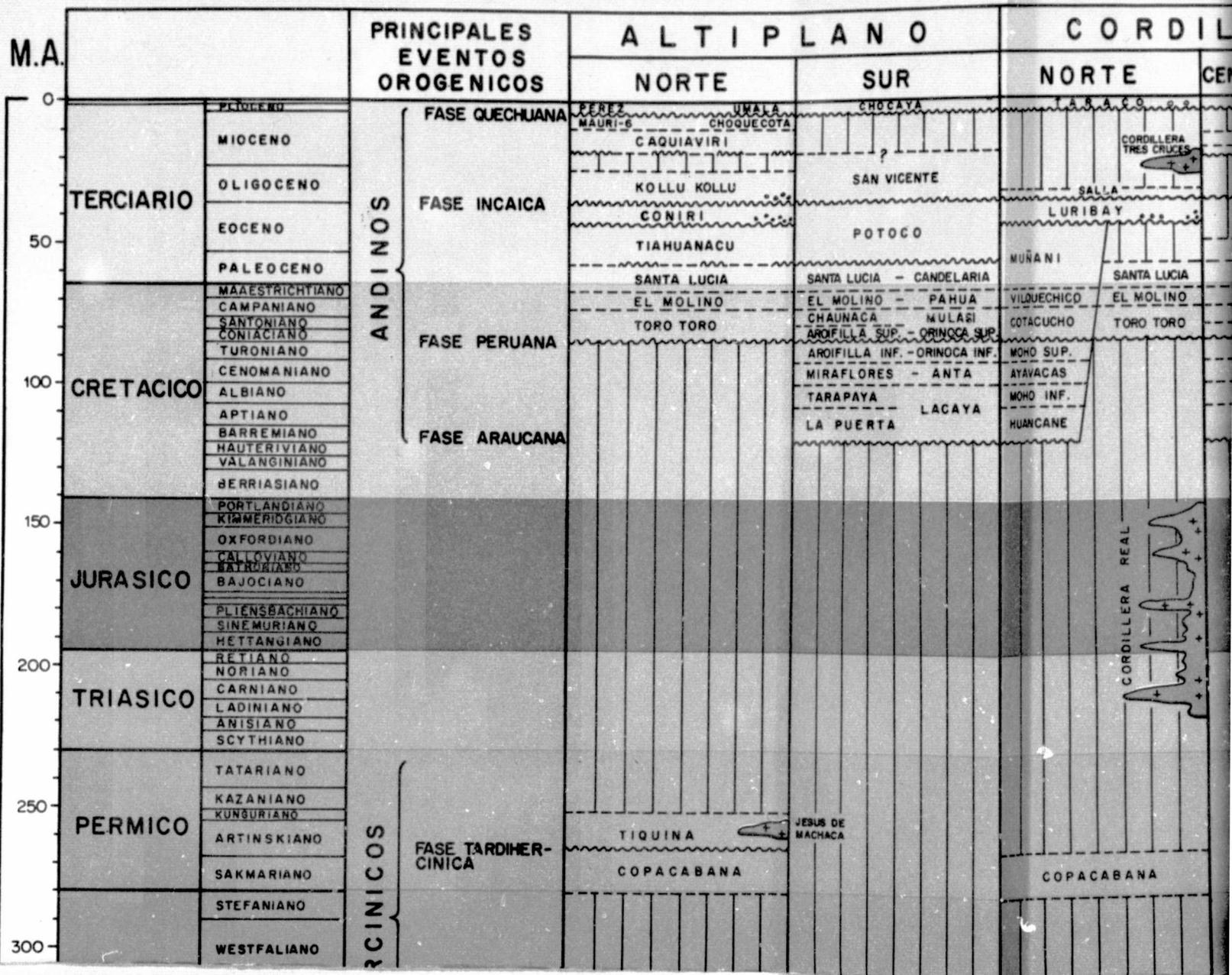
- SERVANT, M., 1977 El cuadro estratigráfico del Plio - cuaternario del Altiplano de los Andes tropicales de Bolivia - *Rev. Geol. UMSA*, 1 (1): 23-29.
- STEINMANN, G., y HOEK, H., 1912 Das Silur und Cambrium des Hochlandes von Bolivia und ihre Fauna - *Neues Jhrb. Ming. Geol. Pal.*, 34: 176-252.
- SUAREZ-SORUCO R., 1976 El Sistema Ordovícico en Bolivia - *Rev. Téc. YPF*, 5 (2): 111-223.
- TURNEAURE, F., 1960 A comparative study of major are deposits of central Bolivia - *Econ. Geol.*, 55 (2): 217-254 : 574-606.
- TURNEAURE, F., y MARVIN, T.C., 1947 Notas preliminares sobre la geología del Distrito de Potosí - *Min. Boliv.* 4 (36): 9-14.
- TURNER, J.C.M., 1964 Descripción geológica de la hoja 2c. Santa Victoria (Prov. Salta y Jujuy) - *Inst. Nac. Geol. Min.* ,104.
- ULRICH, A., 1892 Paläozoische Verteinerungen aus Bolivien - *Neues Jahrb. Min. Geol. Pal.*, 8: 5-116, BBd.
- VAN DORR, J., 1945 Manganese and Iron deposits of Morro do Urucum, Matto Grosso, B r a s i l - *U.S. Geol. Surv.*, 946 A: 1-47.
- VARGAS, E., 1970 Estudio geológico del Area de Llallagua (Hoja 6238), *GEOBOL*, 12: 1-52.



