

CALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FALLAS GEOLÓGICAS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Antonio Acosta¹, Diego Guerrero¹, Raúl León¹, Pablo Oña¹, Mario Cruz¹, Theofilos Toulkeridis²

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador. ²Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen:

Ecuador está en medio de una mega-falla geológica denominada “Guayaquil -Caracas”, la cual ha generado fallas de segundo y tercer orden que afectan directamente al Distrito Metropolitano de Quito. Esta zona está bajo la influencia directa o indirecta de 15 volcanes. Por lo menos 1000 metros ha sido observado a lo largo de los escarpes de fallas pertenecientes a la Depresión Interandina, esta secuencia volcánica genera estos fenómenos a lo largo de la región interandina.

En el Distrito Metropolitano de Quito no existe un estudio de fallas geológicas en términos de cualificación y cuantificación, lo cual es importante para dimensionar un alcance sísmico en la ciudad capital, el estudio ayudaría a mejorar la planificación urbana y sobre todo la seguridad de la población frente a los eventos sísmicos que últimamente han tenido fuerte recurrencia en el país.

Los resultados obtenidos comprueban que la ciudad de Quito tiene una gran cantidad de fallas demostrando de esta manera lo importante que es tener presente estos fenómenos geológicos que a menudo son irrelevantes. Entidades públicas y privadas del Ecuador podrán beneficiarse de los resultados obtenidos.

Palabras Clave: Fallas geológicas, Distrito Metropolitano de Quito, stereonet, desplazamiento de fallas.

Abstract:

Ecuador is inside the mega-geological shear called “Guayaquil -Caracas”, which has generated second and third order geological faults that directly affect the Metropolitan District of Quito. This zone is under the direct or indirect influence of 15 volcanoes. At least 1000 meters have been observed along the slopes of faults belonging to the Inter-Andean Depression, this volcanic sequence generates these phenomena along the inter-Andean region.

In the Metropolitan District of Quito there is no study of geological faults in terms of qualification and quantification, which is important for dimensioning a seismic reach in the capital city. The study would help to improve urban planning and, above all, security of the population in front of the seismic events that lately have had strong recurrence in the country.

The results obtained prove that the city of Quito has a great number of geological faults demonstrating in this way how important it is to keep in mind these geological phenomena that are often considered to be irrelevant. Public and private entities of Ecuador will be able to benefit from the obtained results.

Keywords: Geological faults, Metropolitan District of Quito, stereonet, displacement of faults.

Introducción.

Ecuador está en medio de una mega-falla geológica denominada “Guayaquil -Caracas”, la cual ha generado fallas de segundo y tercer orden que afectan directamente al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Esta zona está bajo la influencia directa o indirecta de 15 volcanes. Por lo menos 1000 metros han sido observados a lo largo de los escarpes de fallas pertenecientes a la Depresión Interandina, esta secuencia volcánica genera estos fenómenos a lo largo de esta región.

En el DMQ no existe un estudio de fallas geológicas en términos de cualificación y cuantificación, por ende, no se conoce en su totalidad el alcance sísmico en la ciudad capital, esto tendrá repercusiones en la planificación urbana y sobre todo en la seguridad de la población.

En Quito, la micro zonificación sísmica fue realizada en 2001 por la Escuela Politécnica Nacional (EPN) en el marco de un convenio con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), la cual abarca solo una parte del DMQ y no contiene la información correspondiente a un mapa geológico. (D'Ercole & Metzger, 2004)

