



**SGP**  
FUNDADA 1924

**XVIII Congreso Peruano de Geología**

## **JULCANI – MINA EMBLEMÁTICA DE MINAS BUENAVENTURA CON 63 AÑOS DE OPERACIÓN. RESULTADO EXPLORACIÓN PROYECTA DIEZ AÑOS MÁS DE VIDA HUANCVELICA-PERU**

Héctor Barrionuevo ([hector.barrionuevo@buenaventura.pe](mailto:hector.barrionuevo@buenaventura.pe)) Cía. de Minas Buenaventura SAA.

### **RESUMEN**

El distrito minero Julcani se caracteriza por una mineralización epitermal de alta sulfuración con zoneamiento de metales preciosos hacia polimetálicos. Una temprana erupción voluminosa de rocas piroclásticas fue sucedida por el emplazamiento de una serie de domos de composición dacítica a riódacítica. Genéticamente está relacionada a un breve pulso de actividad magmática calco alcalino (10.5 MA). El centro volcánico se ubica sobre un anticlinal erosionado irregularmente de estratos de edad del paleozoico al mesozoico y posiblemente la efusión volcánica haya sido controlada por la intersección de fallas longitudinales y transversales.

Las soluciones hidrotermales se extienden desde el centro del sistema (domo Tentadora), migrando a los laterales definiendo un patrón de zoneamiento mineralizado Py-Au-W-Cu-Ag-Bi-Pb. El tipo de yacimiento es de relleno de fisuras con vetas angostas que varían de 0.10 a 4.0 metros de ancho. Actualmente se explotan vetas argentíferas de 0.10- 0.50 m de ancho por corte y relleno convencional.

La producción acumulada durante la operación de Buenaventura (1953-2015) alcanzó las 8'073,563 tc @ 16.0 oz Ag, obteniendo 105.770 MM oz Ag finas (sin subproductos). El año 2015 se produjo 3.26 MM oz Ag finas batiéndose el record histórico de producción anual.

Este distrito minero ha sido trabajado desde la colonia en la parte central, conocido como "Ccorimina", explotándose el oro liberado en las vetas piritosas oxidadas, así como el oro libre

asociado al cuarzo. Se reporta trabajos discontinuos en el tiempo por pequeños mineros. El primer descubrimiento de tungsteno en el Perú fue reportado en Julcani por Gandolini (1901); con el tiempo las reservas de este metal en Julcani como sub producto fueron importantes "2.5 millones de t de mineral de tungsteno de baja ley 0.3-0.5% WO<sub>3</sub>" (Li y Wang, 1943), facilitando la ampliación de la planta concentradora por su demanda durante la II guerra mundial. En 1907 se funda la "Sociedad Angaraes" efectuando una operación en forma ordenada a pequeña escala. Un incremento de producción fue iniciado por la "Sociedad Minera Suizo Peruana-Julcani" (1936- 1945) pero siempre orientada al oro y como sub producto el wolframio. La "Cerro de Pasco Corporation" (1945-1951) tomó la operación orientándola a la plata-bismuto, parando sus trabajos en 1951 dejando solo 11,800 t de reservas de mineral. Sus reportes indicaban un "potencial de mineral restringido" debido a una teoría negativa que indicaba que un sistema epitermal de este tipo no profundizaba. En 1952 las minas fueron tomadas en opción por el Ing. Alberto Benavides, quién fundó en 1953 la "Cía. de Minas Buenaventura".

Minas Buenaventura continuó la operación en 1953, encontrando más reservas de Ag-Bi en el distrito llegando en la década de los 60' a ser el mayor productor de bismuto en el Perú (> 0.1 % Bi en la cabeza) y colocando al país como una fuente importante en el mundo (moda de los cosméticos). Entre los años 2000-2002 tiende a

agotarse las reservas de mineral y la mina Julcani entró a priorizar la exploración. El suscrito y su equipo en base a la recopilación de los estudios e interpretaciones del zoneamiento mineralizante, reorientó las exploraciones encontrando en el año 2003 el área de Acchilla ubicando mineral argentífero de alta ley, la cual continúa actualmente en producción. En el año 2016, hemos definido siguiendo el patrón de zoneamiento una nueva área de exploración llamada Taype Galindo. Estimamos que su potencial podría garantizar la operación futura a más de 10 años.

