

## **EL CODO DE SANTA CRUZ: ZONAS DE TRANSFERENCIA Y TRAYECTORIAS DE ACORTAMIENTO**

**Patrice Baby<sup>1</sup>, Bertrand Guillier<sup>2</sup>, Jaime Oller<sup>3</sup>, G. Montemuro<sup>2</sup> y M. Specht<sup>4</sup>**

1 ORSTOM, casilla 4875, Santa Cruz.

2 IFEA, casilla 4875, Santa Cruz.

3 YPFB, Gerencia de Exploración, casilla 1659, Santa Cruz.

4 IFP, BP 311, 92506 Rueil-Malmaison Cedex - France.

### **INTRODUCTION:**

El Oroclino boliviano, llamado también Codo de Santa Cruz, presenta problemas tectónicos muy interesantes como su geometría, sus zonas de transferencia de desplazamiento, y la variación de sus trayectorias de acortamiento.

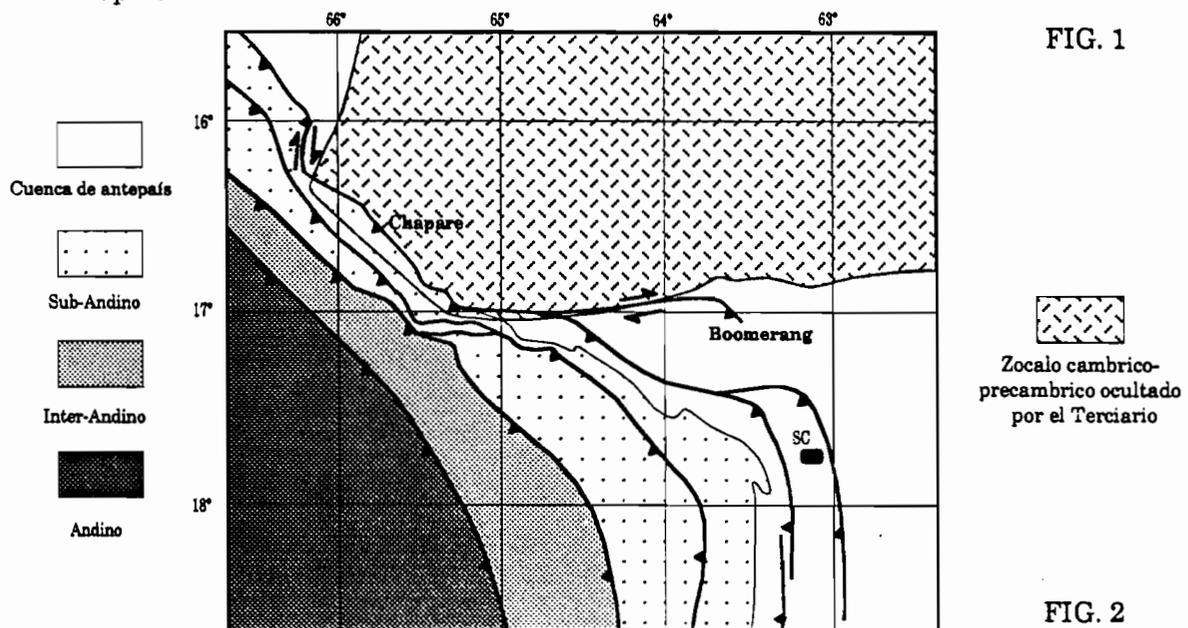
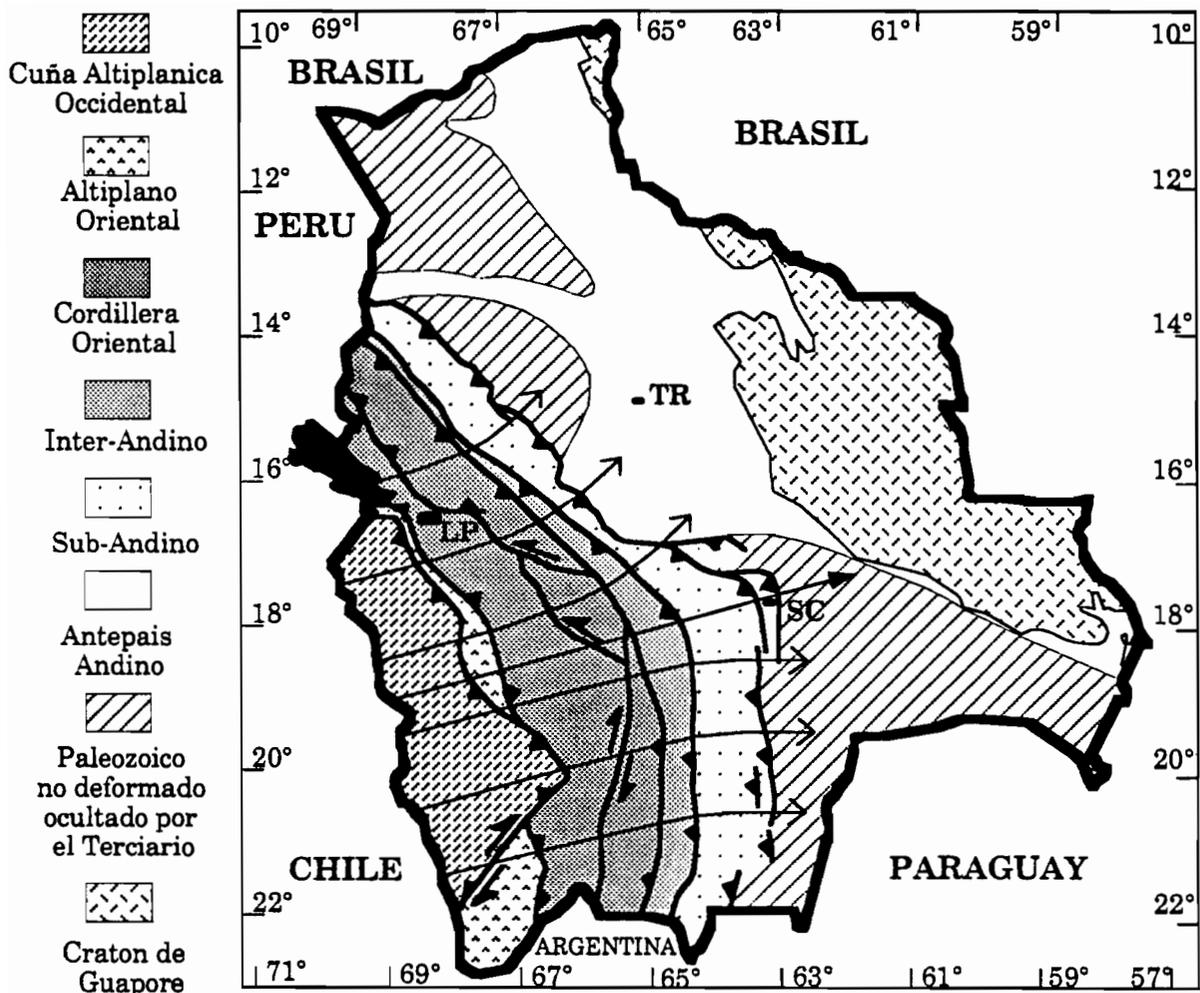
La meta del presente trabajo es investigar dos de esos problemas en el Subandino Centro en pleno Codo de Santa Cruz (fig. 1):

