

ESTADO DE ESFUERZO COMPRESIVO EN EL PLEISTOCENO SUPERIOR, ZONA PEDEMONTANA DEL SUR DEL PERÚ-TACNA

Carlos BENAVENTE¹, Laurence AUDIN², José MACHARE¹ & Luis CERPA^{3,1}

1 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Av. Canadá 1470, San Borja-Lima, Perú.

2 IRD-LMTG Institut de recherche pour le développement – Calle Teruel 357, Miraflores-Lima, Perú

3 Programa Doctorado en Ciencias. Universidad Católica del Norte. Av. Angamos 0610. Antofagasta - Chile

INTRODUCCIÓN

A partir del Cenozoico (25 Ma) los Andes Centrales, han estado probablemente sometidos a convergencia oblicua entre las placas oceánica de Nazca y continental de América del Sur. La geometría de la placa oceánica de Nazca presenta dos tipos de segmentos, de acuerdo al ángulo de inclinación, un segmento inclinado con ángulo de 30° al este y otro segmento subhorizontal inclinado de 5° a 10° al este (Jordan et al., 1983). La zona de estudio corresponde a la zona central de la zona de convergencia Nazca-Sudamérica, con inclinación del plano de subducción de 30° y con presencia de actividad volcánica actual. La convergencia actual es de dirección N79°E y su velocidad es de 78 mm/año (DeMets et al., 1994; Tamaki et al., 1999).

El área de estudio se ubica en la zona pedemontana del Pacífico del sur del Perú, tiene una dirección NO-SE y se ubica aproximadamente a 30 km de la línea de costa (Fig. 1). No se conocen estudios detallados que permitan definir el estilo estructural del Cuaternario. Aunque Sébrier et al., (1985) postuló que, el Piedemonte del sur del Perú se encuentra desde el Pleistoceno hasta la actualidad en un régimen tectónico extensional de dirección N-S. A partir de la observación de una falla normal de rumbo N85°E a N120°E y buzamiento hacia el sur.

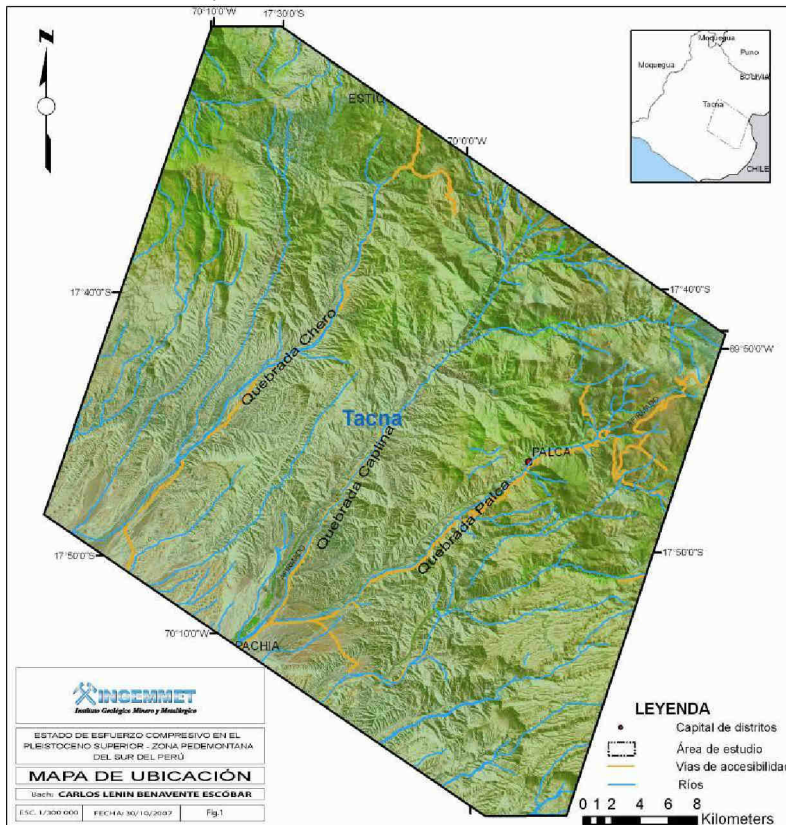


Fig. 1: Ubicación de área de estudio.

El objetivo de este trabajo es comprender la naturaleza y distribución espacial de los estados de esfuerzo durante el Pleistoceno, en los Andes del sur del Perú entre los 17° y 18°30'S. La distribución de las direcciones de los esfuerzos se estableció a partir del análisis de la cinemática de fallas en el terreno.

