



## Análisis Estructural y Tectónico del Eoceno-Mioceno en Huaraz: El Grupo Calipuy

González, Jorge<sup>1</sup> Uribe, Victor<sup>1</sup> Alvan, Aldo<sup>1</sup> Hurtado, Christian<sup>1</sup> Bedia, Ciro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNMSM - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica. Av. Venezuela Cdr. 34, Lima, Perú.

[ljvgonzch@gmail.com](mailto:ljvgonzch@gmail.com) [vuribec@unmsm.edu.pe](mailto:vuribec@unmsm.edu.pe) [aalvand@unmsm.edu.pe](mailto:aalvand@unmsm.edu.pe) [churtadoe@unmsm.edu.pe](mailto:churtadoe@unmsm.edu.pe)

### RESUMEN

El área de investigación se encuentra ubicado al norte del Departamento de Ancash, en el norte de Perú. La geología está constituida por granitos del Batolito de la Costa, areniscas cuarzosas y limoarcillitas grises del Grupo Goyllarisquizga, depósitos piroclásticos y andesíticos del Grupo Calipuy, y granodioritas del Batolito Cordillera Blanca. La configuración tectónica del área nos evidencia el alto grado de deformación, con múltiples fallas de tipo normal, con cierto componente de desgarre, lo cual es característico del área y nos permite afirmar que el estilo tectónico predominante es de tipo extensivo. El objetivo de esta publicación es contribuir con una mayor y mejor información en cuanto al cartografiado estructural, mediante el método de trazado de lineamientos estructurales, lo cual, servirá como guía en la búsqueda de yacimientos, tanto para mediana minería, pequeña minería y minería artesanal. Esta investigación fue realizada en su totalidad utilizando software libre.

**Palabras clave:** Grupo Calipuy, Open Source, Qgis, Inkscape Cordillera Negra, Geología Estructural.

### CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL

#### Lineamientos Estructurales

Dentro del área regional del proyecto de tesis se desarrolló el análisis e interpretación preliminar

de lineamientos estructurales, los cuales se corroboraron en la etapa de campo para poder ser considerados como fallas geológicas, de acuerdo a las evidencias encontradas.

En el área regional se identificaron tres tipos de lineamientos estructurales, tomando en cuenta para su clasificación la longitud de los mismos, así como la longitud mínima promedio de las estructuras mostradas en el mapa geológico de Huaraz escala 1: 100 000. Los lineamientos de primer orden o primarios, presentan mayor longitud, alcanzando valores de hasta 19km. Se identificaron 155 lineamientos, presentando orientaciones NE-SW, NW-SE variando ligeramente a W-E (Figura2). La mayoría de estos lineamientos, se pudieron comprobar en campo (Figura 3) y se interpretan como áreas de alta intensidad tectónica, las cuales se describen ahora como fallas geológicas. Los lineamientos de segundo orden o secundarios, presentan longitudes variables las cuales van desde 1 km hasta los 3 km, en total se identificaron 145 lineamientos estructurales, los cuales presentan orientaciones NW-SE y NE-SW. Dichos lineamientos también son reconocidos en campo la unión de un buen porcentaje de ellos se describe ahora como una falla geológica o como una zona de influencia de las fallas regionales coincidentes con los lineamientos de primer orden. Los lineamientos de tercer orden o terciarios, presentan longitudes variables, que van hasta los 0.95 km. Se identificaron 12 lineamientos, presentan

do orientaciones NE-SW, variando a NW-SE, los cuales se asocian preferentemente a vetas y fallas locales (Figura 1).

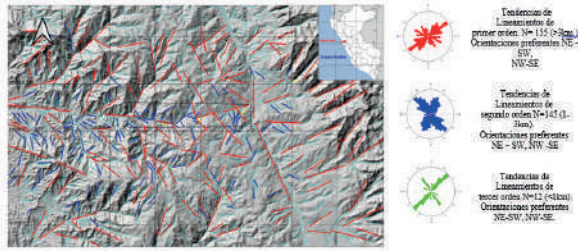


Figura 1. Mapa de Lineamientos Estructurales. González (2021).

**CONCLUSIONES**

I. La comparación hecha entre los programas para análisis estructural hace posible aseverar la utilidad y beneficios de realizar el procesamiento de los datos estructurales del programa Win-tensor frente a otras alternativas de software libre y comercial. Ello se debe a que, presenta un interfaz simple y ofrece un análisis más completo y detallado que otros.

