



Fallas regionales y anomalías geoquímicas de sedimentos de quebrada como guías para la exploración de yacimientos minerales: El ejemplo de Cerro de Pasco

Rildo Rodríguez, Eber Cueva, y Víctor Carlotto

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (rrodriguez@ingemmet.gob.pe)

1. Introducción

Los muestreos de sedimentos de quebrada a escala regional, en que cada muestra abarca 10 km², brindan zonas anómalas generales, las cuales deben ser exploradas con métodos más locales. Las anomalías pueden estar claramente relacionadas a depósitos de minerales conocidos, o por el contrario a zonas sin evidencia de mineralización. El segundo caso es tomado como segunda prioridad o puede ser descartado. Para este caso se debe contar con un buen estudio estructural relacionado al magmatismo, análisis de cuencas y otras ramas de la geología, y así poder determinar, de manera científica, la real importancia que tienen estas zonas para la búsqueda de depósitos minerales.

Los estudios de geología regional realizados por Carlotto et al. (2005), Cueva (2008), Rodríguez et al. (2012), y Carlotto (2012), proponen un nuevo contexto geológico del área del cuadrángulo de Cerro de Pasco. El mismo que es muy importante para interpretar los metalotectos que han proporcionado los con el contenido anómalo en diferentes metales en los sedimentos de quebrada.

2. Contexto geológico

Las fallas regionales de la región de Cerro de Pasco han controlado la actividad de cuencas sedimentarias y el emplazamiento de magmatismo desde el Carbonífero hasta el Cuaternario. El estudio estratigráfico de las unidades del Permo-Triásico (del Mitu al Pucará) es la clave para entender la evolución de los Andes. Durante el Pérmico superior al Cretácico inferior (grupos Mitu, Pucará, Goyllarisquizga, y las formaciones Chayllacatana, Chulec, Pariatambo y Jumasha). La geología estructural de la región de Cerro de Pasco estuvo formada por grabens y

horsts. En la zona de estudio se encuentra la parte norte del graben de La Oroya, ubicado al sur; y los hemigrabenes de Atacocha-Milpo-Ninacacay Carhuamayo al noreste (Fig. 1). Durante el Permo-Cretácico inferior, las fallas regionales Huallay, Tarma, Cerro de Pasco, Atacocha-Milpo-Ninacaca y Tlacacayan tuvieron el movimiento normal. En el Cretácico inferior, en el graben de La Oroya y en el hemigraben de Atacocha-Milpo-Ninacacana, a través de las falla Atacocha-Milpo-Ninacaca y la falla Tarma respectivamente, se emplazó el volcanismo alcalino de la Formación Chayllacatana del Cretácico inferior, acompañado de mineralización de cobre en amígdalas, que forman la franja de depósitos de Cu en rocas volcánicas del Cretácico, la cual puede estar relacionada con tierras raras.

El cambio de régimen tectónico extensional a compresional se dio en el Cretácico superior (Mégard, 1978). El continuo cambio de la dirección de esfuerzos provocó que las fallas regionales tengan movimientos inversos y transcurrentes, en donde se desarrollaron zonas de transpresión y transtensión, propicias para el emplazamiento de yacimientos de minerales.

En el Eoceno el movimiento de las fallas regionales provocó que los grabens permo-cretácicos se inviertan, y se originen las cuencas sedimentarias de las formaciones Pocobamba y Calera. Contemporáneamente se emplazó el depósito aurífero de Quicayque forma parte de la franja de depósitos auríferos del Eoceno superior, la misma controlada por la falla Huayllay. También se emplazaron los depósitos polimetálicos de tipo MVT que constituyen la franja de depósitos polimetálicos estratoligados del Eoceno?, la misma que se encuentra en el graben invertido de Carhuamayo y está controlada por la actividad de los retrocambalgamientos de la falla Tlacacayan que hacen repeticiones tectónicas del Grupo Pucará.

