



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## SOBRE EL POTENCIAL DE MINERALIZACION DE Cu, Au TIPO IOCG EN LA COSTA NORTE DEL PERU PARALELO 9°-12°

J Pedro Reyes Vivar

Raimondi Exploraciones EIRL, Preyesj856@gmail.com

### Resumen

Los depósitos de Óxidos de Hierro, Cobre y Oro (IOCG), están reconocidos en la margen occidental de los andes entre el paralelo 14° en Perú y la zona costera de Chile. En contraste, en el sector norte de la costa peruana, estos yacimientos no están bien identificados, por lo que se propone la ocurrencia de estos, a partir de la identificación de mineralización de Cu, Au y Fe en el campo, evidenciada en (aun) pequeñas pero numerosas operaciones mineras. Asimismo a pesar de que la definición de un sistema IOCG implica un amplio rango de (sub)tipos de depósitos, en la costa norte del Perú se ha reconocido un marco tectónico de este tipo de depósitos, asociados a un magmatismo alcalino a calco-alcalino del Jurásico–Cretácico, desarrollado en una cuenca de tras arco de cordillera en un régimen extensional (Polliand 2005). Entre el paralelo 9° y 12° este ambiente se ha identificado, asociado en la cuenca Huarmey del albiano. (Myers 1983).

La mineralización de Cu proviene de la calcopirita, complementando bornita y minerales secundarios, el Au está en estado libre y como electrum dentro de la calcopirita, pirrotita y magnetita principalmente. Complementariamente ocurre pirita (marcasita), hematita, molibdenita y actinolita, sericita, clorita y arcillas como gangas principales. La mineralización se presenta en geometrías de cuerpos alargados, vetas y brechas, dentro de (meta) vulcanitas del grupo Casma y en rocas intrusivas del batolito costero. Las estructuras presentan una orientación preferente de 100°-120°, con buzamiento variable desde 30° hasta sub-verticales.

A raíz de recientes investigaciones, donde se propone una asociación (por lo menos espacial), entre la ocurrencia de masas (>10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) de cuarzo, con la denominación de cuarzo “POD”, con

los depósitos IOCG (Lobo 2004). Estas se han identificado, por lo menos en 5 localidades en el área de trabajo. Lo cual sugiere la importancia de este concepto y su validez como herramienta útil, en la exploración de este tipo de depósitos.

Los tenores de mineralización, en pequeñas operaciones mineras, oscilan en los rangos de 10g/t Au-15 g/t Au @ 2% Cu, con contenidos variables de Ag y Mo. El potencial de mineralización es aún desconocido por la envergadura y limitaciones de estas pequeñas operaciones mineras. Pero por el número de ocurrencias y proyecciones geométricas de estas en el campo, se estima de carácter importante para interés de operaciones de mediana, (si-no) de gran minería.

Palabras Claves: IOCG depósitos, Cuencas extensionales, grupo Casma, Cuenca Huarmey.

### Summary

Deposits of Iron, Copper and Gold Oxides (IOCG) are recognized well known on the western margin of the Andes between the 14th parallel in Peru and the coastal north of Chile. In contrast, in the northern sector of the Peruvian coast, these deposits are not well identified, so the occurrence of these is proposed in these sector, based on the identification of Cu, Au and Fe mineralization in the field. Likewise, although the definition of an IOCG system implies a wide range of (sub) types of deposits, a specific tectonic framework associated with an alkaline to calco-alkaline magmatism of the Jurassic-Cretaceous period has been recognized on the northern coast of Peru. in a back arc basin between the mountain range in an extensional regime (Polliand 2005). Between the 9th and 12th parallel this environment has been identified, associated at the Huarmey basin of the albiano. (Myers 1983).

The mineralization of Cu comes from the

chalcopyrite, complementing bornite and secondary minerals, the Au is in free state and as electrum within the chalcopyrite, pyrrhotite and magnetite mainly. In addition, marcasite, hematite and molybdenite occur. Actinolite, sericite, chlorite, carbonates and clays as main complements. The mineralization occurs in geometries of elongated bodies, veins and breccias, within (meta) volcanics rocks of the Casma group and in intrusive rocks of the coastal batholith. The structures have an orientation of 100°-120° mostly, with variable dip from 30° to sub-vertical.