ROBERTO FRAME

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

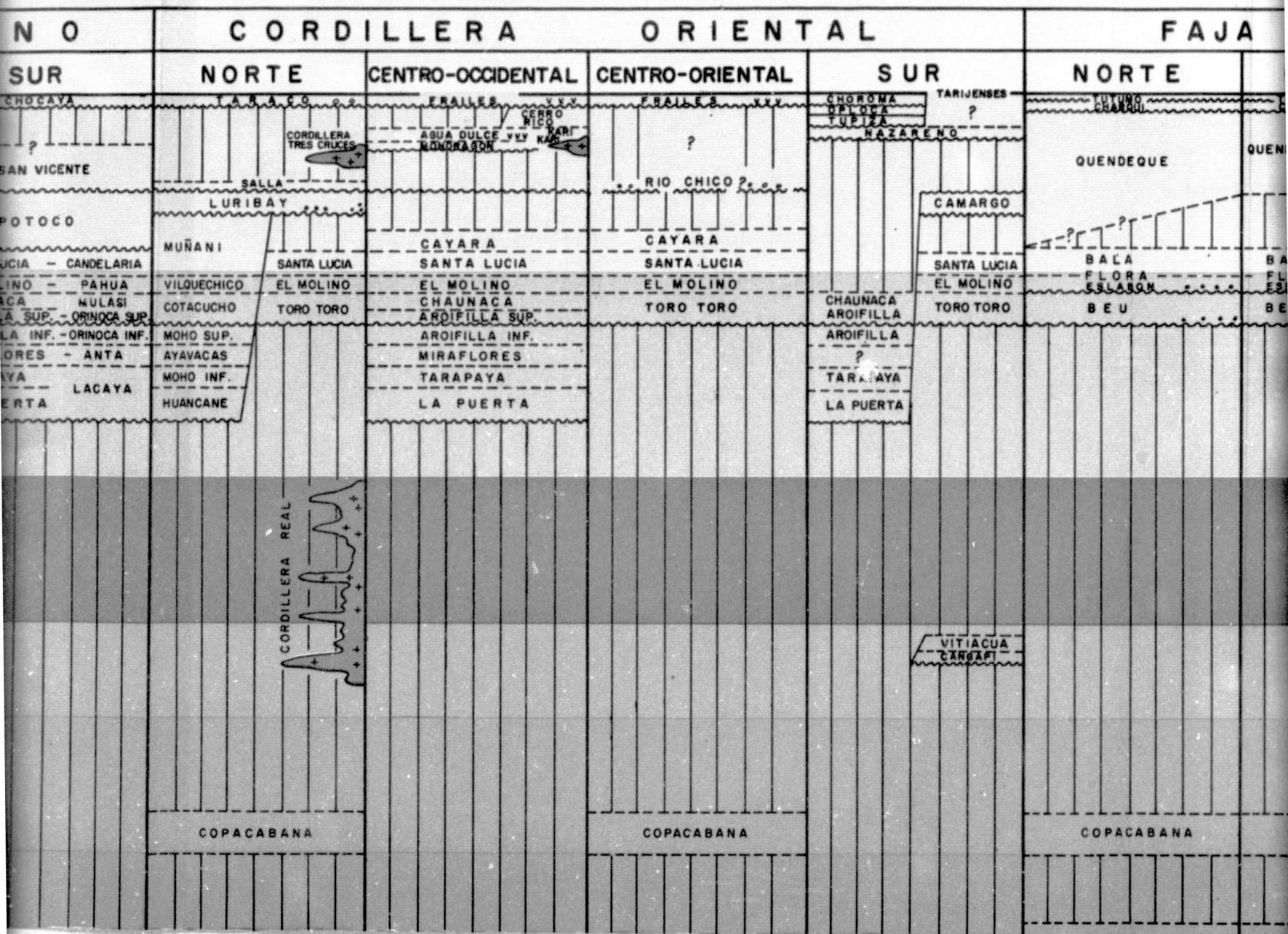
CUADRO



ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

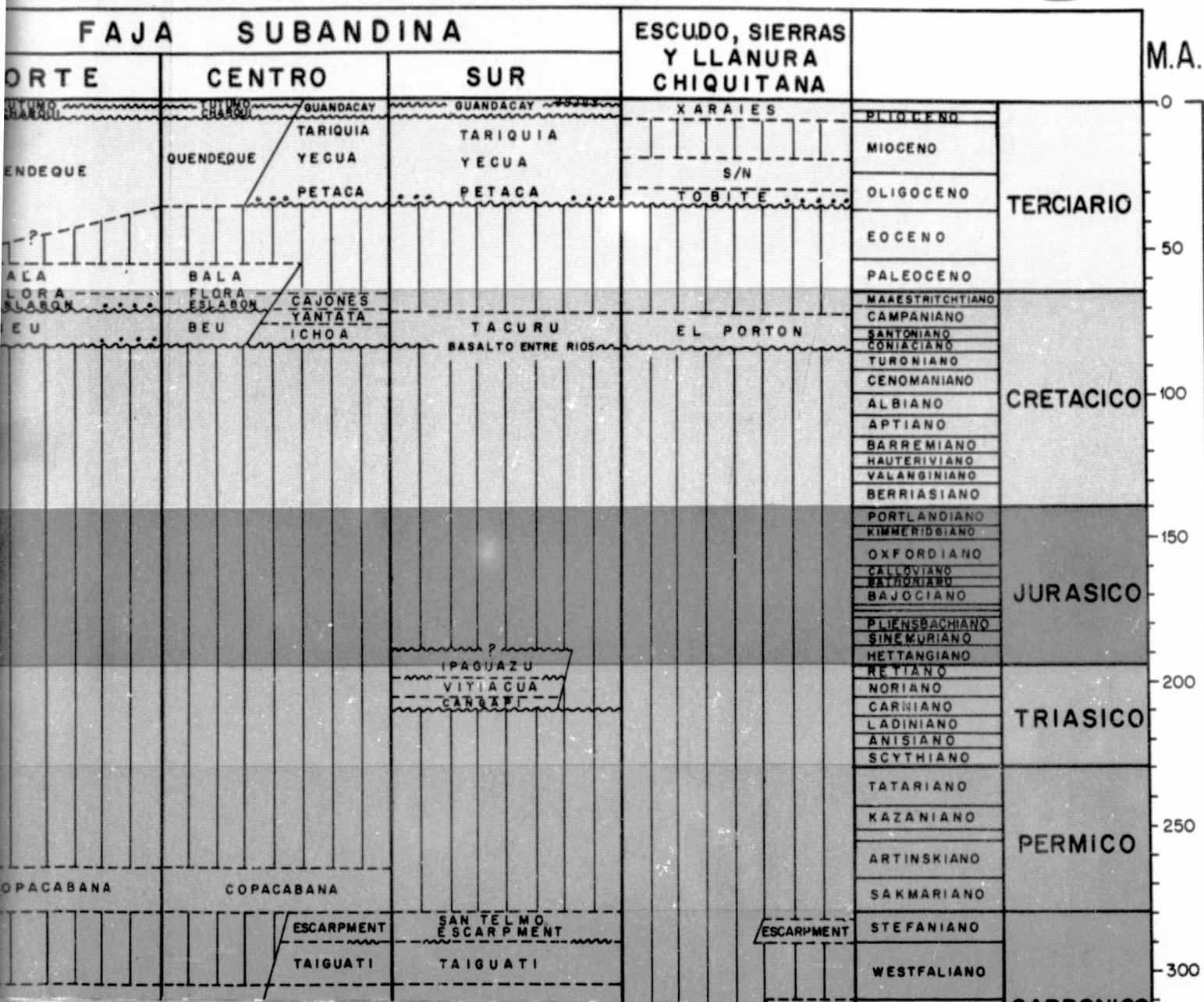
2 SCISSOR FRAME

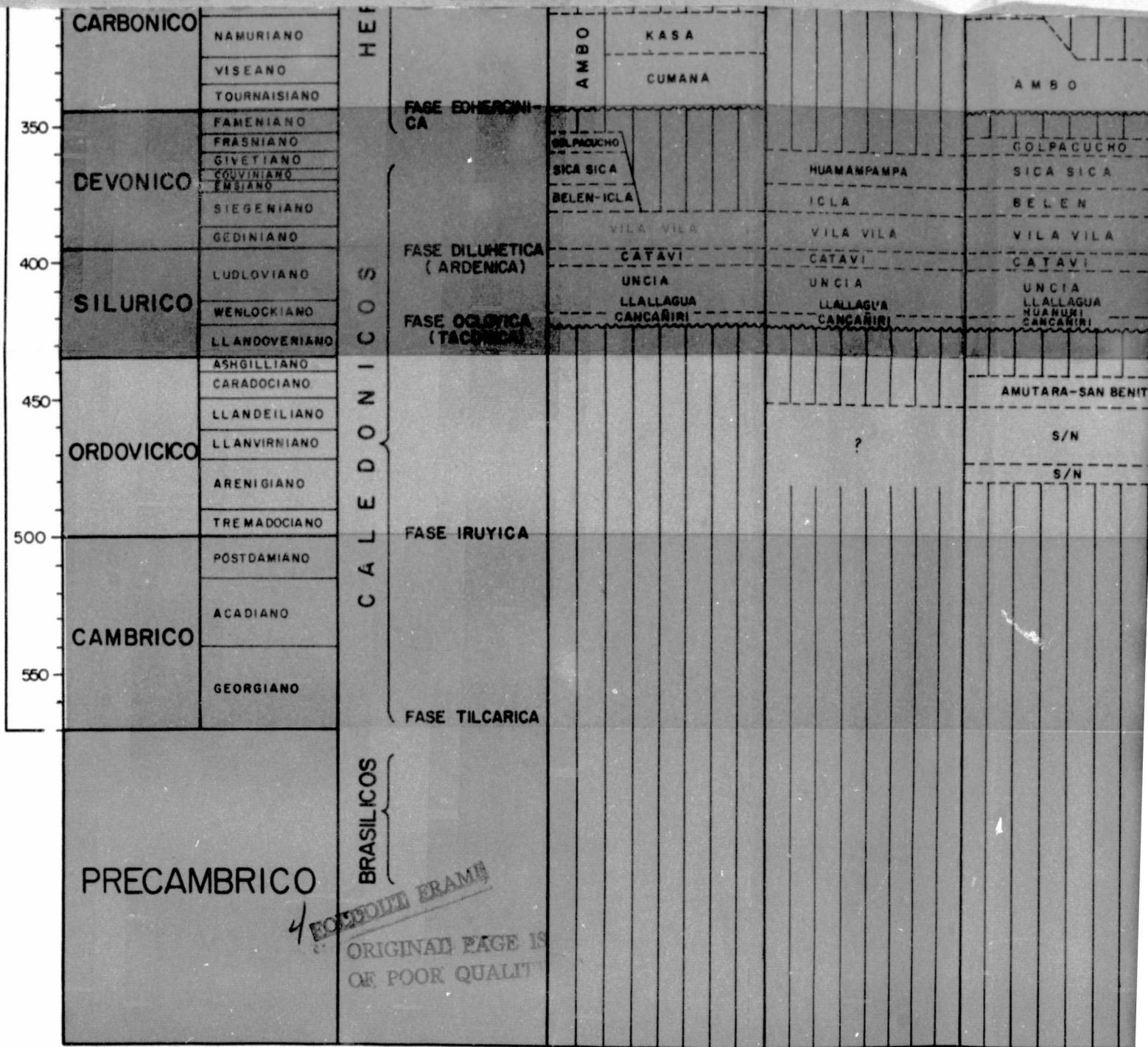
# CUADRO CRONOESTRATIGRAFICO



3

FOLDOUT FRAME

ORIGINAL PAGE  
OF POOR QUALITY



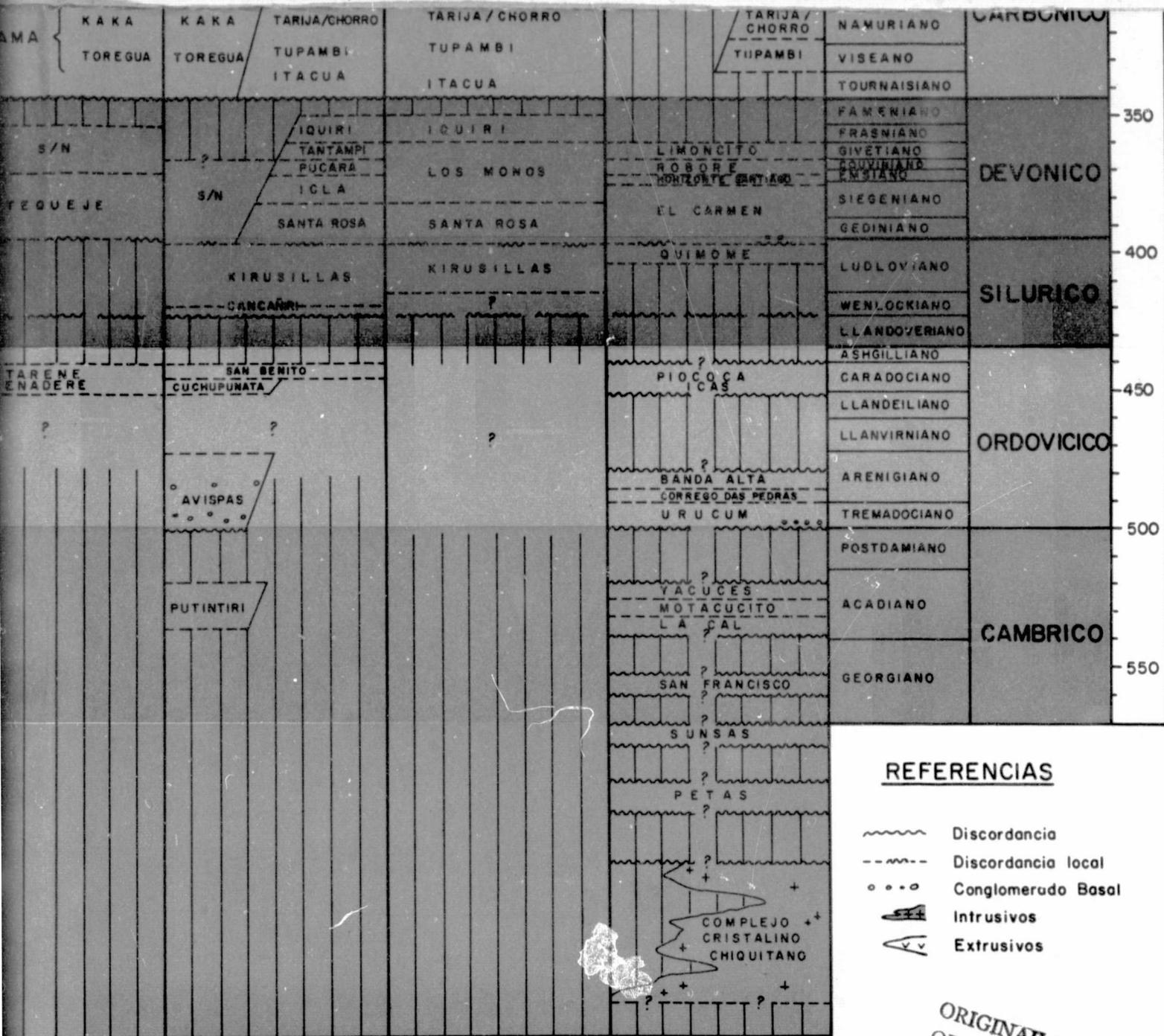
4 ~~FOOTBALL~~ FRAME

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

	AMBO		AMBO	TUPAMBI ?	RETAMA { KAKA TOREGUA TO
	GOLPACUCHO		CHA - KJERI		
AMAMPAMPA	SICA SICA	HUAMAMPAMPA	HUAMAMPAMPA	HUAMAMPAMPA	S/N
LA	BELEN	ICLA	ICLA	ICLA - GAMONEDA	TEQUEJE
LA VILA	VILA VILA	VILA VILA	SANTA ROSA	SANTA ROSA	
ATAVI	CATAVI	CATAVI	TARABUCO	TARABUCO	
CIA	UNCIA	UNCIA	KIRUSILLAS	KIRUSILLAS	
ALLAGLA	LLALLAGUA	LLALLAGUA	CANCAÑIRI	CANCAÑIRI	
NCANIRI	HUABUNI CANCAÑIRI	HUABUNI CANCAÑIRI			
	AMUTARA-SAN BENITO	SAN BENITO CUCHUPUNATA	SAN BENITO CUCHUPUNATA	NUQUE LE CORI	TARENE ENADERE
?	S/N	CAPINOTA	CAPINOTA	OTAVI MOJONA	?
	S/N	INDEPENDENCIA	INDEPENDENCIA	OBISPO CIENEGUILLAS	
			AVISPAS	GUANACUNO ISCAYACHI	
			PUTINTIRI	SAMA TOROHUAYCO S/N	
				+ CANANI +	
				PUNCOVISCANA	

SCOTTOTT FRAME

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY



### REFERENCIAS

-  Discordancia
-  Discordancia local
-  Conglomerado Basal
-  Intrusivos
-  Extrusivos

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

6 FOLDOUT FRAME

63°

62°

1 ( FOLDEDOUT FRAME

2°

61°

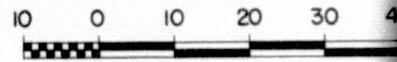
60°

2 **VOLBOUT FRAME**

**MAPA** **GE**  
**BOL** **D**

19

ESCALA



59°

58°

9°

10°

16°

3 BOLFOUT FRAME

AFRICO

A

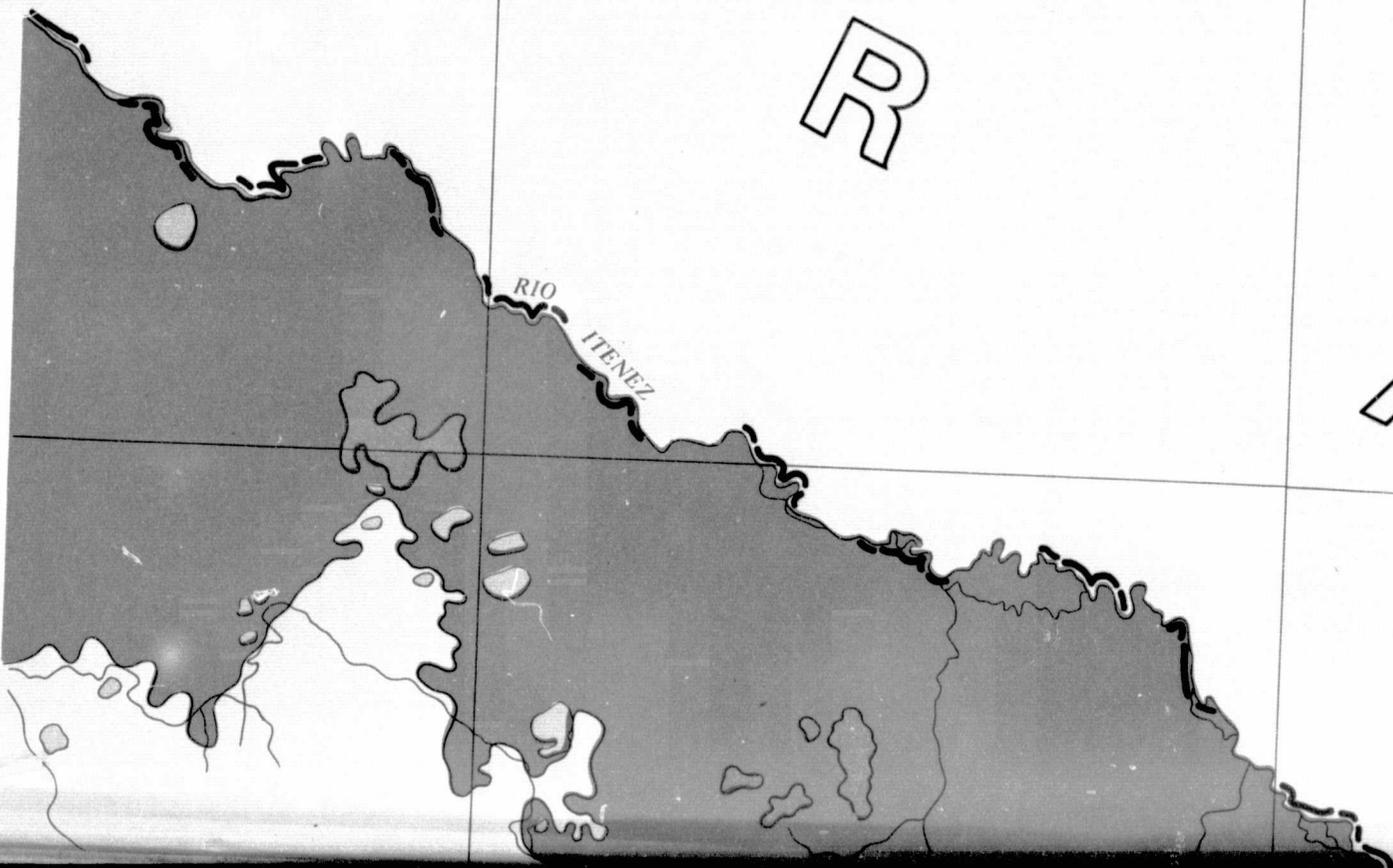
4

**RODOUT FRAME**

B

R

A





Yacimientos Petrolíferos Fiscales  
Bolivianos



Servicio Geológico de  
Bolivia

5

Ing. Rolando Prada M.  
Gerente General

Ing. Alvaro Fernández C.  
Director



Compilación Geológica : Ing. Jorge Pareja L., Ing. Raúl Ballón A.

COMITE DEL MAPA GEOLOGICO:

Dr. Ramiro Suárez S., Ing. Carlos Vargas F.  
Ing. Raúl Carrasco C., Ing. Carlos Villarroel A.

DIRECCION DEL MAPA GEOLOGICO:

Ing. Jaime Oblitas G.  
Gerente de Exploración Y.P.F.B.

Dr. Carlos Brockmann H.  
Director del Proyecto ERTS

Este mapa es una compilación de los principales trabajos geológicos publicados, informes inéditos, o en Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos y del Servicio Geológico de Bolivia; complementada e integrada con imágenes LANDSAT y fotografías aéreas.

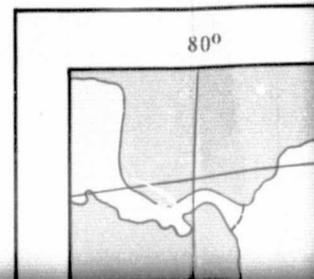
Base Cartográfica: Mosaico de imágenes LANDSAT, escala 1:1.000.000 ajustado al Mapa de la Republica de Bolivia el Instituto Geográfico Militar, 1973.

CARACTERISTICAS DEL MAPA: Proyección cónica conforme de Lambert  
Meridiano Central 64° al Oeste de Greenwich  
paralelos standart 12° y 20°

Propiedad intelectual y derechos reservados de Y.P.F.B. y GEOBOL

Prohibida la reproducción total o parcial.

