

ANÁLISIS POBLACIONAL DE FALLAS. ZONA DILATANTE CHETILLA-CHAMIS Y COLPAYOC. CAJAMARCA - PERÚ

Alejandro Lagos (1), Zenón Quispe (1), Javier Jacay (2), Reinaldo Rodríguez (1)

(1) Universidad Nacional de Cajamarca; (2) Universidad Nacional Mayor de San Marcos

E-mail: alagosman@hotmail.com; zenn11@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Este resumen trata del análisis estructural de esfuerzos en la región de Cajamarca con el objetivo de definir las direcciones principales y contribuir al conocimiento de la relación entre las estructuras y el emplazamiento de cuerpos intrusivos miocénicos que generaron yacimientos de pórfidos de Cu- Au de interés económico (intrusivos: Chetilla, Chamis, Chávez y Colpayoc).

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parte septentrional de la Cordillera Occidental y al NW de la ciudad de Cajamarca (figura 1). Estructuralmente está localizada en el sinclinal simétrico Urubamba y afectada por dos fallas regionales: la falla Tres Molinos (FTM) y la falla Colpayoc (FCO), ambas con orientación NW- SE. Estas estructuras se originaron durante la “Segunda Fase de Deformación Incaica” (Reyes 1980). Este escenario tectónico generó la llamada “zona dilatante” (Márquez 1997), de orientación trasandina (NE- SW), que coincide con la del Corredor Chicama-Yanacocha de Quiroz (2004). y que fue favorable para el emplazamiento de cuerpos intrusivos de composición traqui- andesítica (intrusivo Chetilla), diorítica (intrusivo Colpayoc) y mayormente dacítica (intrusivos Chamis y Chávez). Estos cuerpos ígneos generaron yacimientos de pórfidos de Au- Cu.

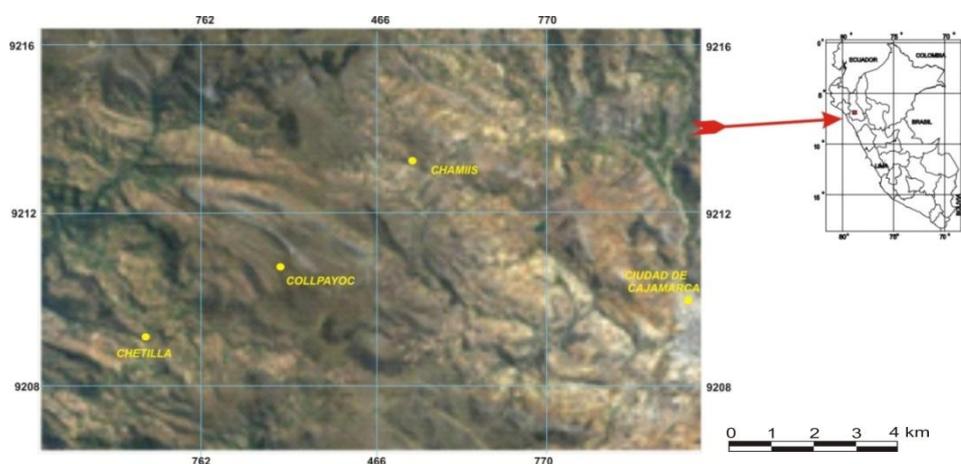


Figura 1 Mapa de ubicación

MARCO GEOLÓGICO

En la zona de estudio afloran rocas de edades que van desde el cretáceo al reciente (figura 2). Comienza con el Grupo (Gpo.) Goyllarisquizga, seguida de la formación (fm.) Inca, de características netamente transgresivas y por las marinas: Chulec, Pariatambo, Yumagual, Quilquiñan- Mujarrúm y Cajamarca. En discordancia angular yacen rocas volcánicas del Gpo. Calipuy de edad Paleógena-Neógena y post tectónica Inca. Posteriormente se emplazaron los cuerpos intrusivos

MARCO TECTÓNICO REGIONAL

Regionalmente se definen dos megabloques, uno Occidental, donde se ubica la zona de estudio, caracterizado por presentar pliegues abiertos, cuyos ejes se orientan preferentemente de NW al SE. El otro Oriental en donde predominan las fallas inversas y cabalgamientos generando acortamiento cortical horizontal como resultado de la colisión de este bloque con el Alto del Marañón. Estos

bloques están delimitados por la falla Cajamarca (FCA) que ha tenido un claro movimiento direccional sinistral. Figura 3

METODOLOGÍA

Para el tratamiento estadístico de las fallas se utilizaron el azimut, sentido así como el cabeceo, descartándose aquellas en que no eran visibles sus cabeceos. Cabe indicar que en la zona 1 se han encontrado una mayor cantidad de fallas debido a que esta zona coincide con la ubicación de la terminación periclinal del sinclinal Urubamba (zona muy fallada). Ver figura 7b.

