



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**

**CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y GEOMETALÚRGICA DE LA MENA
OXIDADA DE COBRE, PROYECTO VICKY, II REGIÓN**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
GEÓLOGO**

DIEGO ALEJANDRO MUÑOZ SOTO

**PROFESOR GUÍA:
JUAN HERMOSILLA BRAVO**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
PATRICIO CUADRA CÁRDENAS
BRIAN TOWNLEY CALLEJAS**

Este trabajo ha sido financiado por Exploraciones Mineras S.A.

SANTIAGO DE CHILE

2018

RESUMEN PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Geólogo
POR: Diego Muñoz Soto
PROFESOR GUÍA: Juan Hermosilla Bravo

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y GEOMETALÚRGICA DE LA MENA OXIDADADA DE COBRE, PROYECTO VICKY, II REGIÓN

El proyecto Vicky corresponde a un depósito mineral de tipo exótico cuya mineralización está conformada por “óxidos negros” y, en menor medida, por minerales oxidados de cobre verdes como crisocola y arcillas con cobre, contenidos en la parte basal de gravas aluviales y en la roca subyacente. Este depósito se ubica en la Región de Antofagasta y su fuente, al menos en parte, corresponde al Pórfido Cuprífero Gaby. La exploración de este yacimiento fue desarrollada entre los años 2002-2006 por la Gerencia Corporativa de Exploraciones de CODELCO, mediante sucesivas campañas de sondajes que totalizan 67.283 m.

Este trabajo se enmarca en el proyecto de “Exploración Geológica de los Cuerpos Satélites de la División Gabriela Mistral” de CODELCO CHILE, cuyo objetivo es mejorar el conocimiento geológico existente de acuerdo con los estándares actuales de CODELCO, para disponer de un soporte que permita evaluar en forma adecuada su real potencial de incorporación al Inventario de Recursos Divisional. De esta forma, para el depósito Vicky se planifica realizar el remapeo de los pozos históricos del proyecto, con el fin de validar la base de datos geológica histórica. Adicionalmente, durante este trabajo se obtienen muestras de los sondajes remapeados para caracterizar la mineralogía del depósito. A partir de esta información se relacionan, mediante un análisis estadístico, los datos metalúrgicos históricos del exótico con la base de datos geológica.

El resultado del proceso de remapeo, además de permitir establecer una diferenciación preliminar de los óxidos negros en base a su forma de ocurrencia y respuesta a la lixiviación (ácido clorhídrico), logró validar la información geológica histórica. Dicha diferenciación no brinda información relevante ya que, con base en los resultados de mineralogía automatizada QEMSCAN en 5 muestras, no existiría una relación entre los grados de liberación de los silicatos de Cu-Mn y los tipos de óxidos negros diferenciados en muestras de mano, por lo cual no se trataría de diferentes fases de óxidos negros necesariamente, sino que se refiere a diferentes ocurrencias o, incluso, a distintas especies no diferenciables a la escala de mapeo. Si bien los análisis QEMSCAN dieron resultados relacionados al grado de liberación de dichos silicatos, debido a la granulometría de análisis, no permiten relacionar este parámetro con los porcentajes de solubilidad de Cu en un proceso de lixiviación.

El análisis estadístico de los parámetros metalúrgicos permite llegar a 3 conclusiones principales. En primer lugar, al estudiar el contenido de manganeso en la base de datos metalúrgica (principalmente contenido en óxidos negros), se infiere que sus mayores niveles se encuentran en canalón Sur, mientras que los menores se observan en el canalón Norte-Este (concentrándose en las gravas). En segundo lugar, al analizar el contenido de Cu total, se observa que, al aumentar la intensidad de óxidos negros, éstos también aumentan, siendo similar el comportamiento del Cu en la roca y en las gravas. Finalmente, al estudiar la solubilidad de Cu, se aprecia una alta variabilidad al aumentar la intensidad de óxidos negros, mostrando las mayores diferencias en la zona rocosa. Además, si bien no se observa una relación directa entre el contenido de Mn y la solubilidad de Cu o el contenido de CuS, si se puede apreciar que existe una relación inversa entre el primero y los dos últimos en cada uno de los canales.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. UBICACIÓN Y ACCESOS	4
1.5. METODOLOGÍA.....	5
1.6. TRABAJOS ANTERIORES	6
2. MARCO GEOLÓGICO	8
2.1. GEOLOGÍA DISTRITAL	8
2.2. GEOLOGÍA LOCAL	9
2.2.1. UNIDADES DE ROCA	9
2.2.2. UNIDADES DE GRAVA	11
2.2.3. ESTRUCTURAS.....	13
2.2.4. ALTERACIÓN.....	14
2.2.5. MINERALIZACIÓN.....	16
3. VALIDACIÓN DE LA BASE DE DATOS HISTÓRICA	20
3.1. MAPEO GEOLÓGICO DE SONDAJES.....	20
3.2. COMPARACIÓN BASE DE DATOS HISTÓRICA VS REMAPEO	23
3.2.1 METODOLOGÍA.....	23
3.2.2 RESULTADOS	23
4. CARACTERIZACIÓN GEOMETALÚRGICA	33
4.1. GENERALIDADES	33
4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PARÁMETROS METALÚRGICOS.....	34
4.2.1. CONTENIDO DE ALUMINIO	34
4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS METALÚRGICOS Y GEOLÓGICOS/GEOMORFOLÓGICOS	36
4.3.1 CONTENIDO DE ALUMINIO	36
4.3.2. CONTENIDO DE MANGANESO	38
4.3.3. CONTENIDO DE COBRE	40
4.3.4. CONTENIDO DE COBRE SOLUBLE (0,5H).....	42
4.3.5. CONSUMO DE ÁCIDO (0,5H).....	44
4.3.6. SOLUBILIDAD DE COBRE (0,5H).....	46

5. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA.....	50
5.1. CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA	50
5.2. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS PETRO/CALCOGRÁFICAS	53
5.2.1. LITOLOGÍA.....	53
5.2.2. ALTERACIÓN.....	54
5.2.3. MINERALIZACIÓN.....	56
5.3. CARACTERIZACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS MINERALÓGICO AUTOMATIZADO QEMSCAN	56
6. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
7. BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXO A: FICHAS DE CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA	75
ANEXO B: MAPEO SONDAJES DDH GEOMETALÚRGICOS	97
ANEXO C: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE PRUEBAS METALÚRGICAS.....	124
ANEXO D: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE MINERALOGÍA AUTOMATIZADA QEMSCAN Y MAPEO DE PARTÍCULAS DE MUESTRAS VICKY	126
ANEXO E: DESCRIPCIONES PETROCALCOGRÁFICAS DE MUESTRAS DE SONDAJES.	133
ANEXO F: RESULTADOS GEOMETALÚRGICOS COMPLEMENTARIOS	153

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detalle de la ubicación del proyecto Vicky. Extraído de Fontecilla (2006).	1
Figura 2. Ubicación y Accesos del Proyecto Vicky.	4
Figura 3. Geología de subsuperficie del Proyecto Vicky (Fontecilla, 2006).	11
Figura 4. Sección EW (N7.4089.200) que muestra la secuencia de los distintos tipos de gravas identificadas en Vicky (Fontecilla, 2006).	13
Figura 5. Fallas principales interpretadas en el Proyecto Vicky (Extraído de Fontecilla, 2006). .	14
Figura 6. Distribución de alteraciones en la subsuperficie del proyecto Vicky (Extraído de Fontecilla, 2006).	16
Figura 7. Distribución en planta de las zonas minerales principales del exótico: exótico en gravas y exótico en roca.	17
Figura 8. Plantas con envolventes de las subzonas mineralógicas (Extraído de Fontecilla, 2006).	19
Figura 9. Distribución de sondajes por campaña en el área del Proyecto Vicky (en rojo: sección elegida con el fin de caracterizar muestras de mano y análisis mineralógicos).	20
Figura 10. Comparación Parámetro Litológico de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.	25
Figura 11. Comparación Parámetro Litológico de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.	25
Figura 12. Comparación Parámetro Alteración BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.	26
Figura 13. Comparación Parámetro Alteración BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017. ..	27
Figura 14. Comparación Parámetro Zona Mineral BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.	28
Figura 15. Comparación Parámetro Zona Mineral BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.	28
Figura 16. Comparación Parámetro Subzona Mineral BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.	29
Figura 17. Comparación Subzona Mineral BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.	29
Figura 18: Ubicación de sondajes con muestras para análisis geometalúrgicos (“test shaker”). Modificado de Fontecilla et al (2006). Los sondajes en amarillo corresponden al canalón Norte-Este, los azules al Sur-Norte y los rojos al Sur.	33
Figura 19: Gráfico de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio.	34
Figura 20: Gráficos de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio separado según el canalón que pertenezca la muestra (Superior Izquierda: Canalón Norte-Este; Superior Derecha: Canalón Sur; Inferior: Canalón Sur-Norte).	35
Figura 21: Gráficos de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio separado según el tipo de roca que corresponda la muestra (Izquierda: Grava; Derecha: Roca)..	35

Figura 22: Gráficos de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio separado según la zona mineral en la que se encuentre la muestra (Izquierda: Estéril; Derecha: Exótico).	36
Figura 23: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes concentraciones de Al segregado según canalón. ...	36
Figura 24: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de canalón segregada por tipo litológico.	37
Figura 25: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de carbonatos.	37
Figura 26: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado según canalón.	38
Figura 27: Izquierda- Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado tipo litológico.	38
Figura 28: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes concentraciones de Mn segregado según canalón...	39
Figura 29: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de canalón segregada por tipo litológico.	39
Figura 30: Izquierda: Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.	39
Figura 31: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.	40
Figura 32: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.	40
Figura 33: Izquierda-Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.	41
Figura 34: Izquierda-Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.	41
Figura 35: Izquierda-Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.	42
Figura 36: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes concentraciones de CuS segregado	

según canalón.	42
Figura 37: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de muestras en grava y roca segregada por canalón.....	43
Figura 38: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.....	43
Figura 39: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.....	44
Figura 40: Izquierda-Contenido de Cu Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.	44
Figura 41: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes consumos de ácido segregado según canalón.	45
Figura 42: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de muestras en grava y roca segregada por canalón.	45
Figura 43: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de carbonatos.	45
Figura 44: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado según canalón.	46
Figura 45: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado tipo litológico.	46
Figura 46: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes solubilidades de cobre segregado según canalón. ...	47
Figura 47: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de muestras en grava y roca segregada por canalón.....	47
Figura 48: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra. Derecha- Histograma de diferentes consumos de ácido segregado según tipo litológico.....	47
Figura 49: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de tipo de roca segregado según canalón.	48
Figura 50: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.	48
Figura 51: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros	

y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.....	49
Figura 52: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.	49
Figura 53: Mineralogía modal análisis PMA (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.....	59
Figura 54: Mineralogía modal agrupada, análisis PMA (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	59
Figura 55. Liberación Cu-Mn-Si (Porcentaje normalizado). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	62
Figura 56: Asociaciones Cu-Mn-Si (Porcentaje normalizado). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	65
Figura 57: Zonas metalúrgicas (Canalón Norte-Este (rojo); Canalón Sur (verde); Canalón Sur-Norte (amarillo).	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de sondeos antiguos en el área del Proyecto Vicky (Modificado de Fontecilla, 2006).	7
Tabla 2. Conciliaciones para análisis comparativo de parámetros.	24
Tabla 3. Comparación de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017 (Intensidad de Óxidos Negros).	30
Tabla 4. Comparación de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017 (Intensidad de Óxidos Negros).	30
Tabla 5: Comparación de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017 (Intensidad de Carbonatos).	31
Tabla 6: Comparación de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017 (Intensidad de Carbonatos).	31
Tabla 7: Comparación de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017 (Intensidad de Crisocola).	32
Tabla 8: Comparación de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017 (Intensidad de Crisocola).	32
Tabla 9: Muestras de Estudios Especiales.	50
Tabla 10: Características macroscópicas de los tipos de óxidos negros diferenciados en muestras de mano.	51
Tabla 11: Muestras de estudios petro/calcográficos.	53
Tabla 12: Muestras de estudios QEMSCAN.	56
Tabla 13: Muestras de análisis PMA. Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	57
Tabla 14: Conciliación Química análisis PMA. Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	57
Tabla 15: Mineralogía modal análisis PMA (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	58
Tabla 16: Ocurrencia de Cu (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	60
Tabla 17: Liberación Cu-Mn-Si (Porcentaje en peso). Modificado de Reporte Qemscan PR-1732.	60
Tabla 18: Liberación Cu-Mn-Si (porcentaje por tamaño). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	63
Tabla 19: Asociaciones Cu-Mn-Si (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.	64

INDICE DE FOTOS

- Foto 1. Textura micro fanerítica en diorita. Cristales de plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz) y mineral opaco (Op). Plagioclasas con alteración parcial a arcillas. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN. 54
- Foto 2. Textura fragmental en brecha cataclástica-hidrotermal. Fragmento alargado de roca tonalítica con plagioclasa (Plg) y cuarzo (Qz). Matriz con biotita (Bt) orientada y fragmento (Frg) pequeño de plagioclasa. Plagioclasas con fracturas y deformación cataclástica. Luz transmitida, nícoles cruzados, aumento 50X. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN. 54
- Foto 3. Vetilla de actinolita (Act), opacos (Op) y otros tales como clorita (Clor), que reemplaza a actinolita, feldespato tipo albita, y cuarzo intersticial. Luz transmitida, nicoles cruzados, aumento 50X. DDH1477-209.63-3. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN. 55
- Foto 4. Vetilla de biotita (Bt) que muestra en el centro cristales de cuarzo y de mineral opaco. Luz transmitida, nicoles cruzados, aumento 50X. DDH1478-172,2. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN. 55
- Foto 5. Asociación de óxidos de hierro, hematita-rutilo, alterando a mineral ferromagnesiano primario. Nícoles Paralelos. Aumento 100x. DDH-1477 209,81 m. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN..... 56

1. INTRODUCCIÓN

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El depósito exótico Vicky se encuentra a 120 km al sur de Calama, a tres kilómetros al SE del yacimiento Gaby, este último actualmente en explotación mediante rajo abierto. El plan minero de la División Gabriela Mistral se enfrenta en el mediano plazo con el agotamiento de los recursos lixiviables de Gaby, por lo que se requiere incorporar nuevos recursos de óxidos de cuerpos mineralizados identificados en el entorno, como es el caso del proyecto Vicky. Para ello, es

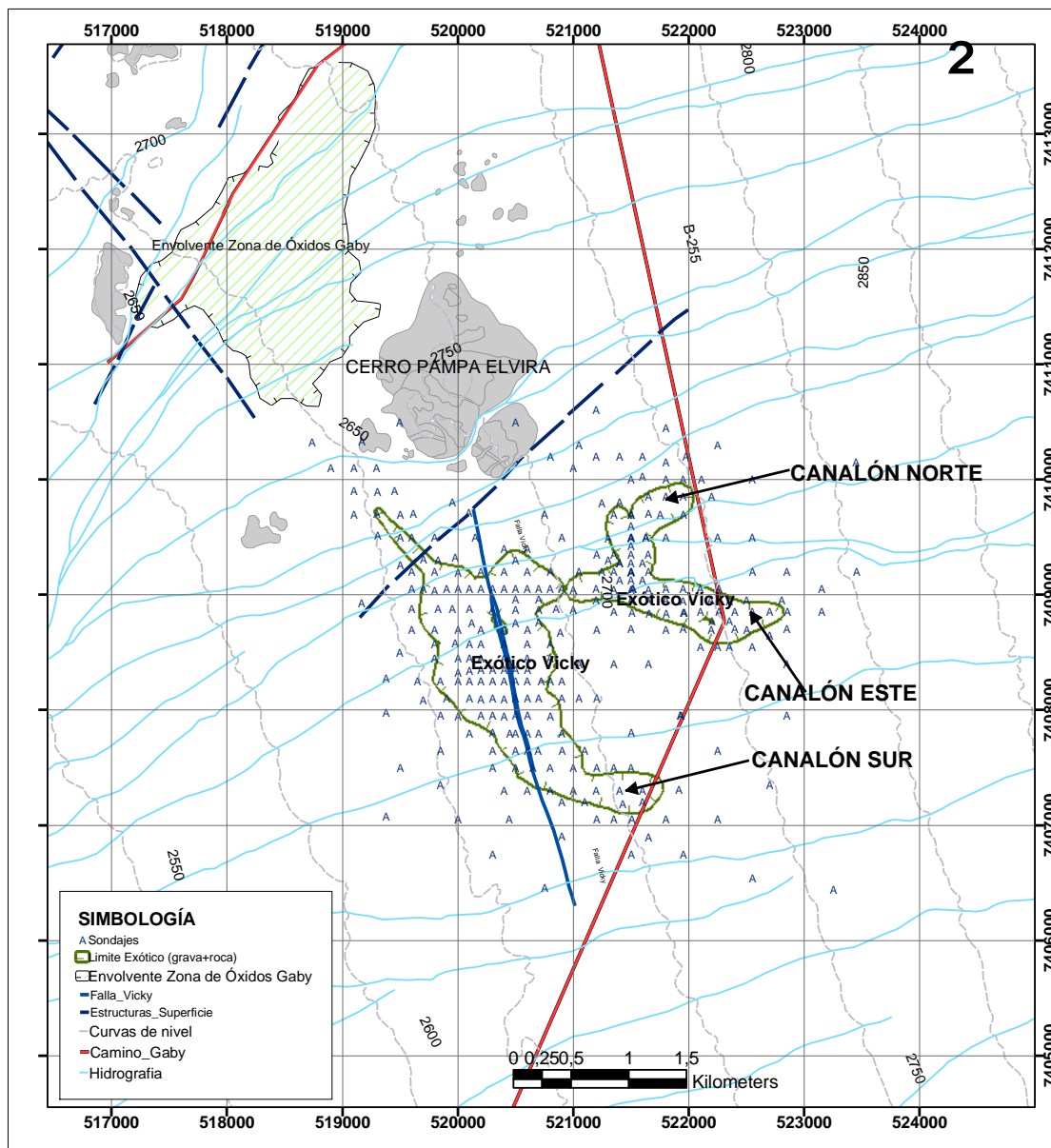


Figura 1. Detalle de la ubicación del proyecto Vicky. Extraído de Fontecilla (2006).

necesario actualizar la caracterización del depósito, de acuerdo con los estándares corporativos vigentes. De acuerdo con las características geológicas de este cuerpo mineralizado, se estima que

una explotación tradicional, mediante rajo y lixiviación en pilas, no es económicamente factible, por lo que Exploraciones Mineras ha propuesto realizar una caracterización geocientífica para analizar su posible explotación mediante lixiviación in situ.

En yacimientos exóticos de la parte norte del país, los recursos asociados a minerales de cobre negros son trabajados de forma genérica para los procesos en pilas de lixiviación o en otros lugares se acopian como residuos, siendo que estos representan una fuente importante de recursos y pueden ser recuperados para incrementar o extender la actividad productiva.

En base a estudios hechos por CODELCO durante campañas desde el año 2001 al 2004 principalmente, se logró identificar que la mineralización en el depósito exótico Vicky corresponde a óxidos de cobre de origen exótico, alojados tanto en gravas como en roca, dispuestos en “mantos” lenticulares controlados por paleocanales. El origen del cobre es atribuido genéricamente a un “yacimiento madre”, desde el cual migraron soluciones ricas en cobre, el que posteriormente se depositó a medida que variaron las condiciones fisicoquímicas de los fluidos.

Además, según las mismas campañas mencionadas anteriormente, se descubrió que el cuerpo mineralizado Vicky está compuesto principalmente por óxidos de cobre negros ($\pm 85\%$) y en menor proporción ($\pm 15\%$) por óxidos verdes (crisocola). Las concentraciones de Cu en este depósito van desde los 300 ppm hasta leyes entre 1 y 2% en las mejores zonas; es por esto que la identificación de las especies de óxidos negros asociados a la mineralización permitirá la diferenciación de unidades geometalúrgicas más coherentes con la respuesta en la recuperación de cobre, consumo de ácido, entre otras, de estos materiales.

La gran cantidad de óxidos de cobre negros en el depósito Vicky representa una importante problemática para la explotación de este. La razón de esto radica principalmente en la dificultad que tienen para ser analizados y tratados, debido a su gran variabilidad química al tener estructuras cristalinas muy diferentes entre sí y, en algunos casos, incluso amorfas. Es por este motivo que una caracterización detallada de la mineralogía del depósito es de suma importancia en el plan de explotación. Una posible lixiviación in situ requiere la identificación de zonas minerales específicas ya que dependiendo del tipo de óxido de cobre negro que se encuentre en las diferentes áreas del depósito se calculará la cantidad de ácido a utilizar y también la temperatura a la cual deberán hacer ingreso los fluidos lixiviantes.

1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

En este trabajo, se considera como hipótesis que existe una zonificación geoquímica y mineralógica que obedece a factores geológicos identificables dentro del depósito exótico Vicky, la cual se identificará en base a la información disponible de campañas anteriores y a los nuevos datos que se obtendrán durante la campaña de terreno inicial. A partir de la integración de todos estos datos será posible crear un modelo mineralógico que aporte información geológica relevante para un estudio de una explotación de lixiviación in situ en el proyecto.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta memoria es identificar y caracterizar macroscópicamente las especies minerales de óxidos de cobre, los minerales de alteración asociados a éstos y su distribución en el proyecto, estudiando una sección del canalón norte del depósito. Además, se busca establecer la relación de éstos con su comportamiento geometalúrgico con el fin de aportar información relevante para una metodología de extracción mediante lixiviación in situ de la mineralización de tipo exótico que caracteriza el yacimiento Vicky, perteneciente a la División Gabriela Mistral de Codelco Chile, II Región.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de este trabajo están orientados hacia una caracterización de las especies minerales de oxidados de cobre, a las cuales se le aplicarán diferentes técnicas analíticas. En particular, las actividades a desarrollar establecen las siguientes tareas:

- a) **Mapeo Geológico:** validar la información mineralógica en términos de abundancia relativa, distribución, intensidad y ocurrencia de la mineralización, determinados en mapeos históricos; mediante el remapeo de una parcialidad de los sondajes diamantinos y de aire reverso.
- b) **Caracterización Mineralógica:** determinar las especies de minerales de mena y ganga (foco en la identificación de especies de oxidados de cobre verdes y negros), mediante el proceso de remapeo y muestras petrográficas.
- c) **Caracterización Geoquímica de Óxidos Negros y Óxidos Verdes:** identificar en los grupos de especies de oxidados de cobre los contenidos de metales e impurezas que impacten en los parámetros de procesos como la extracción de cobre, solubilidad, consumo de ácido, liberación de impurezas, etc.

1.4. UBICACIÓN Y ACCESOS

El Proyecto Vicky se ubica a 120 km al sur de Calama y a 3 km al sureste del yacimiento Gaby, en la zona fisiográfica denominada Cordillera de Domeyko (Figuras 1 y 2). Cubre una superficie aproximada de 19,4 km² entre las coordenadas 7.406.300 N – 7.410.800 N y 519.100 E – 523.500 E y se encuentra inserto en el denominado “Cluster Gaby”.

El acceso principal se realiza por la ruta 23 Calama-San Pedro de Atacama, tomando un desvío hacia el sur en el Km 14 que corresponde a un camino de tierra compactado de buen estado (B-255, camino Moctezuma – Salar de Elvira). Otra alternativa de acceso es desde el poblado de Baquedano por el “Camino del Litio”, correspondiente a la ruta B-385 Baquedano – Salar de Atacama y mediante un desvío en dirección al norte, ubicado a 15 km al este del Salar Elvira.

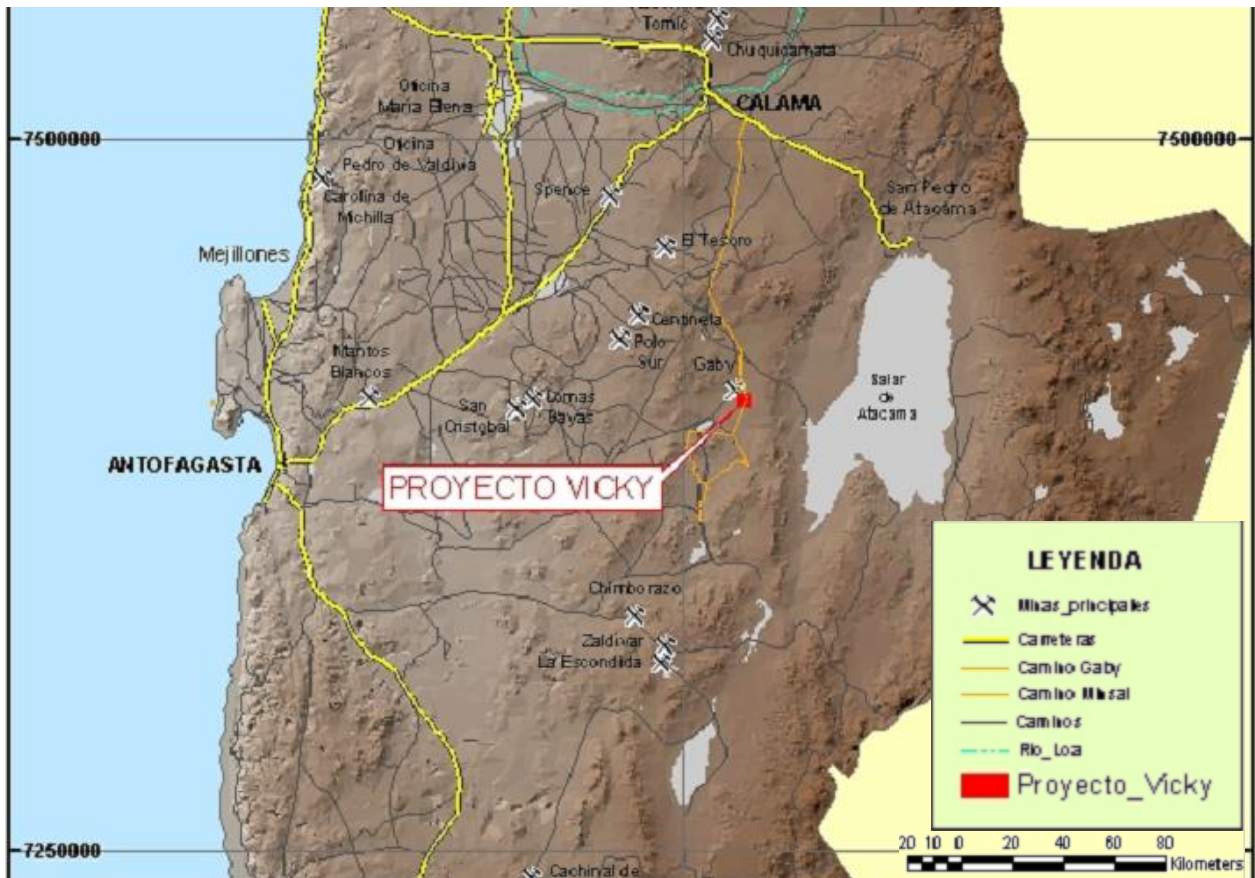


Figura 2. Ubicación y Accesos del Proyecto Vicky.

1.5. METODOLOGÍA

Para la realización de los objetivos específicos planteados, se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recopilación de información bibliográfica de campañas pasadas. Esta información consiste en el mapeo histórico de sondajes realizados en campañas anteriores, resultados de análisis de Cu total e impurezas (Al, Mg, Mn, Fe Total) y de pruebas metalúrgicas “test shaker” (Cu soluble y consumo de ácido a 30 y 60 minutos).
- b) Validación del mapeo histórico de la sección de interés. Para ello se realiza un remapeo de sondajes DDH y AR en base al plan de mapeo, a través de la cartilla de mapeo estándar utilizada por EMSA.
- c) Caracterización mineralógica macroscópica de muestras seleccionadas durante la etapa de remapeo, mediante una ficha de descripción estándar.
- d) Estudio de cortes transparentes, pulidos y briquetas, con el fin de caracterizar la mineralogía de la mena oxidada a través de microscopía de luz transmitida y reflejada.
- e) Caracterización mineralógica mediante QEMSCAN.
- f) Análisis estadísticos de resultados geometalúrgicos históricos de Cu total, impurezas y “test shaker” comparados con caracterización mineralógica macroscópica y microscópica, mediante software STATISTICA.
- g) Interpretación de resultados obtenidos.

1.6. TRABAJOS ANTERIORES

En el año 2001 se realizó un estudio geológico – estructural del “Cluster Gaby” escala 1:50.000 entre Quimal Norte y Salar Verónica (Cancino, 2001), trabajo en el que se recomendó la realización de actividades adicionales en 13 áreas, 7 de las cuales fueron consideradas como parte del grupo de “Blancos 2001” del “Cluster Gaby” (9 blancos en total). Durante este mismo año se realizó un levantamiento geológico de detalle escala 1:20.000 en estos 9 blancos (Rivera et al., 2001) para luego ejecutar una campaña de sondajes AR que consideró la perforación de 7 áreas (Afrodita, Amarillo, Sector Dos, Vicky-Tropical, Jaspeado Extensión Norte y Puntón SW), junto con la finalización de los sondajes en el Blanco Zeus. En esta campaña se perforó un total de 45 pozos AR equivalentes a 11.613 m, obteniéndose intersecciones mineralizadas en el blanco Vicky (Extraído de Fontecilla, 2006).

En el año 2002 continuaron las actividades de perforación en el “Cluster Gaby”, entre las cuales se consideró el seguimiento con sondajes del Blanco Vicky (78 pozos AR = 22.351,1 m). Los primeros sondajes realizados en este blanco permitieron confirmar la presencia de mineralización exótica en la interfase grava-roca, por lo que los siguientes sondajes se realizaron con el objeto de identificar la fuente de dicha mineralización en su entorno inmediato, sin resultados favorables.

Considerando la información disponible en el área del “Cluster Gaby” (mapeos de superficie, aeromagnetometría y sondajes) se realizó a fines del año 2002 una primera aproximación a la geología de subsuperficie a escala 1:25.000 (Rivera y Martínez, 2002) que sirvió de base para la preparación de una síntesis de la información geológica, geofísica y geoquímica del “Cluster Gaby” y la proposición de 7 blancos de exploración (Castillo et al, 2003). Tomando en cuenta esta información y considerando el modelo empírico de los depósitos exóticos, se replanteó la búsqueda de la fuente de exótico Vicky hacia áreas en un radio entre 5 y 8 Km entorno al exótico.

Hacia fines del año 2002 y a principios del 2003 se realizó una campaña adicional de sondajes (API M02G001-1.4.1) cuyo objetivo principal fue la búsqueda de la fuente del exótico en áreas distales (28 pozos AR = 8.686,5 m) y la definición de los límites de los canalones (23 pozos AR = 5.667 m). En forma complementaria se perforaron 4 pozos DDH paralelos a sondajes AR antiguos (1.036,5 m) comprobándose que la perforación DDH no tenía mayores diferencias respecto a la perforación AR, con relación a las leyes que se estaban obteniendo. Por otra parte, la búsqueda de la fuente no entregó resultados positivos.

Para el año 2003 se solicitó la aprobación del API M03G009-1.2.1 para la Exploración Avanzada del Proyecto Vicky con el fin de comprobar y delinear el exótico, además de continuar con la búsqueda de la fuente de esta mineralización. Con el fin de completar la delineación del exótico se presentó para el año 2004 el API M04G009-1.2 Exploración Avanzada Proyecto Vicky. Durante estas dos últimas campañas se perforaron 157 pozos de aire reverso (28.822,5 m) y 18 pozos diamantinos (3.168 m).

El total de sondajes realizados en las campañas de exploración anteriores se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de sondajes antiguos en el área del Proyecto Vicky (Modificado de Fontecilla, 2006).

Campaña	AR		DDH	
	Pozos	Metros	Pozos	Metros
Gaby Condensatorios	5	1.500,0	-	
Blancos 2001	16	4.531,0	-	
Blancos 2002	72	18.580,5	10	3.397,65
Adicional Sondajes 2002-2003	19	4.861,5	4	1.036,50
Cluster Gaby 2003	6	1.386,0	-	
Fuente 2	4	1.497,0	-	
Fuente 1	1	405,0	-	
Borde Exótico	4	1.273,5	-	
Comprobación, delineación (Malla 200 m) y extensión de canalones	42	7.329,0	12	2.085,0
Límites del exótico y búsqueda de canalón adicional	23	4.347,0	-	
Delineación (Malla 200 m) y Búsqueda de canalón adicional	23	4.188,0	-	
Relleno mejores zonas del exótico (Malla 100 m o 75 m)	43	7.353,0	6	1.083,0
Descarte	17	2.430,0	-	
TOTAL	275	59.681,5	32	7602,15

2. MARCO GEOLÓGICO

El presente capítulo se construye en base al Informe del Proyecto de Exploración Avanzada, 2003-2004 del depósito de cobre exótico Vicky, Distrito Gaby, II Región, API M03G009-1.2 y API M04G009-1.2 (Fontecilla, C., 2006).

2.1. GEOLOGÍA DISTRITAL

El proyecto Vicky se ubica aproximadamente a 3 Km al SE del yacimiento Gaby y forma parte del denominado “Cluster Gaby”, el cual se encuentra cubierto en un 90% por depósitos no-consolidados del Terciario Superior – Cuaternario. Las unidades geológicas diferenciadas en el Cluster Gaby han sido agrupadas de acuerdo al esquema de “Ciclos Geológicos” elaborado por los geólogos del Proyecto Calama Sur.

La mayor parte de los escasos afloramientos y subafloramientos reconocidos en el área del Cluster Gaby corresponden a rocas del Complejo Plutónico del Paleozoico Superior, de acuerdo con el esquema de ciclos geológicos. En el cerro Pampa Elvira y los cerros islas de sus alrededores afloran dioritas de piroxeno y olivino, piroxenitas de olivino, granodioritas de biotita-anfibol, monzogranitos de biotita, granitos de biotita-anfibol, granitos porfídicos de feldespato K-anfibol y monzonitas de biotita-anfibol, que en su conjunto han sido denominadas como Complejo Plutónico Pampa Elvira, asignado al Pérmico Inferior (Mpodozis et al., 1993).

El ciclo volcánico bimodal y volcano-sedimentario continental del Paleozoico Superior – Triásico Inferior (?) está representado por tres unidades en el área del cluster. Al NW y W de Gaby se reconoce una secuencia volcanosedimentaria conocida con el nombre de Estratos de Quebrada Escondida de edad Pérmico Inferior (Mpodozis et al., 1993), la cual está compuesta por tobas cristalolíticas, tufitas, volcanoclastitas indiferenciadas, areniscas finas e intercalaciones de lavas andesíticas, las cuales presentan un metamorfismo de bajo grado. Esta unidad engrana lateralmente o subyace a una potente secuencia volcánica y piroclástica ácida compuesta por tobas pumíceas soldadas, riolitas cuarcíferas y pórfidos riolíticos conocidos como Formación Cas del Carbonífero Superior – Pérmico Inferior. Afloramientos de esta unidad se reconocen en el extremo NW del área, en los alrededores del Cerro Zeus y en sectores restringidos en los llanos al sur del Cerro Pampa Elvira.

Por otra parte, en el borde NW del área aflora una secuencia de andesitas afaníticas – aféricas, andesitas porfíricas, volcarenitas y pórfidos daciandesíticos correlacionables con la unidad informal denominada Estratos del Bordo de edad Carbonífero Superior – Pérmico Inferior, la cual formaría parte del mismo ciclo que los Estratos de Quebrada Escondida. Tanto Estratos de Quebrada Escondida como Estratos del Bordo pertenecen a la Formación Agua Dulce (Basso y Mpodozis, 2012).

En el borde SW del Cluster Gaby afloran granodioritas de anfíbol y cuarzomonzonitas de anfíbol, las primeras datadas en 228 ± 11 Ma., correspondiendo al complejo plutónico y porfídico del Triásico Superior – Jurásico Medio, el que ya había sido reconocido en el prospecto Lila (al sur del Salar de Los Morros) y denominado como Complejo Plutónico Salar de Verónica.

En el extremo nor-occidental del cluster aflora una extensa secuencia sedimentaria de color rojo, dispuesta en dirección NE y constituida por areniscas finas a medias y conglomerados finos

arenosos de color rojo-violáceo agrupados bajo la denominación de Formación Purilactis, y que representarían al ciclo sedimentario continental del Cretácico Medio – Superior. La distribución de esta formación se presenta controlada por fallas pertenecientes a ramas del Sistema de Falla Pampa Elvira.

Las primeras evidencias de intrusiones del Terciario serían las dioritas porfíricas de los cerrosaledaños al área del yacimiento Gaby, con eventos porfíricos intermedios a ácidos representados por pórfidos andesíticos y pórfidos riolíticos – graníticos, además de diques de composición microdiorítica, que formarían parte del complejo plutónico y porfídico de Paleoceno y de las primeras fases del complejo de pórfidos del Eoceno Medio – Superior. Estas unidades corresponderían a eventos precursores al emplazamiento de pórfidos subeconómicos como los reconocidos en los blancos Zeus (44 a 43 Ma) y Jaspeado (45 Ma). Durante el Eoceno Medio se produce la intrusión de los pórfidos tonalíticos definidos en el yacimiento Gaby con los nombres de Pórfido Gaby (40 a 38 Ma) y Pórfido Crowded (43 a 41 Ma). Ambos pórfidos se disponen en forma de diques, siendo el pórfido Gaby el responsable de la mineralización.

Los sistemas porfídicos identificados a la fecha en el Cluster Gaby no superan los 2 Km² (Gaby, Lucy, Lagarto), con sus alteraciones concentradas en estas áreas y halos propilíticos de poca extensión. Fuera de estos sistemas la alteración corresponde a una asociación clorita-epidota relacionada a un metamorfismo termal de bajo grado que afecta principalmente a las rocas del Complejo Plutónico Pampa Elvira.

Las estructuras más importantes en el área están relacionadas al Sistema de Falla Pampa Elvira, que corresponde a un conjunto de fallas inversas de rumbo NE y vergencia al SE, el que registró su principal actividad durante el Eoceno Superior levantando las secuencias sedimentarias rojas asignadas a la Formación Purilactis contra intrusivos y volcanitas del basamento Paleozoico Superior. Durante este evento tectónico habría tenido lugar el emplazamiento de los pórfidos mineralizados de Gaby-Lucy-Lagarto.

Existe además un sistema estructural de segundo orden al que pertenecen fallas de rumbo NW de tipo dextral. Estas estructuras serían de carácter regional y podrían representar quiebres corticales mayores activos desde el Paleozoico Inferior. Una de estas estructuras controla la distribución sericítica en el borde SW de Gaby.

2.2. GEOLOGÍA LOCAL

2.2.1. UNIDADES DE ROCA

La unidad de basamento de mayor distribución en el área del exótico Vicky corresponde a rocas del Complejo Plutónico Pampa Elvira del Paleozoico Superior, mientras que en menor proporción y controlado por fallas se presenta un bloque correspondiente a una secuencia volcánico - sedimentaria correlacionable con los Estratos del Bordo (Carbonífero Superior – Pérmico Inferior). La mineralización exótica alojada en estas rocas de basamento está controlada principalmente por el fracturamiento que las afecta y no por el tipo de unidad litológica (Fontecilla, 2006).

Las rocas intrusivas del Complejo Plutónico Pampa Elvira corresponden a rocas faneríticas a levemente porfíricas, de textura hipidiomorfa a idiomorfa de grano medio a grueso y su

composición varía de dioritas a granitos, con 5 a 30% de ferromagnesianos, principalmente biotita - anfíbol y en algunos casos, trazas de piroxeno. Estas rocas constituyen gran parte del basamento en el cual se depositó la mineralización exótica en zonas de fuerte fracturamiento. Con el fin de simplificar la interpretación de la geología de subsuperficie, los distintos tipos de roca de este complejo fueron concentrados en 3 grupos litológicos:

- El primer grupo incluye principalmente a dioritas cuarcíferas, dioritas, monzodioritas, monzodioritas cuarcíferas y escasas monzonitas, que en conjunto corresponden a un 69% de las rocas intrusivas paleozoicas.
- Un segundo grupo lo conforman principalmente granodioritas y algunos granitos que aparentemente estarían intruyendo a las rocas menos ácidas del primer grupo.
- El último grupo está conformado por tonalitas que aparecen de manera restringida, frecuentemente asociadas a los bordes de las granodioritas en el sector oeste del área.

Las rocas de la secuencia volcánico-sedimentaria (Estratos el Bordo) aparecen restringidas a un bloque en el sector suroeste del área y corresponden principalmente a intercalaciones de areniscas, areniscas tobáceas, lutitas, tobas (líticas, de cristales y vitroclásticas) y andesitas.

Ambas unidades están cortadas por filones andesíticos y microdioríticos de color pardo verdoso, que se emplazan preferentemente en el sector oeste del área. La textura de estas rocas varía de afanítica o levemente porfídica (filones andesíticos) a microgranular (filones microdioríticos) y corresponderían a los primeros eventos intrusivos del Terciario.

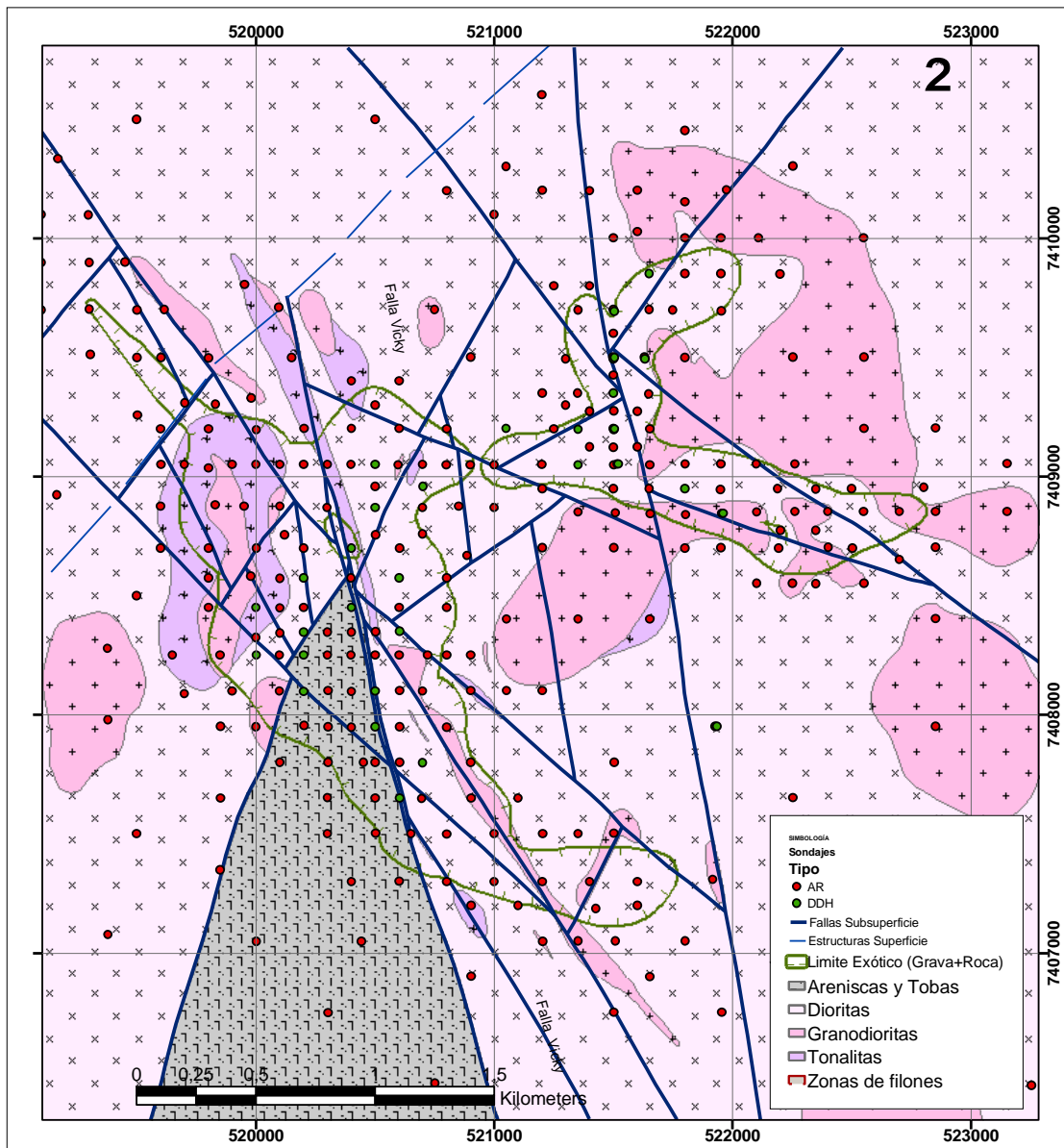


Figura 3. Geología de subsuperficie del Proyecto Vicky (Fontecilla, 2006).

2.2.2. UNIDADES DE GRAVA

La columna de gravas en el área del exótico corresponde a una secuencia polimíctica cuyo espesor promedio es del orden de 140 m, sin embargo, varía desde 4,5 m en el sector NW hasta más de 260 m en la parte este del área. De acuerdo con la composición de los clastos, estas gravas han sido clasificadas en 5 unidades (Fontecilla, 2006).

Gravas Verdes: Corresponden a las gravas más antiguas que se ubican inmediatamente sobre el techo de roca y se encuentran normalmente asociadas a la mineralización exótica, principalmente en el sector oeste del área. Su espesor varía entre 3 y 32 m (15 m en promedio), encontrándose los mayores espesores en la parte central del canalón sur y en el canalón norte, aumentando levemente en esa misma dirección. Presentan un grado de cementación moderado y están compuestas por

más de un 40% de clastos que en su mayoría corresponden a fragmento de intrusivos de grano fino a medio (dioritas y tonalitas) y fragmentos de filones (andesíticos y microdioríticos), los que se encuentran normalmente cloritizados, dándole un color verdoso a la grava. En menor proporción se observan fragmentos de andesitas, tobas, riolitas y algunos clastos de pórfidos sericitizados y/o lixiviados. El cemento de estas gravas está constituido generalmente por carbonatos (calcita) y en el caso de encontrarse fuertemente mineralizadas, el cemento es preferentemente de óxidos negros.

Gravas Blancas: Estas gravas se encuentran inmediatamente sobre las gravas verdes o directamente sobre el techo de roca, y en algunos casos se presenta mineralizada. Su espesor varía entre 12 y 150 m (63 m en promedio) aumentando desde el SW hacia el NE. Su grado de cementación es variable (débil a fuerte) y presenta entre un 20 y 50% de clastos de dos tamaños principales. Los clastos de mayor tamaño varían desde 1 a 2 cm hasta 30 o 40 cm y corresponden principalmente a andesitas, areniscas, riolitas, intrusivos, tobas y pórfidos en proporciones variables. Los clastos más pequeños (0,2 a 0,5 cm) son fragmentos de intrusivos de grano fino a medio (dioritas, monzodioritas y granodioritas) que presentan normalmente sus plagioclasas débil a moderadamente argilizadas lo que le otorga el color blanco característico de esta unidad. Es frecuente encontrar intercalaciones de niveles limo-arcillosos de color pardo rojizo entre los niveles clásticos.

Gravas Rosadas Inferior y Superior: Las “gravas rosadas inferiores” se encuentran sobre las gravas blancas y en algunos casos se han observado intercalaciones de ambas en una zona de transición. Su espesor varía entre 7,5 y 72 m (33 m en promedio) y aumentan desde el NNW hacia el SSE. Presentan un débil grado de compactación y contienen aproximadamente un 40% de clastos (en promedio) inmersos en una matriz limo-arcillosa de tonalidad pardo rojiza. Se caracteriza por estar compuesta principalmente por fragmentos de areniscas rojas en proporción mayor o igual que fragmentos de riolitas, lo que le otorga una coloración pardo-rojiza. Menos abundantes son los clastos de intrusivos graníticos a granodioríticos, fragmentos de tobas y andesitas. El contenido de fragmentos de areniscas rojas que caracterizan a esta unidad disminuye gradualmente hacia los niveles superiores, dando paso a las “gravas rosadas superiores”, caracterizadas por un dominio de fragmentos de riolitas de color rosado por sobre fragmentos de intrusivos graníticos, andesitas, tobas y areniscas rojas. La compactación, porcentaje de clastos y matriz son similares para ambas unidades. Las gravas rosadas superiores presentan un espesor que varía normalmente entre 7 y 50 m (26 m promedio), el cual aumenta desde el NE hacia el SW, observándose un quiebre importante en sus espesores, coincidente con la traza de la falla Vicky de dirección N15°W. Las gravas rosadas inferiores también presentan una variación de sus espesores asociado a esta estructura, aunque su efecto es mucho menos notorio.

Gravas Pardas: Estas gravas corresponden a los primeros metros bajo la superficie actual y se encuentran sobre las gravas rosadas superiores. Su espesor varía normalmente entre 3 y 20 metros (10 m en promedio), observándose los espesores mayores inmediatamente al este de la falla Vicky y en el término del canalón norte. Presentan un muy bajo grado de compactación y son normalmente matriz-soportadas, con un 20% de clastos en promedio. Los fragmentos que componen esta grava corresponden a andesitas, intrusivos (dioritas y granodioritas), areniscas y tobas en proporciones variables y es frecuente encontrar sulfatos en la matriz.

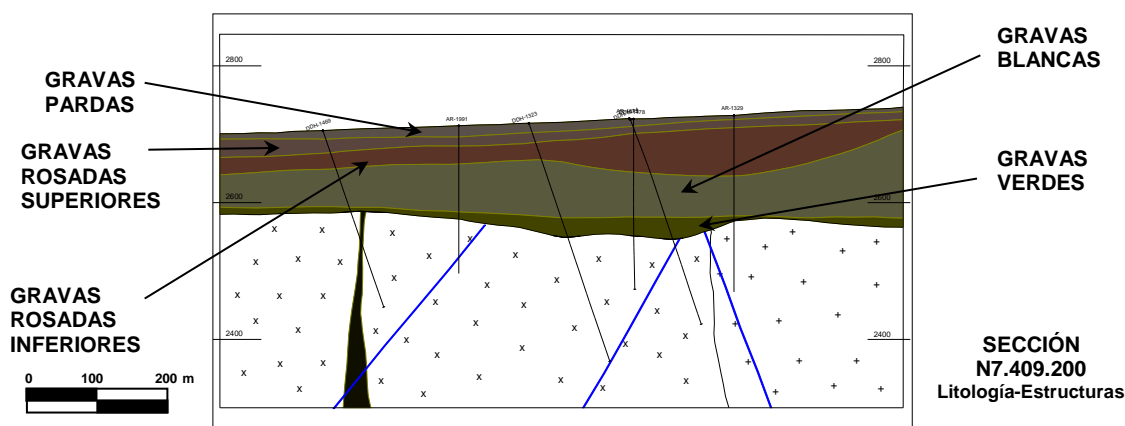


Figura 4. Sección EW (N7.4089.200) que muestra la secuencia de los distintos tipos de gravas identificadas en Vicky (Fontecilla, 2006).

2.2.3. ESTRUCTURAS

Mediante la medición de 13 pozos con Televisor Acústico y la correlación de estructuras con unidades mineralógicas, litológicas, y de alteración, fue posible identificar la orientación de algunas estructuras principales, lo que permitió proponer un modelo estructural para el área del exótico Vicky, identificando al menos 3 sistemas estructurales (Extraído de Fontecilla, 2006).

- Sistema NE: Este sistema está conformado por fallas de orientación NE, entre 15° y 30° , con manto al NW ($50-60^{\circ}$). Fallas de este sistema controlan el borde occidental del bloque de rocas volcánico-sedimentarias paleozoicas que se ubican en el extremo sur-oeste del área y formarían parte del sistema de falla Pampa Elvira, al cual pertenecen las fallas inversas que habrían controlado el alzamiento del bloque da Gaby. Por otra parte, en el área donde se separan los canalones norte y este, estructuras de este sistema favorecieron la percolación de soluciones en la roca.
- Sistema NW: Las fallas de este sistema pueden subdividirse en 2 grupos de acuerdo a su orientación. Un primer grupo de estructuras está conformado por fallas con rumbo entre $N5^{\circ}W$ y $N30^{\circ}W$, con manteos al NE (70°) o SW ($45-60^{\circ}$), las que se caracterizan por ser de poca extensión ya que normalmente se encuentran interrumpidas por fallas de dirección NE. Otro grupo de fallas corresponde a estructuras con orientación entre $N35^{\circ}W$ y $N55^{\circ}W$ con manteos al NE ($60-70^{\circ}$) o SW ($50-55^{\circ}$), las cuales presentan mayor continuidad e interrumpen a las fallas del primer grupo de estructuras NW y a las del sistema NE. Se presume que fallas de este sistema estructural habrían servido de conducto para la circulación de las soluciones mineralizadas desde el Yacimiento Gaby hacia el área de Vicky.
- Sistema NNW: Existen 2 fallas inversas de alto ángulo, de rumbo $N10-15^{\circ}W$ y manto entre 60° y 70° al SW, que cruzan toda el área y cortan los dos sistemas de fallas antes mencionados. La falla ubicada en la parte oeste del área (Falla Vicky) controla el límite oriental del bloque de rocas volcánico-sedimentarias y al momento de la depositación del exótico jugó un papel importante en la canalización de las soluciones y favoreció la profundización de la mineralización en algunos sectores, debido a que generó zonas de fracturamiento y debilidades que permitieron la migración de los fluidos. Por otra parte, esta estructura registró movimientos verticales relativamente recientes, controlando la distribución de los espesores de las unidades de gravas (principalmente las gravas rosadas superiores y las gravas pardas) y desplazando la

mineralización exótica con saltos de entre 20 y 30 m. Este salto se evidencia claramente en el sondaje DDH-1880, el cual cortó 120,55 m de gravas polimícticas, para luego intersectar la roca entre 120,55 y 138,45 m (17,9 m de areniscas y lutitas) y a continuación cortar nuevamente gravas polimícticas hasta los 144,2 m (5,75 m). Posteriormente el pozo intersectó lutitas y areniscas hasta los 175,15 m y finalmente dioritas hasta el fondo del sondaje (186 m).

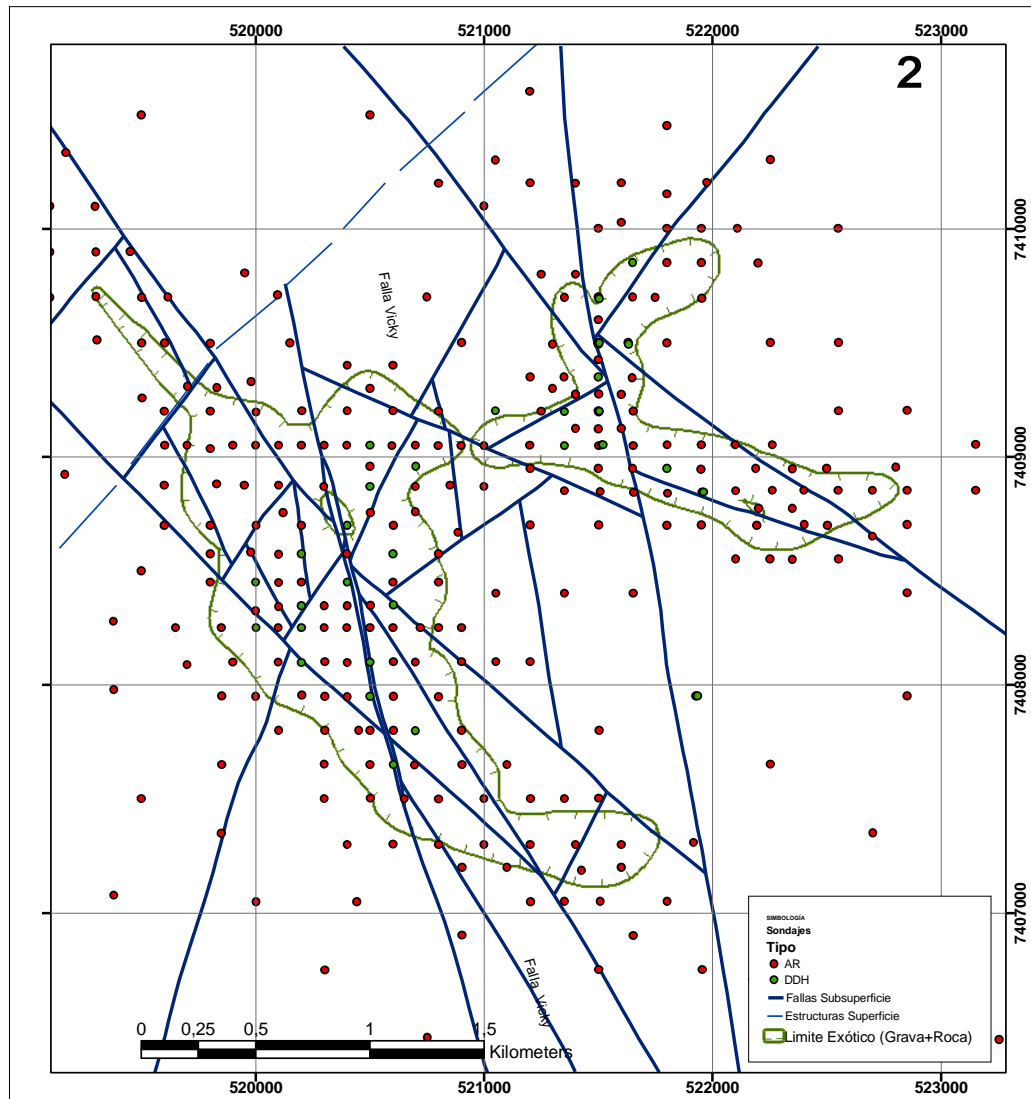


Figura 5. Fallas principales interpretadas en el Proyecto Vicky (Extraído de Fontecilla, 2006).

2.2.4. ALTERACIÓN

La alteración de las rocas en el área del exótico Vicky es relativamente débil y corresponde más bien a un evento de metamorfismo termal de bajo grado que afecta a los intrusivos Paleozoicos. En estas rocas es frecuente encontrar las biotitas primarias alteradas a clorita en diversos grados de intensidad, y en menor proporción afectando a los anfíboles. Las plagioclasas presentan normalmente alteración a arcillas (caolinita – illita) y/o sericita, también en grados variables de intensidad. Adicionalmente es posible encontrar débiles contenidos de epidota afectando a

plagioclasas y a ferromagnesianos, así como también presencia de calcita y en algunos casos alteración de limonitas (Fontecilla, 2006).