S



11°

4

BOLBOLT FRAME

12°

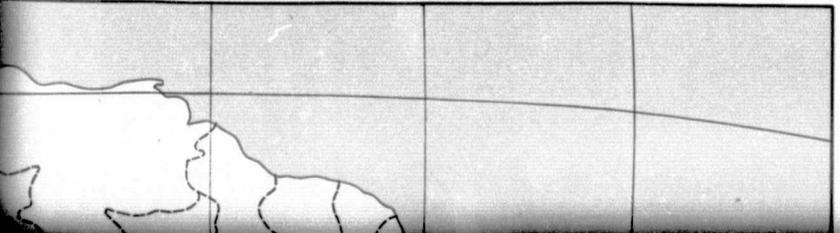
ción de  
etación  
  
eso por

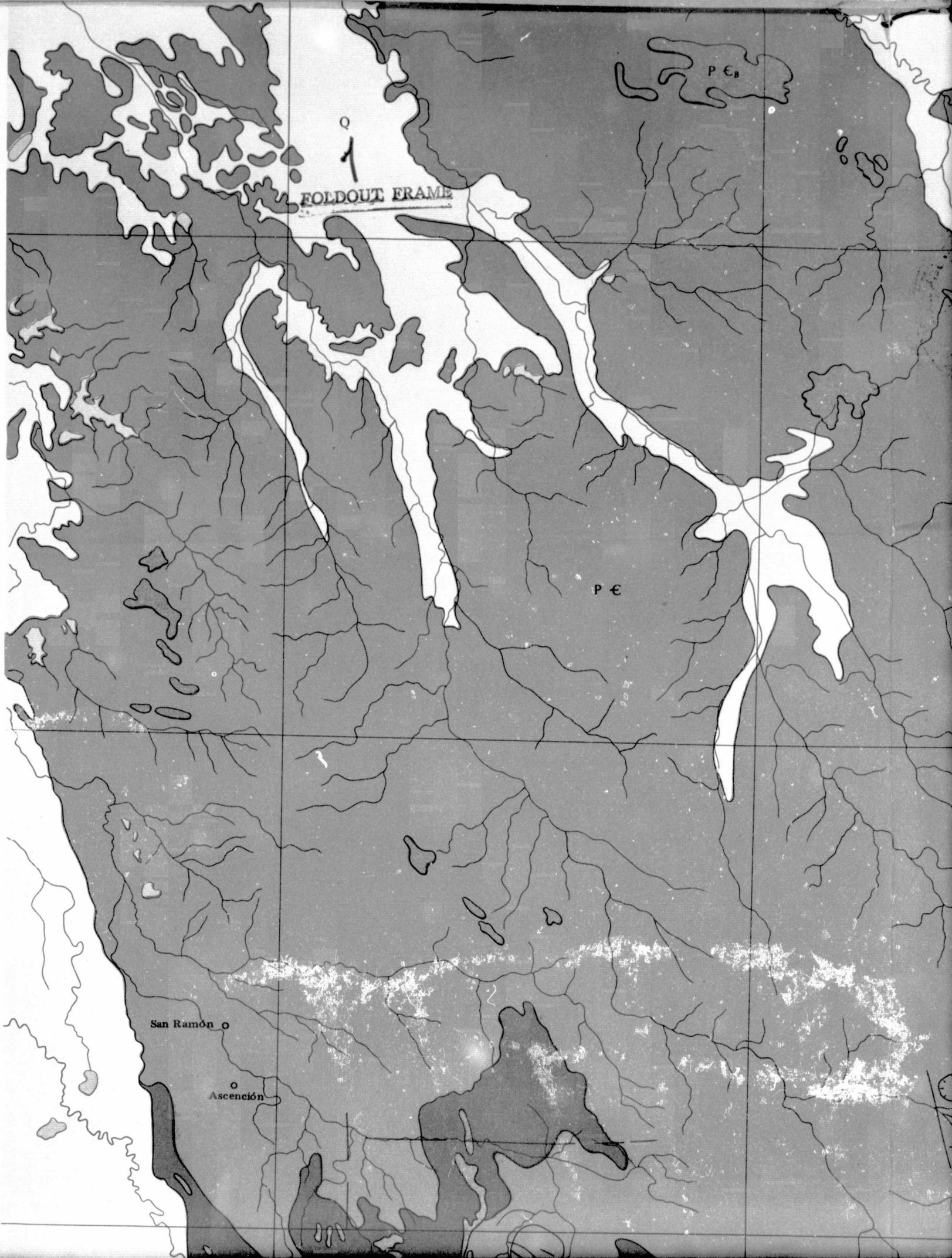
13°

BOLIVIA EN SUD AMERICA

60°

40°





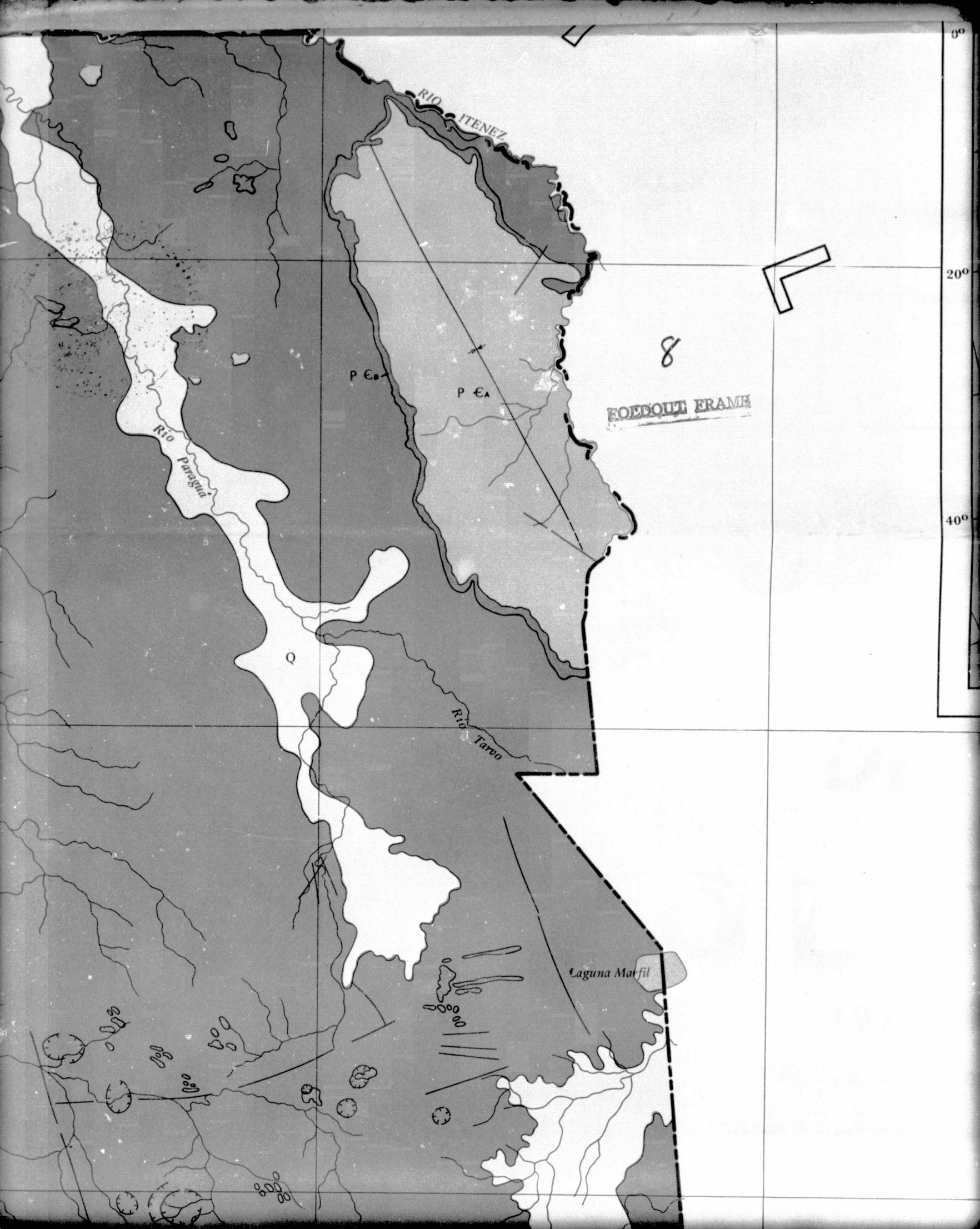
FOLDOUT FRAME

P E

P E

San Ramón

Ascención



RIO ITENEZ

Rio Paragua

Rio Tarvo

Laguna Marfil

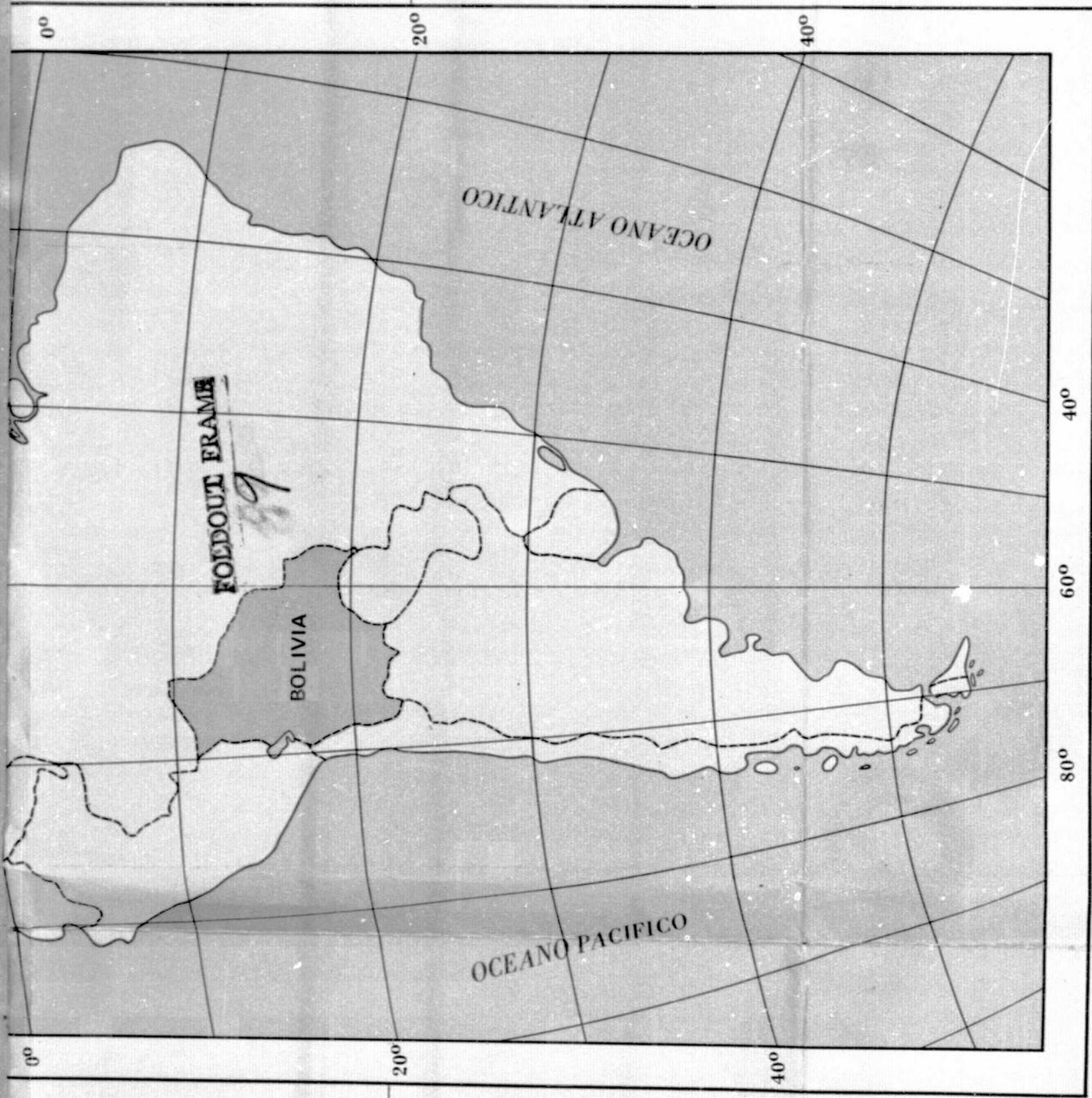
**ROEDOLI FRAME**

8

P. E. a.

P. E. a.

0°  
20°  
40°



70°

69°

9°

FOLDOUT FRAME

10°

B

68°

67°

66°

2

FOEDOUT FRAME

A

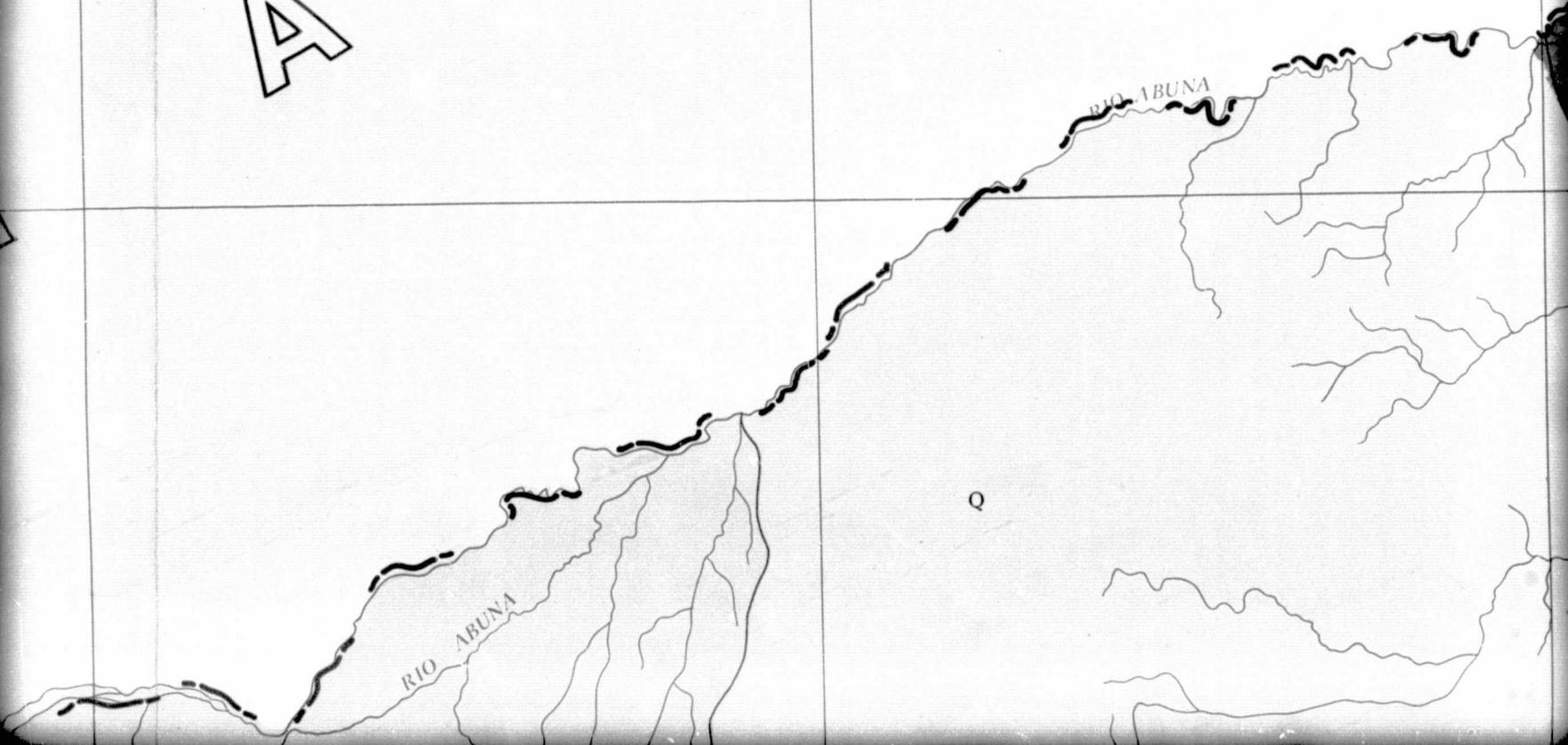
S

I

L

RIO ABUNA

RIO ABUNA

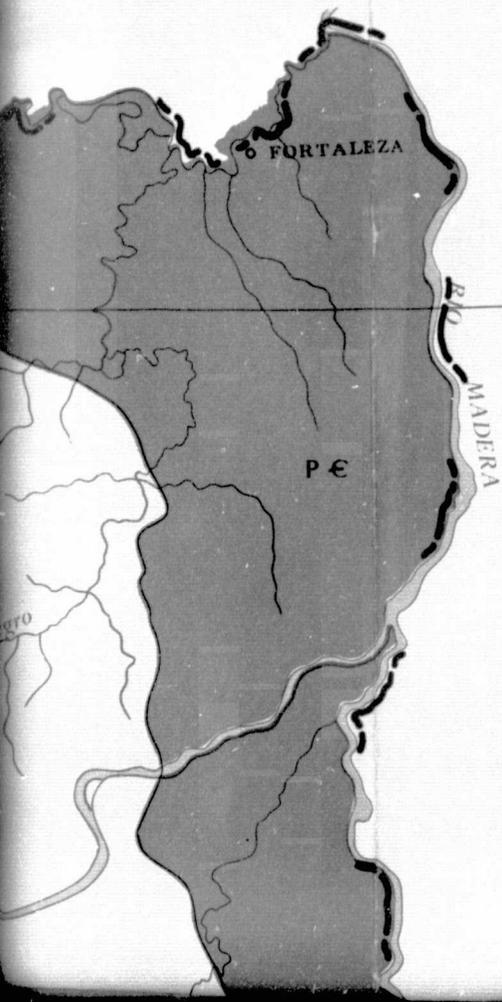


65°

64°

