

COMENTARIOS SOBRE LA ESTRATIGRAFIA DEL SILURICO Y DEVONICO DEL NORTE Y CENTRO DE LA CORDILLERA ORIENTAL Y ALTIPLANO DE BOLIVIA

Magaly GONZALEZ⁽¹⁾

Enrique DIAZ⁽²⁾

Leocadio TICLLA⁽¹⁾

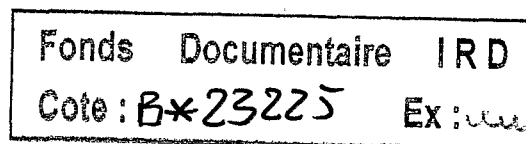
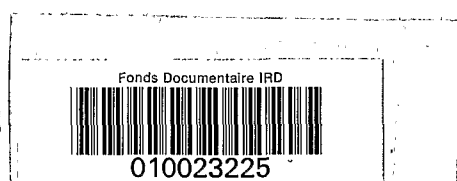
RESUMEN

El Silúrico y Devónico de Bolivia registra importantes eventos tectónicos, eustáticos y paleogeográficos que afectaron al margen de Gondwana. Los mapas geológicos realizados durante los últimos años de las áreas de La Paz, Cochabamba y Uncía, permiten identificar cambios laterales y verticales del espesor y facies característicos de las unidades silúricas y devónicas, contribuyendo a descifrar su geometría y distribución actual. Sin embargo, existen todavía numerosos problemas sin estudiar en detalle y sin resolver sobre las edades y evolución geológica de la zona durante este periodo. Debe tenerse cuidado al utilizar conceptos antiguos sobre el tema, o al tratar de correlacionar eventos que todavía no son bien conocidos.

ABSTRACT

The Siluro-Devonian of Bolivia records important tectonic, eustatic and paleogeographic events affecting the margin of Gondwana. Geological maps of the La Paz, Cochabamba and Uncía areas published during the last years allow to identify lateral and vertical changes of thickness and facies characteristic of Silurian and Devonian units, thus contributing to descifer their geometry and modern distribution. However, there are still many problems about the ages and geological evolution of the region during this period that have not been studied in detail or resolved. Care should be taken when trying to apply old concepts on the subject, or when trying to correlate still unconstrained events.

INTRODUCCION



⁽¹⁾ Servicio Geológico y Minero de Bolivia, Casilla 2729, La Paz, Bolivia

⁽²⁾ ORSTOM, Casilla 9214, La Paz, Bolivia. Fax: 591.2.391854.

El Silúrico y Devónico de Bolivia ha sido un tema de trabajo y discusión durante muchos años, incluyendo la realización de reuniones y simposios dedicados exclusivamente a su estudio. Bolivia presenta algunos de los mejores afloramientos del Silúrico y Devónico del continente sudamericano, incluyendo secciones estratigráficas prácticamente continuas que sobrepasan fácilmente los 3 km de espesor. Sin embargo, y a pesar de todo el trabajo ya realizado y en realización actualmente sobre el tema, existen todavía numerosos puntos sin resolver sobre la bioestratigrafía, cronoestratigrafía, estratigrafía secuencial, sedimentología, ambiente tectónico y otros muchos aspectos del Silúrico y Devónico de los Andes Centrales. El interés económico que presentan estas rocas es considerable, pues una gran parte de las rocas madre y de los reservorios de hidrocarburos de Bolivia se encuentran en ellas, así como numerosos yacimientos minerales. Es evidente, por lo tanto, la necesidad de un mejor conocimiento de la secuencia siluro-devónica de Bolivia, con suficiente detalle como para poder definir, comprender e interpretar las variaciones y complejidades que la caracterizan. Como contribución a este esfuerzo, en este trabajo presentamos una síntesis de los trabajos realizados por el Servicio Geológico y Minero de Bolivia durante los últimos años (GEOBOL, 1994, 1995) sobre el Silúrico y Devónico del norte y centro del Altiplano y de la Cordillera Oriental (Figura 1). Sobre la base de esta síntesis, se realiza una revisión de algunos conceptos anteriores sobre el Silúrico y Devónico de Bolivia, y se plantean algunas ideas y comentarios para la investigación futura.

MARCO TECTONOESTRATIGRAFICO

Las grandes dificultades con las que se tropieza al tratar de reconstruir las cuencas sedimentarias bolivianas usando las relaciones geográficas actuales, obligaron a definir una serie de dominios tectonoestratigráficos en los que grandes desplazamientos tectónicos llevan a una modificación de las relaciones paleogeográficas iniciales. Estos dominios tectonoestratigráficos están limitados por grandes frentes de cabalgamiento y fallas transcurrentes, y pueden ser divididos en subunidades limitadas también por fallas cuyas facies sedimentarias coetáneas son coherentes en cada unidad, permitiendo la reconstrucción de un fragmento de cuenca homogéneo. Estos dominios no coinciden con las tradicionales unidades morfoestructurales (Ahlfeld y Branisa, 1960; Russo, 1966) o subprovincias geológicas (Rodrigo y Castaños, 1978) que dividen a los Andes bolivianos en Faja Subandina, Cordillera Oriental, Altiplano, y Cordillera Occidental. Esta última clasificación se basa en la morfología actual, debida a la deformación andina más reciente. En cambio, la subdivisión en dominios

tectonoestratigráficos utiliza criterios estructurales y estratigráficos relativos a la evolución geológica pre-oligocena, permitiendo interpretaciones paleogeográficas congruentes.

