

LA CADENA HERCINICA EN LA PARTE SEPTENTRIONAL DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES BOLIVIANOS

(Perfil La Paz - Alto Beni)

ORSTOM Fonds Documentaire

N°

29 MS ex 1

Cote

B

Por: Claude Martinez

Ramiro Suarez

Tomás Subieta

ORSTOM - UMSA

GEOBOL

GEOBOL

R E S U M E N

Se describe el segmento septentrional de la cadena hercínica de los Andes bolivianos. La potente sucesión estratigráfica paleozoica desarrollada desde el Ordovícico medio hasta el Pérmico inferior. La geometría de las estructuras, la existencia de dos fases hercínicas y se esboza la evolución tectónica de la zona.

R E S U M E

On décrit le segment septentrional de la chaîne hercynienne dans les Andes boliviennes. La puissante série paléozoïque qui se développe depuis l'Ordovicien moyen jusqu' au Permien inférieur, est présentée, ainsi que l'aspect structural de la chaîne. Une évolution tectonique de ce secteur est ébauchée en considérant l'existence de deux phases de compression hercynienne et le rôle de la tectonique andine.

A B S T R A C T

It is described the Hercynian Range of the Bolivian Andes in their northern part. The considerable stratigraphic paleozoic sequence developed from the Middle Ordovician to Lower Permian. The geometry of the structures, the existence of two hercynian phases and a proposition of the tectonic evolution of the zone.

1. GENERALIDADES

La evolución y comportamiento de la cadena hercínica en Bolivia ha sido poco estudiada (9). El objetivo del presente estudio es presentar un breve análisis de la estratigrafía, las deformaciones tectónicas y la historia geológica de esta importante unidad tectónica, en la parte septentrional de la Cordillera Oriental de los Andes bolivianos (perfil La Paz-Alto Beni, Fig. 1), como base para futuros trabajos de detalle, para los que creemos resultará un bosquejo de real provecho.

En territorio boliviano, los Andes Orientales son la continuación de la Cordillera Oriental de los Andes peruanos. Ellos penetran en Bolivia a los 15° de latitud sud (al norte del Lago Titicaca) con rumbo noroeste-sureste. A partir del paralelo 18° toman rumbo norte-sud manteniéndolo hasta el territorio argentino.

El sector septentrional de la Cordillera Oriental constituye una barrera entre el Altiplano y la Cuenca Amazónica (Llanura del Beni). En este sector se encuentran las cimas más elevadas de Bolivia, ubicadas en una serie de cadenas escalonadas (Cordillera de Apolobamba, Cordillera de las Muñecas, Cordillera Real y Cordillera de Tres Cruces).

El perfil de La Paz a Puerto Linares (SW-NE) une tres zonas geográficas bien definidas, que corresponden a unidades morfo-estructurales paralelas, con características diferentes:

