



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

---

S11\_005

## Patrones Estructurales Asociados al Pórfido Cuprífero MMH

Becerra, H.<sup>1</sup>, Díaz, J.<sup>1</sup>, y Herrera, R.<sup>1</sup>

(1) Codelco Norte.

[hbece001@codelco.cl](mailto:hbece001@codelco.cl)

### Introducción

Este trabajo presenta los resultados y avances del conjunto de geólogos y geotécnicos de Codelco Norte cuyo conocimiento viene a reforzar la comprensión del rol que tuvieron las estructuras durante el emplazamiento del pórfido cuprífero y el subsiguiente desarrollo de los eventos mineralizadores que dieron como resultado el actual yacimiento MMH (Fig. 1). Una adecuada identificación y comprensión de los patrones estructurales es de gran ayuda para explicar algunos cambios geológicos como mineralogías, quiebres de leyes y calidades geotécnicas entre otras, pero su relevancia está dada por la identificación de las estructuras mineralizadas (con alta ley de cobre) que conforman la zona de alta sulfidación del yacimiento MMH.

### Marco Geológico Distrital

En términos generales, la Falla Oeste (Sistema de Falla Domeyko) es el rasgo estructural de mayor importancia en el Distrito Chuquicamata, en MMH, separa dos ambientes geológicos distintos; en el bloque oriental predominan rocas volcánicas e intrusivas del basamento Paleozoico, hasta ahora considerado estéril (Sedimentos triásicos, Basamento Ígneo Metamórfico del Paleozoico y unidades conglomerádicas del Mioceno), mientras que en el bloque occidental predominan rocas intrusivas del Triásico Granodiorita MMH y diques dacíticos, “Pórfido MMH” del Eoceno y rocas volcánicas del Cretácico Superior [1].

### Patrones Estructurales en MMH

Los patrones estructurales de MMH, presentan notables similitudes en términos geométricos respecto de las estructuras reconocidas a nivel distrital, no obstante la importancia en MMH está dada por el contexto genético que lleva implícito y la importancia en el control estructural de la mineralización existente. La abundante información geológica obtenida de labores subterráneas y sondajes diamantinos [2], en combinación con dataciones radiométricas y los principales patrones estructurales reconocidos, permite establecer una relación cronológica entre los eventos magmáticos-hidrotermales mineralizadores con el régimen tectónico local imperante y son descritos a continuación.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

---

### Patrones Estructurales durante el eventos Intrusivos (Porfido MMH)

La actividad más antigua registrada en el yacimiento corresponde a la intrusión de diques de composición dacítica en el Triásico de acuerdo a dataciones U/Pb, cuya morfología y actitud ha sido mapeada como NS-NNE / vertical. El emplazamiento de estos diques representa la existencia de fallas NS con extensiones en sentido EW. Estos son los primeros indicios del Sistema de Fallas Domeyko (Falla Oeste) en el Distrito Chuquicamata (Fig. 2).

La evolución del Proto - Falla Oeste quedó registrada por el emplazamiento del Pórfido MMH, (38.1 Ma), cuya morfología general NS, está controlada por dos fallas importantes, la Falla Oeste y Falla Negra (NNE / Subvertical). La zona de cizalle activa generada entre las dos Fallas (Fig. 3) habría favorecido el ascenso sintectónico de apófisis (dedos) de Pórfido MMH, la generación de “pebble dikes” y brechas de fricción en la parte alta. Esta etapa se caracterizó por el desarrollo de la mineralización porfídica temprana.

### Patrones Estructurales durante el evento Porfídico Tardío

Patrón NS (Brechas Cataclásticas Tardimagmáticas) La disposición NS subvertical de los cuerpos de brechas y el reemplazo de ellas en los diques de dacitas es un claro indicador del emplazamiento en fallas pre-existentes reactivadas, cuyos espacios dilatacionales en sentido EW fueron rellenados por mineralización de enargita-calcosina y pirita durante el Eoceno Tardío.

### Patrones Postminerales

Se distinguen dos sistemas de fallas importantes con rumbos generales NW y NE. Estos sistemas generan desplazamientos inferiores a un par de metros de los cuerpos de brechas hidrotermales. En el sentido de [2] geométricamente se encuentran en posición “riedel” respecto a la falla principal Falla Oeste. El sistema NW es el de mayor importancia y sería el sistema de fallas activo mientras que el sistema NE representa solo fallas pasivas. La disposición de estos patrones de fallas, la presencia de vetas de tensión NW al interior de las estructuras y los escasos desplazamientos de las brechas mineralizadas (< 2 m), serían indicativos que se habrían generados en un medio frágil durante el Eoceno, contemporáneamente a la inversión estructural de la fase Incaica [4].