Estas fallas fueron agrupadas en tres estaciones estructurales tabla 1.

Tabla 1 Ubicación de las tres estaciones estructurales

ESTACIÓN ESTRUCTURAL	UBICACIÓN (PSAD 56)	
	NORTE	ESTE
ZONA 1	9207000	772000
ZONA 2	9211000	770000
ZONA 3	9209000	765000

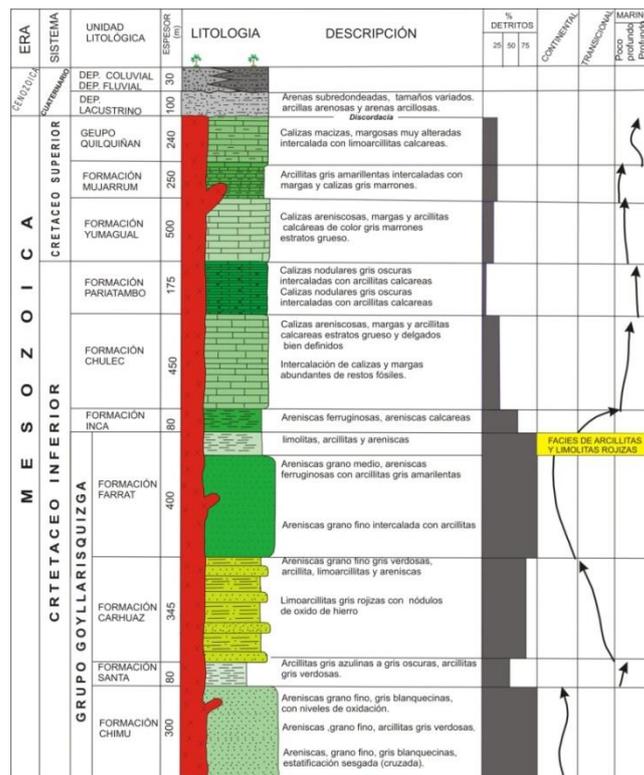


Figura 2 Columna geológica de la zona de estudio.