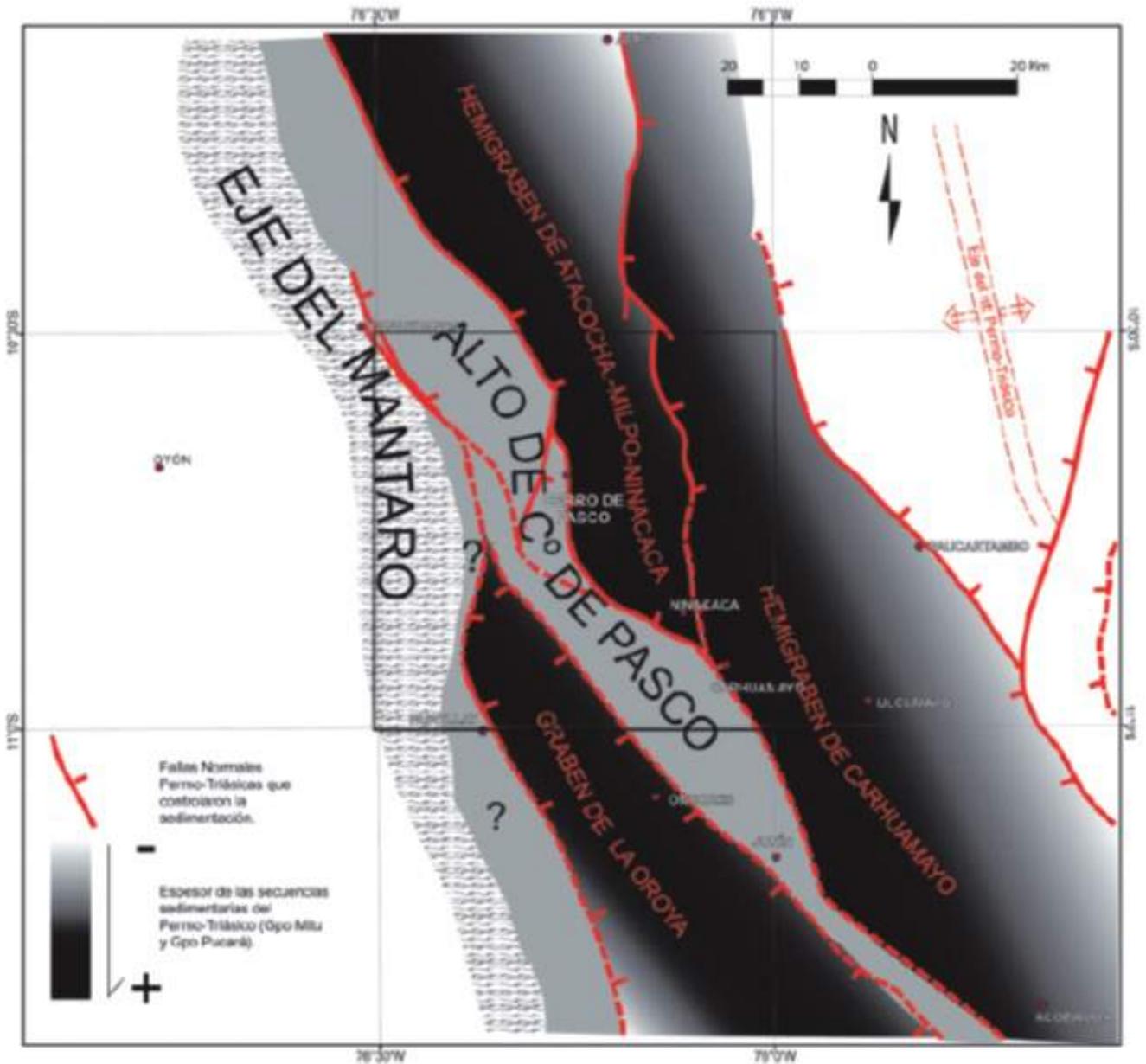


Figura 1. Grabens y horsts activos durante el Permo-Cretácico en el cuadrángulo de Cerro de Pasco, y su relación con las regiones adyacentes.

La continua actividad de las fallas regionales permitió que, a lo largo de la falla Atacocha-Milpo-Ninacaca, se emplacen en el Oligoceno domos subvolcánicas de composición dacítica que, al contacto con las calizas del Grupo Pucará, originaron los skarns, cuerpos y vetas de Atacocha, Milpo, Machcan, San Francisco, etc. Todas estas ocurrencias forman parte de la franja de depósitos polimetálicos en skarns, cuerpos y vetas del Oligoceno, la misma que se encuentra en la parte central del hemigraben invertido de Atacocha-Milpo-Ninacaca.

En el Neógeno, a través de la falla Cerro de Pasco, se emplazaron domos y diatremas de composición adakítica, relacionados a la mineralización polimetálica de Cerro de Pasco y Colquijirca. Ambos forman la franja de depósitos polimetálicos asociados a diatremas volcánicas del Mioceno, la cual se encuentra en la parte suroccidental del hemigraben de Atacocha-Milpo-Ninacaca. Finalmente, en el Mioceno superior, a través de la falla Huayllay, se

emplazaron depósitos polimetálicos del distrito de Huarón, que conforman la franja de depósitos polimetálicos asociados a intrusiones subvolcánicas del Mioceno, la misma que se encuentra en la parte noroccidental del graben invertido de La Oroya.