Following recent research, which proposes an association (at least spatial), between the occurrences of masses of quartz  $> 10^6\text{m}^3$ , with the generic name of quartz "POD", with IOCG deposits (Lobo 2004). These have been identified in at least 5 locations in the work area. This suggests the importance of this concept and its validity as a useful tool in the exploration of this type of deposits.

The mineralization levels, in small mining operations, range from 10g/t Au-15 g/t Au @ 2% Cu, with variable contents of Ag and Mo. The potential for mineralization is still unknown due to the size and limitations of these small mining operations. But due to the number of occurrences and geometric projections of these in the field, it is considered important for the interest of médium sized operations, and maybe of large mining.

Key words: IOCG deposits, extensional basins, Casma group, Huarmey basin.

#### Geología Regional

La presente investigación está enfocada en la franja costera del norte del Perú entre los paralelos 9° y 12°. En esta franja predomina la ocurrencia de facies volcano-sedimentarias del grupo Casma (albiano) y el emplazamiento del Batolito de la costa en el Paleogeno, ambas como parte de la Cuenca Occidental Peruana (Myers, 1983). El grupo Casma en su facies volcánica erupcionaron hace 100-95 MA, a través de fisuras a partir de grandes cámaras de magma Gabroico, diorítico y tonalítico del batolito costanero subyacente (Meyers 1983). El marco tectónico de formación corresponde a una cuenca de intraarco, desarrollada en la margen occidental peruana bajo un régimen extensional en el cretácico (Polliand 2003), contexto similar identificado para la costa sur peruana, en la cuenca Cañete y Arequipa (Sillitoe, 2003). Las rocas del grupo Casma, presentan facies de metamorfismo de diverso grado por el magmatismo posterior asociado al emplazamiento del batolito de la costa (A Sanchez 1985). Las unidades intrusivas en la región corresponden al segmento Lima. Las

unidades del Batolito se presentan por lo general en geometría elongadas de Norte a Sur, paralelas a los andes. Su composición varía de gabro-diorita pasando por tonalita-granodiorita hasta granitos. Se ha reconocido hasta 5 eventos intrusivos desde 140 a 53 Ma, de los cuales el último es el más continuo, desde 97 a 53 Ma. Estos intrusivos están relacionados al origen de yacimientos vulcanogénicos de sulfuros masivos, óxidos de Fe-Cu-Au y pórfidos de Cu-Mo (Villareal 2009).

#### Mineralización

La mineralización está compuesta principalmente de Au y Cu con contenidos variables de Ag, Mo y U. Asociada a cuerpos de geometría elongada, vetiformes y brechas emplazados en rocas volcano-sedimentarias del albiano (grupo Casma), así como unidades del batolito de la costa. En algunos casos las estructuras están cortando el contacto entre ambas unidades (grupo Casma y batolito), observándose un incremento de la mineralización de Cu y Au cerca del mismo. Los ensambles de mineralización observados en terreno, están representados por calcopirita, bornita, pirrotita, pirita (marcasita), magnetita, hematita (muchkenovita) y +-molibdenita asociada a ensambles de alteración dominada por Actinolita, cloritas, albita, sericita, piroxenos, carbonatos, cuarzo, ilmenita, epidota y arcillas. El Au, se presenta en estado libre, por lo general asociado con la calcopirita (Cu), pirrotita y magnetita. En algunos lugares se reporta valores sobre los 100 ppm de U, lo que sugiere la presencia de Autunita ( $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , mineral reportado en depósitos IOCG similares.

La mineralización se emplaza preferentemente en andesitas (tufos y lavas), con algún grado de metamorfismos, así como en unidades del batolito de la costa, súper unidad Santa Rosa y Coralillo. En algunos casos las estructuras están cortando ambas unidades y la mineralización parece tener un mejor desarrollo cerca de los contactos.

#### Presencia de Cuarzo "POD"

En los distritos metalogénicos (de diversas latitudes) donde ocurren depósitos tipo IOCG, se ha reportado la presencia de grandes masas de cuarzo ( $>10^6 \text{ m}^3$ ), con una asociación espacial entre ambas ocurrencias.

El pionero en el estudio de estos cuerpos masivos de cuarzo y creador de la denominación de cuarzo "Pod" es el Dr. Alberto Lobo Guerrero, quien postula que las ocurrencias de cuarzo POD serían las facies distales y que tienen una relación espacial con la mineralización de tipo IOCG.