Por su parte, las rocas de la secuencia volcánico-sedimentaria prácticamente no presentan alteración, evidenciando sólo algunas zonas débilmente cloritizadas asociadas a niveles de andesitas, tramos con presencia de arcillas-sericita en las cercanías de zonas de fallas y en algunos casos una débil silicificación afectando a niveles de tobas.

Los filones andesíticos y microdioríticos se encuentran afectados normalmente por una cloritización moderada y en algunos casos con presencia de epidota.

Aun cuando las alteraciones en el área son relativamente débiles y no tienen una relación directa con la mineralización exótica, se realizó un intento por identificar de manera generalizada algunas zonas de alteración que permitieran complementar el marco geológico del sector. Estas zonas fueron definidas considerando la intensidad de los minerales de alteración dominantes, de acuerdo a la información recolectada en el mapeo de sondajes.

- Alteración Clorítica: Es la de mayor expresión en el área y afecta principalmente a los intrusivos paleozoicos y a los filones andesíticos y microdioríticos. Se caracteriza por una débil a moderada alteración de los máficos a clorita, la que puede estar acompañada de arcillas (débil a traza) y/o trazas de sericita.
- Alteración Clorita-Epidota: Se caracteriza por presentar minerales alterados a clorita en intensidad débil a moderada, acompañada de epidota (trazas a débil). Normalmente se encuentra hacia los bordes o en las cercanías de los intrusivos granodioríticos.
- Alteración Clorita-Sericita: Corresponde a zonas con alteración clorítica débil a moderada, a la cual se superimpuso una alteración sericítica débil asociada al efecto de fallas. En aquellos casos donde la clorita se encuentra solamente a nivel de trazas se ha denominado “Alteración Sericítica”.
- Alteración Argílica: Corresponde a zonas alteradas a arcillas por efectos supérgenos, por lo que se encuentra normalmente en los primeros metros de roca y en zonas de fallas. Se caracteriza por presentar una alteración a arcillas en intensidad débil, moderada o fuerte, superpuesta a otros tipos de alteraciones y en algunos casos acompañada de sericita. Se puede interpretar entonces como el producto de la meteorización asociada al paleorelieve rellenado por las primeras unidades de gravas (gravas verdes y blancas).
- Alteración Propilítica: Se caracteriza por la presencia de clorita y epidota en intensidad moderada. Se ha reconocido por otros autores en el extremo NW del área y se lo relaciona a los bordes del halo propilítico de Gaby.

Por su parte, las gravas en general no presentan efectos de alteración asociada al paso de las soluciones exóticas, excepto en sectores puntuales del canalón norte (AR-1379), donde se registra una argilización moderada de los clastos de intrusivos que forman parte de las gravas verdes.

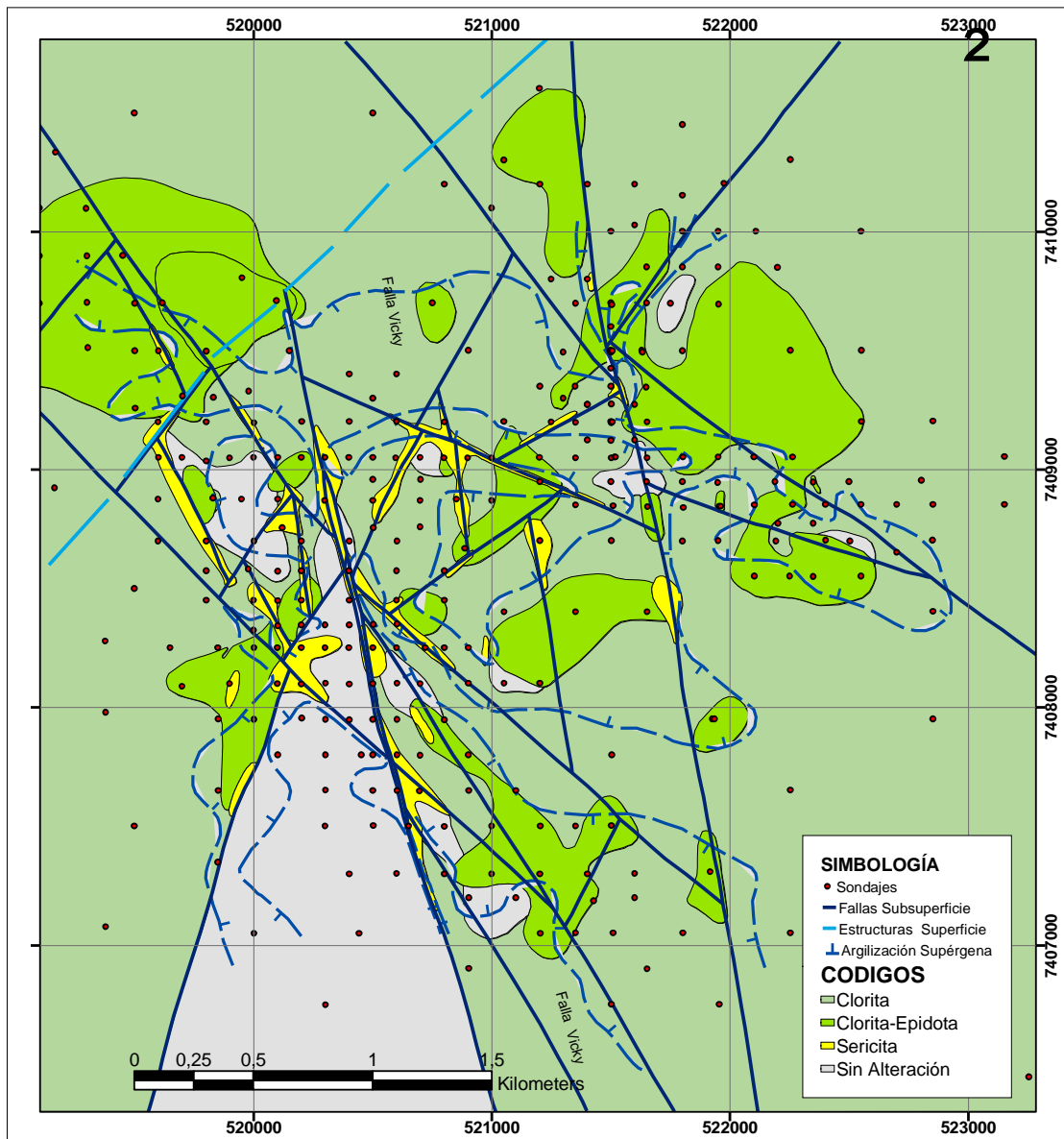


Figura 6. Distribución de alteraciones en la subsuperficie del proyecto Vicky (Extraído de Fontecilla, 2006).

2.2.5. MINERALIZACIÓN

El depósito Vicky es un cuerpo mineralizado de cobre de naturaleza exótica compuesto principalmente por óxidos de cobre negros ($\pm 85\%$) y en menor proporción ($\pm 15\%$) de óxidos verdes predominantemente crisocola (Fontecilla, 2006), que se encuentran tanto en la base de las gravas como en los primeros metros de roca. La circulación de las soluciones ricas en Cu que dieron origen al exótico ha generado anomalías de Cu en el área del proyecto que van desde los 300 ppm hasta leyes entre 1% y 2% en las mejores zonas, por lo que para construir el modelo de mineralización se ha definido como límite del exótico una ley de 0,1% de CuT, considerando los valores menores como el halo de anomalía del depósito.

El exótico en gravas está compuesto por óxidos de Cu verdes y negros que se encuentran principalmente en la matriz, en pátinas sobre los clastos y en algunos casos cementando la grava. La ley media es de 0,42% CuT y 0,2% CuS y presenta un espesor promedio de 10 m (máximo 43,5 m). En la roca se observan óxidos negros y verdes en fracturas (wad y crisocola), en una columna que puede alcanzar los 74 m de espesor (15 m en promedio), con una ley media de 0,52% CuT y 0,3% CuS.

El depósito exótico se distribuye a lo largo de tres “canales” de hasta 2 Km de largo, con anchos variables entre 100 y 900 m, los cuales se han denominado de acuerdo a su ubicación. El “canalón norte”, de dirección NS y ubicado en la parte norte del área, es el que presenta los mayores espesores mineralizados, principalmente por la profundización de la mineralización en la roca, alcanzando hasta 100 m de espesor en algunos sondajes. Un segundo canalón de dirección este-oeste se ubica en la parte oriental del depósito (“canalón este”) y se caracteriza por concentrar la mayor parte de la mineralización en las gravas, en espesores que van desde 15 a 30 m. El tercer canalón se ha denominado “canalón sur”, presenta una dirección NW-SE y es el que cubre la mayor parte del área. La columna mineralizada en este canalón puede alcanzar hasta 50 m, con un promedio de 17 m, encontrándose tanto en grava como en roca.

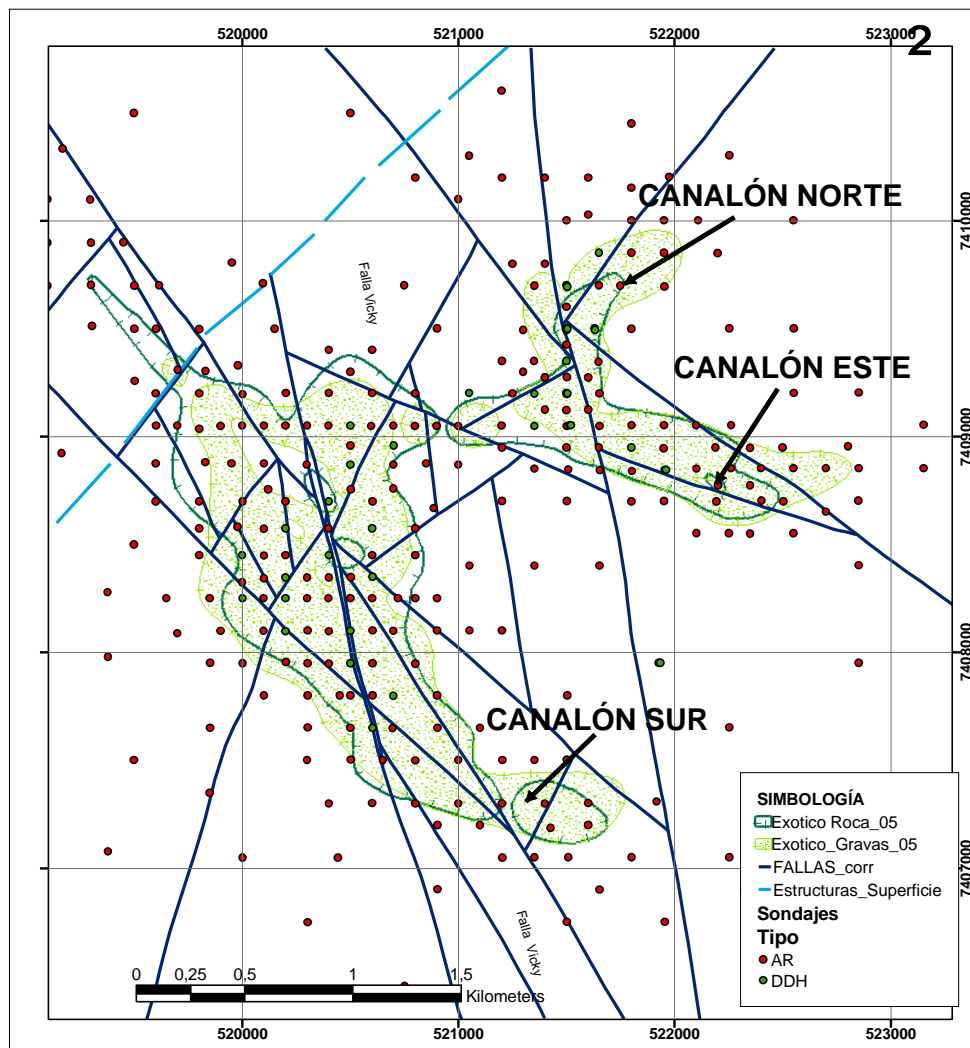


Figura 7. Distribución en planta de las zonas minerales principales del exótico: exótico en gravas y exótico en roca.

Para complementar el modelo de mineralización se definieron 2 tipos de subzonas:

- **Subzonas Mineralógicas**

Considerando la proporción relativa entre óxidos negros y verdes se identificaron 5 subzonas mineralógicas: Solamente Óxidos Negros, Óxidos Negros > Óxidos Verdes, Óxidos Negros = Óxidos Verdes, Óxidos Verdes > Óxidos Negros y Solamente Óxidos Verdes. Un análisis estadístico básico de estas subzonas (considerando CuT y razón de solubilidad), permitió agrupar las unidades que contienen óxidos verdes en proporción igual o mayor que óxidos negros, quedando finalmente 3 subzonas:

- Solamente óxidos negros (**OXN**)
- Óxidos negros > óxidos verdes (**OXNV**)
- Óxidos verdes > o = óxidos negros (**OXV**).

Con base en las subzonas mineralógicas, se observa que esta clasificación permite diferenciar claramente zonas de baja solubilidad de cobre (15%-55%) coincidente con la subzona OXN y zonas de solubilidad más altas (45%-90%) correspondientes a las subzonas OXNV y OXV. Con respecto al CuT, esta división también permite diferenciar zonas de altas y bajas leyes, sin embargo, los rangos de variación son muy amplios.

- **Subzonas de Intensidad de Óxidos Negros**

Al comparar la intensidad mapeada de los óxidos negros con las leyes de CuT es posible observar que para algunas intensidades existen rangos de leyes característicos, por lo que con el objeto de mejorar la estimación de las leyes se definieron 4 subzonas sobre la base de la intensidad de los óxidos negros. Las intensidades fueron determinadas visualmente en el mapeo de los sondajes en base a una escala de 1 a 5 (1= traza, 2= débil, 3= moderada, 4= fuerte, 5= intenso).

- **OXN \leq 2:** Presenta óxidos negros en intensidad débil a traza (1 o 2), con óxidos verdes trazas o ausentes, por lo que sus leyes de CuT varían normalmente entre 0,1% y 0,3%.
- **OXN = 3:** Presenta óxidos negros en intensidad moderada (3) por lo que sus leyes de CuT varían normalmente entre 0,3% y 0,6%.
- **OXN \geq 4:** Presenta óxidos negros en intensidad fuerte a intenso (4 o 5), por lo que sus leyes normalmente superan el 0,5% CuT.
- **OXN < 3 y OXV > 1:** Presenta óxidos negros en intensidad débil a traza (1 o 2), con óxidos verdes débiles a moderados (2 a 3), por lo que sus leyes de CuT normalmente superan el 0,3% Cu.

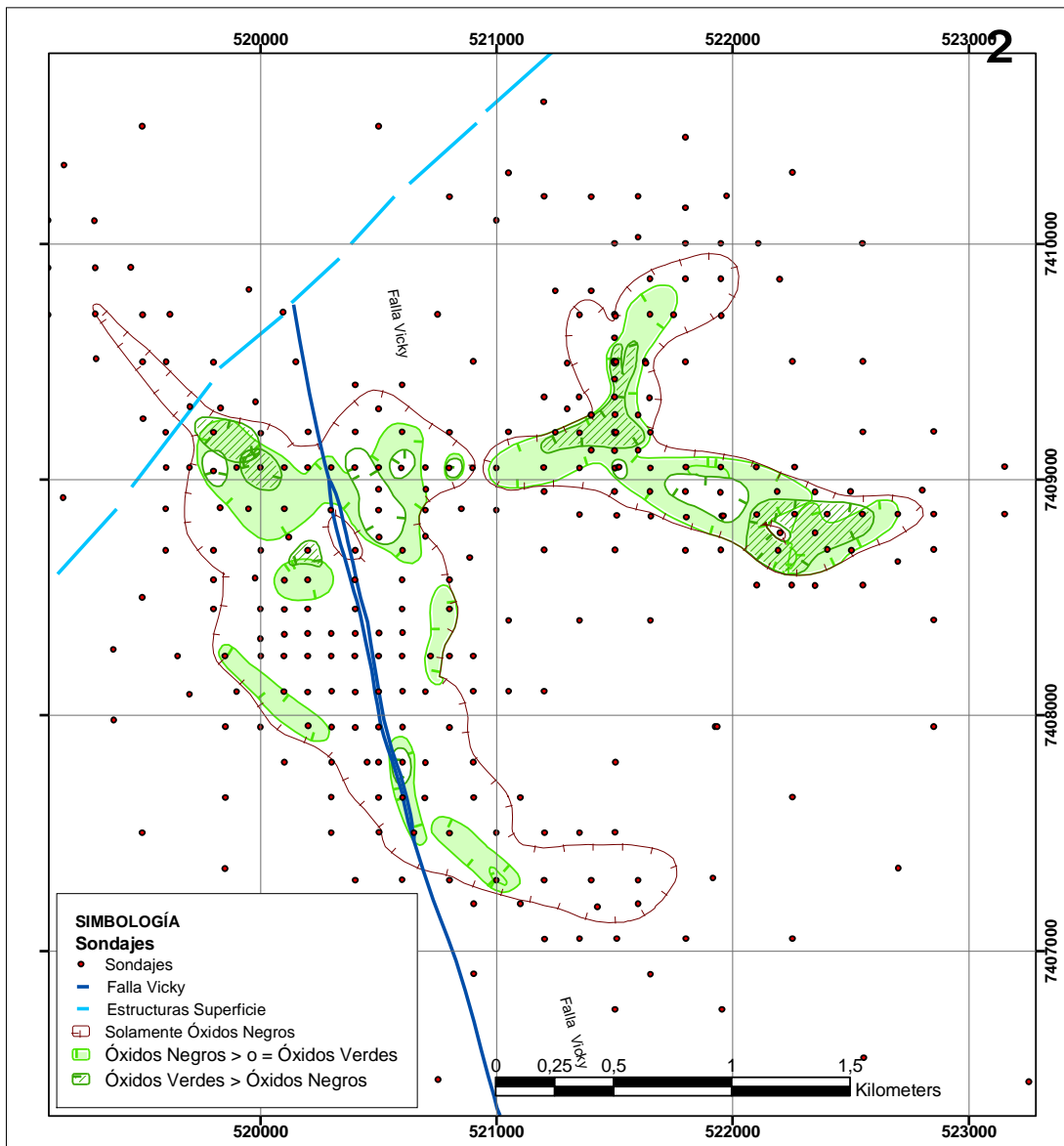


Figura 8. Plantas con envolturas de las subzonas mineralógicas (Extraído de Fontecilla, 2006).

3. VALIDACIÓN DE LA BASE DE DATOS HISTÓRICA

3.1. MAPEO GEOLÓGICO DE SONDAJES

El depósito Vicky tiene una importante cantidad de sondajes históricos, tanto de aire reverso como de diamantina; en total, posee 207 pozos de aire reverso y 32 pozos de diamantina. Debido a la cantidad de tiempo que tomaría remapear estos sondajes, se optó por validar 21 sondajes de diamantina (1.844,84 m) y 17 sondajes de aire reverso (3.566,7 m). Para la caracterización mineralógica de este estudio, en particular, se seleccionó una sección que incluye 4 sondajes de diamantina: DDH-1477, DDH-1478, DDH-1479 y DDH-2036; además de 2 sondajes de diamantina (DDH-1467 y DDH-1480) que se encuentran fuera de la sección anteriormente mencionada, pero al igual que los primeros 3 sondajes de la sección, además de poseer un mapeo histórico geológico y geotécnico, fueron blanco de estudios geometalúrgicos históricos. Se prioriza la sección con más información en sondajes diamantinos debido a que los datos capturados en ellos resultan más confiables que la información de sondajes de aire reverso. Los estudios mencionados incluyen análisis de concentraciones de Cu total e impurezas (Al, Mg, Mn, Fe Total) y pruebas “test shaker” (Cu soluble y consumo de ácido a 30 y 60 minutos). En la figura 9 se aprecia la distribución de los sondajes mencionados.

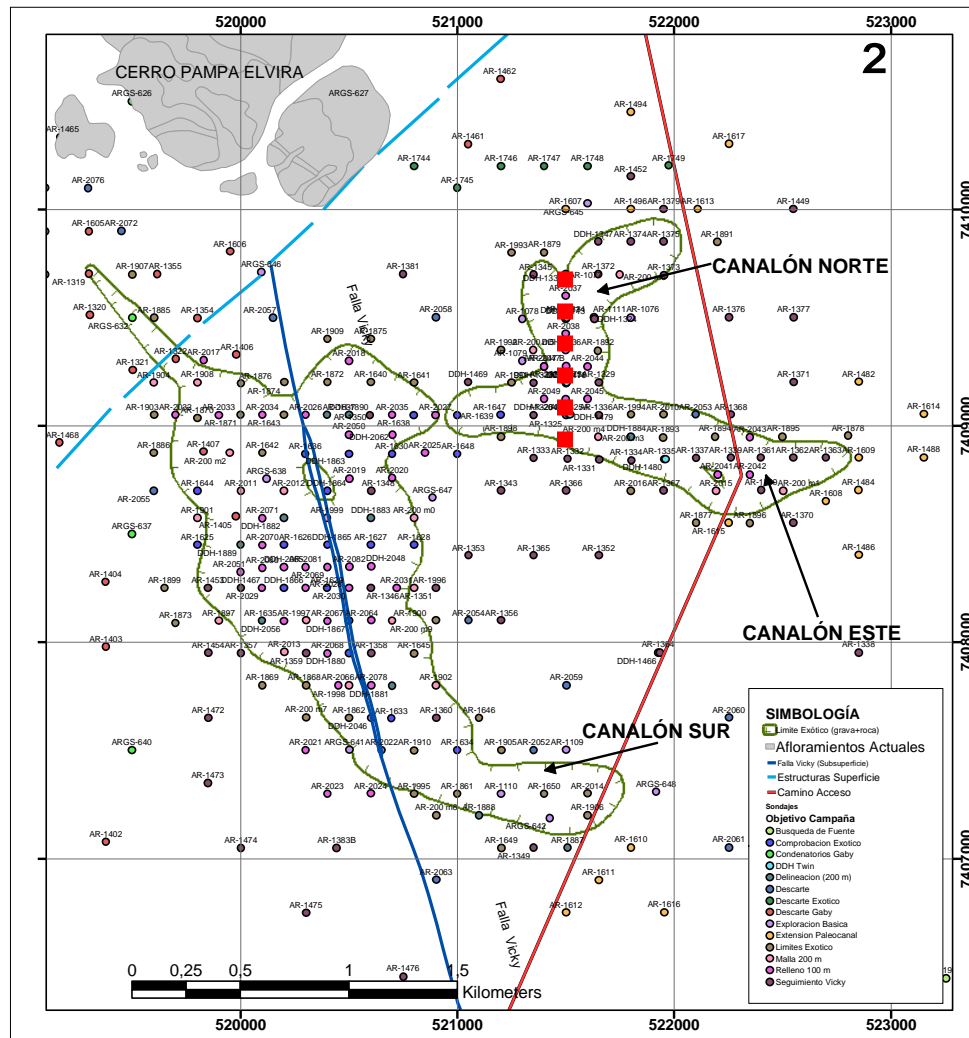


Figura 9. Distribución de sondajes por campaña en el área del Proyecto Vicky (en rojo: sección elegida con el fin de caracterizar muestras de mano y análisis mineralógicos).

Para la sección mencionada, el mapeo de validación se realizó en base a la cartilla de mapeo estándar que EMSA utilizó para mapear los sondajes del yacimiento Gaby. En este capítulo se detallarán las características relevantes de los sondajes escogidos para realizar la caracterización mineralógica, los mapeos de estos mismos pueden encontrarse en el Anexo B.

El mapeo efectuado durante esta validación se separó en dos litologías principales, debido a la forma en la que se depositaron los óxidos en el área. Al corresponder a un depósito exótico, la mineralización se da principalmente en un nivel de gravas, sin embargo, en ciertas zonas la mineralización se encuentra hospedada en niveles importantes de roca; aprovechando las fracturas como superficies de depositación.

En términos generales, los niveles de gravas no presentan variaciones importantes que permitieran distinguir distintas litologías. La distinción fundamental que poseían, dentro de un mismo sondaje, es la mineralización. Se distinguen gravas mineralizadas, con niveles de óxidos negros depositados principalmente en la matriz o, en algunos casos, impregnando los clastos. Los clastos de estas gravas son de origen intrusivo, en su mayoría, angulosos a subredondeados, variando entre 3 cm y 2 mm. Dentro de estos niveles de gravas se aprecian intercalaciones de niveles de limo y arcilla; es importante mencionar que en todos los casos en que se observan estos niveles, nunca hay mineralización asociada a ellos. Es importante mencionar que, debido a que la campaña de validación de la base de datos histórica se focaliza en la zona exótica del proyecto, en general solo se logran observar las gravas verdes y en algunos casos las gravas blancas (Fontecilla, 2006). Tomando esto en cuenta, con la información recolectada durante el proceso de remapeo no es posible concluir la existencia de todos los niveles de gravas observados en mapeos históricos.

Para los niveles de roca, es necesario separar los resultados por sondaje:

Sondaje DDH-1467: la litología dominante corresponde a una tonalita que se encuentra intercalada con filones microdioríticos que varían entre 0,5 y 2 metros de potencia. La alteración dominante varía al ir profundizando en el sondaje, predominando en la parte alta la alteración argílica con alteración clorita-epidota, en profundidad, inicialmente con mayor presencia de clorita, pero al profundizar en el sondaje se aprecia un aumento en la proporción de epidota. La mineralización se caracteriza por la presencia de óxidos negros restringida a un nivel de 10 metros de espesor inmediatamente después del fin de la grava; además, a partir del metro 249 hasta el 267 aprox., se observa un nivel de sulfuros débiles (Py>Cpy). Los óxidos negros poseen intensidades que varían entre 2 y 4 en una escala del 1 al 5, se encuentran en las fracturas de la roca, principalmente; sin embargo, existen ciertos tramos donde estos se observan impregnando algunos cristales.

Sondaje DDH-1477: la litología principal corresponde a una diorita fina que domina desde el paso de grava a roca hasta fondo de pozo. La alteración dominante varía al ir profundizando en el sondaje; inicialmente, predomina la alteración argílica, pero al ir avanzando comienza a prevalecer una alteración clorita-epidota, inicialmente con presencia única de clorita, pero al profundizar en el sondaje se aprecia la aparición de epidota como mineral de alteración, no llegando a intensidades tan altas como las encontradas en el sondaje anterior. La mineralización en la roca se caracteriza por la presencia de óxidos negros, al comienzo exclusivos, pero al avanzar en profundidad, se encuentran en asociación con óxidos verdes de diferentes tipos (crisocola, atacamita). En algunas zonas, la intensidad de óxidos verdes es mayor que la de óxidos negros. Los óxidos negros poseen intensidades que varían entre 1 y 4, se encuentran en las fracturas de la roca, principalmente; sin embargo, existen ciertas zonas donde estos se observan impregnando algunos cristales. Los óxidos verdes, en general, se encuentra asociados a vetillas y fracturas. En algunos tramos se aprecian intercalaciones de zonas lixiviadas, siendo mineralización de Cu.

Sondaje DDH-1478: la litología dominante corresponde a una diorita fina, sin embargo, es posible apreciar 3 tramos de filones microdioríticos. Estos últimos suman aproximadamente diez metros de largo, en total. La alteración dominante varía al ir profundizando en el sondaje; inicialmente, predomina la alteración argílica, pero al ir avanzando comienza a prevalecer una cloritización de los minerales máficos. En profundidad, la alteración argílica pierde gradualmente importancia y aparece una alteración asociada a la epidotización de las plagioclasas de la roca, en algunas zonas siendo incluso más predominante que la alteración clorítica. La mineralización en la roca se caracteriza por la presencia tanto de óxidos negros como óxidos verdes de cobre. Los óxidos negros poseen intensidades que varían entre 4 y 1 en una escala del 1 al 5, se encuentran en las fracturas de la roca, principalmente; sin embargo, existen ciertas zonas donde estos se observan impregnando algunos cristales. Los óxidos verdes poseen intensidades que varían entre 1 y 3, se dan principalmente en fracturas y en vetillas en una zona con características brechosas. Entre las especies de óxidos verdes de cobre es posible distinguir libethenita (la cual luego de análisis de mineralogía DRX resulta ser arcillas con cobre) y crisocola principalmente, las demás especies no son posibles de identificar en muestra de mano. También se observan algunos tramos con importante mineralización en forma de arcillas con cobre.

Sondaje DDH-1479: la litología dominante corresponde a una monzonita que varía a cuarcífera en algunas zonas, además, se observa un tramo de aproximadamente 1,5 m. correspondiente a un filón microdiorítico. La alteración dominante varía al ir profundizando en el sondaje; inicialmente, predomina la alteración argílica, pero al ir avanzando comienza a prevalecer una cloritización de los minerales máficos de la roca. A diferencia del sondaje anterior, en este no se aprecia una alteración asociada a epidota. La mineralización en la roca se caracteriza por la presencia mayoritaria de óxidos negros. Los óxidos negros poseen intensidades que varían entre 1 y 4 en una escala del 1 al 5, se encuentran en las fracturas de la roca, principalmente; sin embargo, existen ciertas zonas donde estos se observan impregnando algunos cristales. Estas zonas se caracterizan por tener intensidades de 3 o 4. También se observan algunos tramos con importante mineralización en forma de arcillas con cobre.

Sondaje DDH-1480: la litología principal corresponde a una monzonita que domina desde el paso de grava a roca hasta fondo de pozo. La alteración dominante varía al ir profundizando en el sondaje; inicialmente, predomina la alteración argílica, pero al ir avanzando comienza a prevalecer una alteración clorítica, con la aparición de epidota a mayores profundidades, pero solo como traza. La mineralización en la roca se caracteriza por la presencia de óxidos negros, al comienzo exclusivo, pero al avanzar en profundidad, aparecen arcillas con cobre y, en algunas zonas, crisocola como traza llegando incluso a intensidades moderadas (3). Los óxidos negros poseen intensidades que varían entre 2 y 3, se encuentran en las fracturas de la roca, principalmente; sin embargo, existen ciertas zonas donde estos se observan impregnando algunos cristales. Los óxidos verdes, en general, se encuentra asociados a vetillas y fracturas. Las arcillas con cobre se encuentran exclusivamente en fracturas. En algunos tramos del sondaje se aprecian intercalaciones de zonas lixiviadas, sin mineralización de Cu.

Sondaje DDH-2036: la litología dominante corresponde a una diorita fina que varía a una diorita cuarcífera y hacia fondo de pozo cambia a una monzonita, además se aprecia un filón microdiorítico de aprox. 5 metros de potencia. La alteración dominante está asociada a la presencia de clorita, la cual domina durante la mayor parte del sondaje hasta encontrar el nivel dominante de monzonita, donde aparece la epidota como mineral de alteración en asociación con la clorita. La mineralización en la roca se caracteriza por la predominancia de óxidos verdes en los primeros metros mineralizados, pero al avanzar en profundidad, los óxidos verdes se encuentran en

proporción similar con los óxidos negros; encontrando los mayores contenidos en asociación con zonas de fracturas. Los óxidos negros poseen intensidades que varían entre 2 y 3, se encuentran en las fracturas de la roca, principalmente; sin embargo, existen ciertas zonas donde estos se observan impregnando algunos cristales. Los óxidos verdes, en general, se encuentra asociados a vetillas y fracturas en zonas de mayor fracturamiento. Las arcillas con cobre se encuentran exclusivamente en fracturas. En algunos tramos del sondaje se aprecian intercalaciones de zonas lixiviadas, sin mineralización de Cu.

3.2. COMPARACIÓN BASE DE DATOS HISTÓRICA VS REMAPEO

3.2.1 METODOLOGÍA

Para realizar el remapeo de los sondajes se utilizó la hoja de Remapeo sulfuros EMSA del año 2016, esta hoja de remapeo captura la información de óxidos y sulfuros (volumen total de ellos y la proporción relativa entre las distintas especies respectivamente). En paralelo se capturó la información en intensidades y ocurrencia para cada monomineral (mena-alteración) con estos últimos datos se puede comparar la base histórica.

El mapeo histórico se realizó utilizando 2 formatos (estandarizados por la GCEX el año 2003 en los proyectos avanzados, utilizando el modelo aplicado en el proyecto Toki) una base con el mapeo de litología, alteración, estructuras y zonas de alteración, y una segunda hoja donde se registró la mineralización por especie monomineral con intensidad y ocurrencia para cada de las menas de óxidos, sulfuros, carbonatos, limonitas y otros. Ambos mapeos se realizaron a quiebre natural de especies minerales.

3.2.2 RESULTADOS

3.2.2.1 ALCANCES GENERALES

Como primera tarea se realizó un catastro de los sondajes DDH en la muestrera Vicky con el fin de generar un plan de remapeo a fin con las necesidades del proyecto y con la disponibilidad de traslado para realizar el remapeo en la muestrera Cerro Negro.

Si bien se encontraron los 32 sondajes DDH históricos en la muestrera Vicky, debido a la disponibilidad de traslado resultó imposible remapear la totalidad de ellos. Sin embargo, con los 21 sondajes remapeados fue posible validar la mayor parte del exótico identificado en Vicky.

Para los sondajes AR se realizó un listado en Muestrera DGM con los sondajes disponibles para mapeo. Las cajas de gran parte de los sondajes de AR remapeados se encuentran en mal estado, debido principalmente al largo tiempo que se encontraron expuestas al sol lo que provocó el deterioro del plástico y como consecuencia de esto, las cajas quebradas y con pérdida de muestra.

Otro de los inconvenientes detectados durante el remapeo fue la pérdida de algunas cajas con muestras, las cuales se detallan a continuación:

AR-1350, 105.0-165.0m tramo mineralizado con leyes de hasta 2.231% CuT.

AR-1643, 75.0-90.0m no se encuentra la caja.

AR- 2037, 30-45.0m; 150-180m, 210-225m, faltan cajas de cutting.

AR- 2040, 150-165m falta caja de cutting, 165-180m caja con escasa muestra y con claras señales

que se volcó, pérdida de muestra.
AR-1325 A, 195-210m caja de cutting pérdida.

3.2.2.2. ANÁLISIS DE PARAMETROS GEOLÓGICOS

Se remapearon 21 sondajes de diamantina dando prioridad a las zonas mineralizadas y 17 sondajes AR completos. Los 21 sondajes DDH mapeados alcanzan un total de 1.844,84 m que corresponde al 24,26% de la base histórica de DDH. Con respecto a los sondajes AR, se mapeó un total de 3.566,7 m que corresponde a un 6,2% de la base histórica AR.

- Litología

Desde el punto de vista litológico para la revisión y remapeo, las gravas fueron separadas en Gravas no Mineralizadas (GRA) y Gravas Mineralizadas (GRM). Además, debido a que el nivel de detalle con que se remapeó la litología en estos sondajes fue menor que en los sondajes históricos, (tanto por el plan de remapeo, como por la condición menos conservada en que se encontraban los sondajes respecto a cuando fueron mapeados por primera vez) se realizaron conciliaciones, las cuales se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Conciliaciones para análisis comparativo de parámetros.

Conciliación	Mapeo
Intrusivo	Monzodorita, Diorita de Cuarzo, Monzodiorita de Cuarzo, Diorita, Monzonita de Cuarzo, Pórfido Granítico, Tonalita, Diorita Fina, Granodiorita, Monzonita
Filón	Filón Microdiorítico, Filón Andesítico
Sedimentario	Lutita, Arenisca
Volcánico	Andesita, Riolita, Toba Cristalina, Ceniza

Al comparar las litologías de los mapeos históricos con los remapeos efectuados, estas coinciden y son coherentes, mostrando un dominio claramente de carácter intrusivo, con filones microdioríticos y en algunos casos filones andesíticos. Las variaciones composicionales se encuentran desde monzonita hasta granodiorita. En primera instancia, al realizar una comparación preliminar se tiene que el porcentaje de semejanza es del 80,27%. A continuación, tomando en cuenta que las gravas mineralizadas fueron designadas en base a la zona mineral de cada soporte y que este criterio fue diferente en el mapeo histórico respecto al remapeo, es posible aislar los datos que no coinciden y corresponden a este cambio de criterio. Agregando este criterio, se tiene que el porcentaje de semejanza aumenta hasta llegar a 85,65%. Además, varios de los datos no semejantes pueden asociarse al deterioro de los sondajes por el paso del tiempo y la exposición de estos a la intemperie.

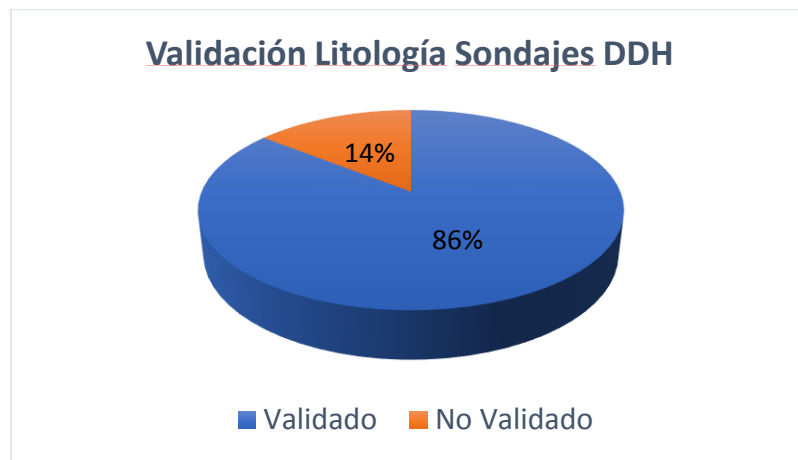


Figura 10. Comparación Parámetro Litológico de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.

Para el caso del remapeo de los sondajes AR, se obtienen resultados coherentes con los obtenidos en la comparación de los DDH, observándose diferencias litológicas que coinciden con las conciliaciones mencionadas anteriormente. La diferencia principal entre ambos análisis radica en el hecho que el aumento en el porcentaje de correlación luego de realizadas las conciliaciones no es tan significativo como en el caso de los sondajes DDH, ya que el porcentaje de semejanza alcanza el 97,66% en los sondajes AR e inicialmente correspondía a 96,67%.



Figura 11. Comparación Parámetro Litológico de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente mencionado, **el parámetro litológico de la base de datos geológica histórica fue validado.**

- Alteración

Al comparar las alteraciones remapeadas en los distintos sondajes DDH, en primera instancia poseen una correlación de un 65,03%. La razón principal detrás de este porcentaje de semejanza bajo es el criterio utilizado al mapear la zona clorita-epidota en el mapeo histórico y en el remapeo.

Debido a que en el remapeo se asignó la alteración clorita-epidota incluso cuando la epidota estuviese en una intensidad de traza, puede resultar complicado distinguir este mineral en primera instancia y fácilmente se le podría asignar una alteración clorítica a la misma zona. Tomando en cuenta lo anterior, además del hecho que al tener una roca menos conservada respecto al mapeo histórico y que la epidota se encuentra en muy baja proporción dentro del yacimiento, se puede asignar la alteración clorítica y clorita-epidota como equivalente para efectos de validación de la BD histórica. Finalmente, al considerar todo lo mencionado, la correlación final entre ambas bases de datos para el parámetro de alteración resulta en un 79,46%.

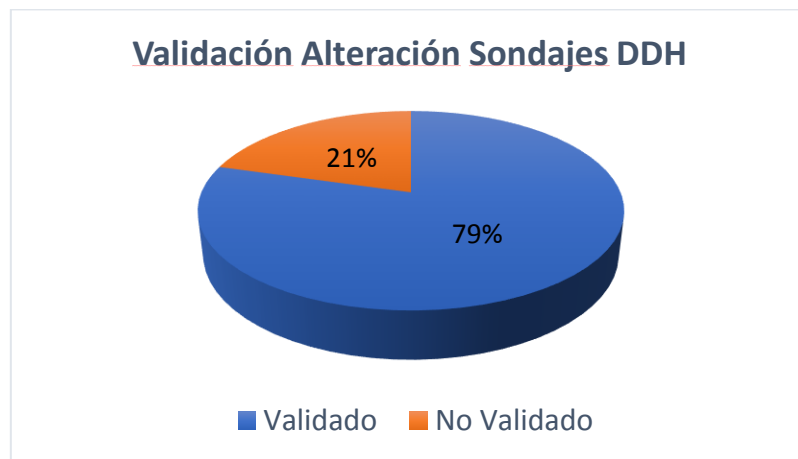


Figura 12. Comparación Parámetro Alteración BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.

A diferencia de lo que ocurre en la comparación de los sondajes DDH, los sondajes AR no presentan diferencias tan grandes en el parámetro de alteración. A pesar de esto, como también sucede para los DDH, utilizando las conciliaciones mencionadas, la alteración clorítica y clorita-epidota se puede considerar equivalentes para efectos de la validación. Finalmente, al realizar la equivalencia anterior, se obtiene una correlación de 85,4% para el caso de los sondajes AR (correlación inicial: 81,42%).



Figura 13. Comparación Parámetro Alteración BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.

Tomando en cuenta todo lo anterior, **este parámetro fue validado para la base de datos histórica.**

- Mineralización

En el remapeo se identificaron las diferentes especies de óxidos verdes (crisocola, libethenita, arcillas con Cu y brochantita). Con los óxidos negros fue posible separar al menos 4 tipos de óxidos negros en base a su ocurrencia, raya y respuesta al HCL. Esta clasificación se hizo en los sondajes DDH, debido a que no es factible distinguir en forma confiable estas características en los sondajes AR.

Para el caso del remapeo de los sondajes AR, se encontraron discrepancias entre lo observado y el registro de leyes de la base de datos histórica. Los tramos con discrepancias son los siguientes:

AR-1350, tramo 231-232.5 (ley 0.222% CuT), en la revisión no se observó mineralización de cobre (se revisó la muestra gruesa y la fina en plato, se hizo prueba con HCL y clavo en el fino, no precipito Cu).

AR-2010. Tramo con ley en grava de 0.115% CuT, la muestra fue revisada y no había mineralización de óxidos.

AR-2027. 99-100.5m ley química de 0.117% CuT, es posible observar trazas en de óxidos negros en la muestra. 169.5-171m ley de 0.129% CuT, no se distinguen óxidos en la muestra.

AR-1638.154.5-156m (0.1%CuT) y 166.5-168m (0.147%CuT) sin óxidos de cobre en la muestra gruesa y en el fino. Tramo 183-184.5m (0.79%CuT) se revisan ambas muestras (gruesa y fina) sin óxidos.

- Zona Mineral

Al comparar la zona mineral de los sondajes DDH remapeados respecto a la del mapeo histórico, se obtiene una correlación de 75,14%. Si bien este porcentaje por si solo podría resultar suficiente para validar este parámetro para la BD de DDH histórica, es importante tomar en cuenta los

criterios geológicos utilizados para este parámetro. Para el remapeo se utilizó una definición diferente de exótico debido a una percepción diferente de la intensidad 1 de los óxidos de cobre. Debido a lo anterior, los metrajes donde se definió como exótico la zona mineral en el remapeo, no siempre coinciden con la zona mineral del mapeo histórico. Esto no se debería a un error de mapeo sino a un cambio de criterio respecto al mapeo histórico.

Tomando como ejemplo la zona de gravas, donde la diferencia de criterio es más notoria, se puede realizar un nuevo cálculo de correlación tomando en consideración esto último; este nuevo cálculo arroja una correlación de 80,52%.



Figura 14. Comparación Parámetro Zona Mineral BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.

Analizando ahora el caso de los sondajes AR, nuevamente se observan diferencias en los porcentajes de correlación entre los datos históricos y de remapeo. En este caso, se observa que, sin utilizar ninguna conciliación en la comparación de esta base de datos, se obtiene una correlación del 90,03% y que al aplicar las equivalencias y cambios explicados para el caso de los sondajes DDH, se obtiene una correlación del 91,01%.

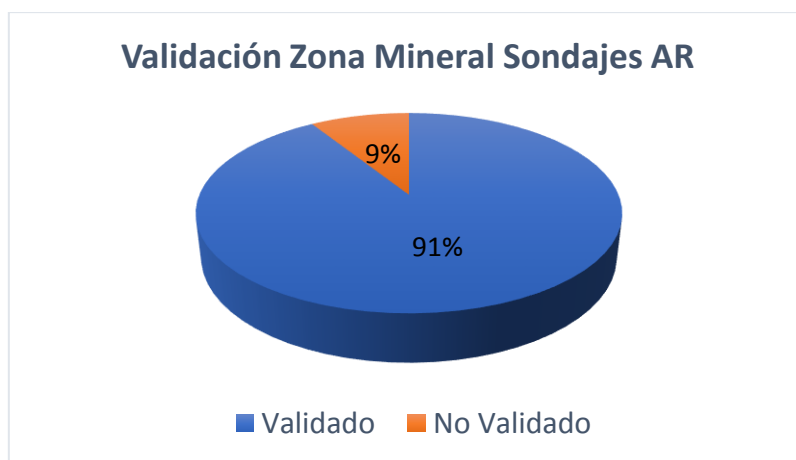


Figura 15. Comparación Parámetro Zona Mineral BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.

Con estos porcentajes de correlación es posible afirmar **la validación de este parámetro para la base de datos histórica.**

➤ Subzona Mineral

Al comparar la subzona mineral de los sondeos DDH remapeados con el mapeo histórico, se tiene en primera instancia una correlación de 79,78%. Aplicando nuevamente la consideración del criterio utilizado para la definición de exótico en el remapeo, es posible realizar un nuevo cálculo para aquellas zonas que en el mapeo histórico corresponden a zona de óxidos negros y en el remapeo no les fue asignada ninguna zona mineral. Con lo anterior, el porcentaje de correlación alcanza un valor de 86,96%. Además, es importante tener en cuenta que en el mapeo histórico existe la zona Óxido Negro=Óxido Verde, la cual no fue utilizada durante el remapeo. Lo anterior también se puede tomar como un cambio de criterio por lo cual no correspondería a un error de mapeo.



Figura 16. Comparación Parámetro Subzona Mineral BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017.

Para el caso de los sondeos AR, la correlación preliminar de los datos de subzona mineral es mayor que en el caso de los sondeos DDH, siendo incluso mayor a la que se obtiene luego de realizadas las conciliaciones. Finalmente, al realizar las conciliaciones utilizadas para el caso anterior, se obtiene un porcentaje de correlación final de 95,34%.



Figura 17. Comparación Subzona Mineral BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente mencionado, se puede concluir que **el parámetro de subzona mineral para la base de datos histórica también se valida.**

➤ Intensidad de Óxidos Negros

Para la validación de este parámetro se cambió la estrategia debido al posible sesgo de mapeo en escala de intensidades de 1 a 5. Es debido a lo anterior que se permitió una diferencia de ± 1 de intensidad para considerar un dato como válido. Además, debido al cambio de criterio utilizado en el caso de tener una intensidad 1 en el mapeo histórico que podía resultar ser una intensidad 0 para el remapeo, estos datos también se validan ya que no corresponderían a un error en el mapeo. También, debido a que se mapearon especies distintas de óxidos negros en el remapeo, se utiliza el parámetro de intensidad de copper wad como elemento de comparación para el parámetro de intensidad de óxidos negros ya que éste es el óxido negro mayoritario en los sondeos mapeados. Tomando en cuenta todo lo anteriormente mencionado, el porcentaje de correlación del parámetro intensidad de óxidos negros es de 85,98% (en verde en la tabla 3). Es importante mencionar que eliminando los casos donde no existen óxidos negros en el mapeo histórico ni en el remapeo, el porcentaje de validación disminuye a 71,61%.

Tabla 3. Comparación de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017 (Intensidad de Óxidos Negros).

Diferencia Intensidad OXN Históricos vs Remapeo	Cantidad de datos	Porcentaje respecto al total de muestras	Validación
-4	5	0,41	
-3	8	0,65	
-2	49	4,00	
-1	106	8,64	85,98%
0	786	64,06	
1	163	13,28	
2	75	6,11	
3	33	2,69	
4	2	0,16	

Para el caso del remapeo de los sondeos AR, se encuentra que la mayor parte de los tramos cumple la condición de la diferencia de ± 1 en la intensidad de óxidos negro. Al tomar los datos que cumplan esta condición, se obtiene un porcentaje de correlación de 96,85%; el cual es muy superior al obtenido para el caso de los sondeos DDH (en verde en la tabla 4). Es importante mencionar que eliminando los casos donde no existen óxidos negros en el mapeo histórico ni en el remapeo, el porcentaje de validación disminuye a 85,11%.

Tabla 4. Comparación de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017 (Intensidad de Óxidos Negros).

Diferencia Intensidad OXN Históricos vs Remapeo	Cantidad de datos	Porcentaje respecto al total de muestras	Validación
-4	3	0,13	
-3	6	0,27	
-2	15	0,66	
-1	91	4,04	96,85%
0	1910	84,74	
1	182	8,07	
2	45	2,00	
3	2	0,09	

Tomando en cuenta todo lo anterior, **se valida este parámetro para la base de datos histórica.**

➤ Intensidad de Carbonatos

Al comparar la intensidad de carbonatos del remapeo con el mapeo de la base de datos histórica para los sondajes DDH, se tiene que el porcentaje de correlación es 58,41% (en verde en la tabla 5). Si bien este porcentaje es bajo, la forma en la que se mide la presencia de carbonatos en rocas que en general no lo poseen en forma cristalina puede resultar ambigua. La intensidad de este mineral se mide en base a su reacción al ácido clorhídrico, lo cual no se encuentra estandarizado en el protocolo de mapeo histórico. Cabe mencionar que eliminando los casos donde no existe carbonato en el mapeo histórico ni en el remapeo, el porcentaje de validación disminuye a 50,89%.

Es importante tener en cuenta que una importante cantidad de los datos poseen una diferencia de 2 entre la base de datos histórica y la base de datos del remapeo, y el 88% de estas corresponde al caso donde en el remapeo se observó carbonato en intensidad 0 mientras que la base de datos histórica asignaba una intensidad de 2 a este mismo tramo. Esto puede deberse al posible lavado del carbonato de algunos sondajes debido a la exposición de estos mismos al clima y la intemperie.

Tabla 5: Comparación de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017 (Intensidad de Carbonatos).

Diferencia Intensidad Carbonatos Históricos vs Remapeo	Cantidad de datos	Porcentaje respecto al total de muestras	Validación
-4	1	0,09	
-3	21	1,78	
-2	71	6,00	
-1	166	14,03	58,41%
0	341	28,83	
1	184	15,55	
2	298	25,19	
3	75	6,34	
4	25	2,11	
5	1	0,08	

Para el caso de los sondajes AR, se observa una situación similar a la observada en el caso anterior. Al utilizar un rango de ± 1 en la diferencia entre las intensidades históricas y las de remapeo de carbonato se obtiene un porcentaje de correlación de 50,54% (en verde en la tabla 6). Es importante tomar en cuenta que el resultado obtenido para los sondajes AR puede ser aún más subjetivo, debido a la calidad del dato que se obtiene en un sondaje de este tipo y, además, al igual que el caso de los DDH, un importante número de las muestras poseen diferencias de 2, por lo que también podría deberse a que el carbonato haya sido lavado por lluvias u otros factores climáticos. Cabe mencionar que eliminando los casos donde no existe carbonato en el mapeo histórico ni en el remapeo, el porcentaje de validación disminuye a 39,22%.

Tabla 6: Comparación de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017 (Intensidad de Carbonatos).

Diferencia Intensidad Carbonatos Históricos vs Remapeo	Cantidad de datos	Porcentaje respecto al total de muestras	Validación
-3	18	0,81	
-2	59	2,65	
-1	149	6,68	50,54%
0	547	24,53	
1	431	19,32	
2	502	22,51	
3	369	16,55	
4	154	6,91	
5	1	0,04	

Tomando en cuenta ambos casos anteriores, **se valida este parámetro de la base de datos histórica**. A pesar de lo anterior, el resultado de este parámetro debe ser tratado con el cuidado debido.

➤ Intensidad de Crisocola

Al comparar la intensidad de crisocola del remapeo con el mapeo de la base de datos histórica, se tiene que el porcentaje de correlación es 96,58%. Si bien este porcentaje es muy alto, es importante tener en cuenta que casi el 90% de las correlaciones son en tramos donde no se observa crisocola, es decir donde la intensidad de crisocola en el mapeo histórico y en el remapeo es de 0. Tomando en cuenta lo anterior y eliminando los casos donde no se observa crisocola en el mapeo histórico ni en el remapeo se tiene que el porcentaje de validación disminuye a un 72,18%.

Tabla 7: Comparación de BD_DDH_Histórica - BD_DDH_Remapeo 2017 (Intensidad de Crisocola).

Diferencia Intensidad Crisocola Históricos vs Remapeo	Cantidad de datos	Porcentaje respecto al total de muestras	Validación
-4	1	0,08	
-3	7	0,57	
-2	19	1,55	
-1	52	4,24	96,58%
0	1109	90,38	
1	24	1,96	
2	11	0,90	
3	3	0,24	
4	1	0,08	

Para el caso de la comparación de los sondeos AR, se observan resultados concordantes con lo encontrado en los sondeos DDH, es decir, 98,36% de las intensidades de crisocola se mantienen dentro del rango de ± 1 al compararlas con las intensidades de la base de datos históricas. Tomando en cuenta lo anterior y eliminando los casos donde no se observa crisocola en el mapeo histórico ni en el remapeo se tiene que el porcentaje de validación disminuye a un 76,28%.

Tabla 8: Comparación de BD_AR_Histórica - BD_AR_Remapeo 2017 (Intensidad de Crisocola).

Diferencia Intensidad Crisocola Históricos vs Remapeo	Cantidad de datos	Porcentaje respecto al total de muestras	Validación
-4	5	0,22	
-3	2	0,09	
-2	17	0,76	
-1	41	1,82	98,36%
0	2138	94,85	
1	38	1,69	
2	11	0,49	
3	1	0,04	
4	1	0,04	

Tomando en cuenta lo anterior, **este parámetro se valida para la base de datos histórica**.

4. CARACTERIZACIÓN GEOMETALÚRGICA

4.1. GENERALIDADES

La base de datos metalúrgica histórica del depósito Vicky se compone de 507 análisis de las pruebas metalúrgicas “test shaker” (Cu Soluble y Consumo de ácido a 30 y 60 minutos) a igual número de muestras con soporte de 1,5 m, las que representan la columna mineralizada de 21 sondajes de diversos sectores del exótico. Adicionalmente, estas mismas muestras fueron analizadas por impurezas (Al, Mg, Mn, Fe Total, Fe Soluble y Cl soluble en agua). Los detalles de la ejecución de estas pruebas se detallan en el Anexo C. En la figura 18 se presenta la ubicación de los sondajes muestreados para estos análisis.

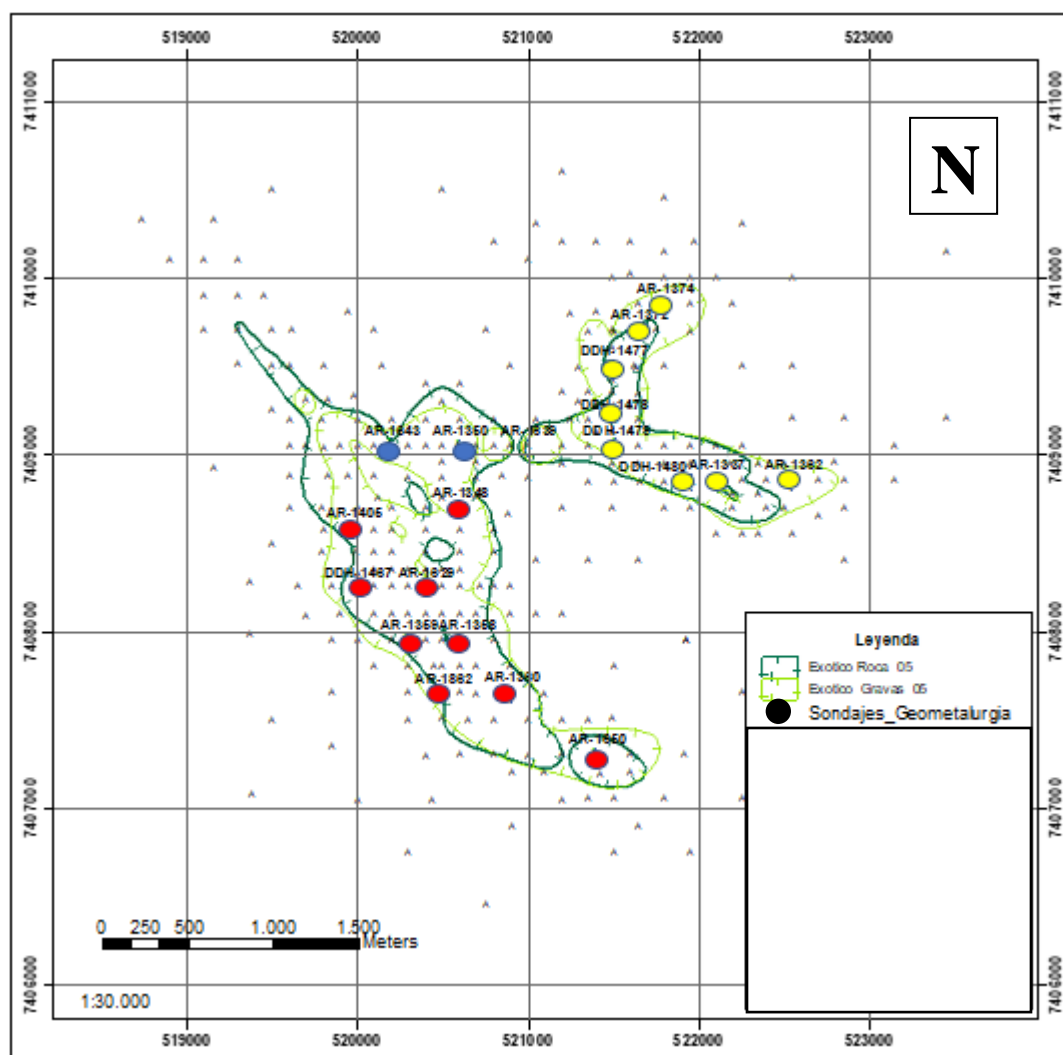


Figura 18: Ubicación de sondajes con muestras para análisis geometalúrgicos (“test shaker”). Modificado de Fontecilla et al (2006). Los sondajes en amarillo corresponden al canalón Norte-Este, los azules al Sur-Norte y los rojos al Sur.