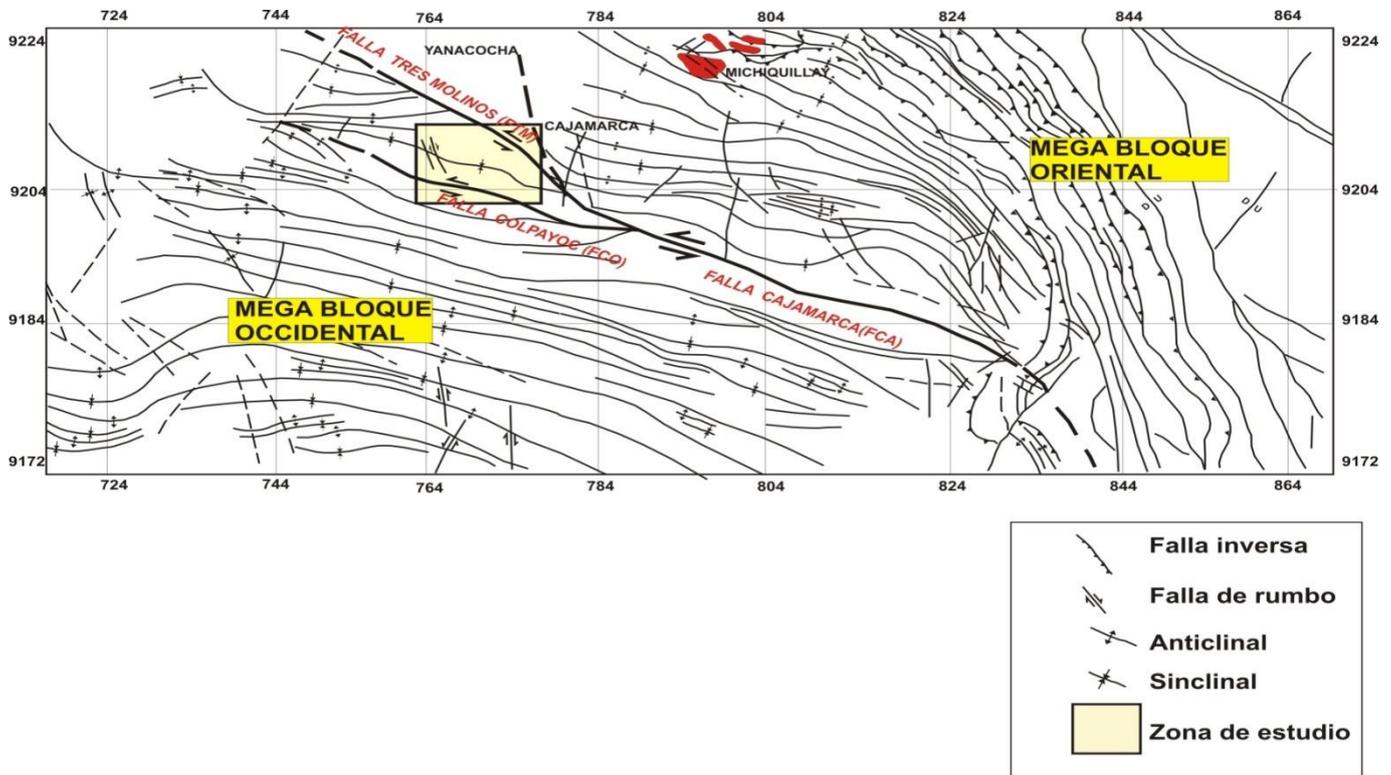


Figura 3 Mapa estructural regional de la zona de estudio.

ANÁLISIS POBLACIONAL DE FALLAS (APF)

Se ha aplicado el “Modelo de Deslizamiento” de De Vicente 1992, dando los siguientes resultados:

ZONA 1

En el diagrama en rosa se observa un azimut de las fallas predominante NW- SE Otra tendencia NE-SW de menor importancia al parecer conjugada (figura 4a). El diagrama ey/K (siendo e_y =máximo acortamiento horizontal y K = el parámetro de forma del elipsoide de deformación. Esta relación ha permitido clasificar a las fallas como normal y normal- direccional e inversas e inversa- direccional. El Análisis del diagrama C/B muestra que la población de fallas se distribuye en grupos, uno que tiene fallas con buzamiento alto y cabeceo bajo de las estrías (direccional- normal). Otro con buzamiento alto cabeceo alto (normal- direccional, normal e inversa- direccional (Figura 4b). El diagrama C/B permite relacionar el buzamiento y el cabeceo de las estrías de fallas proporcionando una nomenclatura apropiada para las fallas.

Los buzamientos promedios para esta población de fallas son: buzamiento $53 \pm 22^\circ$ y cabeceo $60^\circ \pm 28$. El valor del ángulo de rozamiento interno de la roca durante el deslizamiento es $\phi=07^\circ$, y el parámetro de forma del elipsoide de deformación $K=-2.16$. La dirección media de máximo acortamiento horizontal (e_y) está definida según $N220^\circ$.