3. Anomalías significativas y su relación con la tectónica

En el año 2003, INGEMMET realizó un muestreo regional de muestras de sedimentos de quebrada de primer y segundo orden. En la zona de estudio se obtuvo 145 muestras, cada una abarca un área aproximada de 10 km². El resultado del muestreo dio como resultado 11 zonas anómalas, las cuales contienen diferentes elementos químicos.

3.1. Anomalía Huarón - Animón (Ag**Au**Cu**As**Sb**W**Mo**Pb**Zn**Hg*)

Está ubicada en el poblado de Huayllay. En la zona afloran las formaciones cenozoicas Pocobamba y Huayllay, cortadas por diques y un stock dacítico del Mioceno. Las estructuras principales son la falla Huayllay y la proyección del sistema de corrimientos del Marañón (Fig. 2).

Los valores anómalos son fuertes en Ag, Au, Cu, As, Sb, y W, y moderados en Mo, Pb, Zn, y Hg. Las evidencias de campo y los resultados evidencian que la anomalía proviene de la erosión de los yacimientos de Huarón y Animón, los mismos que forman parte de la franja de los depósitos polimetálicos asociados a intrusiones subvolcánicas del Mioceno.

3.2. Anomalía Puncha (Zn**As**Ag, Pb, Cu)

Está ubicada al norte de Huayllay y al sureste de la laguna Punrun. En la zona afloran los grupos Mitu y Pucará y las formaciones Pocobamba del Eoceno y Jeroc del Plioceno. Estructuralmente se tiene las fallas Huayllay y la proyección del sistema de corrimientos del Marañón.

Los valores anómalos son fuertes en Zn, As, y débil en Ag, Pb, y Cu. En el área de influencia, no se encuentran depósitos de minerales, pero se encuentra una zona de debilidad ocasionada por la terminación norte del graben de La Oroya. Se asume que la anomalía está ligada a la franja de los depósitos polimetálicos asociados a intrusiones subvolcánicas del Mioceno o la franja de depósitos de Cu en rocas volcánicas del Cretácico, la cual puede estar relacionada a REE (Fig. 2).

3.3. Anomalía Yurac Ccacca (Au*Zn*Mo*As*Hg*)

Está ubicada al noreste de la laguna Punrun. En la zona afloran las formaciones Pocobamba del Eoceno y Jeroc del Plioceno, y stocks de dacitas y andesitas del Eoceno. Estructuralmente se tienen la falla Huayllay y la proyección del sistema de corrimientos del Marañón.

El contraste geoquímico es moderado en Au, Zn, Mo, As y Hg. En el área de influencia no se encuentran minas, pero las interpretaciones tectónicas indican que la anomalía se encuentra en la parte norte del graben invertido de La Oroya, controlado por las fallas Huayllay y Tarma. Se interpreta que se pueden encontrar depósitos auríferos tipo Quicay. Los valores anómalos y el tipo de magmatismo indican que la zona se encuentra dentro de la franja de depósitos auríferos del Eoceno superior (Fig. 2).

3.4. Anomalía Quicay (As**Au*Zn*)

Está ubicada al oeste de Cerro de Pasco. Afloran la Formación Jeroc del Plioceno y diques de composición andesítica-dacítica del Eoceno. Estructuralmente se tienen a las fallas Huayllay y la proyección del sistema de corrimientos del Marañón.

En esta área se encuentra la mina Quicay. Los valores anómalos son fuertes en As y moderados en Au y Zn, lo que evidencia que la anomalía es producto de la erosión

de la mina Quicay, la misma que forma parte de la franja de depósitos auríferos del Eoceno superior (Fig. 2).

3.5. Anomalía Pampa Iscaicocha (Au*Mo*Hg*Pb, As).

Está ubicada en el sector NO del cuadrángulo de Cerro de Pasco. En la zona afloran los grupos Cabanillas del Devónico, Mitu del Permo-Triásico, Pucará del Triásico-Jurásico, y Goyllarisquizga del Cretácico inferior, cortados por diques porfíricos del Eoceno. Estructuralmente, en este sector se encuentran el s

istema de corrimientos del Marañón y la falla Huayllay. El contraste geoquímico en esta zona es moderado en Au, Mo y Hg, y débil en Pb y Hg. En el área de influencia de la anomalía no se encuentran depósitos de minerales.

Tectónicamente se encuentra entre el alto de Cerro de Pasco y el eje del Marañón. Los resultados hacen suponer que esta anomalía estaría ligada a la franja de depósitos auríferos del Eoceno superior, tipo Quicay (Fig. 2).