- por una parte, la presencia de dos zonas de transferencia - Chapare y Boomerang

- por otra parte, la variación de las trayectorias de acortamiento en los frentes de cabalgamientos.

### **I. ZONAS DE TRANSFERENCIA DEL BOOMERANG Y DEL CHAPARE:**

En la zona del Boomerang (fig. 2), la presencia de numerosos datos de sísmica y de pozo ha permitido construir un mapa isobático de la base del Terciario, es decir un mapa de las estructuras andinas (oligocenas superior a actuales; Sempere et al., 1990). Este mapa estructural pone en evidencia una dirección SO-NE de la deformación andina, y muestra que el frente de deformación de la zona del Boomerang corresponde a una rampa lateral (anticlinal Santa Rosa) que se amortigua bruscamente hacia el Este después de haber evolucionado localmente en rampa frontal (anticlinal Palometas). La interpretación de la sísmica y de los datos de pozos muestra que la deformación se propagó en la base de una cuña sedimentaria paleozoica (fig. 3B), localizada entre dos unidades más competentes: el **Cámbrico y pre-Cámbrico**, y el Mesozoico.



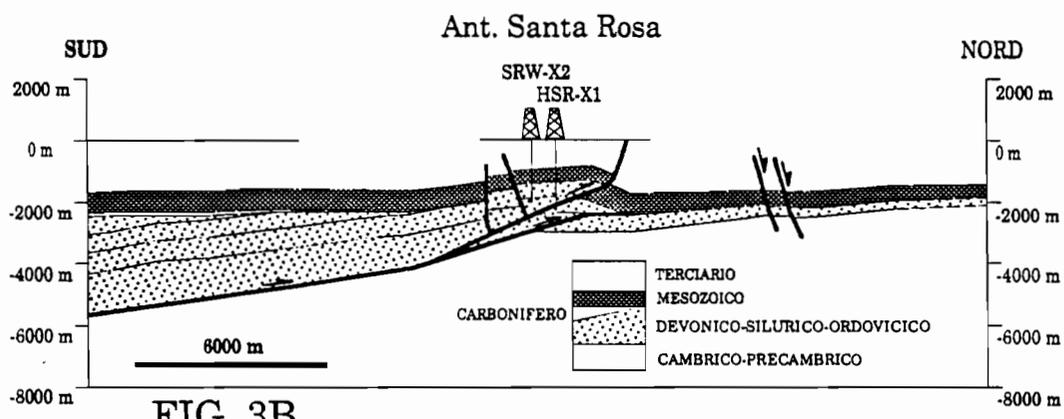
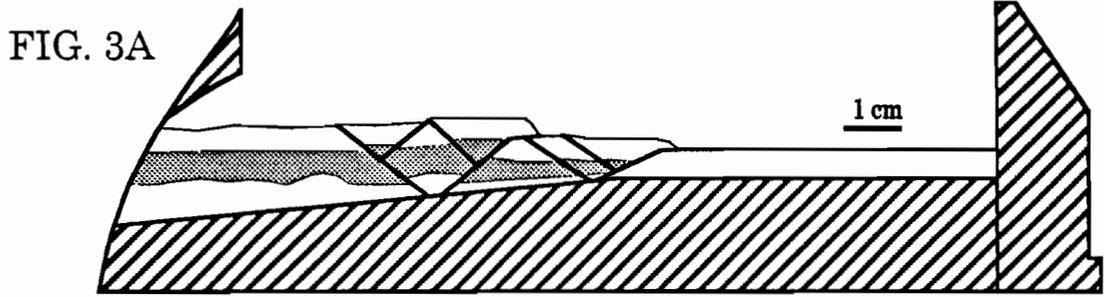
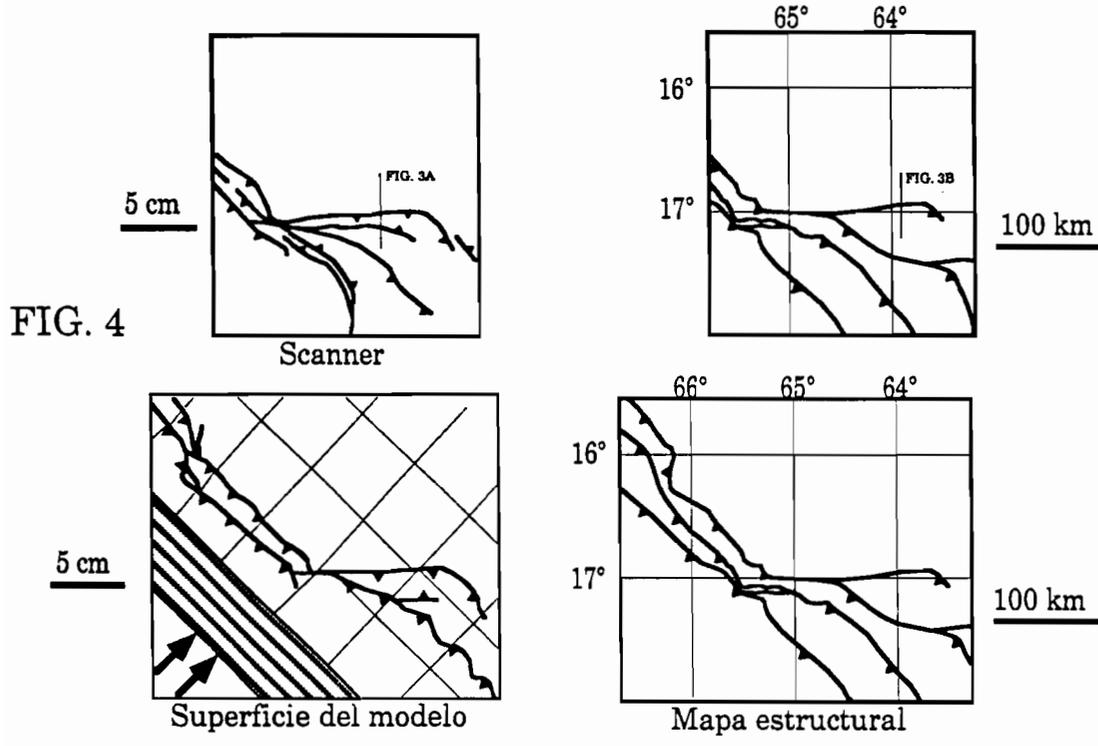