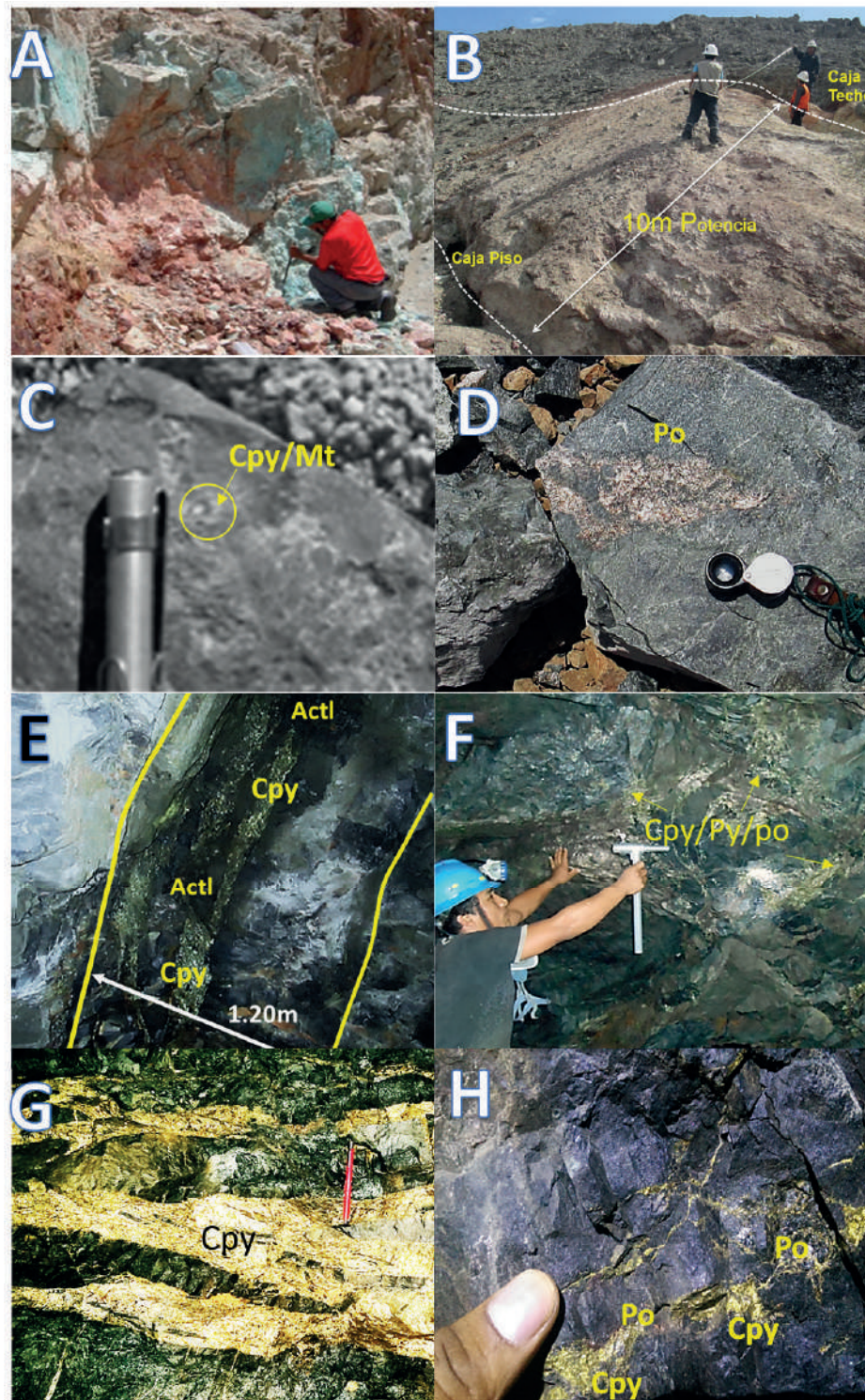


Figura 01. Diversas texturas de mineralización de Cu-Au-Fe, presentes en la region (Casma, Huarmey y Barranca). A, Oxs/Slfts de Cu, prospecto Adan-Casma. B, Afloramiento de una veta con mineralización de Au,Cu Fe, zona intemperizada con predominio de arcillas. C, Ocurrencia de calcopirita y magnetita en un fragmento de core, proyecto (Ex) Divimin. D, Fragmento de la pared labor minera, patches de pirrotita aurífera englobados en andesita porfirítica. E, Estructura de sulfuros con predominio de calcopirita, intercresida con actinolita, ley promedio 12 g/t Au@ 2% Cu. F, Vista de un Ore Body de sulfuros, calcopirita,pirita y pirrotita, con contenido de 27 g/t Au@ 2.5 % Cu. G, Zona de concentración de sulfuros y oro, con predominio de calcopirita (Cortesía Ing F. Sanchez). H, Detalle de la mineralización de Au y Cu en calcopirita y pirrotita en una matriz de toba andesita metamorfozada (metavulcanita).

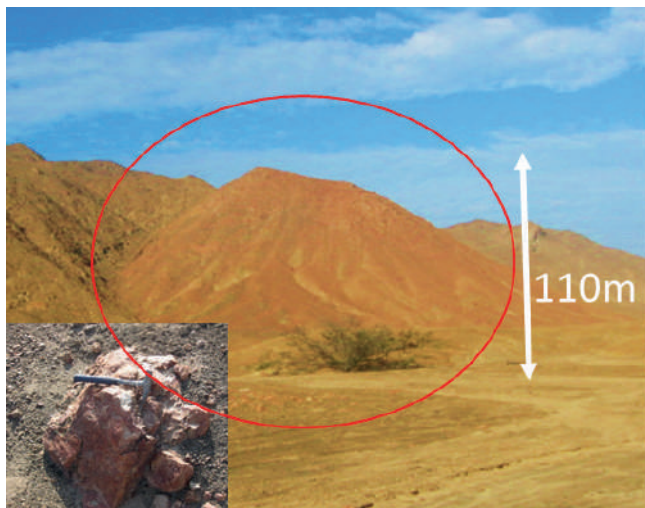


Fig 2, Ocurrencias de cuarzo “POD” cerca a localidad de Tanguche.

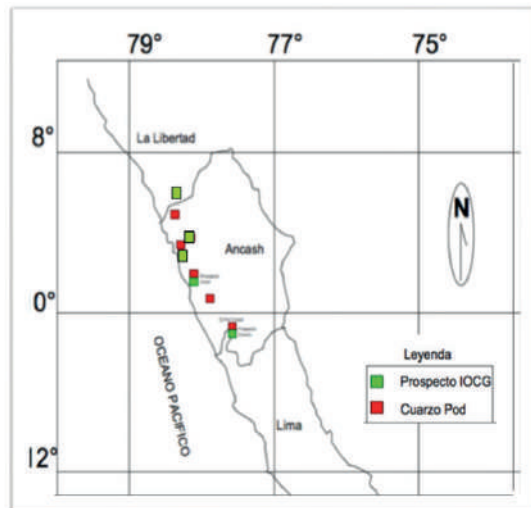


Fig 3. Distribución de las ocurrencias de cuarzo “POD” relacionado a prospectos tipo IOCG, en la costa norte del Perú.