La unidad tectonoestratigráfica en la que se sitúa el área de estudio tiene como límite oriental el Cabalgamiento Frontal Principal (CFP), que constituye el límite occidental del Subandino (Figura 1). El límite occidental lo marca la Falla Sinistral Eucaliptus (FE) por el sur, y el Frente de Cabalgamiento Coniri (FCC) por el norte. Dentro de la zona de estudio, la unidad de mayor levantamiento estructural es el dominio de la Cordillera Real, que corresponde a la zona norte de la Cordillera Oriental, con altitudes que sobrepasan los 6 km. Este dominio está limitado al oeste por el Cabalgamiento de la Cordillera Real (CCR), que se bifurca en la proximidad de la latitud 17°S en la llamada Falla sinistral de Cochabamba (FC) y la Falla de Torocarí-Cabalgamiento de Arque (FTCA). En este dominio, las rocas aflorantes son de edad ordovícica y escasamente silurodevonianas, deformadas y localmente metamorfizadas. El límite hacia el este de la Cordillera Real es el Cabalgamiento Andino Principal (CANP). En la "faja plegada y corrida de Huarina", entre la zona de falla del CCR-FC y la zona de falla FCC-FE, afloran rocas paleozoicas (Silúrico a Pérmico) y mesozoicas.

Conviene señalar que el límite geomorfológico o morfotectónico entre el Altiplano y la Cordillera Oriental no coincide con el límite entre los dominios tectonoestratigráficos, de tal forma que parte del dominio de la Cordillera Oriental, y en concreto su franja occidental, coincide con lo que morfológicamente se considera como Altiplano.

LITOESTRATIGRAFIA

El paquete sedimentario Silúrico-Devónico (Figura 2) es una sucesión enteramente terrígena siliciclástica que puede alcanzar espesores superiores a los 6 km, aunque son raras las secciones que presentan una secuencia completa (Figuras 3 y 4; Tabla 1). Como se observa al sumar los espesores máximos para cada unidad en las diferentes áreas, el espesor total acumulado de Silúrico y Devónico depositado en el área de estudio sobrepasó los 12 km. El área de La Paz es una de las localidades donde el lapso Silúrico-Devónico está mejor preservado (Figura 4). Dentro de la evolución geológica de Bolivia, las rocas del Silúrico y Devónico constituyen la mayor parte del Ciclo Cordillerano, el cual se inicia con una discontinuidad conspicua ubicada en la base de la Formación Cancañiri. Esta unidad marca una importante subida del nivel del mar a la que suprayacen depósitos marinos organizados en tres

megasecuencias regresivas (Highstand Systems Tracts -HST- o cortejos de sistemas de alto nivel del mar) del Llandoveryano al Fameniano.

Los perfiles clásicos del Silúrico de Bolivia se localizan en el extremo sur de la zona de estudio (Llallagua, Uncía). Destaca la sección de Llallagua por su considerable espesor, excelentes afloramientos y variedad de facies presentes, pero es muy pobre en fósiles, por lo que es difícil su correlación con otros sectores. Las rocas silúricas afloran a lo largo de casi toda la zona de estudio, con espesores que varían desde 300 a 4600 m. La Tabla 1 muestra un resumen de todos los espesores para cada una de las localidades donde se realizó el mapa geológico.

El Devónico en Bolivia aflora extensamente en el Altiplano, la Cordillera Oriental y el Subandino, existiendo diversas secciones que son bastantes completas y ricas en fósiles. Los perfiles clásicos son los de Ayo Ayo, Belén, Vila Vila y Yaco. Otro perfil también destacable es el de Pojo, localizado en el borde oriental del bloque paleozoico, en la zona de transición entre la Cordillera Oriental y el Subandino. Las rocas devónicas afloran también en casi toda la zona de estudio, con espesores que varían desde 100 a 4850 m (Tabla 1).

Para una mejor apreciación de los espesores, tanto horizontal como verticalmente, de cada una de las unidades silúrico-devónicas, la Figura 2 muestra la columna tipo para el Silúrico y Devónico del norte y centro de la Cordillera Oriental y Altiplano, indicando los espesores máximos y mínimos depositados de cada unidad. Las Figuras 3 y 4 muestran el espesor máximo de cada una de las formaciones en las hojas de la nueva serie de mapas geológicos de Bolivia a escala 1:100.000 realizados recientemente por el Servicio Geológico y Minero de Bolivia (GEOBOL, 1994, 1995).

Hemos considerado el comienzo de la sedimentación del Silúrico con la sedimentación de la Formación **Tokochi**, ya que su edad está todavía en discusión y es posible que, al menos en parte, sea de edad Llandoveryano inferior. Se trata de depósitos lutíticos carbonosos depositados en ambiente marino profundo sobre diferentes niveles de la Formación Amutara (turbiditas del Ordovícico superior). Esta unidad se depositó únicamente en la zona centro occidental de la Cordillera Oriental, encontrándose sus afloramientos actualmente en una franja de dirección NNW-SSE de unos 300 km de longitud y unos 100 km de ancho. Sobre esta unidad, u otras unidades del Ordovícico, se depositó la Formación **Cancañiri**, formada por diamictitas y lutitas con bloques de cuarcita y arenisca que evidencian el carácter resedimentado de esta unidad. La Formación Cancañiri constituye un nivel guía para el reconocimiento del comienzo de la secuencia silurodevónica, sobre todo por el cambio litológico y por presentar frecuentes concentraciones de minerales de hierro. La edad de esta unidad se