II. Durante el desarrollo de este trabajo se propone una metodología para el trazado de lineamientos estructurales y el procesamiento de los mismos. Dicho procedimiento tuvo una etapa de verificación en campo, con una validez de hasta un 85%, lo cual lo se encuentra dentro de un rango elevado de confianza. (Figura 2)

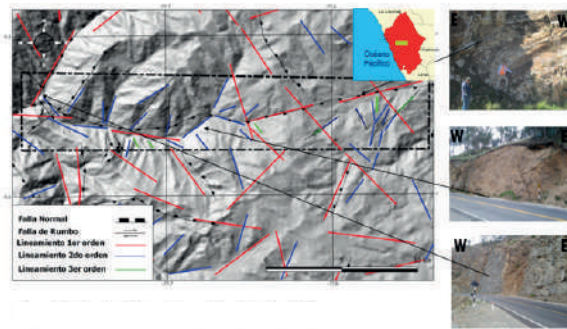


Figura 2. Verificación de Lineamientos y fallas. González (2021).

III. El mapa de densidad de lineamientos nos muestra la relación directa entre los yacimientos ubicados en el área y la concentración de lineamientos estructurales. Con ello podemos postular que la mayor concentración de deformación frágil es también el área donde suele ser más elevada la probabilidad de encontrar un nuevo yacimiento. (Figura 3)

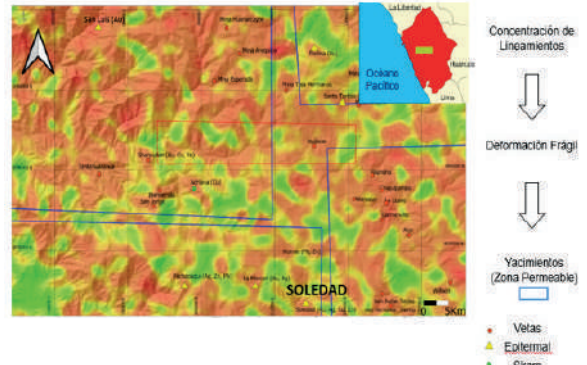


Figura 3. Mapa de Densidad de Lineamientos. González (2021).

IV. Los diferentes eventos tectónicos de deformación dentro del área, contribuyen de forma favorable a la formación de yacimientos, en especial yacimientos polimetálicos (Pb, Zn, Cu, Fe, Ag, Au) muy característicos de la cordillera negra. El área tectónicamente se caracteriza por (Figura 4)

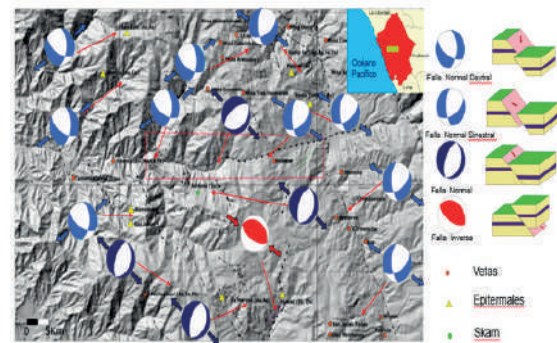


Figura 4. Esfuerzos tectónicos presentes en el área. González (2021).

**CONTRIBUCIONES TÉCNICAS**

Se plantea una nueva forma de procesar información geológica a través del uso de software Libre. Se contribuye con el reconocimiento de estructuras geológicas que no se encuentran presentes en el cuadrángulo geológico. Se genera un mapa de densidad de lineamientos que coincide con la ubicación de yacimientos en el área.

**REFERENCIAS**

Alberti, M., 2019. GIS analysis of geological surfaces orientations: the qgSurf plugin for QGIS. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27694v1>

Arlegui, L.E., Soriano, M.A., 1998. Characterizing lineaments from satellite images and field studies in the central Ebro basin (NE Spain). International Journal of Remote Sensing 19, 3169–

3185.

Armijo, R., Lacassin, R., Coudurier-Curveur, A., Carrizo, D., 2015. Coupled tectonic evolution of Andean orogeny and global climate. *Earth Sci. Rev.* 143, 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2015.01.005>.

Atherton, M., Webb, S., (1989). Volcanic facies, structure, and geochemistry of the marginal basin rocks of central Peru. *Journal of South American Earth Sciences* 2, 241–261. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(89\)90032-1](https://doi.org/10.1016/0895-9811(89)90032-1)

Atherton, M.P., 1990. The coastal batholith of Peru: the product of rapid recycling of “new” crust formed within rifted continental margin. *Geol. J.* 25, 337–349. <https://doi.org/10.1002/gj.3350250316>.

Atherton, M.P., Pitcher, W.S., Warden, V., 1983. The Mesozoic marginal basin of Central Peru. *Nature* 305, 303–306. <https://doi.org/10.1038/305303a0>.

Bonnot, D., M. Sebrier, and J. Mercier (1988), Evolution géodynamique plio-quadernaire du bassin intra-cordillerain du Callejon de Huaylas et de la Cordillere Blanche, Perou, *Geodynamique*, 3(1–2), 57–83.

Cobbing, E., Pitcher, W. (1984). The Coastal batholith of Peru. *Andean Magmatism: Chemical and Isotopic Constraints* x, 168–179. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7335-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7335-3_12).