4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PARÁMETROS METALÚRGICOS

Con el fin de buscar tendencias entre los parámetros que se obtuvieron en los análisis de Test Shaker, se realiza una comparación entre éstos a través de relaciones de dispersión. Dicha comparación se realiza, en primera instancia, para la totalidad de los datos de los análisis de Test Shaker; pero, además, con el propósito de determinar su comportamiento dentro del depósito, se segrega la comparación de los parámetros según el canalón al que pertenecen y si se encuentran en grava o en roca. Los resultados más relevantes de esta comparación se detallan a continuación y aquellos complementarios (mostrando resultados esperables debido a la geoquímica de las litologías presentes) se encuentran en el Anexo F.

4.2.1. CONTENIDO DE ALUMINIO

- Porcentaje de Al vs Consumo de ácido

Se observa una relación inversa entre el contenido de Aluminio y el consumo de ácido (Figura 19), es decir, al aumentar el contenido de Aluminio disminuye el consumo de ácido. Si bien la relación no es clara, es posible observar que en general los mayores consumos de ácido se dan en rangos relativamente bajos de porcentajes de Aluminio.

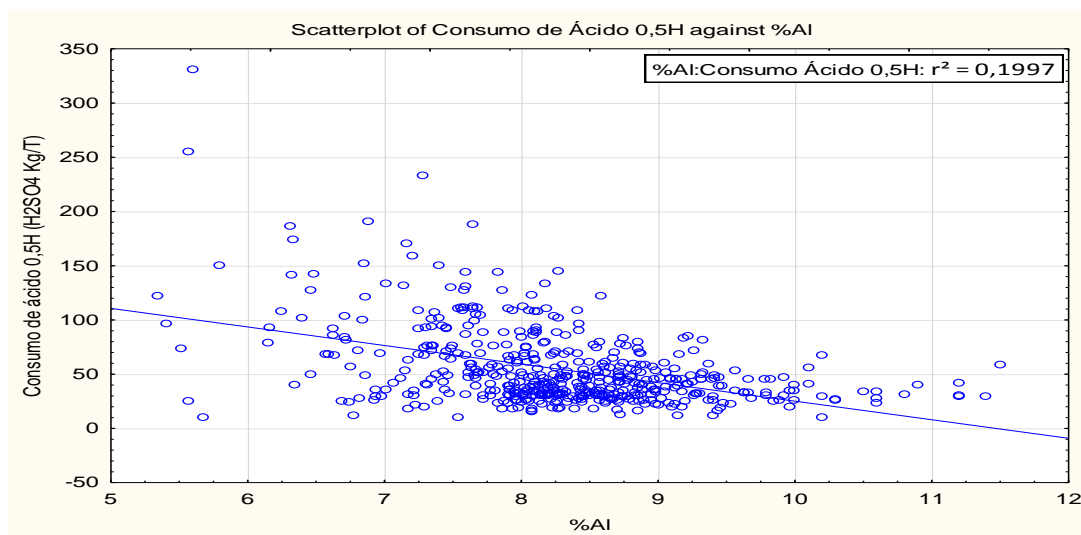


Figura 19: Gráfico de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio.

El comportamiento encontrado para el caso general también se aprecia al segregar la comparación por canalón (Figura 20). Sin embargo, en el canalón Norte-Este no es posible observar una tendencia, probablemente debido a la gran variabilidad entre los datos y a la baja cantidad de estos mismos, no permitiendo inferir un comportamiento representativo.

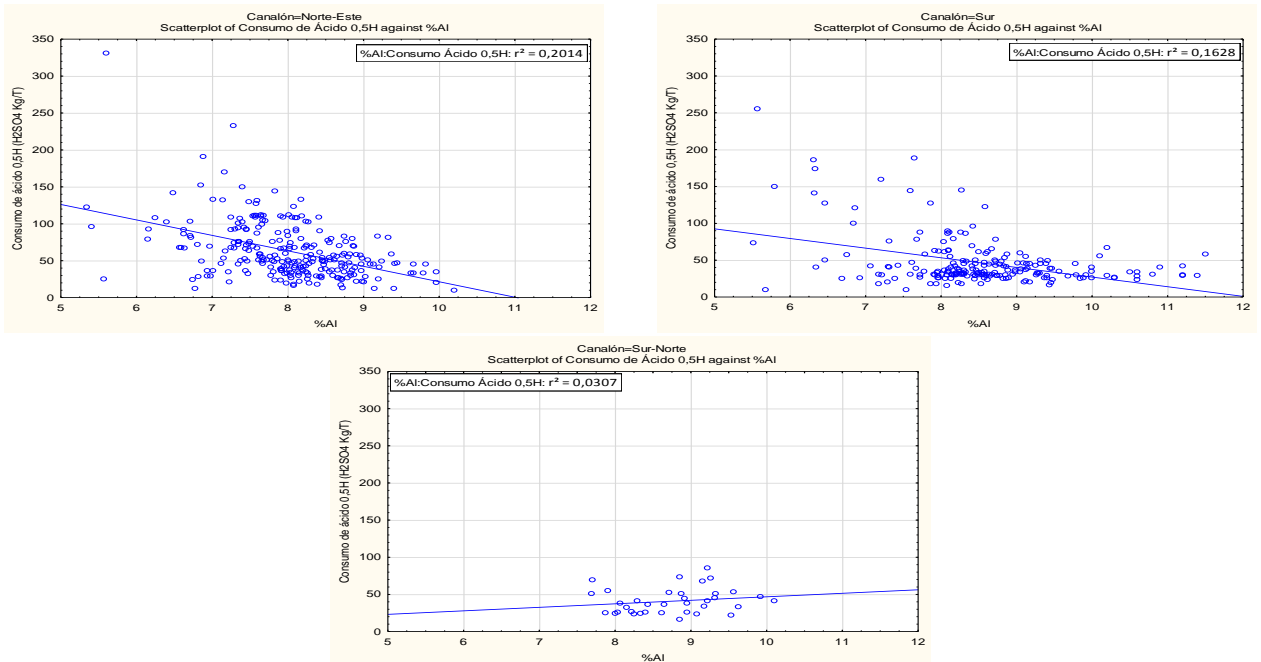


Figura 20: Gráficos de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio separado según el canalón que pertenezca la muestra (Superior Izquierda: Canalón Norte-Este; Superior Derecha: Canalón Sur; Inferior: Canalón Sur-Norte).

Al analizar los datos por tipo de roca, se observa una tendencia similar a la encontrada en los casos anteriores (Figura 21). Sin embargo, se puede notar que la tendencia se aprecia con mayor claridad para el caso de la grava; esto debido principalmente a que existen datos distribuidos de manera más homogénea en torno a la recta que define la tendencia que parecen tener los datos. En cambio, para el caso de las muestras en roca, los datos se encuentran concentrados en torno a la zona central de la recta. Esto se ve reflejado también en el coeficiente de determinación de ambos casos, en la grava llegando a aproximadamente 0.26, mientras que en la roca solo alcanza un valor de 0.17 aproximadamente.

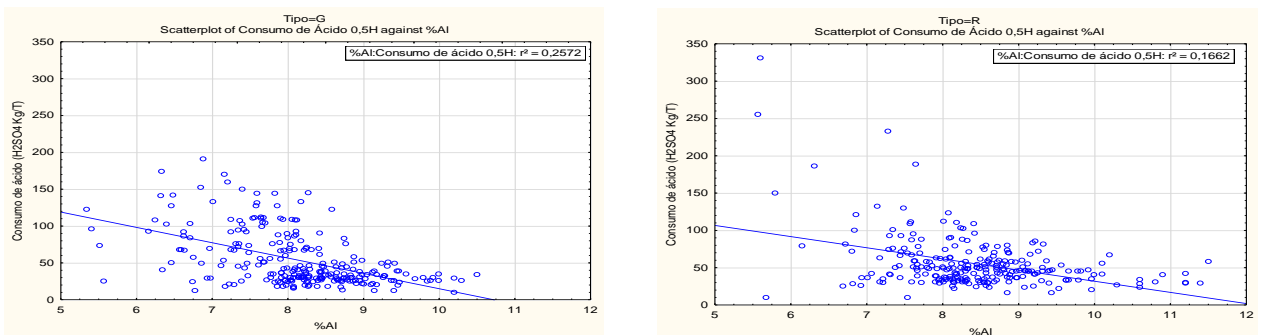


Figura 21: Gráficos de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio separado según el tipo de roca que corresponda la muestra (Izquierda: Grava; Derecha: Roca).

Desde el punto de vista de la zona mineral, se observa una tendencia semejante a la encontrada en los 3 casos anteriores (Figura 22). Para este caso en particular, el comportamiento en la zona exótica es similar al de la zona estéril, con la sutileza que la primera posee una población mayor de datos respecto a la segunda y por lo tanto se observa con mayor facilidad la relación.

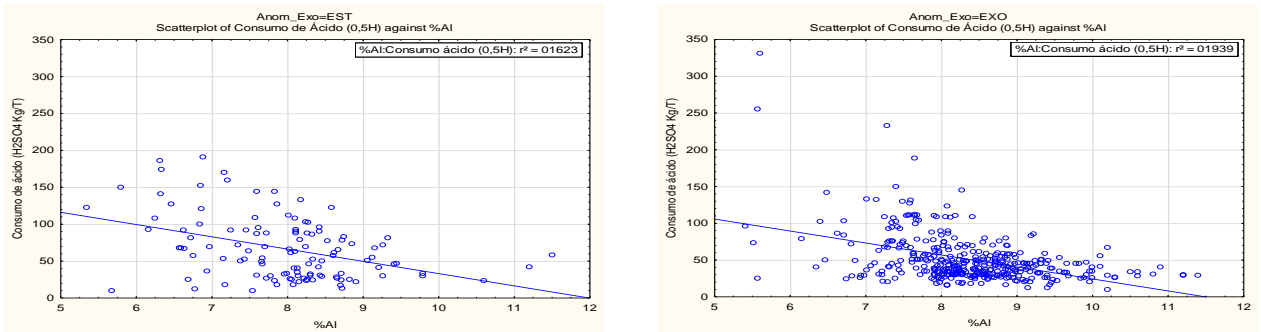


Figura 22: Gráficos de dispersión de Consumo de ácido (0,5H) vs contenido de Aluminio separado según la zona mineral en la que se encuentre la muestra (Izquierda: Estéril; Derecha: Exótico).

4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS METALÚRGICOS Y GEOLÓGICOS/GEOMORFOLÓGICOS

4.3.1 CONTENIDO DE ALUMINIO

- Porcentaje de Al vs Canalón

En la figura 23 se observa una tendencia creciente desde el canalón Norte-Este al canalón Sur y luego al canalón Sur-Norte. Además, es importante notar que el canalón Sur es aquel que posee la mayor variabilidad respecto a sus datos extremos (percentil 10%-90%).

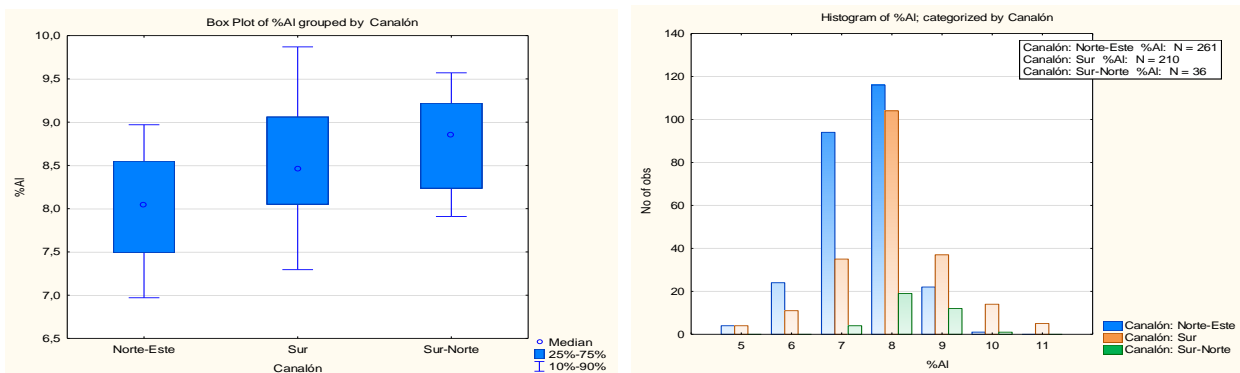


Figura 23: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes concentraciones de Al segregado según canalón.

Al analizar el tipo de roca por separado en cada canalón (Figura 24), se mantiene la tendencia creciente del contenido de Al en los canales observada en el caso general; sin embargo, también se aprecian distinciones en el comportamiento de los canales por separado. A diferencia del canalón Norte-Este y Sur-Norte, el canalón Sur no muestra mayores variaciones en el contenido de Al entre la roca y la grava.

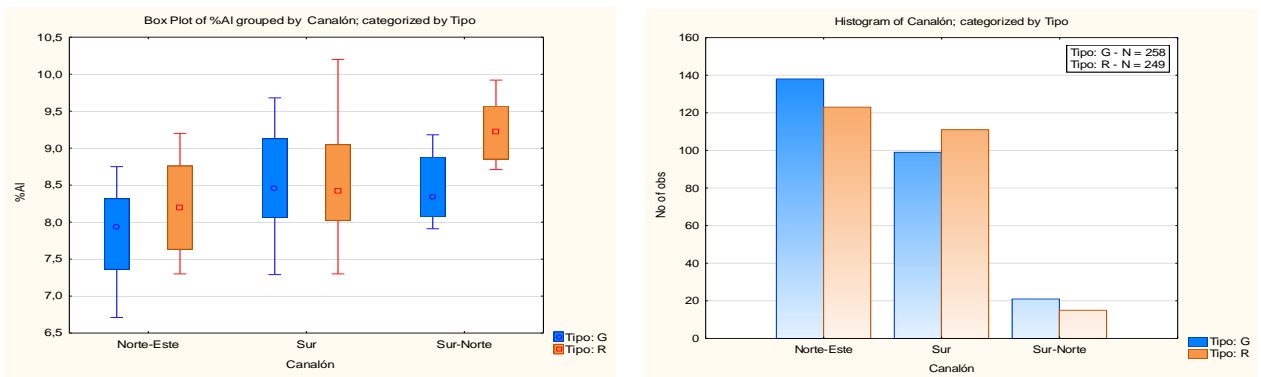


Figura 24: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de canalón segregada por tipo litológico.

- Porcentaje de Al vs Intensidad de Carbonatos

En la figura 25 se observa una leve tendencia decreciente entre el contenido de Al y la intensidad de carbonatos. En las intensidades más bajas, se aprecia un comportamiento semejante en el contenido de Al; sin embargo, al aumentar la intensidad de carbonatos se observa una clara disminución en el contenido de Al, siendo esta disminución más notoria en la intensidad 5.

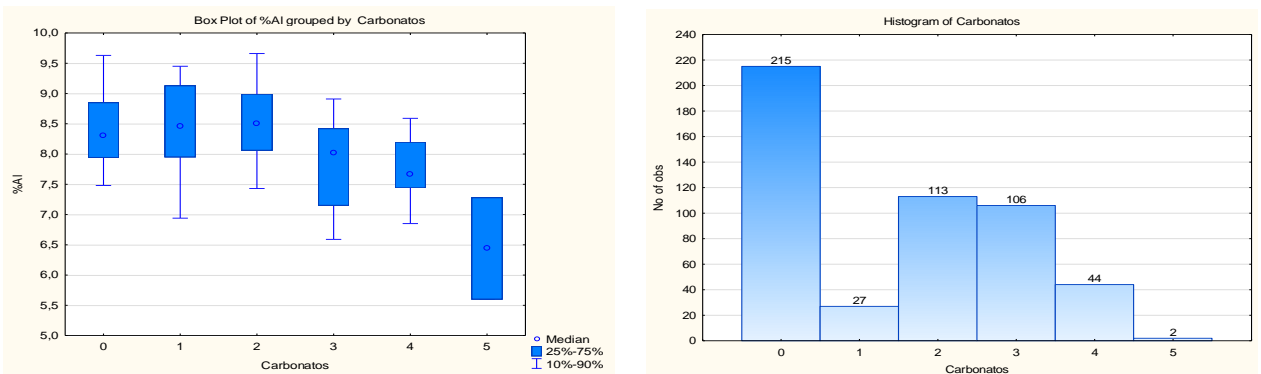


Figura 25: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de carbonatos.

Al analizar la figura 26, es claro que el comportamiento observado en el caso general no se encuentra al segregar el análisis según el canalón en el que se encuentre la muestra. En el canalón Sur, la tendencia decreciente se observa con una menor claridad respecto al caso general; en los canales Norte-Este y Sur-Norte, no se observa ninguna tendencia.

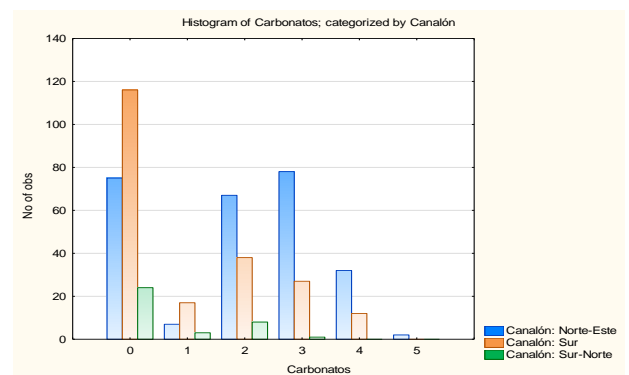
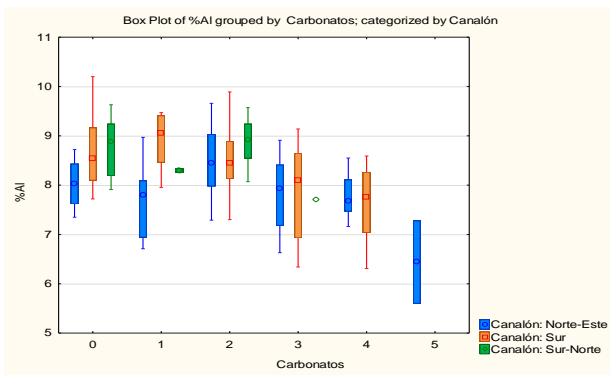


Figura 26: Izquierda-Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado según canalón.

El comportamiento encontrado en el caso general también se observa en las muestras de roca; pero no en las muestras de grava (Figura 27). Además, es importante notar que, en general, el contenido de Al es mayor en la roca que en la grava.

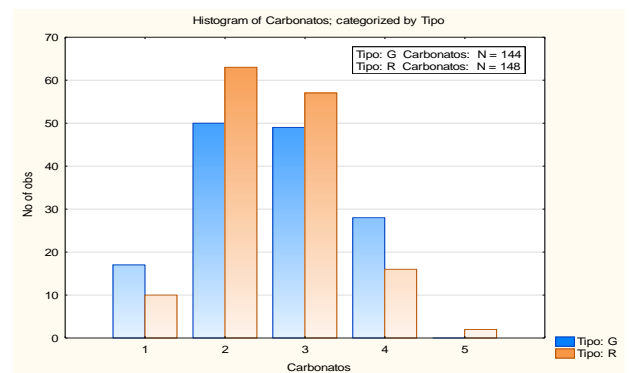
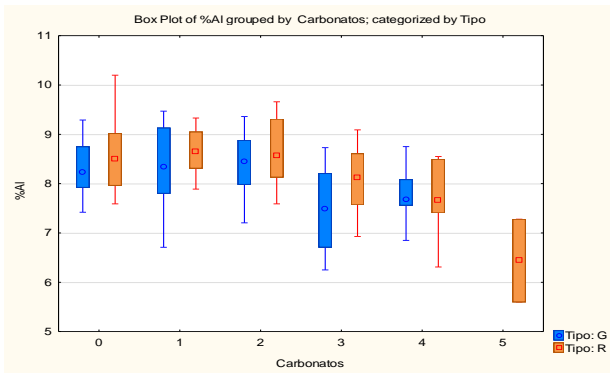


Figura 27: Izquierda- Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado tipo litológico.

4.3.2. CONTENIDO DE MANGANESO

- Porcentaje de Mn vs Canalón

Al analizar la figura 28, se observa que cada canalón posee contenidos y variabilidades muy diferentes de manganeso. De menor a mayor contenido de Mn por canalón: Norte-Este, Sur y Sur-Norte.

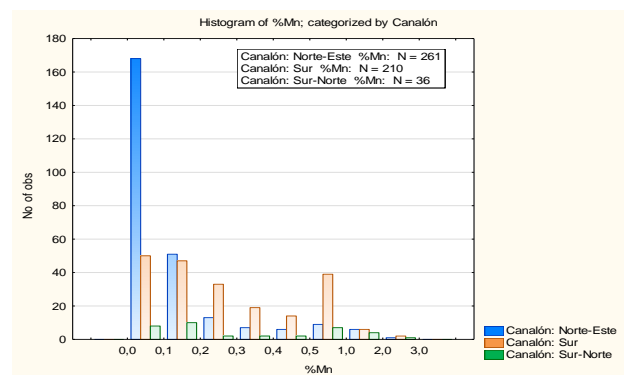
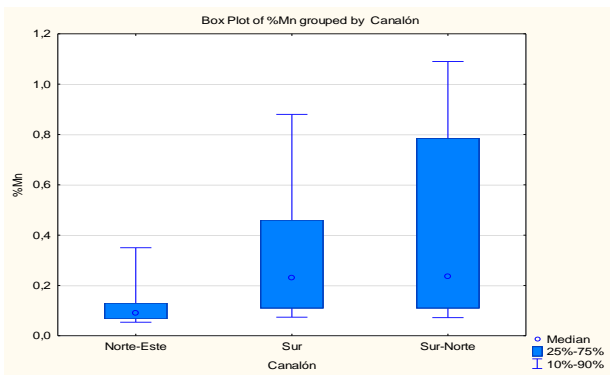


Figura 28: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes concentraciones de Mn segregado según canalón.

En la figura 29 se observa que la roca en los tres canales posee contenidos de Mn similares. En cambio, en la grava, desde el canalón Norte-Este al canalón Sur-Norte, aumenta considerablemente el contenido y la variabilidad de Mn.

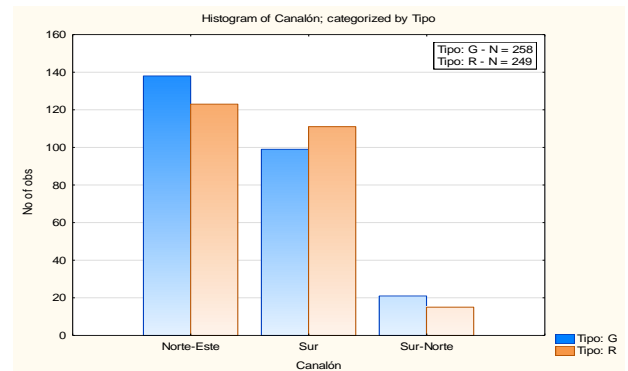
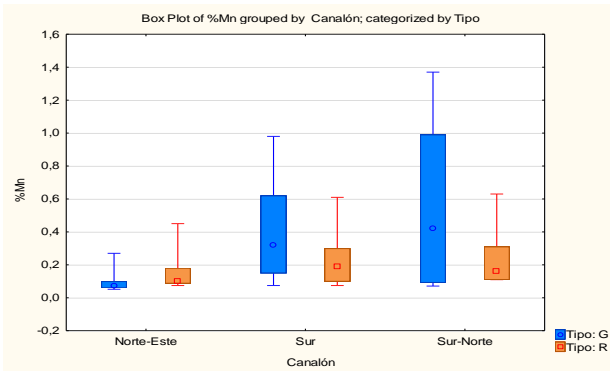


Figura 29: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de canalón segregada por tipo litológico.

- Porcentaje de Mn vs Intensidad de Óxidos Negros

En la figura 30 se observa que existe una tendencia creciente en el contenido y variabilidad de Mn al aumentar la intensidad de óxidos negros.

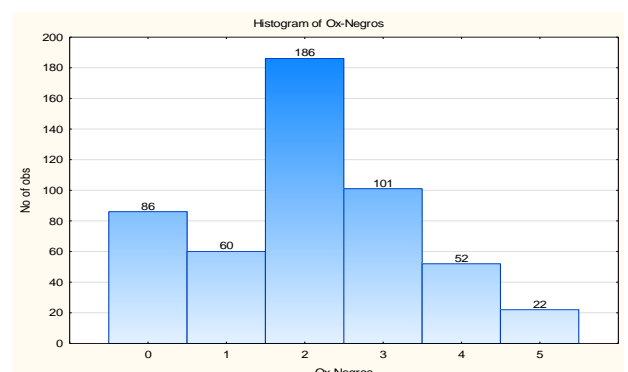
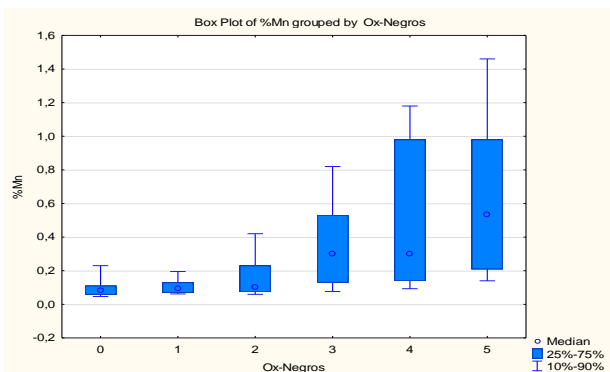


Figura 30: Izquierda: Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de óxidos negros que posee la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.

Al observar la figura 31, se aprecia que, en general, en las intensidades bajas de óxidos negros, el contenido de Mn es similar en los tres canales; sin embargo, al aumentar la intensidad, también aumenta la diferencia en el contenido de Mn entre los canales. El canalón Norte-Este posee la menor cantidad de Mn, seguido por el canalón Sur y finalmente, el canalón Sur-Norte donde se presenta el mayor contenido de este elemento. Además, cabe mencionar que el canalón Sur, además de ser el que posee uno de los mayores contenidos de Mn, es el que posee mayor variabilidad en este parámetro.

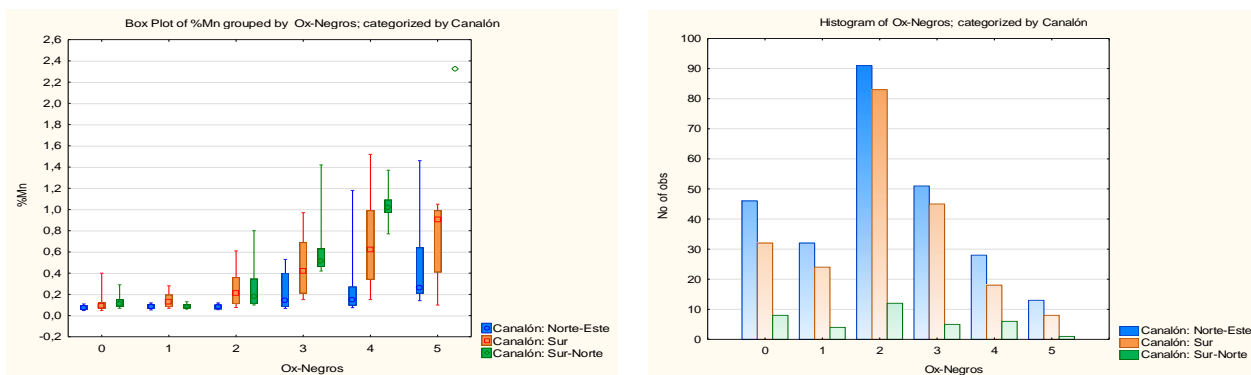


Figura 31: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.

En la figura 32 se observa que el contenido de Mn se encuentra concentrado en la grava. Además, en la roca no se observa con la misma claridad la tendencia creciente que posee el contenido de Mn al aumentar la intensidad de óxidos negros; en cambio, en la grava, el comportamiento se asemeja mucho más al que se encuentra en el caso general.

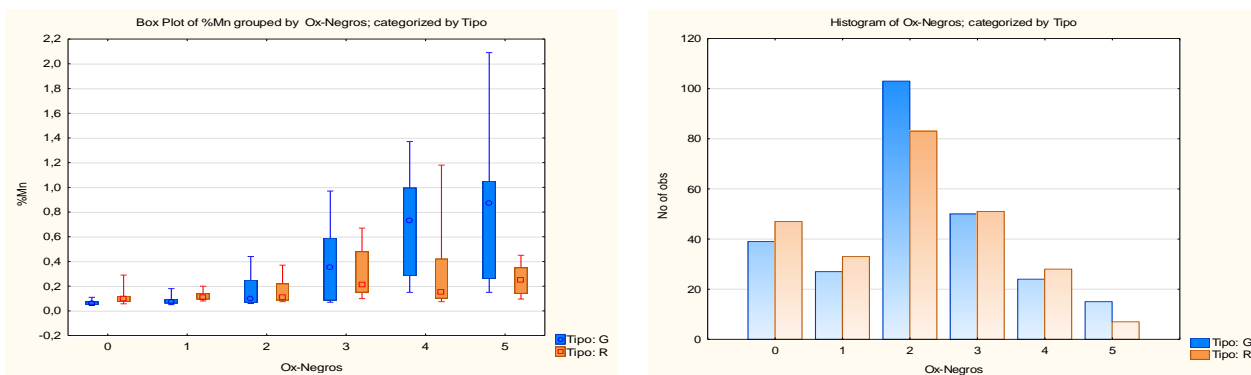


Figura 32: Izquierda-Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.

4.3.3. CONTENIDO DE COBRE

- Porcentaje de Cu vs Intensidad de Óxidos Negros

En la figura 33, se observa que existe una tendencia creciente en el contenido de Cu al aumentar la intensidad de óxidos negros. Sin embargo, es importante notar que el comportamiento creciente

del contenido de cobre al aumentar la intensidad de óxidos negros no parece tener un comportamiento lineal.

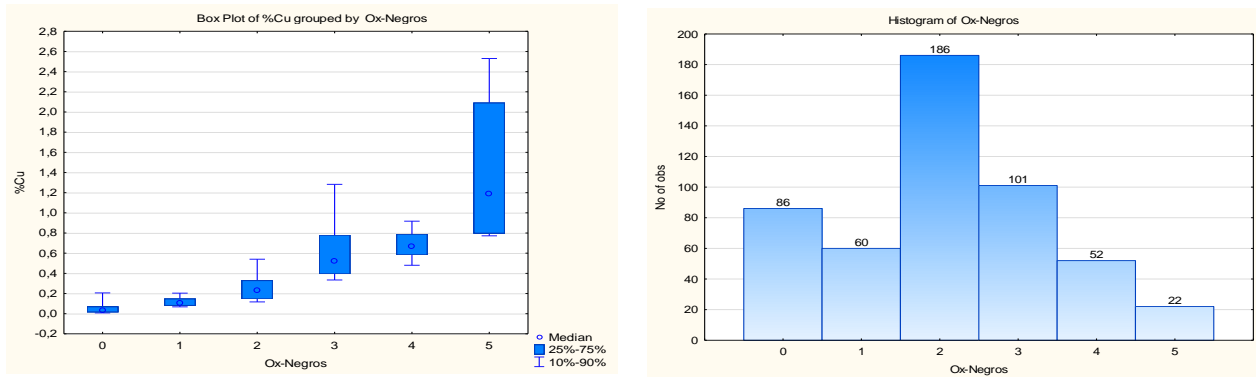


Figura 33: Izquierda-Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.

Al observar la figura 34, se aprecia que, en general, en las intensidades bajas de óxidos negros, el contenido de Cu es similar en los tres canalones. Sin embargo, al aumentar la intensidad también aumenta la diferencia en el contenido de Cu entre los canalones. El canalón Norte-Este es el que presenta la menor cantidad de Cu, seguido por el canalón Sur y finalmente, el canalón Sur-Norte, que posee mayor contenido de este elemento. Esta relación no se aprecia en las intensidades mayores, donde el orden en el contenido de Cu cambia, desde mayor a menor, al canalón Norte-Este, luego Sur-Norte y finalmente Sur.

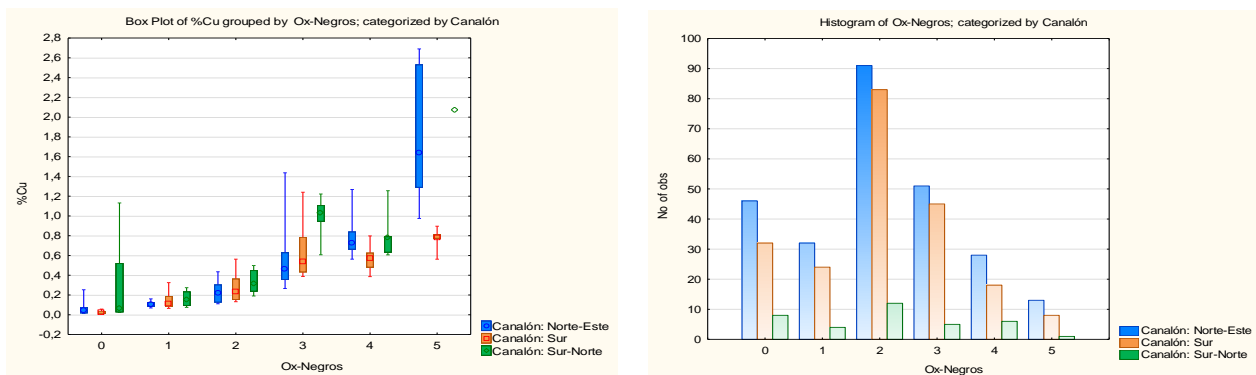


Figura 34: Izquierda-Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.

Se observa que el contenido de Cu es similar en la grava y en la roca en cada intensidad de óxidos negros (Figura 35), salvo en la intensidad 3; además, se observa un comportamiento similar al observado en el caso general.

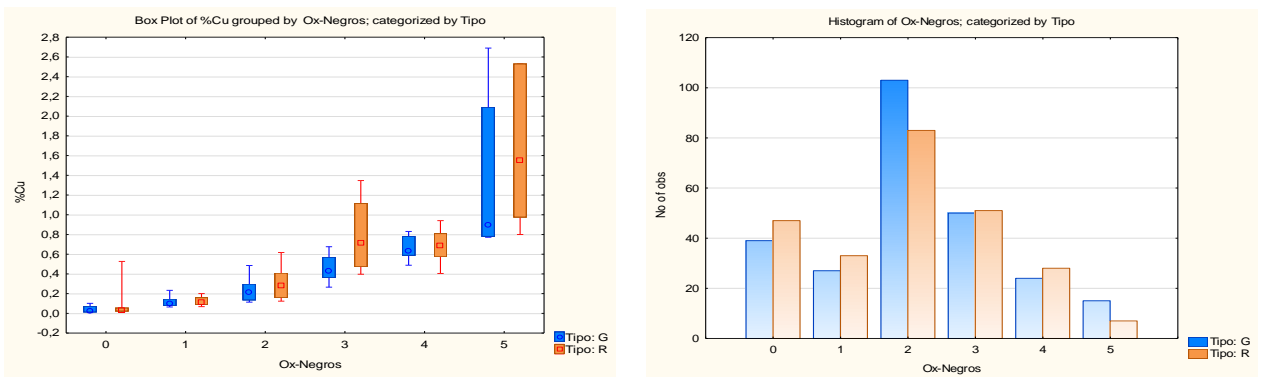


Figura 35: Izquierda-Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.

4.3.4. CONTENIDO DE COBRE SOLUBLE (0,5H)

- Porcentaje de Cu Soluble (0,5H) vs Canalón

Al analizar la figura 36, se observa que los canales Norte-Este y Sur-Norte poseen contenidos de Cu Soluble similares; en cambio, el canalón Sur, muestra contenidos de Cu Soluble menores. Este comportamiento no se relaciona con los contenidos de cobre total, ya que para el caso de cobre total los canales Norte-Este y Sur poseen comportamientos similares.

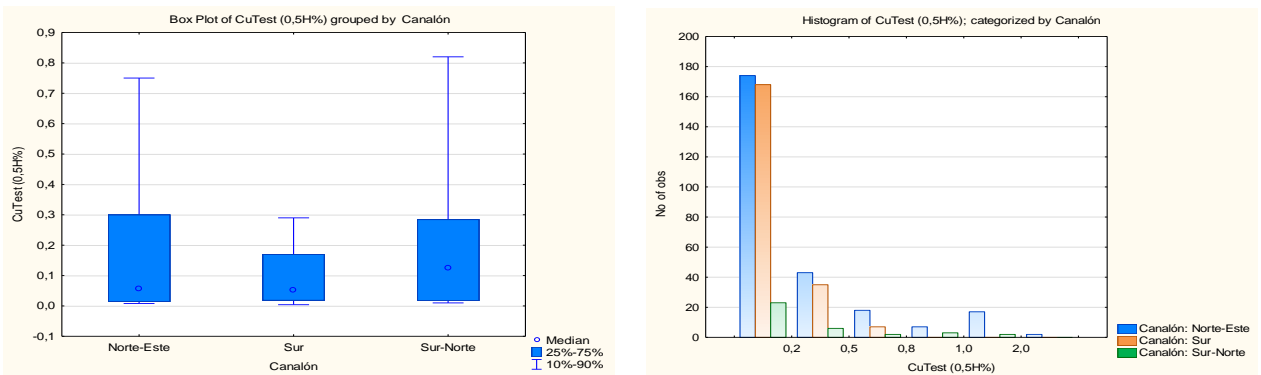


Figura 36: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes concentraciones de CuS segregado según canalón.

A partir de la figura 37, se observa que los tres canales poseen comportamientos similares entre sí. Los tres poseen mayores contenidos de Cu Soluble en la roca, observándose niveles similares en la grava, pero en la roca, los canales ordenados de menor a mayor contenido de Cu Soluble: Sur, Norte-Este, Sur-Norte.

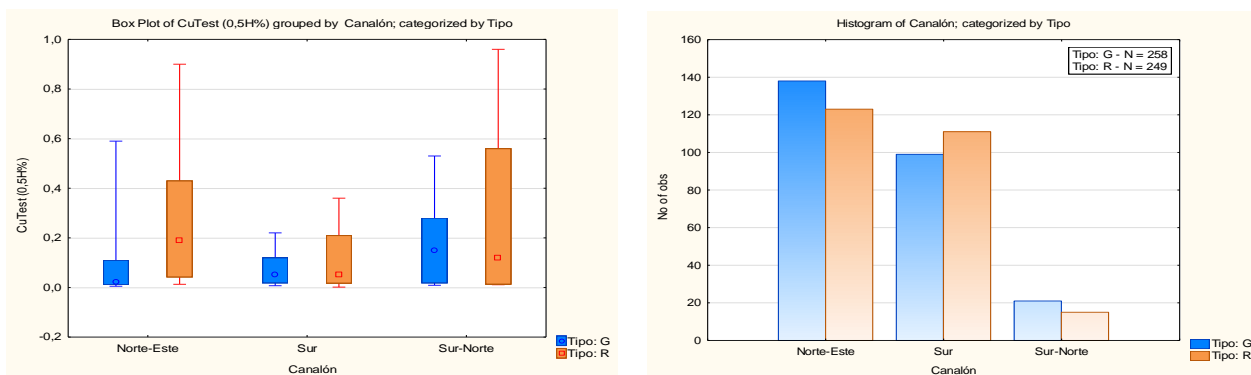


Figura 37: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de muestras en grava y roca segregada por canalón.

- Porcentaje de Cu Soluble (0,5H) vs Intensidad de Óxidos Negros

De la misma manera que en el cobre total, se observa que existe una tendencia creciente en el contenido de Cu Soluble al aumentar la intensidad de óxidos negros y que ésta no parece tener un comportamiento lineal (Figura 38).

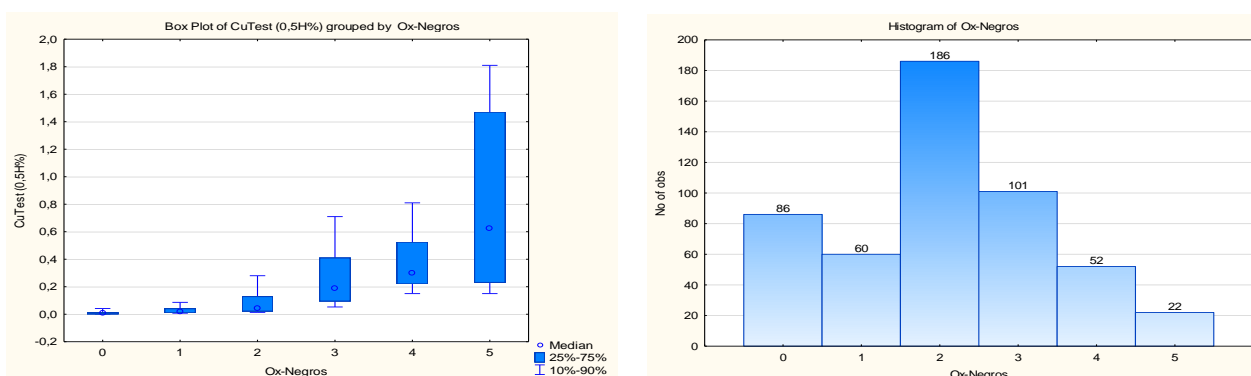


Figura 38: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros que posee la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.

También se observan las mismas relaciones observadas para el cobre total al comparar las intensidades de los óxidos negros con el cobre soluble (Figura 39). En general, en las intensidades bajas de óxidos negros, el contenido de Cu Soluble es similar en los tres canalones; sin embargo, al aumentar la intensidad, también aumenta la diferencia en el contenido de Cu Soluble entre los canalones. El canalón Norte-Este es aquel que posee la menor cantidad de Cu Soluble, seguido por el canalón Sur y finalmente, el canalón Sur-Norte es el que posee mayor contenido de este elemento. Esta relación no se aprecia en las intensidades mayores, donde el orden en el contenido de Cu Soluble cambia, desde mayor a menor, al canalón Norte-Este, luego Sur-Norte y finalmente Sur. Es importante notar que el canalón Sur además de tener un comportamiento constante en el contenido de CuS en función de la intensidad de óxidos negros, es el canalón que posee los mayores contenidos de Mn; en cambio, el canalón Norte-Este posee los menores contenidos de Mn y la mayor variabilidad en el contenido de CuS según la intensidad de óxidos negros, lo cual podría indicar que al aumentar el contenido de Mn disminuye el contenido de cobre soluble.

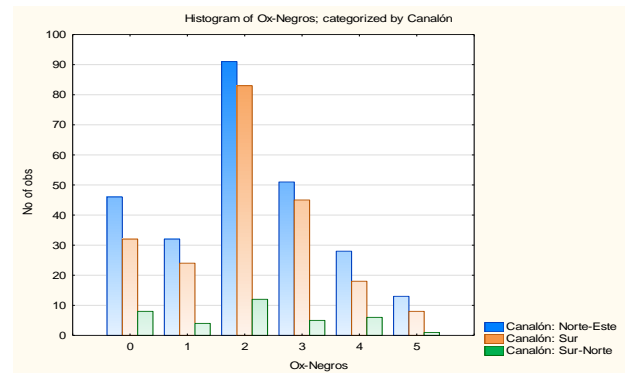
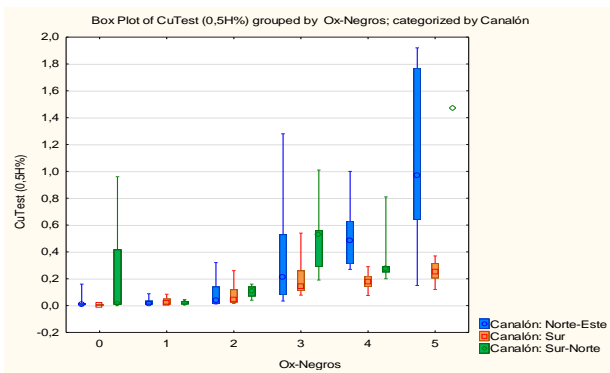


Figura 39: Izquierda-Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.

En la figura 40 se observa que el contenido de Cu Soluble es, en general, mayor en la roca respecto de la grava; además, se observa un comportamiento similar al observado en el caso general.

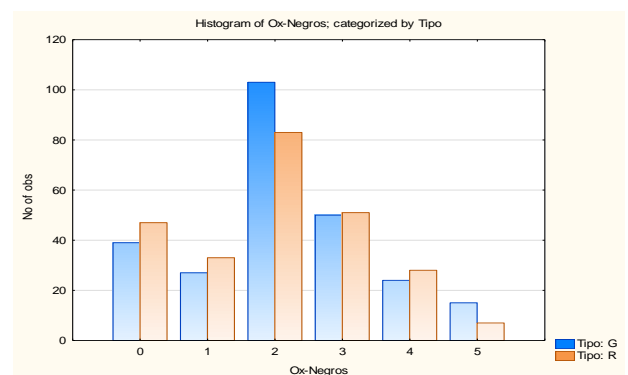
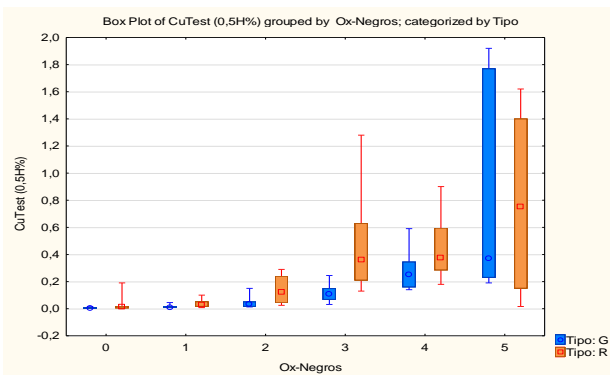


Figura 40: Izquierda-Contenido de Cu Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.

4.3.5. CONSUMO DE ÁCIDO (0,5H)

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Canalón

Al analizar la figura 41, se observa que el canalón Sur y Sur-Norte poseen comportamientos similares en consumo de ácido; en cambio, el canalón Norte-Este, posee consumos de ácido mayores respecto a los otros dos, además de una variabilidad también mayor.

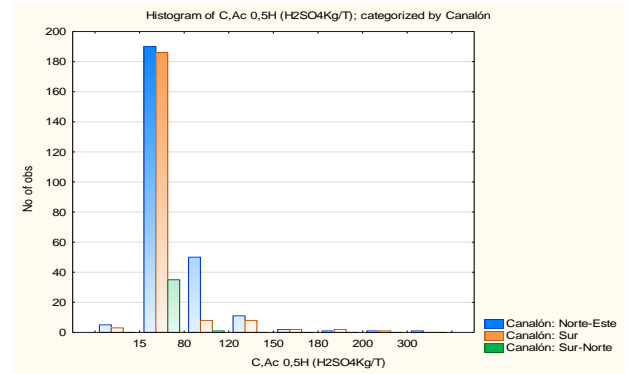
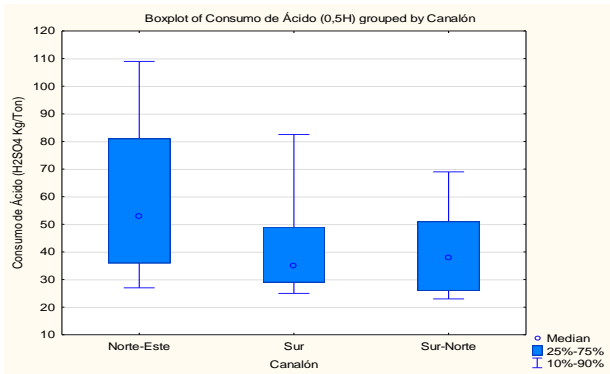


Figura 41: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según el canalón al que pertenece la muestra. Derecha-Histograma de diferentes consumos de ácido segregado según canalón.

A partir de la figura 42, se observa que los consumos de ácido en los canalones son diferentes en la grava y en la roca. En el canalón Norte-Este, el consumo de ácido en la grava es mayor que en la roca; en cambio, en los canalones Sur y Sur-Norte, los consumos de ácido son mayores en la roca.

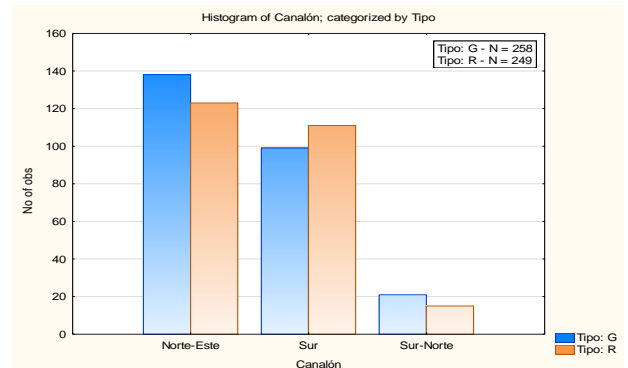
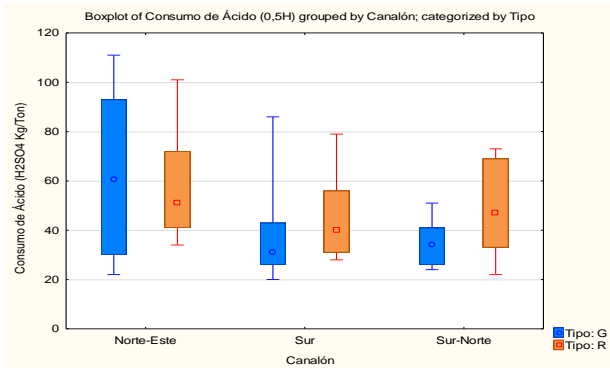


Figura 42: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de muestras en grava y roca segregada por canalón.

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 43, se observa un crecimiento exponencial del consumo de ácido al aumentar la intensidad de carbonatos.

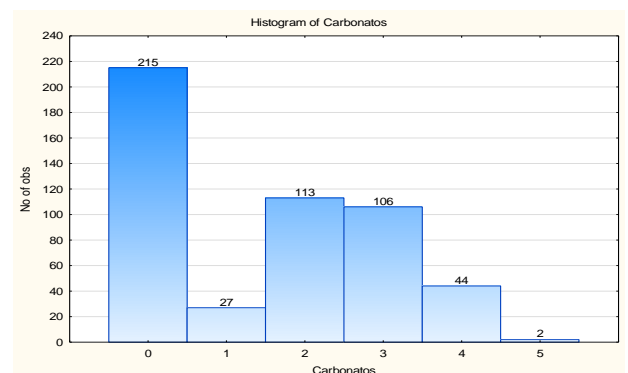
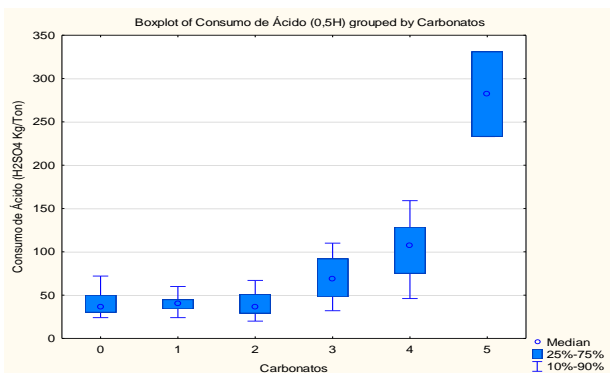


Figura 43: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de carbonatos.

En la Figura 44, se aprecia que, para intensidades bajas (0-2) de carbonatos, los consumos de ácido son similares en los tres canales, siendo el canalón Norte-Este el que posee consumos levemente mayores los otros dos. En intensidades altas de carbonatos (3-4), el canalón Sur alcanza y sobrepasa los consumos de ácido del canalón Norte-Este.

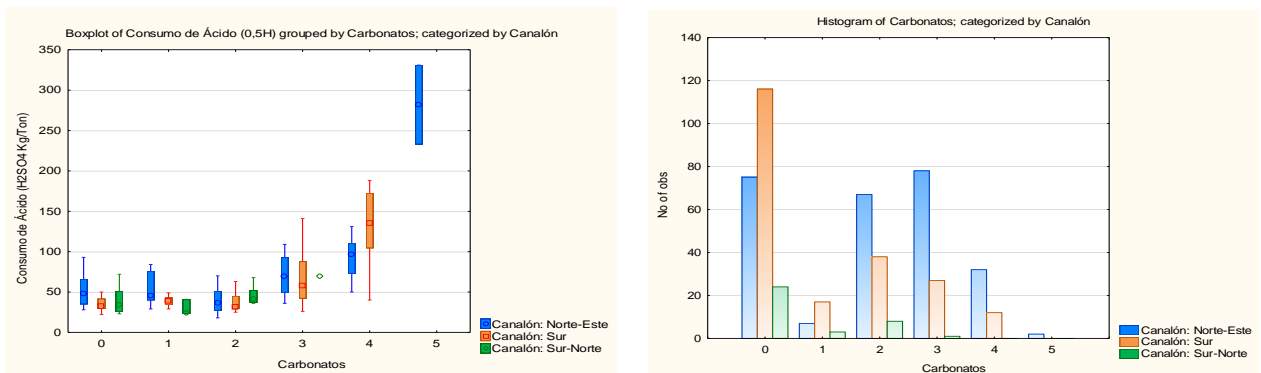


Figura 44: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado según canalón.

En la figura 45, se observa que la relación encontrada en el caso general se reproduce al separar el análisis en grava y roca. En intensidades bajas (0-3), los consumos de ácido son similares para la grava y la roca; en cambio, en intensidades altas (4), los consumos de ácido son mayores en la grava.

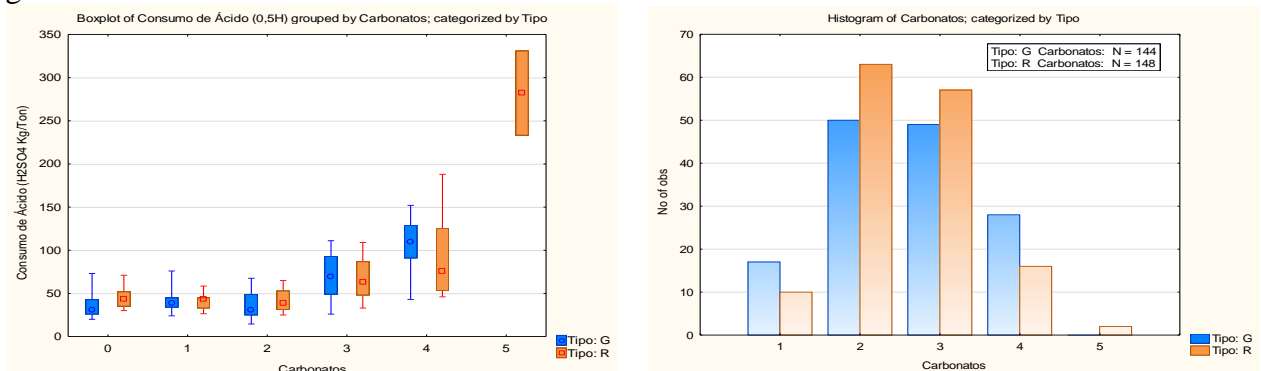


Figura 45: Izquierda-Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha- Histograma de intensidad de carbonatos agrupado tipo litológico.

4.3.6. SOLUBILIDAD DE COBRE (0,5H)

La solubilidad corresponde al porcentaje de cobre soluble con respecto al cobre total de las muestras sometidas a las pruebas metalúrgicas.

- Solubilidad de Cu (0,5H) vs Canalón

Al analizar la figura 46, se observa que, en orden creciente de solubilidad de Cu los canales se ordenan de la siguiente manera: Sur, Sur-Norte y Norte-Este.

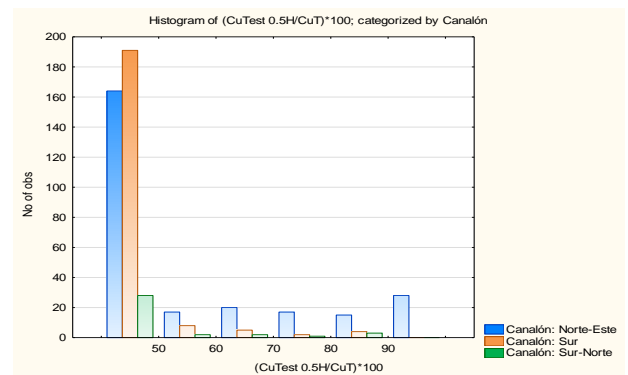
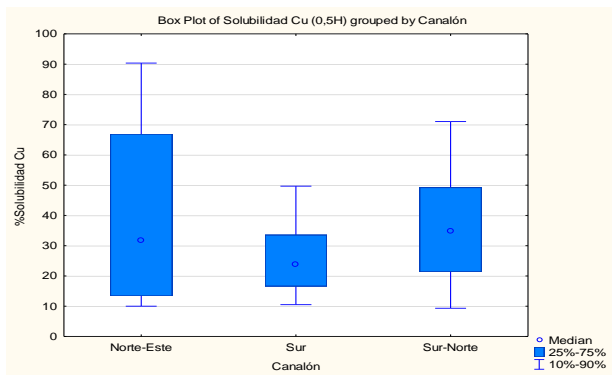


Figura 46: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra. Derecha-Histograma de diferentes solubilidades de cobre segregado según canalón.

En la figura 47, se observa que, en la grava, los tres canales poseen porcentajes relativamente bajos de solubilidad de Cu y similares entre sí. En la roca, el comportamiento de los canales se correlaciona con el encontrado en el caso general.