encuentra también en discusión, principalmente por el posible carácter resedimentado de algunos de los fósiles presentes en ella. En general se asume una edad Llandoveryano, con reciclado de fósiles del Ordovícico superior. Las evidencias de glaciación encontradas en esta unidad se reducen a clastos estriados y facetados dentro de flujos de detrito, así como algunos bloques extracuencales (granitoides) de considerable tamaño. En la Cordillera del Tunari, y en algunos pozos del Boomerang (al este del Subandino centro), la Formación Cancañiri presenta intercalaciones de calizas fosilíferas de edad Wenlockiano, lo cual sugiere la posibilidad de que se trate de diferentes eventos de resedimentación. Sobreyace a esta unidad la Formación **Llallagua**, con un contacto brusco o transicional. En anteriores trabajos sobre el Silúrico inferior de las secciones clásicas se había utilizado el término de "formación Huanuni" para las pelitas situadas entre la Formación Cancañiri y la Formación Llallagua, pero en los últimos trabajos de cartografía geológica se ha abandonado este término, ya que es de carácter muy local. Los materiales correspondientes a esta unidad se han incluido en la Formación Cancañiri cuando predominan las lutitas, y en la Formación Llallagua cuando predominan las areniscas. La Formación Llallagua consiste en una alternancia de areniscas y lutitas interpretada como depósitos turbidíticos. Suprayacen sedimentos de la Formación **Uncía**, de facies lutíticas, y en la que los resultados palinológicos aportan una edad Ludloviano. En transición sobreyace la Formación **Catavi**, con depósitos arenosos alternando con niveles de lutitas. En algunos lugares, como por ejemplo en el área de Machacamarca, los niveles de lutitas laminadas y/o bioturbadas llegan a ser importantes. En general, la Formación Catavi se relaciona con un ambiente de plataforma proximal y playa. La edad de esta unidad se inicia en el Ludloviano superior, y es muy posible que entre al Devónico (Lochkoviano inferior).

Tradicionalmente, la secuencia devónica se inicia con las areniscas de la Formación **Vila Vila**, aunque, como se ha comentado, la fauna del tope de la Formación Catavi parece indicar que esta unidad es también de edad Devónico inferior. Debido al carácter transicional del contacto entre estas dos unidades (por progradación deltaica/costera), la edad de las unidades dependerá de dónde se establezca el límite entre ambas. Por encima yacen las lutitas de la Formación **Belén**, con presencia de algunas areniscas en la base. Esta unidad refleja una subida relativa del nivel del mar y el comienzo de una nueva secuencia de progradación, con desarrollo de facies de plataforma externa en su base. Sobre la Formación Belén se encuentra el conjunto de las formaciones **Sica Sica** y **Colpacucho**, con alternancia de areniscas, limolitas y lutitas en diferentes proporciones según las localidades. Todavía es necesario un análisis de facies y secuencial detallado de estas dos unidades en el Altiplano y Cordillera Oriental

para poder reconocer sus límites y correlacionar los diferentes miembros de que constan. En la parte oriental de la zona de estudio (zona central de la Cordillera Oriental, en el área de Cochabamba y Uncía) se ha utilizado la nomenclatura de las unidades del Devónico del sur del Subandino y de la Cordillera Oriental, es decir, las formaciones Santa Rosa, Icla y Huamampampa. En las figuras se han utilizado los nombres equivalentes del Altiplano y borde occidental de la Cordillera Oriental.

Sobre la Formación Colpacucho se encuentra la Formación **Cumaná**, caracterizada por diamictitas y areniscas resedimentadas. Esta unidad se considera como la base del Grupo Ambo del Carbonífero inferior del Altiplano norte (en la faja plegada y corrida de Huarina, entre el FCC y el CCR; Figura 1). Su edad se considera Fameniano superior ("Estruniano"), y posiblemente también Tournaisiano inferior (Díaz, 1991; Díaz Isaacson, 1995). Esta unidad constituye la finalización de la sedimentación del Devónico en la zona de estudio.

BIOESTRATIGRAFIA

La secuencia silurodevónica de Bolivia presenta una abundancia de fósiles considerable, aunque hasta el momento no existe un estudio exhaustivo y detallado que integre todos los datos y establezca correlaciones bioestratigráficas a escala local, regional y continental. La macrofauna se caracteriza por estar dominada por braquiópodos y trilobites de aguas someras (de afinidad malvinocáfrica, y alguno de afinidad apalachiana). Ambos grupos de fósiles presentan una elevada proporción de formas endémicas que impiden la correlación con otras provincias. Sólo la Formación Uncía/Kirusillas incluye graptolites. Son frecuentes los bivalvos, gasterópodos, corales, cefalópodos y equinodermos, pero en general son de escaso valor cronoestratigráfico. Los cefalópodos ammonoideos existen, pero son muy raros. No es rara la mezcla de elementos de aguas cálidas con elementos malvicáfricos, como ocurre en el Devónico al sur de Perú. El fitoplancton y las esporas son abundantes, pero la mayoría de los rangos son amplios y de poca resolución cronoestratigráfica. También es frecuente la micro y macroflora en depósitos costeros y deltaicos (*Cooksonia* sp., *Haplostigma* sp., etc.). Existe bastante variación lateral y vertical (espacial y temporal) de las formaciones y de los fósiles guía (en su mayoría braquiópodos), lo cual no permite una buena precisión en la correlación. Tal es el caso de *Clarkeia antisensis*, *Scaphiocoelia boliviensis* y *Tropidoleptus carinatus*, tradicionalmente utilizados en las correlaciones, ya que algunos de estos fósiles guía son fósiles de facies, cuya aparición depende en muchos casos de

la existencia y/o preservación de las facies dentro de las secuencias características de cada unidad.