FIG. 3B



Cuando se sobrepone el mapa isopaco de la cuña paleozoica al mapa estructural, se puede comprobar que la deformación de la rampa lateral del Boomerang está controlada por el borde de la cuña sedimentaria paleozoica. A 200 km al Este del Boomerang, este borde aflora y continúa según una dirección ONO-ESE (fig. 2). Al Oeste del Boomerang, la sísmica y los pozos muestran que el borde de la cuña paleozoica desaparece bajo el cabalgamiento frontal del Chapare para volver a salir más al norte (fig. 2), y que sigue controlando la deformación andina.

Para probar la interpretación del origen de las zonas del Boomerang y del Chapare, hemos efectuado una serie de modelizaciones analógicas visualizadas en 3D por scannerización. Esas experiencias consistieron en construir modelos gravitatorios deformados progresivamente al interior de la caja de acortamiento "Structurator" puesto a punto por el Instituto Frances del Petroleo (Coletta et al., 1991). El fondo de la caja de acortamiento fue modificada de manera que se reproduzca la cuña sedimentaria paleozoica de las zonas del Boomerang y del Chapare y sus relaciones geométricas con la dirección regional del acortamiento andino. Después de 6.8% de acortamiento, hemos obtenido estructuras muy parecidas a las estructuras de las zonas del Boomerang y del Chapare (fig. 3 y 4). El papel predominante del borde septentrional de la cuenca paleozoica en la estructuración de los frentes de cabalgamiento de la zona del Boomerang y del Chapare parece confirmarse cuando se compara en corte (fig. 3) y en mapa (fig. 4) las estructuras reales y los resultados del modelo analógico.

## **II. VARIACION DE LAS TRAYECTORIAS DE ACORTAMIENTO EN LOS FRENTE DE CABALGAMIENTO:**

En la zona subandina, la dirección de las trayectorias de acortamiento vaía de norte a sur (fig. 1). Para estudiar este fenómeno, hemos desarrollado una técnica de balanceo de mapas que hemos aplicado a la zona subandina central (fig. 2).

**Metodología:** En la zona subandina central, hemos definido primero las fallas principales. Después, hemos dividido el mapa estructural en bloques de más o menos 25 km de costado, orientados según la dirección de acortamiento (fig. 5). La tercera etapa fue de construir cortes regionales balanceados en toda la zona de estudio. Algunos de los cortes han sido balanceados con computadora con el programa LOCACE (Moretti & Larrère, 1989), y los otros a mano con las técnicas clásicas de balanceo. A partir del balanceo de los cortes, hemos calculado para cada bloque del mapa estructural un valor de acortamiento (fig. 5).