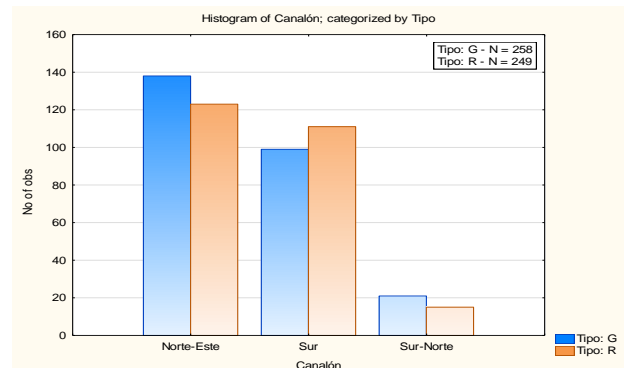
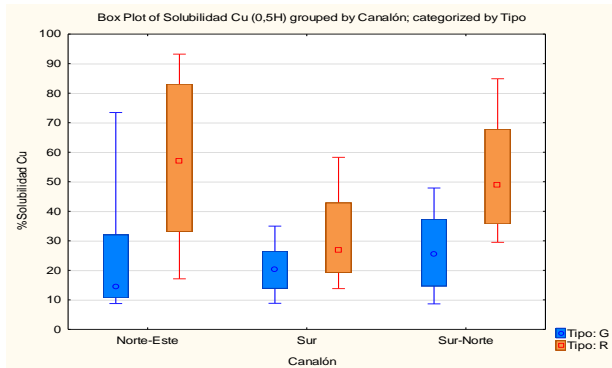


Figura 47: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de muestras en grava y roca segregada por canalón.

- Solubilidad de Cobre (0,5H) vs Tipo de Roca

En la figura 48 se observa que existen mayores solubilidades de Cu en la roca respecto de la grava, tal como se había observado en los análisis anteriores.

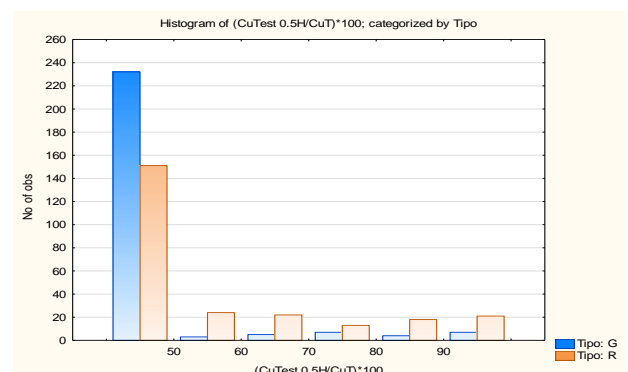
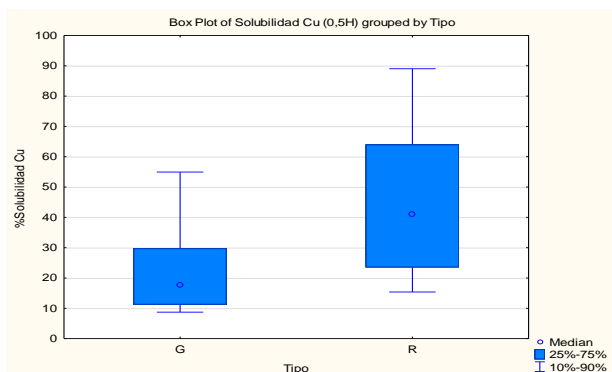


Figura 48: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra. Derecha- Histograma de diferentes consumos de ácido segregado según tipo litológico.

Al analizar la figura 49, se observa que la solubilidad del cobre en la grava de los tres canales es similar. En cambio, al analizar la roca, se aprecia que el canalón Norte-Este posee valores de solubilidad mayores que los otros dos canales y que, además, el canalón Sur posee un comportamiento levemente creciente al pasar de grava a roca.

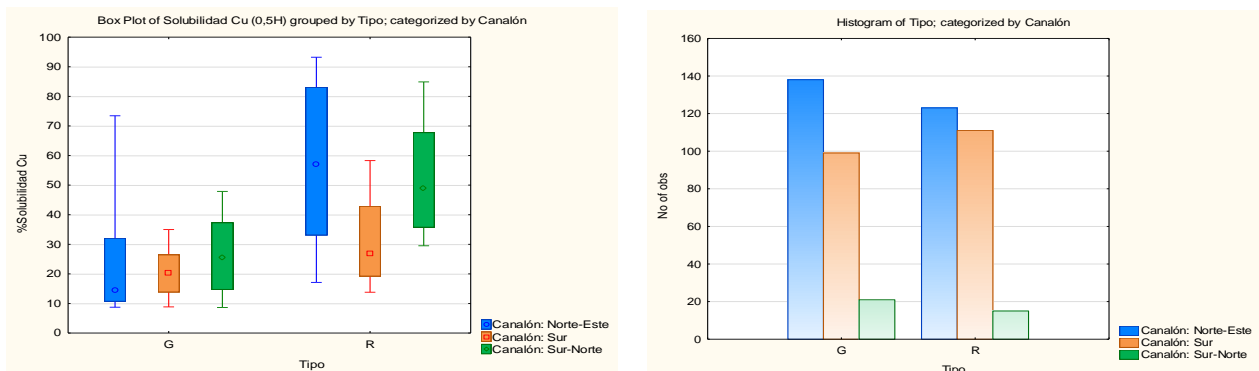


Figura 49: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de tipo de roca segregado según canalón.

- Solubilidad de Cobre (0,5H) vs Intensidad de Óxidos Negros

Se observa una tendencia creciente en la solubilidad de Cu al aumentar la intensidad de óxidos negros (Figura 50). Cabe mencionar que además de aumentar los porcentajes de solubilidad, también aumenta la variabilidad en el percentil 25%-75%.

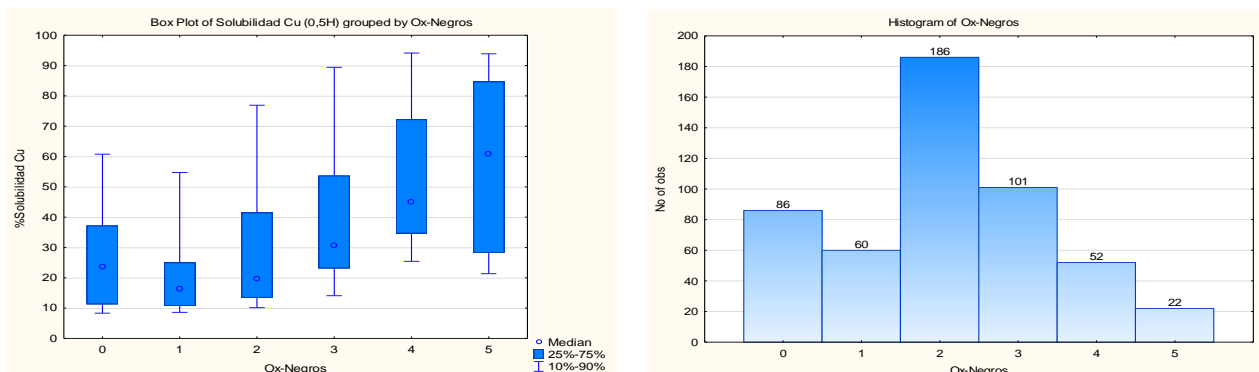


Figura 50: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros que posee la muestra. Derecha-Histograma de muestras segregada según la intensidad de óxidos negros.

Al observar la figura 51, se aprecia que, en general, el canalón Sur es el que presenta las solubilidades más bajas de los tres canales y el Norte-Este, las más altas. Al aumentar la intensidad de óxidos negros, para el canalón Norte-Este, se observa el aumento en las solubilidades de Cu encontrado en el caso general. Sin embargo, esta tendencia no se aprecia claramente para el canalón Sur-Norte, lo cual puede deberse a la baja cantidad de datos que se tienen de este canalón. Además, al analizar el canalón Sur, se observa un leve aumento en las intensidades más bajas (1-3); sin embargo, en las intensidades siguientes, se observa un estancamiento de este crecimiento, manteniendo las solubilidades, en general, bajo el 40%.

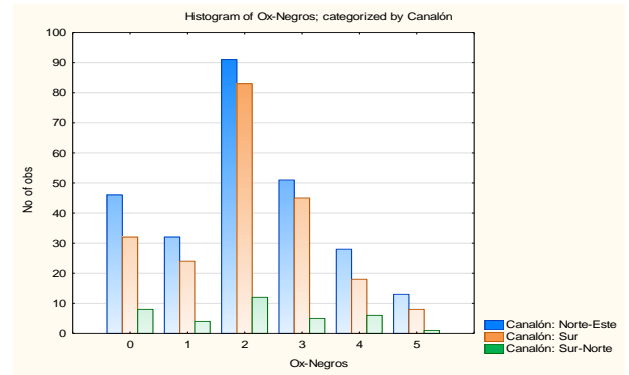
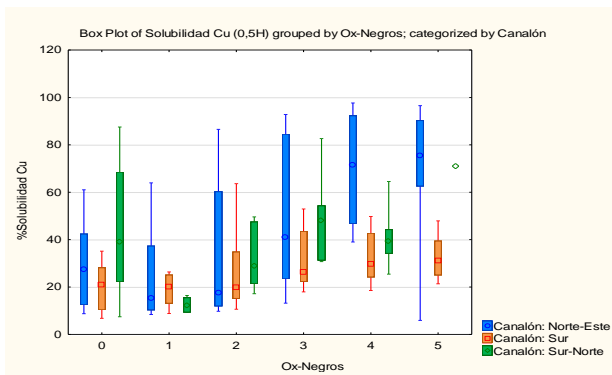


Figura 51: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según canalón.

En la figura 52, se observa que los valores de solubilidad de Cu son más altos en la roca respecto de la grava. Además, la tendencia creciente de la solubilidad de Cu con el aumento de la intensidad de óxidos negros se observa tanto en grava como en roca, con la diferencia que, en la roca, en general, existe una mayor variabilidad en estos porcentajes en el percentil 25%-75%.

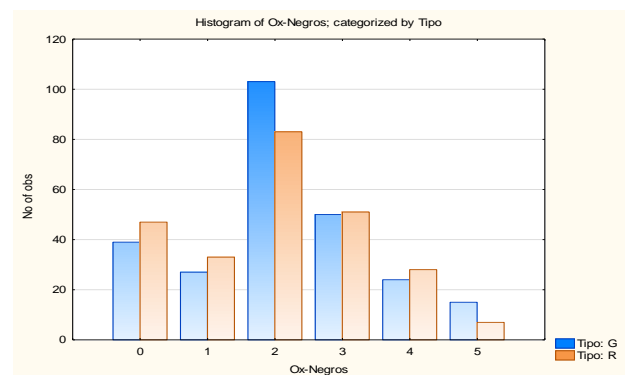
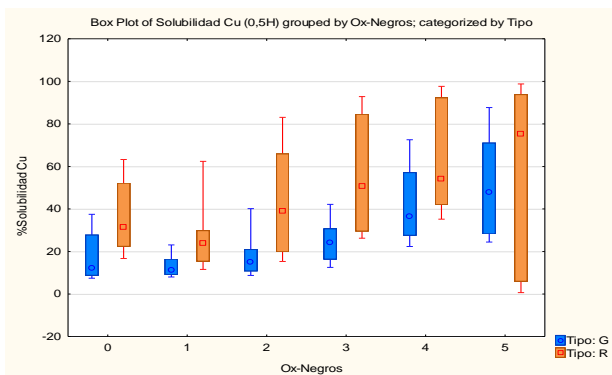


Figura 52: Izquierda-Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras. Derecha-Histograma de intensidad de óxidos negros segregado según tipo litológico.

5. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

5.1. CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA

A partir de la sección elegida inicialmente, se planificó una campaña de muestreo. Tomando en cuenta que el fin del estudio, además de la caracterización mineralógica, es obtener una correlación de esta mineralogía con los datos geometalúrgicos históricos; se agrega al muestreo el sondaje DDH-1467 y DDH-1480, los cuales, a pesar de encontrarse fuera de la sección inicial, cuentan con pruebas geometalúrgicas que permiten mejorar la representatividad del estudio.

El plan de muestreo se centró en las zonas donde la mineralización exótica presenta mayor intensidad, con el fin de observar con la mayor precisión posible las características diagnósticas de los minerales oxidados en los sondajes. Este plan consistió en la toma de 22 muestras que permiten registrar las diferentes ocurrencias de las especies de óxidos negros y verdes presentes en los sondajes, además de las paragénesis entre ellos (Tabla 9).

Tabla 9: Muestras de Estudios Especiales.

N° Muestra	ID_MUESTRA	Desde	Hasta	Litología	Alteración
1	DDH-1477 @ 189.1	187.7	190.5	Grava	S/A
2	DDH-1477 @ 212.045	212	212.09	Diorita Fina	CLO
3	DDH-1477 @ 209.805	209.78	209.83	Diorita Fina	CLO
4	DDH-1477 @ 209.65	209.63	209.67	Diorita Fina	CLO
5	DDH-1467 @ 96.975	96.95	97	Tonalita	CLO
6	DDH-1467 @ 98.185	98.15	98.22	Tonalita	CLO
7	DDH-1467 @ 81.15	81.1	81.2	Grava	S/A
8	DDH-1467 @ 84.065	84.03	84.1	Grava	S/A
9	DDH-1478 @ 170.81	170.72	170.9	Grava	S/A
10	DDH-1478 @ 172.275	172.2	172.35	Diorita Fina	ARG
11	DDH-1478 @ 208.67	208.6	208.74	Diorita Fina	ARG
12	DDH-1478 @ 210.7	210.65	210.75	Diorita Fina	ARG
13	DDH-1478 @ 192.3	192.25	192.35	Diorita Fina	CLO
14	DDH-2036 @ 187.425	187.4	187.45	Diorita Fina	CLO
15	DDH-2036 @ 203.185	203.15	203.22	Diorita	CLO
16	DDH-2036 @ 204.325	204.3	204.35	Diorita	ARG
17	DDH-2036 @ 207.28	207.25	207.31	Diorita	ARG
18	DDH-1480 @ 185.45	185.4	185.5	Grava	S/A
19	DDH-1480 @ 190.22	190.15	190.29	Grava	S/A
20	DDH-1480 @ 198.515	198.45	198.58	Diorita Fina	ARG
21	DDH-1479 @ 154.05	154	154.1	Diorita	ARG
22	DDH-1479 @ 154.395	154.35	154.44	Diorita	ARG

Utilizando la tabla 10, se creó una ficha de caracterización mineralógica macroscópica, mediante la cual se describen la litología, alteración y mineralización de cada una de las muestras tomadas, poniendo énfasis especial en la paragénesis de los óxidos negros presentes. Las fichas de caracterización de cada muestra se adjuntan en el Anexo A

El mapeo geológico descrito en el capítulo anterior, además de la validación de la base de datos geológica histórica, permitió diferenciar 4 tipos de óxidos negros a nivel de muestra de mano.. Estos tipos presentan características macroscópicas muy similares, sin embargo, tomando en consideración su forma de ocurrencia, su color, su raya, su dureza y su lixiviabilidad (utilizando un clavo de acero y ácido clorhídrico), fue posible generar la tabla 10 que resume las características distintivas de cada uno de ellos.

Tabla 10: Características macroscópicas de los tipos de óxidos negros diferenciados en muestras de mano.

	Óxido Negro 1	Óxido Negro 2	Óxido Negro 3	Óxido Negro 4
Color	Negro	Negro pardo	Negro	Negro
Brillo	Metálico	Terroso	Terroso	Metálico a Terroso
Raya	Negra	Parda rojiza	Parda rojiza	Parda rojiza
Dureza	Moderada	Baja	Baja	Baja
Respuesta al Ácido (cobre en clavo)	Débil	Fuerte	Moderada	Débil
Ocurrencia	Impregnación en clastos	En fracturas, formando capas	Impregnando matriz en gravas	En cúmulos de manchas circulares

En el sondaje DDH-1467, la mayor parte de la mineralización exótica se encuentra en niveles de grava con un espesor mineralizado total de aproximadamente 30 metros. Este sondaje, en particular, no presenta mineralización asociada a óxidos verdes. El tipo óxido negro 2 domina en los niveles de roca, mientras que en los niveles de grava domina el óxido negro 3. Es importante notar que, si bien en la grava domina el óxido negro 3, al observar de cerca los clastos que contiene se puede notar que sobre éstos se encuentra impregnado el óxido negro 2 y el óxido negro 1.

En el sondaje DDH-1477, la mineralización se presenta en la grava y en la roca en potencias similares. Este sondaje, a diferencia del anterior, presenta mineralización de óxidos verdes de cobre en niveles acotados no superando los 5 metros en total. La mineralización de óxidos negros en la grava varía entre los tipos óxido negro 2 y óxido negro 1 en los clastos y óxido negro 3 depositado en la matriz de la grava. En la roca, el tipo dominante es el óxido negro 2 y, en menor medida, el óxido negro 1. A pesar de que este sondaje presente tres especies de óxidos negros diferentes, los niveles con presencia de óxidos verdes se encuentran asociados al óxido negro 2, el cual es mayoritario en todo el sondaje.

En el sondaje DDH-1478, la mineralización se encuentra predominantemente en los niveles de roca. En este sondaje, la mineralización posee una mayor variedad de tipos, tanto de óxidos verdes como de óxidos negros. En los niveles con mayor intensidad de mineralización es posible observar un tipo de óxido negro que no se presentaba en los sondajes mapeados anteriormente, el óxido negro 4. Este se presenta en forma de cúmulos circulares, sin ninguna relación litológica o de alteración observable. Nuevamente, la depositación de óxidos verdes se encuentra relacionada al óxido negro 2, en general. Es importante destacar que la mineralización en este sondaje no siempre se da en forma de minerales cristalinos, en ciertos niveles es posible apreciar la presencia de arcillas con cobre. Es posible observar una brecha hidrotermal asociada a las muestras que representan los niveles más profundos de la mineralización exótica.

En el sondaje DDH-1479, la mineralización se presenta exclusivamente en la roca; debido a lo cual no se observa óxido negro 3. Existe una predominancia marcada del óxido negro 2 en ambas muestras de este sondaje. Tal como sucede en los demás sondajes, la mineralización se encuentra controlada principalmente por la presencia de fracturas en la roca, las cuales sirven como superficie de depositación para los fluidos mineralizadores. Es posible observar arcillas con cobre en estas muestras, sin embargo, se encuentran en intensidad muy débil en comparación con los óxidos negros.

En el sondaje DDH-1480, la mineralización se presenta mayoritariamente en gravas y se encuentra acotada a un espesor no superior a los 25 metros. Este sondaje posee el nivel más acotado de mineralización exótica dentro de los sondajes muestreados. En los niveles de grava, la mineralización es dominada por óxido negro 3 y óxido negro 4. El último es más abundante que en los sondajes anteriores, de hecho, los cúmulos circulares que lo caracterizan se encuentran tan unidos que parece ser óxido negro 2 a simple vista. En los niveles de roca, aparece la mineralización de óxidos verde de cobre, principalmente representado por crisocola. A diferencia de los demás sondajes, los óxidos verdes no están asociados exclusivamente a óxido negro 2, sino que también están en paragénesis con óxido negro 1. Es posible observar la presencia de arcillas con cobre, en este caso más intensa que en los sondajes anteriores.

Finalmente, en el sondaje DDH-2036, la mineralización se encuentra hospedada exclusivamente en roca. En este sondaje, a diferencia de los demás, una alta proporción del cobre está asociada a óxidos verdes de cobre. Existe, además, una fuerte presencia de arcillas con cobre en paragénesis con los minerales oxidados. Es posible observar, a partir de las muestras tomadas de este sondaje, la presencia de una brecha hidrotermal asociada a la mineralización, mostrando evidencia de una alta cantidad de carbonatos presentes en las muestras asociadas a esta estructura. Esta brecha posee características muy similares a la encontrada en las muestras del sondaje DDH-1478; esto podría estar indicando la presencia de estructuras hidrotermales como un posible control de la mineralización observada en el depósito.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS PETRO/CALCOGRÁFICAS

De las 22 muestras tomadas de los sondajes DDH seleccionados, 12 fueron objeto de estudios petro/calcoográficos en el laboratorio ASMIN (Tabla 11). En base a los resultados entregados por ASMIN (incluidos como ANEXO E), a continuación, se sintetizan los aspectos más relevantes de los estudios realizados.

Tabla 11: Muestras de estudios petro/calcoográficos.

N°	SONDAJE	Desde (m)	Hasta (m)	Litología Enviada	Litología Recibida	Tipo de análisis
1	DDH-1477	209,78	209,83	Diorita Fina	Diorita	Corte transparente/pulido
2	DDH-1477	209,63	209,67	Diorita Fina	Diorita	
3	DDH-1467	96,95	97	Tonalita	Brecha Cataclástica	
4	DDH-1478	172,2	172,35	Diorita Fina	Diorita	
5	DDH-1478	208,6	208,74	Diorita Fina	Brecha Monomítica	
6	DDH-1478	210,65	210,75	Diorita Fina	Cuarzodiorita	
7	DDH-1478	192,25	192,35	Diorita Fina	Cuarzodiorita	
8	DDH-2036	187,4	187,45	Diorita Fina	Diorita	
9	DDH-2036	203,15	203,22	Diorita	Diorita	
10	DDH-1480	198,45	198,58	Diorita Fina	Monzogranito	
11	DDH-1479	154	154,1	Diorita	Cuarzodiorita	
12	DDH-1479	154,35	154,44	Diorita	Cuarzodiorita	

5.2.1. LITOLOGÍA

Tal como se observa en la Tabla 11, en general, las muestras enviadas a descripción corresponden a dioritas y cuarzodioritas. Estas presentan textura microfanerítica a microporfídica, con baja presencia de minerales opacos y apatito en trazas. Además, se observaron dos muestras correspondientes a brechas, asociadas a zonas de cizalle, compuestas por fragmentos tonalíticos, en uno de los casos, orientados. Finalmente, una de las muestras se define como un monzogranito fanerítico compuesto por plagioclasa, cuarzo y ortoclasa, principalmente, en proporciones aproximadamente iguales.

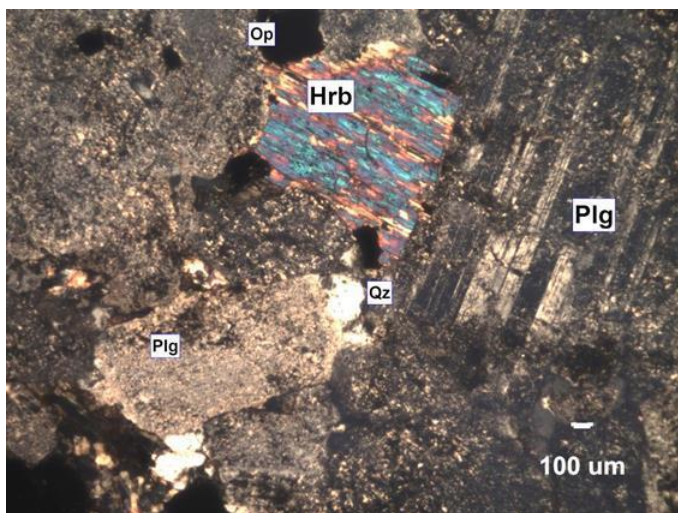


Foto 1. Textura micro fanerítica en diorita. Cristales de plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz) y mineral opaco (Op). Plagioclasas con alteración parcial a arcillas. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

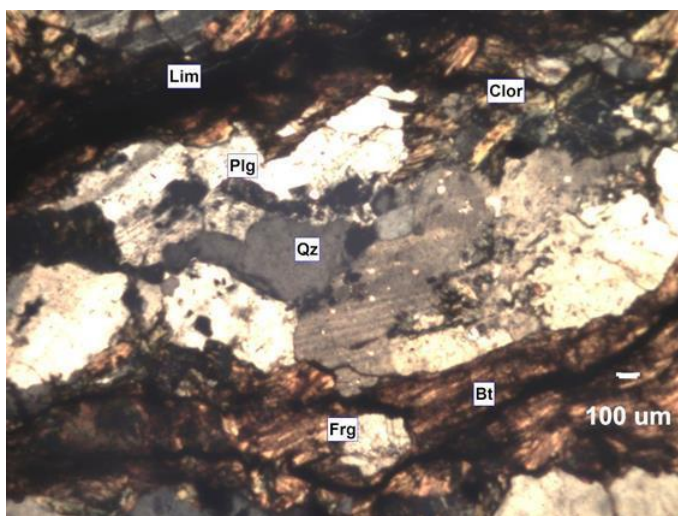


Foto 2. Textura fragmental en brecha cataclástica-hidrotermal. Fragmento alargado de roca tonalítica con plagioclasa (Plg) y cuarzo (Qz). Matriz con biotita (Bt) orientada y fragmento (Frg) pequeño de plagioclasa. Plagioclasas con fracturas y deformación cataclástica. Luz transmitida, nículos cruzados, aumento 50X. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

5.2.2. ALTERACIÓN

Los eventos de alteración evidenciados en los cortes analizados se dividen principalmente en 3: un evento potásico, un evento propilítico y, en menor medida, un evento calco-sódico. El primero, es representado por biotita secundaria, cuarzo y feldespato potásico (generalmente asociado a vetillas). El segundo, se evidencia por clorita reemplazando a biotita, epidota y opacos; esta alteración ocurre predominantemente en vetillas y como reemplazo de minerales máficos. El tercero, menos presente que los otros dos, es representadoa por cristalización de actinolita y albita, con menores cantidades de cuarzo y opacos; este evento ocurre en vetillas generalmente.

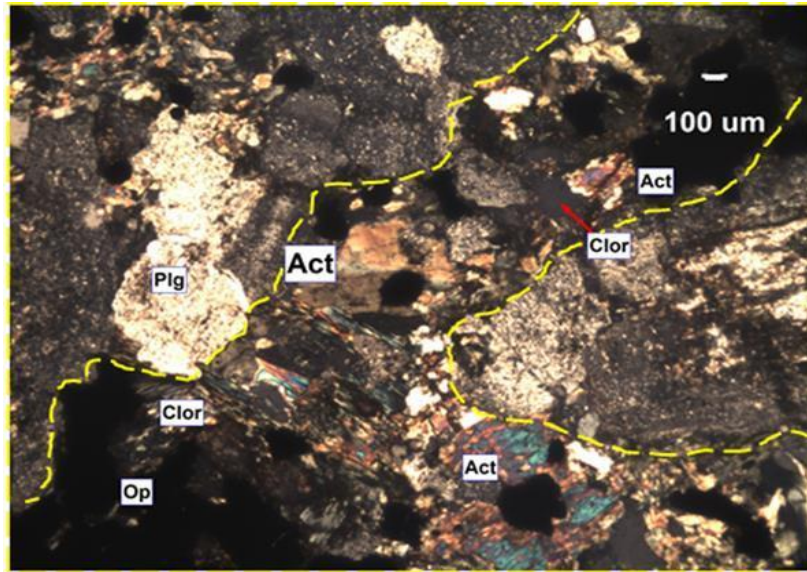


Foto 3. Vetilla de actinolita (Act), opacos (Op) y otros tales como clorita (Clor), que reemplaza a actinolita, feldespato tipo albita, y cuarzo intersticial. Luz transmitida, nicoles cruzados, aumento 50X. DDH1477-209.63-3. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

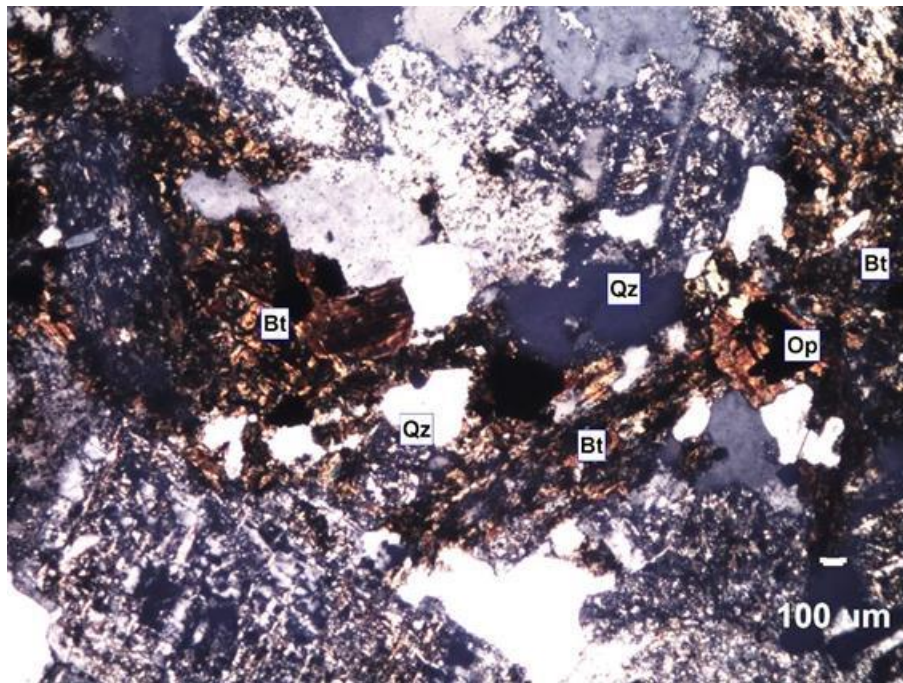


Foto 4. Vetilla de biotita (Bt) que muestra en el centro cristales de cuarzo y de mineral opaco. Luz transmitida, nicoles cruzados, aumento 50X. DDH1478-172,2. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

Cabe destacar que los 3 eventos de alteración descritos no se encuentran ligados a ningún evento de mineralización cuprífera.

5.2.3. MINERALIZACIÓN

Tal como se mencionó en el capítulo de alteración, no existe un evento de mineralización de cobre identificable en las muestras estudiadas. En general, las muestras presentan magnetita, hematita y, en menor medida, rutilo. Cabe destacar, sin embargo, que fue posible encontrar crisocola, óxidos negros y azurita en paragénesis en una de las muestras estudiadas.

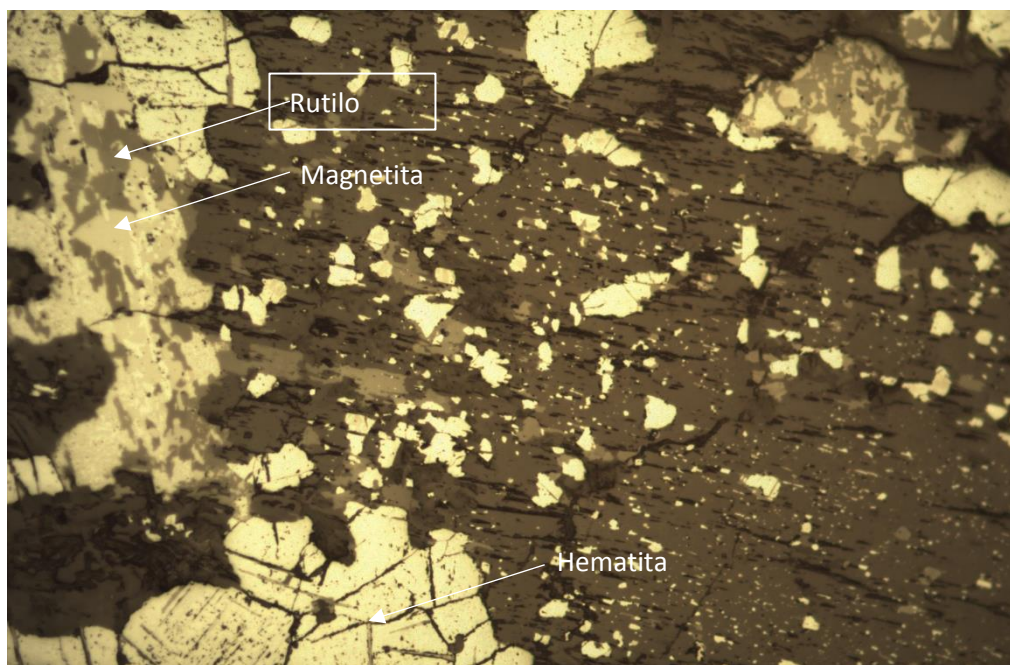


Foto 5. Asociación de óxidos de hierro, hematita-rutilo, alterando a mineral ferromagnesiano primario. Nícoles Paralelos. Aumento 100x. DDH-1477 209,81 m. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

5.3. CARACTERIZACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS MINERALÓGICO AUTOMATIZADO QEMSCAN

A partir de las 22 muestras tomadas de los sondajes DDH seleccionados, se enviaron 7 de estas a análisis QEMSCAN al laboratorio ASMIN (tabla 12).

Tabla 12: Muestras de estudios QEMSCAN.

N°	SONDAJE	Desde (m)	Hasta (m)	Pto. Medio (m)	Tipo de análisis
13	DDH-1477	187,7	190,5	189,10	QEMSCAN
14	DDH-1467	98,15	98,22	98,19	
15	DDH-1467	81,1	81,2	81,15	
16	DDH-1467	84,03	84,1	84,07	
17	DDH-1478	170,72	170,9	170,81	
18	DDH-1480	185,4	185,5	185,45	
19	DDH-1480	190,15	190,29	190,22	

Los resultados relevantes del análisis QEMSCAN se dividen en dos categorías. La primera corresponde al estudio de 5 muestras, a las cuales se les realizó un análisis PMA; la segunda

corresponde al estudio de las 2 muestras restantes, las cuales fueron sujetas a un análisis TMS, debido principalmente a un problema en la conciliación de cobre entre el análisis químico de la muestra y el cobre detectado por el QEMSCAN. Los detalles del funcionamiento del QEMSCAN, los diferentes análisis que se realizan con este aparato y el mapeo de partículas de las 5 muestras sujetas a análisis PMA mediante QEMSCAN, se encuentran en el Anexo D.

En la tabla 13 se detallan las muestras que fueron sujetas a análisis PMA y TMS, el primero corresponde a un análisis de minerales en partículas y el segundo corresponde a un análisis mineralógico de minerales traza. Las muestras destacadas en naranja corresponden a las que no poseen una conciliación de cobre apropiado. Es importante tener esto en cuenta a la hora de discutir los resultados de este análisis. Se opta por complementar el análisis PMA con un análisis de minerales traza, con el fin de verificar la presencia de fases con Cu no detectadas en el primer análisis.

Tabla 13: Muestras de análisis PMA. Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

ID	Nombre Muestra	Litología
DGM-578	DDH-1477 de 187,7 hasta 190,5	Grava
DGM-579	DDH-1467 de 98,15 hasta 98,22	Tonalita
DGM-580	DDH-1467 de 81,1 hasta 81,2	Grava
DGM-581	DDH-1467 de 84,03 hasta 84,1	Grava
DGM-582	DDH-1478 de 170,72 hasta 170,9	Grava
DGM-583	DDH-1480 de 185,4 hasta 185,5	Grava
DGM-584	DDH-1480 de 190,15 hasta 190,29	Grava

Desde este punto en adelante, las muestras serán identificadas mediante el ID de la tabla 13.

- Conciliación Química

En la tabla 14, se aprecia la comparación entre la ley química de Cu de cada muestra con respecto a ley detectada a través del QEMSCAN. Esta conciliación química de Cu se realiza para asegurar que el aparato detecta el cobre total contenido en la muestra.

Tabla 14: Conciliación Química análisis PMA. Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

		DGM-579	DGM-580	DGM-581	DGM-583	DGM-584	DGM-578	DGM-582
Masa Elemental	Cu (QEMSCAN)	0,37	2,18	0,18	0,19	0,59	0,09	0,05
	Cu (Químico)	0,38	2,18	0,18	0,31	0,58	0,22	0,17

Las cinco muestras analizadas poseen una diferencia aceptable entre la ley química de Cu y el contenido de Cu detectado por el QEMSCAN. La muestra DGM-583 posee una diferencia de 0,12% de Cu, por lo que los resultados de esta deben ser utilizados con mayor precaución.

- Mineralogía Modal

Tabla 15: Mineralogía modal análisis PMA (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

	DGM-579	DGM-580	DGM-581	DGM-583	DGM-584	DGM-578	DGM-582
Calcopirita	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00
Pirita	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,07	0,00
Molibdenita	0,04	0,13	0,03	0,06	0,06	0,47	0,10
Crisocola	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,09
Cu-Mn-Si	0,68	4,03	0,34	0,35	1,11	5,74	12,35
Arcillas Cu	0,00	0,09	0,10	0,02	0,03	0,03	0,00
Cloritas Cu	0,02	1,86	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00
Biotita/Flogopita Cu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	0,66
Cuarzo	9,66	12,04	15,24	11,44	10,85	7,49	10,80
Plagioclasa	40,72	22,83	22,32	22,12	22,07	9,40	6,59
Feldespato Potásico	5,75	5,84	14,20	9,66	11,36	4,36	6,74
Biotita/Flogopita	0,12	0,87	0,40	0,61	0,46	0,95	5,35
'Sericita'	5,72	22,79	11,09	12,86	14,36	7,42	9,83
'Arcillas'	2,61	12,21	25,26	9,09	4,17	12,36	12,33
Clorita	19,48	6,77	2,61	8,63	6,23	17,60	3,94
Piroxeno	0,84	1,04	0,24	1,37	0,73	0,73	3,61
Anfíbol	1,46	0,48	0,20	0,54	0,49	1,06	0,90
Otros silicatos	2,81	3,78	2,62	3,05	2,87	2,90	14,26
Turmalina	0,01	0,40	0,38	0,07	0,07	0,00	0,19
Epidota	2,73	0,29	0,14	1,00	0,86	0,23	3,37
Calcita	0,02	0,04	0,05	10,29	17,91	9,57	0,00
Carbonatos-Mn	0,00	0,00	0,28	0,02	0,01	0,00	0,00
Anhidrita/Yeso	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros Sulfatos	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Óxidos-Hidróxidos Fe	3,76	2,27	3,16	5,44	3,57	14,27	6,98
Rutilo/Anatasa	1,19	1,04	0,78	1,57	1,33	1,17	1,33
Apatito	0,70	0,79	0,42	0,46	0,50	0,68	0,27
Esfeno	1,29	0,17	0,01	0,78	0,70	0,18	0,29
Zircón	0,33	0,04	0,01	0,15	0,02	0,00	0,00
Otros	0,03	0,15	0,09	0,37	0,21	0,12	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Al observar la tabla 15 y la figura 53, se aprecia que los minerales principales de las 5 muestras corresponden a plagioclasa, cuarzo, sericita, feldespato potásico, arcillas, clorita y, en algunos casos, calcita. Lo anterior se correlaciona de buena manera con la caracterización mineralógica de las muestras petro/calográficas.

La muestra DGM-579 posee un alto nivel relativo de plagioclasa, probablemente de tipo albita; además posee el porcentaje más alto de clorita y epidota y el más bajo de arcillas y sericita. Lo anterior estaría representando la composición tonalítica que posee la muestra. La muestra DGM-580 posee el nivel más alto de sericita, pero en los demás minerales posee concentraciones similares a las otras muestras. La muestra DGM-581 posee los niveles más altos de arcillas, pero, al igual que la muestra anterior, posee contenidos similares del resto de los minerales que las demás. Finalmente, las muestras DGM-583 y DGM-584 poseen los contenidos más altos de calcita.

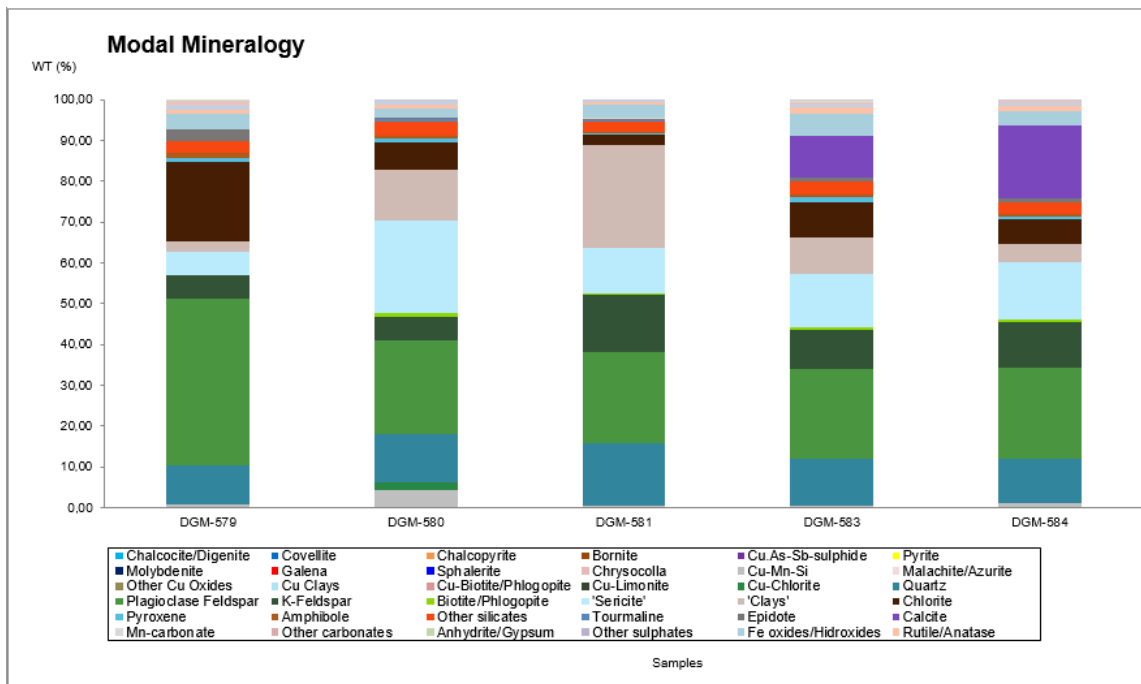


Figura 53: Mineralogía modal análisis PMA (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

Con el fin de visualizar de mejor manera el contenido de los minerales en las muestras, se crean categorías agrupando los grupos mineralógicos más importantes. Los grupos más relevantes corresponden a los silicatos duros (cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, etc.), filosilicatos (clorita, biotita, flogopita, etc.), óxidos e hidróxidos de Fe-Ti, arcillas y otros silicatos. Los grupos mencionados se resumen en la figura 54.

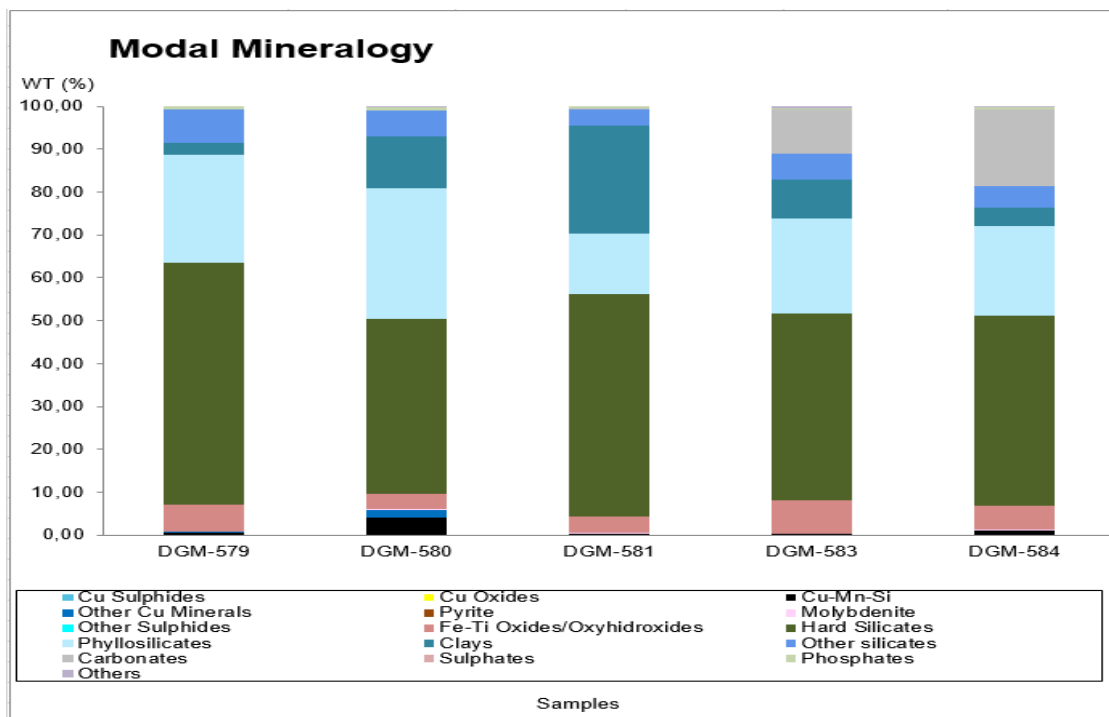


Figura 54: Mineralogía modal agrupada, análisis PMA (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

- Ocurrencia de Cu

Como se refleja en la tabla 16, el cobre contenido en las muestras analizadas se encuentra contenido casi totalmente en los silicatos de Cu-Mn, también llamados óxidos negros. Debido a lo anterior, los resultados expuestos del análisis PMA se concentrarán en estos tipos de minerales.

Tabla 16: Ocurrencia de Cu (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

	DGM-579	DGM-580	DGM-581	DGM-583	DGM-584
Calcopirita	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Crisocola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silicatos Cu-Mn	0,36	2,14	0,18	0,18	0,59
Otros minerales de Cu	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Ganga No Sulfurada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,37	2,18	0,18	0,19	0,59

- Grado de liberación de los silicatos de Cu-Mn

El grado de liberación de un mineral se cuantifica en función del contacto que tiene este con el “background” (fondo) de la muestra, es decir, si en el grano, el mineral analizado se encuentra en contacto con la masa de fondo o se encuentra en contacto con otro mineral. Este parámetro se divide en cinco categorías: Libre, liberado >80%, medio liberado >50%, submedio liberado >20% y atrapado.

Tabla 17: Liberación Cu-Mn-Si (Porcentaje en peso). Modificado de Reporte Qemscan PR-1732.

		DGM-579	DGM-580	DGM-581	DGM-583	DGM-584
Masa Cu-Mn-Si (PMA)	Cu-Mn-Si Libres	0,28	1,45	0,01	0,03	0,21
	Cu-Mn-Si Liberados > 80%	0,07	0,37	0,00	0,01	0,25
	Cu-Mn-Si Mid > 50%	0,04	0,52	0,01	0,03	0,20
	Cu-Mn-Si Sub-Mid > 20%	0,09	0,47	0,02	0,05	0,20
	Cu-Mn-Si Atrapados	0,20	1,22	0,31	0,23	0,25
	Total	0,68	4,03	0,34	0,35	1,11
	% Solubilidad de Cu	63%	23%	17%	21%	23%
	% Mn	0,21%	0,74%	0,66%	0,41%	1,16%

De la tabla 17 se puede notar lo siguiente:

- En la muestra DGM-579, aprox. el 40% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libre, es decir, se encuentran completamente en contacto con el “background” de la muestra, 11% se encuentra liberado >80%, 5% se encuentra medio liberado >50%, 14% se encuentra submedio liberado >20% y, finalmente, 30% se encuentra completamente atrapado (rodeado de otros minerales).
- En la muestra DGM-580 se aprecia una situación similar al de la muestra anterior. Aprox. el 36% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 9% se encuentra liberado

>80%, 13% se encuentra medio liberado >50%, 12% se encuentra submedio liberado >20% y 30% se encuentra completamente atrapado.

- En la muestra DGM-581 cambia respecto a las dos muestras anteriores. Aprox. el 4% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 2% se encuentra medio liberado >50%, 5% se encuentra submedio liberado y 89% se encuentra atrapado.
- En la muestra DGM-583 se observa una situación similar a la muestra anterior, pero sin un porcentaje tan alto atrapado. Aprox. el 8% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 4% se encuentra liberado >80%, 8% se encuentra medio liberado >50%, 15% se encuentra submedio liberado >20% y 65% se encuentra atrapado.
- En la muestra DGM-584 se aprecia una situación diferente a las muestras anterior, los silicatos de Cu-Mn se encuentran divididos de forma pseudohomogénea en las 5 categorías. Aprox. 19% se encuentra libre, 23% se encuentra liberado >80%, 18% se encuentra medio liberado >50%, 18% se encuentra submedio liberado >20% y un 22% se encuentra atrapado.

A modo de resumen, al integrar las cinco muestras y sumar sus contenidos de silicatos de Cu-Mn, se tiene que aprox. 30% de los silicatos de Cu-Mn se encuentra libre, 11% se encuentra liberado >80%, 12% se encuentra medio liberado >50%, 13% se encuentra submedio liberado >20% y un 34% se encuentra atrapado.

La figura 55 resume el contenido de silicatos de Cu-Mn en cada categoría de grado de liberación para cada muestra.

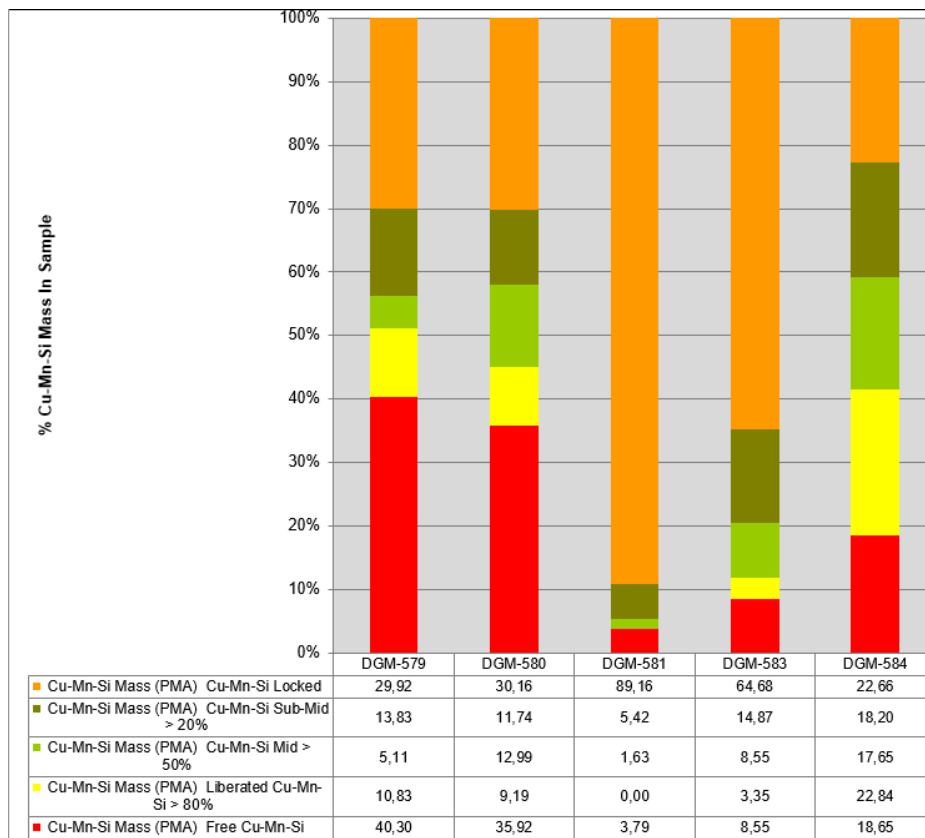


Figura 55. Liberación Cu-Mn-Si (Porcentaje normalizado). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

Al separar el análisis de estos silicatos en función del tamaño de sus granos se obtiene la tabla 18.

Tabla 18: Liberación Cu-Mn-Si (porcentaje por tamaño). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

MUESTRA						
DGM-579	Masa Cu-Mn-Si		Tamaño Partículas (μm)			0,68
			X > 150	38 < X <=150	X <=38	
	Cu-Mn-Si Libre	Cu-Mn-Si Libre	0,00	0,00	0,28	
		Cu-Mn-Si Liberado > 80%	0,00	0,00	0,07	
		Cu-Mn-Si Mid > 50%	0,00	0,00	0,04	
		Cu-Mn-Si Sub-Mid > 20%	0,00	0,05	0,04	
		Cu-Mn-Si Atrapados	0,01	0,13	0,07	
DGM-580	Masa Cu-Mn-Si		Tamaño Partículas (μm)			4,03
			X > 150	38 < X <=150	X <=38	
	Cu-Mn-Si Libre	Cu-Mn-Si Libre	0,00	0,29	1,15	
		Cu-Mn-Si Liberados > 80%	0,00	0,00	0,37	
		Cu-Mn-Si Mid > 50%	0,00	0,08	0,44	
		Cu-Mn-Si Sub-Mid > 20%	0,00	0,04	0,44	
		Cu-Mn-Si Atrapados	0,25	0,56	0,40	
DGM-581	Masa Cu-Mn-Si		Tamaño Partículas (μm)			0,34
			X > 150	38 < X <=150	X <=38	
	Cu-Mn-Si Libre	Cu-Mn-Si Libre	0,00	0,00	0,01	
		Cu-Mn-Si Liberado > 80%	0,00	0,00	0,00	
		Cu-Mn-Si Mid > 50%	0,00	0,00	0,01	
		Cu-Mn-Si Sub-Mid > 20%	0,00	0,00	0,02	
		Cu-Mn-Si Atrapados	0,00	0,15	0,16	
DGM-583	Masa Cu-Mn-Si		Tamaño Partículas (μm)			0,35
			X > 150	38 < X <=150	X <=38	
	Cu-Mn-Si Libre	Cu-Mn-Si Libre	0,00	0,00	0,03	
		Cu-Mn-Si Liberado > 80%	0,00	0,00	0,01	
		Cu-Mn-Si Mid > 50%	0,00	0,00	0,03	
		Cu-Mn-Si Sub-Mid > 20%	0,00	0,02	0,04	
		Cu-Mn-Si Atrapados	0,04	0,10	0,09	
DGM-584	Masa Cu-Mn-Si		Tamaño Partículas (μm)			1,11
			X > 150	38 < X <=150	X <=38	
	Cu-Mn-Si Libre	Cu-Mn-Si Libre	0,00	0,00	0,21	
		Cu-Mn-Si Liberado > 80%	0,00	0,10	0,16	
		Cu-Mn-Si Mid > 50%	0,00	0,05	0,14	
		Cu-Mn-Si Sub-Mid > 20%	0,00	0,13	0,07	
		Cu-Mn-Si Atrapados	0,01	0,19	0,05	

En base a la tabla 18, se observa que la muestra DGM-579 posee la mayoría de las partículas de silicato de Cu-Mn bajo 38 micrones, sin embargo, la mayoría de estos silicatos atrapados se encuentran entre los 150 y 38 micrones.

La muestra DGM-580 posee aprox. un 20% de los silicatos de Cu-Mn atrapados sobre los 150 micrones, un 20% libres y un 40% atrapado entre 150 y 38 micrones y un 80% libres bajo los 38 micrones.

La muestra DGM-581 posee aprox. un 50% de los silicatos de Cu-Mn atrapados entre los 150 y 38 micrones y el otro 50% bajo los 38 micrones (entre ambos suman aprox. un 90% de los silicatos de Cu-Mn que posee la muestra).

La muestra DGM-583 posee aprox. un 15% de los silicatos de Cu-Mn atrapados sobre los 150 micrones, un 45% entre 150 y 38 micrones y 40% bajo los 38 micrones. Además, posee el 100% libres bajo 38 micrones.

La muestra DGM-584 posee aprox. un 80% de los silicatos de Cu-Mn atrapados entre 150 y 38 micrones y 20% bajo 38 micrones. Además, posee el 100% libres bajo 38 micrones, al igual que la muestra anterior. Cabe destacar que las otras categorías de grados de liberación poseen valores semejantes entre 150 y 38 micrones y bajo 38 micrones.

- Asociaciones con Silicatos de Cu-Mn

Con el fin de encontrar los minerales con los cuales se relacionan los silicatos de Cu-Mn, se toman las categorías de la mineralogía modal agrupadas y se buscan los grupos con los cuales dichos silicatos se encuentran en contacto.

Tabla 19: Asociaciones Cu-Mn-Si (Porcentaje en peso). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

		DGM-579	DGM-580	DGM-581	DGM-583	DGM-584
Masa Cu-Mn-Si (PMA)	Cu-Mn-Si Libres	0,18	0,93	0,01	0,03	0,11
	Total Cu-Mn-Si:Silicatos Duros	0,15	0,59	0,06	0,05	0,35
	Total Cu-Mn-Si:Sulfuros Cu:Filosilicatos	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
	Total Cu-Mn-Si:Silicatos Duros:Filosilicatos	0,04	0,26	0,00	0,01	0,04
	Complejos/Otros	0,30	2,24	0,27	0,26	0,60
	Total	0,68	4,03	0,34	0,35	1,11

Al observar la tabla 19, se puede notar lo siguiente:

- En la muestra DGM-579, aprox. el 27% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, es decir, no están en contacto con más minerales, 23% se encuentran asociados a silicatos duros, 1% está asociado a filosilicatos y sulfuros de Cu, 6% está asociado a silicatos duros y filosilicatos y 43,61% está asociado a otros minerales o complejos (se encuentran asociados a 3 o más minerales a la vez).
- En la muestra DGM-580, se aprecia una situación similar a la observada en el análisis de la muestra anterior, debido a que aprox. el 23% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 14% se encuentra asociado a silicatos duros, 6% se encuentra asociado a silicatos duros y filosilicatos y 56% está asociado a otros minerales o son complejos.

- En la muestra DGM-581, cambian los resultados respecto a la muestra anterior, ya que aprox. el 4% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 18% se encuentra asociado a silicatos duros, 1% se encuentra asociado a silicatos duros y filosilicatos y 78% está asociado a otros minerales o son complejos.
- En la muestra DGM-582, se observa un comportamiento similar al observado en la muestra DGM-581, ya que aprox. el 9% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 13% se encuentra asociado a silicatos duros, 2% se encuentra asociado a silicatos duros y filosilicatos y 76% está asociado a otros minerales o son complejos.
- En la muestra DGM-584, se aprecia un comportamiento similar al de la muestra DGM-579, ya que aprox. el 10% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, 31% se encuentra asociado a silicatos duros, 4% se encuentra asociado a silicatos duros y filosilicatos y 54% está asociado a otros minerales o son complejos.

A modo de resumen, al integrar todas las muestras se obtiene que el 19% de los silicatos de Cu-Mn se encuentran libres, en contacto con el “background” de la muestra, 18% se encuentra asociado a silicatos duros, 5% se encuentra asociado a silicatos duros y filosilicatos y 56% se encuentra asociado a otros minerales o a arreglos complejos de minerales.

La figura 56 resume las asociaciones minerales de los silicatos de Cu-Mn para cada muestra.