3

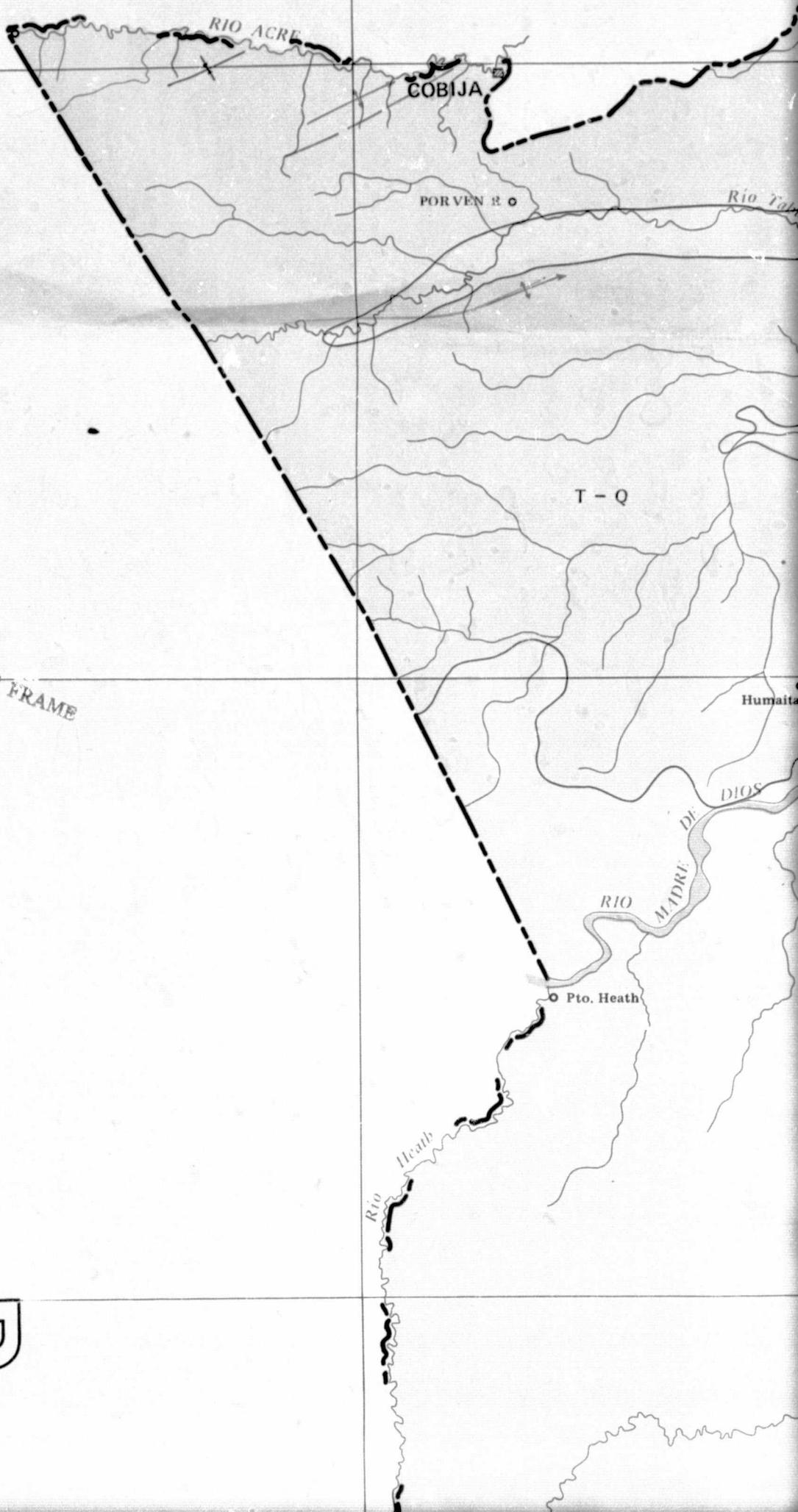
FOLDOUT FRAME



11°

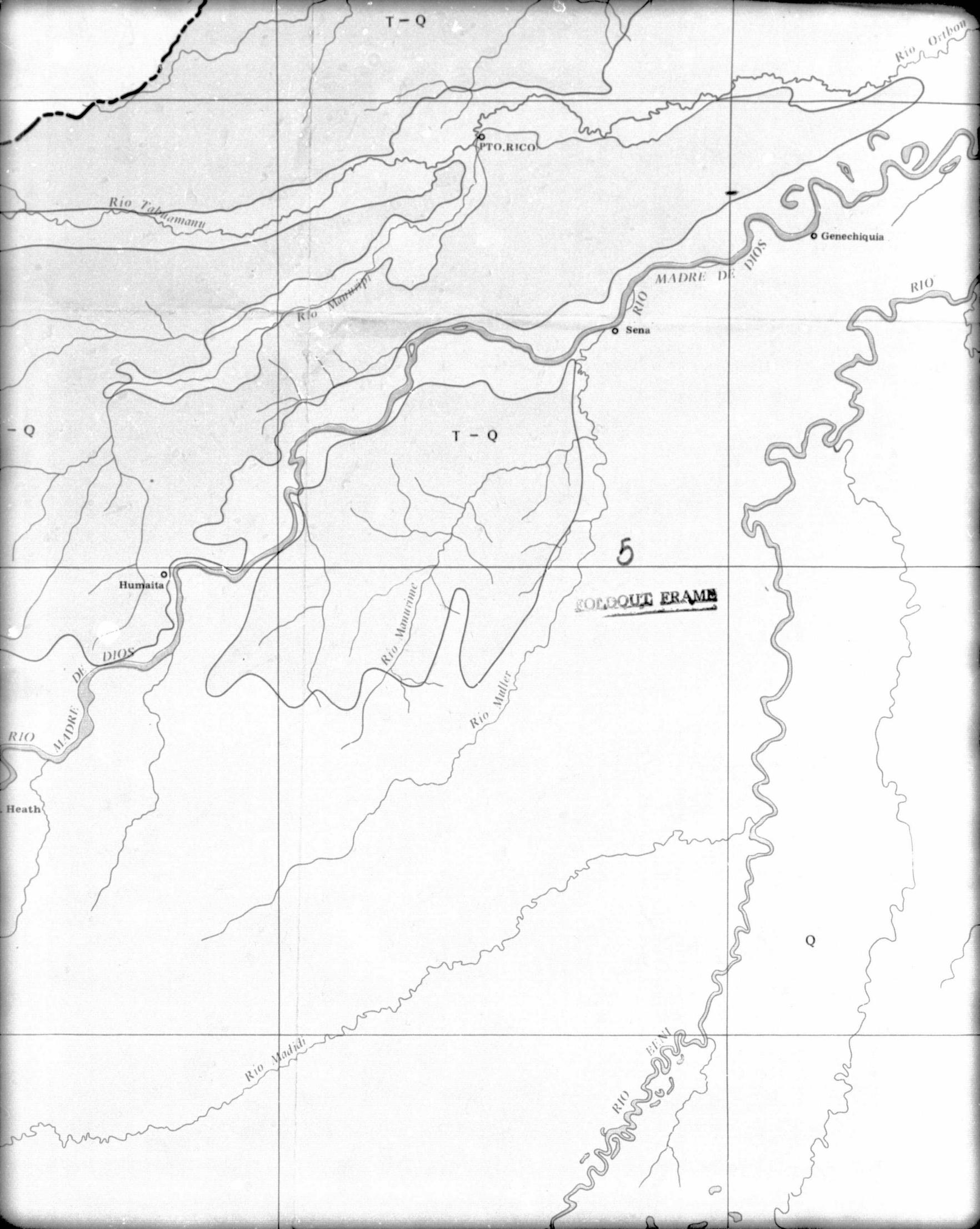
12°

13°



4 REEDOUT FRAME

P



T-Q

PTO. RICO

Rio Tabamamu

Rio Orthon

Genechiquia

Rio Mamupipi

RIO MADRE DE DIOS

Sena

RIO

-Q

T-Q

5

Humaita

**SOLBOUT FRAME**

RIO MADRE DE DIOS

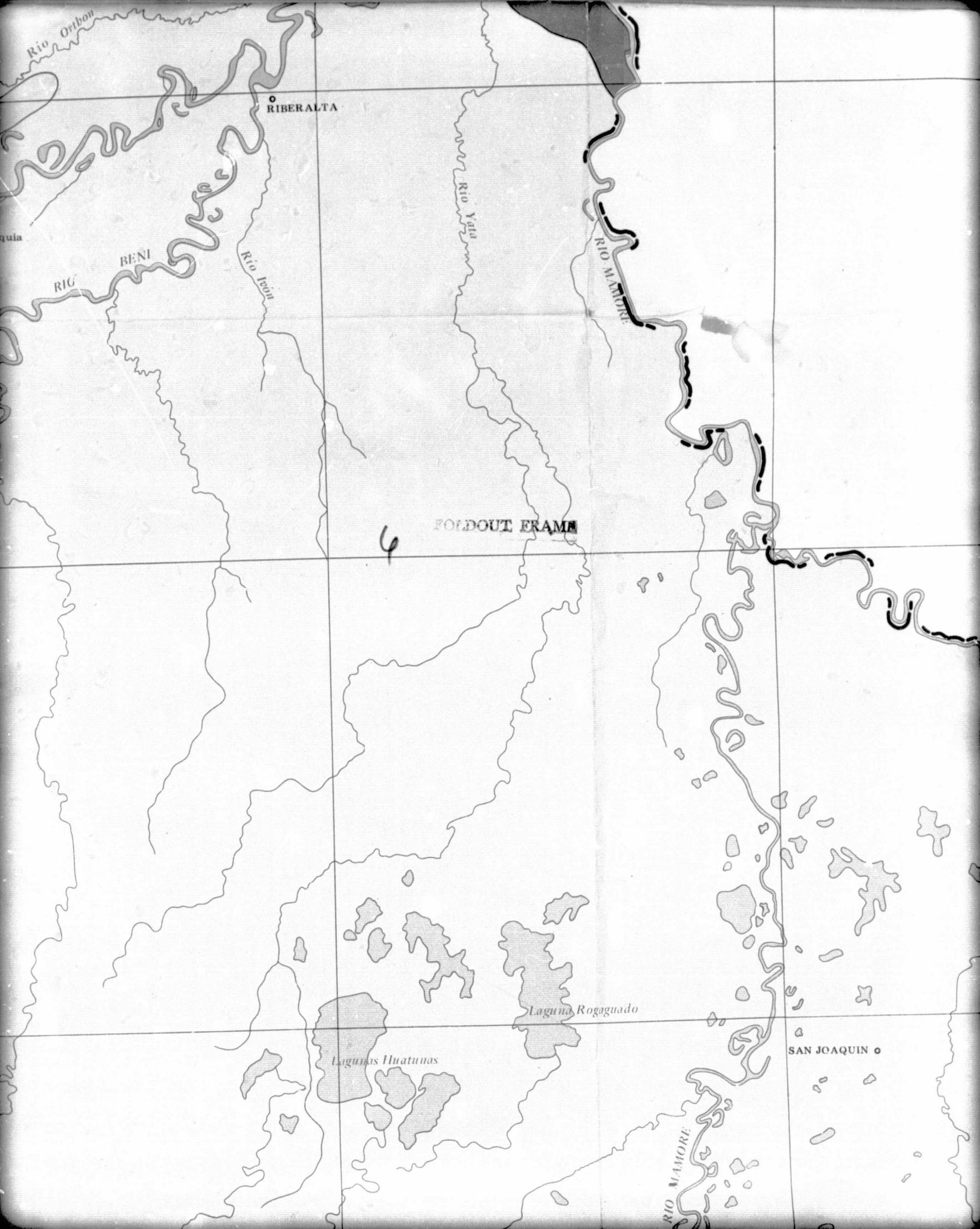
Rio Mourine

Rio Muller

Heath

Rio Madidi

RIO BENI



Rio Orthon

RIBERALTA

Rio Yala

RIO

BENI

Rio Beni

RIO MAITHE

FOLDOUT FRAME

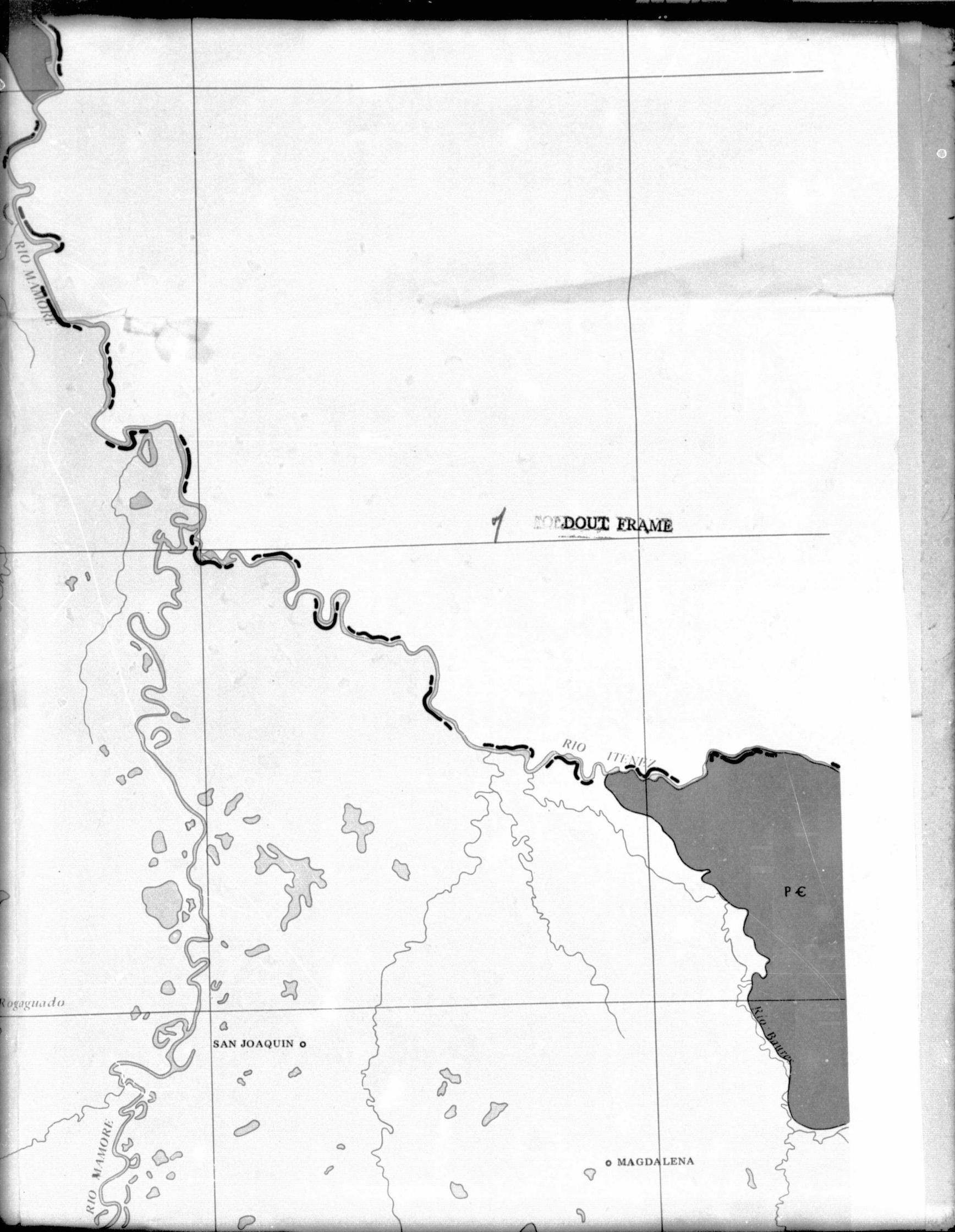
4

Laguna Rogaguado

LAGUNAS HUATUNAS

SAN JOAQUIN

RIO MAMORE



RIO MAMORE

7 NOTDOUT FRAME

RIO ITENEZ

P.C.