Julcani, ha sobrevivido en el tiempo, pasando por etapas muy difíciles de bajos precios,

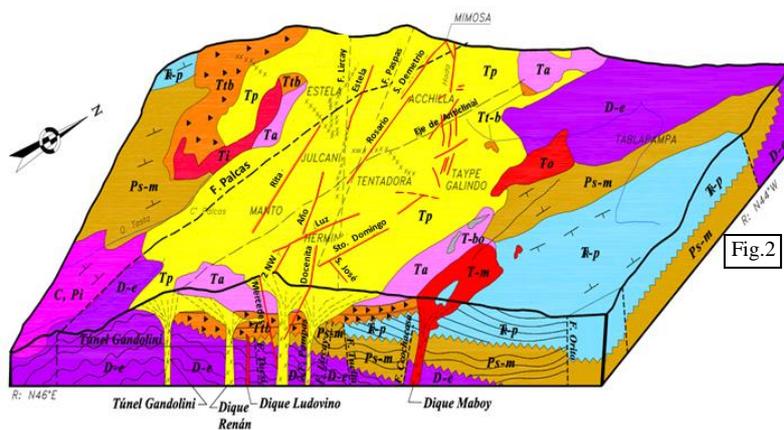
## 1. GEOLOGIA DISTRITAL

Las rocas más antiguas están constituidas por una secuencia de rocas metamórficas y sedimentarias, de edad Devónico inferior a Cretáceo inferior, pertenecientes a los Grupos Excelsior (filitas), Ambo (conglomerados), Mitu (areniscas rojas), Pucará (calizas), Goyllarisquiza (cuarcitas) y la formación Chulec (calizas). Estas rocas forman un anticlinal asimétrico con un eje NNE a SSW, el cual ha sido afectado , primero por fallas N-S paralelas al eje, luego por fallas transversales NW-SE. En la intersección de estas

inestabilidad política y/o reservas limitadas debido a sus vetas angostas pero de alta ley de plata. “Durante mi vida he visto en nuestras minas más tiempos difíciles que escasos periodos de bonanza, así que, sabemos que saldremos de esta actual crisis más fuertes...” (Roque Benavides, CEO Buenaventura, 2015).

El presente artículo se basa en múltiples trabajos de investigación y de trabajo geológico de la mina, resaltando las contribuciones de Alberto Benavides Q., Ulrich Petersen, Donald Noble, Jorge Benavides A., Mario Arenas, Oscar Mayta, Julio Meza, geólogos de mina y nuestra interpretación del zoneamiento.

fallas posiblemente se formó una zona de debilidad que favoreció el emplazamiento del centro volcánico conformado por brechas piroclásticas, domos lávicos, flujos de lavas y diques de composición dacítica a riódacítica de edad Mioceno tardío (10.5 Ma +/- 0.3 K-Ar D.Noble). Fig.2



		UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	
		Depósitos Aluviales.	Q-a. d
		Deslizamientos	
ROCAS DEL CENTRO VOLCANICO (10.5 MMa)	Diques y Domos	Domo Orccohuasi	Tol Tb
		Dique Bulolo	Tt
		Dique Tentadora	Tt
		Antacancha	Tt
		Domo Mabov	Tm
		Tufasitas	Ti
	Dómica	Dique San Pedro	TSD
		Flujos de Autobrecha	Ta
		Flujo de lava	Tl
		Domos Protrusivos	Tp
		Piroclastos (tufo brecha)	Ttb
Trias-Jur	Goo. Pucará	Disc.	Tr-o
	Goo. Mitu	Disc.	Ps-m
Paleozoico	Goo. Excelsior	Disc.	Di-e

Fig.2. Sustratum sedimentario cortado por secuencia volcánica de brechas piroclásticas, domos, lavas, diques, vetas y diques post mineral.