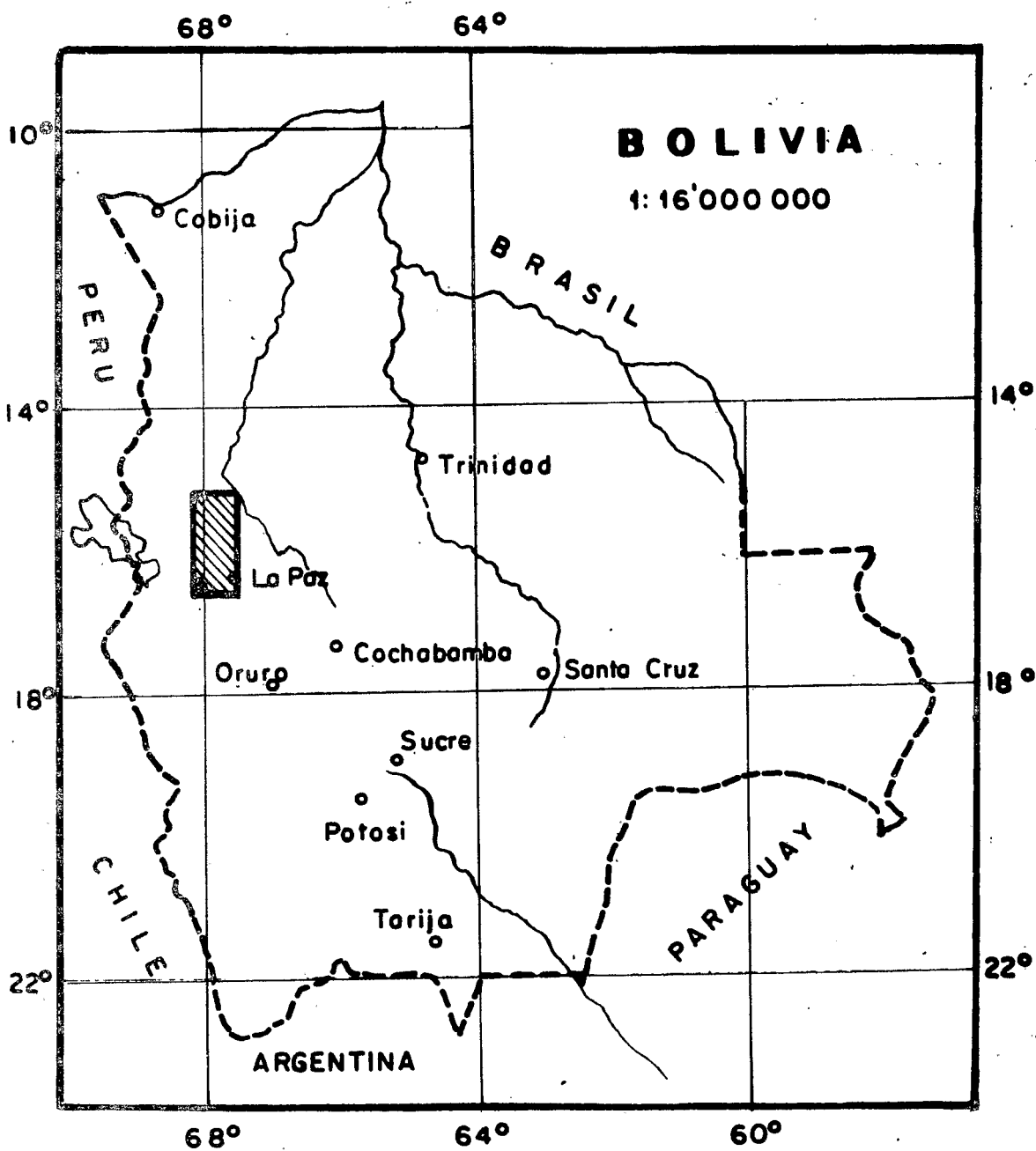


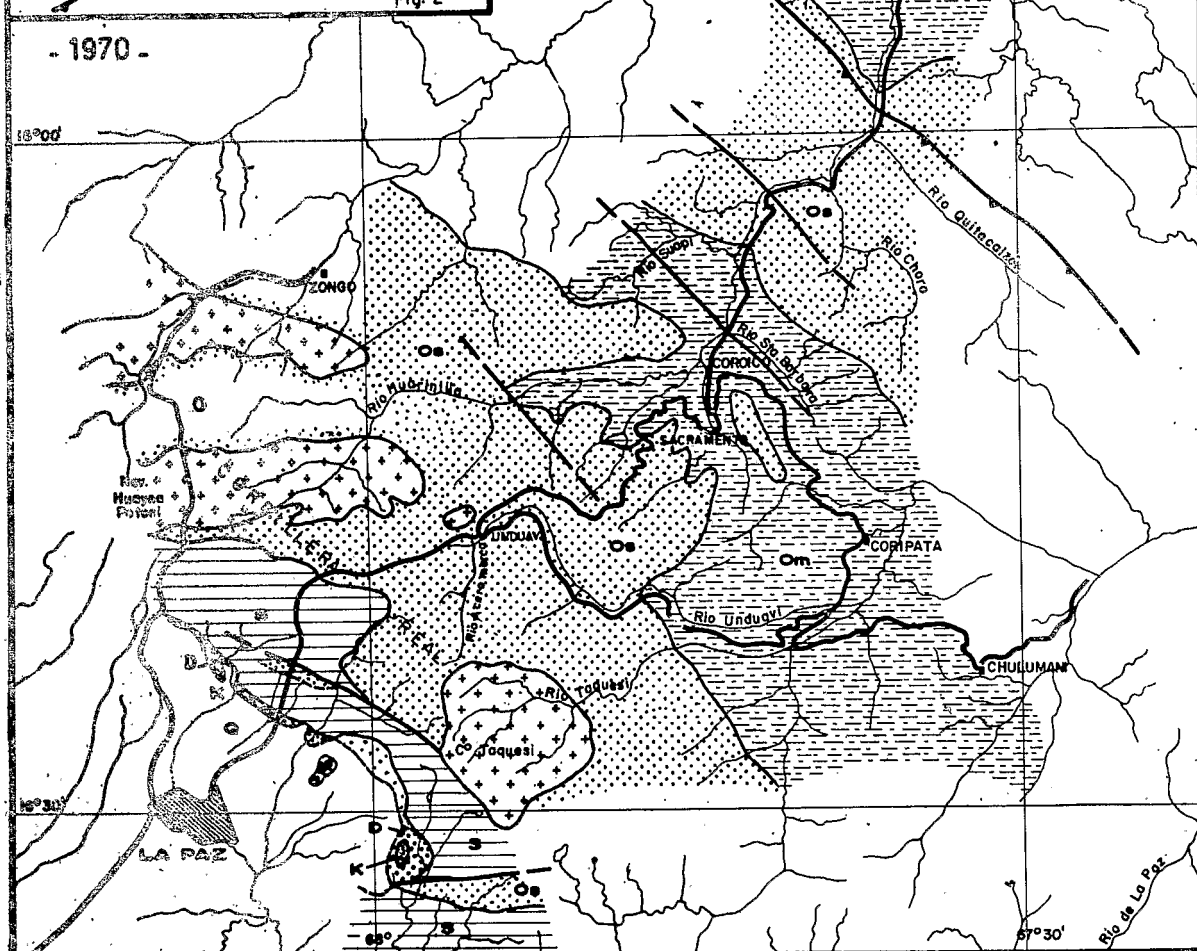
FIG. 1

Por: MARTINEZ C. (ORSTOM) - SUAREZ R., SUBIETA T.
(UMBA) (GEOBOL)