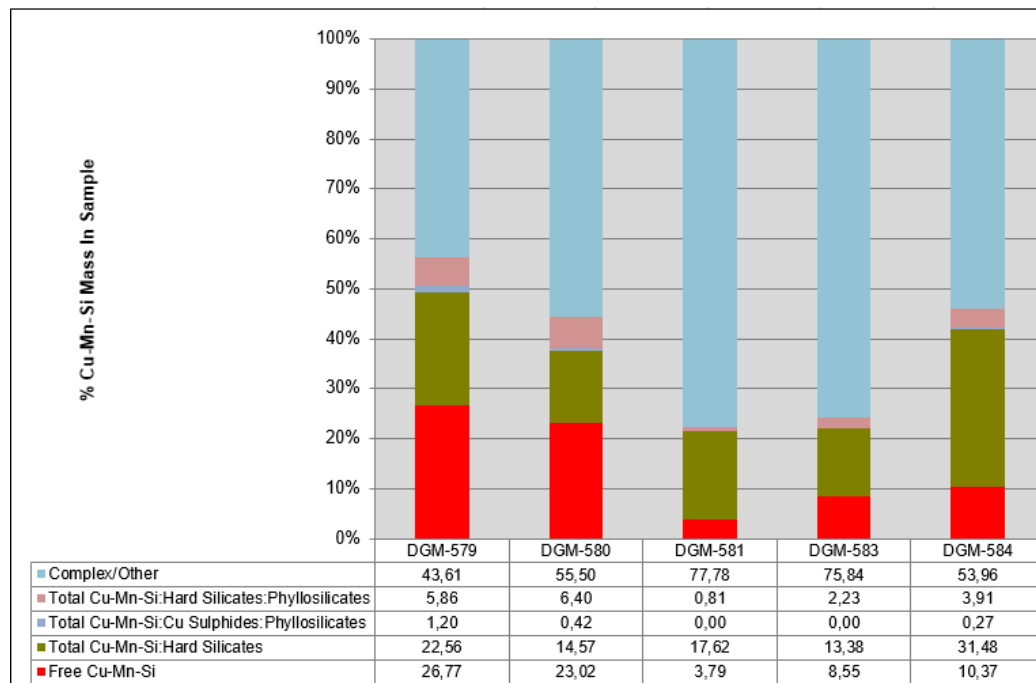


Figura 56: Asociaciones Cu-Mn-Si (Porcentaje normalizado). Tomado de Reporte Qemscan PR-1732.

6. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto Vicky es un depósito de mineral exótico de cobre y posee una base de datos geológica sustentada en aproximadamente 65,000 metros de sondaje. Durante el desarrollo de la exploración geológica de los cuerpos satélites en el período 2016-2018, se determina realizar un análisis de la integridad de la base de datos geológica para su uso posterior como sustento de los modelos geocientíficos. Para ello, se diseña un plan de remapeo con el objetivo de realizar una validación de la información existente en la base de datos histórica del proyecto, tomando como base una sección del cuerpo mineralizado. Durante la ejecución de este trabajo, se realiza la obtención de muestras representativas de los sondajes, con el fin de realizar un trabajo de caracterización mineralógica más específico en esta área.

El mapeo de los sondajes de la sección estudiada es capaz de reflejar el comportamiento general del exótico en estudio. El depósito se encuentra cubierto por un nivel de gravas, cuyo espesor varía entre 4,5m hasta 260 m en la zona NE del área (Fontecilla, 2006), bajo el cual se tienen rocas de carácter intrusivo de una composición entre diorita cuarcífera y monzodiorita, con menor presencia de granodiorita y tonalita, las cuales están cortadas por filones microdioríticos, en general, de espesor inferior a 10 m.

Las alteraciones presentes en el depósito, en general, no son destructivas, salvo una alteración argílica superficial que se observa predominantemente en las gravas y en la interfase de la zona de contacto con el estrato rocoso (<3 m). Las alteraciones observadas en la roca están relacionadas a la presencia de clorita como mineral de alteración, pueden contener intensidades menores de epidota (1 a 2) al profundizar en la roca; sin embargo, no existen vetillas asociadas a esta alteración. Durante el proceso de remapeo no fue posible observar la alteración propilítica descrita por en Fontecilla (2006), por lo cual es más probable que la alteración clorítica descrita en los sondajes remapeados corresponda a una alteración regional homogénea, en general.

La mineralización de tipo exótica se encuentra dominada por óxidos de cobre negro con una presencia menor de óxidos verdes asociados, tal como se tiene registro en la base de datos histórica del depósito. A pesar de lo anterior, al realizar un análisis más detallado de las intensidades de óxidos verdes en los sondajes de la base de datos metalúrgica histórica, los cuales se encuentran distribuidos de manera homogénea en la mayoría de la zona delimitada para el exótico en cuestión, es posible notar que existe crisocola en un 15%. Al considerar el volumen (intensidad en mapeo geológico), las zonas con intensidad mayor o igual a 3 de este mineral corresponde a un 5% aproximadamente. De esto se concluye que el depósito se encuentra mineralizado casi exclusivamente por óxidos negros. Estos últimos se encuentran, mayoritariamente, en intensidades moderadas o fuertes en las zonas mineralizadas y se presentan en fracturas e impregnando la matriz, el cemento y algunos clastos en la grava.

La validación de la base de datos geológica se basa en 1844 m de sondajes DDH (24% del total de sondajes DDH) y 3566 m de sondajes AR (6,2% del total de sondajes AR). Se analizan ocho parámetros geológicos de interés para el estudio geometalúrgico. Estos parámetros son: Litología, Alteración, Zona Mineral, Subzona Mineral, Intensidad de Óxidos Negros, Intensidad de Crisocola e Intensidad de Carbonatos. La validación se realiza de forma separada para los sondajes de diamantina y aire reverso, esto debido a que la información capturada en sondajes DDH posee una

mayor confiabilidad respecto a la información obtenida de sondajes AR, Tomando en cuenta lo anterior, el resultado de la validación de cada parámetro en sondajes AR cumple la función de complementar el resultado de la validación en sondajes DDH.

El parámetro litológico resulta ser complejo, en su primera aproximación, ya que el mapeo histórico de los sondajes de Vicky se realiza con un objetivo de caracterizar la geología en su totalidad, mientras que el proceso de remapeo apuntó a capturar los parámetros más relevantes. Es importante mencionar que, con base en los resultados de los análisis petrográficos realizados, las litologías registradas en los sondajes mapeados poseen composiciones relativamente homogéneas entre sí con variaciones leves entre sus minerales primarios y por esta misma razón, este parámetro no posee un control primario en la mineralización. Tomando en cuenta todo lo anteriormente mencionado, se valida la litología registrada en la base de datos. Los cinco tipos litológicos validados corresponden a Grava, Intrusivo, Volcánico, Sedimentario y Filón. Finalmente, el parámetro litológico resulta con un porcentaje de validación de 85%.

La alteración presenta dificultades similares a la litología, debido principalmente a la baja intensidad de epidota. La mayoría de las zonas de alteración corresponden a clorítica o clorita-epidota, por lo que, tomando en cuenta la baja intensidad este último mineral, se decide dejar ambas zonas como equivalentes. De esta forma, el porcentaje de validación para este es aproximadamente 82%.

Los parámetros geológicos relacionados con la mineralización, son los que más presentan dificultades a la hora de validar la base de datos histórica. En primer lugar, la zona mineral posee una correlación de 80,52% para los sondajes DDH (diamantina). Si bien este porcentaje de semejanza es suficiente para el criterio utilizado como porcentaje mínimo de validación (80%), una alta cantidad de datos muestran diferencias respecto a la base de datos histórica. La razón principal de esta diferencia es el hecho que al realizar el remapeo se utiliza un criterio diferente para asignar lo que corresponde a la zona exótica del depósito. El criterio utilizado es que, además de que exista una intensidad mayor o igual a 1 de algún mineral de cobre (crisocola, óxidos negros, arcillas con Cu, etc.), debe existir una continuidad de al menos un par de metros de esta mineralización; en cambio, durante la campaña histórica de mapeo, cualquier indicio de mineralización corresponde a la zona exótica del depósito. Tomando lo anterior en consideración, y el hecho que la correlación en los sondajes AR (aire reverso) alcanza un 91,01%, se decide validar el parámetro zona mineral de la base de datos histórica.

En segundo lugar, para el parámetro subzona mineral también se toma en cuenta la conciliación aplicada a la zona mineral. Tomando lo anterior en consideración, el porcentaje de validación de este parámetro es 91%.

Finalmente, para los parámetros que definen la intensidad de los minerales de interés en la mineralización (Óxidos Negros, Crisocola y Carbonatos) se utiliza un criterio diferente respecto a los parámetros anteriores. Debido al alto nivel de subjetividad que posee intrínsecamente el mapeo por intensidad, se aplica un criterio que consiste en comparar la diferencia entre la intensidad de cada soporte de mapeo de la base de datos histórica vs los datos del remapeo y asignar una correlación positiva a aquellas muestras que posean una diferencia en un rango ± 1 entre ambas bases de datos. En base a esto, todos los parámetros, salvo la intensidad de carbonatos, muestran una correlación aceptable para validar la información histórica. Para el caso del carbonato, es

necesario aplicar una conciliación diferente para poder validar el parámetro en la base de datos histórica. La prueba que se realiza para determinar la intensidad de carbonato es diferente a la que se aplica para los otros minerales debido a que consiste en verter ácido clorhídrico diluido sobre la muestra y en base a su reacción de efervescencia, asignar una intensidad, por lo cual intensidad de este parámetro no se encuentra estandarizada.

Al terminar la validación de los parámetros geológicos relevantes de la base de datos histórica, se procede a analizar los datos metalúrgicos históricos del depósito Vicky, la cual corresponde a 507 muestras de 21 sondajes distribuidos homogéneamente en la zona delimitada del exótico, separando el comportamiento en las tres zonas, que conforman los canalones que caracterizan el depósito.

Se realizan comparaciones elementales entre los parámetros metalúrgicos, con el fin de encontrar relaciones entre ellos que permitan vislumbrar patrones que respondan a variabilidades geometalúrgicas. Una de las relaciones relevantes que se observa corresponde a la que se verifica entre el porcentaje de aluminio y el consumo de ácido, observándose una tendencia negativa entre ambos parámetros, es decir, al aumentar el contenido de aluminio en la muestra, disminuye el consumo de ácido. Esta tendencia se correlaciona con el resultado obtenido al comparar el contenido de aluminio con la intensidad de carbonato en las muestras, ya que se observa una disminución en el contenido de Aluminio al aumentar la intensidad de carbonatos.

Se finaliza la comparación metalúrgica al realizar un análisis comparativo entre parámetros metalúrgicos y parámetros geológicos/geomorfológicos. El parámetro geomorfológico que se analiza se relaciona con la localización geográfica de las muestras estudiadas, el cual corresponde al canalón al que pertenecen. Los tres canalones presentes en el yacimiento, se generan a partir de las delimitaciones espaciales del exótico. Para el caso de los estudios metalúrgicos, se tienen que las zonas de ubicación de las muestras no son los 3 canalones por separado, sino que una combinación de ellos. La primera zona corresponde al canalón Norte-Este, la cual corresponde a los sondajes combinados del canalón Norte y Este; la segunda corresponde al canalón Sur, la cual corresponde a los sondajes del canalón Sur, salvo los dos sondajes superiores, los cuales corresponden al canalón Sur-Norte (Figura 57). Debido a la baja cantidad de muestras que posee el canalón Sur-Norte (aproximadamente 7%), la representatividad de los resultados que corresponden a este canalón es inferior a las otras dos zonas. Es importante tener en cuenta el hecho anterior a la hora de analizar los resultados obtenidos en esta comparación.

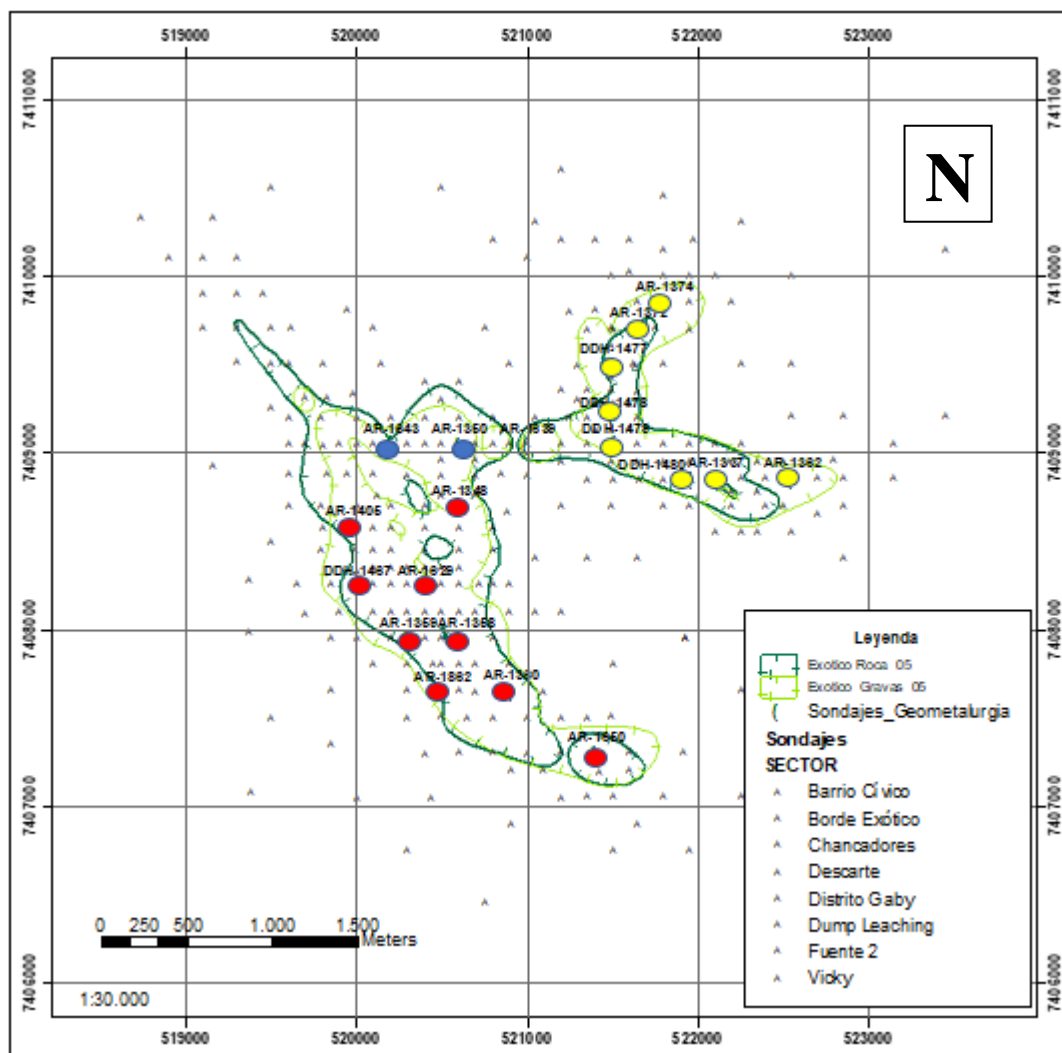


Figura 57: Zonas metalúrgicas (Canalón Norte-Este (rojo); Canalón Sur (verde); Canalón Sur-Norte (amarillo)).

La discusión de la relación metalúrgica/geológica se centra en los elementos relevantes para la mineralización (Mn y Cu) y en los parámetros metalúrgicos (Contenido de Cobre Soluble, Consumo de ácido, Porcentaje de Solubilidad de Cobre).

El contenido de manganeso posee diversos parámetros en los cuales se observa una relación o tendencia. En primer lugar, al analizar el contenido de Mn en cada una de las zonas mencionadas anteriormente, se tiene que existe una gran diferencia entre las tres. El canalón Norte-Este posee los niveles más bajos de Mn (percentil 25%-75%: 0,14%-0,16% de Mn), en el Sur aumenta (percentil 25%-75%: 0,16%-0,46% de Mn) y, finalmente, en el canalón Sur-Norte se observan los contenidos más altos de este elemento (percentil 25%-75%: 0,16%-0,79% de Mn). Esta diferencia entre los canales no viene dada por el comportamiento en las litologías de roca y de grava, sino que el contenido de manganeso en la grava es el responsable de la variabilidad en las tres zonas; ya que, al analizar el contenido de Mn en la roca, este se mantiene en un rango de 0,1%-0,3%, mientras que en la grava, alcanza hasta el 1%. En segundo lugar, al estudiar el contenido de Mn en función de la intensidad de Óxidos Negros, se observa un aumento exponencial al aumentar la intensidad de estos mineraloides. Luego, al estudiar la misma relación anterior pero ahora diferenciada en función del canalón en el que se encuentra la muestra, se aprecia que, en general,

el canalón Norte-Este presenta los menores contenidos de Mn para la misma intensidad de Óxidos Negros, luego aumenta en el canalón Sur y, finalmente, aumenta nuevamente en el canalón Sur-Norte. Además, al realizar el mismo análisis anterior según el tipo de roca (roca o grava), se observa nuevamente que el comportamiento del contenido de Mn en el exótico, en general, se encuentra controlado por el comportamiento de las gravas.

El contenido total de cobre muestra una tendencia solo con el parámetro intensidad de Óxidos Negros. Al analizar el contenido de Cu Total con respecto a la intensidad de Óxidos Negros, se observa un aumento exponencial en el contenido de este elemento al aumentar la intensidad de Óxidos Negros. Cabe mencionar que al diferenciar el contenido de Cu según el tipo de roca al que corresponda la muestra, en general se observa un comportamiento similar en el contenido de Cu de la roca respecto a la grava.

El contenido de Cobre Soluble se comporta de manera diferente al contenido de Cobre Total. En primer lugar, al analizar el contenido de CuS (Cobre Soluble) de cada canalón (Figura 36), se observa que el canalón Norte-Este y Sur-Norte poseen comportamientos similares en sus contenidos de este; mientras que el canalón Sur, posee contenidos menores y más acotados. Al categorizar el análisis anterior por tipo de roca (Figura 37), se observa que el comportamiento anterior se encuentra controlado por el comportamiento de la roca, lo cual indica un control opuesto al observado para el manganeso.

El consumo de ácido se relaciona fundamentalmente con tres parámetros geológico/geomorfológicos: Canalón, Zona Mineral e Intensidad de Carbonatos. Con el primero, se aprecia una clara diferencia en el consumo de ácido del canalón Norte-Este respecto a los otros dos (Figura 41); este posee rango en el percentil 25%-75% entre 37 y 80 Kg H₂SO₄ por tonelada de material, mientras que los otros dos apenas alcanzan los 50 Kg H₂SO₄ por tonelada. El alto nivel de consumo de ácido encontrado en el canalón Norte-Este, se concentra en la grava de este canalón, ya que la roca posee consumos similares en las tres zonas. Finalmente, al estudiar el consumo de ácido en función de la intensidad de carbonatos, se observa una tendencia creciente exponencial del consumo de ácido al aumentar la intensidad de carbonatos.

La solubilidad de cobre muestra relaciones con diversos parámetros geológicos/geomorfológicos. Al estudiar este parámetro en cada canalón, se observa que la solubilidad, en el canalón Norte-Este, es muy superior a la de los otros dos canalones. Cuando se realiza el mismo análisis anterior, según el tipo de roca, se obtienen resultados interesantes, ya que, al analizar la grava de los tres canalones, es evidente que no existe mayor diferencia entre los tres dentro del percentil 25%-75%; en cambio, al analizar la roca, es claro notar que el comportamiento de la solubilidad de Cu es equivalente al que se observa en forma global. Tomando en cuenta lo anterior, es posible inferir que la solubilidad en grava es similar en el exótico completo, pero que la solubilidad de la roca varía dependiendo del canalón que se esté estudiando.

Finalmente, al estudiar la solubilidad de Cu con respecto a la intensidad de Óxidos Negros, se observa una relación creciente de la solubilidad al aumentar la intensidad de Óxidos Negros. Además, llama la atención que no solo la mediana de los datos aumenta al aumentar la intensidad de estos mineraloides, sino que también aumenta su variabilidad en el percentil 25%-75% respecto de la solubilidad de Cu. Cuando se realiza este análisis en función del tipo de roca, se aprecia que el aumento en la variabilidad de la solubilidad al aumentar la intensidad de Óxidos Negros, se

encuentra controlado por el tipo de roca, ya que los porcentajes de solubilidad en la grava son muchos más acotados respecto a la roca. Esto podría estar indicando la presencia de diferentes especies de óxidos negros en la roca al momento de tener una alta intensidad de estos, cada uno de ellos con diferentes grados de solubilidad.

Para realizar la caracterización mineralógica de la sección ubicada en el canalón Norte-Este, se toman 22 muestras de mano en paralelo con el mapeo de validación. De estos 22 ejemplares, 12 fueron enviadas al laboratorio ASMIN con el fin de realizar estudios petro/calcoográficos para poder definir de manera más precisa la litología, alteración y mineralización de dicha zona del depósito. La litología se mantiene dentro de las composiciones mencionadas en el marco geológico local, al igual que las alteraciones; sin embargo, no fue posible observar de manera precisa la mineralización en los cortes generados, debido principalmente al modo de ocurrencia en fracturas y en pátinas que poseen los óxidos negros dentro del yacimiento.

Como segunda etapa de la caracterización mineralógica del depósito, se toman 7 muestras de las 10 restantes para realizar análisis de mineralogía automatizada QEMSCAN. El análisis realizado a las 7 muestras corresponde a un análisis PMA (Análisis de Partículas), sin embargo, 2 muestras no arrojaron resultados positivos al realizar la conciliación entre el contenido de cobre que se obtiene a través de un análisis químico y el que arroja el QEMSCAN, por lo cual se opta por realizar un análisis TMS (Análisis por Trazas) a ambas muestras, los cuales se utilizan para complementar la información obtenida por las otras 5 muestras.

El análisis PMA de las cinco muestras que poseen rangos aceptables en la conciliación de Cu presentan resultados interesantes. En primer lugar, la mineralogía modal de estas responde principalmente a su composición, siendo la muestra DGM-579 una roca tonalítica y las demás, gravas mineralizadas. Luego, al analizar la ocurrencia de Cu en las muestras estudiadas, se observa que aproximadamente el 100% del cobre se encuentra contenido en silicatos de Cu-Mn, tal como se esperaba debido a la ocurrencia dominante de estos mineraloides. Además, al estudiar el grado de liberación de dichos silicatos, se observa que el porcentaje que se encuentran libres se mueve en un rango de 4 y 40%; mientras que los silicatos que se encuentran completamente atrapados se encuentran en porcentajes entre 22 y 89%. Sumando el análisis de liberación de estos silicatos en función del tamaño de partícula, se observa que al disminuir el tamaño de la partícula aumenta su grado de liberación; en cambio, el mayor porcentaje de silicatos atrapados se encuentra entre los 150 y 38 micrones para las 5 muestras. Finalmente, al observar las asociaciones minerales de los silicatos de Cu, se aprecia que éstos presentan asociaciones minerales complejas en su mayoría, es decir, se encuentran asociados o en contacto con dos o más minerales al mismo tiempo. Además, estos silicatos se encuentran en contacto mayormente con silicatos duros en estas asociaciones complejas. Es importante notar también el hecho de que las muestras DGM-581 y DGM-583 poseen comportamientos similares en su grado de liberación de silicatos Cu-Mn, mientras que en la descripción macroscópica poseen tipos diferentes de óxidos negros. Esto podría estar indicando que los óxidos negros que mineralizan ambas muestras tal vez no sean especies diferentes, sino que solo cambia su modo de ocurrencia dependiendo de factores intrínsecos de la grava.

Considerando todo lo discutido y concluido de este estudio, es posible inferir una zonificación geoquímica preliminar al menos a escala de tipo litológico y distribución en canalones para Mn, Cu y CuS, la cual se encuentra relacionada al comportamiento geometalúrgico en el proyecto y aporta información relevante para una metodología de extracción mediante lixiviación in situ. Si bien esta zonificación no se puede relacionar directamente con las especies minerales de óxidos de cobre presentes en proyecto Vicky (debido principalmente a la dificultad que presenta identificar especies de óxidos negros), ni con los minerales de alteración asociados a estos (los cuales se distribuyen con bajas intensidades y de forma homogénea a través del exótico); existe la posibilidad que la zonificación geoquímica observada se relacione a la dirección desde la cual se produjeron los fluidos mineralizadores que dieron origen a la mineralización exótica. Analizando todo lo anterior, se recomienda realizar un modelo geoquímico de la mineralización en roca del exótico ya que la zona de gravas parece tener mayores complicaciones en sus parámetros geometalúrgicos. Además, debido a la clara diferencia en el comportamiento geoquímico en los diferentes canalones, es recomendable realizar secciones representativas de cada canalón, estudiando la concentración de elementos relevantes (Mn, CuT, CuS, etc.) en función de los paleocanales que dieron origen a los canalones anteriormente mencionados. Tomando en consideración la limitada cantidad de muestras metalúrgicas pertenecientes a la zona del canalón Sur-Norte, será favorable juntar estas muestras con alguno de los otros dos sectores, para de esa manera generar solo dos zonas representativas con comportamientos diferentes. Finalmente, tomando en cuenta la relevancia que posee el estrato rocoso en la mineralización del depósito, agregado al hecho de que no se encuentra un control litológico o de alteración para la mineralización observada en el depósito, se recomienda generar un modelo estructural acabado, idealmente segregado por zona (Sur y Norte-Este) intentando encontrar la explicación de los comportamientos distintivos de los parámetros geoquímicos y metalúrgicos. Cabe mencionar que la selección de muestras de la sección ubicada en el canalón Norte-Este para los análisis mineralógicos puede mejorar sustancialmente. Es importante tener una claridad precisa del objetivo para el cual la muestra se analiza, para de esa manera generar una batería de muestras que entreguen resultados representativos. Para el caso de las muestras mineralógicas de este estudio, específicamente las muestras analizadas mediante caracterización automatizada QEMSCAN, hubiese resultado más favorable enviar muestras representativas de las litologías principales observadas en el proyecto en vez de solo de muestras en grava, la cual resultaba ser el tipo litológico más homogéneo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Basso, M.; Mpodozis, C. (2012). Carta Cerro del Quimal, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 143. Mapa geológico a escala 1:100.000.

Cancino, A. (2001). “Estudio Geológico-Estructural del Cluster Gaby entre Quimal Norte y Salar de Verónica, Escala 1:50.000”. GCEX, Inédito N°2071.

Castillo, J.P.; Rivera, O.; Cerda, A. (2003). “Cluster Gaby-Vicky: Síntesis de Información Geológica, Geofísica, Geoquímica y Proposición de Blancos de Exploración”. GCEX. Inédito N° 2089.

Fontecilla, C. (2006) Informe del Proyecto de Exploración Avanzada, 2003-2004 del depósito de cobre exótico Vicky, Distrito Gaby, II Región, API M03G009-1.2 y API M04G009-1.2.

Laboratorio ASMIN. (2018). “PR-1732 Informe 3”. Inédito.

Laboratorio ASMIN. (2018). “Descripción Calcográfica PR-1732”. Inédito.

Laboratorio ASMIN. (2018). “Reporte QEMSCAN- PMA”. Inédito.

Mpodozis, C.; Marinovic, N; Smoje, I.; Cuitiño, L. (1993). “Estudio Geológico Estructural de la Cordillera de Domeyko entre Sierra Limón Verde y Sierra Mariposas, Región de Antofagasta, Escala 1:100.000”. Codelco/Sernageomin. Inédito N° 546.

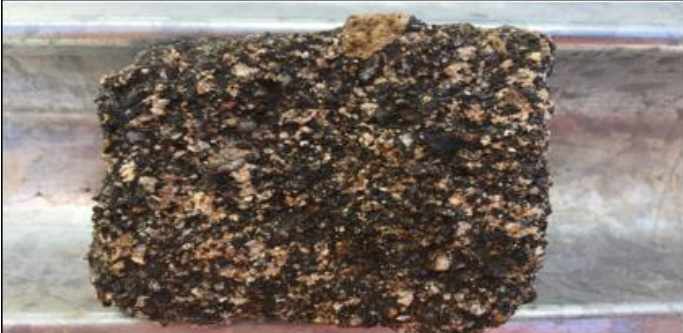
Münchmeyer, C. (1996). “Exotic Deposits – Products of lateral migrations of supergene solutions from porphyry Koper deposits”. En “Andean copper deposits: new discoveries, mineralization, styles and metallogeny”. Soc. Econ. Geologist Special Publication No. 5, Camus, F., Sillitoe, R.H. and Petersen, R., eds., pag. 43 – 58.


Rivera, O.; Castillo, J.P.; Vásquez, A. (2001). “Geología de Detalle Blancos 2001 del Cluster Gaby: Afroditá, Amarillo, Sector 2, Vicky, Tropical, Jaspeado Extensión Norte y Puntón SW, Escala 1:20.000. Proyecto Calama Sur, Distrito Cluster Gaby, Informe Final”. Gerencia de Operaciones de Exploración. Codelco Chile. Inédito N° 1999.

Rivera, O.; Martínez, A. (2002). “Informe Mensual Octubre 2002”. GCEX, Inédito.

ANEXOS

ANEXO A: FICHAS DE CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Vicky	DDH-1467	81.10	81.20	Vicky	-	520001.72	7408250.37	2574.62	
Código Gaby	GRA								
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Grava color rosada parda clasto soportada mineralizada con clastos granodiotíticos y dioríticos, mineralización con óxidos negros impregnando clastos de forma parcial y la matriz de forma casi total. Algunos clastos muestran señales de alteración argílica. Cemento de óxidos negros.								
Litología	Grava con clastos de granodiorita y diorita principalmente. Clastos angulosos a subredondeados de tamaños entre 5 mm y 2 mm.								
Textura	Clasto soportada								
Alteración	Sin Alteración dominante (algunos clastos argilizados)					Código Alteración Destructiva Dominante		-	
						Código Alteración Destructiva Subordinada		ARG	
						Código Alteración Fondo		-	
Mineralización	Supérgena exótica (Mn oxidados)	Leg media de tramo en % Cu	0.18	Minerales principales					
				Cobre	Óxidos Negros (wad)	Otros			
Tipo de óxido negro	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)			Raya	Brillo	Dureza		
Óxido Negro 1	Negro	Débil			Negra	Metálico	Moderada		
Óxido Negro 3	Negro	Débil			Parda rojiza	Terroso	Baja		
Observaciones	Mezcla de óxido negro 1 y óxido negro 3. Óxido negro 1 impregnando clastos y óxido negro 3 impregnando matriz y actuando como cemento entre clastos. Lixiviabilidad débil del Óxido Negro 3 se puede deber probablemente a su interacción con el Óxido Negro 1.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>Se puede observar como la matriz de la grava se encuentra casi totalmente impregnada con el óxido negro 3 y como el óxido negro 1 está impregnando de forma parcial algunos clastos.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES								
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-1467	84.03	84.10	Vicky		520001.72	7408250.37	2571.70
Código Gaby	GRA							
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA								
Descripción General	Clastos de grava color rosada parda clasto soportada mineralizada con clastos granodiotíticos y dioríticos, Clastos seleccionados son de origen diorítico con una alteración argílica dominante. Presentan mineralización en su superficie correspondiente a óxidos negros.							
Litología	Clastos de grava rosada parda con clastos de granodiorita y diorita principalmente. Clastos subredondeados de tamaños entre 4 cm y 2 cm.							
Textura	Obliterada							
Alteración	Argílica					Código Alteración Destructiva Dominante		ARG
						Código Alteración Destructiva Subordinada		-
						Código Alteración Fondo		-
Mineralización	Supérgena exótica (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.17	Minerales principales				
				Cobre	Óxidos Negros (wad)	Otros		
Tipo de óxido negro	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo	Dureza		
Óxido Negro 1	Negro	Débil		Negra	Metálico	Moderada		
Óxido Negro 2	Negro	Moderada		Parda rojiza	Terroso	Baja		
Observaciones	Mezcla de óxido negro 1 y óxido negro 2. Óxido negro 1 y 2 impregnando clastos. Lixiviabilidad moderada del Óxido Negro 2 se debe probablemente a su asociación con el Óxido Negro 1.							
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES								
					<p>Se puede observar como los clastos pertenecientes a la grava se encuentran impregnados con óxidos negros. En particular, el óxido negro predominante es el 2 pero el óxido negro 1 se encuentra mezclado de forma diseminada sobre las capas de óxido negro 2.</p>			

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Yicky	DDH-1467	96.95	97.00	Yicky		520001.72	7408250.37	2558.80
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Tonalita verde de grano grueso , con alteración clorita-epidota predominante y alteración argílica parcial. Mineralización en forma de óxidos negros, principalmente de las fracturas. Muestra un fuerte fracturamiento, y en algunas zonas existen trazas de arcillas con cobre.
----------------------------	---

Litología	Tonalita verde con una 20% de máficos aproximadamente.
------------------	--

Textura	Fanerítica de grano grueso
----------------	----------------------------

Alteración	Clorita con trazas de epidota	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	CLO

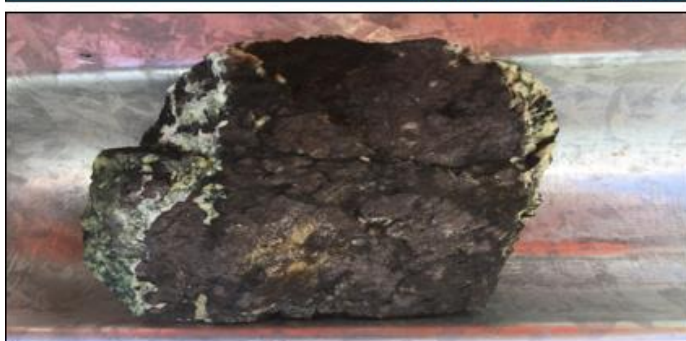
Mineralización	Supérgena (Óxidos)	Ley media de tramo en % Cu	0,57	Minerales principales		
				Cobre	Óxidos Negros, Arcillas con cobre	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 2	Negro	Moderada	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Baja

Observaciones	Óxido Negro 2 mezclado con Óxido Negro 1. Es por esta razón que la respuesta al ácido del óxido negro 2 es moderada.
----------------------	--

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES



Se puede observar como la fractura de la roca se encuentra totalmente mineralizada con un fondo de óxido negro 2 y sobre este en forma diseminada se encuentra el óxido negro 1 en menor proporción.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-1467	98.15	98.22	Vicky		520001.72	7408250.37	2557.59
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Tonalita gris verdoso de grano grueso , con alteración cloritica predominante y alteración argilica parcial. Mineralización en forma de óxidos negros, principalmente en las fracturas. Presencia de hematita y goethita asociada a Óxido Negro 2.
----------------------------	--

Litología	Tonalita gris verdosa con una 20% de máficos aproximadamente.
------------------	---

Textura	Fanerítica de grano grueso
----------------	----------------------------

Alteración	Clorita	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	CLO

Mineralización	Supérgena (Óxidos)	Ley media de tramo en % Cu	0,38	Minerales principales			
				Cobre	Óxidos Negros	Otros	Hematita, Goethita


Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 4	Negro	Moderada	Parda	Metálico a Terroso	Baja
Óxido Negro 2	Negro	Moderada	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Baja


Observaciones	Óxido Negro 4 predominante en la muestra. Es posible observar que en las manchas esféricas en las que se ocurre el Óxido Negro 4, el centro tiene un color negro y está rodeado por un color parduzco. Esto podría indicar la presencia mezclada de más de un óxido negro.
----------------------	--


--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se puede observar como en la fractura de la roca el óxido negro 4 se encuentra en cúmulos de manchas circulares, las cuales cubren la mayoría de la roca. El centro de estas manchas es más brillante que su exterior por lo cual se podría estar evidenciando una mezcla de óxidos negros.</p>
---	--

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Vicky	DDH-1477	187.70	190.50	Vicky		521504.73	7409499.39	2535.43	
Código Gaby	GRA								
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Grava color rosada parda clasto soportada mineralizada con clastos granodiotíticos y dioríticos, mineralización con óxidos negros impregnando clastos y matriz de forma parcial. Algunos clastos muestran señales de alteración argílica. Cemento de óxidos negros.								
Litología	Grava con clastos de granodiorita y diorita principalmente. Clastos angulosos a subredondeados de tamaños entre 2 cm y 2 mm.								
Textura	Clasto soportada								
Alteración	Sin Alteración dominante (algunos clastos argilizados)					Código Alteración Destructiva Dominante		-	
						Código Alteración Destructiva Subordinada		ARG	
						Código Alteración Fondo		-	
Mineralización	Supérgena exótica (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.1	Minerales principales					
				Cobre	Óxidos Negros (wad)	Otros			
Tipo de óxido negro	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo	Dureza			
Óxido Negro 1	Negro	Débil		Negra	Metálico	Moderada			
Óxido Negro 2	Negro Pardo	Moderada		Parda rojiza	Terroso	Baja			
Óxido Negro 3	Negro	Débil		Parda rojiza	Terroso	Baja			
Observaciones	Mezcla de óxido negro 1 y óxido negro 3. Óxido negro 1 impregnando clastos, óxido negro 2 en fractura de clastos mayores y óxido negro 3 impregnando matriz y actuando como cemento entre clastos. El óxido negro 2 muestra baja respuesta al ácido debido probablemente a estar mezclado con el óxido negro 1. Óxido negro en matriz presenta baja respuesta también debido a la presencia de carbonato en la matriz.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>Se puede observar como los clastos de la grava se encuentran impregnados por el óxido negro 2 y encima de este, en menor proporción, se presenta el óxido negro 1. Además, el óxido negro 3 se encuentra impregnando la matriz y también actúa como cemento uniendo la matriz de la grava con sus clastos.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Vicky	DDH-1477	209.63	209.67	Vicky		521504.73	7409499.39	2514.88	
Código Gaby									
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Diorita fina gris verdoso con cristales máficos cloritizados y una alteración argílica moderada en algunos feldespatos. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos negros. Cristales de carbonato en asociación con Óxido Negro 3.								
Litología	Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.								
Textura	Fanerítica de grano medio								
Alteración	Transición entre argílica y clorita					Código Alteración Destructiva Dominante		-	
						Código Alteración Destructiva Subordinada		-	
						Código Alteración Fondo		CLO	
Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0,48	Minerales principales					
				Cobre	Óxido Negro (wad)	Otros			
Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo		Dureza		
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte		Parda rojiza	Terroso		Baja		
Óxido Negro 1	Negro	Débil		Negra	Metálico		Moderada		
Observaciones	Óxido Negro 1 en fractura mezclado con Óxido Negro 2 también en fractura. Debido a la fuerte mineralización de la muestra no es posible observar si el Óxido Negro 1 está impregnando cristales individuales o se está comportando de manera masiva. Óxido Negro 1 en mayor proporción respecto a Óxido Negro 2, por lo cual la lixivabilidad total de la muestra es baja.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>Se puede observar como en la muestra existe una predominancia del óxido negro 1 con respecto al óxido negro 2, y es por esta misma razón que la respuesta al ácido que se observa en la muestra es baja a pesar de poseer una importante cantidad de óxidos negros.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Yicky	DDH-1477	209.78	209.83	Yicky		521504.73	7409499.39	2514.73	
Código Gaby									
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Diorita fina color gris verdoso con cristales máficos cloritizados y una alteración argílica moderada en algunos feldespatos. Presenta argilización moderada en fracturas superficiales de la roca. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos negros.								
Litología	Diorita fina con una 40% de máficos aproximadamente.								
Textura	Fanerítica de grano medio								
Alteración	Transición entre argílica y clorita					Código Alteración Destructiva Dominante		-	
						Código Alteración Destructiva Subordinada		-	
						Código Alteración Fondo		CLO	
Mineralización	Supérgena (Óxidos)	Ley media de tramo en % Cu	0,48	Minerales principales					
				Cobre	Óxido Negro (wad)	Otros			
Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo	Dureza			
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte		Parda rojiza	Terroso	Baja			
Óxido Negro 1	Negro	Débil		Negra	Metálico	Moderada			
Observaciones	Óxido Negro 2 en fractura mezclado con Óxido Negro 1 también en fractura. Debido a la fuerte mineralización de la muestra no es posible observar si el Óxido Negro 1 está impregnando cristales individuales o se está comportando de manera masiva. Óxido Negro 2 presenta fuerte lixivabilidad a pesar de estar asociado a carbonatos, los cuales al parecer están mezclados en las patinas de este último.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>Se puede observar la mezcla de óxido negro 1 y 2 en esta muestra. Sin embargo, la proporción de óxido negro 1 no es suficiente para afectar la respuesta al ácido del óxido negro 2, manteniendo una reacción fuerte. Además, a pesar de la presencia de carbonato mezclado con el óxido negro 2, este mantiene su respuesta al ácido.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-1477	212.00	212.09	Vicky		521504.73	7409499.39	2512.49
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Diorita fina color gris verdoso con cristales máficos cloritizados y una leve alteración argílica en algunos feldespatos. Presenta finas vetillas de yeso de 1 mm de espesor en fracturas superficiales de la roca. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos verdes y en menor medida con óxidos negros.
----------------------------	--

Litología	Diorita fina con una 40% de máficos aproximadamente.
------------------	--

Textura	Fanerítica de grano medio
----------------	---------------------------

Alteración	Clorita con trazas de epidota	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	CLO

Mineralización	Supérgena (Óxidos)	Ley media de tramo en % Cu	0,25	Minerales principales		
				Cobre	Libethenita, Crisocola, óxido negro (wad)	Otros


Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja
Libethenita	Verde manzana	Fuerte	Verde	No metálico	Baja
Crisocola	Verde azulado	Fuerte	Verde	No metálico	Baja

Observaciones	Óxido Negro 2 diseminado en la fractura de la roca.
----------------------	---

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se puede observar como la libethenita y la crisocola se encuentran sobre el óxido negro 2, el cual se encuentra en menor proporción respecto a los óxidos verdes. Debido a la combinación de estos tres óxidos, la respuesta al ácido de cada uno es fuerte.</p>
---	---

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Vicky	DDH-1478	170.72	170.90	Vicky		521505.41	7409199.52	2551.48	
Código Gaby	GRA								
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Grava color rojo matriz soportada mineralizada con clastos granodiotíticos y dioríticos, mineralización con óxidos negros impregnando clastos de forma parcial y matriz de forma puntual. Algunos clastos muestran señales de alteración argílica.								
Litología	Grava con clastos de granodiorita y diorita principalmente. Clastos angulosos a subredondeados de tamaños entre 5 mm y 2 mm.								
Textura	Matriz soportada								
Alteración	Sin Alteración dominante (algunos clastos argilizados)					Código Alteración Destructiva Dominante		-	
						Código Alteración Destructiva Subordinada		ARG	
						Código Alteración Fondo		-	
Mineralización	Supérgena exótica (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	2.81	Minerales principales					
				Cobre	Óxidos Negros (wad)	Otros			
Tipo de óxido negro	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya		Brillo		Dureza	
Óxido Negro 1	Negro	Débil		Negra		Metálico		Moderada	
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte		Parda rojiza		Terroso		Baja	
Observaciones	Mezcla de óxido negro 1 y óxido negro 2, con mayor proporción de óxido 2. Óxido negro 1 impregnando clastos y óxido negro 3 impregnando matriz de forma puntual. Debido a la fuerte lixiviabilidad del óxido negro 2, se puede pensar que la proporción de óxido negro 1 es tan baja que no es capaz de afectar la solubilidad de este. Existe una efervecencia leve, lo cual indicaría la presencia de carbonatos en la matriz de la grava.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>Se observa como el óxido 1 y 2 se encuentran impregnando los clastos de la grava pero además, se tiene el óxido negro 3 afectando de forma puntual a la matriz de la grava. La razón por la cual se da esta situación puede deberse a la composición de la grava, la cual al parecer está más oxidada y tal vez no permitió la impregnación total del óxido negro 3 en la matriz.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-1478	172.20	172.35	Vicky		521505.41	7409199.52	2550.01
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Diorita fina de color verde rojizo con una alteración argílica moderada y algunos máficos levemente cloritizados. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos negros. Vetillas de yeso en asociación con Óxido Negro 2. Arcillas con cobre y crisocola como traza.
----------------------------	---

Litología	Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.
------------------	--

Textura	Fanerítica de grano medio
----------------	---------------------------

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	ARG
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	CLO


Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	1.73	Minerales principales		
				Cobre	Óxido Negro (wad), Arcillas con cobre, Crisocola	Otros


Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Moderada
Óxido Negro 4	Negro	Débil	Parda rojiza	Metálico a Terroso	Baja

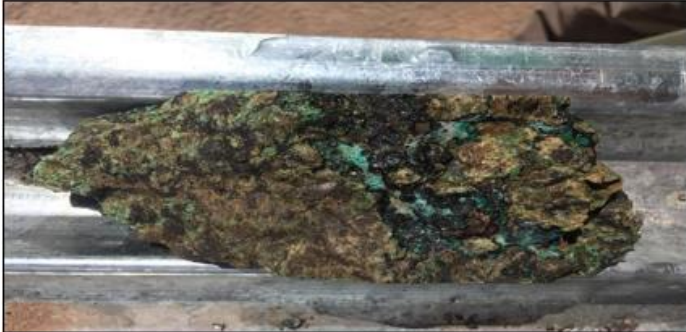
Observaciones	Mezcla de Óxido Negro 2, Óxido Negro 1 y Óxido Negro 4. Los tres ocurren principalmente en fracturas, afectando levemente los cristales de la roca. En una de las fracturas se puede observar la asociación de óxidos verdes (traza), óxidos negros y cristales de yeso. Debido a la alta proporción de óxido negro 2 respecto a los demás, la respuesta al ácido de la muestra se mantiene fuerte.
----------------------	---

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se puede observar como el óxido negro 2 se encuentra predominante en la muestra, seguido por el óxido negro 1, el cual se encuentra mezclado con el primero aunque en mucha menor proporción y es por esta misma razón que el óxido negro 2 mantiene su fuerte reacción al ácido. Además, como trazas, podemos encontrar el óxido negro 4 diseminado en la porción menos mineralizada de la muestra.</p>
---	---

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Vicky	DDH-1478	192.25	192.35	Vicky		521505.41	7409199.52	2529.99	
Código Gaby									
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Diorita fina de color gris verdoso con una alteración clorítica y argílica débil. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos negros y en menor medida óxidos verdes. Vetillas de 1 mm de espesor de hematita.								
Litología	Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.								
Textura	Fanerítica de grano medio								
Alteración	Clorita					Código Alteración Destructiva Dominante	-		
						Código Alteración Destructiva Subordinada	-		
						Código Alteración Fondo	CLO		
Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.8	Minerales principales					
				Cobre	Óxidos Negros y Crisocola	Otros			
Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo		Dureza		
Óxido Negro 4	Negro	Débil		Parda rojiza	Metálico a Terroso		Baja		
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte		Parda rojiza	Terroso		Baja		
Crisocola	Verde turquesa	Moderado		Blanca	No Metálico		Baja		
Observaciones	Mezcla de Óxidos negros y Óxidos verdes. La ocurrencia principal de esta muestra está dada por las pequeñas manchas esféricas del óxido negro 4, el cual se encuentra asociado a trazas de hematita. El óxido negro 2 se encuentra asociado a la crisocola.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>En la muestra se observa como el óxido negro 4 se encuentra distribuido de forma homogénea en la muestra, asociado en algunas zonas con crisocola. En menor proporción, se tiene el óxido negro 2.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES								
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-1478	208.60	208.74	Vicky		521505.41	7409199.52	2513.62
Código Gaby								
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA								
Descripción General	Diorita fina de color verde rojizo con una alteración argílica intensa. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos verdes y negros. Mineralización intensa en forma de una brecha hidrotermal. Vetillas de yeso y carbonato en asociación con Óxido Negro 2. La mineralización está principalmente dada por arcillas con cobre que rellenan las fracturas dejadas por el paso del fluido hidrotermal.							
Litología	Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.							
Textura	Obliterada							
Alteración	Argílica					Código Alteración Destructiva Dominante		ARG
						Código Alteración Destructiva Subordinada		-
						Código Alteración Fondo		-
Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	2.69	Minerales principales				
				Cobre	Arcilla con cobre, Óxidos negros y Crisocola	Otros		
Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo	Dureza		
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte		Parda rojiza	Terroso	Baja		
Óxido Negro 1	Negro	Débil		Negra	Metálico	Moderada		
Arcillas con cobre	Verde pálido	Fuerte		Blanca	No metálico	Baja		
Observaciones	Mezcla de Arcillas con cobre, Óxido Negro 2 y Óxido Negro 1. Los tres ocurren principalmente en fracturas, afectando fuertemente los cristales de la roca. Óxido Negro 2 asociado a carbonatos. Evidencias de posible falla pasando por la zona de donde se saca la muestra (espejo de falla). Podría existir un control estructural sobre la zona, el cual promueve la mineralización.							
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES								
					<p>Se observa como las arcillas con cobre están relleno la brecha por la que pasa la muestra y estas se encuentran asociadas a óxidos negros. Además, los cristales transparentes corresponde a carbonatos que se encuentran en asociación con el óxido negro 2 y el óxido negro 1 se encuentra diseminado en las fracturas.</p>			

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Yicky	DDH-1478	210.65	210.75	Yicky		521505.41	7409199.52	2511.59
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General Diorita fina de color verde rojizo con una alteración argílica moderada. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos verdes y en menor medida óxidos negros. Mineralización intensa en forma de una brecha hidrotermal, principalmente representada por una variedad de óxidos verdes, entre los cuales se puede encontrar brocantita, crisocola y en menor medida libethenita. También se puede observar arcillas con cobre.

Litología Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.

Textura Fanerítica de grano medio

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	ARG
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	-

Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	1.37	Minerales principales		
				Cobre	Brocantita, Crisocola, Arcillas con cobre y Óxidos Negros	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Brocantita	Verde Pálido	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Crisocola	Verde Turquesa	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja
Arcillas con cobre	Verde pálido	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja

Observaciones Mezcla de Óxidos verdes, Óxidos negros y arcillas con cobre. Los tres ocurren principalmente en fracturas, afectando en menor medida a los cristales de la roca. Óxido Negro 2 asociado a gesso. Podría existir un control estructural sobre la zona, el cual promueve la mineralización.

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se observa la ocurrencia en fracturas de los minerales oxidados. En este caso, en particular, predominan los óxidos verdes. Estos se aprecian en forma homogénea a través de la muestra. En los lugares en que estos no se dan toman su lugar las arcillas con cobre. Los óxidos negros se sitúan sobre los óxidos verdes, en pátinas. En este caso, el óxido negro predominante corresponde al óxido negro 2.</p>
---	---

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-1479	154.35	154.44	Vicky		521520.75	7409052.27	2567.38
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Diorita gris parda de grano medio , con alteración argílica predominante y alteración clorítica débil. Mineralización en forma de óxidos negros, principalmente en las fracturas. Presencia fuerte de limonitas asociada a óxidos negros. Óxido Negro 2 asociado a carbonatos, aunque de forma casi imperceptible.
----------------------------	---

Litología	Diorita gris parda con una 20% de máficos aproximadamente.
------------------	---

Textura	Fanerítica de grano medio
----------------	----------------------------------

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	ARG
		Código Alteración Fondo	-


Mineralización	Supérgena (Óxidos)	Ley media de tramo en % Cu	0,38	Minerales principales			
				Cobre	Óxidos Negros	Otros	Limonitas

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 2	Negro	Moderada	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Baja

Observaciones	Mezcla de Óxido Negro 2 con Óxido Negro 1, con el primero siendo el más predominante. Ambos se presentan principalmente en fracturas, alterando de forma leve los cristales de la roca. Las limonitas se encuentran en proporción muy parecida a los óxidos negros. Se observa arcilla con cobre pero de forma muy débil.
----------------------	--

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se observa una mezcla de óxidos negros asociados a arcillas con cobre de forma puntual. Los óxidos negros principales en esta muestra corresponden al óxido negro 2 predominantemente, seguido por el óxido negro 1; el cual, se encuentra diseminado sobre el óxido negro 2. Para esta muestra, en particular, es posible apreciar una asociación de los óxidos negros con limonitas.</p>
---	---

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Yicky	DDH-1479	154.00	154.10	Yicky		521520.75	7409052.27	2567.72
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Diorita gris parda de grano medio , con alteración argílica predominante y alteración clorítica débil. Mineralización en forma de óxidos negros, principalmente en las fracturas. Presencia limonitas asociada a óxidos negros. Óxido Negro 2 asociado a carbonatos, aunque de forma muy débil.
----------------------------	---

Litología	Diorita gris parda con una 20% de máficos aproximadamente.
------------------	--

Textura	Fanerítica de grano medio
----------------	---------------------------

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	ARG
		Código Alteración Fondo	-

Mineralización	Supérgena (Óxidos)	Ley media de tramo en % Cu	0,38	Minerales principales			
				Cobre	Óxidos Negros	Otros	Limonitas

Tipo de óxido	Color	Liziviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 2	Negro	Moderada	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Baja

Observaciones	Mezcla de Óxido Negro 2 con Óxido Negro 1, con el primero siendo el más predominante. Ambos se presentan principalmente en fracturas, alterando de forma leve los cristales de la roca.
----------------------	---

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se observa la ocurrencia de los óxidos negros sobre la fractura de la roca. En este caso, la especie predominante corresponde al óxido negro 2, seguido por el óxido negro 1; el cual se encuentra diseminado sobre el anterior. Ambos se encuentran asociados a limonitas.</p>
---	--

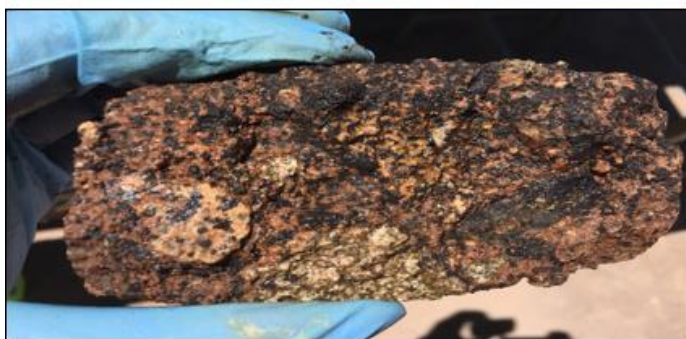
DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Yicky	DDH-1480	185.40	185.50	Yicky		521960.55	7408845.76	2553.06
Código Gaby	GRA							


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General	Grava color rojo matriz soportada mineralizada con clastos granodiotíticos y dioríticos, mineralización con óxidos negros impregnando clastos y matriz de forma parcial. La mayoría de los clastos muestran señales de alteración argílica.					
Litología	Grava con clastos de granodiorita y diorita principalmente. Clastos angulosos a subredondeados de tamaños entre 3 cm y 5 mm.					
Textura	Matriz soportada					
Alteración	Sin Alteración dominante (algunos clastos argilizados)				Código Alteración Destructiva Dominante	-
					Código Alteración Destructiva Subordinada	ARG
					Código Alteración Fondo	-
Mineralización	Supérgena exótica (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.31	Minerales principales		
				Cobre	Óxidos Negros (wad)	Otros
Tipo de óxido negro	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 4	Negro	Débil		Parda rojiza	Metálico a terroso	Baja
Óxido Negro 3	Negro	Moderada		Parda rojiza	Terroso	Baja
Observaciones	Mezcla de óxido negro 4 y óxido negro 3, con mayor proporción de óxido 4. Óxido negro 4 impregnando clastos y matriz de forma parcial y óxido negro 3 impregnando matriz de forma puntual. Óxido Negro 4 afecta la matriz y los clastos de la grava con la misma ocurrencia. Lixiviabilidad de la muestra es baja en general debido a la fuerte presencia de carbonatos en la matriz de la grava.					

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES



Se observa la mineralización de óxidos negros en las gravas sobre el techo de roca. En esta muestra, la ocurrencia principal corresponde a óxido negro 4; el cual, se presenta en forma de manchas circulares sobre la grava, de forma homogénea. Además, en menor proporción, se encuentra óxido negro 3 impregnando de forma parcial la matriz de dicha grava.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES									
Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)	
Yicky	DDH-1480	190.15	190.29	Yicky		521960.55	7408845.76	2548.29	
Código Gaby	GRA								
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA									
Descripción General	Grava color rojo matriz soportada mineralizada con clastos granodiotíticos y dioríticos, mineralización con óxidos negros impregnando clastos y matriz de forma casi total. La mayoría de los clastos muestran señales de alteración argílica.								
Litología	Grava con clastos de granodiorita y diorita principalmente. Clastos angulosos a subredondeados de tamaños entre 3 cm y 5 mm.								
Textura	Matriz soportada								
Alteración	Sin Alteración dominante (algunos clastos argilizados)					Código Alteración Destructiva Dominante		-	
						Código Alteración Destructiva Subordinada		ARG	
						Código Alteración Fondo		-	
Mineralización	Supérgena exótica (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.58	Minerales principales					
				Cobre	Óxidos Negros (wad)	Otros			
Tipo de óxido negro	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)		Raya		Brillo		Dureza	
Óxido Negro 4	Negro	Débil		Parda rojiza		Metálico a terroso		Baja	
Óxido Negro 3	Negro	Moderada		Parda rojiza		Terroso		Baja	
Observaciones	Mezcla de óxido negro 4 y óxido negro 3, con mayor proporción de óxido 3. Óxido negro 4 impregnando clastos y matriz de forma casi total y óxido negro 3 impregnando matriz de forma pervasiva. Óxido Negro 4 afecta la matriz y los clastos de la grava con la misma ocurrencia. Lixiviabilidad de la muestra es baja en general debido a la fuerte presencia de carbonatos en la matriz de la grava.								
OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES									
					<p>Se observa como el óxido negro 4 forma cúmulos de manchas circulares tan densa que forma una pátina sobre la grava y se mezcla con el óxido negro 3, el cual está impregnando de forma casi total la matriz de la grava. Se puede apreciar como existen algunos clastos que no están siendo afectados por la mineralización lo cual indica que la mayor parte de la mineralización se da en las zonas de debilidad de la grava y en su matriz predominantemente.</p>				

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Yicky	DDH-1478	198.45	198.58	Yicky		521960.55	7408845.76	2540.00
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General Diorita fina de color verde rojizo con una alteración argílica moderada. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos verdes y en menor medida óxidos negros. Se pueden observar principalmente Óxido Negro 2 y 1, y en menor proporción Óxido Negro 4. El óxido verde principal en la muestra es la crisocola. También se pueden observar arcillas con cobre, las cuales predominan sobre los minerales óxidados.

Litología Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.