Aunque la relación genética entre el Cuarzo POD y los Yacimientos IOCG no está suficientemente documentada, es importante reportar estas ocurrencias porque su relación espacial. En el Perú, se han identificado esta ocurrencias en la costa sur, en las montañas Romerillo, en Acari, Arequipa (Martínez, 2010), en la zona de Barranca, proyecto Divimin (Biminchumo 2013) y en la presente publicación se reporta por lo menos 5 ocurrencias de cuarzo “Pod” en la costa norte (ver fig. 3).

La relación, ocurrencia de cuarzo POD y mineralización IOCG está en etapas tempranas de estudio, sin embargo por la relación espacial entre ambas ocurrencias, encontrada en los ejemplos mencionados, es importante identificar estas masas de cuarzo, como vector guía para la identificación en sus cercanías de mineralización IOCG (LOBO, E 2010).

Conclusiones

La ocurrencia de mineralización de Cu, Au y Fe, en diversos lugares entre los paralelos 9° y 12° en la costa norte del Perú, presentando ensambles mineralógicos, geoquímica, y contexto geológico de cuenca de intra-arco en régimen extensional, evidencian las características de mineralización tipo IOCG.

El conocimiento de este tipo de mineralización está en etapas tempranas, por lo que es importante la caracterización apropiada de estas ocurrencias

para orientar y generar nuevos proyectos de exploración en el área.