Las investigaciones de palinomorfos y megafauna realizadas en los últimos años permiten proponer nuevas edades cronoestratigráficas y establecer nuevas correlaciones. Un ejemplo lo constituye el problema del límite Silúrico-Devónico, tradicionalmente situado en el límite entre las formaciones Catavi y Vila Vila (Tarabuco y Santa Rosa). Las últimas revisiones parecen confirmar que los miembros pelíticos de la parte superior de la Formación Catavi (Tarabuco) en algunas secciones contienen taxones que ya son devónicos. Sin embargo, el carácter transicional del contacto entre estas dos unidades impide establecer un límite neto en todas las secciones. Además, el carácter sincrónico de este límite es una utopía que debe ser abandonada, ya que la progradación de las facies con el tiempo durante el desarrollo del HST (cortejo de sistemas de alto nivel del mar) obliga a un diacronismo de las facies, y por tanto a un diacronismo del límite litoestratigráfico (Figura 5).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El Silúrico y Devónico de Bolivia registra importantes eventos tectónicos, eustáticos y paleogeográficos que afectaron al margen de Gondwana. El paquete sedimentario Silúrico y Devónico en Bolivia presenta sus mejores afloramientos en el borde occidental de la Cordillera Real, y en el borde oriental del Altiplano. En concreto, en el área de La Paz alcanza más de 6 km de espesor. Los mapas geológicos realizados durante los últimos años permiten identificar cambios laterales y verticales del espesor y facies característicos de las unidades silúricas y devónicas, contribuyendo a descifrar su geometría y distribución actual. Sin embargo, existen todavía numerosos problemas sin estudiar en detalle y sin resolver sobre las edades y evolución geológica de la zona durante este periodo. Los afloramientos más escasos de Silúrico y Devónico en la zona de estudio (Figura 1) se encuentran hacia el oeste, en el dominio tectonoestratigráfico del Altiplano (hojas de Jesús de Machaca, Poopó y Orinoca), y hacia el este, en el núcleo del dominio tectonoestratigráfico de la Cordillera Oriental (hojas de Coroico y Cordillera del Tunari). La zona del Altiplano experimentó una tectónica antigua pre-cretácica, que originó el levantamiento y erosión de la mayor parte de la serie, probablemente ya a partir del Devónico superior. En la zona de la Cordillera Oriental, la tectónica que eliminó la serie es de edad Cenozoica, debida principalmente al levantamiento del núcleo de la cordillera a partir del Oligoceno. En el área de Cochabamba, los nuevos mapas han revelado la existencia de una franja de

aflorescimientos en los que el Devónico presenta muy poco espesor y yace directamente sobre el Ordovícico. Esta zona, que posiblemente constituyó un alto estructural en el antepaís (forebulge) durante el Silúrico y Devónico, requiere un mayor estudio, pues otros datos paleontológicos indican que el Silúrico sí que está presente en la zona.

En conclusión, debe tenerse cuidado al utilizar conceptos antiguos sobre el tema del Silúrico y Devónico de Bolivia, ya que gran parte de estos conceptos están siendo o han sido revisados a la luz de nuevos hallazgos. También debe tenerse cuidado al tratar de correlacionar eventos (tectónicos, eustáticos, climáticos, etc.) que todavía no son bien conocidos. El estudio del Silúrico y Devónico de Bolivia no ha pasado todavía de la fase de litoestratigrafía y bioestratigrafía básica. Todavía falta en Bolivia un estudio detallado de las facies y ambientes sedimentarios de cada unidad, estratigrafía secuencial y bioestratigrafía de detalle, para poder definir una evolución geodinámica y paleogeográfica integrada de la cuenca con un mínimo de fiabilidad.

AGRADECIMIENTOS

A los geólogos del Proyecto 1 del Servicio Geológico y Minero de Bolivia (Carta Geológica de Bolivia), encargados de la realización de las hojas geológicas utilizadas en este trabajo, y en especial a los supervisores de este proyecto, Ing. H. Pérez y Dr. T. Ekström.

REFERENCIAS

- Ahlfeld F. y L. Branisa, 1960. Geología de Bolivia. Instituto Boliviano del Petróleo, La Paz, 245 p.
- Díaz E., 1991. Litoestratigrafía del Carbonífero del Altiplano de Bolivia. Revista Técnica de YPFB, vol. 12, no. 2, p. 295-302.
- Díaz E. y P.E. Isaacson, 1995. Late Devonian glacially-influenced marine sedimentation in western Gondwana: the Cumaná Formation, Altiplano, Bolivia. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, vol. 17, p. 511-522.
- GEOBOL, 1993-1995. (27 hojas geológicas, áreas de Cochabamba, Uncía y La Paz, a escala 1:100.000). Carta Geológica de Bolivia, Serie I, Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL)-Swedish Geological AB (Suecia).
- Rodrigo L.A. y A. Castaños, 1978. Sinopsis estratigráfica de Bolivia, 1ª Parte, Paleozoico. Academia Nacional de las Ciencias de Bolivia, 146 p.
- Russo A., 1966. Algunas consideraciones fisiográficas del territorio boliviano. Boletín del Instituto Boliviano del Petróleo, vol. 6, no. 2, p. 7-25.
- Sempere T., G. Hérail y J. Oller, 1988. Los aspectos estructurales y sedimentarios del oroclino boliviano. 5º Congreso Geológico Chileno, Santiago de Chile. Resúmenes expandidos, p. 127-142.