3.6. Anomalía Marcapunta - Colquijirca (Au**Cu**Pb**As**Sb**Hg**Ag*)

Está ubicada en el distrito minero de Colquijirca, donde afloran los grupos Cabanillas del Devónico, Mitu del Permo-Triásico, Pucará del Triásico-Jurásico, las formaciones eocenas Pocobamba y Calera, y los domos subvolcánicos miocenos de Marcapunta. Estructuralmente se tienen las fallas Cerro de Pasco y San Juan.

En esta área se encuentra las minas de Marcapunta y Colquijirca, por lo que se considera que la anomalía procede de la erosión de dichas minas (Fig. 2).

3.7. Anomalía Cerro de Pasco (Pb**Zn**Au**Hg**As**Sb**Ag*Cu*)

Está ubicada al norte y noreste de Cerro de Pasco, donde afloran los grupos Cabanillas del Devónico, Mitu del Permo-Triásico, Pucará del Triásico-Jurásico, Goyllarisquizga del Cretácico inferior, y la Formación Chayllacatana del Cretácico inferior, afectadas por las fallas de Cerro de Pasco y el sistema de fallas Atacocha-Milpo-Ninacaca.

En esta área se encuentran las minas El Pilar y Milpo, por lo que se infiere que la anomalía es producto de la erosión de dichas minas (Fig. 2).

3.8. Anomalía Ninacaca (Pb**Zn**Au*As*Hg*Ag)

Está ubicada al norte del poblado de Carhuamayo, donde afloran los grupos Ambo del Carbonífero, Mitu del Permo-Triásico, y Pucará del Triásico-Jurásico. Estructuralmente se encuentran la falla Tíclacayan y fallas locales de dirección NO-SE.

Dentro de esta zona se encuentran las minas Shalipayco, Bad Luck, Optimismo y Hope. Los valores anómalos son fuertes en Pb y Zn, moderados en Au, As, Hg, y débiles en Ag.

Esta área forma parte de la franja de depósitos polimetálicos estratoligados (MVT) del Eoceno? (Fig. 2). Las zonas prospectables son las trazas de los retrocabalgamientos de la falla Tíclacayan.