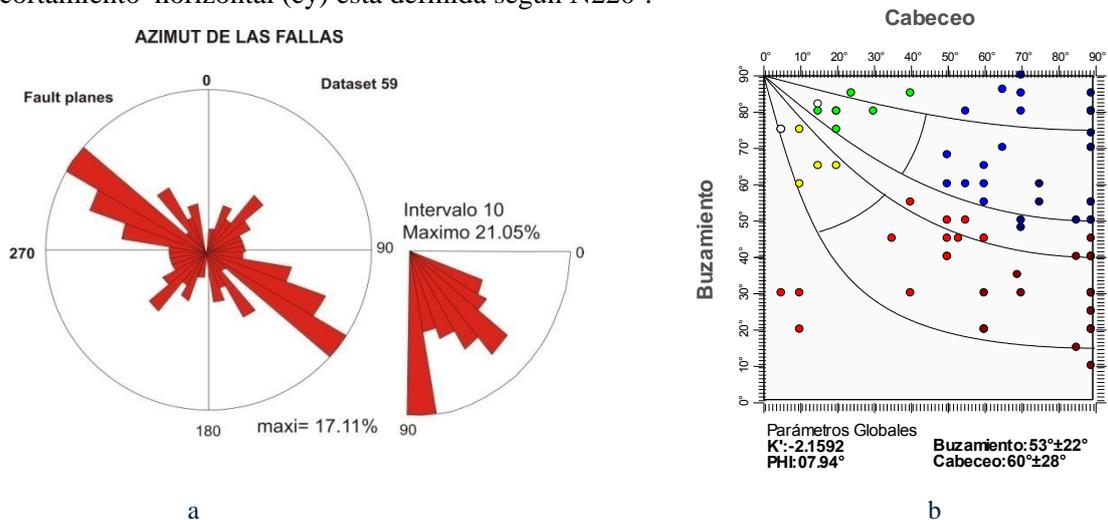


Figura 4 a) Diagrama en rosas; b) diagrama C/B.

ZONA 2:

En el diagrama en rosa se observa un azimut predominante NW- SE Otra tendencia N- S de menor importancia (figura 5a) El diagrama ey/K muestra que las fallas se clasifican como normal- direccional e inversa- direccional. Un análisis del diagrama C/B muestra que la población de fallas son fallas con buzamiento alto y cabeceo bajo principalmente (figura 5b). Los buzamientos promedios para esta población de fallas son: buzamiento $53 \pm 22^\circ$ y cabeceo $54^\circ \pm 34$. El valor del ángulo de rozamiento interno de la roca durante el deslizamiento es $\phi=04^\circ$, y el parámetro de forma del elipsoide de deformación $K= -4.32$. La dirección media de máximo acortamiento horizontal (ey) está definida según $N240^\circ$.

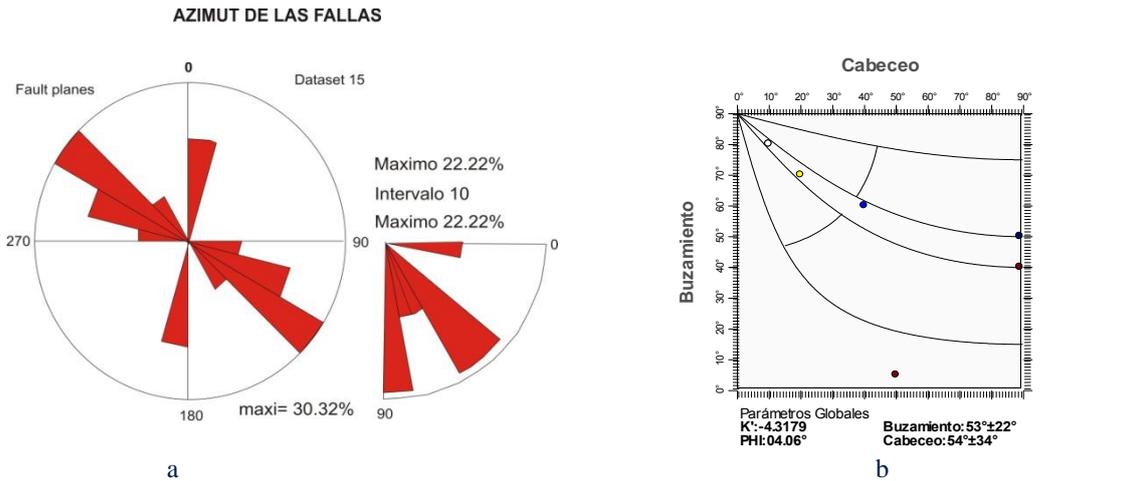


Figura 5 a) Diagrama en rosas; b) diagrama C/B.

ZONA 3:

El diagrama en rosa indica un azimut preferencial NNE- SSW, y otra de menor importancia NWW- SEE (figura 6a). En el diagrama ey/K las fallas se clasifican como inversas- direccional. El diagrama C/B muestra que la población de fallas son fallas con buzamiento alto y cabeceo alto principalmente. Figura 6b. Los buzamientos promedios para esta población de fallas son: buzamiento $52^\circ \pm 20$ y cabeceo $62 \pm 22^\circ$. El valor del ángulo de rozamiento interno de la roca durante el deslizamiento es $\phi=07^\circ$, y el parámetro de forma del elipsoide de deformación $K= -0.31$. La dirección media de máximo acortamiento horizontal (ey) está definida según $N230^\circ$.