Los reconocimientos a la fecha, han corroborado la persistencia de los patrones estructurales mencionados y han sido documentados en varios trabajos como el de [1]. La figura 4 muestra de manera esquemática, las diferentes relaciones de estructurales descritas, de igual modo las relaciones de corte e interdependencia que han sido establecidas en MMH, donde a una cota 2200 se observan los patrones premineral y sinmineral (Fig. 5).

### Evidencias de emplazamiento de mineralización en un sistema rígido

Durante la actividad tectónica compresiva del Cretácico Superior en el norte grande de Chile, los campos de esfuerzos regionales asociados a las características geológicas locales, generaron patrones estructurales específicos en el Distrito Chuquicamata. Las estructuras reconocidas al oeste de la Falla Oeste (bloque colgante) establecen una compleja historia tectónica y el patrón NS (Falla Oeste) estaría activo ya en el Triásico. Entre el sistema Falla



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

Oeste – Falla Negra, se desarrolla la mayor parte de la deformación que generó una zona cizalle NS/subvertical de 50 m de espesor con gran desarrollo de salbanda arcillosa, especialmente en las Fallas Oeste y Falla Negra. El carácter arcilloso y parcialmente dúctil de la zona de cizalle (presencia de milonitas en profundidad), representaría la barrera oriental natural del yacimiento. Las estructuras restantes son el reflejo de reactivación y aperturas de fallas en ambiente frágil que permitió la generación de estructuras vetiformes y brechas de inyección cuyas dilataciones EW fueron rellenadas por sulfuros de cobre [5]. Las fallas subsidiarias mapeadas y cuerpos vetiformes, refuerzan la existencia del ambiente frágil. La mayor parte de las estrías visibles en los espejos de fallas, la presencia de fábricas S-C en salbanda de fallas y la disposición tipo diagonal (¿riedel?) de los patrones NW y NE respecto de la falla maestra (Falla Oeste) refuerzan el planteamiento de cizallamiento horizontal sinistral durante el Eoceno.

### Referencias

- [1]Boric, R. et al 2006. Informe Geológico, Julio 2006. Informe interno Subgerencia de Geología, dirección Geología Desarrollo proyecto MMH. Codelco Norte.
- [2]Becerra, H. y González, R. 2007. Actualización Modelos Geológicos MMH – 2007 “Modelo Litológico y Modelo Estructural” Informe interno Subgerencia de Geología, dirección Geología Desarrollo proyecto MMH. Codelco Norte.
- [3]Tchalenko, J.S. 1970. Similarities Between Shear Zones of Different Magnitudes. Imperial college of Science and Technology, London S.W.7., England.
- [4]Chong., G., Reutter, K. y Scheuber, E. 1991. El Sistema Estructural de Chuquicamata. Informe interno, Sup. Geología y Desarrollo, Codelco Chuquicamata.
- [5] Sibson, R., & Ghisetti, F. 2005 Structural Análisis. Report to Codelco Norte Chuquicamata

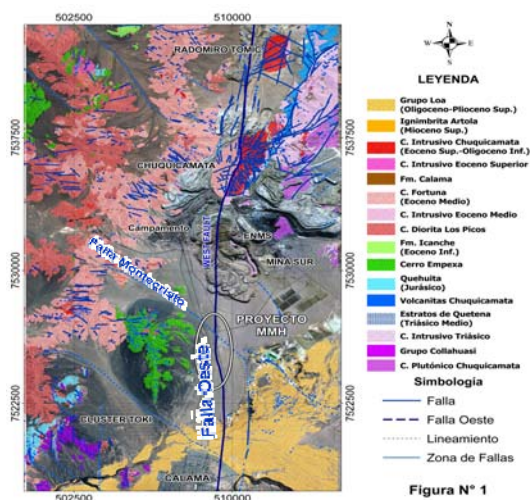


Figura n° 1. Esquema geológico distrito Chuquicamata. El contexto estructural está dado por el patrón NS Sistema Domeyko (Falla Oeste), patrón NW (Falla Montecristo) y patrón NE (Sistema Opache).



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



fcfm

Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

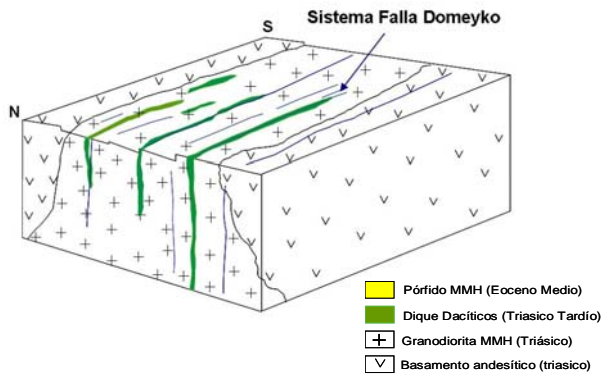


Figura n°2 Esquema tectónico pre intrusión Pórfido MMH en el Triásico (dataciones U/Pb).