Se estudiaron 10 estaciones microtectónicas a lo largo de las quebradas Chero, Caplina y Palca. Este estudio permitió analizar 87 mediciones de estrías, las cuales utilizando el programa FaultKinWin (Almendiger, 2001) pudimos determinar los tensores de deformación.

MARCO GEOLOGICO

El área de estudio presenta unidades litológicas desde el Paleozoico hasta depósitos actuales. Las unidades paleozoicas están compuestas mayormente por areniscas cuarzosas de color gris claro intercalado con lutitas grises oscuras y calizas fosilíferas pertenecientes a la Formación Pelado (Jenks, 1948). Las rocas intrusivas afloran en la zona central tomando formas irregulares, estas comprenden granodioritas, monzodioritas, dioritas que intruyen a rocas jurásicas y cretácicas. Para esta unidad se cuenta con dataciones radiométricas por el método Ar/Ar en biotita (Beckinsale, et al., 1985 & INGEMMET, 2000) de las cuales se obtuvo edades entre $64.3^{+0.70}$ y $60.4^{+0.70}$. Las unidades mesozoicas están compuestas por calizas micríticas grises, limoarcillitas, areniscas con estratificación oblicua y niveles finos de lutitas carbonatadas de color gris oscuro. Así mismo presenta secuencias volcánicas constituidas de intercalaciones de lavas andesíticas de color gris oscuro y tobas de color violáceo pertenecientes a las Formaciones Labra, Gramadal, Hualhuani y Quellaveco (Wilson & García, 1962; INGEMMET, 2000).

Las unidades cenozoicas se encuentran mayormente constituidas por areniscas y lodolitas rojas en capas delgadas y niveles de conglomerados (Formación Moquegua inferior), conglomerados polimícticos redondeados, areniscas de grano grueso color pardo rojizo (Formación Moquegua superior), infrayaciendo a una secuencia de ignimbritas de color rosado claro de composición riolítica a riocácica denominadas Formación Huaylillas (18 Ma) Wilson & García (1962); Tosdal et al. (1984). En la margen derecha del río Caplina aflora una secuencia de depósitos de caída de cenizas denominada Toba Pachía (Flores et al., 2000) que por su litología podría correlacionarse con la toba Lauca de Chile y Pérez de Bolivia, datada en 2.7-2.8.

En el área de estudio se identificaron 4 terrazas aluviales encajonadas (Tf1, Tf2, Tf3 y Tf4) en la quebrada Caplina y tres terrazas aluviales Tf1, Tf2, Tf3 en las quebradas Chero y Palca. Esta diferencia de número sería debido a que no hay evidencia de la terraza más actual (Tf4_Holocena). Las terrazas están compuestas por intercalaciones de conglomerados de clastos subredondeados con matriz limolítica hacia la base, areniscas y limolitas con laminaciones paralelas, que nos indican un ambiente aluvial. Conglomerados clastos soportados con matriz arenosa y base erosiva, areniscas con laminaciones oblicuas y niveles de limolitas con laminación paralela, que nos indica un ambiente fluvial.

RESULTADOS

En la región de Tacna, se reconocieron tres sistemas de fallas con rumbos aproximados a N120°E, N60°E y N-S. Siendo las primeras generadoras de escarpes, flexuras, con desplazamientos decamétricos y anomalías en el drenaje (Benavente et al., 2008). Las medidas de las 10 estaciones de microtectónica se presentan en la Tabla 1.

Estación de medidas	Números de datos	Coordenadas UTM		Direcciones principales de esfuerzo					
		N	E	σ_1		σ_2		σ_3	
				azimut	buzamiento	azimut	buzamiento	azimut	buzamiento
Estación 122	6	8034631	387733	266°	2°	357°	25°	172°	64°
Estación 138	6	8032249	385244	77°	16°	329°	44°	182°	40°
Estación 236	12	8024981	383063	72°	11°	338°	10°	208°	73°
Estación 187	7	8023033	389346	78°	5°	343°	55°	171°	34°
Estación 150	9	8035730	402906	273°	6°	14°	59°	179°	30°
Estación 203	8	8052375	387456	63°	24°	321°	23°	194°	54°
Estación 171	9	8028349	391467	292°	2°	22°	13°	192°	75°
Estación 208	10	8048770	986374	105°	3°	14°	8°	216°	80°
Estación 169	8	8030291	393636	58°	3°	325°	36°	152°	53°
Estación 215	12	8040292	379015	234°	20°	344°	42°	126°	40°

Tabla 1. Parámetros de los tensores del esfuerzo desviatorio para cada estación.

El estado de esfuerzos obtenido es relativamente homogéneo, caracterizado por un σ_1 de orientación NE-SO mayormente, que corresponde a un régimen compresivo con componente de rumbo sinistral, para las estaciones 150, 171 y 208 la dirección de acortamiento (σ_1) es aproximadamente E-O a NO-SE (Tabla 1 y Fig. 2).