	ACHAC. 5845	MILLUNI 5945	COROICO 6045	TIAHUAN. 5844	LA PAZ 5944	CHULUM. 6044	CALAM. 5943	SAPAH. 6043	ICHUCA 6142	INDEPEND. 6242	TUNARI 6342	COLOQUIRI 6141	TAPACARI 6241
Cumaná	100	-	-	100	-	-	120	150	-	-	-	-	-
Colpacucho	500	-	-	650	>400	-	900	500	-	-	-	-	-
Sica Sica	800	>120	-	500	750	>200	600	900	-	>250	-	-	>700
Belén	>2000	1800	-	2000	1900	350	1400	1000	>400	270	>500	>250	350
Vila Vila	-	310	-	>850	1800	500	1700	700	700	290	110	800	650
Catavi	-	480	-	-	680	600	500	800	600	500	130	700	1000
Uncía	-	1300	-	-	850	1000	>850	1200	900	800	500	900	1800
Llallagua	-	0	-	-	0	50	-	50	50	0	0	150	200
Cancañiri	-	335	>250	-	250	180	-	>150	120	200	30	300	500
Tokochi	-	0	0	-	0	10	-	-	220	0	0	100	350
	COCHAB. 6341	ORURO 6140	BOLIVAR 6240	CAPINOTA 6340	MACHAC. 6139	HUANUNI 6239	SACACA 6339	POOPO 6138	UNCIA 6238	CHAYANTA 6338	AORINOCA 6137	CHALLAP. 6237	POCOATA 6337
Cumaná	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colpacucho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sica Sica	>700	-	-	>30	-	-	>40	-	-	-	-	-	-
Belén	350	-	-	70	-	>600	60	-	>100	-	-	-	-
Vila Vila	500	>300	>500	150	-	-	80	-	-	-	-	-	-
Catavi	600	300	1200	1200	>300	>600	120	-	>300	>200	-	>300	>150
Uncía	1000	800	2000	1100	800	1200	600	-	1700	950	-	1500	900
Llallagua	0	550	900	0	550	1400	40	>450	1900	250	>300	1700	200
Cancañiri	500	600	400	100	600	750	150	-	700	600	-	700	600
Tokochi	100	0	80	30	0	100	200	-	?	150	-	0	130

Tabla 1: Espesor de las unidades del Silúrico y Devónico del norte y centro del Altiplano y Cordillera Oriental, para cada una de las hojas del mapa geológico de Bolivia a escala 1:100.000 realizadas por el Servicio Geológico y Minero de Bolivia en la zona de estudio (véase la figura 3). Se indica en **negrita** el espesor máximo observado para cada unidad. La Hoja 5843 (Jesús de Machaca) no se ha incluido por no presentar unidades claramente reconocibles de Silúrico o Devónico, aunque sí presenta pequeños afloramientos de Paleozoico no diferenciado. El espesor nulo (0) indica que la unidad no se depositó o tiene un espesor no significativo. El guión (-) indica que la unidad no aflora en la hoja, ya sea por estar cubierta por depósitos más modernos, por haber sido erosionada, o por complicaciones tectónicas. En la Figura 4 se muestran las columnas estratigráficas representativas para cada hoja.