Por: MARTINEZ C. (ORSTOM) - SUAREZ R., SUBIETA T.
(UMBA) (GEOBOL)



- 1970 -



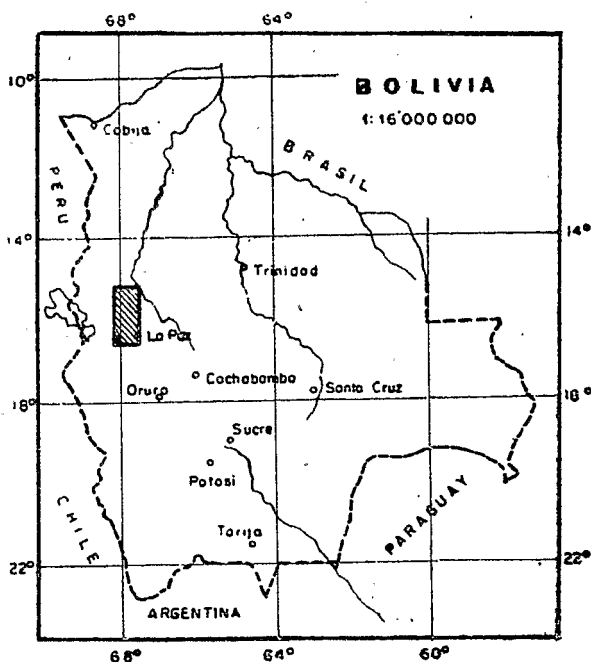


FIG. 1

El Altiplano, constituido por una cuenca de sedimentación terciario-cuaterna-ria, tiene un substrato formado por Paleozoico plegado, como se observa en los alrededores de la ciudad de La Paz.

La Cordillera Real y su vertiente oriental o Yungas, representa un segmento, con dirección noroeste-sureste, de la cadena hercínica individualizada desde el centro del Perú hasta la Argentina.

La Zona Subandina corresponde a una cuenca rellena con sedimentos mesozoicoicos.

II. ESTRATIGRAFIA

El perfil levantado entre La Paz y Puerto Linares nos permite presentar la siguiente secuencia estratigráfica.

La Cordillera Real y sus alrededores son relativamente bien conocidos estratigráficamente, mientras que la vertiente oriental o Yungas ha sido poco estudiada.

PALEOZOICO

De gran desarrollo, el Paleozoico comprende la totalidad de los afloramientos entre La Paz y la Serranía de Bella Vista (Fig. 2), la base está formada por sedimentos llanvirnianos y el tope por las calizas del Pérmico inferior.

El conjunto del *Paleozoico inferior* y medio, corresponde a una sedimentación geosinclinal de 10.000 a 12.000 metros de potencia, constituida por una alternancia de bancos cuarcíticos y pelíticos (flysch) y de esquistos pelíticos de ambiente eufínico.

El *Paleozoico superior*, desarrollado en la zona subandina (aproximadamente 1.000 metros de espesor) corresponde a facies deltaicas o litorales, con transgresiones marinas en el Pérmico inferior. La ausencia del Pérmico superior puede atribuirse a la regresión que acompaña la fase hercínica s. str.

ORDOVICICO

El Ordovícico constituye la base de la serie; aflora desde la cima de la Cordillera Real hasta las cercanías de Caranavi. Comienza con una facies lutítica (Llanvirniano) que gradualmente se va haciendo más arenosa hacia el tope (Caradociano), observándose como en el resto del país, el hiatus del Ashgiliano.

LLANVIRNIANO

La serie comienza con un conjunto de lutitas oscuras, con cubos de pirita en los planos de estratificación y con graptolites indt., aflorantes en la región de Coroico.

La parte superior de esta facies está compuesta por un material más detrítico; bancos arenosos se intercalan progresivamente con esquistos arcillosos. Al Sur del anticlinorio de Coroico, en la localidad de

Sacramento, se han recolectado de un banco arenoso algunos céfalos de *Trinucleus* sp. y en los alrededores de Caranavi (Aguila Rica y Villa Flor); *Hoekaspis* cf. *H. matacensis* y *Didymograptus* sp. en una serie alternante de esquistos gris azules y areniscas de grano fino.

En 1968, Voges (20) había mencionado el hallazgo de *Didymograptus* cf. *murichisoni* (Beck) y *Hoekaspis* sp. entre Caranavi y Villa Flor que correspondería a la zona 7 de la escala estratigráfica universal.