Textura Fanerítica de grano medio

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	ARG
		Código Alteración Fondo	-

Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.98	Minerales principales		
				Cobre	Arcillas con cobre, óxidos negros y crisocola	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Arcillas con cobre	Verde pálido	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Óxido Negro 2	Negro	Moderada	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Moderada
Crisocola	Verde Turquesa	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja

Observaciones Mezcla de Óxidos verdes, Óxidos negros y arcillas con cobre. Los tres ocurren principalmente en fracturas, afectando en menor medida a los cristales de la roca. Óxido Negro 2 mezclado con Óxido Negro 1. Es por esta razón que la reacción al ácido del Óxido Negro 2 es solo moderada, ya que se dificulta la determinación de este parámetro para este de forma aislado. La presencia de crisocola se mezcla con las arcillas con cobre probablemente debido al

--	--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se observa una mezcla de óxidos verdes, óxidos negros y arcillas con cobre. Los tres se encuentran afectando principalmente las fracturas de la roca. Debido a la baja cristalinidad de óxidos verdes, en esta muestra predominan las arcillas con cobre, seguidas por los óxidos negros. Estos últimos se presentan mayoritariamente como óxido negro 2, seguido por óxido negro 1; el cual se presenta cubriendo parcialmente el anterior.</p>
---	---

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Yicky	DDH-2036	187.40	187.45	Yicky		521500.36	7409350.02	2536.55
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General Diorita fina de color gris verdoso con una alteración clorítica moderada. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos verdes y en menor medida óxidos negros. El óxido negro predominante es el Óxido Negro 2, el cual se encuentra diseminado en la fractura, alterando de forma parcial los cristales. Los óxidos verdes principales que se pueden encontrar son libethenita y brocantita, en menor medida crisocola. Estos óxidos se encuentran de forma masiva en la mayoría de la fractura.

Litología Diorita fina con una 20% de máficos aproximadamente.

Textura Fanerítica de grano medio

Alteración	Clorita	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	EPI
		Código Alteración Fondo	CLO

Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.7	Minerales principales		
				Cobre	Brocantita, Libethenita, Crisocola y Óxidos Negros	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Brocantita	Verde Pálido	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Libethenita	Verde Manzana	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Crisocola	Verde Turquesa	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja

Observaciones Mezcla de Óxidos verdes y Óxidos negros. Ambos ocurren principalmente en fracturas, afectando en menor medida a los cristales de la roca. Óxido Negro 2 se encuentra diseminado en la fractura pero, debido a su asociación con los óxidos verdes, posee una fuerte reacción al ácido. Los óxidos verdes al encontrarse mezclados en la la fractura dificultan la respuesta al ácido individual por lo que se le asigna un valor generalizado a las 3 especies.

--	--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>En esta muestra podemos observar una mezcla de óxidos negro y óxidos verdes. A diferencia de las muestras anterior, los óxidos verdes en este caso se presentan de forma cristalina. Estos se encuentran en mayor proporción que los óxidos negros, los cuales se encuentran diseminados por debajo de los verdes. Es posible apreciar con claridad las diferencias en las tonalidades que permiten distinguir entre la brocantita, libethenita y la crisocola. El óxido negro principal de esta muestra es el óxido negro 2 y debido a su asociación con los óxidos verdes, mantiene su fuerte respuesta al ácido.</p>
---	--

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-2036	203.15	203.22	Vicky		521500.36	7409350.02	2520.80
Código Gabj								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General Diorita de color rosado verdoso con una alteración clorítica moderada. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos negros y en menor medida óxidos verdes. En esta muestra se pueden observar los tres tipos de óxidos negros que se encuentran en roca (Óxido Negro 1, 2 y 4). Los óxidos verdes principales que se pueden encontrar son libethenita y en menor medida crisocola. Además, en menor medida, es posible encontrar arcillas con cobre. Los óxidos mencionados se encuentran de forma masiva en la mayoría de la fractura. El óxido negro

Litología Diorita con un 25% de máficos aproximadamente.

Textura Fanerítica de grano medio

Alteración	Clorita	Código Alteración Destructiva Dominante	-
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	CLO

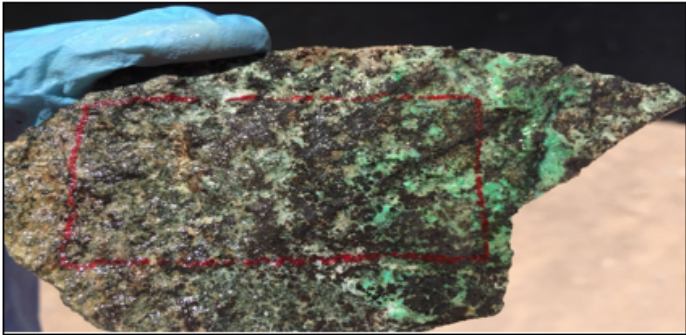
Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	0.41	Minerales principales		
				Cobre	Óxidos negros, libethenita, arcillas con cobre y crisocola	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja
Libethenita	Verde Manzana	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Crisocola	Verde Turquesa	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Débil	Negra	Metálico	Moderada
Óxido Negro 4	Negro	Moderado	Parda rojiza	Metálico	Baja

Observaciones Mezcla de Óxidos verdes y Óxidos negros. Ambos ocurren principalmente en fracturas, afectando en menor medida a los cristales de la roca. Óxido Negro 2 se encuentra de forma generalizada en la fractura. Debido a la baja proporción de óxido negro 1 y 4 dentro de la muestra se dificulta la determinación de la reactividad al ácido por lo cual se les asigna un valor según el observado en otras muestras.

--	--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se puede observar una mezcla de óxidos negros y verdes. Los primeros predominan en la roca, afectando principalmente las fracturas. En esta muestra se pueden apreciar los 3 tipos de óxidos negros que tienen ocurrencias en roca. En orden decreciente en proporción se tiene: óxido negro 2, el cual se encuentra por debajo de los demás formando una pátina sobre la superficie de la fractura; óxido negro 1, el cual se encuentra diseminado sobre el anterior; y óxido negro 4, el cual se encuentra afectando las zonas donde el óxido negro 2 no se depositó. Los óxidos verdes se encuentran debajo de los óxidos anterior, en general en asociación con el óxido negro 2.</p>
---	--

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-2036	204.30	204.35	Vicky		521500.36	7409350.02	2519.66
Código Gabj								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General Diorita de color rosado verdoso con una alteración argílica intensa. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos verdes y en menor medida óxidos negros. En esta muestra la proporción de óxidos negros es muy baja y solo se encuentra predominantemente Óxido Negro 2. El óxido verde principal que se puede encontrar es crisocola. Además, las especies minerales en mayor cantidad en la muestra son arcillas con cobre. Todos la mineralización de la muestra parece estar asociada a una brecha hidrotermal. Existe una gran cantidad de carbonato.

Litología Diorita con una 25% de máficos aproximadamente.

Textura Obliterada

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	ARG
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	-

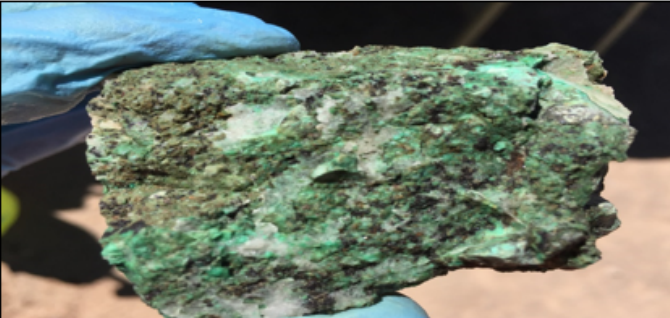
Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	1.65	Minerales principales		
				Cobre	Arcillas con cobre, crisocola y óxidos negros	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Arcilla con cobre	Verde Pálido	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Crisocola	Verde Turquesa	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja

Observaciones Mezcla de Arcillas con cobre, Óxidos verdes y Óxidos negros. Los tres ocurren principalmente en fracturas, asociados a una brecha hidrotermal. Óxido Negro 2 se encuentra de forma diseminada en la fractura y rellenando alguna vetillas asociadas a la brecha. Debido a la asociación de este óxido negro con las arcillas con cobre y la crisocola, presenta una alta reactividad al ácido.

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>En esta muestra es posible observar una fuerte argilización, la cual tiene directa relación con el paso de fluidos ácidos que formaron una brecha y permitió la depositación de las arcillas con cobre, los óxidos verdes y en baja cantidad, los óxidos negros. Además, el óxido negro 2, que predomina en esta muestra se encuentra rellenando pequeñas vetillas y se encuentra asociado con una baja cantidad de carbonatos.</p>
---	--

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ESTUDIOS ESPECIALES

Procedencia	Sondaje	Desde	Hasta	Sector	CT Respaldo	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación (m)
Vicky	DDH-2036	207.25	207.31	Vicky		521500.36	7403350.02	2516.70
Código Gaby								

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Descripción General Diorita de color rosado verdoso con una alteración argílica intensa. La mineralización se da en fracturas principalmente con óxidos negros y en menor medida óxidos verdes. En esta muestra la proporción de óxidos negros es moderada y se encuentra predominantemente Óxido Negro 2 y en menor medida Óxido Negro 1. El óxido verde principal que se puede encontrar es crisocola. Además, en la muestra se puede encontrar en menor proporción arcillas con cobre. Todos la mineralización de la muestra parece estar asociada a una brecha hidrotermal. Existe una

Litología Diorita con una 25% de máficos aproximadamente.

Textura Obliterada

Alteración	Argílica	Código Alteración Destructiva Dominante	ARG
		Código Alteración Destructiva Subordinada	-
		Código Alteración Fondo	-


Mineralización	Supérgena (Mn oxidados)	Ley media de tramo en % Cu	1.85	Minerales principales		
				Cobre	Óxidos negros, arcillas con cobre, crisocola y arcillas con cobre	Otros

Tipo de óxido	Color	Lixiviabilidad (respuesta al ácido)	Raya	Brillo	Dureza
Arcilla con cobre	Verde Pálido	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Crisocola	Verde Turquesa	Fuerte	Blanca	No metálico	Baja
Óxido Negro 2	Negro	Fuerte	Parda rojiza	Terroso	Baja
Óxido Negro 1	Negro	Moderada	Negra	Metálico	Moderada

Observaciones Mezcla de Arcillas con cobre, Óxidos verdes y Óxidos negros. Los tres ocurren principalmente en fracturas, asociados a una brecha hidrotermal. Óxido Negro 2 se encuentra de forma masiva en la fractura y rellenando la mayoría de las vetillas asociadas a la brecha. Debido a la asociación de este óxido negro con las arcillas con cobre y la crisocola, presenta una alta reactividad al ácido. El Óxido Negro 1 se encuentra diseminado, en asociación con el

--	--	--	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES ESPECIALES / DETALLES

	<p>Se observa una mezcla de arcillas con cobre, óxidos verdes y óxidos negros. Las arcillas con cobre se encuentran en asociación con los óxidos negros, los cual se dan principalmente como óxido negro 2 y 1. Además, en directa asociación con el óxido 2 se encuentra la crisocola, lo cual permite que el óxido negro 2 mantenga su fuerte reacción al ácido e incluso aumente la respuesta del óxido negro 1; aunque, lo anterior se puede deber a la mezcla del óxido negro 1 con las arcillas con cobre y la reacción moderada se deba a una mayor proporción de las arcillas con cobre.</p>
---	--

ANEXO B: MAPEO SONDAJES DDH GEOMETALÚRGICOS

- DDH-1467

UTROLOGÍA		ATENCIÓN		ESTRUCTURAS		Sedimentos		Océano		Zona Mineral		Subzona Estructural		Zona		Subzona		Zona	
Descripción	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida	Medida
65310851	Carb.																		
<p>Observaciones: Compilación, interpretación, etc.</p> <p>Observaciones: Control de densidad, etc.</p>																			

321.78

①

188 7240

LITROLOGIA	ALTERACION	ESTRUCTURAS	Sedimentos	Ondas	Zona Mineral		Sistema Explanatorio		Zona Sedimentaria		Zona Sulfidada		Zona Sulfidada	
					Forma	Material	Forma	Material	Forma	Material	Forma	Material	Forma	Material	Forma	Material
Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Aluvión

Desde	Hasta	Litología	Fog/Qtz	Fog/Fsp	Fog/Maf	Tipo de Matriz / Masa	Observaciones Compañía, Universidad	Tipa	Abundancia porcentual %					TOTAL %	Nº de	Nº de	Tipo	Nº de	Observancia	Zona	Subzona	Desde	Hasta	Estructuras	Angulo y/o	Stackwork	Observaciones Compañía de Minería/Universidad		
									Al. Sulf.	S	K	SP	CS															Al	A	Qm	Nº de	Observancia	Zona	Subzona	Desde	Hasta
100	100	100																											
100	100	100																											
100	100	100																											

188-7240 - 188-7240 Fm 100/8, 100/8, 100/8

Toda de meta (Tm)

Toda de sulfuros (Ts)

Toda de Carbonate de sulfuros (Tcs)

Muestras Estudios Especiales

LITOLÓGICA		ALTERACIÓN		ESTRUCTURAS		SÍMBOLOS		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL	
Forma (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)	Indicador de Alteración (m)
...

Deuda	Fecha	Litología	Frag/Ciz	Frag/Fold	Frag/Mat	Tipo de Matriz / Muestra	Observaciones Generales, Inmuebles	Análisis		Almohadilla		Almohadilla		Almohadilla		Almohadilla		Deuda	Fecha	Estructuras	Angulo c/ eje	Stackwork Dam			
								N	%	N	%	N	%	N	%	N	%								
						①	98.10 - 81.20 (Pto X: 8.115) Código: RE-Olive; D.D.H. MSZ - 81.1 - 81.2; Zap: Ensayos: 2, 3, 4, 5; Tipo Estudios: Calorimétrica EPMA - QMSCAN																		
						②	98.02 - 84.10 (Pto X: 8.1.07) Código: RE-Olive; D.D.H. MSZ - 81.1 - 81.10 Zap: Ensayos: 1, 2, 3, 4, 5; Tipo Estudios: T, P, S, D; EPMA - QMSCAN																		
						③	98.05 - 9.1 (Pto X: 9.0.98) Código: RE-Olive; D.D.H. MSZ - 96.95 - 9.2 Zap: CT, CP Tipo Estudios: T, P, S, D - Calorimétrica EPMA																		
						④	98.15 - 98.22 (Pto X: 98.19) Código: RE-Olive; D.D.H. MSZ - 98.15 - 98.22 Zap: D, S, C, T, P, S, D Tipo Estudios: Calorimétrica																		

Título de esta (m)

Título de esta (m)

Título de esta (m)

Título de esta (m)

FORMA: 0111-11107
GEOLOGO REVISOR: L. Lopez P
FECHA: 14/10/2017

OBSERVACIONES GENERALES AL MUESTREO/ANÁLISIS

• DDH-1477

18X: 19954

INFORMACIÓN GENERAL		ALTERNATIVAS		ESTRUCTURAS		SÍMBOLOS		CÓDIGOS		ZONA MINERAL		SISTEMA DE COORDENADAS		SISTEMA DE REFERENCIA		SISTEMA DE PROYECCIÓN	
Nombre (en español)	Nombre (en inglés)	Identificación (en español)	Identificación (en inglés)	Forma (en español)	Forma (en inglés)	Identificación (en español)	Identificación (en inglés)	Forma (en español)	Forma (en inglés)	Identificación (en español)	Identificación (en inglés)	Forma (en español)	Forma (en inglés)	Identificación (en español)	Identificación (en inglés)	Forma (en español)	Forma (en inglés)
DDH-1477	DDH-1477	01	01	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN	
Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia		Observaciones: Control de Altimetría/Georreferencia	

HIDROLOGIA		ATERRADON		ESTRUCTURAS		SILLONES		CUBILOS		ZONA MINERAL		VALDIAS DE		SISTEMA DE		SISTEMA DE		ZONA		ZONA		SONDAR	
pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	pendiente (m/100m)	
12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	12/10/2017	

Fecha	Lote	Materiales	Tipo de Muro / Malla	Observaciones / Comentarios	M. de Muro		Materiales		M. de Muro		Materiales		Materiales		Materiales		Materiales		Materiales		Materiales		Fecha
					H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	
2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	1.05	2.378	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2007/08/08	
2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	1.05	2.378	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2007/08/08	
2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	1.05	2.378	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2007/08/08	
2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	2007/08/08	1.05	2.378	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2007/08/08	

Totales de muro (m)

Totales de malla (m)

Totales de pavimento de cubetas (m²)

INTRODUCCIÓN			OBJETIVOS			MATERIALES			EQUIPOS			PROCEDIMIENTO			RESULTADOS			CONCLUSIONES		
Grupos	ATMOSFERA	ATMOSFERA	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	
Grupos	ATMOSFERA	ATMOSFERA	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	

Fecha	Hora	Lugar	Temperatura	Humedad	Viento	Presión	Velocidad	Dirección	Observaciones	MATERIALES			EQUIPOS			PROCEDIMIENTO			RESULTADOS		
										Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos		
20/11/2019	10:30	Lab. Física	28.5	75	1.5	1010	2.5	N	Se realizó el experimento de la atmósfera...	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	
20/11/2019	11:30	Lab. Física	29.0	78	1.8	1010	2.8	N	Continúa con el experimento...	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	
20/11/2019	12:30	Lab. Física	29.5	80	2.0	1010	3.0	N	Finaliza el experimento...	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	Grupos	

Grupos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	ARMADURA DE CONCRETO	m³	10	150	1500
2	CONCRETO	m³	20	120	2400
3	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
4	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
5	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
6	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
7	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
8	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
9	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
10	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
11	ARMADURA DE CONCRETO	m³	10	150	1500
12	CONCRETO	m³	20	120	2400
13	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
14	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
15	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
16	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
17	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
18	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
19	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000
20	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000

(4)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	MATERIAL	ANÁLISIS		RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA
							TIPO	VALOR									
21	ARMADURA DE CONCRETO	m³	10	150	1500	CONCRETO	10	150	1000	500	500	500	500	500	500	500	500
22	CONCRETO	m³	20	120	2400	CONCRETO	20	120	2000	400	400	400	400	400	400	400	400
23	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
24	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
25	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
26	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
27	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
28	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
29	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
30	ACEROS PASIVADOS	kg	500	20	10000	ACEROS PASIVADOS	500	20	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000

Título de obra (T1) Título de volumen (T2) Título de detalle de volumen (T3)

LITOLOGÍA		ALTERACIÓN		ESTRUCTURAS		Sulfuros		Oxidas		Zona Mineral		Soluciones		Soluciones		Zona Mineral		Zona Mineral		Zona Mineral	
Estado	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II	Alteración de tipo II

Desde	Hasta	Litología	Frag/Ctz	Frag/Fcp	Frag/Hol	Tipo de Matriz / Masa	Observaciones: composición, mineralidad	Mapas										Desde	Hasta	Estructuras	Angulo y/o	Stockwork Desc.	OBSERVACIONES: Composición e Mineralidad
								M. Total	Minerales presentes %					Zona Mineral										Soluciones

Tabla de cor (C1)

Tabla de sulfuros (S)

Tabla de Mineral de sulfuros (M)

• DDH-1478

LITURGIA		ALIMENTACION		ESTRUCTURAS		SILLONES		CORGES		ZONA LIBRE		FABRICA RESPONSA		ZONA		ZONA	
Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material	Descripción	Material
56.18888 BPA		Grava, corchada, 80.000		Calich superior													
Alvora Lino Kerilla		90% Volcanica F		Volcanica													
158.80 - 153.30		Var. simple en fundición		Calich inferior													
		Acabados a 20 b -															
		rehabilitados.															
		Placas metálicas como															
		-traza en U algunos															
		caracteres.															
160.15		Grava, corchada, 80.000		Calich superior													
160.35 - 166.05		Volcanica, 90% F		Volcanica													
160.35 - 166.05		Var. simple en fundición		Calich inferior													
		Acabados a 20 b -															
		rehabilitados.															
		Placas metálicas como															
		-traza en U algunos															
		caracteres.															
160.15		Grava, corchada, 80.000		Calich superior													
160.35 - 166.05		Volcanica, 90% F		Volcanica													
160.35 - 166.05		Var. simple en fundición		Calich inferior													
		Acabados a 20 b -															
		rehabilitados.															
		Placas metálicas como															
		-traza en U algunos															
		caracteres.															

9.2.9



FORMA: DDH-1478

FECHA: 18/10/2014

ENCARGADO: J. Kussot

18/10/2012

LITOLOGÍA		ATENCIÓN		ESTRUCTURAS		Sedimentos		Oxidos		Zona Mineral		Subzona Ox		Subzona Evaporita		Zona		Zona		Fecha:	
Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Dado	Marta	Litología	Frag/Cho	Frag/7dp	Frag/Maf	Tipo de Matriz / Zona	Observaciones: Competencia, temperatura	Muestreo		Administración		Muestreo		Muestreo		Dado	Marta	Estructuras	Stockwork Zone		
								Tp	N	X	Y	Z	A	B	C					D	E	F	G	H	I	J
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tubo de masa (100)

Tubo de sulfuro (10)

Tubo de sulfuro de sodio (100)

LITOLÓGICA			ATRICCIÓN			ESTRUCTURAS			Sulfuros			Oxidos			Zonas Minerales			Subzonas		
Gruta (EVA)	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	
Pedra Grande	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	Atardecido	

COORDENADAS
 18/10/2021
ECOLOGO REVISOR:
 D. MORA
FICHA:
 18/10/2021

Desde	Hasta	Litología	Esp/Dir	Esp/Ind	Tipo de Matriz / Masa	DESCRIPCIONES: Composición, Impurezas	ANÁLISIS							N. TOTAL	ZLT	Subtotal sulfuros	Tipo	N. Pared (1-10)	Ocurrencia	Subtotal sulfuros	Tipo	N. Pared (1-10)	Ocurrencia	Zona Mineral	Subzona Mineral	Desde	Hasta	Estructuras	Standwork Gm	OBSERVACIONES: Conductiv. y Absorción Infrarrojo								
							Mg	K	Ca	SO4	CS	M	A																		ORA							
18/10/2021	18/10/2021	Y			Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	
					Violita																																	

Toda de este (CM)

Toda de este (TI)

Toda de este de sulfuro (S)

60c 8/F-E

60c 2/P

UTILOGIA		ATENCIÓN		ESTRUCTURAS		SILLAS		OJOS		ZONA MILITAR		SALA DE CLASE		SALA DE ENTRENAMIENTO		ZONA SUBURBANA		ZONA URBANA		ZONA RURAL	
Grupos	Actividad	Atención	Atención	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad
Grupos	Actividad	Atención	Atención	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad	Grupos	Actividad

Fecha	Hora	Lugar	Frec/Ord	Frec/Pop	Frec/Mes	Tipo de Material / Mue	OBSERVACIONES: Compendio, temporalidad	At. Sillan		Atención Externas		N. TOTAL	ZALF	N. Total sillones	Tipo	N. Ret. (1-30)	Observación		N. Total sillas	Tipo	N. Ret. (1-30)	Observación		Zona Militar	Subzona Militar	Ojos	Fecha	Estructura	Angulo / gpa	Alcance/Alt. Dist	OBSERVACIONES: Compendio de Atenciones, Observación
								Gr	At	Gr	At						Gr	At				Gr	At								
20/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
22/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
23/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
24/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
29/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30/01/2024	15:00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tarifa de Inicia (TIN)

Tarifa de sillas (TIS)

Tarifa de Equipamiento de sillas (TIES)

5

LITOLÓGICA		ATERRIZAJE		ESTRUCTURAS		SILLERS		OJIDOS		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL		ZONA MINERAL	
Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)
Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)

Desde	Hasta	Litología	Frag/Ciz	Frag/Flp	Frag/Maf	Tipo de Muestra / Masa	OBSERVACIONES: composición, temperabilidad	At. Siller		At. Siller		N. TOTAL	Muestreo		Muestreo		Desde	Hasta	Estructuras	Sketchwork Data	OBSERVACIONES: Calidad de Aterrizaje/Mineralización
								K	K	K	K		Ocur.	Ocur.	Zona Mineral	Subzona Mineral					
23/11/2015	24/11/2015	F-14				F-14	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	23/11/2015	24/11/2015			Observación: Calidad de Aterrizaje/Mineralización
23/11/2015	24/11/2015	F-14				F-14	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	23/11/2015	24/11/2015			Observación: Calidad de Aterrizaje/Mineralización
23/11/2015	24/11/2015	F-14				F-14	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	Grava (G)	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	100 FP	23/11/2015	24/11/2015			Observación: Calidad de Aterrizaje/Mineralización

Tarea de recolección (T1)

Tarea de análisis (T2)

Tarea de evaluación de calidad (T3)

Resumen Estudios Especiales

16

LITOLÓGICA		ALTERACIÓN		ESTRUCTURAS		Sillones		Ondas		Zona Mineral		Sulfatos Cu		Sulfatos Sulfuros		Zona		Zona	
Corte (E-4)	Atiracado de rocas - fr	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas	Fracturas
...

Desde	Hasta	Litología	Frag/Dic	Frag/Fdp	Frag/Mat	Tipo de Matriz / Maca	Observaciones Composición, mineral	M. Sulfat.		Atiracado de rocas		ZALZ	STotal sulfatos	Atiracado de rocas		Zona Mineral	Sulfatos Sulfuros	Desde	Hasta	Estructuras	Ángulo c/ eje	Stockwork Dam	Observaciones Composición mineral		
								% Sulfat.	% Sulfat.	% Sulfat.	% Sulfat.														
E-111	1490					170.32 - 170.9 (Roc. X: 170.81)	...																		
E-111	1492					172.2 - 172.35 (Roc. X: 172.28)	...																		
E-111	1494					172.35 - 172.35 (Roc. X: 172.35)	...																		
E-111	1496					172.35 - 172.35 (Roc. X: 172.35)	...																		
E-111	1498					172.35 - 172.35 (Roc. X: 172.35)	...																		

Verse de roca (14)

Tabla de sulfatos (15)

Tabla de Sulfatos de sulfatos (12)

...

• DDH-1479

Declarante	Fecha	Lote/Caja	Frag/Caja	Frag/Truf	Frag/Mul	Tipo de Estado / Marca	Observaciones: Composición, humedad, etc.	Análisis		Zona		Observaciones		Zona		Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
								Tip	%	Grado	Altura	Grado	Altura	Grado	Altura							
DDH-1479	18/05/2012	100	100	100	100	100	Observaciones: Composición, humedad, etc.															
DDH-1479	18/05/2012	100	100	100	100	100	Observaciones: Composición, humedad, etc.															
DDH-1479	18/05/2012	100	100	100	100	100	Observaciones: Composición, humedad, etc.															

GRUP

DDH-1479

LOGOS

20/10/2012

①

Código	Descripción	Zona		Zona		Zona		FECHA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2011-1420								
L-1420								
24/10/2013								

Desde	Hasta	Litología	Freg/Ciz	Freg/Fdp	Freg/Waf	Tipo de Muestra / Masa	Observaciones	Muestra				Muestra				Desde	Hasta	Estructura	Ángulo (°)	Stackwork Data
								Tipo	%	kg	lit	Tipo	%	kg	lit					
15/11/2013	16/11/2013							100	2/8	100	2/8	100	2/8	100	2/8					
16/11/2013	17/11/2013							100	2/8	100	2/8	100	2/8	100	2/8					
17/11/2013	18/11/2013							100	2/8	100	2/8	100	2/8	100	2/8					
18/11/2013	19/11/2013							100	2/8	100	2/8	100	2/8	100	2/8					
19/11/2013	20/11/2013							100	2/8	100	2/8	100	2/8	100	2/8					

Título de esta hoja (TSH) Título de esta hoja (TSH) Título de esta hoja (TSH) Título de esta hoja (TSH)

SONDAJE: 204-1479

PROFUNDIDAD: 29/10/2017

RECHU: L 60/5

FECHA: 29/10/2017

PROYECTO: 204-1479

ENCARGADO: L 60/5

FECHA: 29/10/2017

UTOPUSIA						ATENCION								ESTRUCTURAS								SILLAS								CILDOS								ZONA MINERAL								SABANA CU								SABANA EST								ZONA MINERAL								SABANA CU								SABANA EST							
Desde	Hasta	Litologia	Frag/Car	Frag/Edp	Frag/Maf	TIPO DE SILLAS / SILE								OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD							
										OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD											
11/5/1987	10/1/2017					OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD															
11/5/1987	10/1/2017					OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD															
11/5/1987	10/1/2017					OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD															
11/5/1987	10/1/2017					OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD															
11/5/1987	10/1/2017					OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD															
11/5/1987	10/1/2017					OBJETIVO								TIPO								MATERIA								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD								TIPO								CANTIDAD															

Tubo de mina (150)

Tubo de sonda (150)

Tubo de sondeo de mina (150)

Muestras Estudios Exploratorias

LITOLÓGICA		ATERRAZADO		ESTRUCTURALES		SILLONES		CORTES		ZONA MINERAL		ZONA DE MINERACION		ESTADIA FOTOFOTOMÉTRICA	
Forma (cm)		At. Muestreo		Forma (cm)		Características		Antena		Antena		Antena		Antena	
Forma (cm) (cm)		Fresca (P, S, D, E)		Forma (cm)											
Banda (cm) (cm)		ATERRAZADO		Banda (cm)											
Banda (cm) (cm)		SECTORES		SECTORES											
Banda (cm) (cm)															
Banda (cm) (cm)															
Banda (cm) (cm)															
Banda (cm) (cm)															
Banda (cm) (cm)															
Banda (cm) (cm)															

Desde	Hasta	Litología	Frag/Ciz	Frag/ Fdp	Frag/Maf	Tipo de Muestra / Masa	OBSERVACIONES (Composi., Textura, etc.)	Tipo	Abundancia porcentual %												% TOTAL	ΣALT	ΣTotal sulfuros	Tipo	% Refat (0-10)	Ocurrencia	ΣTotal oxidos	Tipo	% Refat (0-10)	Ocurrencia	Zona Mineral	Subzona Mineral	Desde	Hasta	Estructuras	Angulo - /feje	Stackwork Dam
									Si	X	SO ₂	CS	Al	A	OTR	Si	Al	Fe	Mn	Zn																	
							144.0 - 154.10 (TRAZ: 154.05)																														
							154.25 - 154.44 (TRAZ: 154.44)																														
							154.44 - 154.70 (TRAZ: 154.70)																														

Trocha de roca (TR)

Trocha de sulfuros (TS)

Trocha de Elementos de sulfuros (TE)

SONDAJE: 0014-1479

GEOLÓGICO REVISIÓN: L. López B.

FECHA: 20/10/2017

2

LITOLOGIA		ATERRACION		ESTRUCTURAS		Suelos		Ondas		Zona Mineral		Subzona		Subzona		Zona		Zona		FECHA	
Actividad de terreno - I*	Actividad de terreno - II*	Actividad de terreno - III*	Actividad de terreno - IV*	Actividad de terreno - V*	Actividad de terreno - VI*	Actividad de terreno - VII*	Actividad de terreno - VIII*	Actividad de terreno - IX*	Actividad de terreno - X*	Actividad de terreno - XI*	Actividad de terreno - XII*	Actividad de terreno - XIII*	Actividad de terreno - XIV*	Actividad de terreno - XV*	Actividad de terreno - XVI*	Actividad de terreno - XVII*	Actividad de terreno - XVIII*	Actividad de terreno - XIX*	Actividad de terreno - XX*	Actividad de terreno - XXI*	Actividad de terreno - XXII*
Actividad de terreno - I*	Actividad de terreno - II*	Actividad de terreno - III*	Actividad de terreno - IV*	Actividad de terreno - V*	Actividad de terreno - VI*	Actividad de terreno - VII*	Actividad de terreno - VIII*	Actividad de terreno - IX*	Actividad de terreno - X*	Actividad de terreno - XI*	Actividad de terreno - XII*	Actividad de terreno - XIII*	Actividad de terreno - XIV*	Actividad de terreno - XV*	Actividad de terreno - XVI*	Actividad de terreno - XVII*	Actividad de terreno - XVIII*	Actividad de terreno - XIX*	Actividad de terreno - XX*	Actividad de terreno - XXI*	Actividad de terreno - XXII*
Actividad de terreno - I*	Actividad de terreno - II*	Actividad de terreno - III*	Actividad de terreno - IV*	Actividad de terreno - V*	Actividad de terreno - VI*	Actividad de terreno - VII*	Actividad de terreno - VIII*	Actividad de terreno - IX*	Actividad de terreno - X*	Actividad de terreno - XI*	Actividad de terreno - XII*	Actividad de terreno - XIII*	Actividad de terreno - XIV*	Actividad de terreno - XV*	Actividad de terreno - XVI*	Actividad de terreno - XVII*	Actividad de terreno - XVIII*	Actividad de terreno - XIX*	Actividad de terreno - XX*	Actividad de terreno - XXI*	Actividad de terreno - XXII*

Desde	Hasta	Litología	Frag/Int	Frag/Fdp	Frag/Maf	Tipo de Matric / Mapa	OBSERVACIONES Compuesta, temperatura	AN SUELO		Altección temperatura		Zona		Subzona		Zona		Desde	Hasta	Estructuras	Angeles c/ob	Stockwork Dam	OBSERVACIONES Comentarios e Dimensiones/Identificadas
								N	K	SAV	CS	AI	A	OM	% TOTAL	ZAR	Totales sulfuros							Tipo	% Relat (I-III)	Occurencia	Totales sulfuros	Tipo	% Relat (I-III)	Occurencia	Zona Mineral	Subzona Mineral
133.8974	134.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
134.8974	135.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
135.8974	136.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
136.8974	137.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
137.8974	138.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
138.8974	139.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
139.8974	140.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
140.8974	141.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
141.8974	142.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
142.8974	143.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
143.8974	144.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																
144.8974	145.8					Carb	pl. v. de la línea de nivel																

Título de mesa (100) Título de columna (100) Título de columna de columnas (100)

© 2010 Geosoft Engineering, Inc. All rights reserved. This software is the property of Geosoft Engineering, Inc. and is provided under license only.

3

LITOLOGÍA			ATTRIBUCIÓN			ESTRUCTURAS			SILLIDOS			OOLDS			Zona Mineral			Zona			Zona			Zona														
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Calcinado, CRT			Asfalto, Ar			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Berlin, B2			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Primo, Pr			Cemento, C1			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Berlin, B2			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Grava (gav)			ATTRIBUCION ELEGIDA - PR			Fract. (Fr)			Cemento, CV			Aluminoso, Al			Subzona C1																							
Desde	Hasta	Litología	Frag/Ciz	Frag/Fdp	Frag/Htat	Tipo de Material / Masa			Observaciones: Competido, Temperada			Muestra: 219.5			Zona: E5T			Subzona: Mineral			Desde			Hasta			Estructura			Ángulo y/o Jc			Nomenclatura Desc.			Observaciones: Comensal e Aluminio Alendabilido 250.25-260.25, 0.6 x 1.7 mxl Dura, 4 HT-F O.28h, ZF		
250.25	260.25																																					

Tubo de 50cm (T50) Tubo de 100cm (T10) Tubo de 150cm de diámetro (T150)

SONDA: 03H-1480

GEÓLOGO REVISOR: L. López B.

FECHA: 20/10/2018

ANEXO C: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE PRUEBAS METALÚRGICAS

Con el fin de obtener una aproximación preliminar sobre el comportamiento geometalúrgico del exótico Vicky se realizaron 507 análisis de “test shaker” (Cu Soluble y consumo de ácido a 30 y 60 minutos) a igual número de muestras, que representan la columna mineralizada de 21 sondajes de diversos sectores del exótico. Adicionalmente estas mismas muestras fueron analizadas por impurezas (Mg, Mn, Fe Total, Fe Soluble, Cl Soluble en agua y Al) y Cu total. (Extraído de ANEXO 9_Geometalurgia, FONTECILLA et al. 2006)

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio CIMM Santiago, considerando la siguiente metodología:

- Determinación de aluminio, magnesio, manganeso y hierro total. Disolución total con ácidos nítrico-perclórico fluorhídrico y clorhídrico:
Método: Absorción Atómica. Este tipo de disolución es aplicable sobre aquellas muestras que contienen sulfuros y elementos a medir atrapados en redes de silicatos. El Ácido Nítrico y Ácido Perclórico oxidan fuertemente los sulfuros, y el Ácido Fluorhídrico destruye la red silicatada liberando todos los metales y el Ácido Clorhídrico actúa como disgregante de los elementos contenidos en la muestra mineral. Posteriormente su determinación final es realizada por espectroscopia de absorción Atómica.
Límite de detección: La porción de muestra recomendada para el Al, Mg, Mn, Fe Total es de 1g. aforado a 100 mL. El límite menor reportable para Al es de 0,05 %, para Fe es de 0.01%, para MN es de 0.005 % y para Mg es de 0.005%.
- Determinación de cobre total. Disolución nítrico-perclórico:
Método: Absorción Atómica. Se pesa 1gr de muestra con precisión de 0.1mg, la pesada se realiza con incrementos. Para la disolución ácida se agrega HNO₃ y HClO₄, hasta sequedad sin tostar, posteriormente las sales son disueltas con 10m de HCl concentrado, hasta ebullición, posteriormente se enfría y afora a 100ml con agua destilada. La determinación del analito se realiza por Absorción Atómica, según método Gaby.
Límite de detección: La porción de muestra recomendada para este análisis es de 1 g. aforado a 250 mL, con estos pesos y volúmenes el límite menor reportable es de 0.001%.
- Determinación de hierro soluble. Lixiviación con ácido sulfúrico:
Método: Absorción Atómica. Se lixivia la muestra con Ácido Sulfúrico al 5%, agitación a 130rpm, temperatura ambiente durante 60 minutos. Luego se afora, agita y filtra la solución para determinar Fe por Absorción Atómica.
Límite de detección: La porción de muestra recomendada para este análisis es de 1g. aforado a 250ml con este peso el límite menor reportable es de 0.01%.
- Determinación de cloruro soluble. Lixiviación con ácido sulfúrico:
Método: Potenciométrico. Se lixivian 10gr de muestra con 25ml de Ácido Sulfúrico 1N por una hora a 130rpm, posteriormente se completa volumen a 100 se homogeniza y filtra. Del filtrado se analiza una alícuota dependiendo de la concentración de Cloruro, para esto se realiza una titulación potenciométrica con AgNO₃.
Límite de detección: La porción de muestra recomendada para este análisis es de 10 g. aforado a 100 mL, con estos pesos y volúmenes el límite menor reportable es de 0.01%.

- Determinación de consumo de ácido. Lixiviación con ácido sulfúrico:
Método: Fi. Se lixivian 10gr de muestra con 25 ml de ácido sulfúrico 1N en matraz de 250ml, agitar por 30min y 60 min respectivamente (según solicitud del cliente) en agitador mecánico orbital a 130rpm. Posteriormente se afora con agua destilada y se homogeniza. Tomar alícuota de 20ml, adicionar 40ml de agua y titular con solución de NaOH 0.1N, según método ϕ .
Límite de detección: El límite menor reportable es de 5 g/T.

- Determinación de cobre soluble. Lixiviación con ácido sulfúrico:
Método: Absorción Atómica. De la solución que resulta de la lixiviación para la determinación de Consumo de ácido se obtiene una porción de la muestra para ser determinada por Espectrofotometría de Absorción Atómica según método Gaby.
Límite de detección: El límite menor reportable es de 0.001%.

ANEXO D: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE MINERALOGÍA AUTOMATIZADA QEMSCAN Y MAPEO DE PARTÍCULAS DE MUESTRAS VICKY

I.- METODOLOGÍA QEMSCAN

QEMSCAN® es un acrónimo de “Quantitative Evaluation of Materials by Scanning Electron Microscopy”, y es un procedimiento de análisis analítico que consiste en la realización de microanálisis totalmente automatizados que vincula un análisis químico cuantitativo de los materiales con la generación de mapas minerales de alta resolución. Se caracteriza por un análisis completo de minerales mediante un microscopio electrónico de barrido (Scanning Electron Microscope, SEM), el cual está equipado con 4 detectores de dispersión de energía de rayos X (Energy – Dispersive X-ray Signal, EDS) lo que permite una descripción de alta definición de las especies minerales contenidas en las muestras, debido a que cada unidad se asocia a un computador de alto desempeño, el cual controla el movimiento de las briquetas o muestras a las cuales se le hace incidir un haz de electrones primarios (Primary Electron, PE) (Jaime y otros, 2013).

QEMSCAN utiliza tanto la intensidad de señal de los electrones retrodispersados (Back – Scattered Electron, BSE) como la señal EDS en cada punto de medición. Por tanto, no realiza simplificaciones o supuestos de homogeneidad basados en la intensidad BSE, pues muchas fases minerales muestran superposición de BSE (Jaime y otros, 2013). Los EDS se utilizan para asignar identidades minerales a cada punto de medición mediante la comparación de la señal BSE y el espectro EDS con el programa o la base de datos de identificación de especies minerales “Species Identification Protocol” (SIP), para este trabajo las identidades minerales se corroboran a través del método de confirmación.

La información registrada por las computadoras, asociada a cada detector, permite mediante estadística estimar parámetros químicos del mineral, define la mineralogía modal, la asociación mineral, el tamaño de partículas, el grado de liberación del mineral y la elaboración de una curva teórica de recuperación.

El uso de técnicas de mineralogía automatizada (QEMSCAN®) resulta una herramienta de gran utilidad en el estudio mineralógico y composicional de especies minerales que ocurren en depósitos exóticos de cobre, entre las cuales se tienen los Cobres Negros. Estas son especies recurrentes en estos depósitos, cuyas composiciones son complejas y variables por lo que su definición no es exacta. Utilizando QEMSCAN® podemos conocer la variabilidad composicional y al ser un método no destructivo es posible reconocer texturas de estas especies minerales.

- Tipos de Análisis QEMSCAN®.

Existen diferentes modos de análisis que responden a diferentes necesidades y al tipo de información que se desea obtener. Ellos se pueden agrupar en dos grandes grupos, Bulk Mineral Analysis (BMA), Particle Mineral Analysis (PMA) y Field Scan (FS).

➤ Bulk Mineral Analysis (BMA).

Método de análisis de interceptación lineal, se usa para identificar el número y largo de las intersecciones entre las líneas de análisis y las especies minerales. La información puede posteriormente ser usada para determinar la abundancia modal, área de las partículas y fases minerales, asociaciones minerales y tamaños de granos minerales y partículas.

El haz de electrones incide sobre la muestra en una serie de líneas paralelas, con medidas realizadas a espaciamiento regular en cada línea y normalmente el espaciamiento entre las líneas es mayor que dentro de cada una de manera que cada partícula sea medida una sola vez. El BMA puede ser usado en testigos diamantinos, muestras de mano y de partículas.

➤ Particle Mineral Analysis (PMA).

Método de análisis que entrega información textural detallada de las fases minerales presentes y es útil para determinar el grado de liberación. Es usado para caracterización mineralógica detallada de partículas hasta 1 mm. El análisis determina el perímetro de la partícula y su ubicación en “mapa” de la briqueta, posteriormente el análisis es realizado en una grilla regular de espaciamiento pequeño, y de esta manera se define la textura de cada fase que esté presente en la partícula (Jaime y otros, 2013).

Este tipo incluye: Specific Mineral Search (SMS; información mineralógica detallada de la partícula en minerales específicos de interés), Trace Mineral Search (TMS; información mineralógica detallada de la partícula en trazas de fases minerales) y Field Scan (mapeo detallado de muestras grandes). Este método tiene las siguientes ventajas respecto del BMA.

I. El modo PMA proporciona más información.

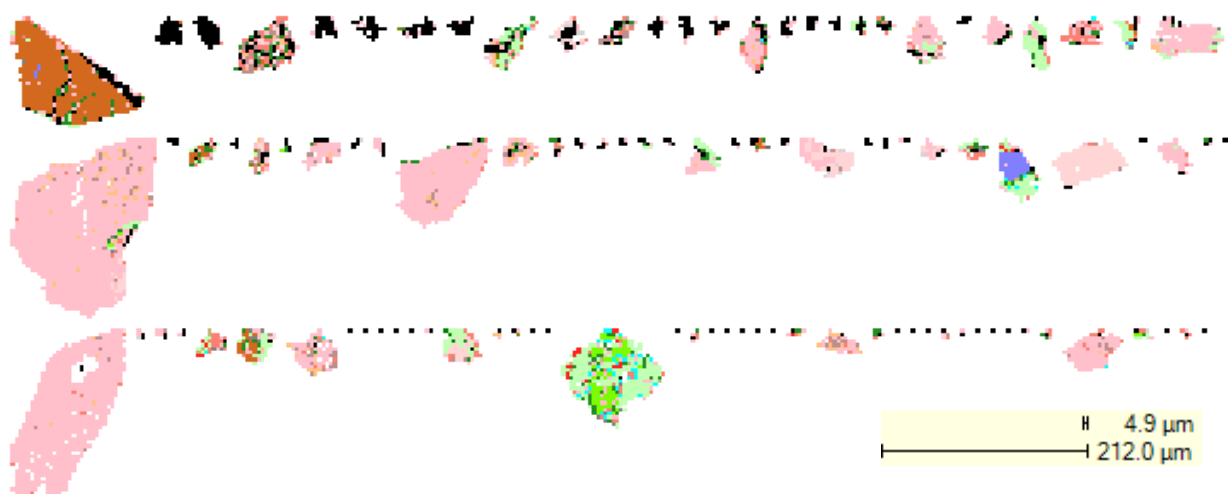
II. Provee tanto información textural como de asociación mineral. Sin embargo, la información que no es directamente relevante en los resultados finales; sino más bien es importante para el desarrollo del SIP.

III. El desarrollo de la SIP (Species Identification Protocol) se realiza mejor con la información textural para que las composiciones de los granos minerales pueden ser confirmadas.

II.- MAPEO DE PARTÍCULAS DE MUESTRAS VICKY

- DGM-579

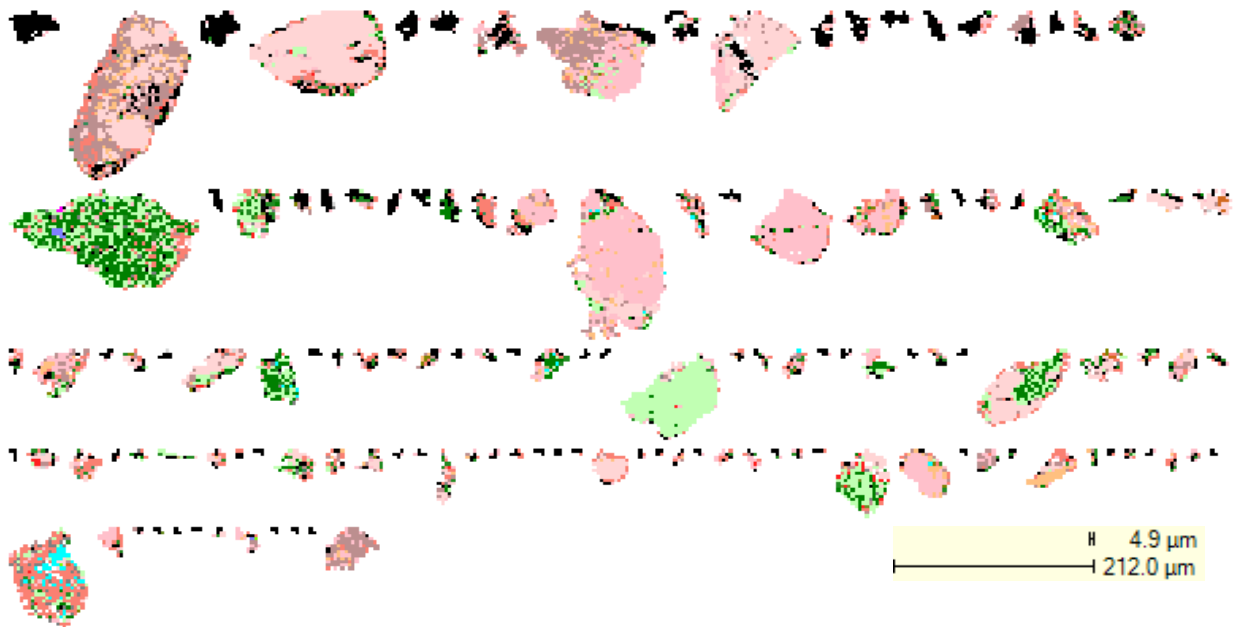
Subpoblación de mapa de partículas QEMSCAN®. Las partículas han sido ordenadas en orden decreciente de tamaño por Cu-Mn-Si. 30022 partículas.



□	Background
□	Chalcocite/Digenite
□	Covellite
□	Chalcopyrite
□	Bornite
□	Cu.As-Sb-sulphide
□	Pyrite
□	Molybdenite
□	Galena
□	Sphalerite
□	Chrysocolla
□	Cu-Mn-Si
□	Malachite/Azurite
□	Other Cu Oxides
□	Cu Clays
□	Cu-Biotite/Phlogopite
□	Cu-Limonite
□	Cu-Chlorite
□	Quartz
□	Plagioclase Feldspar
□	K-Feldspar
□	Biotite/Phlogopite
□	'Sericite'
□	'Clays'
□	Chlorite
□	Pyroxene
□	Amphibole
□	Other silicates
□	Tourmaline
□	Epidote
□	Calcite
□	Mn-carbonate
□	Other carbonates
□	Anhydrite/Gypsum
□	Other sulphates
□	Fe oxides/Hidroxides
□	Rutile/Anatase
□	Apatite
□	Sphene
□	Zircon
□	Others

- DGM-580

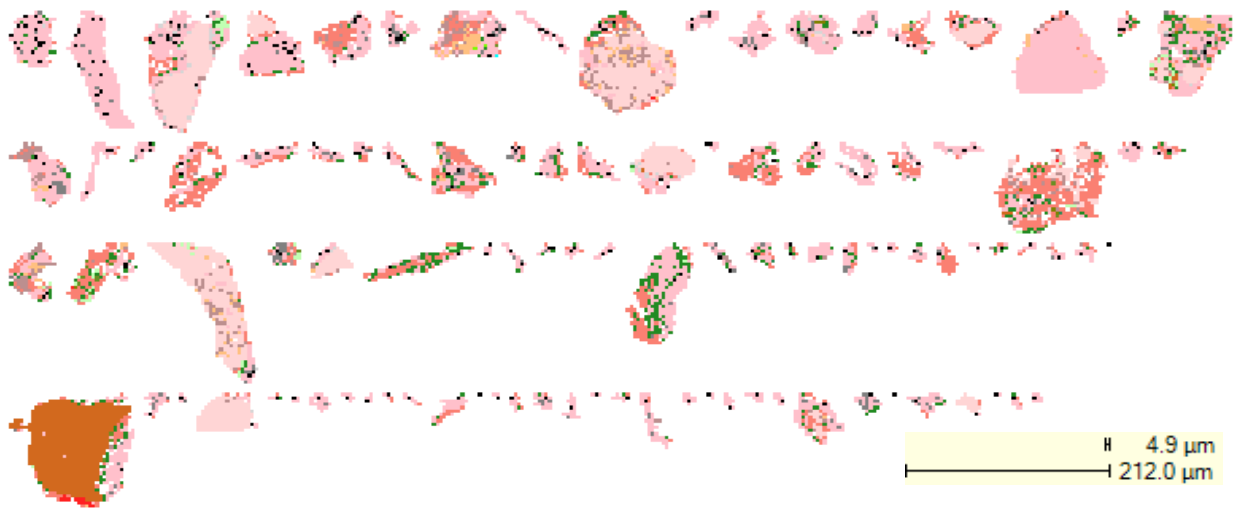
Subpoblación de mapa de partículas QEMSCAN®. Las partículas han sido ordenadas en orden decreciente de tamaño por Cu-Mn-Si. 30056 partículas.



- Background
- Chalcocite/Digenite
- Covellite
- Chalcopyrite
- Bornite
- Cu.As-Sb-sulphide
- Pyrite
- Molybdenite
- Galena
- Sphalerite
- Chrysocolla
- Cu-Mn-Si
- Malachite/Azurite
- Other Cu Oxides
- Cu Clays
- Cu-Biotite/Phlogopite
- Cu-Limonite
- Cu-Chlorite
- Quartz
- Plagioclase Feldspar
- K-Feldspar
- Biotite/Phlogopite
- 'Sericite'
- 'Clays'
- Chlorite
- Pyroxene
- Amphibole
- Other silicates
- Tourmaline
- Epidote
- Calcite
- Mn-carbonate
- Other carbonates
- Anhydrite/Gypsum
- Other sulphates
- Fe oxides/Hidroxides
- Rutile/Anatase
- Apatite
- Sphene
- Zircon
- Others

- DGM-581

Subpoblación de mapa de partículas QEMSCAN®. Las partículas han sido ordenadas en orden decreciente de tamaño por Cu-Mn-Si. 30042 partículas.



- Background
- Chalcocite/Digenite
- Covellite
- Chalcopyrite
- Bornite
- Cu.As-Sb-sulphide
- Pyrite
- Molybdenite
- Galena
- Sphalerite
- Chrysocolla
- Cu-Mn-Si
- Malachite/Azurite
- Other Cu Oxides
- Cu Clays
- Cu-Biotite/Phlogopite
- Cu-Limonite
- Cu-Chlorite
- Quartz
- Plagioclase Feldspar
- K-Feldspar
- Biotite/Phlogopite
- 'Sericite'
- 'Clays'
- Chlorite
- Pyroxene
- Amphibole
- Other silicates
- Tourmaline
- Epidote
- Calcite
- Mn-carbonate
- Other carbonates
- Anhydrite/Gypsum
- Other sulphates
- Fe oxides/Hidroxides
- Rutile/Anatase
- Apatite
- Sphene
- Zircon
- Others

- DGM-583

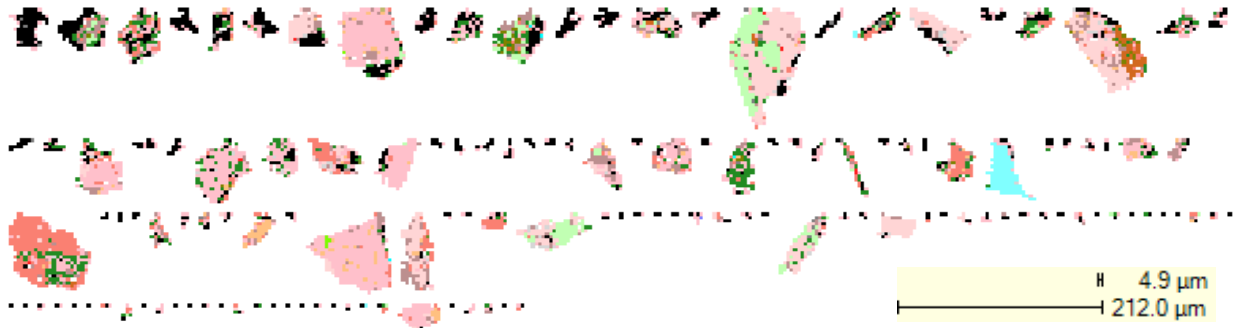
Subpoblación de mapa de partículas QEMSCAN®. Las partículas han sido ordenadas en orden decreciente de tamaño por Cu-Mn-Si. 30074 partículas.



- Background
- Chalcocite/Digenite
- Covellite
- Chalcopyrite
- Bornite
- Cu.As-Sb-sulphide
- Pyrite
- Molybdenite
- Galena
- Sphalerite
- Chrysocolla
- Cu-Mn-Si
- Malachite/Azurite
- Other Cu Oxides
- Cu Clays
- Cu-Biotite/Phlogopite
- Cu-Limonite
- Cu-Chlorite
- Quartz
- Plagioclase Feldspar
- K-Feldspar
- Biotite/Phlogopite
- 'Sericite'
- 'Clays'
- Chlorite
- Pyroxene
- Amphibole
- Other silicates
- Tourmaline
- Epidote
- Calcite
- Mn-carbonate
- Other carbonates
- Anhydrite/Gypsum
- Other sulphates
- Fe oxides/Hidroxides
- Rutile/Anatase
- Apatite
- Sphene
- Zircon
- Others

- DGM-584

Subpoblación de mapa de partículas QEMSCAN®. Las partículas han sido ordenadas en orden decreciente de tamaño por Cu-Mn-Si. 30042 partículas.



- Background
- Chalcocite/Digenite
- Covellite
- Chalcopyrite
- Bornite
- Cu.As-Sb-sulphide
- Pyrite
- Molybdenite
- Galena
- Sphalerite
- Chrysocolla
- Cu-Mn-Si
- Malachite/Azurite
- Other Cu Oxides
- Cu Clays
- Cu-Biotite/Phlogopite
- Cu-Limonite
- Cu-Chlorite
- Quartz
- Plagioclase Feldspar
- K-Feldspar
- Biotite/Phlogopite
- 'Sericite'
- 'Clays'
- Chlorite
- Pyroxene
- Amphibole
- Other silicates
- Tourmaline
- Epidote
- Calcite
- Mn-carbonate
- Other carbonates
- Anhydrite/Gypsum
- Other sulphates
- Fe oxides/Hidroxides
- Rutile/Anatase
- Apatite
- Sphene
- Zircon
- Others

ANEXO E: DESCRIPCIONES PETROCALCOGRÁFICAS DE MUESTRAS DE SONDAJES.

- DDH-1467: 96,95-97m

Brecha cataclástica-hidrotermal, posee una textura fragmental con fragmentos de composición tonalítica. Dichos fragmentos están compuestos de plagioclasa, cuarzo y máficos relictos, con tramos de vetillas de cuarzo y feldespato potásico; presentan deformación cataclástica, con fracturamiento, sin deformación intracristalina y, en algunas zonas se, observan franjas con deformación milonítica (de poca intensidad). La matriz de la brecha posee una textura lepidoblástica, la cual consiste principalmente en biotita y clorita parcialmente orientadas; además, contiene fragmentos pequeños (<1 mm) de roca, minerales (cuarzo y plagioclasa) y otros minerales de alteración (epidota, arcillas, opacos; la mayoría oxidados).