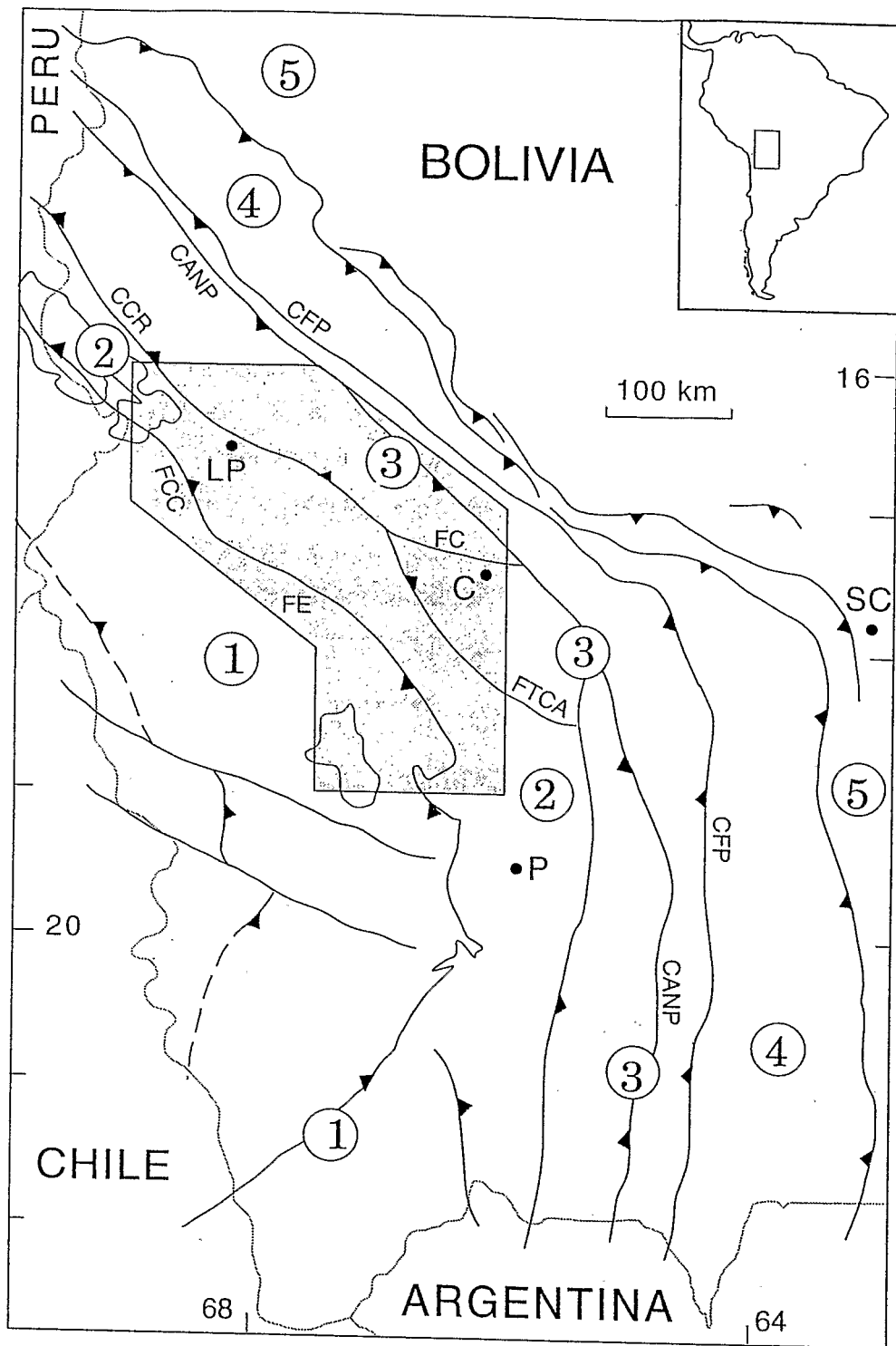


Figura 1: Situación del área de estudio (en gris), con indicación de los principales dominios tectonoestratigráficos en los Andes de Bolivia, y las fallas que los limitan (modificado de Sempere et al., 1988). 1: Altiplano, 2-3: Cordillera Oriental, 4: Subandino, 5: Llanura beniana y Chaco. CANP: Cabalgamiento Andino Principal, CCR: Cabalgamiento de la Cordillera Real, CFP: Cabalgamiento Frontal Principal, FC: Falla de Cochabamba, FCC: Frente de Cabalgamiento Coniri, FE: Falla sinistral de Eucaliptus, FTCA: Falla Tapacarí-Cabalgamiento de Arque. C: Cochabamba, LP: La Paz, P: Potosí, SC: Santa Cruz.

Sist.	Formación	Litología	Observaciones
DEVONICO	?	Cumaná	0 a 150 m de diamictitas
		Colpacucho	40 a 900 m de altern. de areniscas y lutitas
		Sica Sica	40 a 900 m de altern. de areniscas y lutitas
		Belén	60 a 2000 m de lutitas
		Vila Vila	80 a 1800 m de areniscas
SILURICO	?	Catavi	120 a 1200 m de alternancia de areniscas y lutitas
		Uncía	600 a 2000 m de lutitas
		Llallagua	0 a 1900 m de alternancia de areniscas y lutitas
		Cancañiri	30 a 750 m de diamictitas, lutitas y areniscas
		Tokochi	0 a 350 m de lutitas negras carbonosas
ORD. ?		(no dif.)	

Figura 2: Columna estratigráfica tipo para el Silúrico y Devónico del norte y centro del Altiplano y Cordillera Oriental, con indicación de los espesores máximos y mínimos para cada unidad. La escala vertical es proporcional al espesor máximo de cada unidad.