## 2. GEOLOGIA ECONOMICA

Es un distrito de vetas epitermales de alta sulfuración. Se reportan en la franja argentífera, cientos de vetas angostas de relleno de fisura

con anchos de 0.05 a 4.0 m. Actualmente se explotan vetas menores a 0.50 m de ancho por corte y relleno. La producción es de 500 t/día.

Hay 4 sistemas principales el primero NW, un segundo sistema E-W, el tercero N-S y un cuarto NE. La longitud económica de las vetas varían de 50 metros en los ramales de vetas hasta 500 metros en las vetas principales. La profundidad con mineral económico en las vetas varía de 100 a 500 metros, algunas vetas afloran y se cierran en profundidad y otros aparecen a media altura y llegan hasta el contacto litológico volcánico-sedimentario. En los alrededores, dentro de las filitas Excelsior ( 1 Km al sur) existe la mina Cambalache de Ag-Pb-Zn, trabajado artesanalmente, sin embargo los isotopos de Pb indican una fuente distinta y diferente edad de mineralización. Dentro de las calizas Pucará se reportan lentes oxidados de Fe-Pb-Zn del tipo MVT no económicos. Fig. 3

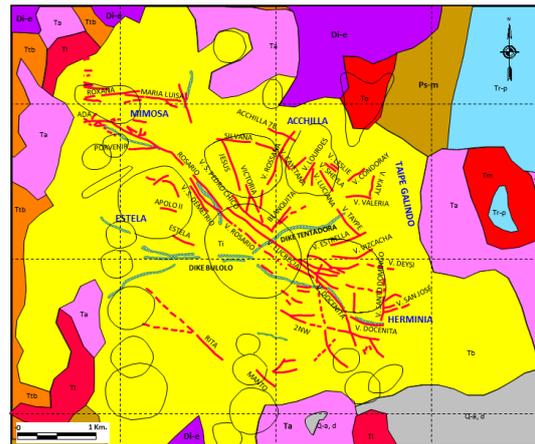


Fig.3.Sistemas de vetas en el volcánico

### 3. MINERALIZACION Y ALTERACION

La mineralización en las vetas así como la alteración de las rocas cajas permiten hacer una buena correlación entre los diferentes tipos de mineralización y la alteración asociada a ellos. Cuadro 1.

Etapa Mineralización		Etapa Alteración	
		1	Turmalinización
1	Pirita-wolframita-oro.	2	Argílica avanzada I : cuarzo(vuggy)-pirofilita-pirita+-alunita
2	Enargita-tetraedrita-baritina	3	Argílica avanzada II : cuarzo-alunita-kaolinita-pirita.
3	Tetraedrita-(SbBi) <sub>2</sub> -bournonita	4	Argílica avanzada III : cuarzo-kaolinita-pirita.
		5	Sericítica: cuarzo-sericita-pirita. (bordes alteración 3 y 4)
4	Galena-sulfosales de plomo-esfalerita	6	Argílica intermedia: cuarzo-caolinita-montmorillonita-clorita
5	Galena-esfalerita-siderita	7	Propílica: montmorillonita-clorita-calcita-epídota

La turmalinización es la alteración temprana, se presenta dentro de las brechas intrusivas, pebble dike y tuficitas del área central de Tentadora. Los diques fuera de esta zona central "caliente" no presentan turmalinización.

El zoneamiento mineralógico desde la parte central hacia los bordes se define por 5 tipos de ensambles, de acuerdo a sus mayores constituyentes. (estudio parcial por Jorge Benavides 1983). Estos ensambles ocurren en ciertas zonas y pueden estar algo superpuestas por el estado de equilibrio local. Sulfosales de plata en menor cantidad han sido reportados en la etapa 3.