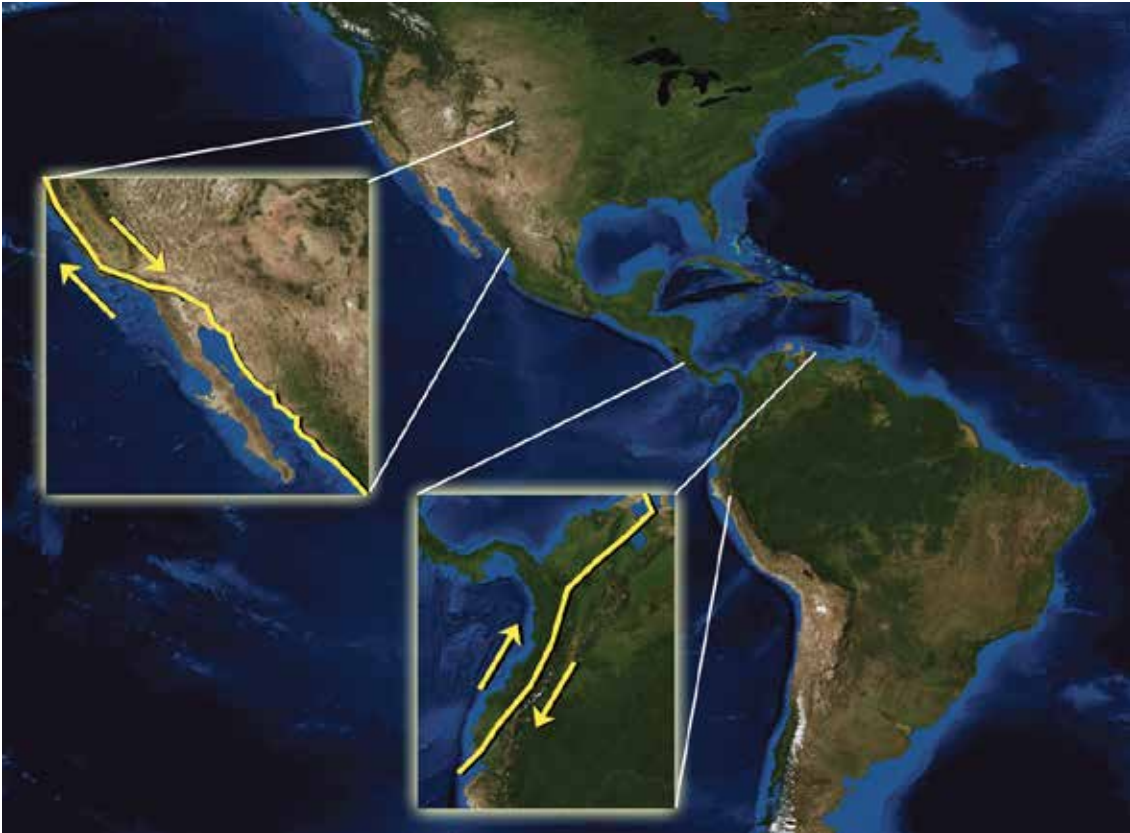


Figura 1: Sobrevisión sobre dos fallas geológicas emblemáticas en las Américas: izquierda arriba la falla San Andrés en EE.UU.; abajo la Mega-falla Guayaquil-Caracas. Ambas fallas son de tipo trascurrente. La ciudad de Quito está ubicada encima de la Mega-falla. Toulkeridis, 2011

Metodología

Para la cualificación y cuantificación de fallas geológicas en el DMQ, se determinó dividir el trabajo en dos fases, las cuales consistieron en visitas técnicas de campo y el análisis de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Así, este estudio se desarrolló en base a la obtención de datos numéricos con el fin de identificar el lugar exacto de una falla geológica así como su movimiento respecto a una referencia estándar es por ello que se utilizó una metodología científica exploratoria. Se buscaron fallas geológicas en el campo, mapas existentes y mencionadas en la literatura correspondiente para su subsecuente cuantificación y cualificación. La calificación corresponde a la determinación de unos variables independientes como Azimut, Inclinación, Desplazamiento y Coordenadas exactas puestas encima de la

variable dependiente cual esta representada de mapa de Fallas Geológicas. Estos datos se obtuvieron con el uso de la brijula geológica (Brújula tipo Brunton; <https://www.extremos.org.ve/Brujula-Brunton.html>) y el GPS (Sistema de Posicionamiento Global; <http://www.gps.gov/spanish.php>). Las evaluaciones respectivos de ests datos se desarrollaron con el uso de programas de Stereonet y diagramas de rosas.



Figura 2: Toma de datos del SIG. Unificación de 4 mapas geológicos de los alrededores de Quito.