CARADOCIANO. — El piso Llandeiliano no ha sido comprobado hasta ahora en Bolivia; la parte alta de la serie ordovícica está representada por el Caradociano. En la Cordillera Real el Caradociano presenta más de 3.000 metros de areniscas y cuarcitas en bancos gruesos, intercaladas con niveles pelíticos, conformando un característico bandeamiento.

Estas areniscas intruídas por granitos, constituyen el esqueleto de la Cordillera. En la zona central (entre Coroico y Caranavi) tienen gran desarrollo, producen unas gargantas profundas; más al norte (Norte de Caranavi) se reducen.

En esta última localidad hemos recolectado algunos ejemplares de *Cruziana* sp. y *Lingula* sp.

De las cercanías de Unduavi y del Valle de Aceramarca, Salter (1861) describe algunas especies recolectadas por Forbes, como *Cruziana cucurbita* Salter, *Cruziana unduavi* Salter y tres especies que atribuye a un nuevo género (*Boliviana*).

Branisa (en Ahlfeld y Branisa, 1960, p. 59-60) encontró algunos ejemplares, en una arenisca cuarcítica gris verdosa al Oeste de Coroico que fueron determinados como: *Dinorthis* sp., *Homalonotus* (*Brogniartella*) *bistrami* Hoek y *Cheururina* indet.

El espesor total del Ordovícico, si bien es difícil de evaluar debido a que la base no es visible y por otro lado a que el conjunto fué sometido a un intenso plegamiento, con toda seguridad no es inferior a los 5.000 metros.

SILURICO — DEVONICO

Capas de esta edad se observan al Norte y Sud de la ancha faja ordovícica. Al Norte, están separadas del Ordovícico por una falla inversa, al Sud están en aparente continuidad sobre el Ordovícico, pero existe un hiatus estratigráfico y el Silúrico medio descansa directamente sobre el Caradociano.

En la zona norte, en las cercanías de Río Carrasco se observa una secuencia siluro-devónica constituida por lutitas oscuras (Lutitas Río Carrasco), parcialmente alteradas a lutitas deleznales de color salmón, coronadas por un banco de areniscas. Este paquete ya conocido por los trabajos de la Misión Geológica Alemana (informe inédito) y por el estudio de Wolfart y Voges (1968, Págs. 122 y 214 - 215) fué atribuido al Devónico inferior, describiendo *Phacopina* (*Phacopina*) *chojnocotensis* (Swartz) asociada a braquiópodos, tentaculites y ostrácodos.

Una cuidadosa recolección en ambos flancos del anticlinal de Río Carrasco nos ha permitido reunir un abundante material fosilífero que se encuentra en estudio y del que podemos anticipar las siguientes especies: (*Monograptus leinwardinensis primus*) Boucek. *Phacopina*? *chojnocotensis* (Swartz) *Beyrichia argentina* Thomas, *Zygobolba* (*Zygosella*) *forbesi* (Jones). *Gibberella* sp., *Eocoelia* (?) sp. *Resserella* sp., *Strophodonta* (*Brachyprion*) *fascifer* Kayser, *Loxonema* sp., *Tentaculites saienzi* Salter, *Nuculites* sp., *Orthoceras* sp. e *Hyolites* sp.

M. I. primus (1) es un fósil guía de la zona *leinwardinensis* del Ludloviano in-

ferior (Silúrico superior), por lo que se puede atribuir con toda seguridad una edad silúrica para las Lutitas Rio Carrasco; hecho que se contrapone a las teorías de Wolfart y Voges (1968): 1º atribuyendo una edad eo-devónica para estos sedimentos y 2º colocando a *Phacopina* (Ph.) *chojnocotensis* como fósil guía del Gediniano.

Como de segura edad devónica quedarían los bancos superiores de areniscas, donde se informa fué hallado *Scaphiocelia boliviensis* Wh. por geólogos de la Misión Geológica Alemana.

El núcleo del anticlinal de Rio Carrasco no es conocido, por lo tanto se desconoce si capas del horizonte guía de la Formación Cancañiri infrayacen a las lutitas Rio Carrasco.

En la zona sud, sedimentos del Silúrico se hallan en pseudoconcordancia sobre las areniscas caradocianas, corresponden a la secuencia glacial-marina de la Formación Cancañiri, con un espesor de 100 a 500 metros; por encima, se presenta una alternancia de areniscas y lutitas, sobrepuestas por lutitas oscuras correlacionables con las conocidas al Sud de la Cordillera Real (Formaciones Kirusilla, Pampa, Uncia) (Branisa, 1969, Págs. 55-57); este conjunto atribuible al Silúrico medio y superior, sobrepasa los 1.000 m. de potencia.

En continuidad, formaciones arenosas (500 - 1.000 m.) hacen el pasaje gradual al Devónico inferior (Formación Icla).

El Devónico medio no es observable en el perfil estudiado, aflora más al sur, donde constituye parte del sustrato del Meso-Cenozoico del Altiplano (9), el espesor total del Devónico alcanza los 3.000 metros.

(1) Dejamos constancia de nuestro agradecimiento al Dr. R. Barrie Rickards de Cambrigde, por su colaboración en la determinación de *M. I. primus* Boucek.