Rogaguado

SAN JOAQUIN ○

○ MAGDALENA

RIO MAMORE

Rio Baliza

14°

15°

M

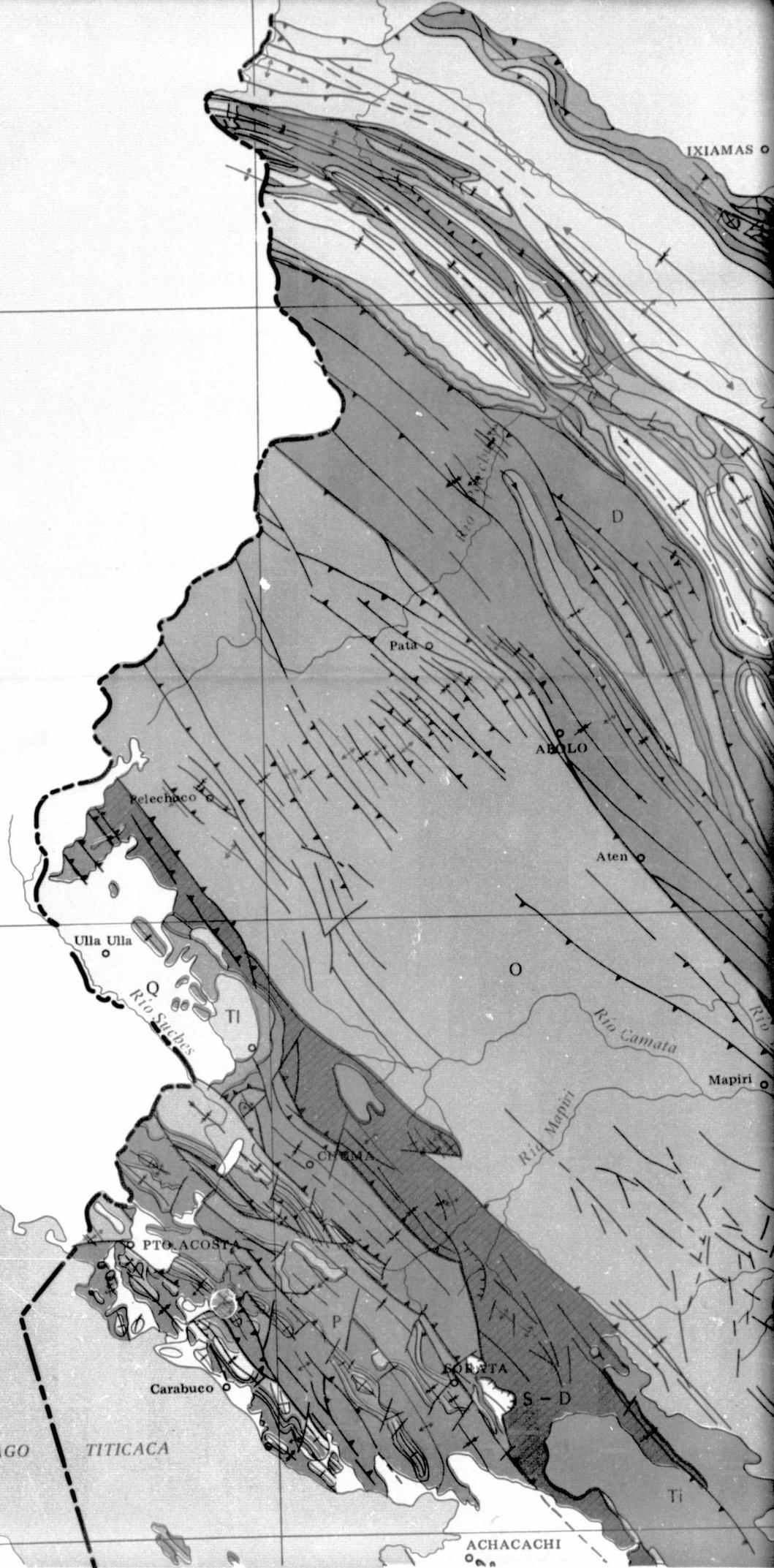
R

U

OLDOUT FRAME

A

IXIAMAS



IXIAMAS ○

9 **OLDOUT FRAME**

San Buena  
Ventura

○

Ruxenabaque

Rio Tulu

Rio Estabon

Rio Hondo

RIO BENI

Rio Quindeque

Rio Aico

Mapiri ○

Retama ○

Teopone ○

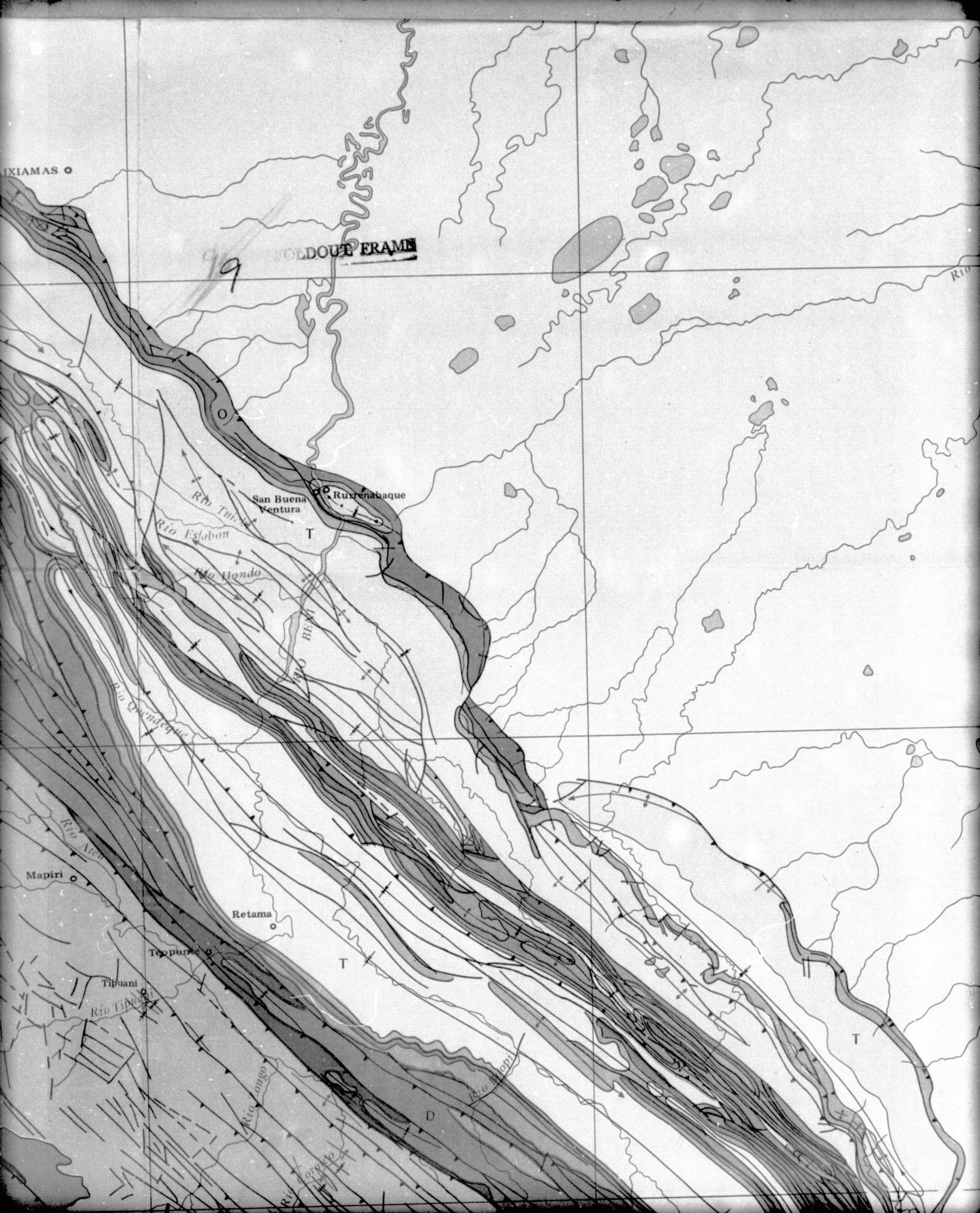
Tipuan

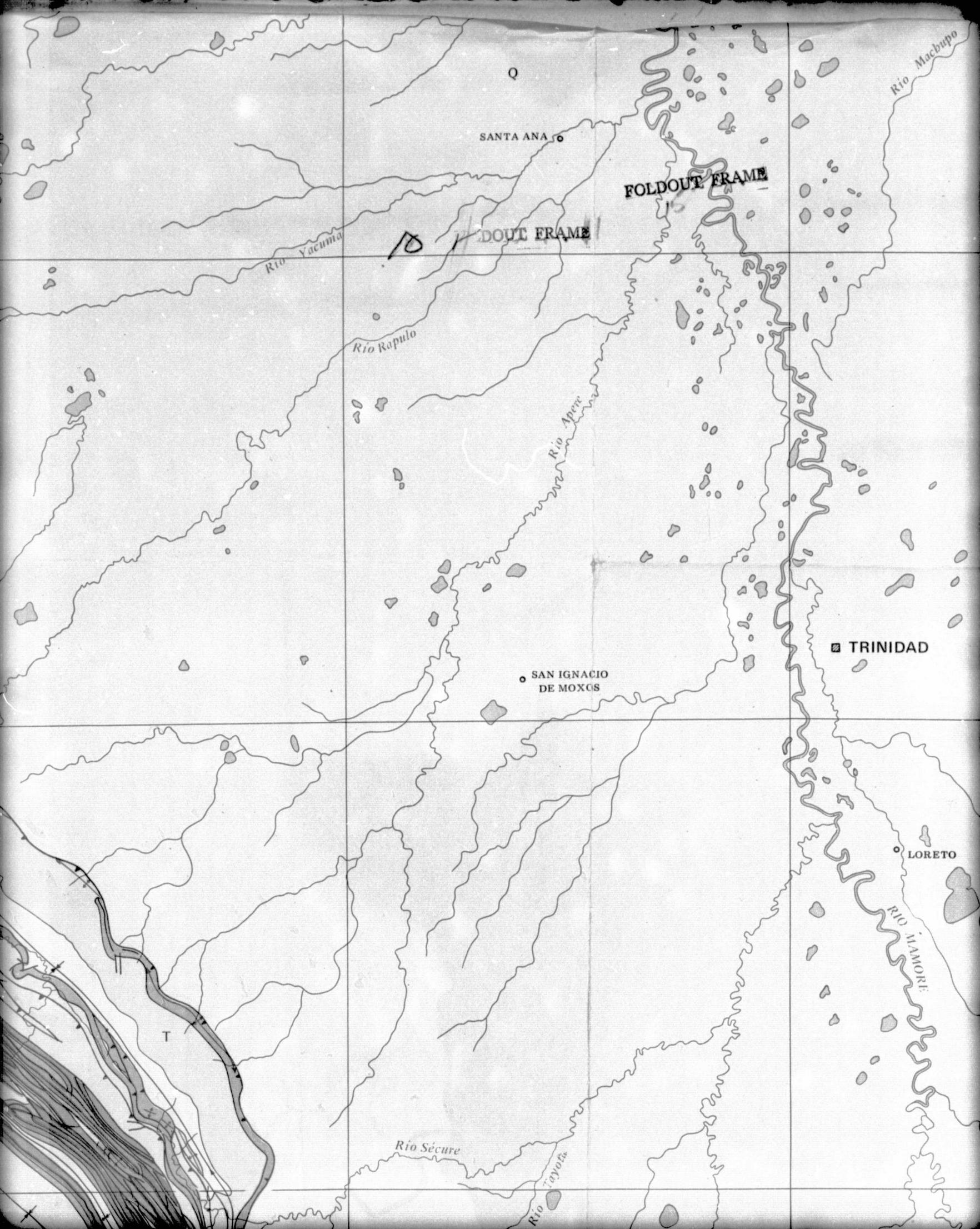
Rio Tinu

Rio Longo

Rio Momi

Rio Coracho





SANTA ANA

FOLDOUT FRAME

DOUT FRAME

Rio Yacuma

Rio Rapulo

Rio Apere

Rio Macbupo

TRINIDAD

SAN IGNACIO DE MOXOS

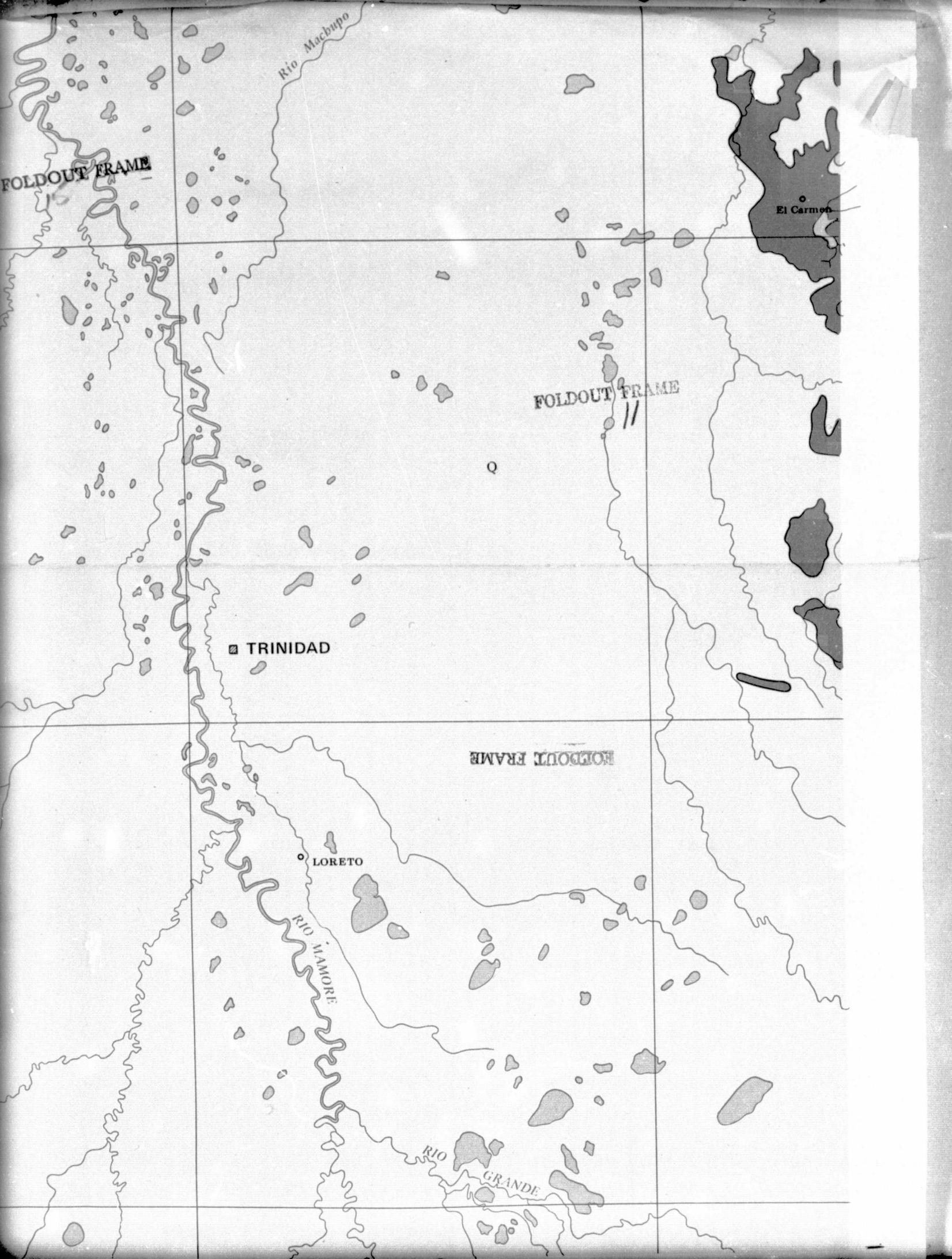
LORETO

RIO MAMORE

Rio Sécure

Rio Topyoza

T



Rio Machupo

FOLDOUT FRAME

El Carmen

FOLDOUT FRAME  
//

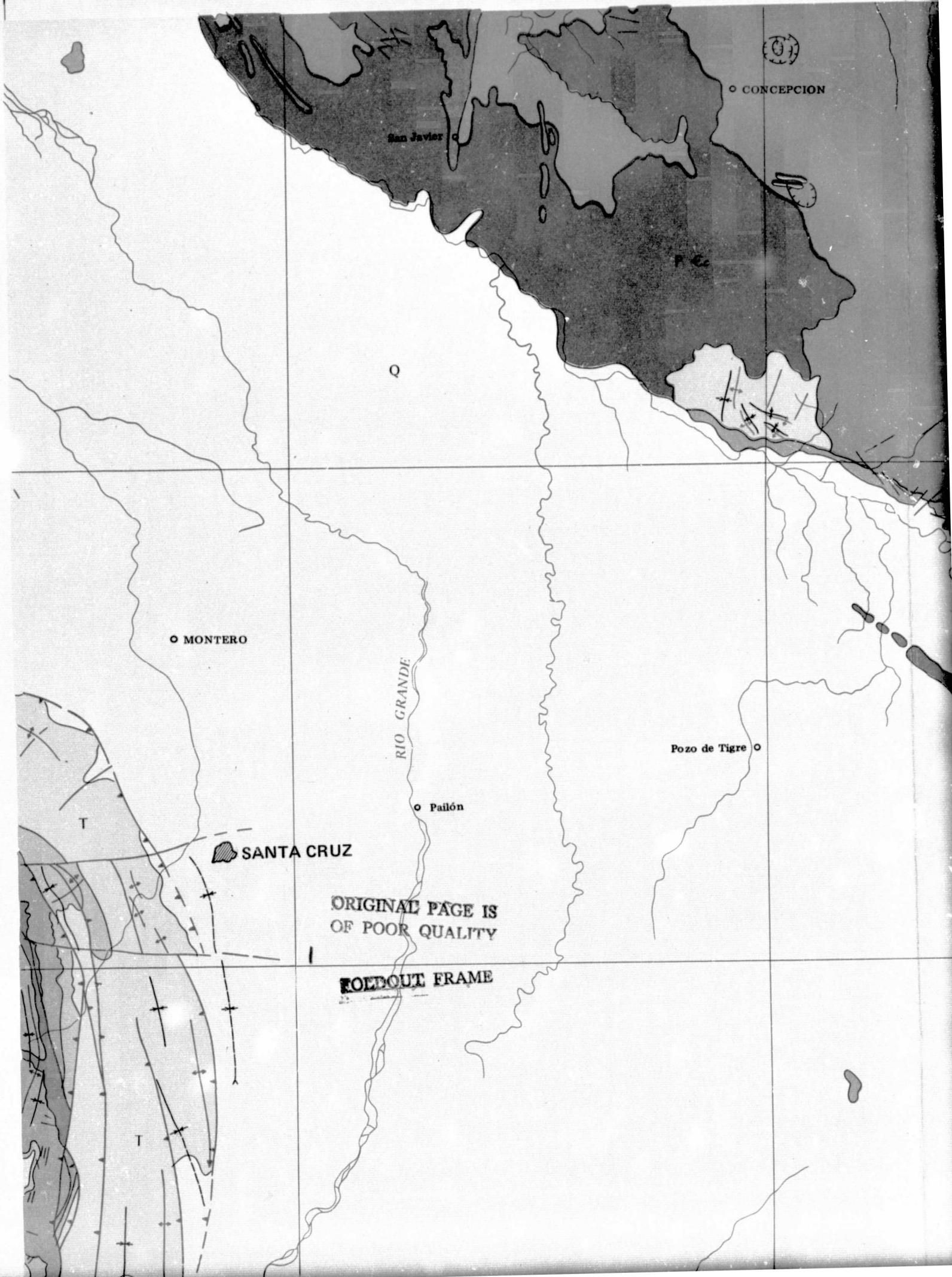
▣ TRINIDAD

FOLDOUT FRAME

○ LORETO

RIO MAMORE

RIO GRANDE



San Javier

CONCEPCION

Pozo de Tigre

MONTERO

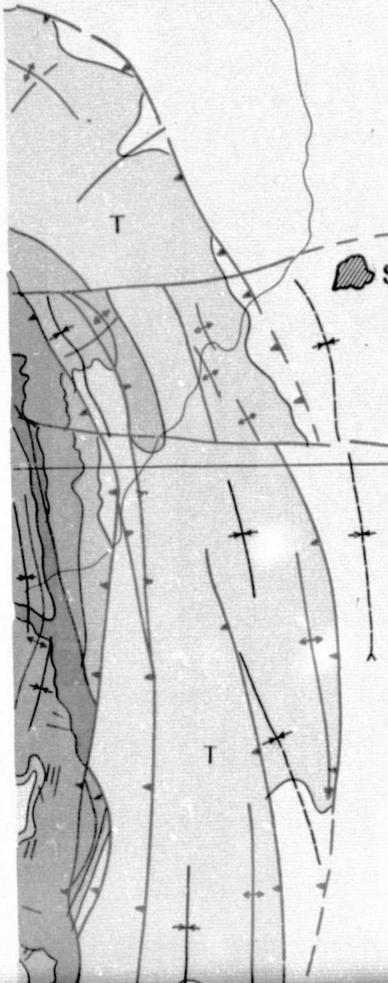
RIO GRANDE

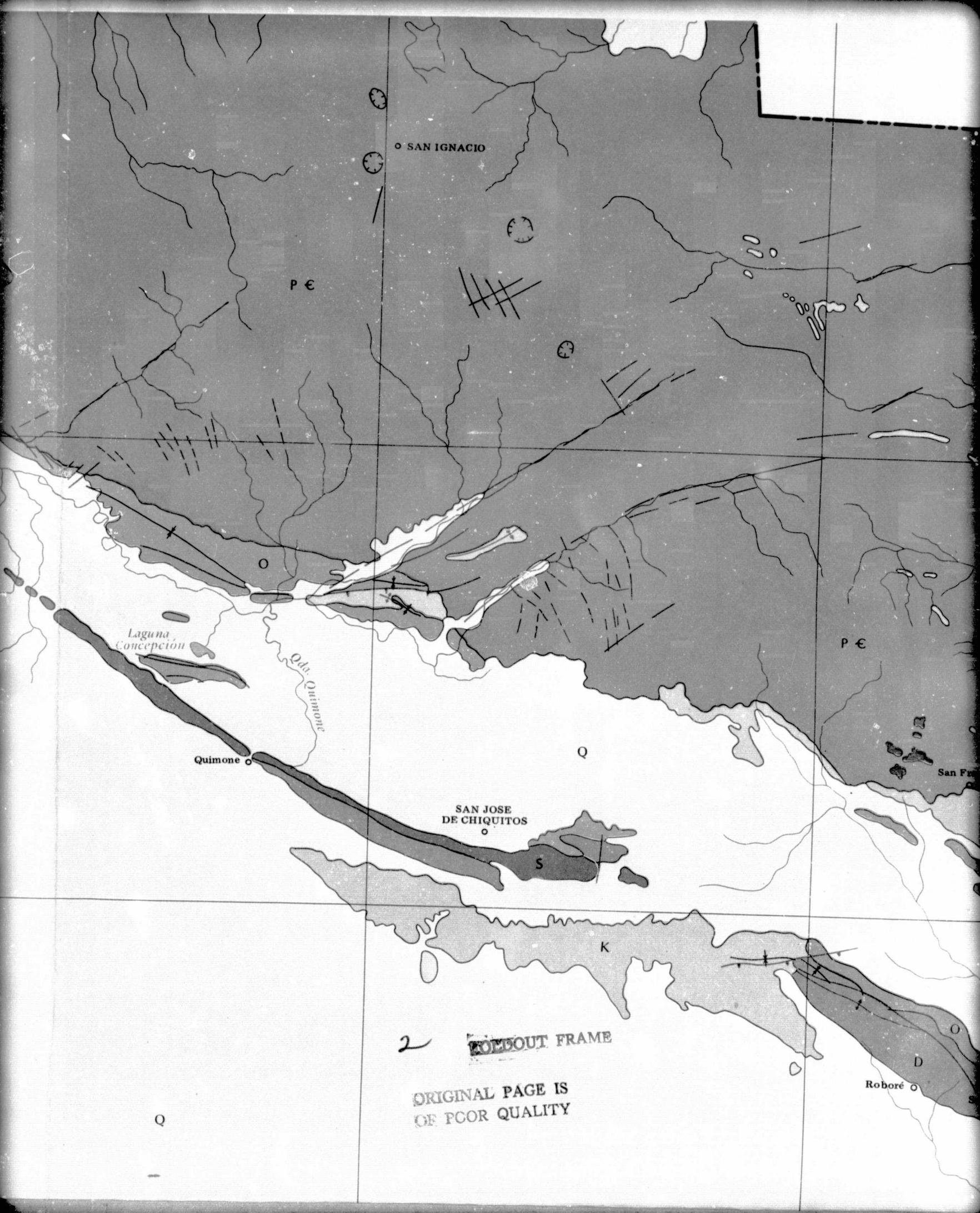
Pailón

SANTA CRUZ

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

ROEDOUT FRAME





○ SAN IGNACIO

P E

P E

Laguna Concepción

Qda. Quimonte

Quimone ○

Q

SAN JOSE DE CHIQUITOS ○

S

K

2

**EXCISE FRAME**

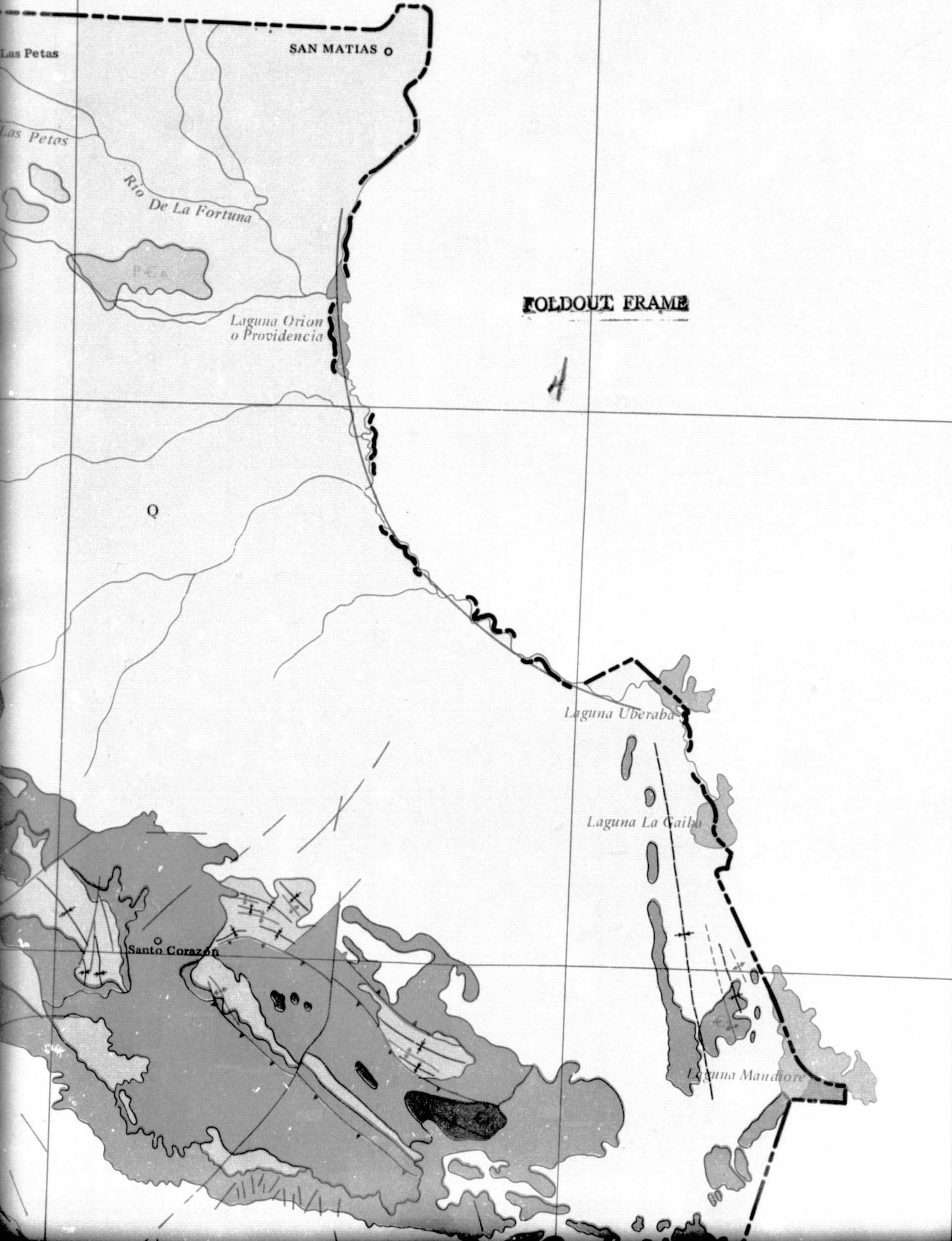
ORIGINAL PAGE IS OF PCOR QUALITY

Roboré ○

San Fr

Q

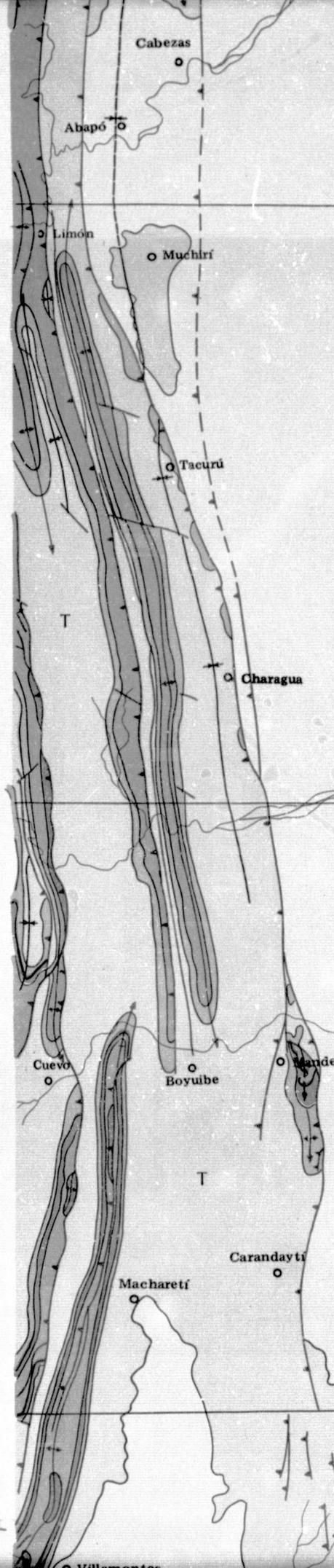
16°



**FOLDOUT FRAME**

17°

18°

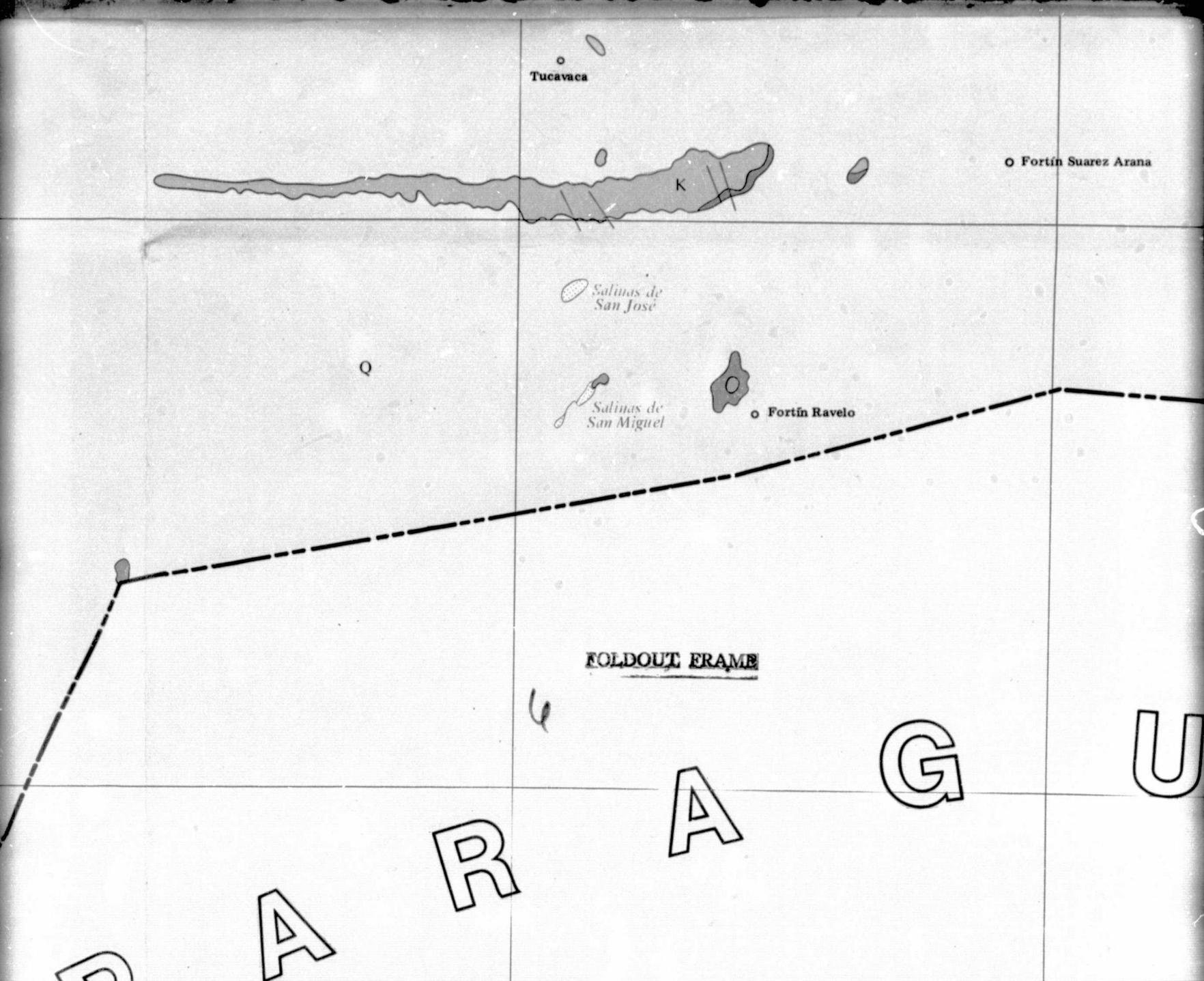


Rio Parapeti

**FOEDOUT FRAME**

5

P



FOLDOUT FRAME

P A R A G U A G U

# L E Y E

## A).- CORDILLERA ORIENTAL Y ALTIPLANO

### CUATERNARIO

- Q Depósitos aluviales, fluvio-lacustres, fluvio-glaciales, coluviales, morrenas, dunas, terrazas, (gravas, arenas, limos, arcillas, calizas y tills).
