

MARCO GEOLÓGICO

La Cuenca Lancones formaba parte de una estructura de primer orden; un graben extensivo, generador de corteza oceánica de afinidad toleítica, que evolucionó entre el Jurásico medio y el Cretáceo inferior. Este “*rift*” fue producto del régimen tectónico extensivo de dirección principal de extensión noroeste, derivado de la ruptura continental entre Laurasia y Gondwana, la cual se inició en el Jurásico medio (Tegart, 2000).

La estratigrafía (Fig. 2) de las secuencias volcánicas submarinas está constituida por una secuencia basal denominada Grupo Basal Volcánico (GBV) del Jurásico superior – Pre-Albiano (Mathur, 2001), a la cual se superpone una secuencia volcano-sedimentaria denominada Grupo Volcánico Sedimentario (GVS), del Albiano medio a superior (Ríos, 2004).

Estos dos Grupos se distinguen, asimismo, como metalotectos diferentes por las diferentes técnicas aplicadas: litogeoquímica, petrografía, minerografía, estudios de alteraciones hidrotermales, dataciones y tipología de los depósitos de sulfuros masivos (VMS).

El primero de ellos es un evento de afinidad toleítica que está representado por las Formaciones Ereo y Chungas, es decir, los equivalentes al Grupo Basal Volcánico (GBV) y el otro evento, de afinidad transicional entre toleítico y calco-alcalino (Diagrama 1), está representado por la Formación La Bocana y sus miembros Pilares y Cabuyal (Caldas et al, 1997), equivalentes al Grupo Volcánico Sedimentario (GVS).

El depósito de La Saucha se encuentra dentro de las secuencias volcánicas andesíticas del Grupo Volcánico Sedimentario (GVS). En los afloramientos se ha podido identificar la presencia de un domo de composición félsica (dacítico) con cierto *stockwork* y/o *stringer* de venillas de sílice-pirita, los que al parecer son las raíces de los sistemas VMS (Warscheid, 2007). Por otro lado el rasgo más relevante es la presencia de una zona de óxidos (*gossan*), el mismo que correspondería a la mayor evidencia de la presencia previa de sulfuros masivos oxidados y lixiviados parcialmente (Fig. 3).

METALOGENIA

En la clasificación de los depósitos VMS de la cuenca Lancones (Ríos, 2004), se utilizó la relación ($Zn/Zn+Pb$): cuando el valor de dicha relación supera 0.9, los VMS pertenecen al Grupo de los VMS Cu-Zn (a), mientras que cuando el valor de dicha relación es inferior a 0.9, los VMS pertenecen al Grupo de los VMS Zn-Pb-Cu (b).

El Grupo Basal Volcánico (GBV) del pre-Albiano, contiene mineralizaciones tipo Tambo Grande (Cu-Zn), de gran tonelaje, asociadas a domos dacíticos y dentro de un ambiente de “*rift*” oceánico. Los sulfuros masivos de Tambo Grande son depósitos de gran tonelaje con predominio de cobre y zinc, con plomo en menor cantidad, además de presencia importante de oro y plata.

El Grupo Volcánico Sedimentario (GVS), del Albiano medio a superior, contiene mineralizaciones tipo Zn-Pb-Cu (*Tipo Kuroko*), de escaso tonelaje reconocido hasta la fecha, y asociadas a secuencias félsicas de composición riolítica a dacítica, dentro de un ambiente de arco de islas (Ríos et al, 2006).

Para el caso del depósito de La Saucha podemos determinar que pertenece al Grupo de los VMS Zn-Pb-Cu (categoría b), dentro del Grupo Volcánico Sedimentario (GVS) y en asociación con domos de composición dacítica (Fig. 3), siendo su potencial aún especulativo pero prospectivo (Tabla 1).