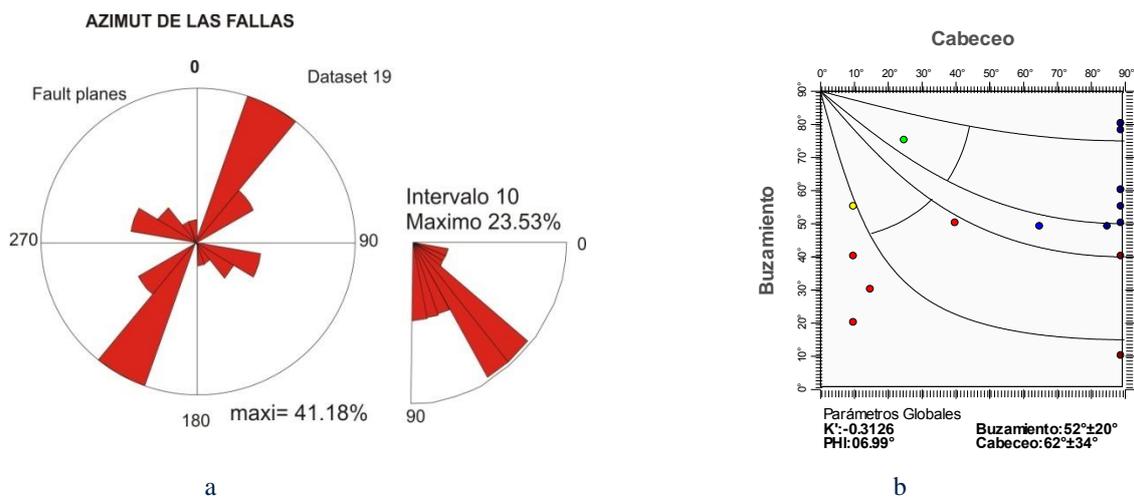


Figura 6 a) Diagrama en rosas; b) diagrama C/B.

La zona 3 define la “zona dilatante” de orientación NE- SW (figura 7).

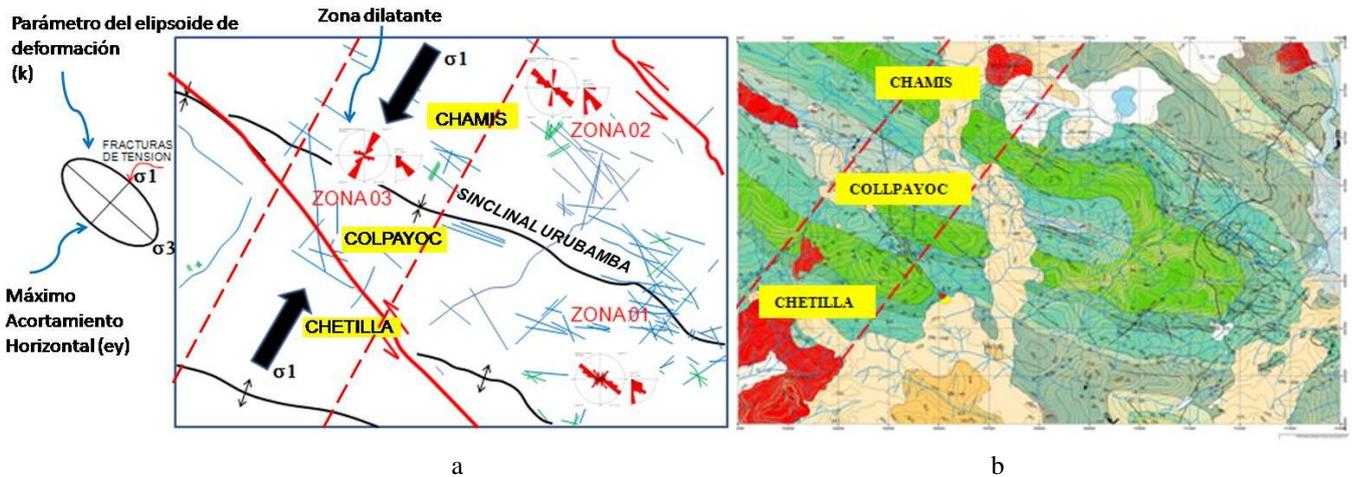


Figura 7 a) Zona dilatante de dirección NE-SW. Se aprecia también los movimientos sinistral de las fallas FCO y FTM. b) Emplazamiento de los cuerpos intrusivos siguiendo esa orientación.