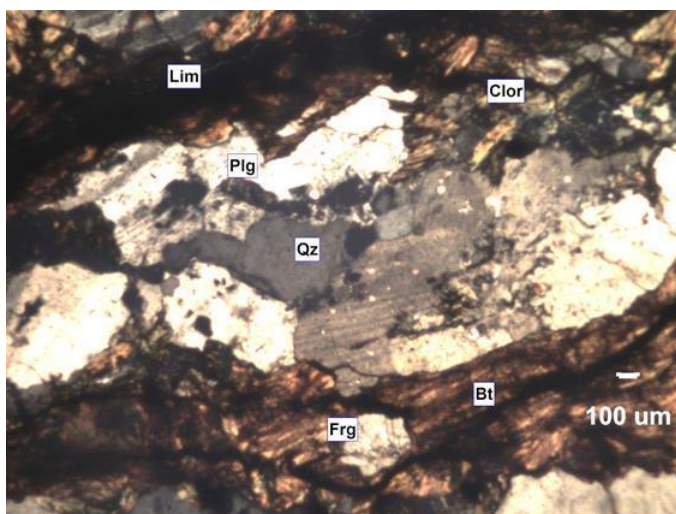


Foto 1. Textura fragmental en brecha cataclástica-hidrotermal. Fragmento alargado de roca tonalítica con plagioclasa (Plg) y cuarzo (Qz). Matriz con biotita (Bt) orientada y fragmento (Frg) pequeño de plagioclasa. Plagioclasas con fracturas y deformación cataclástica. Luz transmitida, nículos cruzados, aumento 50X. Tomado de PR1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 44% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a alteración potásica y propilítica. La primera (26%) es representada por biotita (matriz), cuarzo en fragmentos, feldespato potásico (asociado a cuarzo de vetilla), y opacos (3%). La segunda (15%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente por clorita reemplazando biotita, epidota (reemplaza biotita y plagioclasa) y opacos (reemplazo tanto en fragmentos como matriz). Además, la roca presenta arcilla (2%) en algunos sectores de la matriz y óxido de Fe (1%, tipo limonita) en vetillas, como reemplazo de opacos.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 5% del volumen total y se dividen en 2 tipos principales: vetillas de feldespato argilizado (2%) y vetillas de limonitas y arcilla (3%). Las primeras son micro vetillas con trazo discontinuo, levemente curvo. Las segundas son vetillas en enrejado irregular, con trazos continuos, levemente curvados; contienen en su mayoría limonita y agregados cementados de arcilla con escasos óxidos de (Fe, Si) y cortan a las primeras.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 1 y foto 2:

Tabla 1. Asociación de minerales metálicos DDH-1467 (96,95-97m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	tr	Diseminada. Evidencia de martitización penetrativa. Ocurre como reemplazo de minerales ferromagnesianos.
Calcopirita	tr	Diseminada. Principalmente se evidencian como relictos micrométricos.
Hematita	1	Diseminada. Se presenta como reemplazo de cristales de magnetita.

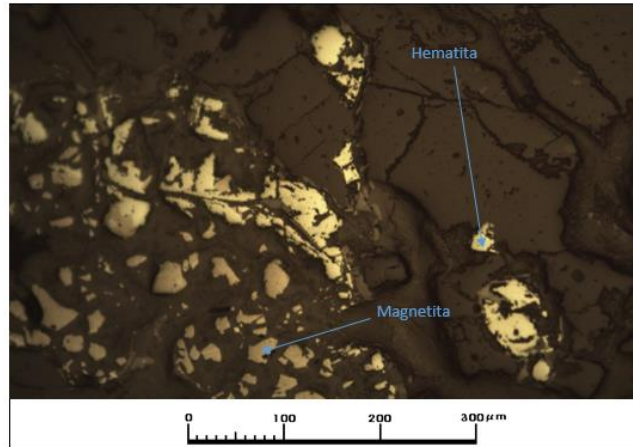


Foto 2. Óxidos de Fe diseminados, magnetita-hematita y menor rutilo, alterando mineral máfico primario. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1477: 209,63-209,67m

Diorita micro fanerítica holocristalina, hipidiomorfa granular. Los cristales poseen un tamaño entre 0,8 y 1,9 mm y consisten en plagioclasa, hornblenda, cuarzo y mineral opaco (accesorios: apatito y circón).

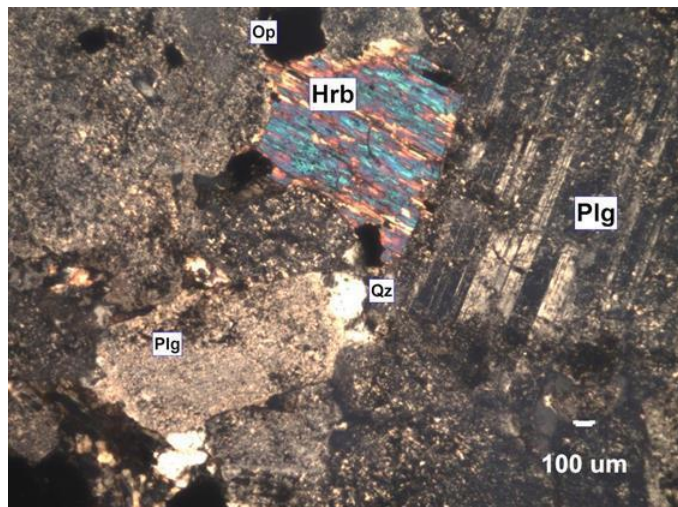


Foto 3. Textura micro fanerítica en diorita. Cristales de plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz) y mineral opaco (Op). Plagioclasas con alteración parcial a arcillas. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 49% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía

primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a cálcica sódica y propilítica. La primera (28%) es representada por feldespato tipo albita y actinolita (10%), con menores cantidades de calcita y opacos (1%, algunos oxidado con limonitas); esta alteración ocurre en vetillas. La segunda (14%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente por clorita y epidota, además de cantidades menores de cuarzo y opacos; esta alteración ocurre en vetillas y como reemplazo de minerales máficos (hornblenda y actinolita). Además, la roca presenta arcilla (3%) y sericita (2%), sobre la plagioclasa y óxido de Fe (limonita, 2%) en vetillas.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 31% del volumen total y se dividen en 4 tipos principales: vetillas de albita (17%), vetillas de actinolita, opacos y otros (7%), vetillas de epidota, cuarzo (7%) y vetillas de limonita (opacos oxidados) (2%). Las primeras son vetillas de trazo ligeramente curvado, continuo; presentan albita en crecimiento aproximadamente paralelo al largo de la vetilla y una sutura central discontinua que consiste en opacos y agregados de actinolita reemplazados por clorita y epidota. Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por actinolita (reemplazada parcialmente por clorita-epidota, superposición de minerales de alteración propilítica) y opacos. Las terceras son micro vetillas que consisten mayoritariamente de epidota y cuarzo con cantidades menores de clorita, cortan las vetillas anteriores. Las últimas son micro vetillas en enrejado irregular, con trazos discontinuos, levemente curvado; contienen en su mayoría limonitas y cortan todas las vetillas anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 2 y foto 4:

Tabla 2. Asociación de minerales metálicos DDH-1477 (209,63-209,67m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	1	Diseminada en la roca. Se encuentra principalmente reemplazada pseudomórficamente por óxidos de Fe, principalmente hematita.
Rutilo	tr	Diseminada. Altera principalmente a cristales de hematita.
Hematita	1	Diseminada y en vetillas. Se caracteriza por reemplazar parcialmente a cristales subhedrales de magnetita.

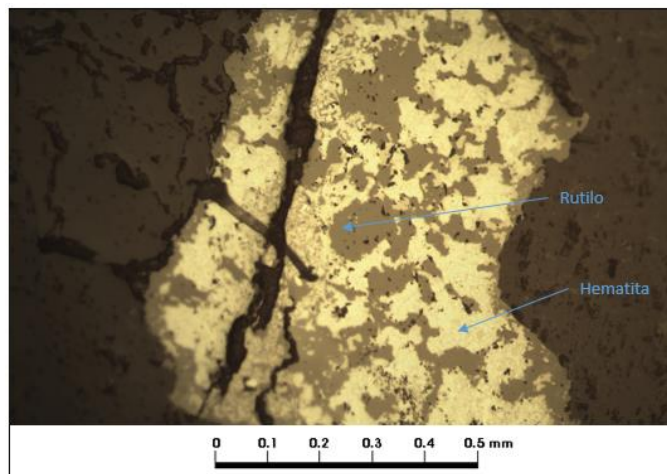


Foto 4. Cristal de hematita subhedral siendo alterado a partir de los bordes de grano por rutilo. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1477: 209,78-209,83m

Diorita micro fanerítica holocristalina, hipidiomorfa granular. El tamaño de los cristales y los minerales que componen la roca son similares a la muestra anterior (Plagioclasa, hornblenda, cuarzo y opacos).

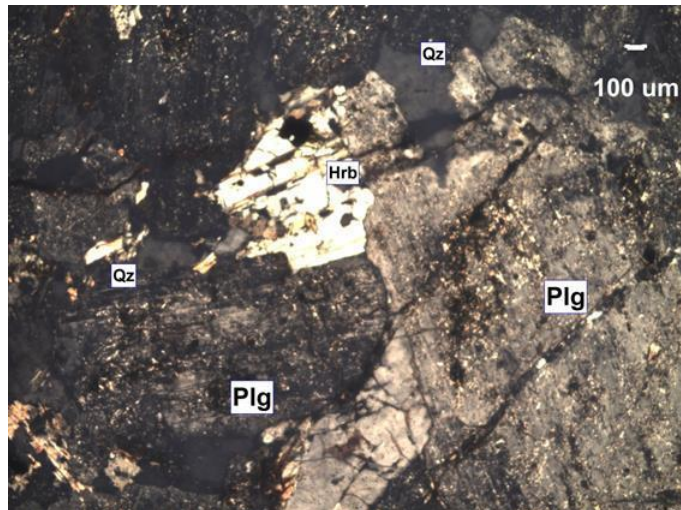


Foto 5. Textura micro fanerítica en diorita. Cristales de plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz) y hornblenda (Hrb). Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 57% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y cálcica sódica. La primera (26%) es representada por biotita (en agregados: junto con albita, apatito y mineral opaco, y en vetillas), también en vetillas de cuarzo con feldespato potásico y opacos (1%). La segunda (25%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente por actinolita y albita, además de cantidades menores de cuarzo y opacos (2%) y trazas de calcita; esta alteración ocurre preferentemente en vetillas, sobre vetillas de biotita. Además, la roca muestra una alteración incipiente de clorita, reemplazando biotita y anfíbolos (2%), de calcita (1%, en vetillas) y trazas de epidota. Finalmente, en cantidades menores, la roca presenta arcilla (2%) y sericita-illita (Tr) sobre plagioclasas; junto con óxido de Fe (limonitas 1%) en microfracturas o como reemplazo de opacos.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 30% del volumen total y se dividen en 3 tipos principales: vetillas de biotita, cuarzo y feldespato alcalino (10%), vetillas de actinolita, opacos y otros (15%), vetillas de calcita, opacos (oxidados), cuarzo (5%). Las primeras son vetillas con patrón de enrejado irregular, constituidas principalmente por biotita y, en menor cantidad, feldespato argilizado, cuarzo y mineral opaco. Las segundas son vetillas irregulares, tanto continuas como discontinuas, constituidas principalmente por actinolita (reemplazada parcialmente por clorita-epidota), opacos y cuarzo, con cantidades menores de albita y titanita ocasional. Las terceras son vetillas irregulares, sinuosas, consistentes mayoritariamente de calcita en su interior y bordeada de mineral opaco oxidado; corta a las vetillas anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 3 y foto 6:

Tabla 3. Asociación de minerales metálicos DDH-1477 (209,78-209,83m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Hematita	1	Diseminada y en vetillas. Se encuentran alterando a relictos de piritita y a minerales ferromagnesianos primarios.
Rutilo	1	Diseminado. Se presenta alterando minerales ferromagnesianos primarios.
Magnetita	tr	Diseminada en la roca y vetillas. Cristales relictos siendo reemplazados por hematita.

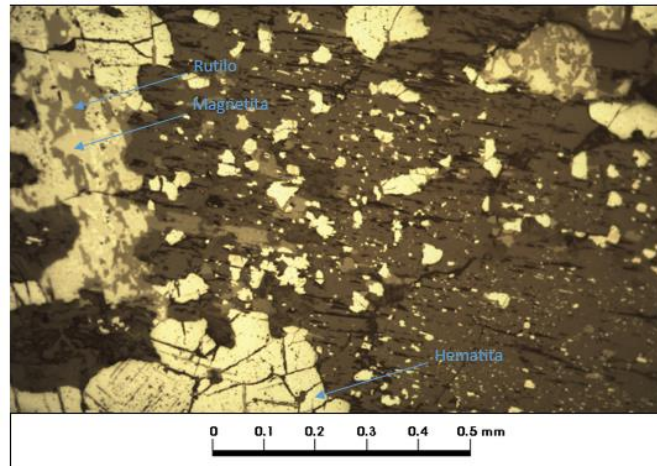


Foto 6. Asociación de óxidos de hierro, hematita-rutilo, alterando a mineral ferromagnesiano primario. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1478: 172,2-172,35m

Diorita micro fanerítica holocristalina, hipidiomorfa granular. Nuevamente el tamaño de los cristales y los minerales que componen son equivalentes a las dos muestras anteriores (Plagioclasa, hornblenda, cuarzo y mineral opaco; apatito como traza).

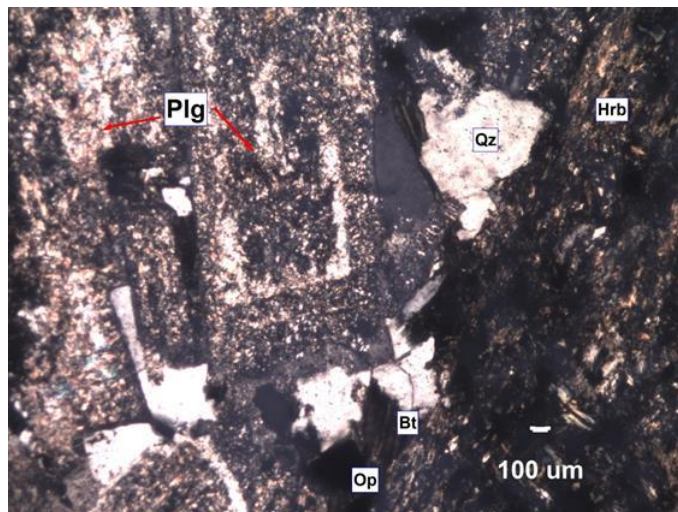


Foto 7. Textura micro fanerítica en diorita. Cristales de plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz), hornblenda (Hrb) y mineral opaco (Op). Las plagioclasas tienen alteración parcial a sericita y arcilla. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 39% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y propilítica. La primera (22%) es representada por biotita (en agregados y en vetillas), también en vetillas de cuarzo con feldespato potásico y opacos (1%, con oxidación en los bordes). La segunda (8%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente clorita y epidota, además de cantidades menores de cuarzo y opacos; esta alteración ocurre preferentemente en vetillas y como reemplazo de minerales máficos. Además, se observa arcilla (3%) y sericita-illita (4%) sobre plagioclasa, también óxido de Fe (limonita, 2%) en vetillas y reemplazando mineral opaco.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 31% del volumen total y se dividen en 3 tipos principales: vetillas de cuarzo y feldespato potásico (14%), vetillas de biotita y otros (15%), vetillas de limonita (2%). Las primeras son vetillas de trazo muy irregular y discontinuo, constituidas por cuarzo y feldespato potásico (turbio por presencia de arcillas). Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por biotita (parcialmente por cloritizada), con cantidades menores de mineral opaco, cuarzo, y feldespato ocasional. Las terceras son micro vetillas, con trazos continuos y discontinuos, constituidas en su mayoría por limonita con clorita; cortan a todas las anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 4 y foto 8:

Tabla 4. Asociación de minerales metálicos DDH-1478 (172,2-172,35m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	1	Diseminada en la roca. Evidencias de procesos de martitización.
Hematita	1	Diseminada y en vetillas. Alteran a cristales de magnetita.

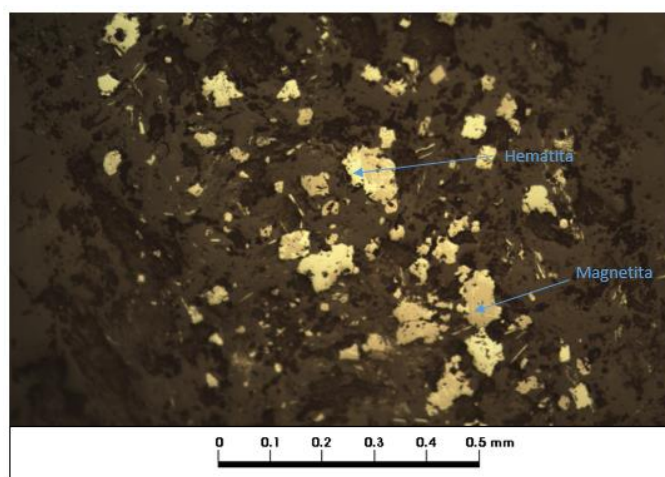


Foto 8. Asociación de cristales de magnetita anhedrales a subhedrales, con reemplazos parciales a hematita, diseminadas en la masa fundamental. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1478: 192,25-192,35m

Cuarzodiorita inequigranular, micro porfídica, holocristalina (70% fenocristales: plagioclasa subhedral (60%) y hornblenda subhedral (10%)), y masa fundamental microcristalina compuesta por cuarzo anhedral (11%), plagioclasa (4%), agregados irregulares de biotita secundaria (10%), feldespato potásico (4%) y mineral opaco subhedral (1%); apatito en traza).

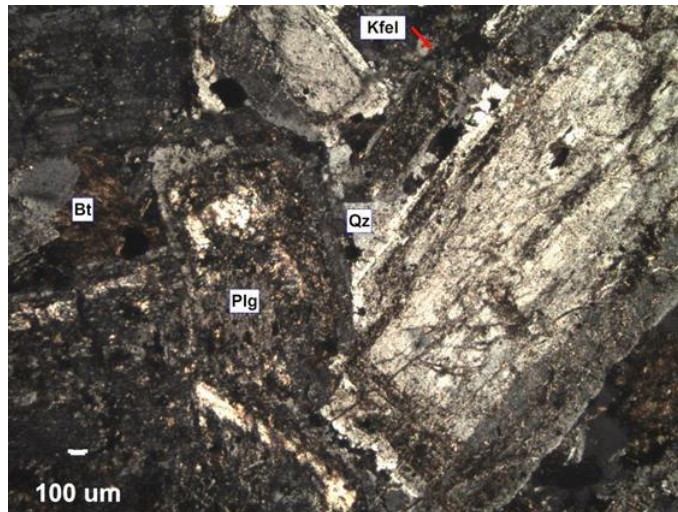


Foto 9. Textura micro porfídica en cuarzodiorita. Fenocristal de plagioclasa (derecha) y masa fundamental de cuarzo (Qz), cristalitas de plagioclasa (Plg), feldespato potásico (K fel). Las plagioclasas tienen alteración parcial a arcilla. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 32% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y propilítica. La primera (19%) es representada por biotita (en agregados y en vetillas), también en vetillas de albita con cuarzo y opacos (1%, con oxidación en los bordes). La segunda (6%) se sobrepone a la primera, representada mayoritariamente clorita con cantidades menores de cuarzo, epidota y opacos; esta alteración ocurre preferentemente en vetillas y como reemplazo de minerales máficos. Además, se observa arcilla (2%) y sericita-illita (4%) sobre plagioclasa, también óxido de Fe (limonita, 1%) en vetillas y reemplazando mineral opaco.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 31% del volumen total y se dividen en 3 tipos principales: vetillas de cuarzo y feldespato potásico (14%), vetillas de biotita y otros (15%), vetillas de limonita (2%). Las primeras son vetillas de trazo muy irregular y discontinuo, constituidas por cuarzo y feldespato potásico (turbio por presencia de arcillas). Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por biotita (parcialmente cloritizada), con cantidades menores de mineral opaco, cuarzo, y feldespato ocasional. Las terceras son micro vetillas, con trazos continuos y discontinuos, constituidas en su mayoría por limonita con clorita; cortan a todas las anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 5 y foto 10:

Tabla 5. Asociación de minerales metálicos DDH-1478 (192,25-192,35m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	1	Diseminada. Alterando a minerales ferromagnesianos primarios. Presentan procesos de martitización leves a moderados.
Hematita	tr	Diseminada y vetillas. Alteran principalmente a minerales ferromagnesianos y a magnetita.
Rutilo	tr	Diseminado. Se presentan en estrecha relación con cristales de hematita.

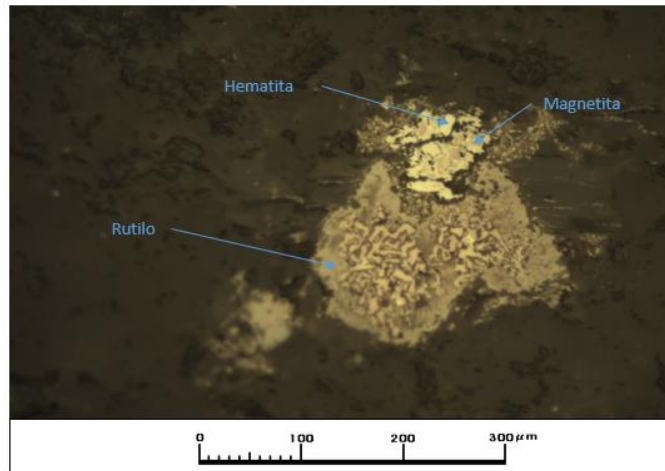


Foto 10. Cristal de magnetita siendo reemplazado a hematita, se observa un gran cristal de rutilo en asociación con estos. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1478: 208,6-208,74

Brecha monomítica con textura fragmental, clasto soportadas, con fragmentos (65%) de una roca milonítica (irregulares, angulosos a subredondeados con textura fragmental foliada) compuesta por agregados irregulares de sericita, cuarzo o ambos en una matriz muy fina de arcilla, cuarzo. Todos los fragmentos están plegados y orientados. La matriz presenta textura de cementación en bandas, consistentes tanto de limonita (incluye óxidos de Fe y Mn) como de crisocola y calcita en relleno.

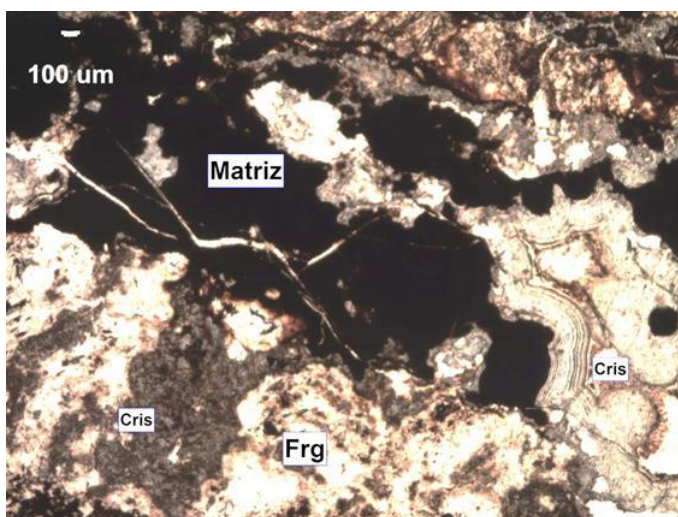


Foto 11. Textura fragmental en brecha hidrotermal. Se observa un fragmento de roca milonítica (Frg), alterado a sericita, arcilla y crisocola (Cris) criptocristalina. La matriz de la brecha está constituida por bandas de limonita (negro-marron) seguida de bandas de crisocola cristalina de color celeste (Cris). Nícoles paralelos, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 100% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a sericita (30%), cuarzo (5%) y opacos oxidados (5%) en fragmentos. Sobre esta mineralogía, se impone arcilla (15%) y crisocola (15%). En la matriz se aprecian bandas de crisocola (18%) alternadas con bandas de limonitas (6%, hidróxidos de Fe y Mn), además de calcita (12%).

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 6 y foto 12:

Tabla 6. Asociación de minerales metálicos DDH-1478 (208,6-208,74m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	tr	Diseminado en matriz de brecha. Presenta procesos de martitización leve a moderado. Altera a minerales máficos primarios.
Azurita	1	Vetilla. Asociada a cuarzo, óxidos de Cu negros y crisocola, evidenciando texturas coliformes y bandeadas.
Crisocola	2	Vetillas. Asociada a cuarzo, óxidos de Cu negros y azurita, se observan texturas de intercrecimiento bandeadas, crustiformes y coliformes.
Óx. Cu Negros?	2	Vetillas. En relación espacial con cuarzo, azurita y crisocola, se distinguen texturas de crecimiento coliforme y bandeadas.
Hematita	1	Diseminado en matriz y clastos de brecha. Altera a partir de bordes de grano y planos de clivaje a cristales primarios de magnetita y ferromagnesianos.

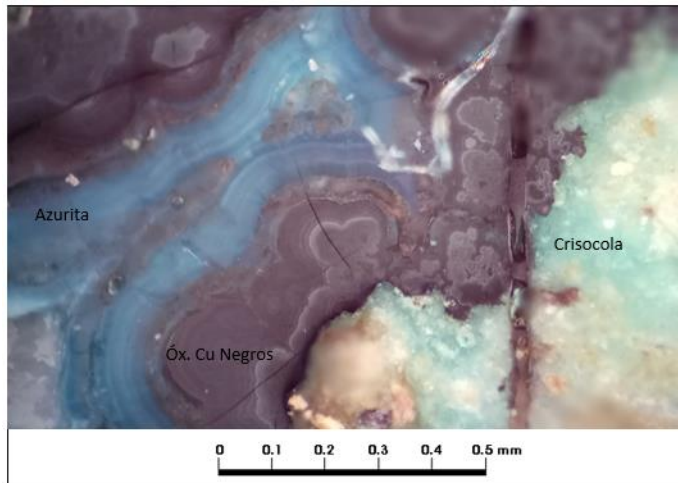


Foto 12. Vetilla con relleno de azurita, crisocola, cuarzo y óxidos de cobre negros, presentando texturas coloformes y bandeadas. Nícoles cruzados, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1478: 210,65-210,75m

La muestra estudiada presenta el contacto entre 2 rocas: una roca corneana de protolito ígneo (más antigua) y una cuarzodiorita. Se analizan ambas rocas por separado.

A) Roca Corneana, protolito ígneo

Roca coreana, inequigranular, blastoporfídica. Los blastos (relictos de fenocristales) se encuentran en una matriz granoblástica aproximadamente equigranular, están constituidos por plagioclasas relictas reemplazadas parcialmente por un agregado granoblástico fino, equigranular de albita, cuarzo y epidota ocasional. La matriz (28%) consiste principalmente de cuarzo granoblástico, además de agregados aislados irregulares de clorita, epidota, cuarzo y opacos con escasa biotita relictas. A partir de la textura y composición, se deduce que el protolito sería ígneo de composición cuarzomonzodiorita o granodiorítica.

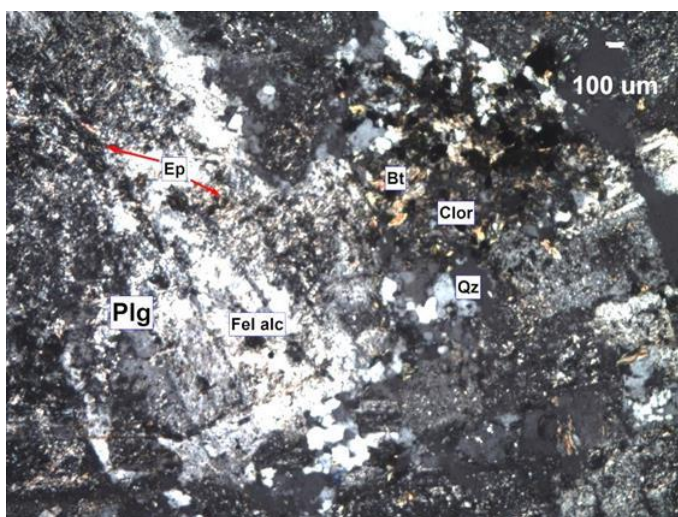


Foto 13. Textura blastoporfídica en roca corneana. A la izquierda un blasto (plagioclasa relict) reemplazada por cristalitos de feldespato alcalino (Fel alc, albita), además de cuarzo y epidota (Ep). A la derecha, agregados de clorita (Clor), biotita (Bt) y opacos. Abajo, agregados de cuarzo. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 41% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a los minerales formados por el metamorfismo de contacto de bajo grado y corresponde a una asociación de facie albita-epidota. La mineralogía secundaria (35%) está representada por cuarzo, albita, clorita, epidota junto a mineral opaco (con bordes oxidados). Además, la roca presenta arcilla (2%) y sericita-illita (3%), sobre la plagioclasa, crisocola (1%) en vetillas, óxido de Fe (limonita, en trazas) en reemplazo de mineral opaco.

La roca presenta una vetilla principal, la cual no es posible determinar si también corta la cuarzodiorita. Esta vetilla es de cuarzo y epidota (aprox. 25% del corte petrográfico), posee trazo recto y continuo, consiste mayoritariamente de cuarzo y presenta fracturas interiores rellenas con epidota y clorita escasa.

B) Cuarzodiorita

Cuarzodiorita inequigranular, micro porfídica holocristalina. Presenta fenocristales (71%) correspondientes a plagioclasa (aprox. 63%, subhedral) y hornblenda relict (8%, subhedral, reemplazada por biotita secundaria). La masa fundamental microcristalina consiste en cuarzo (13%, anhedral), plagioclasa (aprox. 6%), agregados irregulares de biotita secundaria (7%), feldespato alcalino (2%) y mineral opaco (1%, subhedral). Mineral Accesorio: Apatito en trazas.

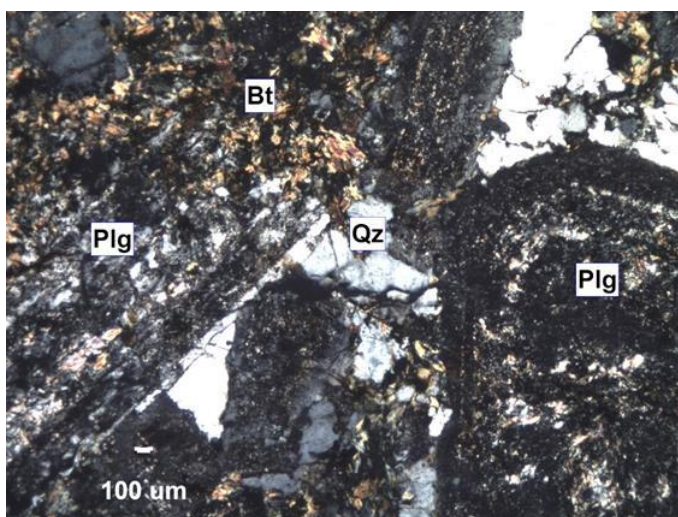


Foto 14. Textura micro porfídica en cuarzodiorita. Fenocristales de plagioclasa (Plg) y masa fundamental con cuarzo (Qz) y cristalitos de plagioclasa. Las plagioclasas tienen alteración parcial a arcilla y sericita. Arriba a la izquierda hay un sector con vetilla de biotita. En la parte inferior de la imagen se observa en la masa fundamental agregados de biotita secundaria. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 41% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y propilítica. La primera (29%) es representada por biotita (en agregados y en vetillas) junto a mineral opaco (con bordes oxidados), también en vetillas de cuarzo con albita y feldespato potásico. La segunda (6%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente clorita (2%) con cantidades menores (3%) de epidota y opacos (incluye rutilo); esta alteración ocurre como reemplazo de minerales máficos. Además, se observa arcilla (2%) y sericita-illita (4%) sobre plagioclasa, también óxido de Fe (limonita, 1%) en vetillas de biotita y reemplazando mineral opaco.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 22% del volumen total y se dividen en 2 tipos principales: vetillas de cuarzo y albita (aprox. 7%) y vetillas de biotita y otros (15%). Las primeras son vetillas de trazo discontinuo tanto rectas como irregulares, constituidas por cuarzo y feldespato potásico escaso. Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por biotita, con cantidades menores de mineral opaco, cuarzo, y feldespato ocasional; algunas incorporan relictos de hornblenda, que está reemplazada por biotita, opacos y clorita ocasional.

El análisis calcográfico la muestra total se resume en base a la tabla 7 y foto 15:

Tabla 7. Asociación de minerales metálicos DDH-1478 (210,65-210,75m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Crisocola	2	Relleno de vetillas. Se encuentran asociada a azurita y cuarzo principalmente, con texturas de crecimiento coliforme, bandeadas y crustiformes.
Azurita	2	Relleno de vetillas. Asociada a crisocola y cuarzo. Evidencias de texturas coliformes y bandeadas.
Hematita	tr	Diseminado y vetillas. Reemplazo de máficos primarios y asociada a cuarzo-azurita-crisocola en vetillas.

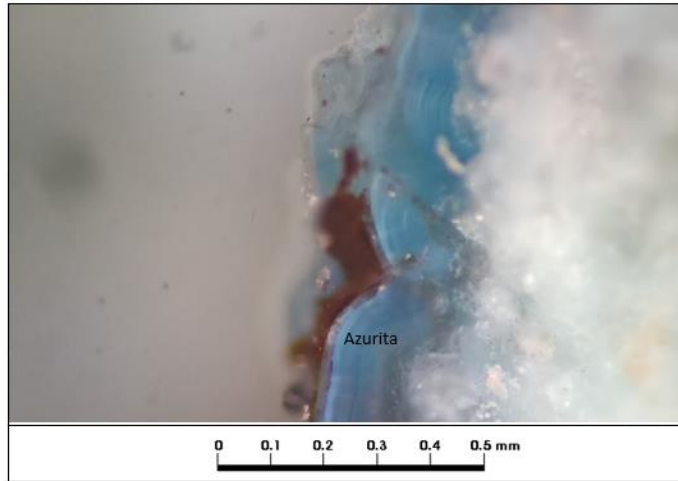


Foto 15. Vetilla rellena por asociación de cuarzo-azurita presentando texturas coloformes y bandeadas, presencia de óxidos de cobre negro (?) en asociación con azurita. Nícoles cruzados, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1479: 154-154,1 m.

Cuarzodiorita micro fanerítica, holocristalina, hipidiomorfa, inequigranular seriada. Está constituida por cristales de plagioclasa (80% aprox.), cuarzo intersticial (10% aprox.), ortoclasa (4%), biotita (2%) y pseudomorfos de anfíbola (4%). Todos los minerales, salvo el cuarzo, se presentan en formas subhedrales. Como mineral accesorio se encuentra apatito en trazas.

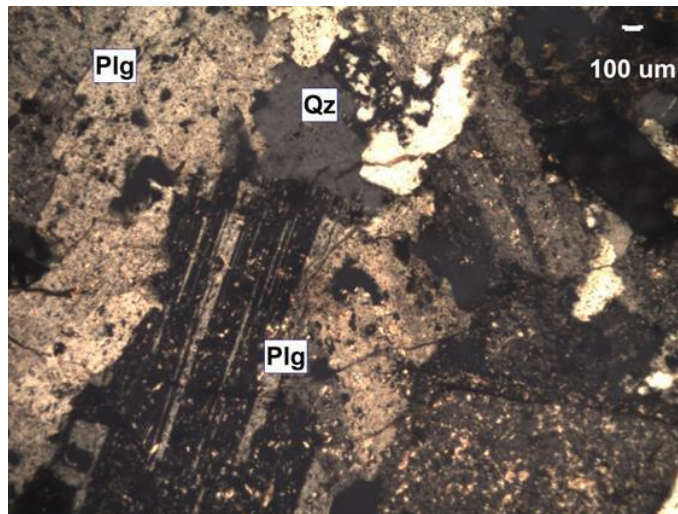


Foto 16. Textura micro fanerítica en cuarzodiorita. Plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz). Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 49% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y propilítica. La primera (22%) es representada por biotita (en vetillas y agregados, ocasionalmente con hábito poikilítico), en menor proporción, cuarzo con feldespato potásico, ambos en vetillas y opacos (2%). La segunda (12%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente clorita (2%), epidota (Tr) y opacos. Además, se observa sericita-illita (8%), arcilla (5%) sobre plagioclasa, también óxido de Fe (limonita, 2%) tanto en micro vetillas como en micro fracturas sobre vetillas anteriores, o como reemplazo de opacos.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 29% del volumen total y se dividen en 3 tipos principales: vetillas de cuarzo (12%), vetillas de biotita y otros (15%), vetillas de limonita (2%). Las primeras son vetillas de trazo regular y continuo, constituidas, en su mayoría por cuarzo y, en menor cantidad, feldespato potásico (ligeramente turbio por presencia de arcillas). Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por biotita y clorita (reemplaza a biotita), con cantidades menores de cuarzo, feldespato potásico ocasional y mineral opaco; algunas de ellas incorporan máficos primarios (estos están reemplazados por biotita y/o clorita). Las terceras son micro vetillas en enrejado irregular con trazos discontinuos y curvados, constituidas en su mayoría por limonita con textura de cementación en bandas; cortan a todas las anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 8 y foto 17:

Tabla 8. Asociación de minerales metálicos DDH-1479 (154-154,1m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	1	Diseminada. Presente martitización leve a moderada. Se asocia a minerales ferromagnesianos, principalmente como alteración de estos.
Hematita	1	Diseminada. Se presenta como alteración de magnetita a partir de los bordes de grano de estas.

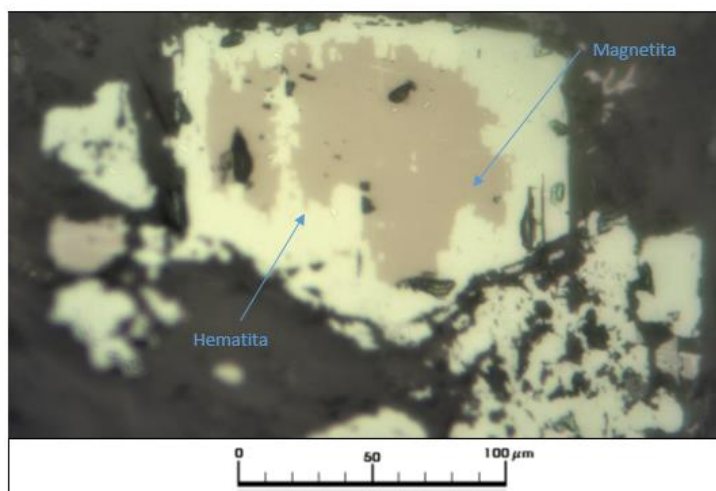


Foto 17. Relicto de magnetita siendo reemplazada por hematita a partir de los bordes de grano y planos de clivaje. Nícoles paralelos, aumento 400x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1479: 154,35-154,44 m.

Cuarzodiorita micro fanerítica, holocristalina, hipidiomorfa, inequigranular seriada; constituida por cristales de plagioclasa (aprox. 80%, zonados), cuarzo intersticial (aprox. 10%), ortoclasa (3%) y pseudomorfos de anfíbola (7%, alterados parcialmente a biotita). Al igual que la muestra anterior, todos los minerales, salvo el cuarzo, presentan formas subhedrales en general. Se observa apatito

en trazas como mineral accesorio.

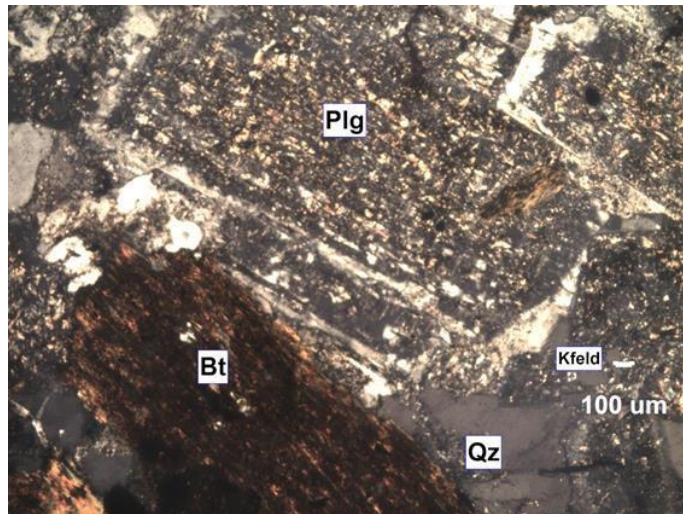


Foto 18. Textura micro fanerítica en cuarzodiorita. Plagioclasa (Plg) con alteración de arcilla y sericita, cuarzo (Qz), biotita (Bt) y feldespato potásico (Kfeld). Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 52% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y propilítica. La primera (27%) es representada por biotita (en vetillas y agregados, ocasionalmente con hábito poikilítico), en menor proporción, cuarzo con feldespato potásico, ambos en vetillas y opacos (2%). La segunda (de poca intensidad, 3%) se superpone a la primera, representada mayoritariamente clorita (reemplazo de minerales máficos, 3%), epidota (Tr) y opacos. Además, se observa sericita-illita (12%), arcilla (7%) sobre plagioclasa, también se aprecia crisocola (1%) asociada a óxido de Fe (limonita, 2%) en vetillas. La limonita, además de ocurrir en micro fracturas, se presenta sobre las vetillas anteriores o como reemplazo de opacos.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 23% del volumen total y se dividen en 3 tipos principales: vetillas de cuarzo y feldespato potásico (5%), vetillas de biotita y otros (16%), vetillas de limonita (2%). Las primeras son vetillas de trazo muy irregular y discontinuo, constituidas por cuarzo y feldespato potásico (turbio por la presencia de arcillas). Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por biotita, con cantidades menores de mineral opaco, cuarzo y feldespato potásico ocasional; algunas de ellas incorporan máficos primarios (estos están reemplazados por biotita y/o clorita). Las terceras son micro vetillas con trazos continuos y discontinuos, constituidas en su mayoría por limonita con relleno de crisocola; cortan a todas las anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 9 y foto 19:

Tabla 9. Asociación de minerales metálicos DDH-1479 (154,35-154,44m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	1	Diseminada. Presente martitización leve a moderada. Se asocia a minerales ferromagnesianos, principalmente como alteración de estos.
Hematita	1	Diseminada. Se presenta como alteración de magnetita a partir de los bordes de grano de estas.

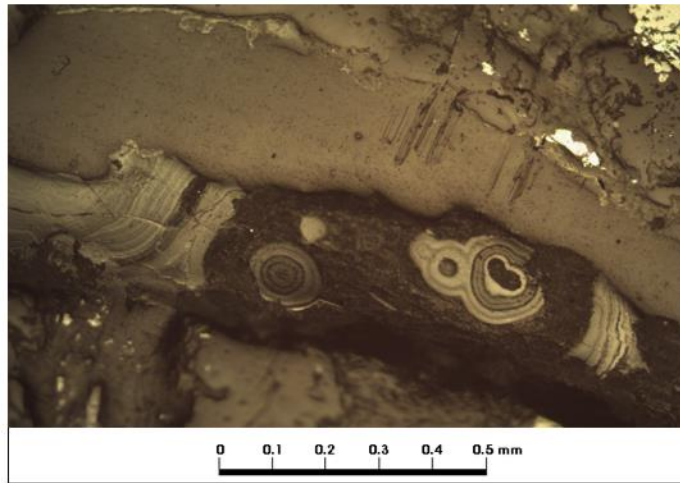


Foto 19. Vetilla rellena por limonitas evidenciando texturas coloformes. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-1480: 198,45-198,58 m.

Monzogranito fanerítico, unimodal, holocristalino; constituido por cristales de plagioclasa (aprox. 35%), cuarzo intersticial (aprox. 31%), ortoclasa (31%), biotita (3%) y anfíbola (traza). Todos los minerales anteriores, salvo el cuarzo y feldespato potásico (que presentan forma anhedral con textura gráfica), se observan con forma subhedral. Se aprecia circón en trazas, como mineral accesorio.

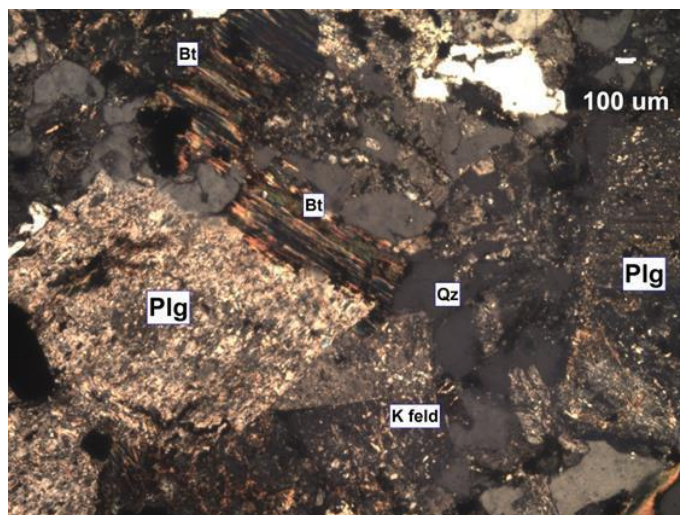


Foto 20. Textura microfanerítica en monzogranito. Plagioclasa (Plg), cuarzo (Qz), biotita (Bt), feldespato potásico (Kfe) y biotita (Bt). Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 42% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y clorítica. La primera (17%) es representada por biotita (en vetillas y crecimiento poikilítico), feldespato potásico, cuarzo y opacos (2%). La segunda (3%) se superpone a la primera, representada principalmente por clorita que reemplaza parcialmente a biotita y anfíbola. Además, se observa crisocola (principalmente en vetillas y ocasionalmente en agregados, 8%) asociada a limonita en vetillas (parte de esta reemplaza a opacos diseminados), arcilla (4%) y sericita (2%) asociada a feldespatos.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 32% del volumen total de la muestra y se dividen en 4 tipos principales: vetillas de cuarzo y feldespato potásico (5%), vetillas de biotita (12%), vetilla de limonita y crisocola (8%) y vetillas de crisocola (7%). Las primeras son vetillas de trazo irregular y discontinuo; contienen cuarzo y feldespato potásico (ligeramente turbio por presencia de arcillas), con textura gráfica. Las segundas son vetillas muy irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por biotita (reemplazada parcialmente por clorita) y opacos, con cantidades menores de cuarzo y feldespato potásico ocasional. La tercera es una vetilla con trazo continuo, predominantemente recto; consiste, en su mayoría, limonita y agregados cementados de crisocola, óxidos de (Fe, Si) y agregados de arcilla y, en cantidades menores, fragmentos pequeños de roca y cuarzo. Las últimas son micro vetillas en enrejado, con trazos continuos, predominantemente recto; contienen en su mayoría crisocola que cementa a fragmentos alargados de feldespato, opacos y cuarzo, además, como traza, limonita en bordes finos.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 10 y foto 21:

Tabla 10. Asociación de minerales metálicos DDH-1480 (198,45-198,58m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Magnetita	tr	Diseminado y vetillas. Se encuentra alterando a minerales ferromagnesianos primarios.
Hematita	1	Diseminada y vetillas. Altera a magnetita a partir de bordes de grano y planos de clivaje, también altera a minerales máficos primarios.
Rutilo	tr	Vetillas. En general, se presenta como inclusiones dentro de cristales de hematita.
Crisocola	1	Se asocia a óxidos de hierro y cuarzo relleno de vetillas.

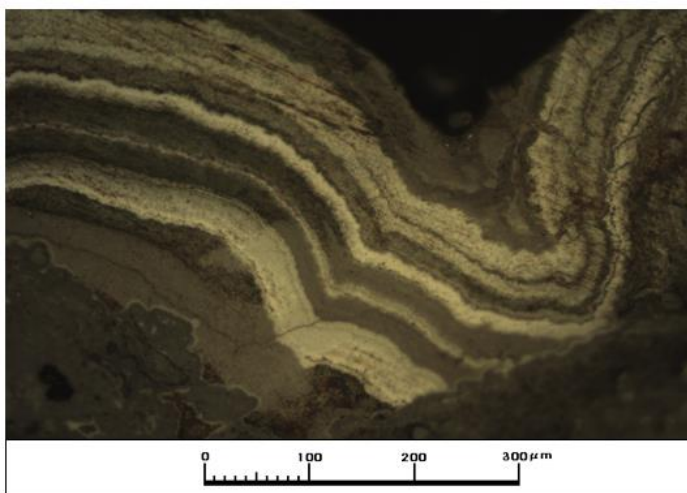


Foto 21. Magnetita subhedral con procesos leves de martización a partir de bordes de grano y planos de clivaje. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-2036: 187,4-187,45

Diorita micro fanerítica holocristalina, hipidiomorfa granular; constituida por plagioclasa (aprox. 90%, subhedral), hornblenda (8%, subhedral), cuarzo (2%, anhedral) y mineral opaco (1%, subhedral). Se aprecia apatito en trazas, como mineral accesorio.

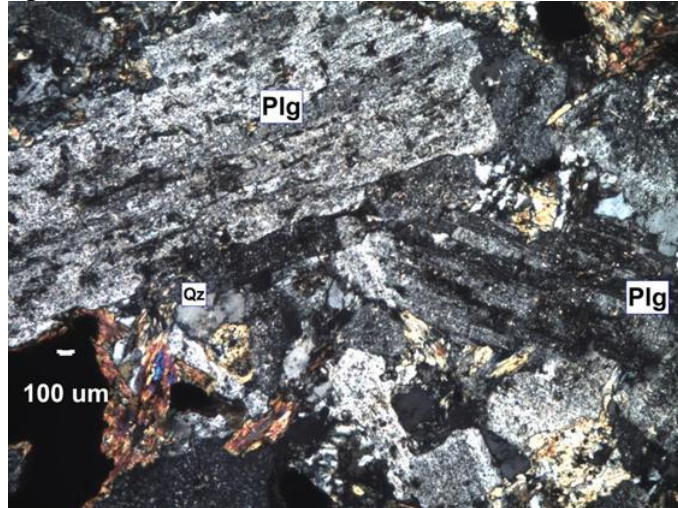


Foto 22. Textura micro fanerítica en diorita. Plagioclasa (Plg) y cuarzo (Qz). En la zona inferior izquierda se observa un agregado de actinolita y mineral opaco secundario. Las plagioclasas tienen alteración parcial a arcilla. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 36% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y cálcica sódica. La primera (15%) es representada por biotita (en agregados y vetillas) junto a feldespato potásico con cuarzo y opacos (5%, algunos con oxidación en los bordes). La segunda (8%) se superpone a la primera, es representada principalmente por actinolita y cantidades menores de albita y ocurre en vetillas y como reemplazo de hornblenda. Además, se observa crisocola (2%), arcilla (3%, sobre plagioclasas y en vetillas), yeso (5%, en vetillas), limonita (2%, sobre vetillas de biotita) y óxidos de (Fe, Si) (<1%, asociado a crisocola).

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 28% del volumen total de la muestra y se dividen en 4 tipos principales: vetillas de biotita y otros (15%), vetillas de actinolita (6%), vetilla de yeso y otros (8%) y vetilla de crisocola (7%). Las primeras son vetillas de trazo irregular y discontinuo; contienen biotita (reemplazada parcialmente por actinolita) y mineral opaco, con cantidades menores de cuarzo y feldespato potásico. Las segundas son vetillas de trazo irregular y discontinua, constituidas por actinolita, albita y fragmentos de otros minerales (plagioclasa y opacos); en general, estas vetillas se unen y ocupan el espacio de vetillas de biotita. La tercera es una vetilla de trazo relativamente recto y continuo; consiste, en su mayoría, de yeso y cantidades menores de actinolita, arcilla (en agregados) y trazas de anhídrita (remanente), además, corta las vetillas anteriores. La última corresponde a parte de una vetilla que se expone en la muestra, la cual posee un trazo irregular y contiene mayoritariamente crisocola cementada, con cantidades menores de óxido de (Fe, Si).

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 11 y foto 23:

Tabla 11. Asociación de minerales metálicos DDH-2036 (187,4-187,45m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Hematita	1	Diseminada. Alterando a minerales ferromagnesianos.
Rutilo	1	Diseminada. Se encuentra estrechamente relacionada con hematita como alteración de minerales máficos primarios.

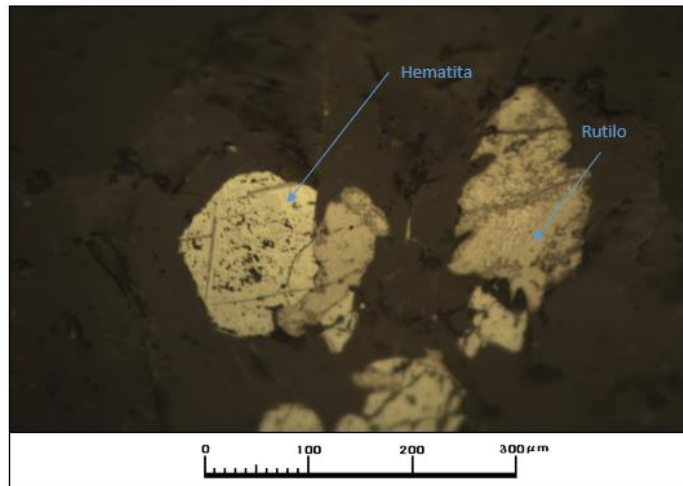


Foto 23. Asociación mineralógica de hematita-rutilo como reemplazo de minerales ferromagnesianos primarios. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

- DDH-2036: 203,15-203,22

Diorita micro fanerítica holocristalina, hipidiomorfa granular; constituida por plagioclasa (92%, subhedral), pseudomorfos de hornblenda (9%, subhedral), cuarzo (2%, anhedral) y mineral opaco (1%, subhedral), además, se observa apatito en trazas como mineral accesorio.

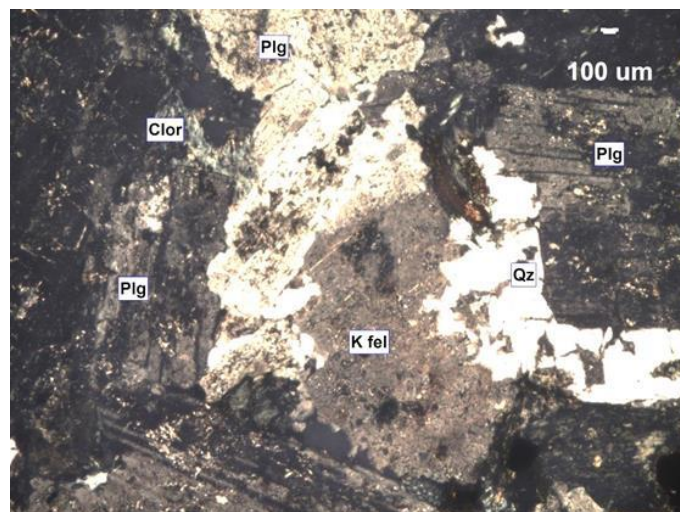


Foto 24. Textura micro fanerítica en diorita. Cristales de plagioclasa (Plg) en el centro de la imagen y parte de una vetilla de cuarzo (Qz) con feldespato potásico (Kfel) a la derecha. Las plagioclasas tienen alteración parcial a arcilla y sericita escasa. Nícoles cruzados, aumento 50x. Tomado de PR-1732 Informe 3, Laboratorio ASMIN.

La muestra presenta alrededor de una 44% de minerales de alteración con respecto a la mineralogía primaria. La asociación mineralógica secundaria corresponde a potásica y cálcica sódica. La

primera (5%) es representada por cuarzo y feldespato potásico (baja intensidad). La segunda (30%) se superpone a la primera y es la dominante, es representada principalmente por actinolita, clorita y epidota, además de albita y cantidades menores de opacos (5%, algunos oxidados a limonita); esta alteración ocurre en vetillas, en reemplazo de máficos y en agregados irregulares. Además, se observa arcilla (3%), sericita (1%) sobre la plagioclasa y óxido de Fe (limonita, 5%) en vetillas y como reemplazo de máficos.

Las vetillas presentes en la muestra ocupan un 25% del volumen total de la muestra y se dividen en 3 tipos principales: vetillas de cuarzo y feldespato potásico (5%), vetillas de clorita, actinolita, opacos, otros (15%) y vetillas de limonita con cuarzo, clorita y otros (5%). Las primeras son vetillas de trazo muy irregular y discontinuo, constituidas por cuarzo y feldespato potásico (ligeramente turbio por la presencia de arcillas). Las segundas son vetillas irregulares y discontinuas, constituidas principalmente por clorita, actinolita y opacos (parte de ellos oxidados), con cantidades menores de epidota, cuarzo y albita. Las terceras son vetillas de trazo relativamente recto y continuo; compuestas mayoritariamente por limonita con cantidades menores de cuarzo, clorita, epidota y yeso). Las últimas cortan las dos anteriores.

El análisis calcográfico de la muestra se resume en base a la tabla 12 y foto 25:

Tabla 12. Asociación de minerales metálicos DDH-2036 (203,15-203,22m). Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

Mineral	%	Características especiales/Modo de ocurrencia
Hematita	1	Diseminada. Alterando parcialmente a cristales de magnetita a partir de planos de clivaje y bordes de grano.
Rutilo	1	Diseminado. Alterando a cristales de hematita.
Magnetita	1	Diseminada. Altera a minerales ferromagnesianos primarios.

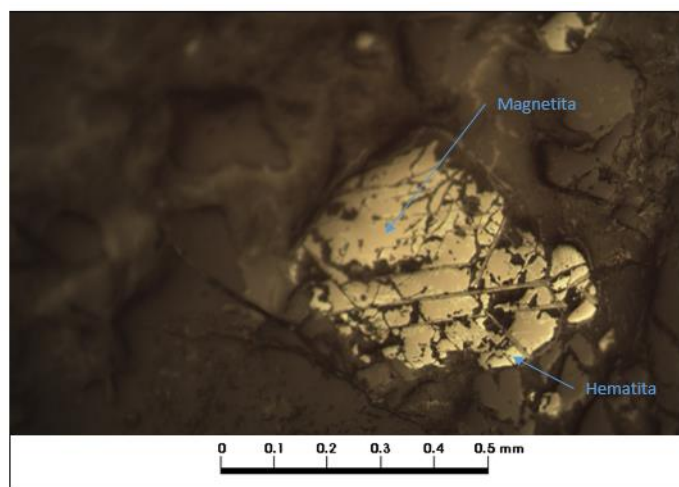


Foto 25. Cristal de magnetita parcialmente reemplazada a hematita a partir de bordes de granos, se observan fracturas que afectan a la magnetita, en donde precipita rutilo. Nícoles paralelos, aumento 100x. Tomado de Descripción Calcográfica PR-1732, Laboratorio ASMIN.