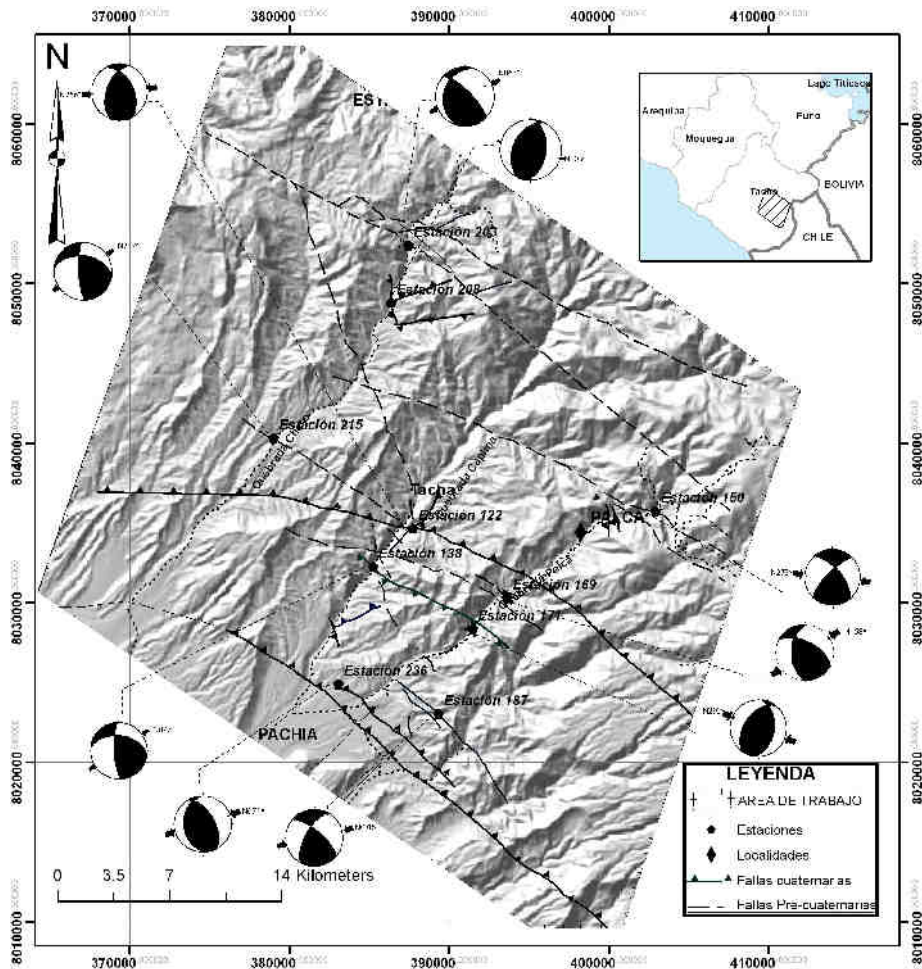


Fig. 2: Mapa estructural y representación gráfica de la dirección principal de compresión desde el Pleistoceno, utilizando el método de los diedros rectos

EDAD DE DEFORMACIÓN

En el tope de la terraza aluvial T₂ de la quebrada Caplina (Benavente, 2008; Benavente et al., 2008), se tomo una muestra para analizarla por nucleídos cosmogénicos, el cual dio una edad de 100 000 años. Esta edad, así como los resultados de los tensores, nos permiten sugerir que la deformación registrada puede ser atribuida al Pleistoceno Superior.

Después de realizar el análisis para cada estación, se procedió analizar en conjunto, teniendo el vector σ_1 una dirección N82°E (Fig. 3). Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Estación de medidas	Números de datos	Evento tectónico	Direcciones principales de esfuerzo					
			σ_1		σ_2		σ_3	
			azimut	buzamiento	azimut	buzamiento	azimut	buzamiento
Consolidado	87	Pleistoceno tardío	82°	3°	351°	27°	177°	62°

Tabla 2. Parámetros de los tensores del esfuerzo desviatorio del evento tectónico desde el Pleistoceno tardío.