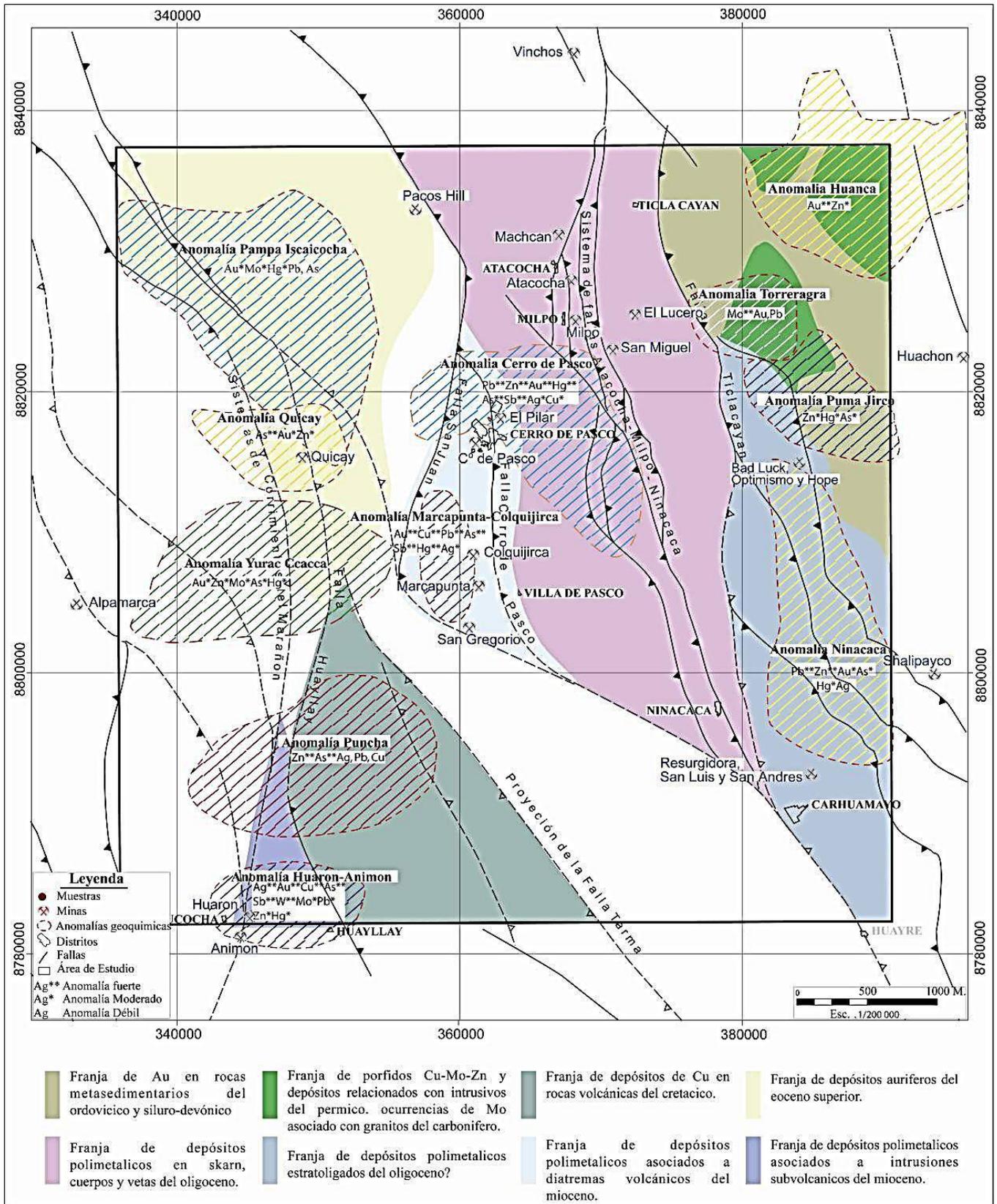


Figura 2. Anomalías geoquímicas de sedimentos de quebrada relacionadas a los controles estructurales regionales y franjas metalogénicas.

3.9. Anomalia Punta Jirco (Zn*Hg*As*)

Está ubicada al norte de las minas Bad Luck, Optimismo, y Hope, donde aflora el Complejo metamórfico del

Marañón, los grupos Ambo del Carbonífero, Mito del Permo-Triásico, Pucará del Triásico-Jurásico, e intrusivos oligocenos. En esta área se encuentra fallas locales de dirección NO-SE.

El contraste geoquímico es moderado en Zn, Hg y As. De acuerdo a las relaciones de campo, esta anomalía está relacionada a los retrocamballos de la falla Tlacayan. Esta zona es prospectable para depósitos MVT de la franja de depósitos polimetálicos estratoligados del Oligoceno? (Fig. 2)

3.10. Anomalía Torreragra (Mo**Au,Pb)

Está ubicada al noreste de San Juan de Yanacachi, donde aflora el Complejo metamórfico del Maraón y un stock de metagranitos del Carbonífero. En el área las fallas regionales no tienen mayor influencia.

El contraste geoquímico en esta anomalía es fuerte en Mo, y moderado en Au y Pb. Entonces estos resultados están ligados a la franja de pórfidos Cu-Mo-Zn y depósitos relacionados con intrusivos del Pérmico y ocurrencias de Mo asociadas con granitos del Carbonífero (Fig. 2).

3.11. Anomalía Huanca (Au**Zn*)

Esta anomalía se ubica en el extremo noreste del cuadrángulo, al este de Tlacayan, donde afloran principalmente rocas del Complejo metamórfico del Maraón, intrusivos carboníferos-pérmicos de San Rafael y Quilacocha, y los grupos Mitu y Pucará.

La presencia de oro en esta área anómala estaría relacionada a las rocas metamórficas del complejo del Maraón. Esta zona forma parte de la franja de Au en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico (oro orogénico?) (Fig. 2).

4. Conclusiones

Se concluye que los yacimientos de minerales están emplazados en fallas que controlaron grabens y horsts del Permo-Cretácico inferior. Igualmente, las anomalías de sedimentos de quebrada también están relacionadas con las fallas que controlaron dichos grabens y horsts. Se han determinado los controles regionales de las anomalías de Puncha, Yuraccacca, y Pampa Iscaycocha, las cuales se encuentran cubiertas por material cuaternario.

Referencias

- Carlotto, V. 2012. Large structural controls of mineral deposits of Peru. Resumen, XVI CPG, Lima.
- Carlotto, V., Romero, D., Chacaltana, C., Valdivia, W. 2005. INGEMMET, Dirección de Geología Regional, I Escuela de campo de geología, Reporte interno.
- Cueva, E. 2008. Estratigrafía, sedimentología y tectónica de la Meseta de Bombón (Cerro de Pasco). Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 123 p.
- Mégard, F. 1978. Etude géologique des Andes du Pérou central. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, v. 86, 310 p.
- Rodríguez, R., Cueva, E., Carlotto, V. 2011. Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 144, 164 p.