El hiatus del Devónico superior, la disposición discordante del Paleozoico superior sobre estratos del Devónico inferior y medio y el cambio de facies, son criterios que permiten inferir una fase tectónica eo-hercínica ya observada en el centro y sur del Perú. (4 y 16).

PERMO — CARBONIFERO

El Permo-Carbonífero aflora dentro de una serie volcada al borde oriental de la zona paleozoica, en aparente continuidad con el Devónico.

El Carbonífero está constituido por una sedimentación clástica de areniscas finas micáceas con restos de plantas (*Calamites* (?) sp.), intercaladas de bancos de lutitas negruzcas o rojizas con aspecto de "tiloides" (Formación Retama). La edad de esta formación en base a determinaciones palinológicas de Y. P. F. B., correspondería al intervalo Mississippiano-Pennsylvaniano.

El Pérmico inferior (Wolfcampiano-Leonardiano) corresponde a calizas de la Formación Copacabana, con productidos y fusulínidos, que afloran por encima de la formación precedente. Estas calizas están intercaladas con niveles arenosos, silíceos y camadas de rocas volcánicas verduzcas.

MESOZOICO — CENOZOICO

Remanentes de formaciones continentales y lagunares del Grupo Puca, se encuentran discordantes sobre los sedimentos paleozoicos de la Cordillera. Están constituidos por conglomerados, areniscas, yéssos y calizas de edad neo cretácica.

En Palca (Sudeste de La Paz) las capas rojas del Cretácico se hallan en discordancia formando un ángulo de 90°, sobre estratos del Devónico inferior, hecho que nos permite reconocer el aspecto del

plegamiento hercínico y diferenciar la tectónica hercínica de la andina. Por otra parte, fueron hallados estratos del Oligoceno inferior, con restos de mamíferos (en estudio por R. Hoffstetter) depositados con posterioridad a una primera fase de deformación, y afectados por una segunda fase Andina (de edad Miocena o Pliocena inferior?).

En la región de Caranavi-Puerto Linares (zona Subandina) los terrenos mesozoicos no han sido estudiados en detalle, no obstante podemos atribuir:

Al Cretácico:

- a) Las areniscas rojas, más o menos arcillosas de la Formación Beu (600 m.), discordantes regionalmente sobre el Devónico y el Permo-Carbónico subandino.
- b) Un conglomerado con matriz arenosa (Formación Eslabón).
- c) Las areniscas y arcillas rojas (Formación Flora o Bala), en las cuales unas capas calcáreas contienen algas estromatolíticas "Pucalithus" (comunicación verbal de R. Hoffstetter).

Al Terciario:

Correspondería una gruesa formación de areniscas y arcillas rojizas (Formaciones Quendque y Carqui), cuyo tope incluye al Mioceno.

III TECTONICA

LA TECTONICA HERCINICA

Considerando las diferentes fases del plegamiento hercínico, solo una es observable en el perfil estudiado, sin embargo es posible inferir otra de acuerdo a observaciones aisladas.

La fase mejor observada, ha afectado todo el ancho de la Cordillera con un estilo de deformación variable, produciendo un gran anticlinorio de eje vertical. En las partes externas de la cadena, al sud de la Cordillera Real y al norte de Caranavi, las grandes estructuras se caracterizan por pliegues amplios, simétricos a inclinados (región del río Carrasco). Las rocas están poco deformadas a pequeña escala, los fósiles se conservan en perfecto estado; corresponden al nivel estructural medio, ya observado en la región de Sapahaqui-Rio La Paz (9) donde el volcamiento es hacia el Sudoeste. En el Norte, el volcamiento de las estructuras es muy leve y hacia el N. E. de la cadena.

En la zona interna de la cadena (desde las proximidades de la cumbre hasta Caranavi), el estilo de la deformación cambia (nivel estructural inferior). Las grandes estructuras son plegamientos plásticos con esquistosidad, las rocas están deformadas a todas las escalas, los fósiles están muy deformados. Los pliegues mayores tienen un plano axial subvertical a inclinado hacia el interior de la cadena (90° a 45°).

Estas estructuras tienen una vasta amplitud, las zonas anticlinales están muy erosionadas y las sinclinales se encuentran colgadas, caracterizando las diferencias litológicas entre el Ordovícico medio y el Ordovícico superior.

Podría ubicarse el eje de la cadena en la región de Coroico, donde afloran las capas más profundas, intensamente plegadas acompañadas por metamorfismo regional.

Las estructuras menores (micropliegues y esquistosidad), se encuentran asociados a las grandes estructuras, el estilo de microplegamiento y el aspecto de la esquistosidad varían del exterior al interior. Es necesario un estudio detallado de la geometría de los micropliegues y de las variaciones de la esquistosidad para explicar el mecanismo y la reconstruc-

ción de los esfuerzos que originaron las estructuras.