- Qs Salares.
- Qev Estrato-volcanes. (lavas andesítico - dacíticas).

Intrusivos: Qi Granodioritas, monzonitas, adamelitas, tonalitas, cuarzolalitas.

### TERCIARIO

- Tl Lavas andesíticas, dacíticas, tobas y brechas.
- Tig Ignimbritas riodacíticas.
- T Areniscas, conglomerados, arcillitas y yesos.

## B).- REGION FAJA SUBAN

### CUATERNÁRIO

Q Depósitos aluviales, fluvio-lacustres, limos arcillas).

### TERCIARIO

T Areniscas, lentes de conglomerados

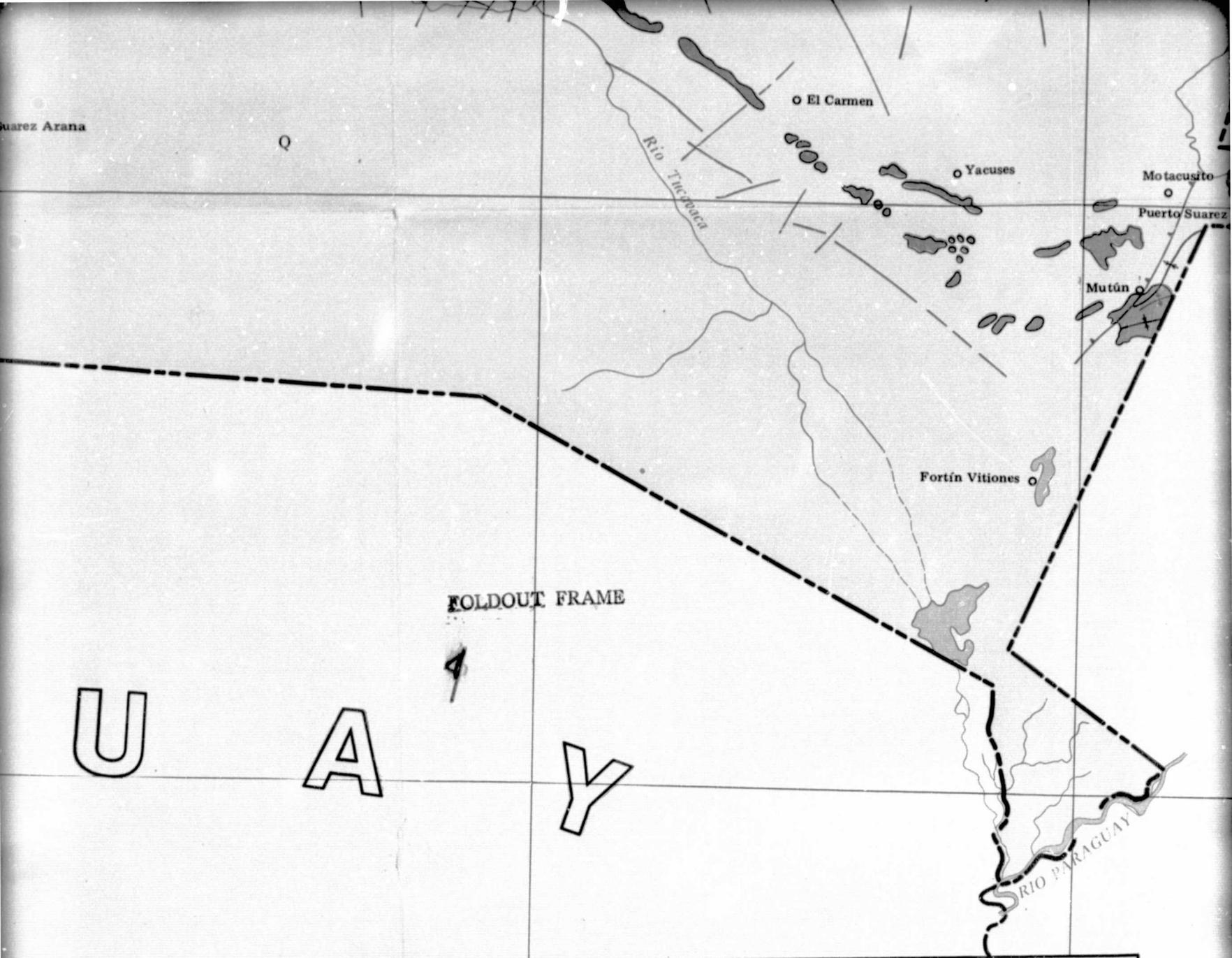
### CRETACICO

K Areniscas, arcillitas y limolitas.

### TRIASICO

R Areniscas, calizas y margas.

### PERMICO



FOLDOUT FRAME

URUGUAY

# LEYENDA

## CON FAJA SUBANDINA

### PRE-CAMBRICO

coluviales, fluvio-lacustres, coluviales, terrazas, dunas. (gravas, arenas,

de conglomerados arcilitas, lutitas y limolitas.

ilitas y limolitas.

lizas y margas.

as, areniscas y limolitas.

### SILURICO



Areniscas, lutitas y limolitas.

### ORDOVICICO



Areniscas, ortocuarcitas, conglomerados, limolitas y lutitas.

### CAMBRICO



Calizas, dolomitas y areniscas.



Areniscas arcóscicas y conglomerados.

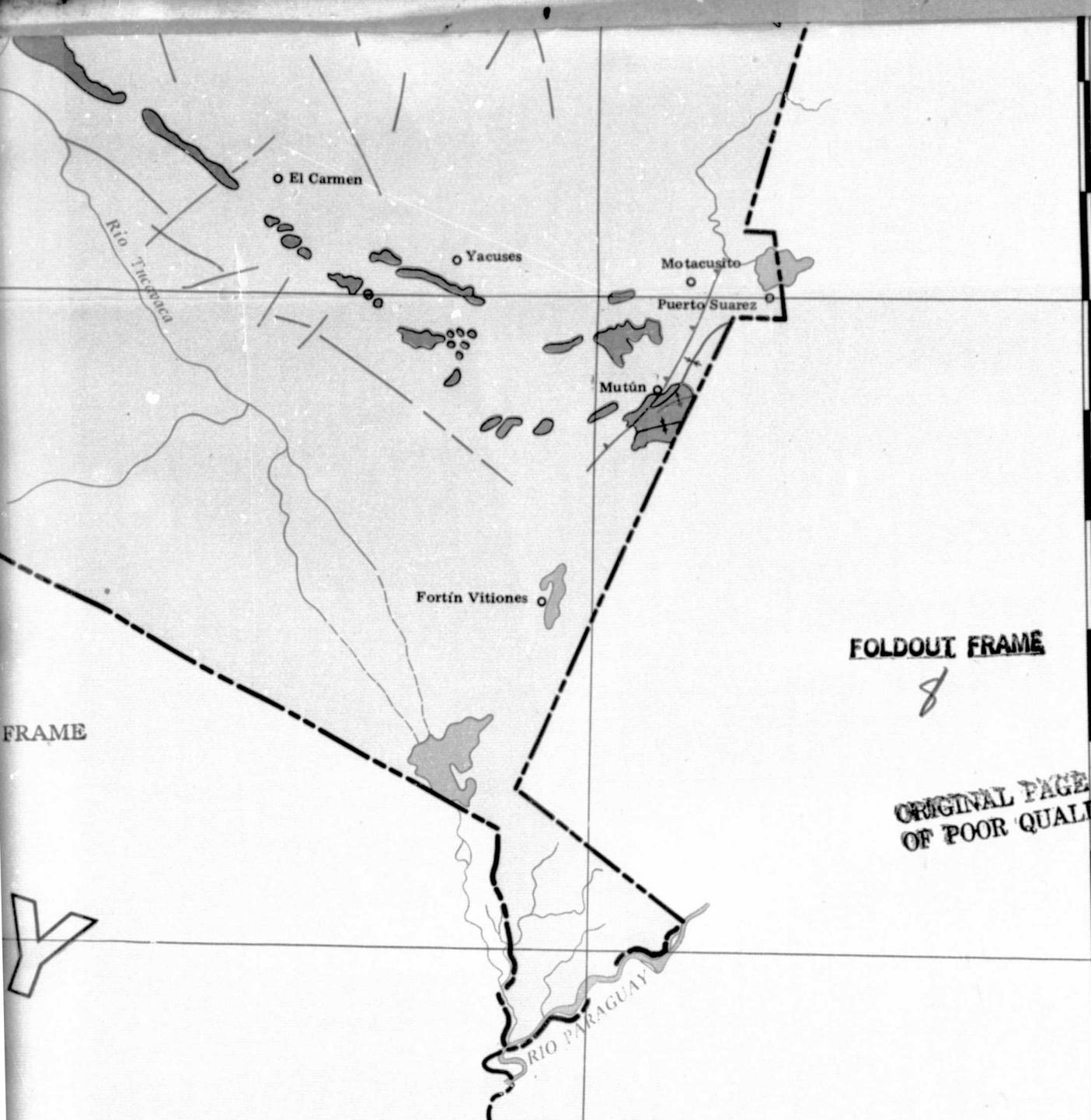
### PRE-CAMBRICO



Areniscas, ortocuarcitas, cuarcitas, izarras y limolitas.



Gneises, esquistos y cuarcitas.



19°

FOLDOUT FRAME

8

ORIGINAL PAGES  
OF POOR QUALITY

20°

SILURICO

Areniscas, lutitas y limolitas.

ORDOVICICO

Areniscas, ortocuarcitas, conglomerados, limolitas y lutitas.

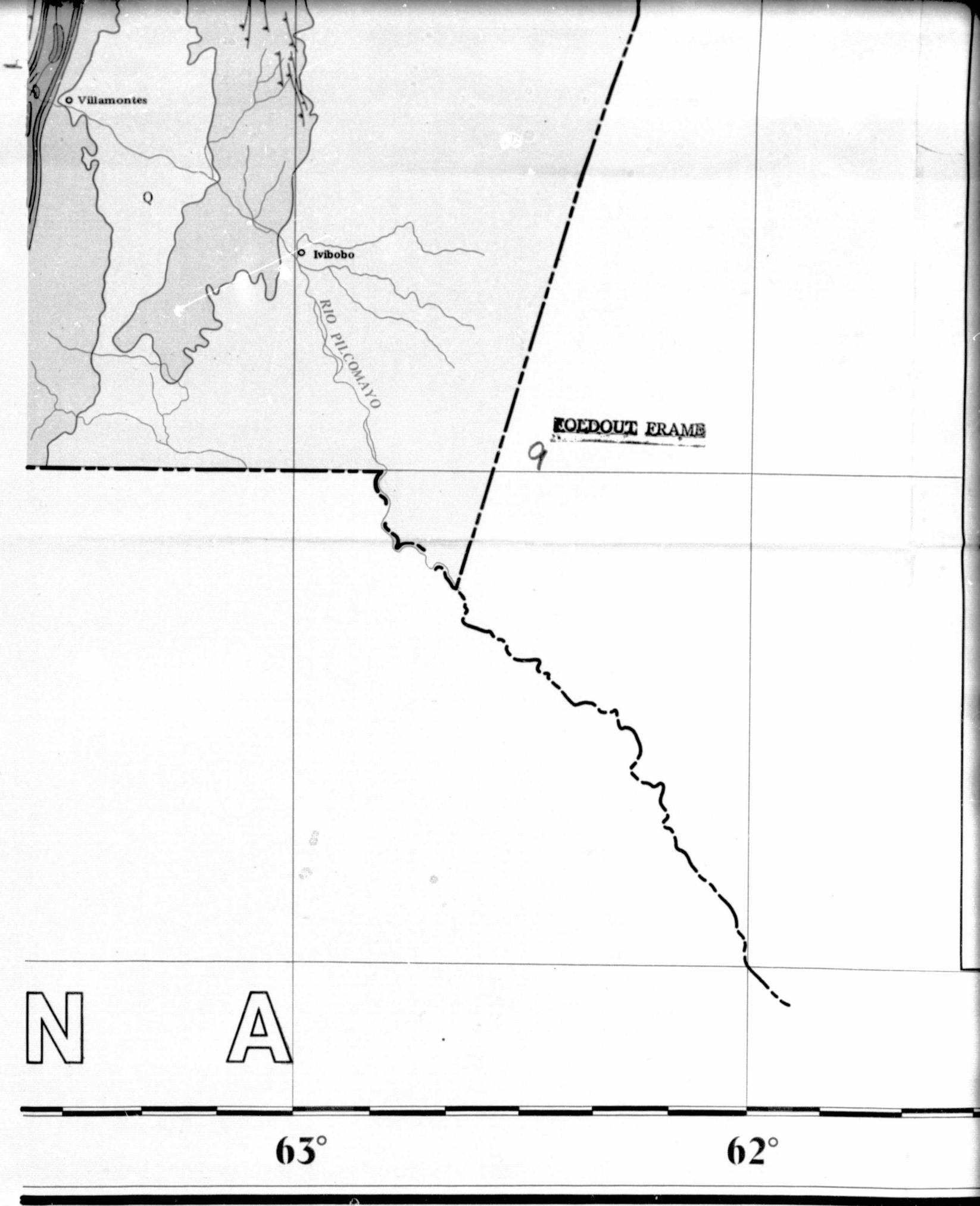
CAMBRICO

Calizas, dolomitas y areniscas.