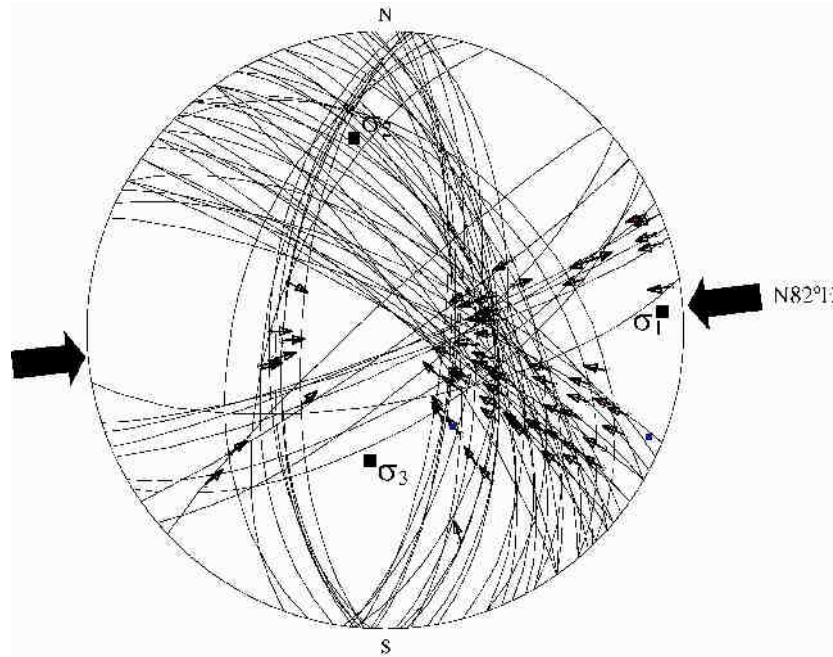


Fig. 3: Proyección estereográfica, la figura muestra la dirección del estado de esfuerzos donde el σ_1 y σ_3 son próximos a la horizontal, mientras el σ_2 es vertical.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En la zona de estudio se han reconocido tres sistemas de fallas (N120°E, N60°E y N-S), las cuales habrían controlado la evolución morfológica de la zona.

El resultado de los cálculos microtectónicos nos revelan una dirección de acortamiento (σ_1) NE-SO, con una componente extensiva (σ_3) N-S.

En conclusión el régimen tectónico durante el Pleistoceno superior es compresivo.

Lo cual nos indicaría que el Sur peruano se comportó como un bloque homogéneo y en contexto compresivo desde, al menos, el Pleistoceno superior. Controlando de esta manera el desarrollo morfológico del Sur del Perú.

REFERENCIAS

Allmendiger, R.W. 2001. Faulkin for Windows v.12 for analyzing up to 1000 fault planes at a time for non-commercial use only.

- Beckinsale, R., Fernandez, S., Agapito, W., Cobbing, M., Taylor, J. 1985 Rb-Sr whole-rock isochron and K-Ar age determinations for the coastal batholith of Perú. *Am. Geól.* 86. p.117-202.
- Benavente, C. 2008. Estratigrafía y Neotectónica en el Antearco del sur del Perú-Región Tacna. Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo - Universidad San Antonio Abad del Cusco. p. 145.
- Benavente, C.; Audin, L.; Macharé, J. 2008. Evidencias geomorfológicas y estratigráficas de tectónica compresiva en el Pleistoceno tardío en la zona pedemontana de Tacna-sur del Perú. XIII Congreso Latinoamericano de Geología, Lima-Perú. En el presente informe.
- DeMets, C.; Gordon, R.; Argus, D.; Stein, S. 1994. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time-scale on estimates of current plate motions. *Geophysical Research Letters*, Vol. 21, N°. 20, p. 2191-2194.
- Flores, A., Jacay, P., Roperch, P., Sempere, P. 2002. Un evento volcánico de edad Plioceno superior en la región de Tacna: la ignimbrita Pachía. XI Congreso de Geología del Perú. Lima, p.199-205.
- INGEMMET. 2000. Mapa geológico actualizado de los cuadrángulos de Pachía y Palca (Esc. 1:50 000). Dirección de Geología Regional.
- Jenks, W. F. 1948. *Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera Department of Junin and Lima*, Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 35 p. 591-632.
- Jordan, T. E.; Isacks, B.L; Allmendiger, R.W.; Brewer, J.A.; Ramos, V.A.; Ando, C.J. 1983. Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 94, p. 341-361.
- Sébrier, M., Mercier, J. L., Mégard, F., Laubacher, G., Carey-Gailhardis, E. 1985. Quaternary normal and reverse faulting and the state of stress in the Central Andes of south Perú. *Tectonics*, vol. 4, N°7, p. 739-780.
- Tamaki, K. 1999. Nuvel-1A calculation results. Ocean Research Institute, University of Tokio. <http://manbow.ori.u-tokyo.ac.jp/tamaki-bin/post-nuvella>.
- Wilson, J. & García W. 1962. Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca (Hojas 36-v y 36-x). Comisión Carta Geológica Nacional (ahora INGEMMET), p. 81.