Esta primera exposición de la zona de estudio, se limita a la descripción de los micropliegues que varían desde ondulaciones simples hasta pliegues similares, de tipo "en chevron", llegando a veces a pliegues isoclinales. Las características generales son:

- Tener planos axiales verticales o inclinados hacia el exterior de la megaestructura.
- Estar muy cerca del tipo isópaco (paralelo) sobre todo en los bancos competentes, tornándose anisópacos (similares) inicialmente en los niveles arcillosos.
- Estar acompañados por una esquistosidad, la que varía desde la esquistosidad de fractura en abanico, a ambos lados del plano axial, hasta la esquistosidad de flujo. Su distribución no está todavía conocida; pero se puede observar ya que la esquistosidad de fractura pasa en los niveles pelíticos a una esquistosidad de tipo pliegue-fractura ("strain slip cleavage") o sea alternancia de zonas microplegadas y zonas fracturadas, para llegar a una esquistosidad de flujo dando, primero neo-formación de filitas en los niveles pelíticos y después recristalización de cuarzo, en niveles cuarcíticos

- Las lineaciones relacionadas con esa fase de deformación son de 3 tipos:

Lineación de intersección entre la esquistosidad y la estratificación (11).

Lineación de ejes de pliegues (11).

Lineación de alargamientos.

Esta última puede observarse con las deformaciones de fósiles, alargamientos de cristales de pirita y de cristales de cuarzo en la zona de esquistosidad de flujo.

Las dos primeras lineaciones son para las mismas indicaciones acerca de la direcciones del plegamiento. Las primeras observaciones y medidas estadísticas muestran que las lineaciones son subhorizontales y de dirección noreste-sudeste (N 130°E) esa dirección corresponde al rumbo general de la Cadena Hercínica.

La lineación de alargamiento no está todavía estudiada. Su estudio indicará las principales direcciones de los esfuerzos tectónicos.

El *metamorfismo regional*, contemporáneo del plegamiento, corresponde a la zona de esquistosidad de flujo, y se desarrolla primeramente en los niveles arcillosos; está caracterizado por la neo-formación de cloritas y sericitas (metamorfismo epizonal, facies de esquistos verdes).

Las estructuras hercínicas son cilíndricas con planos axiales verticales y con ejes de pliegues horizontales (eje b) de rumbo noreste-sudeste.

Una esquistosidad y un metamorfismo epizonal acompañan las estructuras en gran parte de la zona estudiada.

Con estudios sistemáticos a todas las escalas se espera obtener mayor certeza para caracterizar la cadena hercínica en esta parte de la Cordillera Oriental, y llegar a conclusiones acerca de las fases tectónicas sucesivas y la edad de las mismas.

IV EVOLUCION TECTONICA

La zona estudiada puede considerarse como parte de un geosinclinal paleozoico que ha sufrido a lo largo de la historia geológica una serie de acontecimientos tectónicos y sedimentarios que conforma-

ron el actual relieve y disposición estructural.

En una publicación anterior (9), fué emitida una hipótesis sobre la historia tectónica de la región del río La Paz-Sapahaqui. En la presente publicación se mantiene el mismo esquema, agregando algunas afirmaciones, producto de los estudios emprendidos conjuntamente a lo largo de la cadena hercínica desde el Perú central hasta Bolivia (4, 16).

Se presenta a continuación un esquema reactualizado de la evolución tectónica de la Cordillera.

CICLO HERCINICO

La fosa de sedimentación paleozoica, típicamente geosinclinal, se desarrolló en el borde suroeste del Escudo Brasileño. Una flexura o falla separa la zona inestable subsidente de una plataforma estable, relacionada con el escudo y sobre la cual se depositaron cuarcitas ordovícicas (7) estratos del Devónico y del Meso-Cenozoico (Zona Subandina).

En la fosa, de dirección aproximadamente noroeste-sureste, los movimientos verticales de subsidencia, que abarcan el Ordovícico medio y superior, están acompañados por la sedimentación de más de 5.000 m. de lutitas y areniscas. La deposición comenzó con lutitas de grano fino en ambiente euxínico para pasar gradualmente a una facies arenosa, de mar poco profundo, a lo largo de la Cordillera Real, manteniéndose la facies lutítica en la zona norte (Caupolicán).

El origen de esta potente secuencia arenosa solo puede explicarse suponiendo la existencia de una zona emergida o en proceso de emersión, al suroeste del geosinclinal.

— A fines del Ordovícico, los movimientos verticales de emersión (epirogénesis) interrumpen la sedimentación, estado que pudo prolongarse (hiatus del Ashgiliano y Llandoveryano) hasta una

nueva subsidencia durante el Silúrico medio-superior y Devónico, que depositó una potente serie de areniscas y lutitas (5.000 - 6.000 m.), interrumpida por los primeros plegamientos hercínicos.

— Al no conocerse el Devónico superior en los Andes bolivianos, la primera fase del plegamiento hercínico se ubica entre el tope del Devónico medio y el Permo-Carbonífero. Esta fase es responsable de la emersión de una parte de la cadena, separando la cuenca subandina de las cuencas permo-carboníferas del Sudoeste, en las que se depositaron sedimentos molásicos, continentales, epicontinentales y marinos.