FIG. 5

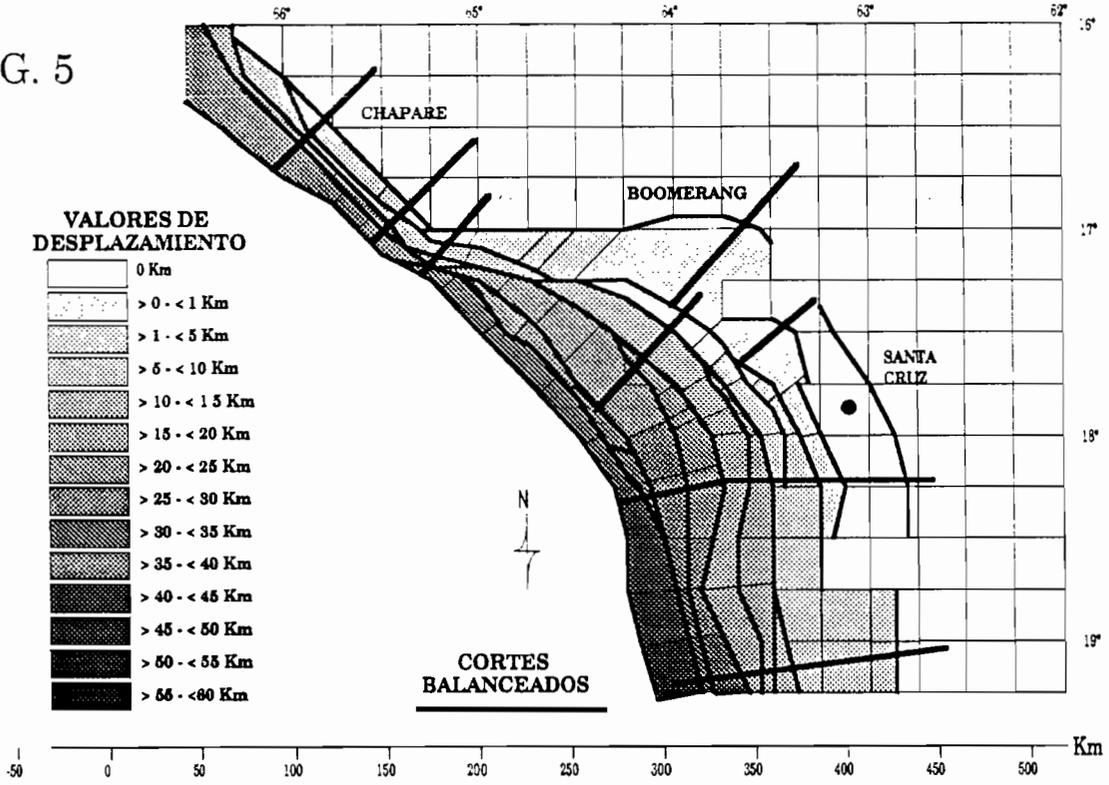
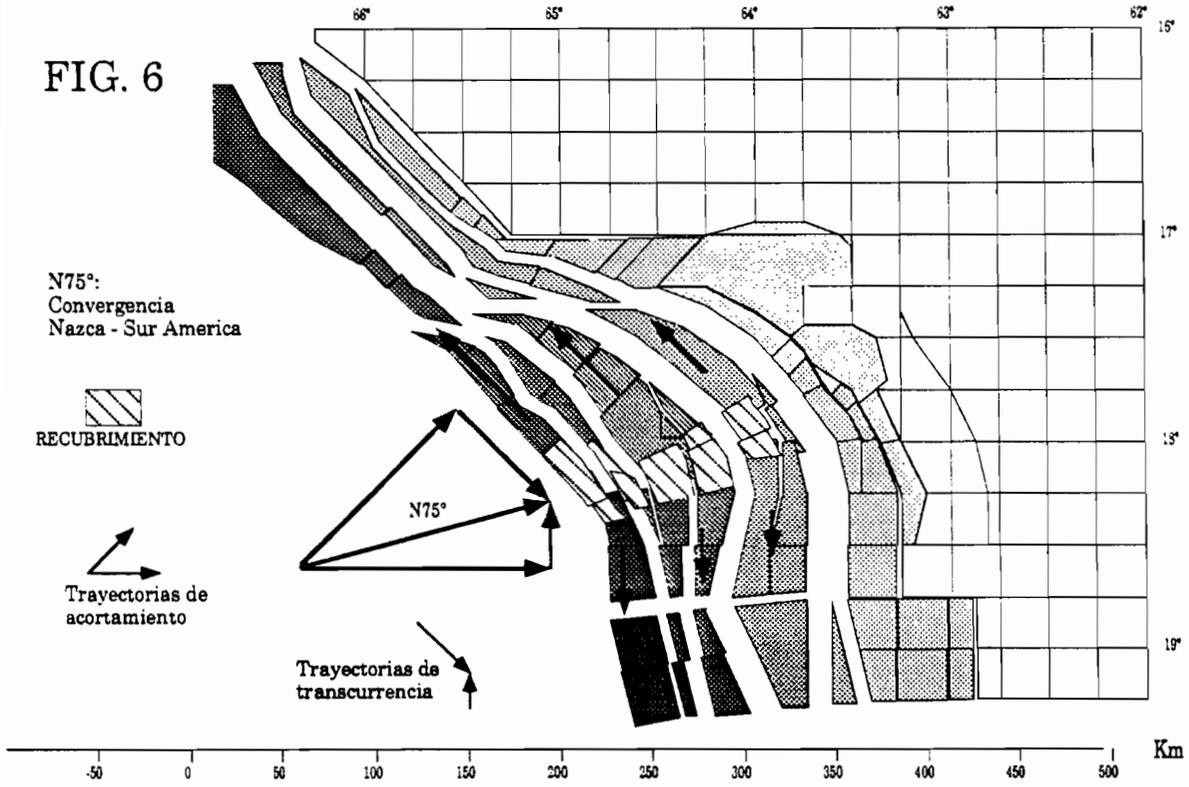