Cobbing, E., Sanchez, A., Martinez, W., Zarate, H. (1996). *Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca*. Ingemmet, Boletín, Serie A : Carta Geológica Nacional, 76, 281p.

Cossío, A., 1964. *Geología de los cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa (Hojas 17-g y 18-g)*. In: Boletín del INGEMMET. Serie A, Carta Geológica Nacional. vol. 8.

Davies, C., 2002. Tectonic, magmatic and metallogenic evolution of the Cajamarca mining district, northern Peru. Unpub PhD. Thesis, James Cook University, Australia.

Delvaux, D., Sperner, B., 2003. Geological Society, London, Special Publications New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR

program. 75–100. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.212.01.06>.

Drury, S.A., Peart, R.J., Deller, M.E., 2001. Hydrogeological potential of major fractures in Eritrea. *Journal of African Earth Sciences* 32, 163–177.

Erban, V., Janoušek, V., Farrow, C., Šmíd, J., 2003. Geochemical Data Toolkit (GCDkit): a key for magmatic geochemist to the treasury of data analysis, statistics and graphics in R. *Geolines* 16, 25–26 ST-Geochemical Data Toolkit (GCDkit): a k.

Farber, D. L., Hancock, G.S., Finkel, R.C., Rodbell, D.T., 2005. The age and extent of tropical alpine glaciation in the Cordillera Blanca, Peru, *J. Quat. Sci.*, 20(7–8), 759–776.

Farrar, E., Noble, D., 1976. Timing of late Tertiary deformation in the Andes of Peru. *Geological Society of America Bulletin*, v. 87, p. 1247–1250.

Giovanni, M. K., Beck, S.L., Wagner, L., 2002. The June 23, 2001 Peru earthquake and the southern Peru subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 29(21), 2018, doi:10.1029/2002GL015774.

Giovanni, M.K., 2007. Tectonic and thermal evolution of the Cordillera Blanca detachment system, Peruvian Andes: Implications for normal faulting in a contractional orogen [Ph.D. thesis]: Los Angeles, University of California Los Angeles, 237 p.

Giovanni, M.K., Horton, B.K., Garzzone, C.N., McNulty, B., and Grove, M., 2010, Extensional basin evolution in the Cordillera Blanca, Peru: Stratigraphic and isotopic records of detachment faulting and orogenic collapse in the Andean hinterland: *Tectonics*, v. 29, TC6007, <https://doi.org/10.1029/2010TC002666>.

Hughes, C.A., Jessup, M.J., Shaw, C.A., Newell, D.L., 2019. Deformation conditions during syn-convergent extension along the Cordillera Blanca shear zone, Peru. *Geosphere* 15, 1342–1367. <https://doi.org/10.1130/GES02040.1>

Mabee, S.B., Hardcastle, K.C., Wise, D.W., 1994. A method of collecting and analyzing lineaments for regional-scale fractured bedrock aquifer studies. *Ground Water* 32, 884–894.

Mukasa, S.B., 1984, Comparative Pb isotope systematics and zircon U-Pb geochronology for

the Coastal, San Nicolás, and Cordillera Blanca batholiths, Peru [Ph.D. thesis]: Santa Barbara, University of California, Santa Barbara, 148 p.

Navarro, P., 2013. Nuevas dataciones en el segmento sur de Cajamarca. *Bol. Soc. Geol. Perú* 107, 31–35.

Navarro, P., Rivera, M., Monge, R., 2010. Geología y Metalogenia del Grupo Calipuy (Volcanismo Cenozoico), Segmento Santiago de Chucó, Norte del Perú. In: *Boletín del INGEMMET. Serie D. vol. 28.*

Noble, D.C., McKee, E.H., 1999. The Miocene metallogenic belt of central and northern Peru. In: Skinner, B.J. (Ed.), *Geology and Ore Deposits of the Central Andes. vol. 7. Society of Economic Geologists, Littleton, CO, pp. 155–193.* <https://doi.org/10.5382/SP.07.05>. Special Publication.

Noble, D.C., Wise, J.M., 2016. Timing of Incaic deformation and subsequent erosion, middle Eocene volcanism, and plutonism in central southern Peru with implications for mineralization. In: *XVIII Congreso Nacional de Geología, Resúmenes Extendidos.*

Noble, D.C., McKee, E.H., Farrar, E., Petersen, U., 1974. Episodic Cenozoic volcanism and tectonism in the Andes of Peru. *Earth Planet. Sci. Lett.* 21, 213–220. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(74\)90057-0](https://doi.org/10.1016/0012-821X(74)90057-0).

Noble, D.C., McKee, E.H., Mégard, F., 1978. Eocene uplift and unroofing of the coastal batholith near Lima, Central Peru. *J. Geol.* 86, 403–405. <https://doi.org/10.1086/649700>.