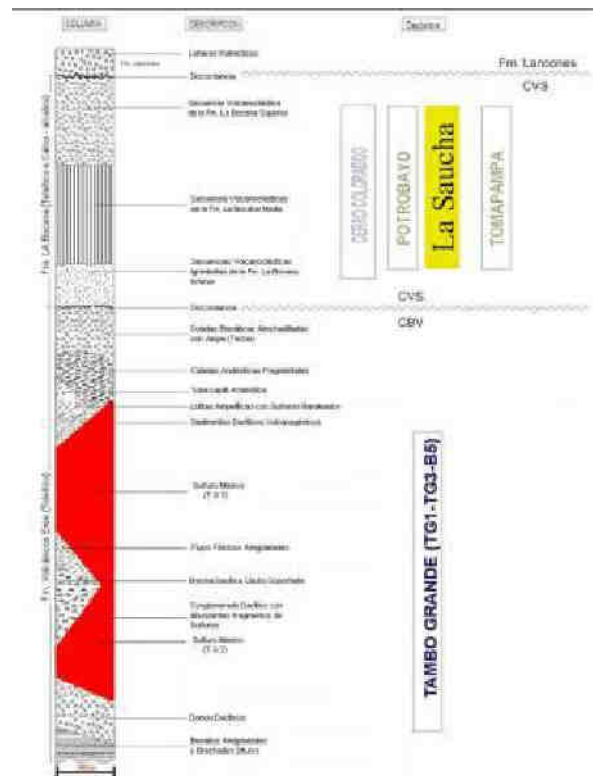


Figura 2.- Columna Estratigráfica de la Cuenca Lancones

Tabla 1

Clasificación de los Depósitos VMS Conocidos de la Cuenca Lancones

Depósito	Zn (%)	Pb (%)	Zn + Pb	Zn/Zn+Pb	Clase VMS	Formación	Evento	Información	Tonelaje (millones Ton)
TG1	1.40	0.10	1.50	0.93	a	Ereo	GBV	Cubicación	64.00
TG3	1.00	0.10	1.10	0.91	a	Ereo	GBV	Cubicación	110.00
B5	3.50	0.10	3.60	0.97	a	Ereo	GBV	Sondeo	200.00
Cerro Colorado	0.83	0.40	1.23	0.67	b	La Bocana	GVS	Sondeo	0.25
Tomapampa	1.93	0.30	2.23	0.87	b	La Bocana	GVS	Sondeo	0.30
Potrobayo	0.60	0.16	0.76	0.79	b	La Bocana	GVS	Sondeo	0.25
La Saucha	0.06	0.08	0.14	0.43	b	La Bocana	GVS	Superficie	Prospectivo
La Saucha	0.29	0.61	0.90	0.32	b	La Bocana	GVS	Superficie	Prospectivo
La Saucha	0.21	0.16	0.37	0.57	b	La Bocana	GVS	Superficie	Prospectivo
La Saucha	0.41	0.82	1.23	0.33	b	La Bocana	GVS	Superficie	Prospectivo

Clasificación: si Zn/Zn+Pb es mayor a 0.9 le corresponde la clase (a) de lo contrario pertenece a la clase (b)

(a) Grupo de Depósitos VMS Cu-Zn

(b) Grupo de Depósitos VMS Zn-Pb-Cu

A diferencia de los depósitos tradicionales del GVS o del tipo Zn-Pb-Cu, La Saucha contiene tenores de cobre (Cu) importantes que lo ubican en una posición intermedia dentro de los diagramas ternarios de composiciones metálicas, lo cual nos lleva a pensar que se trataría de una transición entre ambos tipos de mineralización (Diagramas 2 y 3).

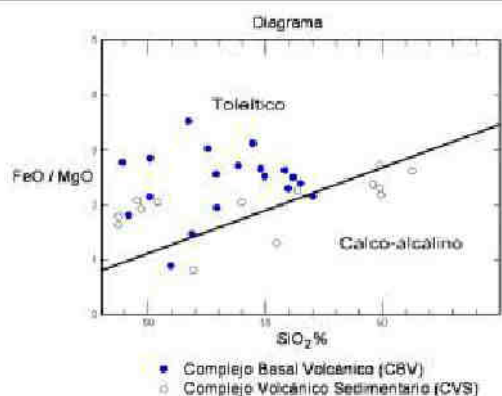
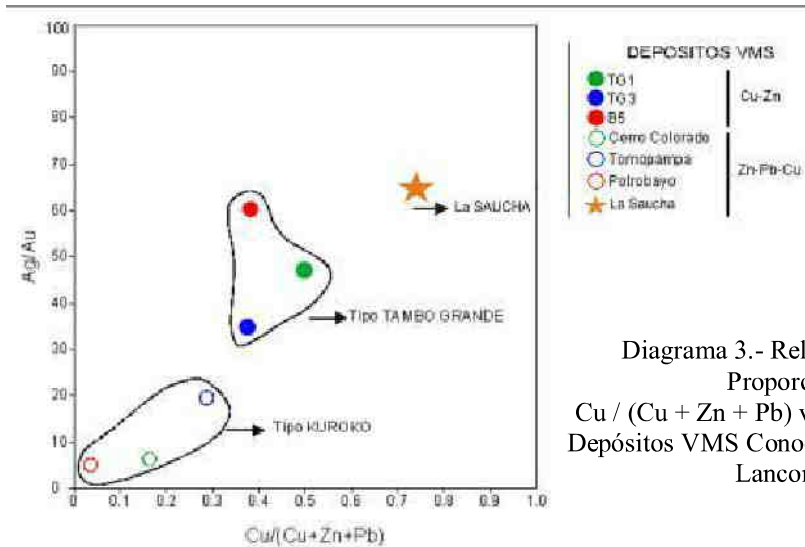