Esa primera fase que llamamos *cohercínico*, comprobada en el centro del Perú (16) y en la región del Lago Titicaca (Perú), se observa en Bolivia con una leve discordancia de carácter regional; los estratos del Paleozoico superior descansan sobre diferentes formaciones del Paleozoico inferior. Eso se observa en las regiones de Colquenchá, Calamarca y Sapahaqui (9) donde el Permo-Carbonífero se encuentra sobre el Devónico inferior, y sobre la base y el tope del Devónico medio. Tanto en Colquenchá como en Sapahaqui, se puede observar una discordancia angular de pocos grados.

Fué también observada en el Perú una segunda fase de plegamientos que se atribuye a la fase *hercínica tardía*. En Bolivia, la ausencia del Pérmico medio a superior (Grupo Mitú en el Perú) no permite ponerla en evidencia.

El fuerte plegamiento que afecta al Paleozoico superior, tiene que ubicarse entre la última formación plegada y datada (Pérmico inferior y medio, Grupo Copacabana) y la primera formación datada discordante encima de las estructuras plegadas (Cenomaniano de la Caliza Miraflores).

Notando la proximidad e identidad de las deformaciones observadas al Sur del Perú, podemos considerar al plegamiento

del Paleozoico superior de edad pérmica media.

En el Perú, el plegamiento principal es eohercínico. En la Cordillera boliviana, la ausencia de depósitos del Paleozoico superior en la zona axial muy deformada, no permite atribuir una edad exacta a los plegamientos con esquistosidad y metamorfismo. Pero, como el Paleozoico superior, donde se lo puede observar, se encuentra muy deformado, se piensa que la fase hercínica tardía fué muy intensa, pudiendo ser la principal responsable de las deformaciones.

CICLO ANDINO

Como consecuencia de los movimientos hercínicos, el geosinclinal paleozoico dió lugar a un orógeno que separó dos cuencas mesocenoicas: una occidental y otra oriental o subandina. (19)

Por la pleneplanización de una parte de la cadena hercínica, se individualizó una plataforma inestable en la cual se depositaron sedimentos continentales precenomanianos, seguidos por una primera transgresión de edad Cenomaniana (Calizas Miraflores). La región estudiada corresponde a un borde de cuenca, con depósitos de evaporitas; registrándose únicamente la segunda transgresión de edad senoniana (Calizas El Molino).

Contemporaneamente a la deposición, se observa una fase de distensión manifestada por la existencia de fallas direc-

tas acompañadas por efusiones magmáticas intracretácicas.

Una primera fase de compresión de edad post-eocena superior-pre oligoceno inferior, afecta a estos depósitos, produciendo pliegues amplios y fallas inversas conjugadas, originadas muchas veces por el plegamiento de las fallas directas. En cuencas aisladas se depositaron capas del Oligoceno inferior, con mamíferos, las que fueron afectadas posteriormente por una segunda fase de movimientos compresionales dando otro juego de fallas inversas.

La cuenca subandina, presenta una sedimentación continental eo-cretácica y terciaria donde los acontecimientos tectónicos se manifiestan por intercalaciones de conglomerados.

Una sola fase de compresión que suponemos de edad post. oligo-miocena es la responsable de los pliegues y fallas inversas que afectan la zona. A esa fase se relaciona el movimiento como falla inversa de la importante fractura que separa el bloque paleozoico de la faja subandina haciendo que el bloque paleozoico suba por encima del Cretácico-Terciario.

— Las fallas que se observan en la faja paleozoica, deben estar relacionadas con una u otra tectónica andina.

Finalmente, los granitos de la Cordillera Real (22) son con toda seguridad, posteriores a la tectogénesis hercínica y afectados por fallas andinas.

Una descripción más detallada de las tectónicas post-hercínicas, serán objeto de una comunicación posterior.

1.— AHLFELD F. 1942

2.— AHLFELD F. y L. BRANISA
1960

3.— AHLFELD F. y SCHENEIDER-
SHERBINA 1969

Los yacimientos de wolfram en Bolivia
— La Paz.

Geología de Bolivia — Instituto Boliviano
del Petróleo — La Paz.

Los yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia — GEOBOL, Boletín
No. 5 — La Paz.

- 4.— AUDEBAUD E. y G. LAUBACHER 1969
Sur une discordance tardi-hercynienne dans la Cordillere Orientale du Sud du Perou. C. R. Ac. Sc. t. 269. Serie D., pp. 2163 - 2166 - París.

- 5.— BOTELLO R. 1967
Estudio geológico de la región del Alto Beni - Faja subandina del Norte — Tesis de Grado UMSA - La Paz.

- 6.— BRANISA L. 1965
Fósiles Guías de Bolivia. Boletín No. 6 - La Paz.

- 7.— BRANISA L. 1969
El Sistema Silúrico en Bolivia. Soc. Geol. Boliviana, Boletín No. 12 - La Paz.

- 8.— CANEDO REYES R. 1960
Informe sobre la geología de la zona petrolífera del Norte. Boletín Inst. Boliviano del Petróleo. T. 1. Vol. 2 - La Paz.