Ensamble 1 pirita-wolframita-Au. ocurre en la parte central y más caliente del área Tentadora; gran parte del oro está en solución sólida con la pirita, el oro libre ocurre después de emplazados el cuarzo-pirita-wolframita. (De Montreuil, 1971). La wolframita ocurre como ferberita (Soler, 1971) y está en equilibrio con el cuarzo y pirita. Las leyes varían de 0.3 a 0.6 % WO<sub>3</sub> y 5-20 g Au/t. Ensamble 2 enargita-tetraedrita-baritina, formando clavos cortos en "rosario" no mayor a 30 metros > 100 oz Ag/t. La pirita central esta remplazada por enargita y tetraedrita con pirita fina, baritina y alunita en el relleno. La enargita está siendo remplazada por la tetraedrita y calcopirita. Ensamble 3 tetraedrita-(BiSb)<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-bournonita, ensamble (100-300 oz Ag) asociado a pirita y cuarzo de grano fino con menor cantidad de sulfosales de plata y otros sulfuros, (Goodell 1970). Fallas posteriores de corto desplazamiento ó refracturamientos de las estructuras mineralizadas son muy comunes. El mineral de bismuto (microsonda) se encontró que solo contiene bismuto, antimonio y azufre; se encuentran en menor cantidad aramayoita, andorita, proustita y pirargirita. Ensamble 4 galena – sulfosales de Sb-PB – esfalerita, ligado a una muy delgada alteración de cajas y con ganga de cuarzo, escasa baritina y siderita tardía. Desde hace años su extensión no se ha desarrollado por su bajo contenido de plata. (5-20 oz Ag y 3-20 % Pb). Ensamble 5 galena, esfalerita, siderita, genéticamente relacionado al ensamble 4, pero se separa porque se sobre impone tardíamente a otros ensambles mostrando un colapso interno del sistema hidrotermal. Esfalerita, marcasita y siderita muestran evidencia de haber continuado precipitando después de terminado el

emplazamiento de la galena y piritita. La siderita continuó precipitando mostrando que es la última fase tardía de todo el sistema.

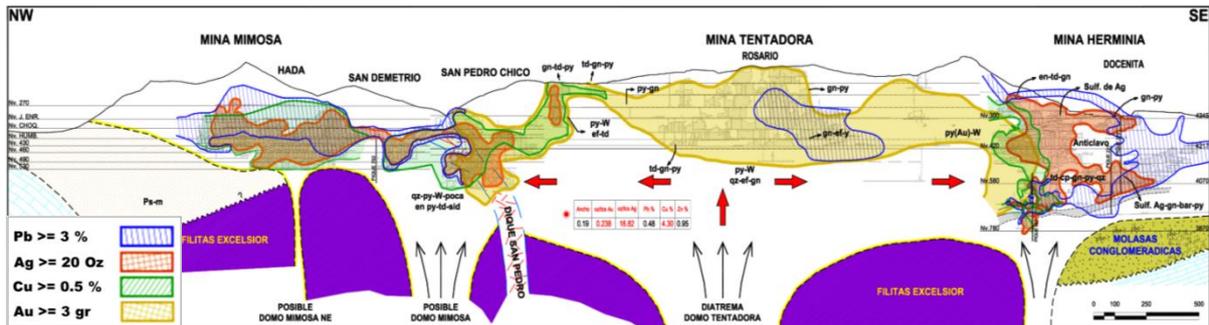


Fig. 4 Distribución de la mineralización vertical desde el foco hacia los laterales.

