

EVIDENCIA DE REACTIVACIÓN E INVERSIÓN TECTÓNICA EN EL ANTEARCO, PROVINCIA DE NAZCA NOR-ESTE DE SAN JUAN DE MARCONA

Walter Ccallo, Daniel Torres, Alan Santos, Dante Soberon

INGEMMET, Av. Canadá 1470. Apartado 889-Lima 41. e-mail: wccallo@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El área de estudio está ubicada al suroeste del Perú, en el departamento de Ica y al este del distrito de San Juan de Macona (Fig. 1). La tectónica en los Andes Centrales están relacionados a la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 75 mm/año y una oblicuidad convergente de $N77^\circ$ (DeMets et al., 1990). El antearco en el sur del Perú y zona de estudio, se caracteriza por la subducción de la dorsal de Nazca, una dorsal asismica que tiene más de 1000 km de longitud, 200 km de ancho, una elevación de 1500 m por encima del entorno del mar, y una dirección de desplazamiento promedio al $N42^\circ$. Por lo cual se ha sugerido que esta anomalía topográfica ha conducido a la formación de un segmento de subducción plana (Gutscher, 2002; Espurt et al., 2008). La subducción de la dorsal de Nazca en el sur del Perú, comenzó en el Mioceno (11.2 Ma; Hampel, 2002) y ha migrado lateralmente al sureste a lo largo de la costa peruana de $11^\circ S$ a $15^\circ S$ (Huene et al., 1996).

Del Eoceno superior (~40 Ma) a Mioceno-Plioceno (Dunbar et al., 1990; Brand et al., 2011), la zona de estudio fue el lugar del desarrollo de la cuenca de antearco de Pisco (Rüegg, 1956; Macharé, 1987). Desde el Plioceno superior, el registro estratigráfico y la evolución geomorfológica (desplazamientos secuenciales hacia el oeste de la costa) indican la emersión de la cuenca Pisco y movimientos de levantamiento. Estos fenómenos están relacionados con la última compresión y levantamiento Andino (Sébrier et al., 1985, 1988; Machare & Ortlieb 1992), en la zona no contamos con estudios específicos de microtectónica para poder comprender la dinámica de los movimientos ocurridos durante la actividad tectónica del Eoceno a Mioceno.

En la zona de estudio el sistema estructural es complejo, presenta fallas en diferentes direcciones y afectan a diferentes unidades Litoestratigráficas en su mayoría de edad Proterozoico y Paleozoico como; el Complejo Basal de la Costa (1800 Ma Loewy et al., 2007), Formación Chiquerio (932 ± 28 Ma Chew et al., 2007), Formación Marcona (Paleozoico inferior) e intrusivos del batolito de San Nicolas (442.5 ± 12 Ma Ries, 1976). En ese sentido, en el proyecto GR18A cartografiamos el cuadrángulo de San Juan de Marcona (31-m) a escala 1:25000 y realizamos 14 estaciones de microtectónica para poder realizar interpretaciones de estructuras que controlaron la formación de depósitos minerales, cuerpos de intrusivos, diques y en la geomorfología. El objetivo principal en este trabajo es entender la evolución estructural de cuando y como se formó la falla Tunga en el antearco de los Andes Centrales del sur del Perú (Fig. 1).

METODOLOGÍA

El término "Inversión" describe una cuenca Invertida, fue usado por primera vez por Glennie & Boegner (1981) aunque cuencas invertidas han sido reconocidas desde hace muchos años antes e.g., Lamplugh (1920) y Stille (1924).

La metodología usada en el presente trabajo fue descrita por Cooper et al., (1989) (Fig. 2). Los requerimientos estructurales para una inversión son: 1) Desarrollo de una cuenca controlada activamente por fallas de tal manera que un *sinrift* o relleno pasivo de una secuencia estratigráfica pueden ser reconocidos 2) Un cambio en la dirección del máximo esfuerzo regional resulta en la extensa reutilización de la falla preexistente (sistema), con el levantamiento que afecta a la pared colgante en lugar de la caja piso.