- 9.— CORNEJO R., J. LIZARAZU, C. MARTINEZ y P. TOMASI 1971
Interpretación del corte geológico Rio La Paz - Sapahaqui, Ejemplo de un estudio estructural utilizando la microtectónica — UMSA, Fac. Ciencias Geol., No. 1, ser. geol. estruct. La Paz.

- 10.— DIAZ H. 1959
Comunicación acerca de las condiciones presentes en el curso superior del río Beni. Bol. Tec. YPFB. Vol. I, No. 2 — La Paz.

- 11.— FORBES D. 1861
On the Geology of Bolivia and Southern Perú. Quart. Jour. Soc. London, Vol. 17 - Londres.

- 12.— FREYDANCK H. G. y A. VOGES - 1960
Sobre un reconocimiento geológico de un camino proyectado entre los ríos Coroico y Alto Beni (Bolivia). Informe Misión Geológica Alemana en Bolivia. 26. 5. 1960 - La Paz (inédito).

- 13.— KOZLOWSKI R. 1923
Faune Devonienne de Bolivie. Ann. de Paleont. T. 12 - París.

- 14.— LJUNGGREN P. 1962
Los batolitos graníticos y la mineralización de la Cordillera Real, Bolivia. Rev. Petróleo Boliviano. Vol. IV, No. 1 - La Paz.

- 15.— LJUNGGREN P. y
L. RADELLI 1968 *The origin of the granitic batholite of Cordillera Real, Bolivia* — Milan.
- 16.— MEGARD F. 1967 *Commentaire d'une coupe schematique a traves des Andes Centrales du Perou. Rev. Geog. phys et Geol. dynam. (2), Vol. 9, fasc. 4, pp. 335 - 346. — París.*
- 17.— PADULA E. y F. G. REYES 1958 *Contribución al Léxico Estratigráfico de las Sierras Subandinas. Bol. Tec. YPFB, T. 1, No. 1 pp. 9 - 70 - La Paz.*
- 18.— RADELLI L. 1963 *Informe preliminar sobre la Cordillera Real. GEOBOL (inédito) - La Paz.*
- 19.— RUSSO A. y
L. A. RODRIGO 1965 *Estratigrafía y paleogeografía del Grupo Puca en Bolivia. Bol. I. B. P., Vol. 5 No. 3-4 pp. 5 - 51. La Paz.*
- 20.— SALTER J. W. - 1861 *On the fossils from the High Andes, collected by David Forbes. Quart. Jour. Soc. London Vol. 17, pp. 62 - 73 - Londres.*
- 21.— SCHLATTER L. E. y
M. H. NEDERLOFF 1966 *Bosquejo de la geología y paleografía de Bolivia. GEOBOL. Boletín No. 8 - La Paz.*
- 22.— URQUIDI F. 1965 *Estudio petrográfico del stock granítico de Unduavi y espectroquímico de las impurezas en las wolframitas de Bolivia. Tesis de grado. UMSA - La Paz.*
- 23.— WOLFART T. y A. VOGES 1968 *Beitrage zur Kenntnis des Devons von Bolivien. Beilh. Geol. Jh. 74, pp. 122 y 214 - 215 - Hannover.*



CONTENIDO

	Pág.
Prólogo	5
Ordovícico del corazón de Bolivia. — Por Salomón Rivas Valenzuela	9
Perfil geológico realizado entre las localidades de Roboré y Santo Corazón. — Por Jaime Meave del Castillo; Claude Martínez; Pierre Tomasi y Tomás Subieta	29 M4 16
Esfuerzos tangenciales y verticales en la Evolución de los Andes Orientales (Coroico-Bolivia). — Por Hugo Zapata P.	22
La cadena hercínica en la parte septentrional de la cordillera Oriental de los Andes bolivianos (perfil La Paz - Alto Beni). — Por Claude Martínez; Ramiro Suárez y Tomás Subieta	29 MS 26
Referencias sobre algunos yacimientos de titanio en Bolivia. — Por Oscar Bustillos	36
Estudio mineralógico de las arcillas de Izata - Cochabamba. — Por Javier Monterrey Uría; Antonio Saavedra. — Determinaciones de Rayos X: Waldo Avila Salinas	40
Determinación de la edad del batolito de Unduavi por el método del plomo alfa. — Por Antonio Saavedra Muñoz	44
Estudio roentgenográfico y génesis de la blenda cadmífera de Berenguela, provincia Pacajes, departamento de La Paz. — Por Waldo Avila Salinas	47
Tarijactinoides jarcasensis n. gen. n. sp. del Devónico Inferior de Tarija. — Por Ramiro Suárez Soruco	53
Estudio preliminar sobre la precipitación del cobre nativo y la calcosina en depósitos de tipo manto en el altiplano boliviano. — Por Hiroji Kuronuma	57

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 29 M4 et 29 MS ex 1

Cote B

MINISTERIO DE MINERIA
Y METALURGIA

SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA
"GEOBOL"

BOLETIN
AGOSTO - 1971

15