Los parámetros mecánicos coeficiente de fricción (μ) y el ángulo de rozamiento interno (ϕ) en el momento del movimiento de las fallas se muestran en la tabla 1.

Tabla 2 Parámetros mecánicos de las fallas analizadas

TIPO DE FALLA POR MOVIMIENTO	BUZAMIENTO MEDIO	CABECEO MEDIO DE LAS ESTRIAS	DIRECCION MAXIMA DE ACORTAMIENTO HORIZONTAL (e_y)	(ϕ)	(μ)	(R)
Direccional normal e inversa direccional ZONA 1	53°±22°	60°±28°	220°	7°	0.123	0.4623
Normal direccional e inversa direccional ZONA 2	53°±22°	54°±34°	240°	2°	0.035	0.4641
Normal, inversa, e inversa direccional ZONA 3	52°±22°	64°±22°	230°	7°	0.123	0.7616

$$\mu = \text{Tang } \phi$$

CONCLUSIONES

- La caracterización estructural de una zona es esencial para la búsqueda de nuevas zonas favorables de mineralización. Cada zona del Perú posee un estilo estructural diferente o puede tener combinaciones de estos.
- El análisis poblacional de fallas (APF) determina la dirección N220° a N240° que es la del máximo acortamiento horizontal que coincide con la dirección del esfuerzo principal mayor (σ_1) y que es coherente con la orientación NE- SW relacionado a los esfuerzos compresivos debido a los efectos de la convergencia oblicua de las Placas de Nazca y Continental.
- El diagrama e_y/K (donde e_y = máximo acortamiento horizontal y K = parámetro de forma del elipsoide de deformación) ha servido para clasificar a las fallas de la zona uno y dos como inversas- direccionales y la zona tres como normal direccional.
- El yacimiento Colpayoc muestra muchas de las características típicas de los sistemas porfiríticos auríferos en el Perú, Chile, las Filipinas y los Estados Unidos es decir, pequeña dimensión, roca huésped de calizas, composición intermedia, abundancia de magnetita, vetas de cuarzo y magnetita y alteración argílica avanzada”.(Vidal et al, 1997).
- Los diagramas C/B indican que la mayoría de las fallas tienen buzamientos altos y cabeceos altos indicando el predominio de esfuerzos compresivos y distensivos direccionales.

- Si se conoce la posición del elipsoide de deformación se puede predecir la posición de las fallas tensionales. Por otro lado si las fracturas se pueden identificar como de origen tensional se determinará fácilmente el eje máximo del elipsoide de deformación.
- Los intrusivos Chetilla, Colpayoc, Chávez y Chamis están alineados según la orientación NE-SW, controlados por fallas distensivas (zona de dilatación) paralelas al esfuerzo principal mayor (σ_1) y perpendicular al esfuerzo principal menor (σ_3).
- Se recomienda realizar estudios de exploración en esta zona de estudio siguiendo la orientación NE-SW (zona de dilatación).

REFERENCIAS

- BILLINGS MARLAND P. “Estructural Geology”. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Rivadavia, 1974.
- COBBETT, G. T. & LEACH, T.M. Exploration Workshop SW Pacific Rim Au/Cu Systems Alteration & Mineralization. Orange NSW, Australia (pág., 20-30), 2000.
- DE SITTER L. U. “Geología estructural”. Ediciones Omega S.A. Barcelona 1996. Tercera edición, 1976.
- DE VICENTE G. ; A. MUÑOZ y J. L. GINER. “El uso del método de los diedros rectos, implicaciones a partir del modelo de deslizamiento del análisis poblacional de fallas”. Rev. Soc. Geol. España 5, (3-4), 1992.
- MARQUEZ E. Porphyry hosted Au- Cu mineralization- at Laguna Chamis, Cajamarca. Sociedad Geológica del Perú. Serie: Guías de Campo N°2.
- REYES RIVERA LUIS. “Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos Y Cajabamba” (hojas 15-f, 15-g, 16-g). Editada por el INGEMMET, 1980.
- VIDAL C., DONALD C., HARVEY B., QUIROZ A. Depósitos de minerales y geología en el área de Cajamarca, Norte del Perú. Serie: Guía de Campo N°2, 1997.