Evaluación de resultados y discusión

Se encontraron decenas de fallas geológicas en el campo y unas cuantas más en mapas geológicos existentes y en la literatura. Las fallas geológicas principales son de tipo normal, pero se encontraron igualmente en menor porcentaje fallas de tipo inversa, transcurrente (*Figura 3*) y hasta oblicuas.

Con los mapas geológicos unidos (*Figura 10*) que cubren el DMQ, se pudo identificar con mayor facilidad las fallas geológicas presentes y así mismo se puede notar la tendencia NE que se comprueba con los resultados obtenidos mediante stereo-proyección.

En cuanto al análisis de rumbos en el sector de Guayllabamba se aprecian dos tendencias (*Figura 11*), una principal de disposición $N25^{\circ}W$ y una secundaria de $N5^{\circ}W$. Se observan fallas menores perpendiculares a la falla principal.

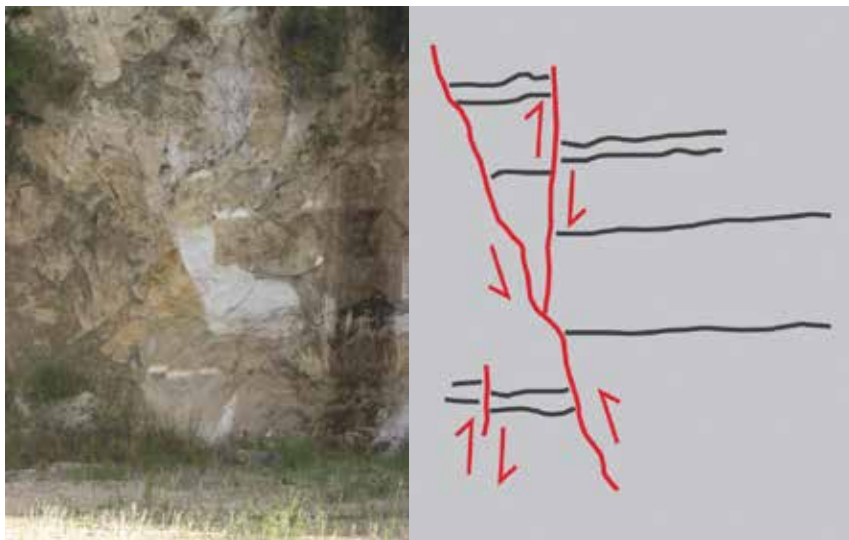


Figura 3: Falla transcurrente cortada por una falla inversa en el area del redondel de Zambiza en la autopista Simon Bolivar.

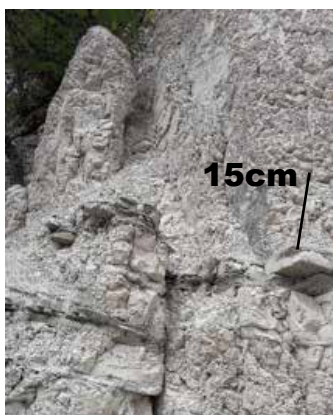


Figura 4: Falla geológica 21.
Tipo: Inversa.

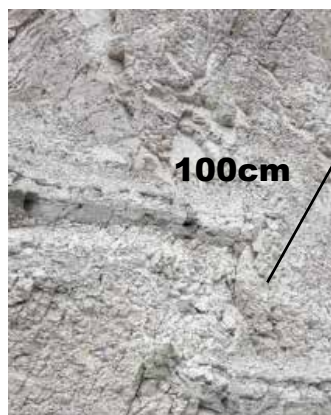


Figura 5: Falla geológica 22.
Tipo: Inversa.



Figura 6: Falla geológica 33. Tipo: Normal.



Figura 7: Falla geológica 3. Tipo: Normal.



Figura 8: Falla geológica 4. Tipo: Oblicua.