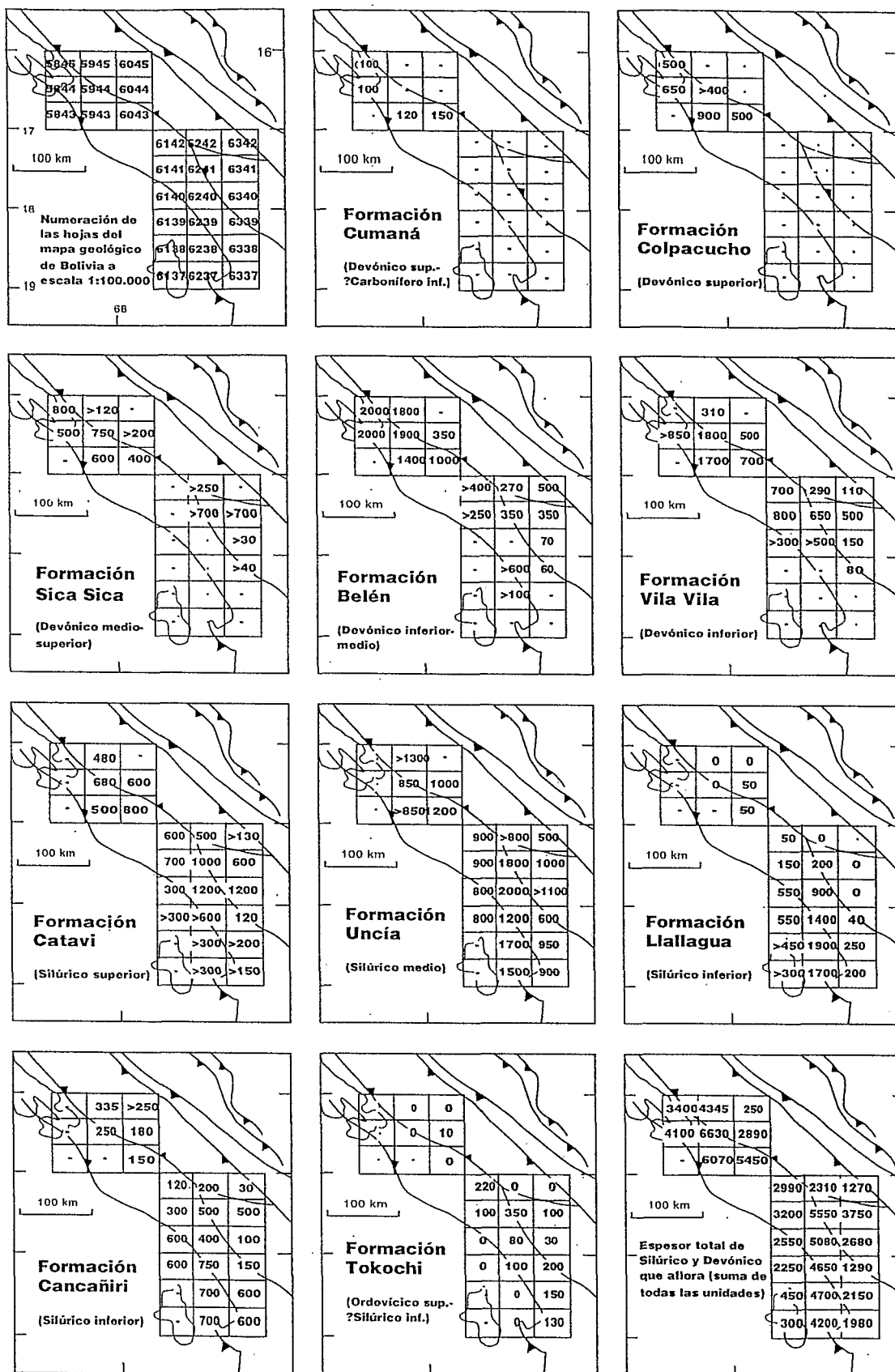
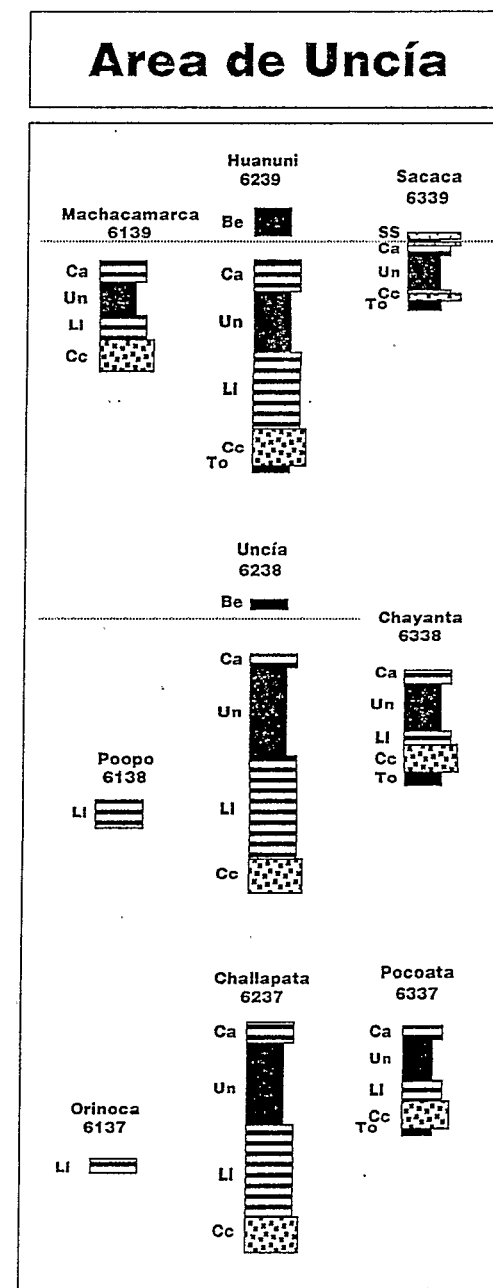
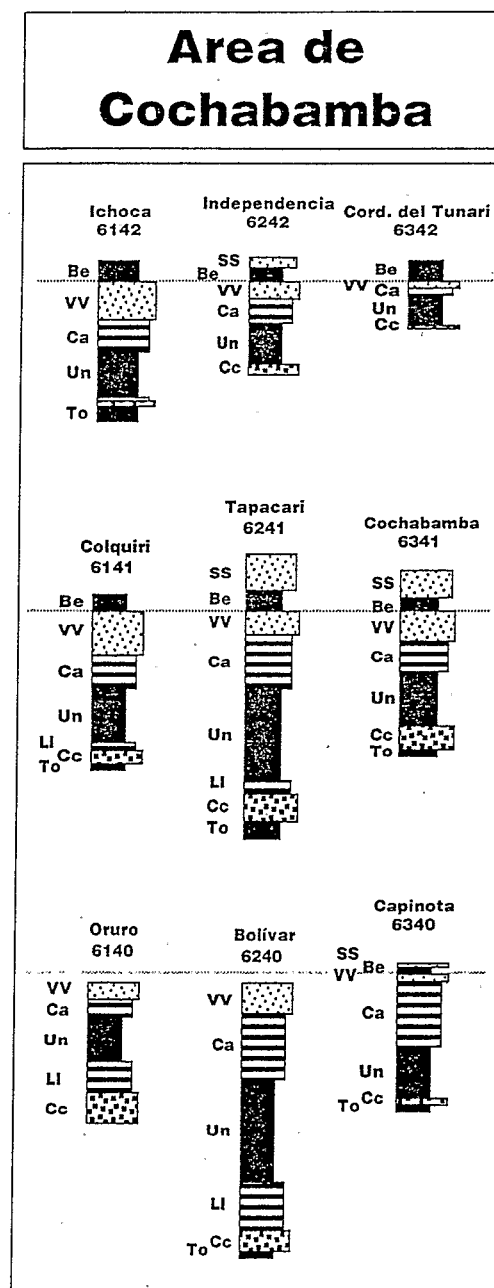
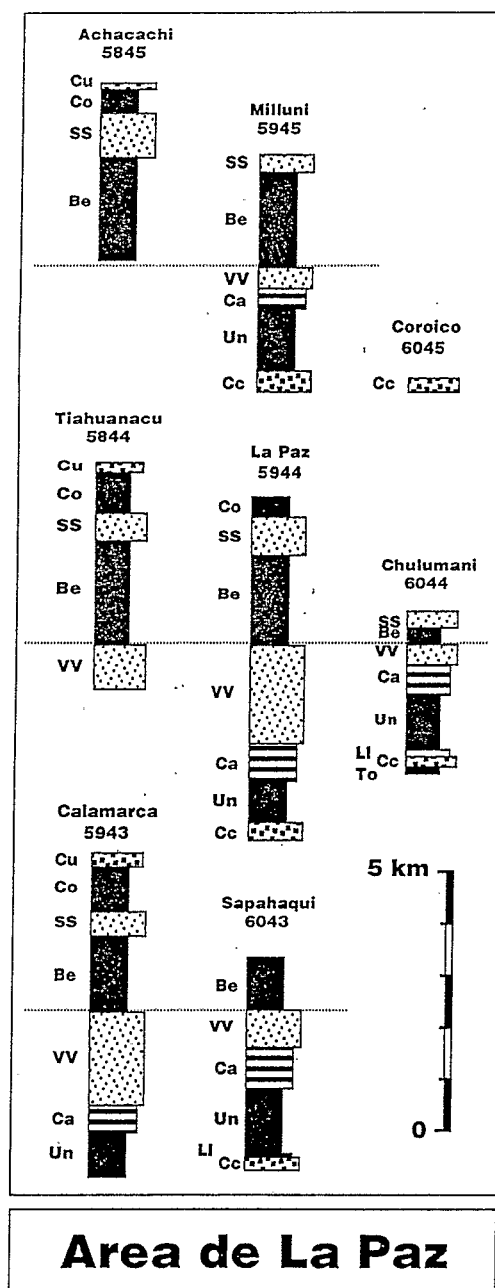