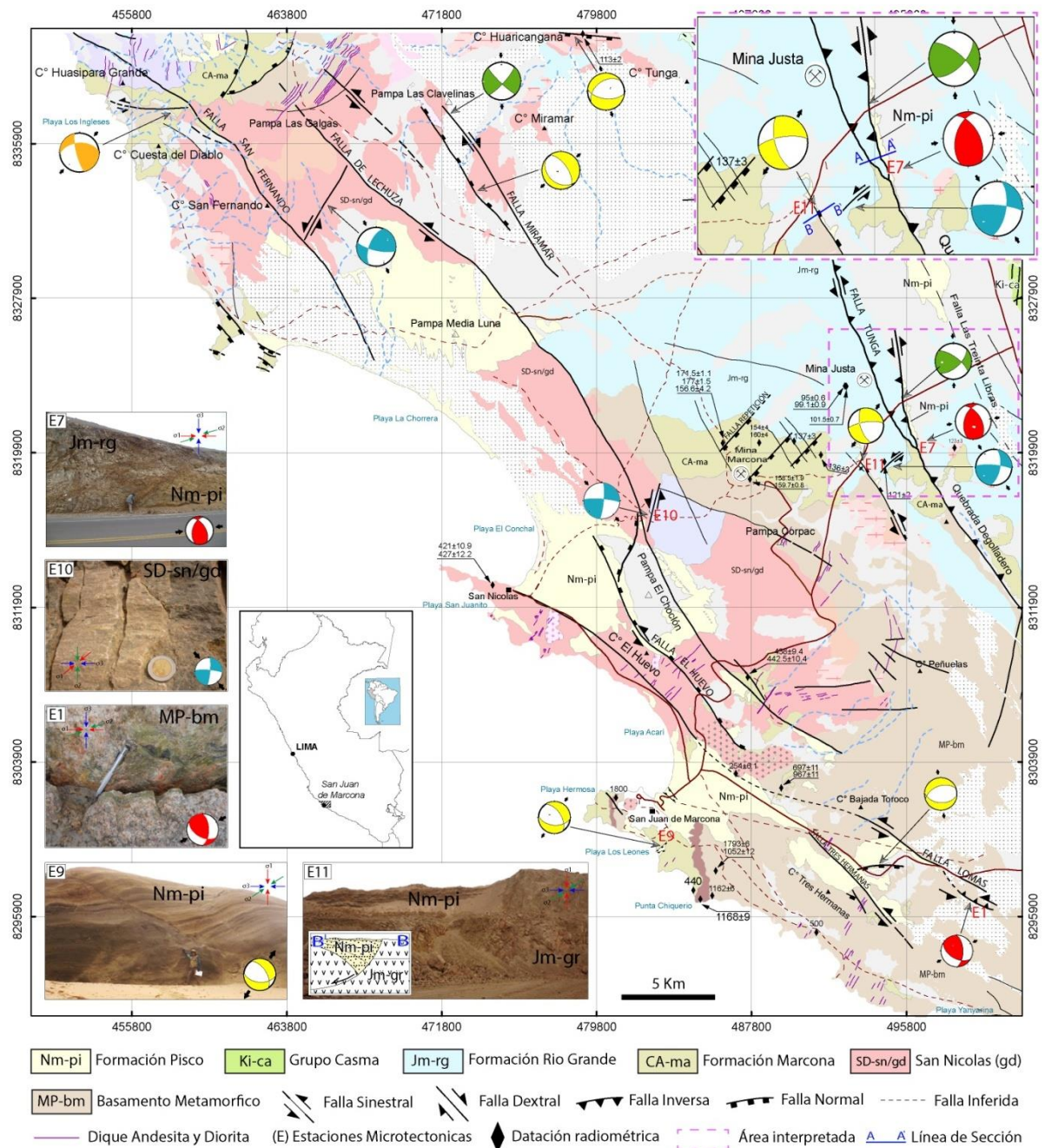


Figura 1. Mapa geológico estructural con las unidades litológicas y la ubicación de las estaciones microtectónicas. La ubicación de las fotos se muestran con la letra E y número respectivo.