#### 4. ZONEAMIENTO

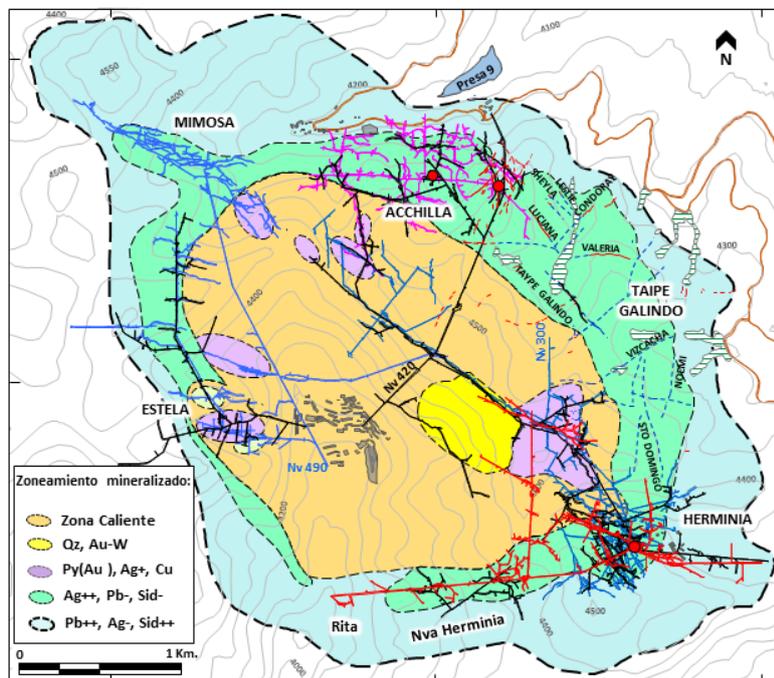


Fig. 5 Zoneamiento mineralizado del distrito.

Como se mencionó, los diferentes ensambles de mineral presentan una buena correlación con los diferentes ensambles de alteración de las cajas. El típico zoneamiento se gráfica en las sección longitudinal de las vetas de Herminia. Al plotear el radio Pb/Cu se nota un cambio lateral de valores bajos a altos en el zoneamiento Cu a Pb pasando por la banda de Ag. (Fig. 4) El cambio gradual que existe entre los ensambles 1 y 2, indica que ellos ocurren durante el mismo episodio mineralizante y que los cambios mineralógicos se deben al cambio gradual en las condiciones geoquímicas. Estos cambios graduales entre ensambles se pueden observar conforme se aleja de la fuente caliente. (Fig. 5).

En la vista NW-SE (fig. 4), partiendo desde el centro del sistema mineralizante, los valores de Au decrecen gradualmente. El tungsteno se enriquece hacia los márgenes del ensamble 1 (py-Au-WO<sub>3</sub>) y decrece con el desarrollo del ensamble 2 (en-th-ba), aquí el cobre se incrementa rápidamente en la zona de ocurrencia y luego decrece en su avance al este para dar lugar al ensamble 3 (th-(SbBi)2S<sub>3</sub>-bourn) dónde las leyes en plata se incrementan fuertemente (>100 oz Ag), para luego decrecer, entonces el plomo se incrementa gradualmente hasta altos valores (> 5 % Pb) en forma de monomineral principalmente como galena con poca plata, sulfosales Sb y Pb, baritina y finalmente siderita.

El zoneamiento observado en la mineralogía de las vetas, alteración y ratios metálicos sugiere que la mineralización ocurre como un simple episodio de actividad hidrotermal desde una fuente debajo del área de Tentadora. Las soluciones aparentemente fluyeron hacia arriba a través de las fracturas en dicha área de Tentadora y migraron lateralmente en todos los sentidos siguiendo estructuras. (fig.5).

#### 5. APLICACIÓN EN LA EXPLORACION DEL ZONEAMIENTO

En los años 2000 a 2003 la mina Julcani entro en un proceso de reducción gradual de su producción debido al agotamiento de las reservas. El año 2002 se entró a la etapa de reconversión laboral. La alta dirección de Buenaventura encargó al suscrito y su equipo una revisión del distrito teniendo en cuenta el

“know how” y los trabajos de investigación de diferentes autores. Entendimos que el sistema hidrotermal migraba en todas las direcciones a partir del centro “caliente” de Tentadora. Es así que, en la extensión hacia el SE se trabajó las áreas Lucrecia y Herminia y radialmente en el sentido horario las áreas Nueva Herminia, Manto, Rita, Estela y Mimosa. Faltando explorar el sector Norte (Acchilla) y NE (Taype Galindo).

El estudio de la distribución del K-Rb (Scherkenbach, 1978) mostraban mayor concentración de Rb en el centro “caliente” de Tentadora (Py-Au-WO<sub>3</sub>) asociado a una alteración argílica avanzada I y II, mientras que en los bordes del sistema (Ag<sup>++</sup>Pb) había un incremento de K (<<Rb), coincidiendo con el decrecimiento de la alteración a cuarzo-kaolinita. Se completó con muestras sobre la nueva área de Acchilla, concluyéndose que tenía la misma firma de K que podría indicar indirectamente las posibilidades de mineral de Ag-Pb. Un mapeo y muestreo de detalle en Acchilla, indicaron la presencia de una serie de estructuras muy angostas (< 1 cm) con alta ley de plata (parte muy alta del sistema). La campaña de perforación diamantina interceptó cortes de vetas entre 0.30-0.80 m con leyes entre 50-150 oz Ag. En el año 2003, las labores de exploración procedieron a abrir el potencial de mineral argentífero de alta ley, que a la fecha entre lo producido más reservas superó los 1.5 MMt@ 19.0 oz Ag.