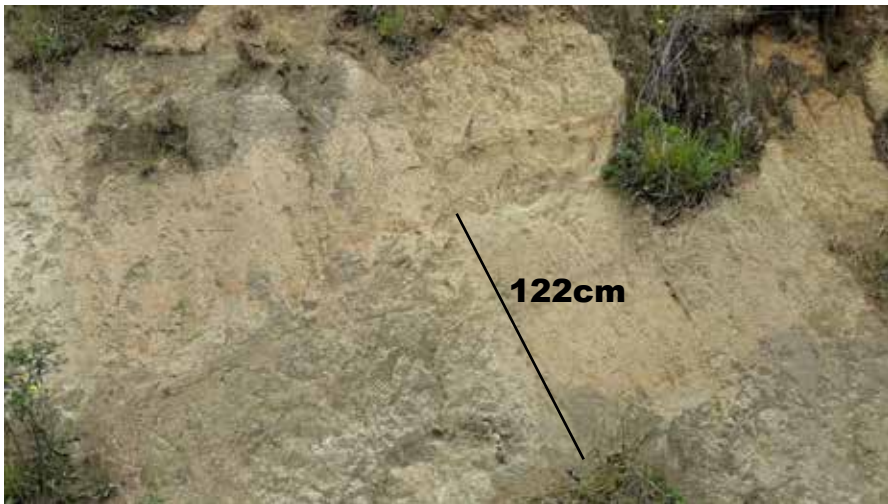


Figura 9: Falla geológica 39. Tipo: Normal. Fuente: Autor

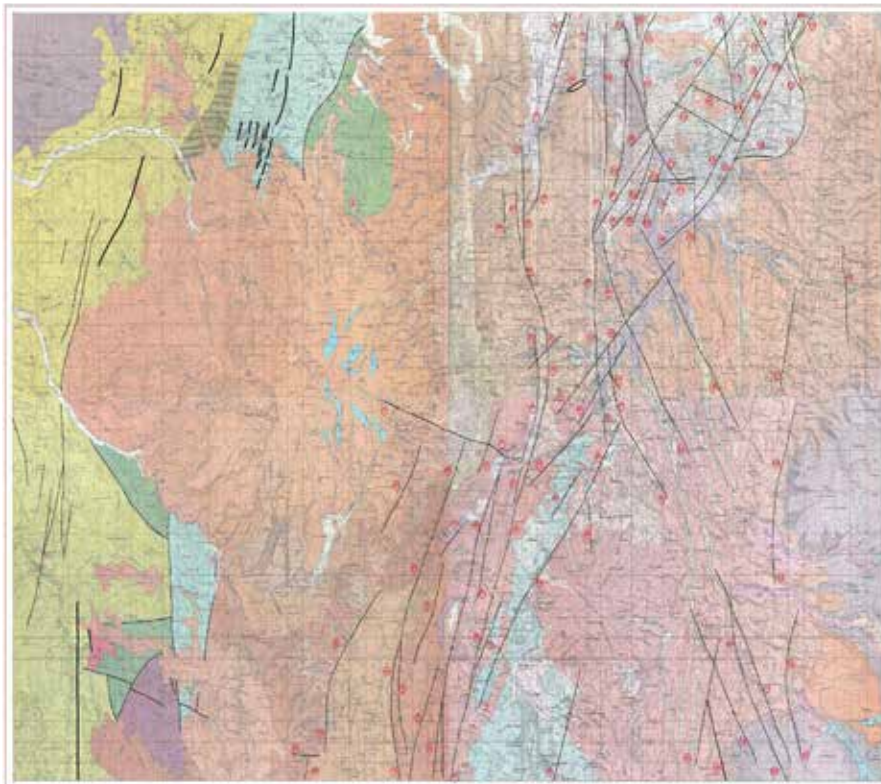


Figura 11: Fallas geológicas en el DMQ encima del mapa geológico del Distrito.

Según los datos de campo se tiene que la mayoría de fallas en esta zona son Normales, con un Azimut resultante de $347,7^\circ \pm 27,7^\circ$.