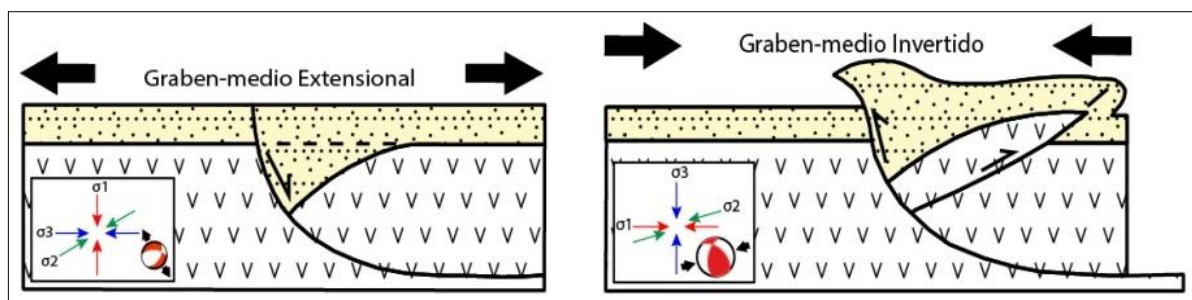


Figura 2. Desarrollo de un plano de falla durante una inversión con alto ángulo, modificado de Cooper et al. (1989).

DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE ESTRUCTURAS

FALLA TUNGA

Es una de las fallas más notables, se puede visualizar en el corte de la carretera Nazca-San Juan de Marcona, a 5 km, aproximadamente, al oeste de la vía Panamericana. La traza de la falla es paralela a la quebrada Degolladero (Fig. 1-E7), estudios anteriores mencionan que esta falla presenta características de falla normal y que se extiende por el noroeste, hasta cercanías de Pisco, limitando la depresión preandina de la Cordillera de la Costa (Caldas, 1978). En el presente estudio presentamos evidencias de reactivación e inversión tectónica y desarrollo de una falla vinculado a un retrocorrimento en el ante arco (Fig. 3), bajo una inversión total.

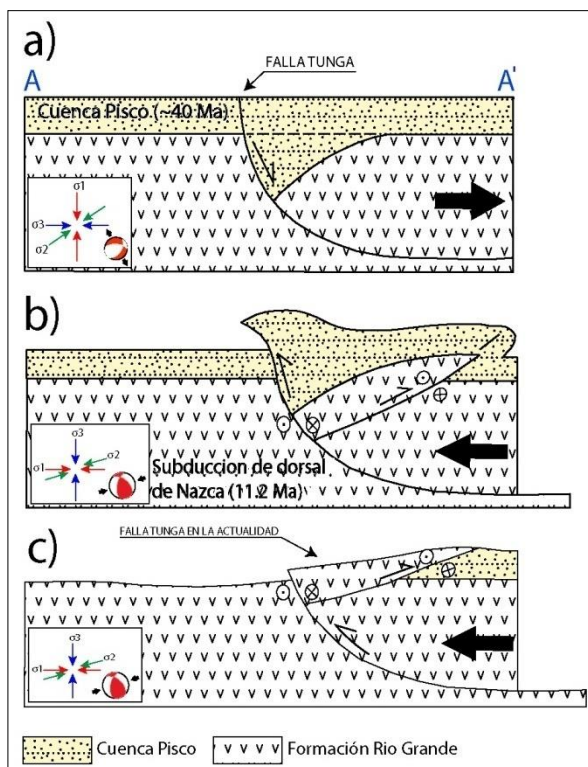


Figura 3. Evolución en la reactivación e inversión tectónica de la Falla Tunga.

sureste a lo largo de la costa peruana de 11°S a 15°S, por lo tanto asumimos que la subducción de la dorsal de Nazca en la zona de San Juan de Marcona fue en el rango Mioceno superior a Plioceno, bajo el régimen compresivo (N80°) se produjo la reactivación e inversión tectónica total y desarrollo de un retrocorrimento (*backthrustfault*) en la falla Tunga con componente sinistral (Fig. 2 E7 y Fig. 3b y 3c).