La complejidad de formación, en estos depósitos, aunada a la variación de los ensambles mineralógicos debido al zonamiento hidrotermal, son variables importantes a tener en cuenta en el reconocimiento de ellos. Así, por ejemplo se ha observado los minerales ganga como cuarzo, anfíboles (Actinolita), piroxenos, magnetita, pirita y pirrotita, varían drásticamente en el contenido en masa total, de un depósito a otro, de contenidos > 50% en algunos, pueden pasar a contenidos imperceptibles de los mismos en otros depósitos.

El potencial de este tipo de mineralización es aún desconocido en la región, sin embargo en base a las evidencias de campo como las descritas en esta publicación, se estima que existen oportunidades para la ocurrencia de depósitos IOCG que soporten operaciones de mediana minería, en el orden de decenas MM Toneladas con leyes >5 g/t Au, >1% Cu, o de gran minería en ocurrencias de mineralización diseminada, en grandes volúmenes con leyes en el orden de 1g/t Au y 0.3%-0.5% Cu.

Agradecimientos

A los colegas geólogos que acompañaron en los trabajos de campo, en particular a los Ings Cesar Cardenas, Guillermo Biminchumo y Alberto Chipana entre otros, con quienes compartimos tareas e intercambio de opiniones, lo cual ha hecho posible la presente publicación.



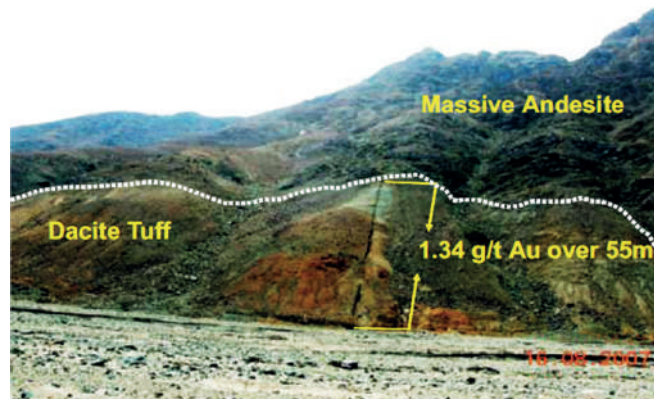


Fig 4. Ocurrencia de mineralización de Au, asociado a sistemas IOCG, cerca localidad Tanguche. Tomado de reporte público de (ex) exploradora junior en los 1990s.

#### Referencias

Sanchez, A., Molina, O., Gutierrez, O., 1995. Geología de los cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras. Ingemmet, Carta Geológica Nacional, V. 59.

Acosta, J., Santisteban, A., 2007. Control estructural de la cuenca cretácica Casma y su relación con el emplazamiento del batolito de la costa y los yacimientos metálicos entre Mala y Trujillo. Ingemmet.

Marc Polliand., E Schaltegger., E Martin., Luis Fontbote., (2005). Formation of intra-arc volcanosedimentary basins in the western flank of the central Peruvian Andes during Late Cretaceous oblique subduction: field evidence and constraints from U–Pb ages and Hf isotopes. Earth Sci Journal (Geol Rundsch), V94: 231–242.

Lobo-Guerrero 2004. “Quartz pods: an exploration guide to iron-oxide–copper–gold mineralization?” SEG 2004 Predictive Mineral Discovery Under Cover Economic Geology

Research Institute.

Barton, M.D. and Johnson, D.A., 1996. Evaporitic source model for igneous related Fe oxide-(REE-Cu-Au-U) mineralization. Econ. Geol, V. 24, p. 259-262.

De Haller, A., Fontboté, L., 2009. The Raul-Condestable iron oxide copper–gold deposit, central coast of Peru: ore and related hydrothermal alteration, sulfur isotopes, and thermodynamic constraints. Econ. Geol. V. 104, 365–384.

J.-F. Montreuil, L. Corriveau and E.C. Grunsky., 2013. Compositional data analysis of hydrothermal alteration in IOCG systems, Great Bear magmatic zone, Canada: Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, V.13; p229-247.

Biminchumo, E., 2013. Análisis geológico del cuerpo de cuarzo Pod Caseli del IOCG DIVIMIN, usando como herramientas magnetometría, espectrometría y polarización inducida Ancash, Lima-Perú. Tesis UNI FIGMM.