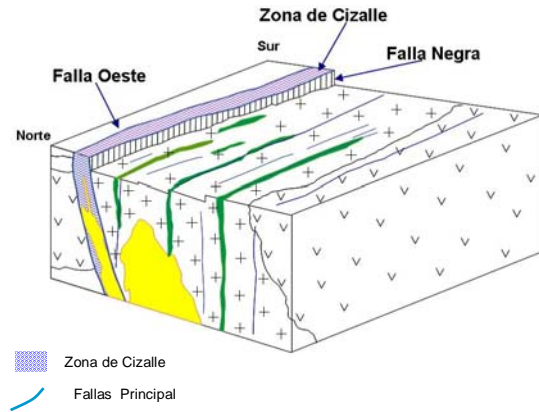


Figura n°3 Patrones estructurales y emplazamiento Sintectónico Pórfido MMH (38.1 Ma. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar)

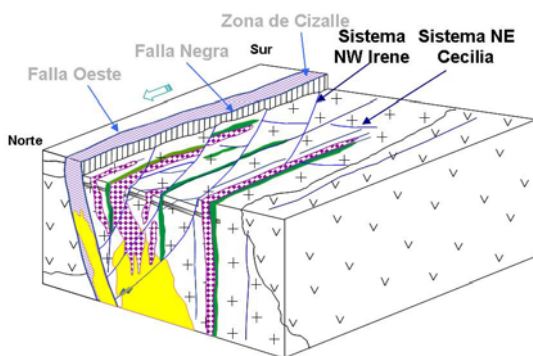


Figura n°4 Emplazamiento de brechas tardías mineralizadas con Enargita-Calcosina-Pirita en el Eoceno Tardío (dataciones <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar) y sistemas estructurales secundarios postminerales.

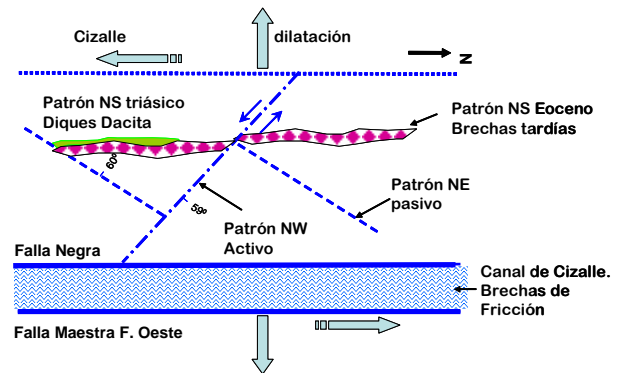


Figura n°5 Relaciones de corte e interdependencia de las estructuras geológicas en MMH.

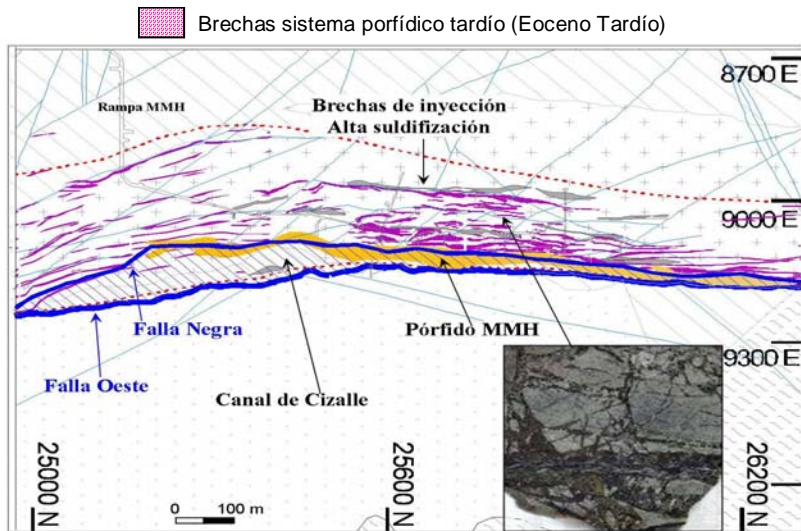


Figura n° 6. Planta geológica cota 2200. Muestra el fuerte control estructural del pórfido MMH en la zona de cizalle, las brechas tardías NS y los sistemas de fallas secundarias NW y NE.

La fotografía muestra la malla de fracturas interconectada que durante el Eoceno permitió el emplazamiento de Brechas tardías de alta sulfidación.