CONCLUSIÓN

La falla Tunga es una de las fallas más notables e importantes en la zona noreste de San Juan de Marcona, en donde se registra un régimen del Eoceno superior (~40 Ma) que origina grabenes para la apertura de la cuenca Pisco Oriental. Así mismo, controla la formación de estratos de crecimiento de la Formación Pisco, hasta la época de Mioceno medio. Pero a los 11.2 Ma (Mioceno superior) comenzó la subducción de la dorsal de Nazca en el centro sur del Perú y ha migrado lateralmente al sureste a lo largo de la costa peruana de 11°S a 15°S, por lo tanto asumimos que la subducción de la dorsal de Nazca en la zona de San Juan de Marcona fue en el rango Mioceno superior a Plioceno (<11.2 Ma). Bajo el régimen compresivo (N80°) presente en esta época en la zona de ante arco de San Juan de Marcona se produjo la reactivación e inversión tectónica total y desarrollo de un retrocorrimento (*backthrustfault*) en la falla Tunga, evidenciando de esta manera una reactivación e inversión tectónica en el ante arco.

INTERPRETACIÓN

La falla Tunga se encuentra en el ante arco de los Andes Centrales, dentro la cuenca Pisco Oriental (45-5 Ma, Dunbar et al., 1990) originada por una tectónica transtensional, la cual está relacionada con la extensión oblicua que ha sufrido la cuenca, habiendo dado lugar a la formación de numerosos grabenes (Leon et al., 2005), se plantea que bajo este régimen transtensional se empezó a formar la falla Tunga de dirección NO-SE con alto ángulo de buzamiento y movimiento normal (Fig. 2 y Fig. 3a), afecto a las rocas volcanosedimentarias de la Formación Rio Grande y a la vez controla estratos de crecimiento de la Formación Pisco (Mioceno-Plioceno) con dirección preferente noroeste evidenciado en la falla E11. La falla E11 es una falla sintética a la falla Tunga y con buzamiento al SE (Fig. 1-E11) (Estación E11 (extensión N30°), siendo este paralelo a la falla Tunga pero interpretado como de poca profundidad y local, por no presentar evidencia de reactivación (Fig. 2-E11). Pero a los 11.2 Ma

(Mioceno superior) comenzó la subducción de la dorsal de Nazca en el centro sur del Perú (Hampel, 2002) y ha migrado lateralmente al