FIG. 6



Entre cada corte balanceado, hemos interpolado los valores de acortamiento. Un valor de 50 a 60 km ha sido calculado para la zona más interna de la zona de estudio. Después, hemos tratado de desplegar este mapa moviendo cada bloque de su valor de acortamiento y según su dirección de acortamiento, de manera a tener un mapa palinspástico ante deformación andina.

**Interpretación:** El mapa palinspástico, obtenido usando las trayectorias de acortamiento, muestra algunos bloques sobrepuestos (fig. 6). El desplegamiento no es correcto. Pero se nota una cosa muy interesante: la dirección de la faja de recubrimiento y de la trayectoria de acortamiento de sus bloques es N75°. Esa dirección corresponde también a la dirección de convergencia de la placa de Nazca con la placa Sur América desde 12 Ma (Isacks, 1988). Interpretamos esta dirección N75° como la dirección principal de desplazamiento en el Codo. Al Norte y al Sur de este eje, este desplazamiento se descompone en dos movimientos: al Norte un movimiento de acortamiento N40° y un movimiento de transcurrancia senestral NO-SE, al Sur un movimiento de acortamiento E-W y un movimiento de transcurrancia dextral N-S (fig. 6). El mapa palinspástico correcto es obtenido desplazando los bloques según sus trayectorias de acortamiento y de transcurrancia.

En conclusión, dos factores parecen controlar la geometría del Codo de Santa Cruz y de sus zonas de transferencia: el borde septentrional de la cuenca paleozoica y la convergencia oblicua de la placa de Nazca con la placa Sur América.

## REFERENCIAS

- Coletta, B., J. Letouzey, R. Pinedo, J. F. Ballard and P. Balé. 1991. Computed X-ray tomography analysis of sandbox models : Examples of thin-skinned thrust systems, *Geology*, v. 19, p. 1063-1067.
- Isacks, B.L. 1988. Uplift of the Central Andean Plateau and bending of the Bolivian Orocline, *Journ. Geoph. Res.*, v. 93, n° B4, 3211-3231.
- Moretti, I. & Larrère, M., 1989, LOCACE: computer-aided construction of balanced geological cross-section, *Geobyte*, oct, 16-24.
- Sempere, T., G. Hérail, J. Oller and M. G. Bonhomme. 1990. Late Oligocene-Early Miocene major tectonic crisis and related basins in Bolivia, *Geology*, v. 18, p. 946-949.

Baby Patrice, Guillier Bertrand, Oller J., Montemuro G.,  
Specht M. (1992).

El codo de Santa Cruz : zonas de transferencia y  
trayectorias de acortamiento.

In : Congreso geologico boliviano : resúmenes y  
programas. Boletín de la Sociedad Geológica Boliviana,  
(27), p. 22-27.

Congreso Geológico Boliviano, 10., La Paz (BOL),  
1992/10/26-30.