Figura 3: Espesor de las unidades del Silúrico y Devónico en el norte y centro de la Cordillera Oriental y Altiplano. El espesor nulo (0) indica que la unidad no se depositó, o es de espesor poco significativo. El guión (-) indica que la unidad no aflora, ya sea por estar cubierta por depósitos más modernos, por haber sido erosionada, o por complicaciones tectónicas. La edad especificada para cada unidad es meramente indicativa, existiendo variaciones para la mayoría de ellas (véase el texto).

Figura 4: Columnas estratigráficas simplificadas del Silúrico y Devónico que aflora en cada una de las hojas del mapa geológico de Bolivia a escala 1:100.000 en el área de estudio (agrupadas según las hojas a escala 1:250.000). Los datos de espesores se muestran en la Figura 3 y en la Tabla 1. Códigos de las formaciones: To: Tokochi, Cc: Cancañiri, Li: Llallagua, Un: Uncia, Ca: Catavi, VV: Villa Vila, Be: Belén, SS: Sica Sica, Co: Colpacucho, Cu: Cumana. Como nivel de correlación se ha utilizado el tope de la Formación Villa Vila. En las hojas más orientales se han utilizado las unidades equivalentes del Devónico del Subandino sur (Santa Rosa, Ica, Huamampampa).



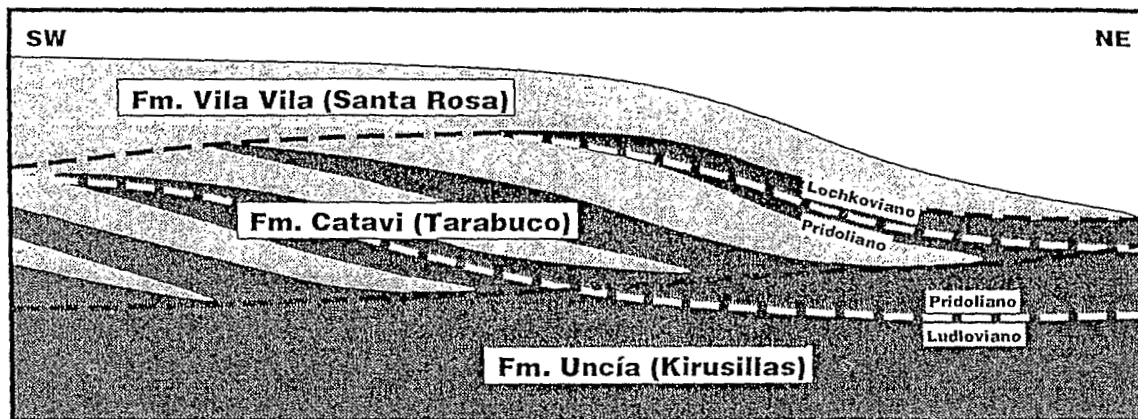


Figura 5: Esquema hipotético para explicar las edades de las unidades del límite Silúrico-Devónico en los Andes Centrales de Bolivia. La progresiva progradación en el tiempo de sistemas deltaicos (formaciones Vila Vila y Santa Rosa) sobre sus facies de prodelta y plataforma somera dominada por el oleaje y las tormentas (formaciones Catavi y Tarabuco) origina un diacronismo de las unidades, que según el modelo serían más antiguas hacia el área madre, teóricamente situada hacia el oeste y sur. Traza negra: límites litoestratigráficos. Traza blanca: límites cronoestratigráficos.

Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano Estratigrafia e Paleontologia

Ponta Grossa - Paraná - 21 a 26 de julho de 1996

ANAIS

de la Biblioteca de
Enrique Díaz Martínez

1996

González et al. (1996)
p. 117-130