REFERENCIAS

1. Brand, L., Urbina, M., Chadwick, A., Devries, T. & Esperante, R., 2011, A high resolution stratigraphic framework for the remarkable fossil cetacean assemblage of the Miocene/Pliocene Pisco Formation, Peru. *Journal of South American Earth Sciences* 31, 414-425 p.
2. Caldas, J., 1978, Geología de los Cuadrángulos de San Juan, Acarí y Yauca, Hojas: 31-m, 31-n, 32-n: Lima, Peru, *Instituto de Geología y Minería*, 64 p.
3. Chew, D.M., Schaltegger, U., Kosler, J., Whitehouse, M.J., Gutjahr, M., Spikings, R.A. & Miskovic, A., 2007, U–Pb geochronologic evidence for the evolution of the Gondwanan margin of the north-central Andes. *Geological Society of America Bulletin* 119, 697-711 p.
4. Cooper, M., Williams, G., Graciansky, P., Murphy, R., Needham, T., Paor, D., Stoneley, R., Todd, S. Turner, P. & Ziegler, P., 1989, Inversion tectonics—a discussion. *Geological Society, London, Special Publications*, v.44; 335-347p.
5. Demets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F. & Stein, S., 1990, Current plate motions. *Geophysical Journal International* 101, 425-478 p.
6. Dunbar, R.B., Marty, R.C. & Baker, P.A., 1990, Cenozoic marine sedimentation in the Sechura and Pisco basins, Peru. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 77, 235-261 p.
7. Espurt, N., Funicello, F., Martinod, J., Guillaume, B., Regard, V., Faccenna, C. & Brusset, S., 2008, Flat subduction dynamics and deformation of the South American plate: insights from analog modelling. *Tectonics* 27, TC3011. doi:10.1029/2007TC002175.
8. Glennie, K. & Boegner, P., 1981, Sole Pit Inversion Tectonics. In: ILLING, L. V. & HOBSON, G. D. (eds) *Petroleum Geology of the Continental Shelf of Northwest Europe*. Institute of Petroleum, London, 110-120.
9. Gutscher, M., 2002, Andean subduction styles and their effect on thermal structure and interplate coupling. *Journal of South American Earth Sciences* 15, 3-10.
10. Hampel, A., 2002, The migration history of the Nazca Ridge along the Peruvian active margin: a re-evaluation. *Earth and Planetary Science Letters* 203, 665–679. doi:10.1016/S0012-21X(02)00859-2.
11. Huene, R., Pecher, I. & Gutscher M., 1996, Development of the accretionary prism along Peru and material flux after subduction of Nazca Ridge, *Tectonics* 15, 19-33.
12. Huene, R. & Suess, E., 1988, Leg 112 shipboard scientific party, Ocean Drilling Program Leg 112, Peru continental margin: Part 1, *Tectonic History*. *Geology* 16, 934-938.
13. Lamplugh, G., 1920, Structure of the Weald and analogues tracts. *Quarterly Journal Geological Society* 75: LXXIII-XCV (Anniversary Address of the President).
14. León, W., Aleman, A., De La Cruz Matos, O. & Rosell, W., 2005, Elementos estructurales y evolución tectónica-sedimentaria de la cuenca Pisco oriental (Antearco peruano). *Congreso Latinoamericano de Geología*, 12, Memorias. Quito: Colegio de Ingenieros Geólogos, de Minas, Petróleos y Ambiental 2005, 5 p.
15. Loewy, S.L., Connelly, J.N. & Dalziel, I.W.D., 2004, An orphaned block: the Arequipa-Antofalla basement of the Central Andean margin of South America. *Geological Society of America Bulletin* 116, 171-187.
16. Macharé, J., Ortlieb, L., 1992, Plio-Quaternary vertical motions and the subduction of the Nazca Ridge, central coast of Peru. *Tectonophysics*, 205, 97-108 p.
17. Macharé, J., 1987, La marge continentale du Pérou: Régime tectoniques et sédimentaires cénozoïques de l'avant-arc des Andes centrales. Thèse Doct.Sc., Univ. Paris XI, 391 p.
18. Ries, A.C., 1976, Rb/Sr ages from the Arequipa Massif, southern Peru, 20th Ann. Rep., Res. Inst. Af. Geol. Univ. Leeds, p. 74-77.
19. Riiegg, W., 1956, Geologie zwischen Cañete-San Juan 13°00'-14°27' Sud-Peru. *Geol. Rundsch.*, 45(3) 775-856.
20. Sébrier, M., Mercier, F., Mégard, B., Laubacher. & Carey-Gailhardis, E., 1985, Quaternary normal and reverse faulting and the state of stress in the central Andes of south Peru, *Tectonics* 4, 739-780, doi: 10.1029/TC004i007p00739.
21. Sébrier, M., Lavenu A., Fornari, M., & Soulas, J.P., 1988, Tectonics and uplift in central Andes (Peru, Bahia and northern Chile), from Eocene to Present. *Géodynamique*. 3: 85-106 p.
22. Stille, H., 1924, *Grundfragen der Vergleichenden Tektonik*. Brontrager, Berlin, 443 pp.