Diagrama 1.- Diagrama Geoquímico de FeO / MgO vs SiO₂



Diagrama 2.- Diagrama Ternario de las Composiciones Metálicas de los Depósitos VMS Conocidos de la Cuenca Lancones



ALTERACIONES HIDROTERMALES

Se ha podido definir un halo de alteración hidrotermal del tipo cuarzo-sericita, fundamentalmente asociado a la posición espacial del domo félsico (dacítico) y sus contornos. El área mineralizada del *gossan* presenta abundante limonita y hematita y en parte moderada ocurrencia de sericita, en esta asociación mineralógica ocurren los mejores valores geoquímicos de Au y Ag, Hacia los halos de la misma los valores de Cu, Pb y Zn aumentan, en el entorno de las secuencias andesíticas del GVS. Hacia la periferia del sistema se hace notoria la presencia del tipo de alteración propilítica, con un ensamble clorita, epidota y calcita, además de cierta presencia de vetas de cuarzo (Fig. 3) radiales al sistema principal VMS (Warscheid, 2007).

MINERALIZACION

El depósito de La Saucha contiene en superficie importantes valores de Oro, Plata y Cobre (Tabla 2). Dichos valores en su totalidad son de la zona de óxidos (*gossan*), no habiéndose ubicado hasta la fecha algún afloramiento primario del VMS. Solo algunos niveles oxidados estratiformes dentro de secuencias volcánicas andesíticas del GVS (Fotografías 1 y 2). Las Leyes promedio de muestras de superficie en el *gossan* están en el orden de 1 g/t Au; 64 ppm de Ag y (0.5 a 1.0 %) Cu, para una población de 20 muestras (Warscheid, 2007). Es presumible que en profundidad cuando se intercepten los cuerpos de sulfuros masivos en el futuro, las leyes polimetálicas aumenten considerablemente como en el caso de Tambo Grande.

Tabla 2
Geoquímica del Prospecto La Saucha

Muestra	Tipo de Muestra	Descripción	Au g/t	Ag ppm	Cu %	Zn %	Pb %
LS01	Chip (2m)	Gossan	0.71	6.3	0.15	0.06	0.08
LS02	Chip (2m)	Gossan	0.70	25.8	0.68	0.29	0.61
LS03	Chip (2m)	Gossan	0.73	138.0	0.26	0.21	0.16
LS04	Chip (1m)	Gossan	1.81	94.5	6.26	0.41	0.82
141401	Chip (1m)	Dacita	0.06	1.2	0.11	na.	na.
141402	Chip (2m)	Dacita	1.81	5.8	0.67	na.	na.
141403	Chip (2m)	Qz- Feox stwk	0.17	15.0	0.21	na.	na.
141404	Canal (5m)	OxFe frac d Dacita - Andesita	0.26	3.7	0.10	na.	na.
141405	Canal (5m)	OxFe frac d Dacita - Andesita	0.04	3.1	0.09	na.	na.
141407	Canal (5m)	OxFe frac d Dacita - Andesita	0.32	11.4	0.22	na.	na.
141408	Canal (5m)	OxFe frac d Dacita - Andesita	0.04	1.3	0.03	na.	na.
141409	Canal (5m)	OxFe frac d Dacita - Andesita	0.35	1.9	0.09	na.	na.
141410	Canal (5m)	OxFe frac d Dacita - Andesita	2.47	5.0	0.11	na.	na.
141411	Chip (5m)	Chl-ser alt d aglomerados andesiticos	0.01	12.5	0.01	na.	na.
643	Chip (2m)	Qz bx - gossan matriz	2.25	602.0	0.19	na.	na.
644	Chip (2m)	Qz bx - gossan matriz	0.90	288.0	0.10	na.	na.
645	Canal (2m)	Gossan	4.01	10.7	8.95	na.	na.
692	Canal (2m)	Gossan	0.28	12.2	0.61	na.	na.
692D	Canal (2m)	Gossan	2.14	16.9	1.58	na.	na.
693	Canal (2m)	Gossan	2.14	14.9	1.72	na.	na.

EXPLORACIÓN

Es evidente que el depósito, a la fecha, no cuenta con un programa sistemático de exploración, sin embargo se pueden estimar atractivos potenciales con los recursos aflorantes y pensar en el hallazgo de los sulfuros primarios en profundidad (Fig. 3). Para ello es imprescindible usar técnicas de prospección geofísica, tales como el IP y la Gravimetría, pues el carácter de los cuerpos de sulfuros masivos tradicionalmente es conductor y de elevada densidad, para lo cual ambas técnicas funcionan de manera óptima, respectivamente. Previamente es fundamental elaborar una cartografía geológica de detalle y una geoquímica sistemática con la finalidad de vectorizar la exploración y orientar la distribución de las mallas de prospección geofísica.