Areniscas arcóscicas y conglomerados.

PRE - CAMBRICO

21°



TERCIARIO

- Ti Lavas andesíticas, dacíticas, tobas y brechas.
- Tig Ignimbritas riódacíticas.
- I Areniscas, conglomerados, arcillitas y yesos. Con intercalaciones de tobas y lavas.
- Tyd Yesos diapíricos.
- Intrusivos: Ti Granodioritas, monzonitas, adamelitas, tonalitas, cuarzolitas.

CRETACICO

- K Areniscas, conglomerados, arcillitas, calizas y margas.
- Kd Diapiros de yesos, margas, arcillitas y sal.

TRIASICO

- 10 Areniscas, calizas y margas.

PERMICO

- P Calizas, margas y lutitas.

CARBONICO

- C Diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas.

DEVONICO

- D Areniscas, lutitas, limolitas y calizas.

SILURICO - DEVONICO

- S-D Areniscas, lutitas, limolitas y pizarras.

SILURICO

- S Diamictitas, areniscas, cuarcitas, lutitas y limolitas.

ORDOVICICO

- O Cuarcitas, areniscas, lutitas, limolitas.

CAMBRICO

- € Conglomerados, areniscas y lutitas.

PRE - CAMBRICO

- P € Cuarcitas, esquistos e intrusiones de granodioritas, tonalitas y sienitas.

TRIASICO

- R Areniscas, calizas y margas.

PERMICO

- P Calizas, margas, areniscas y limolitas.

CARBONICO

- C Conglomerados, diamictitas, areniscas,

DEVONICO

- D Areniscas, lutitas, limolitas.

SILURICO

- S Diamictitas, areniscas y lutitas.

ORDOVICICO

- O Areniscas, ortocuarcitas, lutitas y limolitas.

C).- REGION LLANURA CHILENA  
CHIQUEN

CUATERNARIO

- Q Depósitos, aluviales, fluvio-lacustres, coluviales, limos y arcillas).

- Qs Salares.

TERCIARIO - CUATERNARIO

- T-Q Conglomerados, areniscas y arcillitas.

TERCIARIO

- T Areniscas, limolitas, arcillitas y calizas.

CRETACICO

- K Areniscas y conglomerados.

CARBONICO

- C Diamictitas, areniscas, conglomerados, lutitas.

DEVONICO

- D Areniscas y lutitas.

**FOLDOUT FRAME**

Areniscas, calizas y margas.

PERMICO

P

Calizas, margas, areniscas y limolitas.

CARBONICO

C

Conglomerados, diamictitas, areniscas, lutitas, limolitas.

DEVONICO

D

Areniscas, lutitas, limolitas.

SILURICO

S

Diamictitas, areniscas y lutitas.

ORDOVICICO

O

Areniscas, ortocuarcitas, lutitas y limolitas.

C).- REGION LLANURA CHACO-BENIANA Y SERRANIAS CHIQUITANAS

CUATERNARIO

Q

Depósitos, aluviales, fluvio-lacustres, coluviales, residuales dunas. (gravas, arenas, limos y arcillas).

Qs

Salares.

TERCIARIO - CUATERNARIO

T-Q

Conglomerados, areniscas y arcillas.

TERCIARIO

T

Areniscas, limolitas, arcillas y calizas.

CRETACICO

K

Areniscas y conglomerados.

CARBONICO

C

Diamictitas, areniscas, conglomerados, limolitas.

DEVONICO

D

Areniscas y lutitas.

PRE - CAMBRICO

P<sub>Ca</sub>

Areniscas, ortocuarcitas, cuarcitas, izarras y limolitas.

P<sub>Cg</sub>

Gneises, esquistos y cuarcitas.

P<sub>Cc</sub>

Complejo metamórfico.

P<sub>C</sub>

Rocas plutónicas ácidas (Granitos gneíscos y alcalinos). Abundante vetas de cuarzo y mica.

FOLDOUT FRAME

//

SIMBOLOS GEOLOGICOS



Contacto Geológico



Eje Anticlinal



Eje Anticlinal inferido



Eje Sinclinal



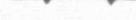
Eje Sinclinal inferido



Falla Inversa



Falla Normal



Falla de desplazamiento horizontal



Falla



Falla inferida



Lineamientos



Volcanes inactivos



Depresiones

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS



Rios



Ciudades



Poblaciones importantes



Límite internacional



Lagos y Lagunas

60°

59°

PRE - CAMBRICO

PEa

Areniscas, ortocuarcitas, cuarcitas, izarras y limolitas.

PEs

Gneises, esquistos y cuarcitas.

PEc

Complejo metamórfico.

PE

Rocas plutónicas ácidas (Granitos gneisicos y alcalinos, foyalitas cuarzo sieníticas. Abundante vetas de cuarzo y mica.).

SIMBOLOS GEOLOGICOS



Contacto Geológico



Eje Anticlinal



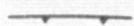
Eje Anticlinal inferido



Eje Sinclinal



Eje Sinclinal inferido



Falla Inversa



Falla Normal



Falla de desplazamiento horizontal



Falla



Falla inferida



Líneamientos



Volcanes inactivos



Depresiones

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS



Rios



Ciudades



Poblaciones importantes



Límite internacional



Lagos y Lagunas

12  
BOEDOUT FRAME

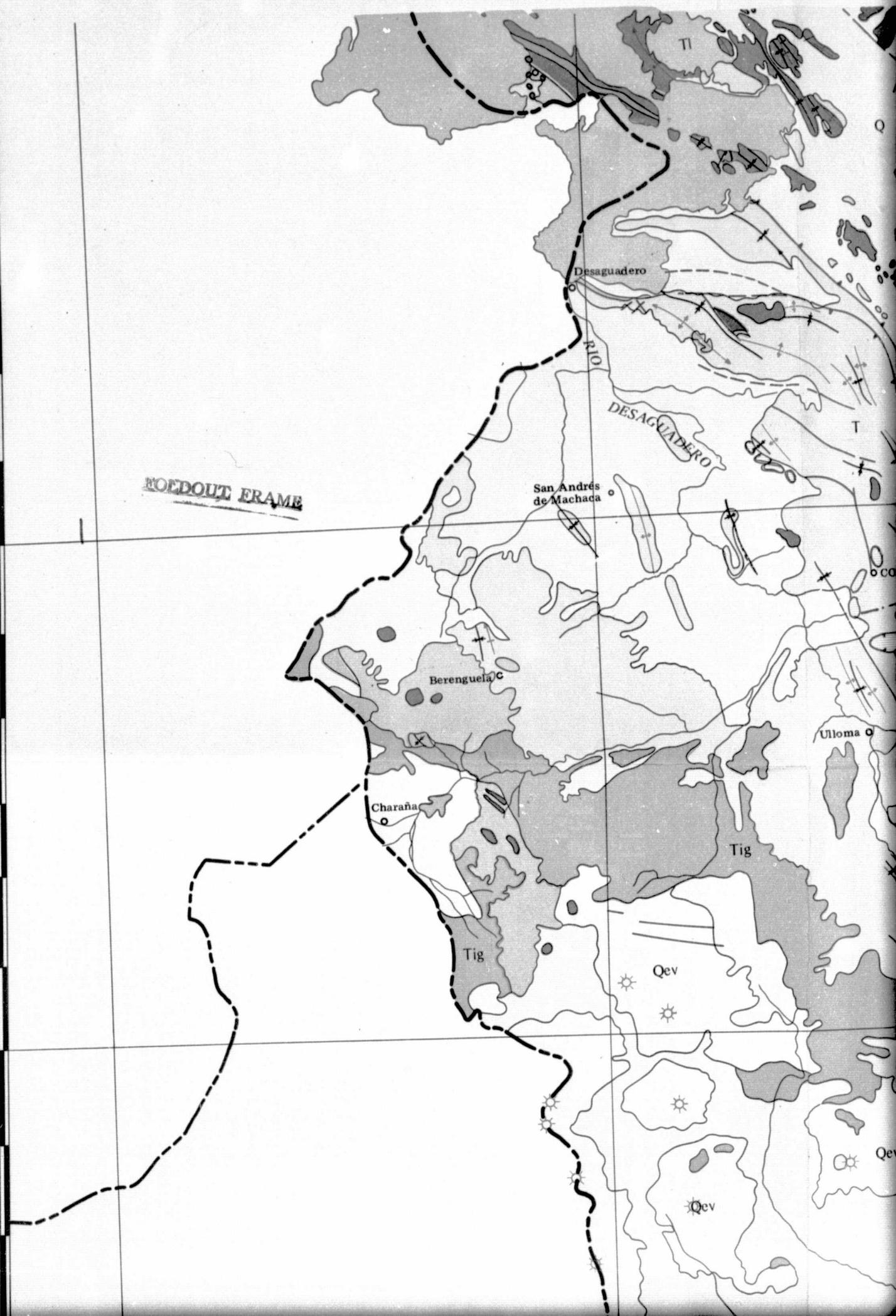
Dib. R. Carrasco C. y M. Morales Ch.