El año 2015 en vista de la tendencia de reducción de las reservas en la mina Acchilla, se diseñó un plan de exploración para la nueva área Taype Galindo-Sacramento teniendo en cuenta el zoneamiento. Se estima un potencial > 1.5 Mt @ 18 oz Ag. Este año 2016 se lleva a cabo la exploración con labores mineras.

## 6. CONCLUSIONES

El distrito minero de Julcani, presenta un zoneamiento de mineralización y alteración a partir del centro Tentadora, extendiéndose “radialmente” generando una mineralización lateral de Py-Au(refractario) a Qz-Au-WO<sub>3</sub> pasando a Py-Cu-Ag<sup>+</sup> (en-cpy), gradando a Ag<sup>+++</sup>Pb<sup>-</sup> finalmente en el extremo a Pb<sup>+++</sup>Ag<sup>-</sup>. Con la interpretación de esta zoneamiento se ha encontrado mineral argentífero de alta ley en el área de Acchilla y se espera lo mismo en la nueva área de Taype Galindo.

## AGRADECIMIENTO

A Cía. de Minas Buenaventura por el soporte y permiso para presentar este trabajo.

## REFERENCIAS

- Benavides Q. A., 1975, Tunél Gandolini y la geología del área de Julcani: publicación interna.
- Benavides A. J., 1983, Wall-rock alteration and mineralogical zoning in a section of the Julcani mining district Perú: Thesis of Master at Stanford University.
- Charlton, D.W., 1974, Structures of the protusive rhyodacite domes of the Julcani volcánico center, Perú: M.Sc. thesis, University of Nevada.
- De Montriul, L., 1971, Informe minerográfico de muestras de la mina Julcani: Informe interno.
- Dueñas, E.L., 1908, Fisionomía minera de las provincias de Tayacaja, Angaraes y Huancavelica: Bol. Del cuerpo de Ingenieros de minas del Perú.
- Goodell, P.C., 1970, Zoning and paragenesis in the Julcani district, Perú: Ph.D. thesis, Harvard University.
- Lacy, W.C., 1946, Petrographic study of Julcani ores: Private report Cerro de Pasco Copper Corporation.
- Li, K.C. & Wang, C.Y., 1943, Tungsten: New York Reinhold Publishing Corp.
- Noble, DC, 1973, History of igneous activity, hydrothermal alteration and mineralization at the Julcani district, central Perú: Reporte interno.
- 1978, Geologic constrains on the temperature of enargite-tetrahedrite mineralization at Julcani: memorandum to A. Benavides Q., private files, minas Buenaventura.
  - 1978, Pervasive hypogene alunitic alteration associated with enargite mineralization in Herminia: private files, minas Buenaventura.
  - 1979, K-Ar age dating of volcanic and hydrothermal events at Julcani: reporte privado.
  - 1979, Saline fluid inclusions related to the intrusive breccia dikes of the Tentadora area, Julcani: reporte privado.
- Petersen, U., 1965, Regional geology and major ore deposits of central Perú: Econ. Geo. V.60, pp. 407-476.
- 1968, Interpretación de la primera serie de 84 cocientes triples, Julcani: reporte privado.
  - 1969, Control regional de Julcani: reporte privado, minas Buenaventura.
- Petersen, U., Noble, D.C., Arenas, M. & Goodell, P.C., 1977, Geology of the Julcani district, Perú: Econ. Geo. V.72, pp. 931-949.
- Sanchez, A., Pamo, G, 2000, Distribucion espacial de los elementos químicos en el yacimiento Julcani - Huancavelica, Reporte privado.
- Scherkenbach, D.A., 1978, Potassium and rubidium metasomatism related to mineralization at the Julcani district, Perú: M.Sc. thesis, Michigan Technological University.