Fotografía N° 1.- "Gossan" del Depósito La Saucha. 2m@4.01 g/t Au; 10.7 ppm Ag y 8.95% Cu



Fotografía N° 2.- Detalle del "Gossan" Depósito La Saucha. 2m@0.702 g/t Au; 25.8 g/t Ag y 0.68% Cu

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal conclusión de la presente investigación es que el prospecto La Saucha puede ser considerado dentro del grupo de depósitos de sulfuros masivos vulcanogénicos de la Cuenca Lancones y si bien es cierto que estratigráficamente corresponde al Grupo Volcánico Sedimentario (GVS) y por ende se enmarca dentro del tipo de mineralización Zn-Pb-Cu, sus contenidos de Oro, Plata y Cobre lo sitúan en una posición transicional entre el tipo de depósitos Cu-Zn y los tipo *Kuroko*. Lo cual constituye un nuevo objetivo de prospección en la cuenca. Por ello se recomienda un programa de exploraciones sistemáticas orientadas al hallazgo de este tipo de depósitos, donde las técnicas de prospección geofísica como la gravimetría e IP serán fundamentales para la ubicación de los cuerpos de sulfuros masivos en profundidad, ya que estos yacimientos son de alta densidad (Peso Específico) y por lo general buenos conductores eléctricos.

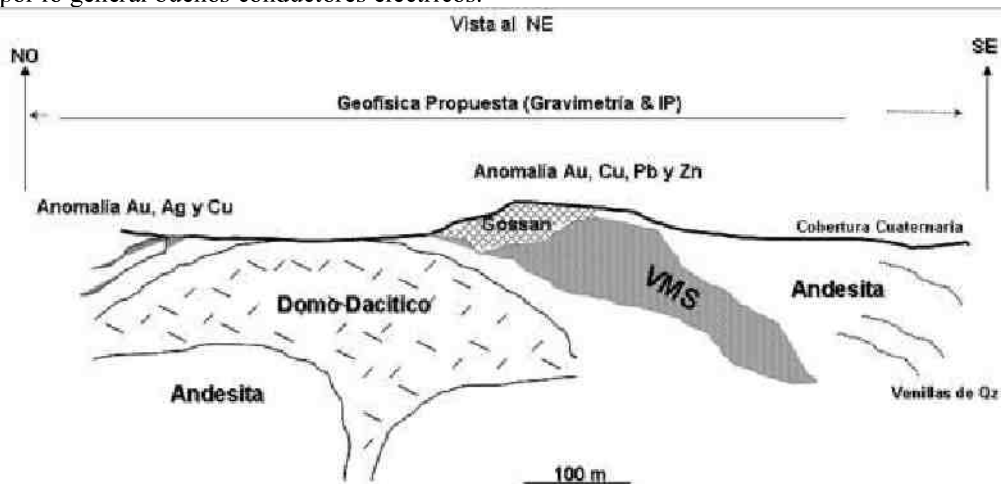


Figura 3.- Modelo Preliminar del Depósito La Saucha

AGRADECIMIENTOS

Es, para los autores, un grato deber expresar su agradecimiento a entidades como: *Quippu Exploraciones S.A.C.*, *Cumbres Exploraciones S.A.C.* y la *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, por su desinteresada colaboración para la elaboración de esta investigación.

REFERENCIAS

- Caldas, J. y Farfán, C. 1997. Tectonismo, magmatismo y sedimentación en la cuenca Lancones. Resúmenes extendidos, IX Congreso Peruano de Geología, 249-253.
- Mathur, R. 2001. Datación de Re-Os. Informe Interno de BHPBilliton. Universidad de Arizona. EE. UU. 10 p.
- Ríos, A. 2004. Estudio del Metalotecto Lancones y su Potencial por Yacimientos de Sulfuros Masivos. Piura – Perú. Descripción, Interpretación y Potencial. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Ríos, A., Castroviejo, R., Casaverde, J. y León, C. 2006. Los depósitos de sulfuros masivos vulcanogénicos (VMS) de la Cuenca Lancones. Piura – Perú. Resúmenes extendidos, XIII Congreso Peruano de Geología, CD con Resúmenes extendidos, 780-783.
- Tegart, P. 2000. Tambo Grande District, Piura Department, Northern Peru. Manhattan Minerals Corporation. X Congreso Peruano de Geología. CD con Resúmenes extendidos.
- Warscheid, W. 2007. La Saucha Prospect. Reporte Interno de Quippu Exploraciones S.A.C.
- Winter, L. S., Tosdal, R., Mortensen, J.K., Franklin, J.M. and Tegart, P. 2003. Chemostratigraphy and geochronology of a trimodal volcanic sequence hosting VMS deposits at Tambogrande, Perú: Ancient and modern analogs. Massive Sulphides On The Edge: The Formation of VMS and SEDEX Deposits Within Evolving Continental Margins, Vancouver – Canada.