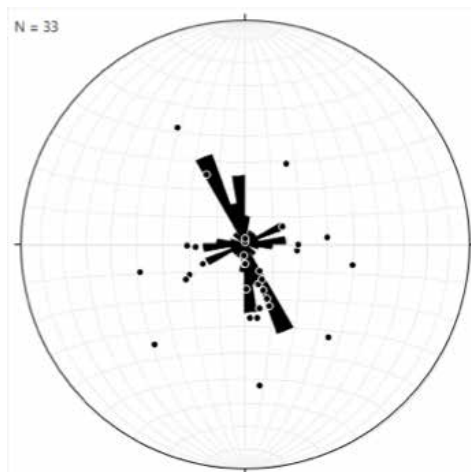


Figura 12: Diagrama de rosa, Stereonet. Fuente: Autor

En el sector de Santa Rosa ubicado al sur de Quito, con los rumbos obtenidos a partir de los datos de campo, se aprecia una tendencia (Figura 12) con disposición $N45^\circ W$, teniendo un Azimut resultante de $316,1^\circ \pm 06,5^\circ$, con fallas en su mayoría de tipo Normal.

Analizando los datos en base al SIG, se aprecia dos tendencias (*Figura 13*), una principal con disposición N23°E y una secundaria de N15°W, teniendo un Azimut resultante de $12,8^\circ \pm 06,5^\circ$.

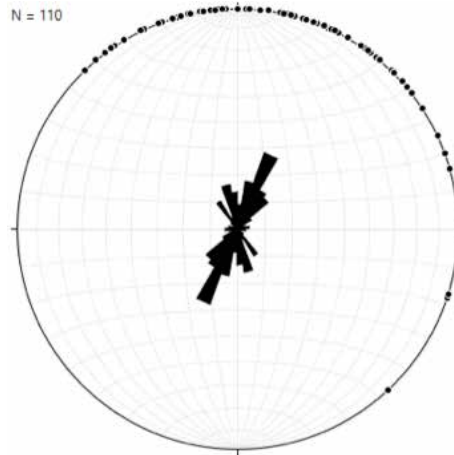


Figura 13: Diagrama de rosa, Stereonet. Fuente: Autor

Con las visitas técnicas de campo se logró cualificar las fallas geológicas en las distintas zonas de estudio obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1: Cualificación de fallas geológicas

Zona de estudio	Normal (%)	Inversa (%)	Otros (%)
Guayllabamba	70	15	15
Santa Rosa	75	25	0

Conclusiones y trabajo futuro

Una vez procesados los datos mediante stereo-proyección, se obtuvo el azimut para Guayllabamba de 347.70° , para Santa Rosa de 316.10° y para el DMQ (obtenido a partir de los SIG) de 12.80° . Este último dato representa la dirección general de todas las fallas geológicas analizadas.

Con las respectivas visitas técnicas de campo se ha logrado cualificar las fallas geológicas, obtenido los siguientes resultados:

Zona de estudio	Normal (%)	Inversa (%)	Otros (%)
Guayllabamba	70	15	15
Santa Rosa	75	25	0

Además se obtuvieron datos adicionales como la inclinación, coordenadas y desplazamiento de dichas fallas para su uso en posteriores estudios. Los resultados también enseñan la importancia de la geología estructural para potenciar las magnitudes de los terremotos como los ya suscitados en la Costa ecuatoriana.

Bibliografía

- Kearey, P., Klepeis, K.A. and Vine, F. J., 2009: Global Tectonics. Wiley-Blackwell; 3 edition: 496pp
- Lisle, R.J. and Leyshon, P.R., 2004: Stereographic Projection Techniques for Geologists and Civil Engineers. Cambridge University Press; 2 edition: 124pp
- Misi, A., Iyer, S.S., Silva Coelho, C.E., Tassinari, C.C.G., Franca-Rocha, W.J.S., Rocha Gomes, A.S., Cunha, I.A., Toulkeridis, T. and Sanches, A.L., 2000: A metallogenic evolution model for the lead-zinc deposits of the Meso and Neoproterozoic sedimentary basins of the São Francisco Craton, Bahia and Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30 (2):302-305.
- Toulkeridis, 2011: Volcanic Galápagos Volcánico. Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364 pp
- Twiss, R.J. and Moores, E.M., 2006: Structural Geology. W. H. Freeman; 2 edition: 532pp
- Zhao, B., Clauer, N., Robb, L.J., Zwingmann, H., Toulkeridis, T. and Meyer, M.F., 1999: K-Ar dating of micas from the Witwatersrand Basin, South Africa: timing of post-depositional alteration and gold mineralization. *Mineralogy and Petrology*, 66: 149-170.