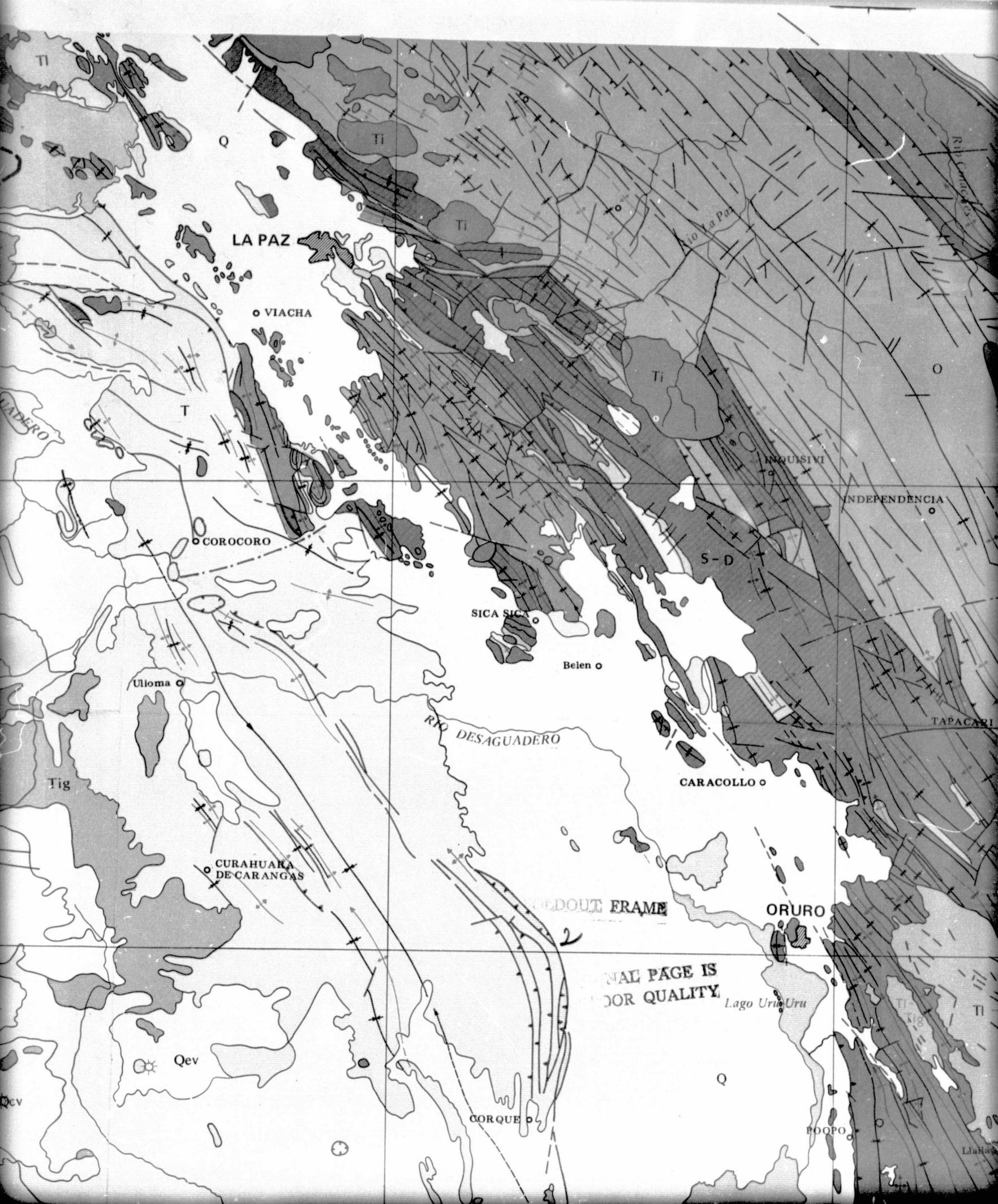
16°

17°

18°

ROEDOUT FRAME





LA PAZ

VIACHA

COROCORO

SICA SICA

Beien

RIO DESAGUADERO

CARACOLLO

Ulloma

Tig

CURAHUARA DE CARANGAS

REDOUT FRAME

ORURO

FINAL PAGE IS FOR QUALITY

Lago Uru-Uru

Qev

CORQUE

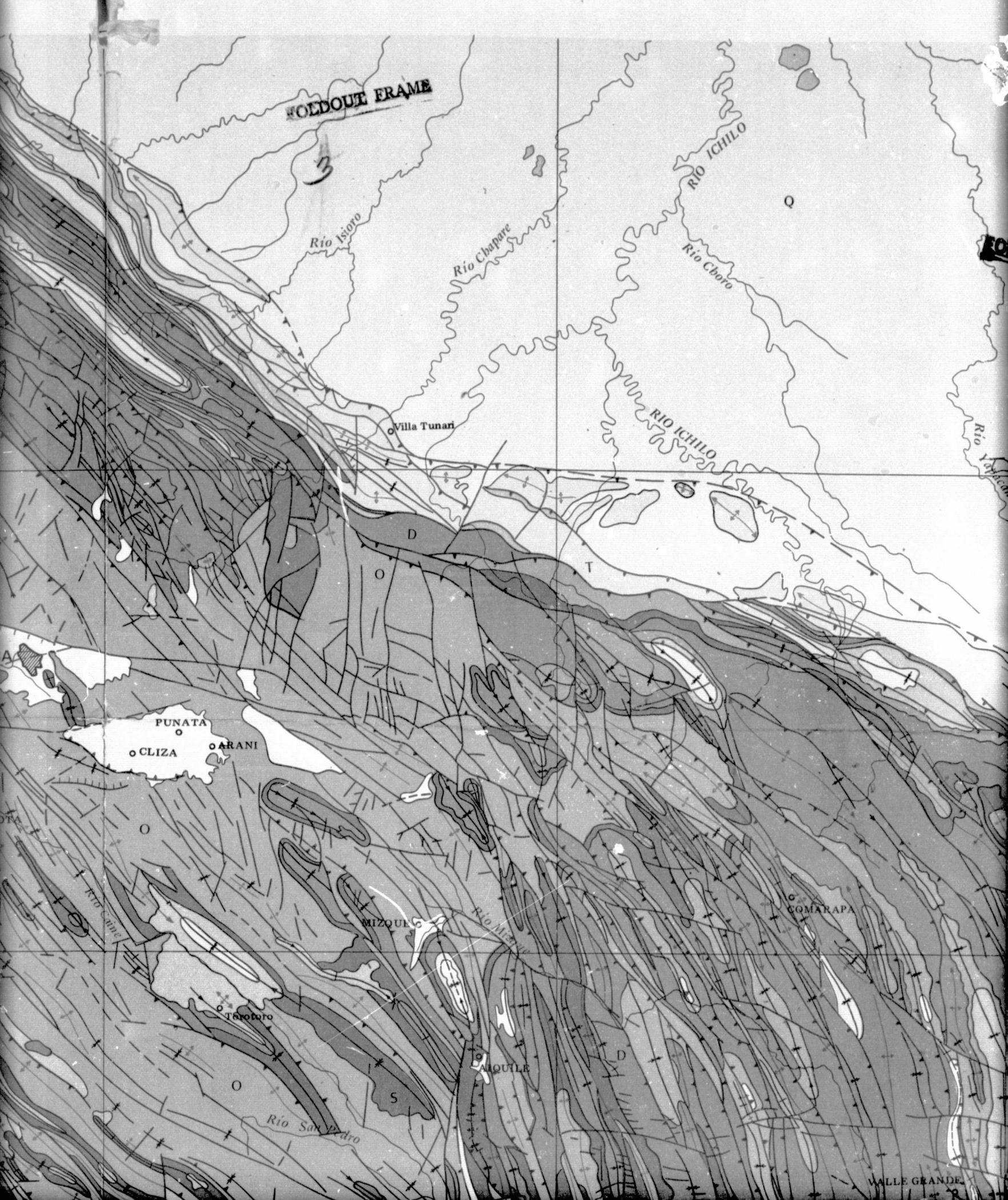
POOPO

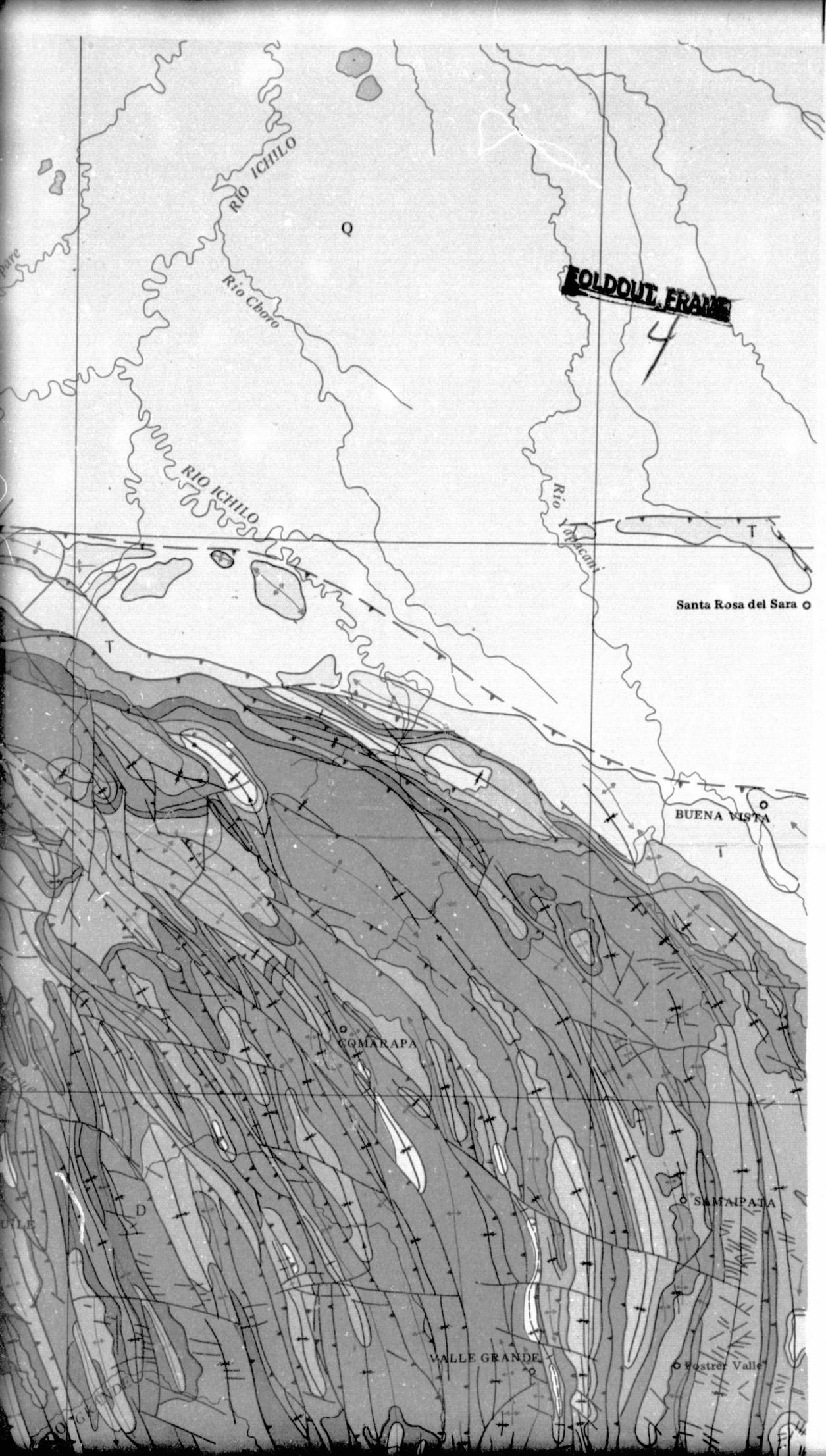
INDEPENDENCIA

INQUISIVI

TAPACARI

Llallab





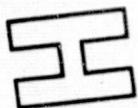
19°

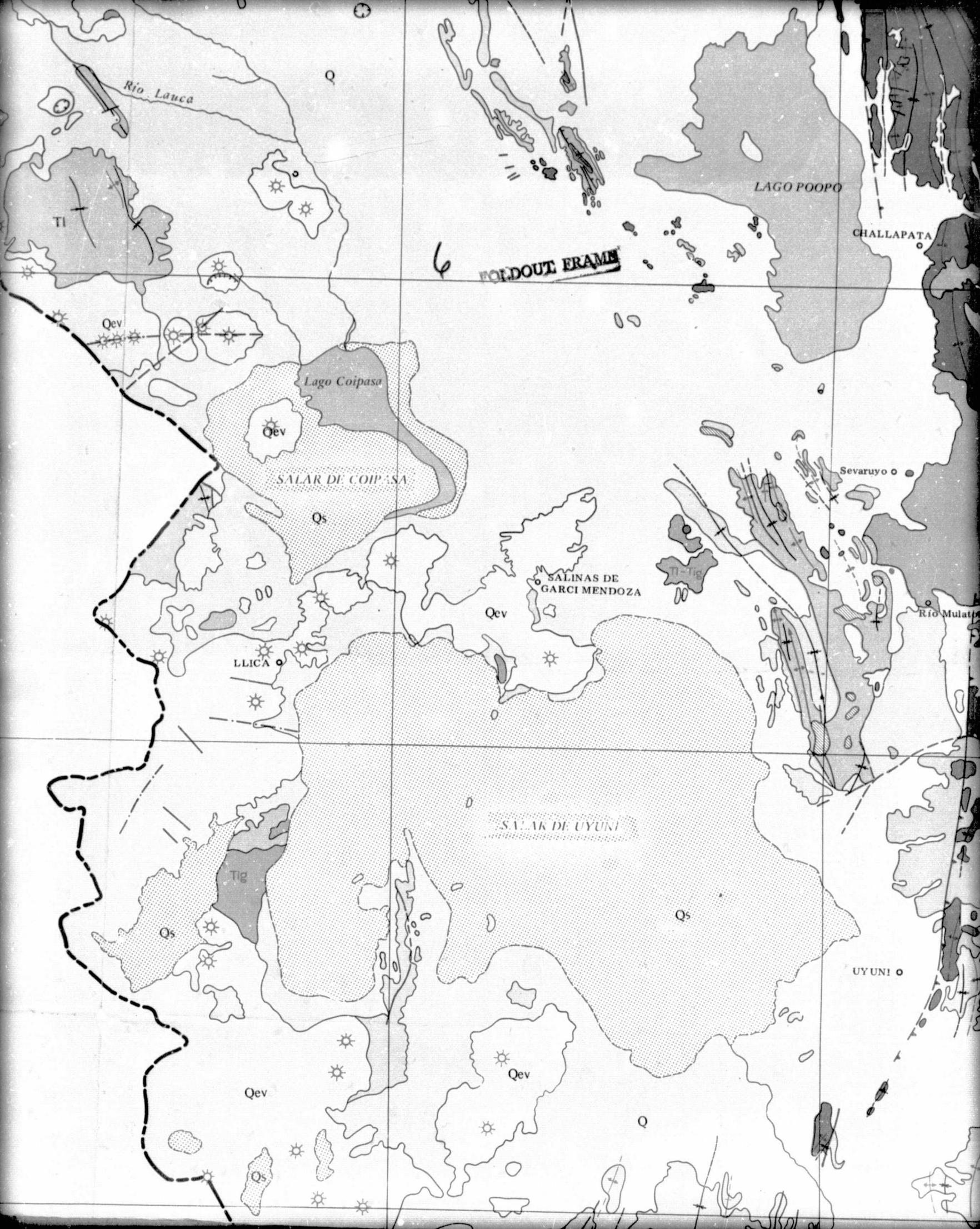
5

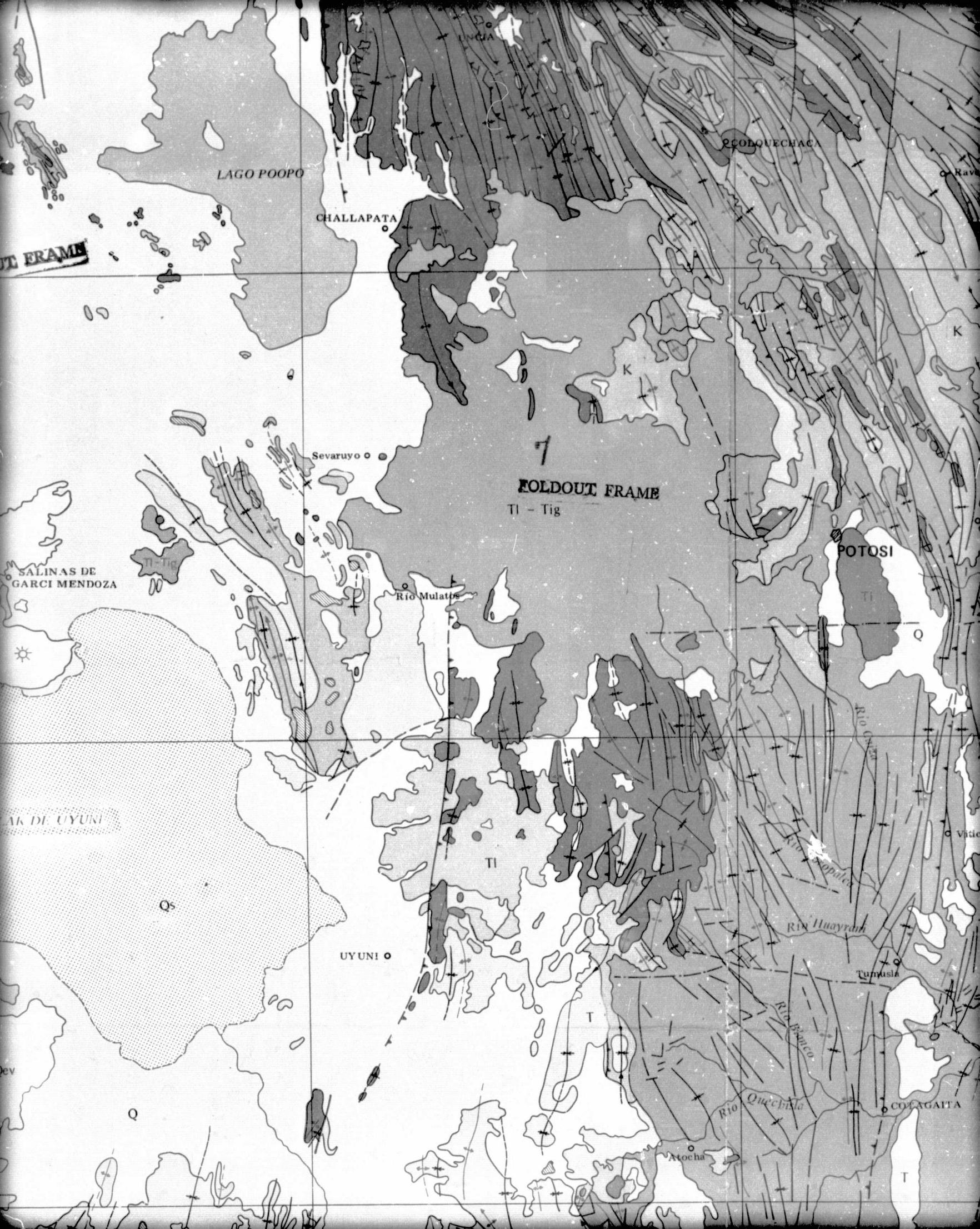
WEDOUT FRAME



20°









Ravelo

SUCRE

TARABUCO

ZRDANEZ

RADELIA

BETANZOS

Rio Matucana

RODOUÉ ERAME

AZURDÚZ

RIO PICHINAYO

MONTE GUIDO

LA GUNILLAS

VILLA MACA GUZMAN

Vitichi

Cañari

CAMARGO

Anímbo

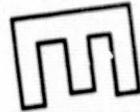
AGAITA

Rio Tamaya

VILLA ABECCIA

21

OCEANO PACIFICO



01

FOLDOUT FRAME

22°

23°

70°

69°

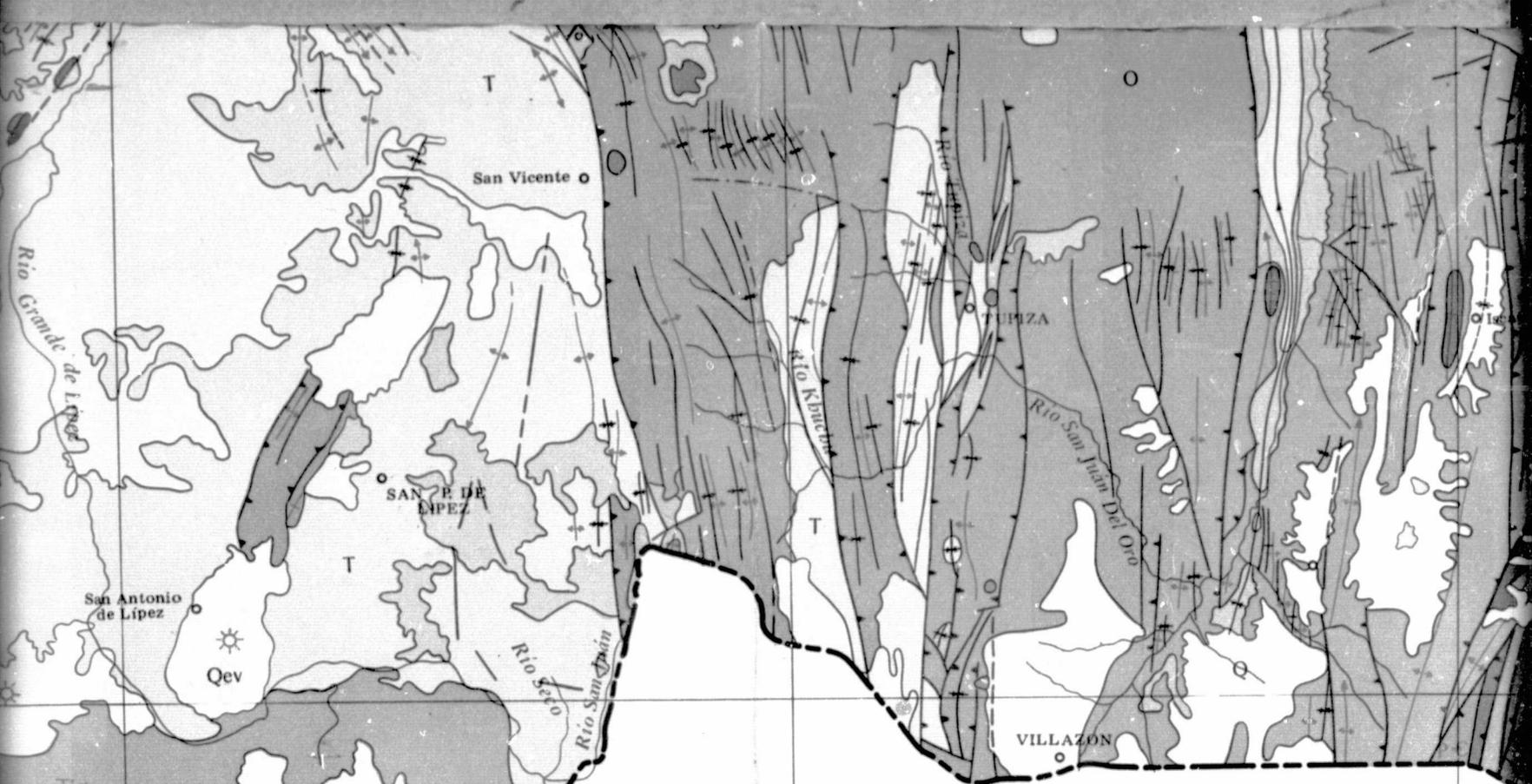


10 FOLDOUT FRAME

69°

68°

67°



**FOLDOUT FRAME**

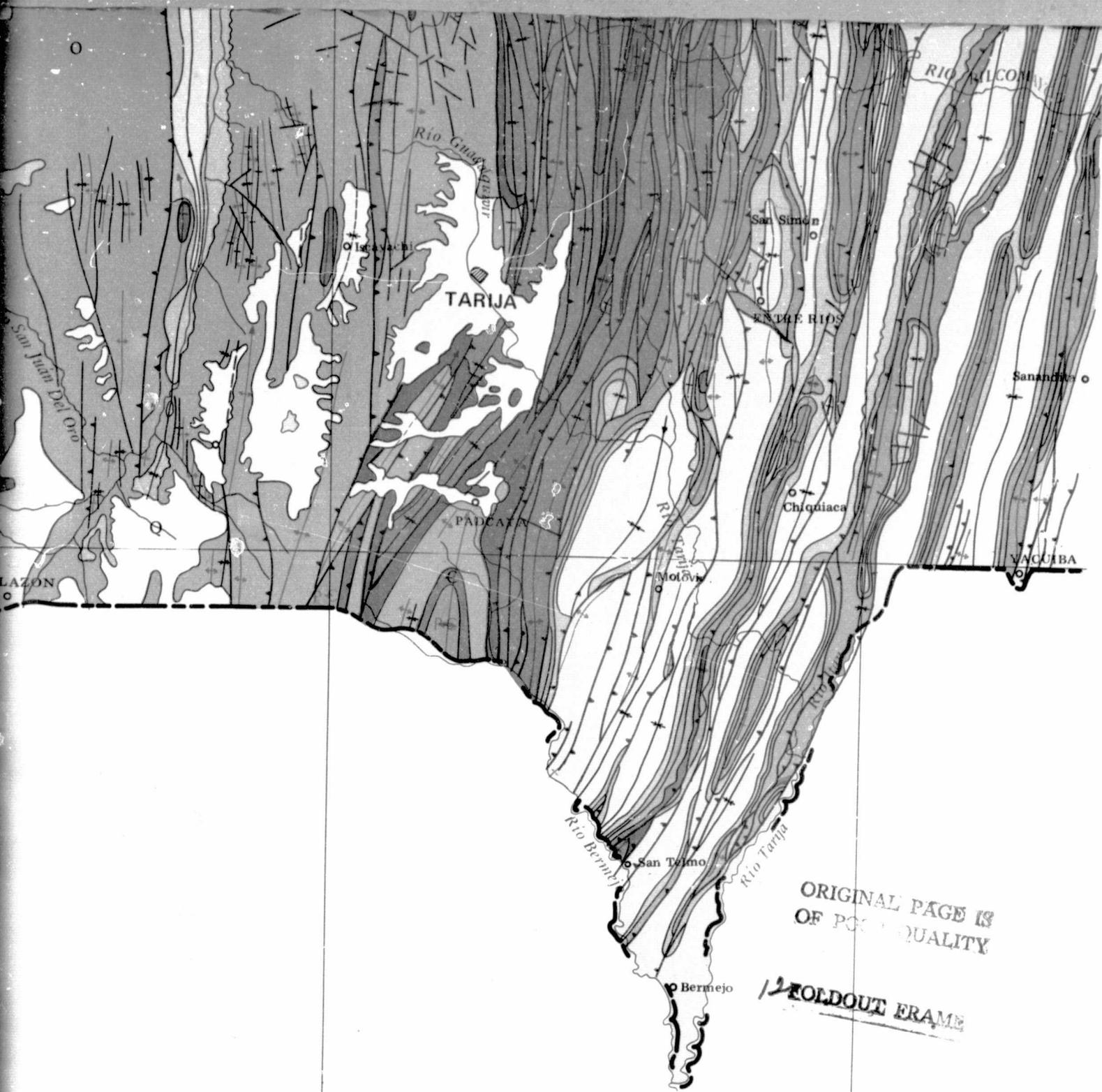
|| ORIGINAL PAGE IS  
OF BETTER QUALITY

# A R G E

67°

66°

65°



ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

12 FOLDED OUT FRAME

G E N T I

65°

64°