ANEXO F: RESULTADOS GEOMETALÚRGICOS COMPLEMENTARIOS

RESULTADOS HISTÓRICOS

Durante el cierre de proyecto de Vicky en el año 2006 se realizaron análisis estadísticos sobre los datos obtenidos en las pruebas mencionadas. Aquellos resultados relevantes para este estudio se detallan a continuación.

Como se observa en la figura 1, los consumos de ácido neto no muestran diferencias significativas al comparar los resultados obtenidos a 30 y 60 minutos. En cambio, para el caso de la disolución de Cu, los valores aumentan en la prueba de 60 minutos respecto a la prueba de 30 minutos; esto pudiéndose observar de manera más clara en aquellas muestras con disolución relativamente alta. Es importante notar que el consumo de ácido se mide en Kg/T de H_2SO_4 .

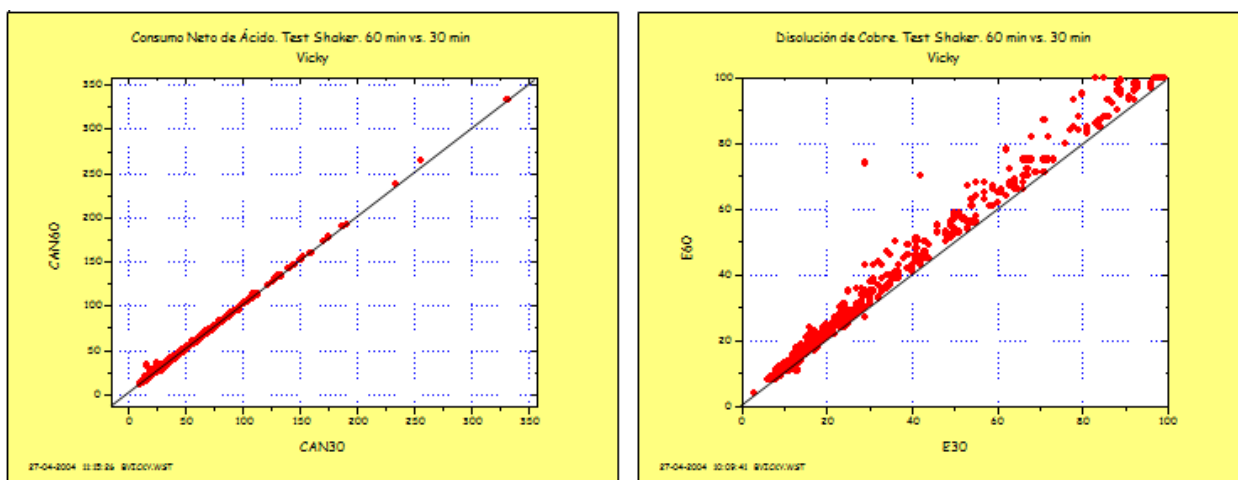


Figura 1. Correlación de los consumos neto de ácido y disolución de Cu a 30 y 60 minutos. (Extraído de Anexo 9_Geometalurgia, Fontecilla et al. 2006)

Es importante tener este valor en cuenta que sólo se realizó el análisis químico a las muestras asociadas a zona mineral “Exótico” y por tanto las muestras analizadas corresponden a la columna mineralizadas de los sondajes muestreados.

Al observar la figura 2, la mayoría de las solubilidades de Cobre se encuentra bajo el 40%; sin embargo, existe un número importante de estas que se encuentran entre 40 y 80%.

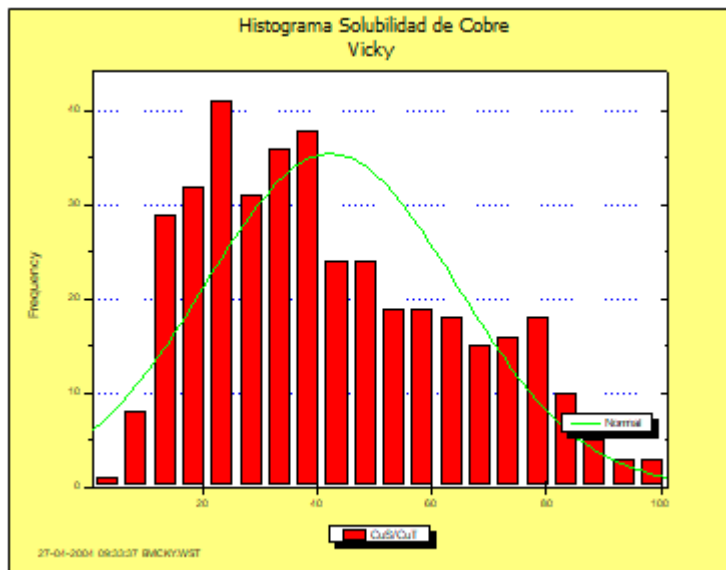


Figura 2. Distribución de las solubilidades para las muestras analizadas por Test Shaker.

Con base la figura 3, es posible afirmar que las disoluciones del Cu a 30 y 60 minutos son semejantes, mostrando una leve mejora al aumentar el tiempo del análisis.

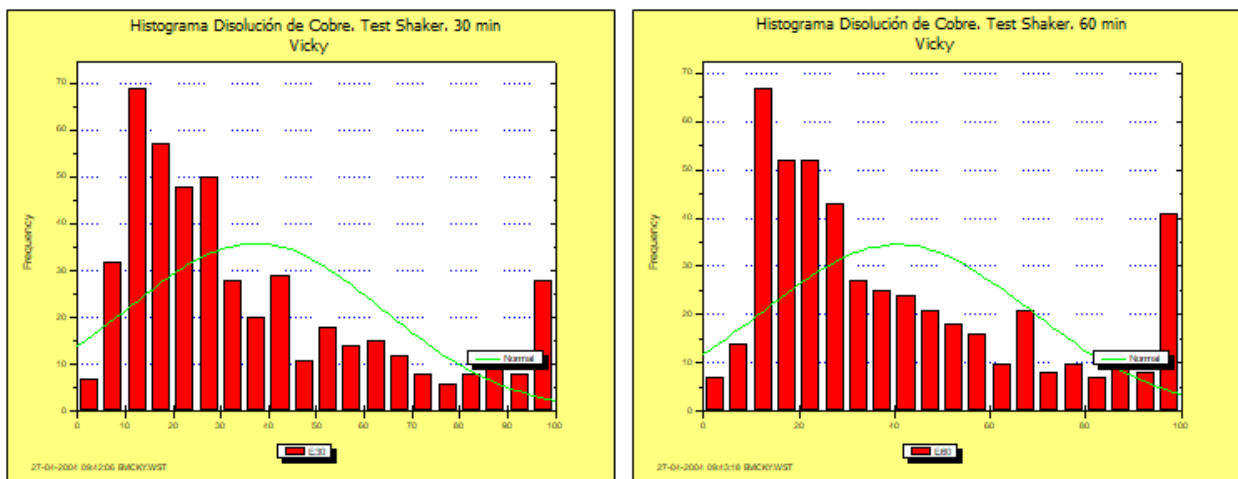


Figura 3. Distribución de las disoluciones de Cu para las muestras analizadas por Test Shaker a 30 y 60 minutos.

Tal como se observa en la figura 4, el comportamiento de los análisis de consumo de ácido neto es semejante al de los análisis de disolución de Cu, mostrando una leve variación entre la prueba de 30 y 60 minutos. Es importante notar que el consumo de ácido varía frecuentemente entre 20 y 50 Kg/Ton, sin embargo, una parte importante de las muestras posee valores entre 50 y 100 Kg/Ton.

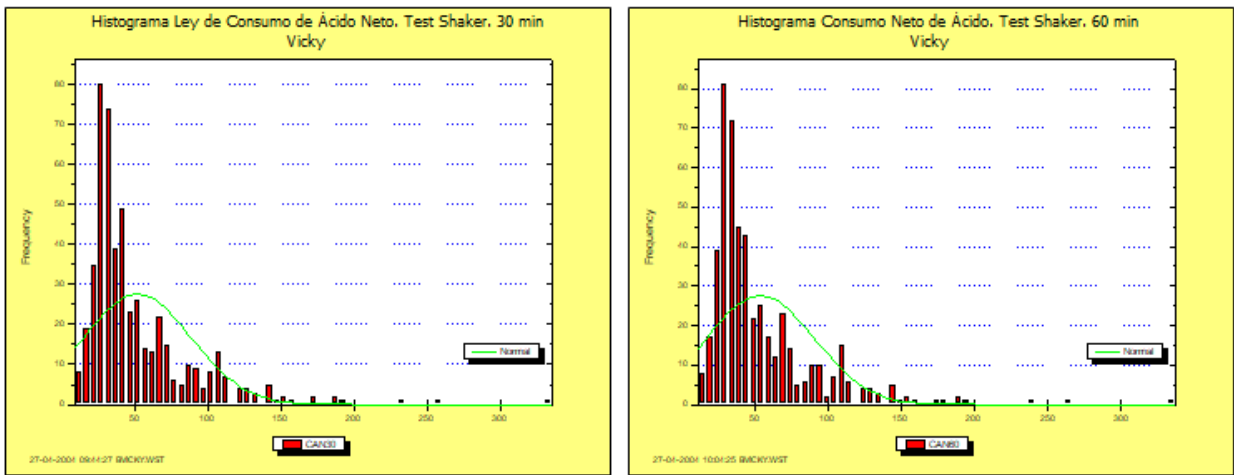


Figura 4. Distribución de los consumos de ácido neto para las muestras analizadas por Test Shaker a 30 y 60 minutos.

A partir de la figura 5, se observa que los contenidos de Aluminio se encuentran en su mayoría entre 7 y 10%.

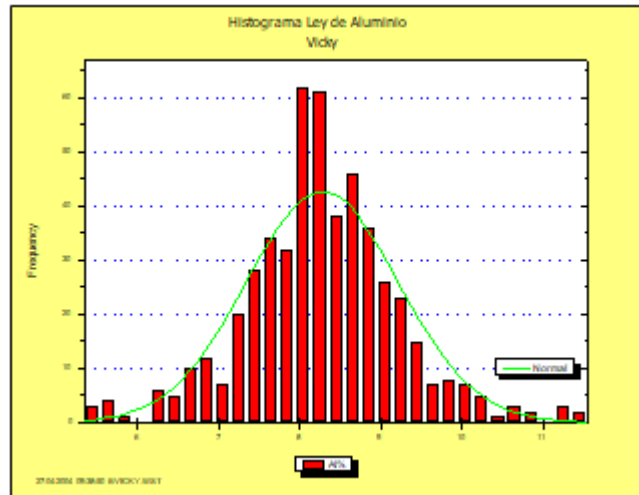


Figura 5. Distribución de los contenidos de Aluminio para las muestras analizadas por Test Shaker.

Con base en la figura 6, se aprecia que la mayoría de las muestras analizadas poseen porcentajes de Magnesio entre 0,75 y 1,75%.

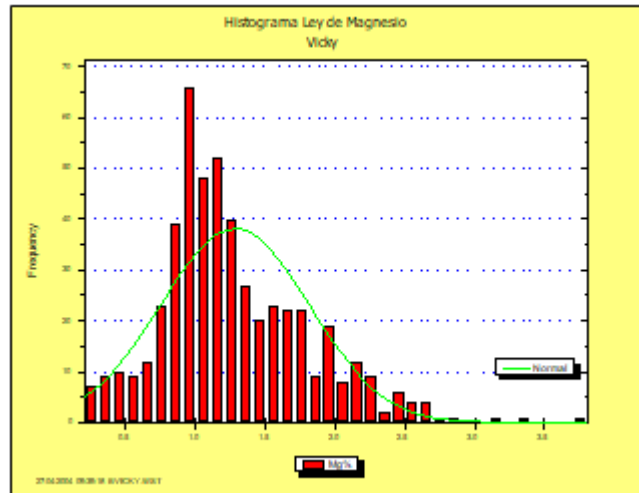


Figura 6. Distribución de los contenidos de Magnesio para las muestras analizadas por Test Shaker.

A partir de la figura 7, se observa que los contenidos de Fierro Total se encuentran en su mayoría entre 3 y 5%.

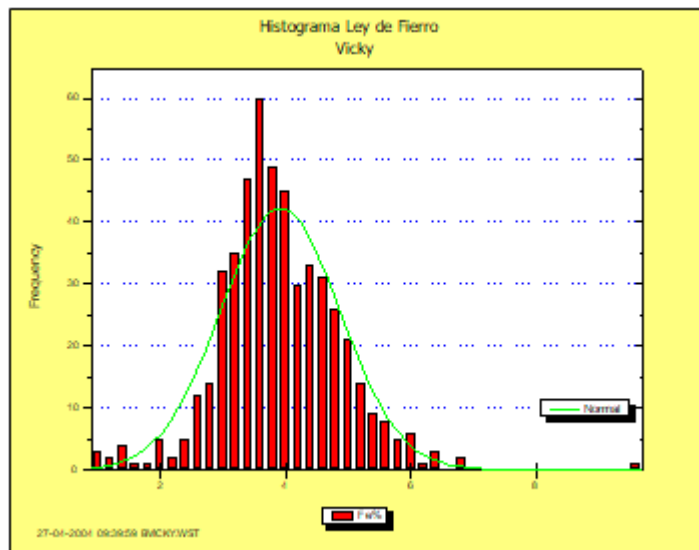


Figura 7. Distribución de los contenidos de Fierro Total para las muestras analizadas por Test Shaker.

A partir de la figura 8, se observa que los contenidos de Manganeso se encuentran en su mayoría entre 0 y 0,3%.

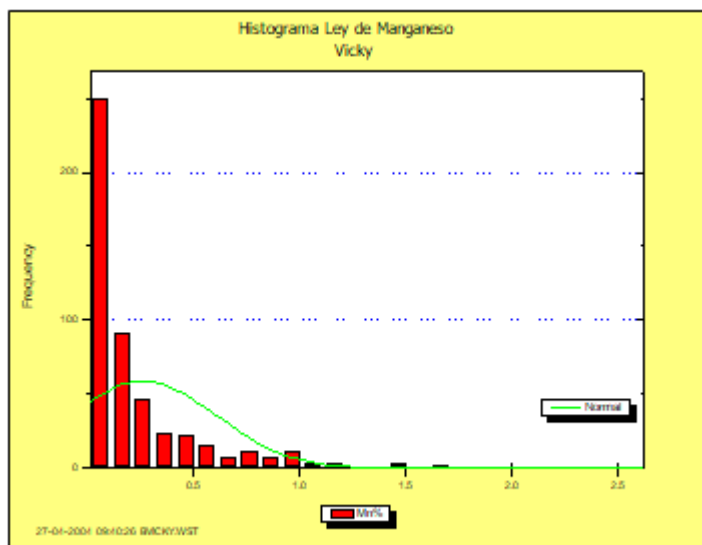


Figura 8. Distribución de los contenidos de Manganeso para las muestras analizadas por Test Shaker.

Contenido de Aluminio

- Porcentaje de Al vs Mg

A partir de la figura 9, se observa que no existe ninguna relación aparente entre ambos elementos comparados. El factor de determinación resultante de esta comparación es de 0.03, indicando que no existe una tendencia lineal que relacione ambos parámetros.

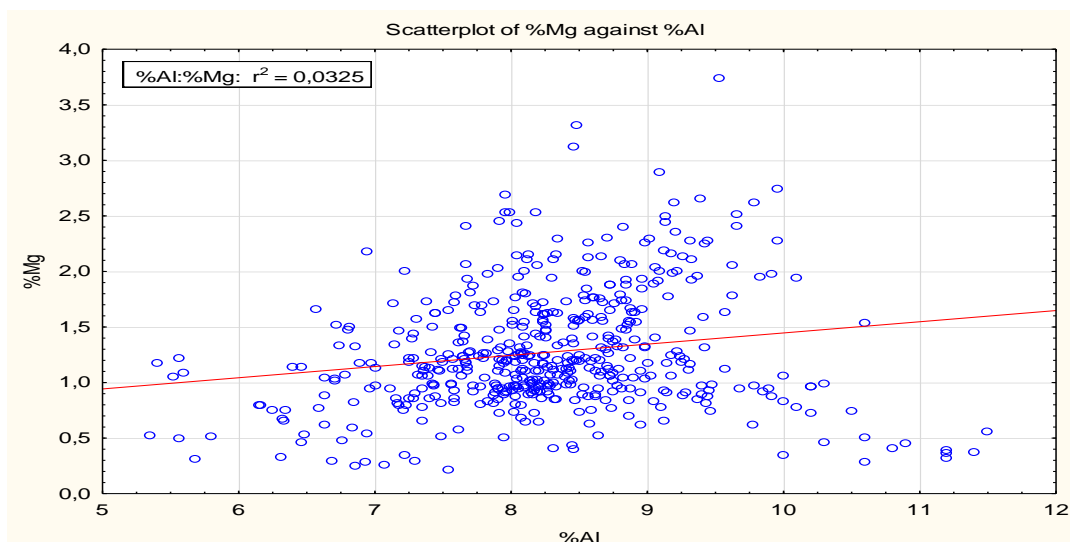


Figura 9. Gráfico de dispersión de contenido de Magnesio vs contenido de Aluminio.

A diferencia del caso general, al segregar el análisis por canalones (figura 10), se observa que el canalón Norte-Este refleja una tendencia entre el contenido de Magnesio y el contenido de Aluminio, obteniéndose un factor de determinación de 0,24 aproximadamente; el cual, si bien no es alto, indica una leve tendencia entre ambos parámetros.

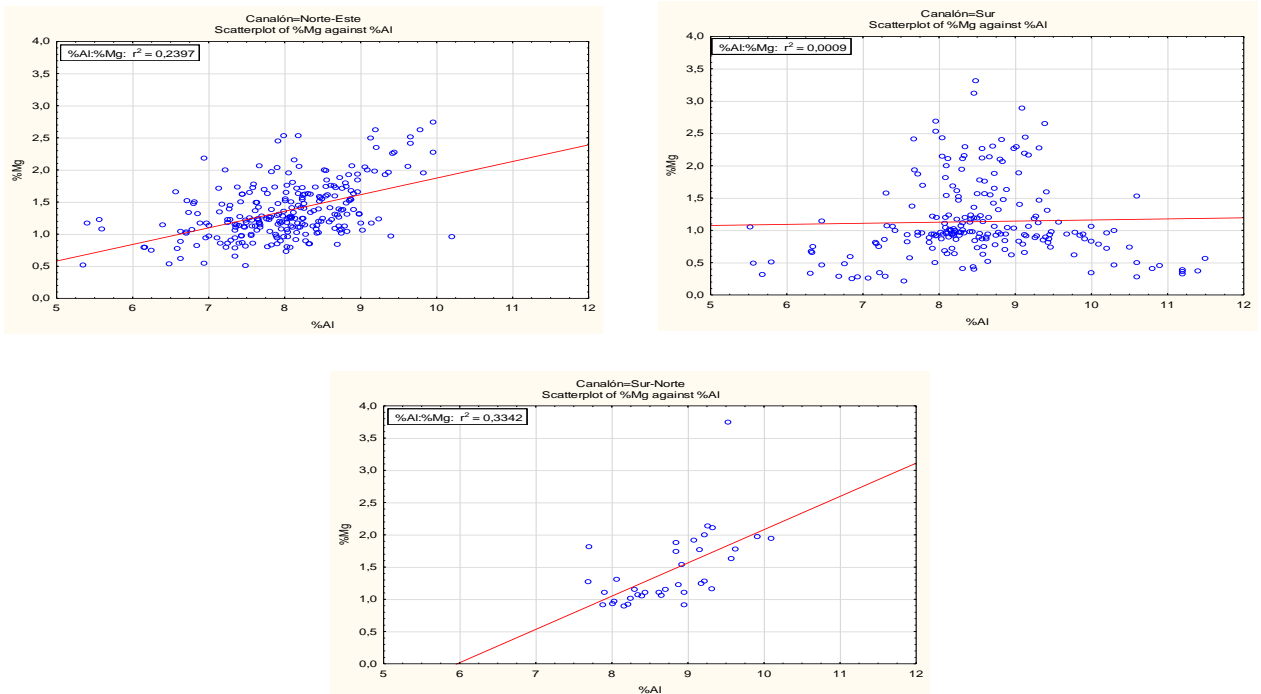


Figura 10. Gráficos de dispersión de contenido de Magnesio vs contenido de Aluminio separado según el canalón que pertenezca la muestra (Superior Izquierda: Canalón Norte-Este; Superior Derecha: Canalón Sur; Inferior: Canalón Sur-Norte).

- Porcentaje de Al vs Fe

A diferencia del caso anterior, la figura 11 refleja una aparente relación entre el contenido de Hierro y Aluminio al comparar la totalidad de los datos de los análisis de Test Shaker. Si bien el factor de determinación es relativamente bajo, muestra una tendencia leve que podría reflejar un comportamiento diferenciado.

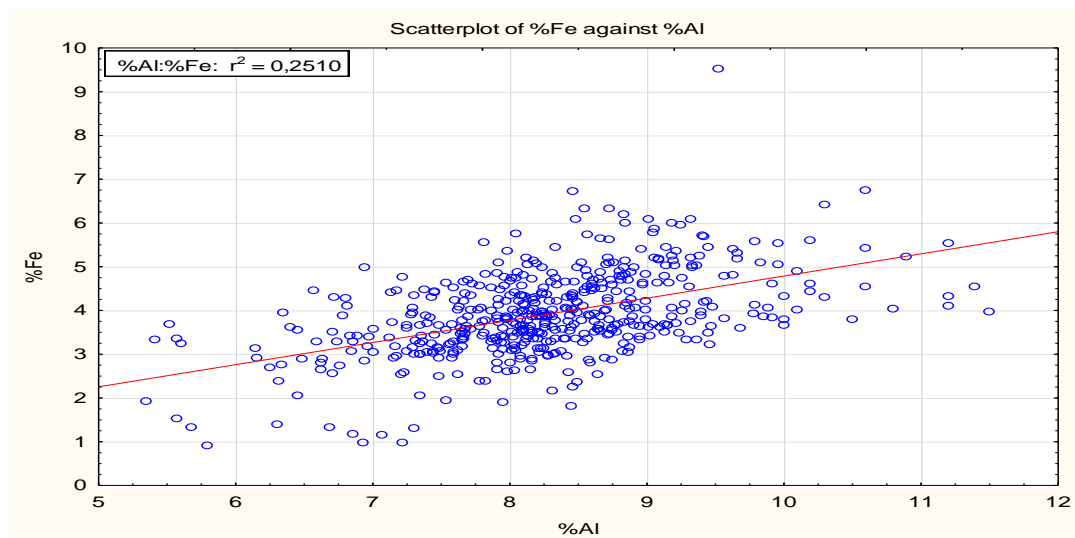


Figura 11. Gráfico de dispersión de contenido de Hierro vs contenido de Aluminio.

Al segregar el análisis anterior según el canalón de cada muestra (figura 12), se obtiene una relación similar a la observada para el caso general. Esto indica que la tendencia observada entre el contenido de Hierro y Aluminio no está condicionada por el canalón en el que se encuentre el dato analizado.

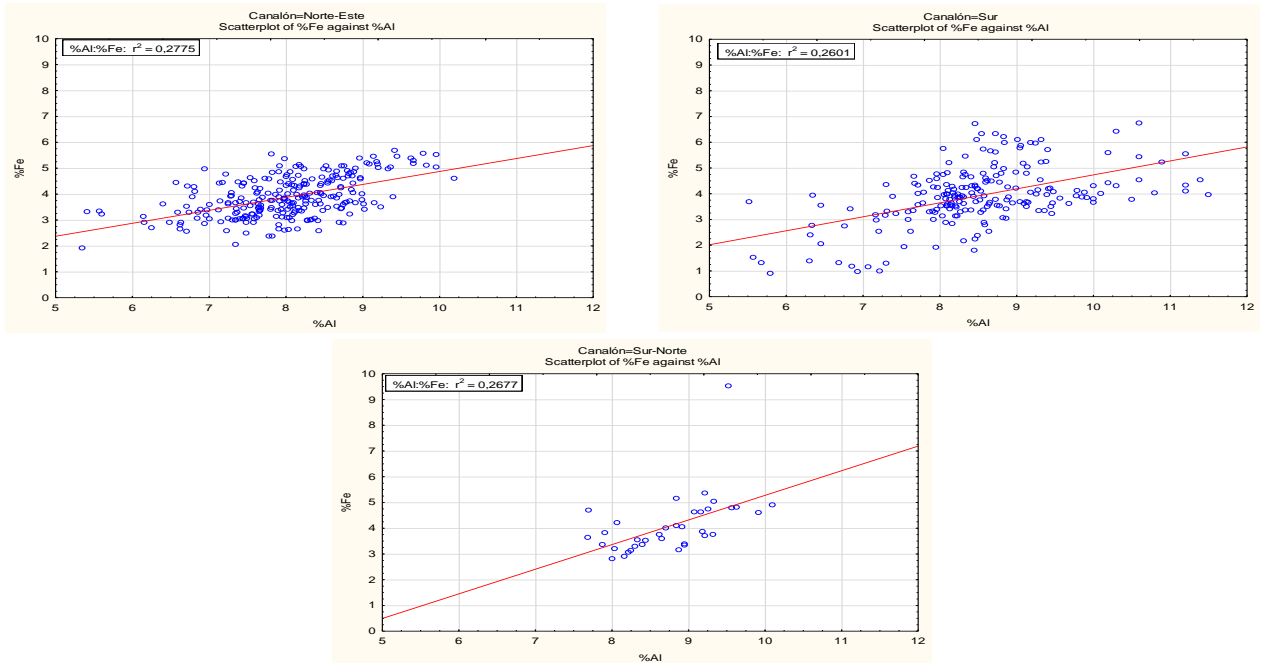


Figura 12. Gráficos de dispersión de contenido de Hierro vs contenido de Aluminio separado según el canalón que pertenezca la muestra (Superior Izquierda: Canalón Norte-Este; Superior Derecha: Canalón Sur; Inferior: Canalón Sur-Norte).

Al igual que en el caso de la segregación por canalón, al separar los datos según el tipo de roca que corresponda la muestra (figura 13), se observa una leve tendencia similar a los casos anteriores. Sin embargo, a diferencia de los casos anteriores, cuando la muestra se encuentra en la roca se observa con mayor claridad la tendencia entre ambos parámetros. Lo anterior se reafirma al analizar el factor de determinación de la relación lineal sugerida para la nube de puntos, el cual arroja como resultado 0,32 para el caso de la roca y solo 0,14 para el caso de la grava.

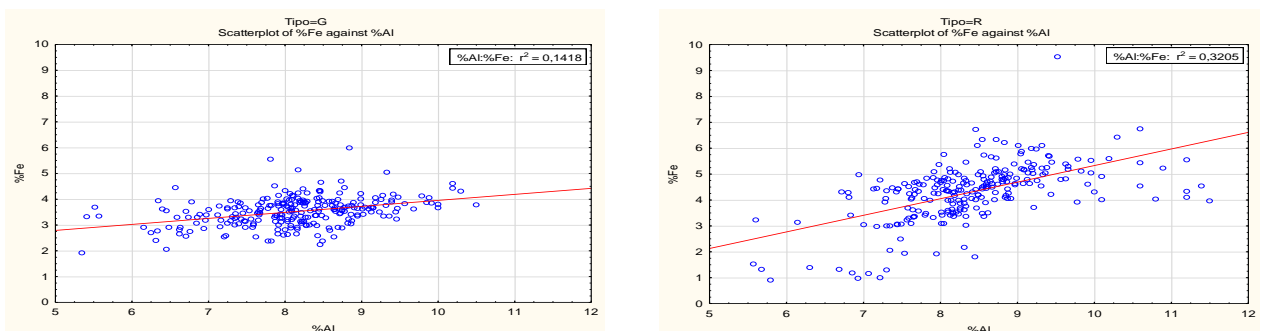


Figura 13. Gráficos de dispersión de contenido de Hierro vs contenido de Aluminio separado según el tipo de roca que corresponda la muestra (Izquierda: Grava; Derecha: Roca).

- Porcentaje de Al vs Litología

La figura 14 muestra los diferentes comportamientos del contenido de Al en las litologías más importantes de las muestras metalúrgicas históricas. Con base en el gráfico mencionado, se observa que la distribución de Al se encuentra contenida mayoritariamente entre 7,5% y 9%. La litología que posee los mayores niveles de Al es la Monzodiorita y la que posee los menores niveles es la Grava Verde. Es importante notar que si bien, las gravas verdes poseen los menores contenidos de Al, también es una de las litologías que posee la mayor variabilidad.

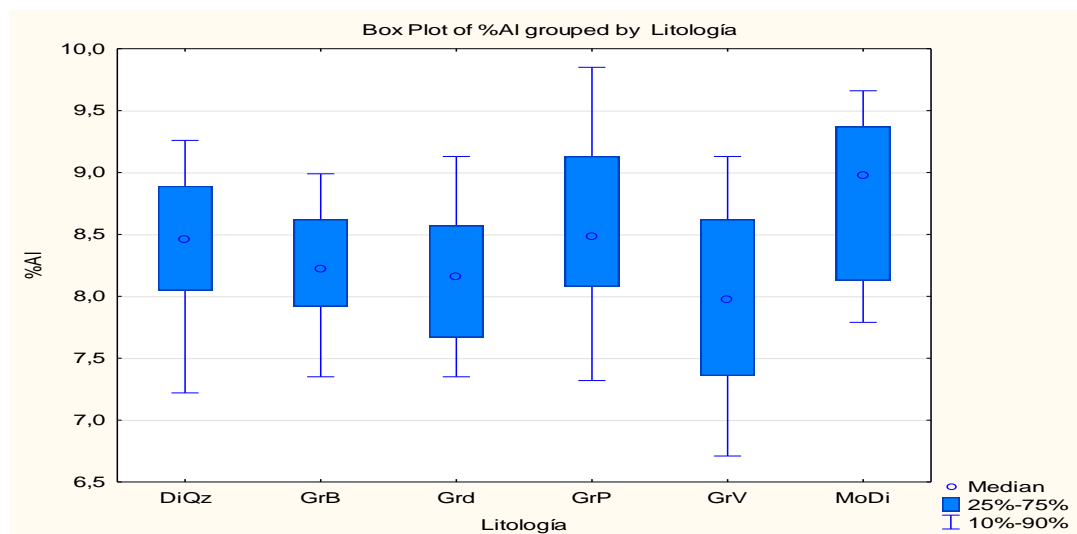


Figura 14. Contenido de Aluminio agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al estudiar la figura 15, se observa que, en general, el contenido de Al en cada litología varía según el canalón en el que se encuentra la muestra estudiada. La litología que posee los valores más homogéneos entre los canalones es la Grava Blanca. En las demás litologías no parece haber una relación que pudiese sugerir que el contenido de Al está controlado de alguna forma por características intrínsecas de cada canalón. Al observar los canalones Sur y Norte-Este, separados del canalón Sur-Norte, el primero, en general, posee contenidos de Al mayor que el segundo. El canalón Norte-Este posee contenidos de Al que, mayoritariamente, se mueven entre 7,5% y 9%; el canalón Sur, entre 8% y 9%; finalmente, el canalón Sur-Norte, entre 8% y 9,5%.

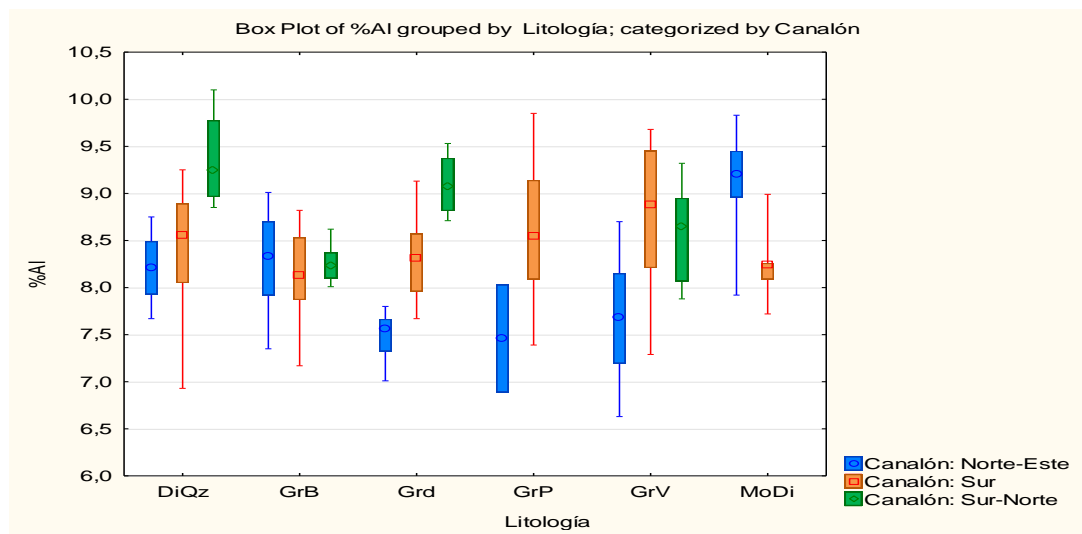


Figura 15. Contenido de Aluminio agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

La figura 16 muestra el comportamiento del contenido de Al de cada litología relevante en el yacimiento, segregado según la zona mineral de las muestras. En primer lugar, se observa que, en general, la zona estéril posee niveles menores de Al con respecto a la zona exótica; luego, se aprecia que la diorita de cuarzo, en la zona exótica, es la litología que posee la mayor variabilidad; además, la litología que posee la mayor homogeneidad entre la zona estéril y exótica es la granodiorita. Es importante tener en cuenta que, en general, la zona exótica posee contenidos de Al mayor respecto a la zona estéril.

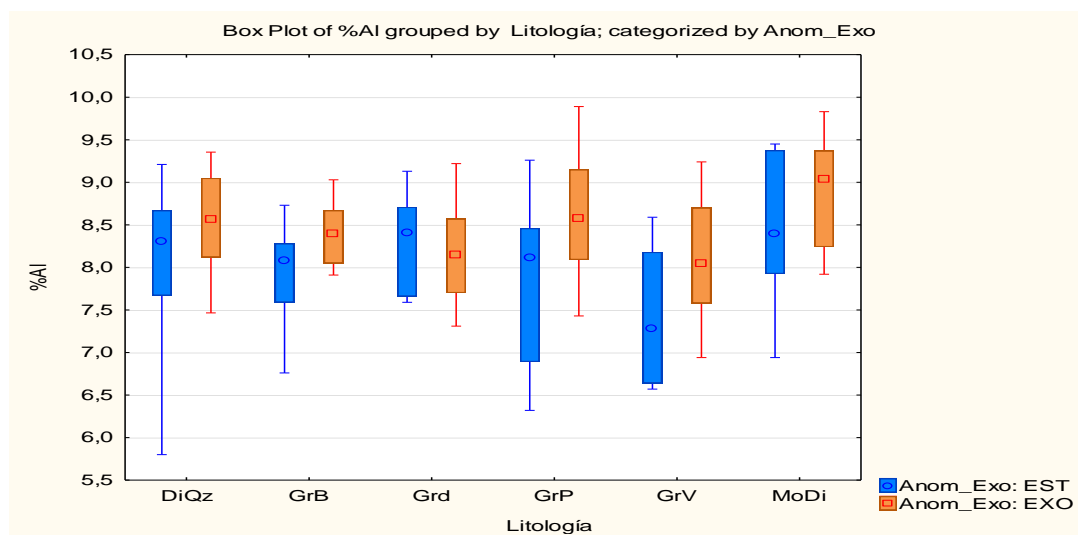


Figura 16. Contenido de Aluminio agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto a la zona mineral que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Al vs Zona de Alteración

Con base en la figura 17, se observa que la zona que posee los mayores niveles de Al es la zona clorita-epidota y, la que posee los menores contenidos de Al es la zona argílica. Además, la zona clorita-epidota es la zona que posee la menor variabilidad, manteniéndose, en general, entre 8% y 9,5% de Al.

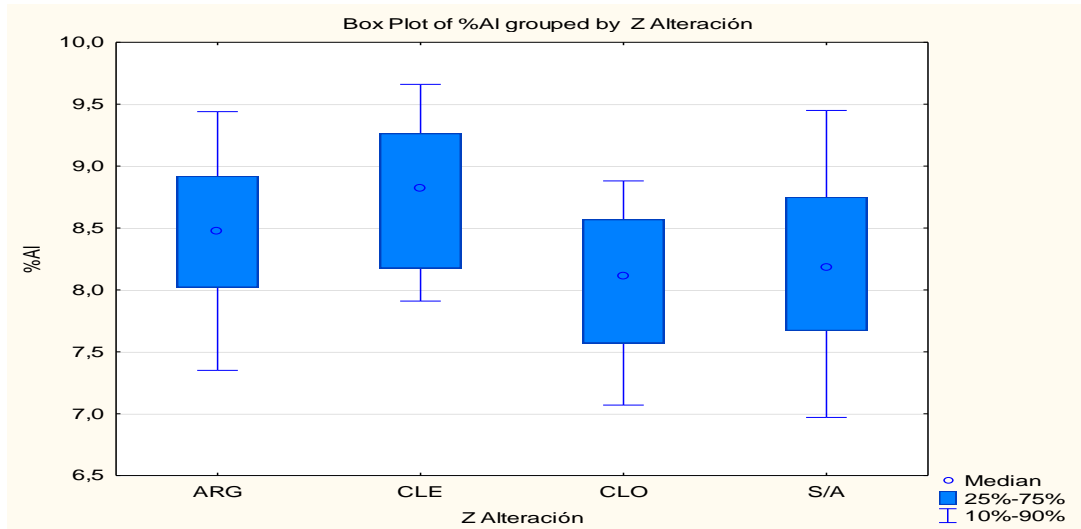


Figura 17. Contenido de Aluminio agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Al igual que para el caso de la agrupación por litología, observando la figura 18, se tiene que el canalón Sur, en general, posee mayor contenido de Al en cada zona de alteración respecto al canalón Norte-Este. El canalón Sur-Norte es aquel que posee los mayores contenidos de Al, siendo el porcentaje de Al, en su mayoría, superior al 9% (salvo en la zona sin alteración).

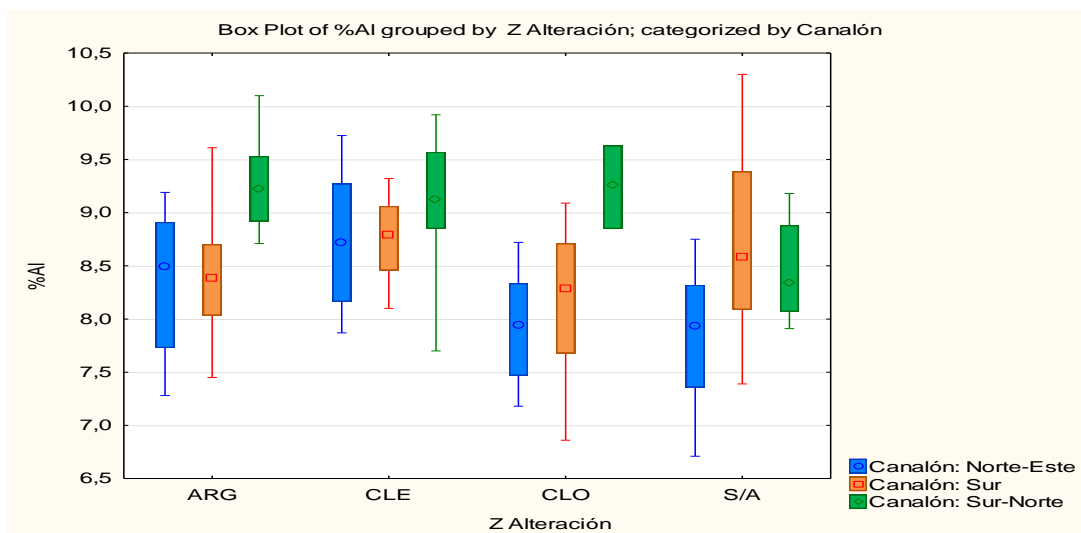


Figura 18. Contenido de Aluminio agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Al vs Subzona Exótico

Con base en la figura 19, se observa que la mayoría de las subzonas posee contenidos de Al similares entre sí, con la excepción de la subzona de Óxidos Verdes, la cual posee contenidos de Al, en general, en un rango de 8,5% a 9,5%. La zona de Óxidos Negros también posee contenidos de Al levemente mayor a las demás subzonas. En general, los contenidos de Al en las subzonas varían entre 7,5% y 8,5%.

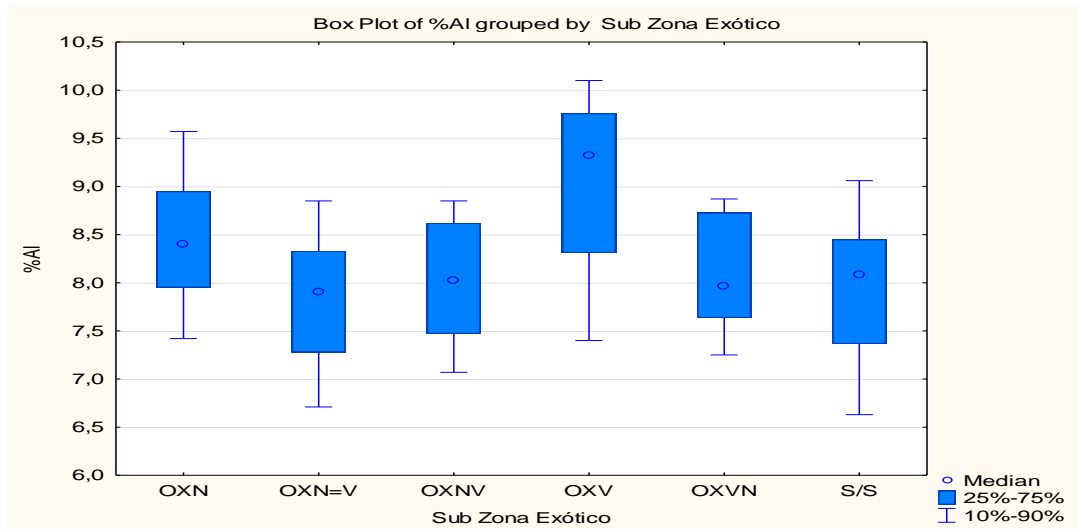


Figura 19. Contenido de Aluminio agrupado según las subzonas de la zona exótica.

A partir de la figura 20, se observa, en primer lugar, que las zonas que poseen óxidos verdes se encuentran casi exclusivamente en el canalón Norte-Este. La zona de Óxidos Negros posee contenidos de Al similares entre los canalones Sur y Sur-Norte, con contenidos levemente menores en el canalón Norte-Este. En general, nuevamente el canalón Sur-Norte es el que posee los mayores contenidos de Al.

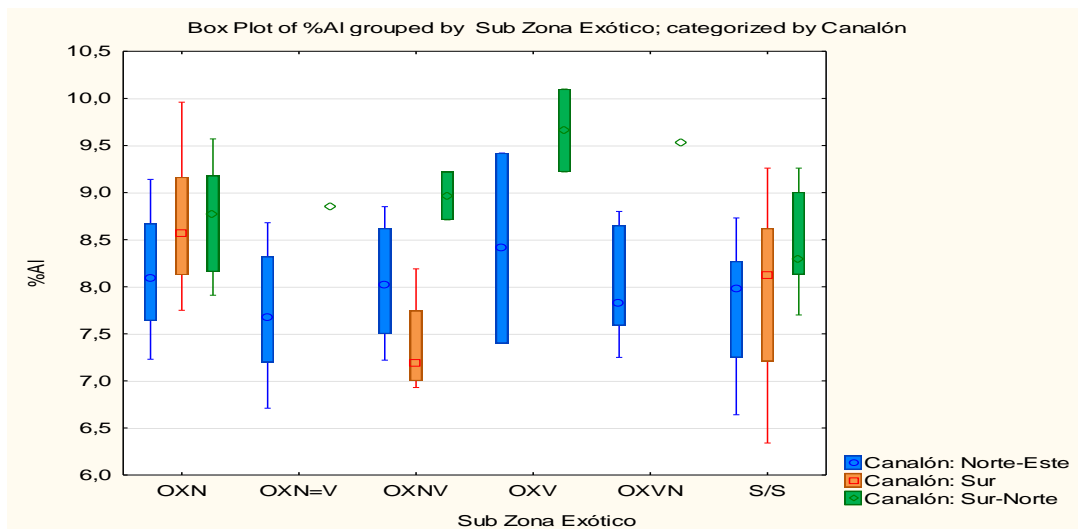


Figura 20. Contenido de Aluminio agrupado según las subzonas del exótico y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 21, se observa que, para la mayoría de las subzonas presentes en el exótico, el comportamiento del contenido de Al entre la grava y roca es relativamente homogéneo. Las subzonas donde el comportamiento es distinto corresponden a aquellas donde se observan óxidos verdes, mostrando diferencias mayores a 1% de Al entre la grava y la roca (OXN=V y OXVN).

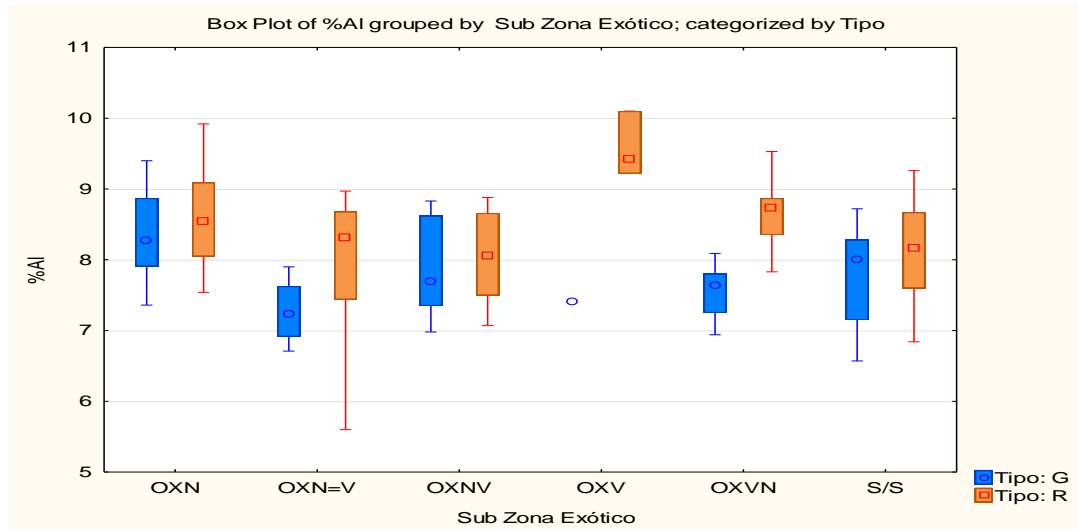


Figura 21. Contenido de Aluminio agrupado según las subzonas en el exótico y categorizado respecto al tipo de roca que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Al vs Intensidad de Óxidos Negros

Con base en la figura 22, no se observa una relación entre la intensidad de óxidos negros y el contenido de Al. En general, el comportamiento de las muestras de cada intensidad de óxidos negros es relativamente homogénea.

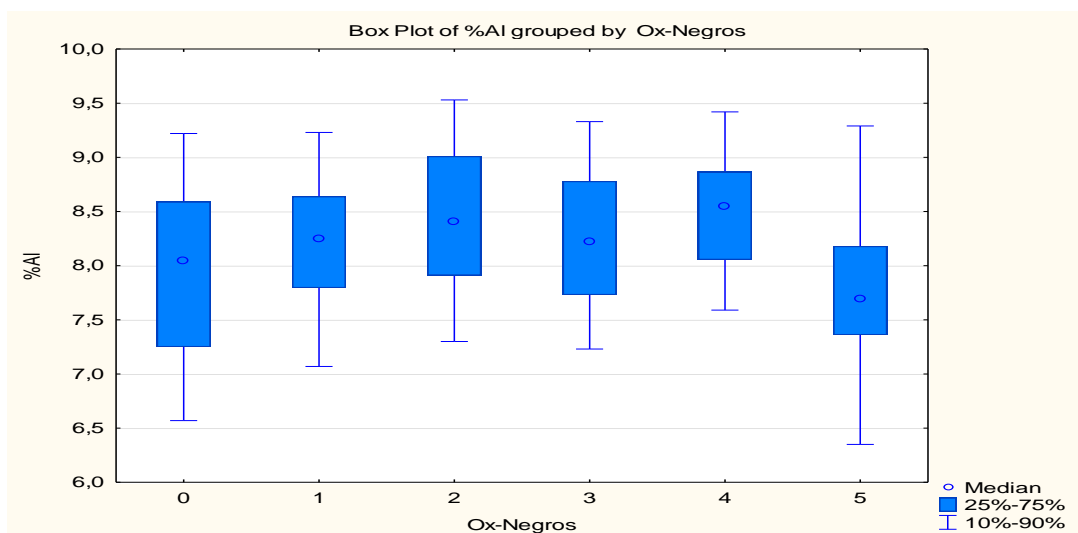


Figura 22. Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de óxidos negros que posee la muestra.

Analizando la figura 23, se observa que, en general, los tres canalones siguen el comportamiento encontrado para el caso general, con la diferencia que de que el canalón Norte-Este posee contenidos de Al menores a los otros dos canalones para cada intensidad de óxidos negros. Es importante tener en cuenta la variabilidad de los datos extremos en la intensidad 5, los cuales difieren en hasta 2% de Al respecto a los datos centrales.

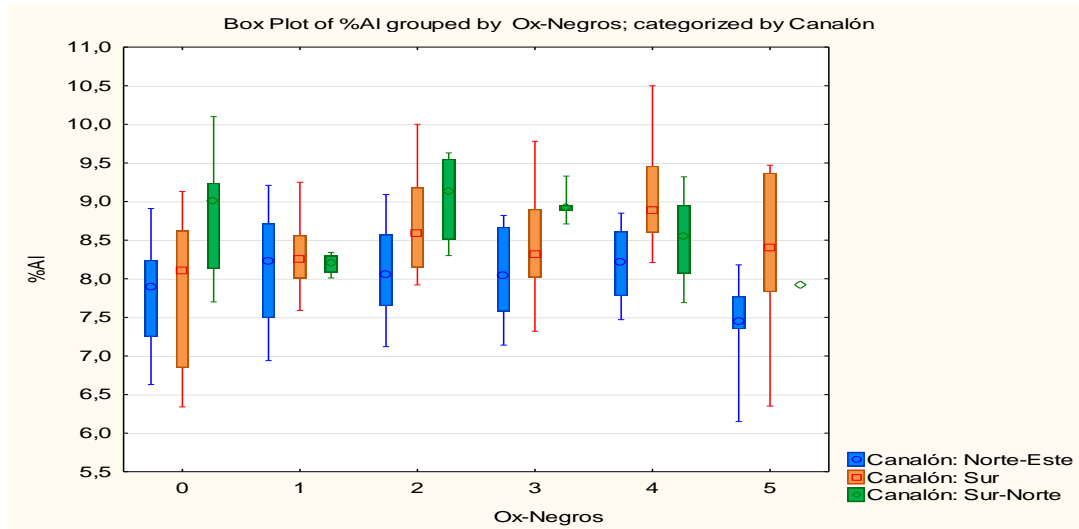


Figura 23. Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Observando la figura 24, se aprecia que, al segregar el análisis según el tipo de roca, se sigue manteniendo el comportamiento general encontrado para el comportamiento de contenido de Al respecto a la intensidad de óxidos negros. Es importante notar que, en general, los niveles de Al son superiores en la roca respecto de la grava, salvo en la intensidad 4 donde los niveles son semejantes y en la intensidad 5 donde el contenido de Al en grava es superior al encontrado en la roca.

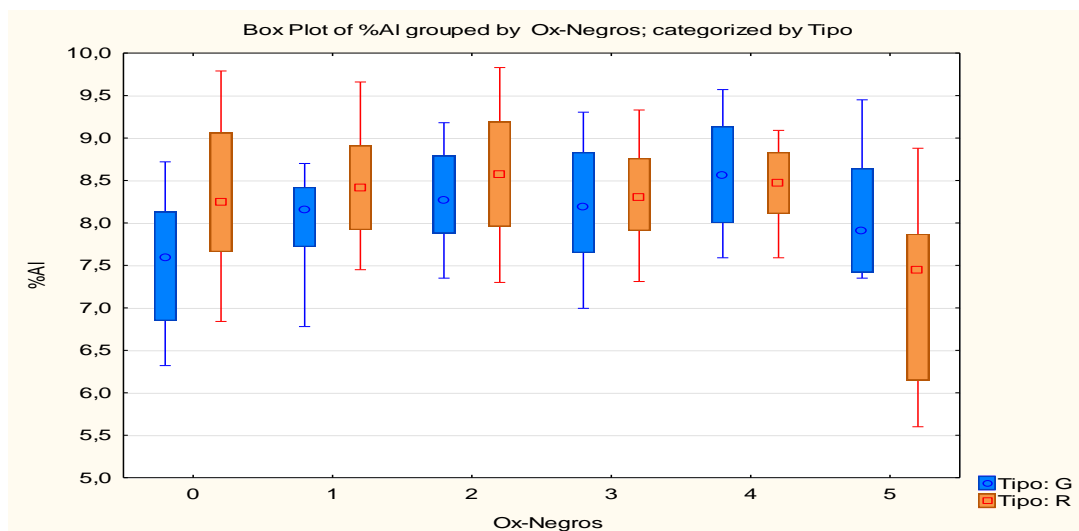


Figura 24. Contenido de Aluminio agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Al vs Tipo de Roca

Al analizar la figura 25, se observa un leve aumento en el contenido de Al en la roca respecto a la grava; sin embargo, no se aprecian grandes diferencias en los contenidos de este elemento en función de este parámetro.

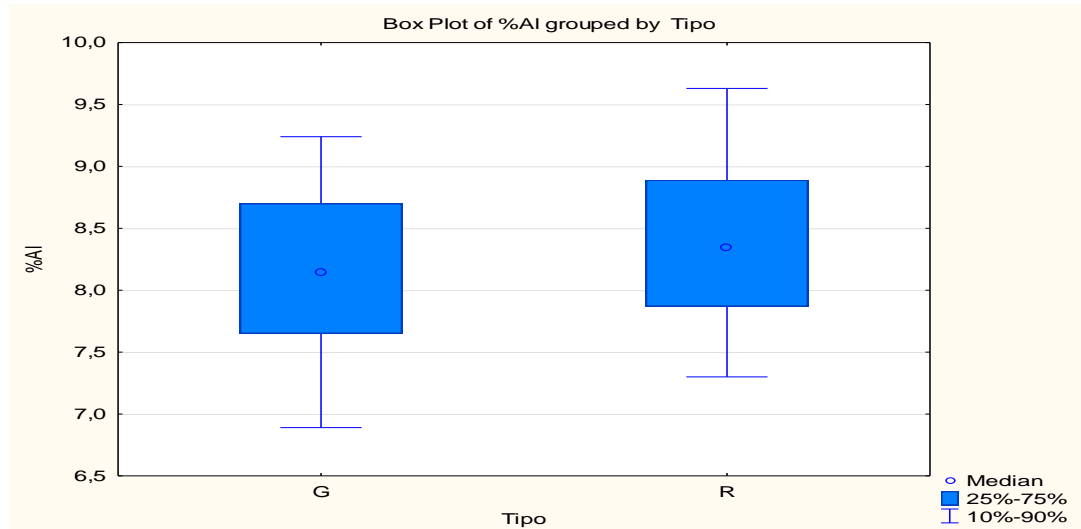


Figura 25. Contenido de Aluminio agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra.

Con base en la figura 26, se observa un aumento relativo entre la grava y la roca de cada canalón. Este aumento es más notorio en el canalón Sur-Norte, sin embargo, es importante tener en cuenta la baja cantidad de datos que posee este canalón. Es importante notar que, en el canalón Sur, el comportamiento del contenido de Al en la grava y la roca es semejante, a diferencia de lo que sucede en el canalón Norte-Este.

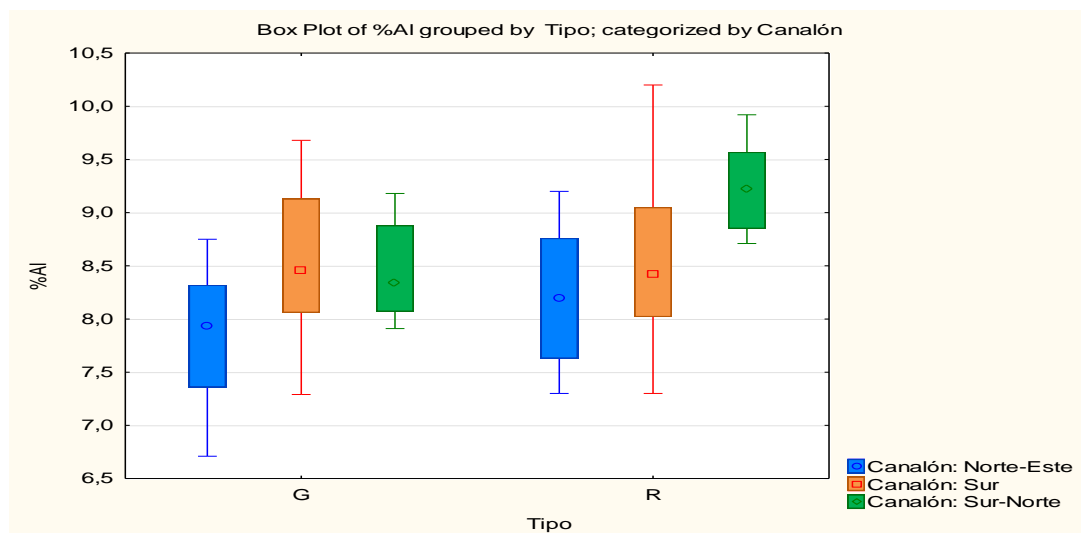


Figura 26. Contenido de Aluminio agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Contenido de Magnesio

- Porcentaje de Mg vs Fe

A partir de la figura 27, se observa una fuerte tendencia creciente con respecto a las encontradas para el contenido de Aluminio entre el contenido de Fierro y Magnesio al comparar la totalidad de datos metalúrgicos. Esto último se reafirma con el coeficiente de determinación obtenido para esta relación, el cual alcanza un valor de 0,55 aproximadamente.

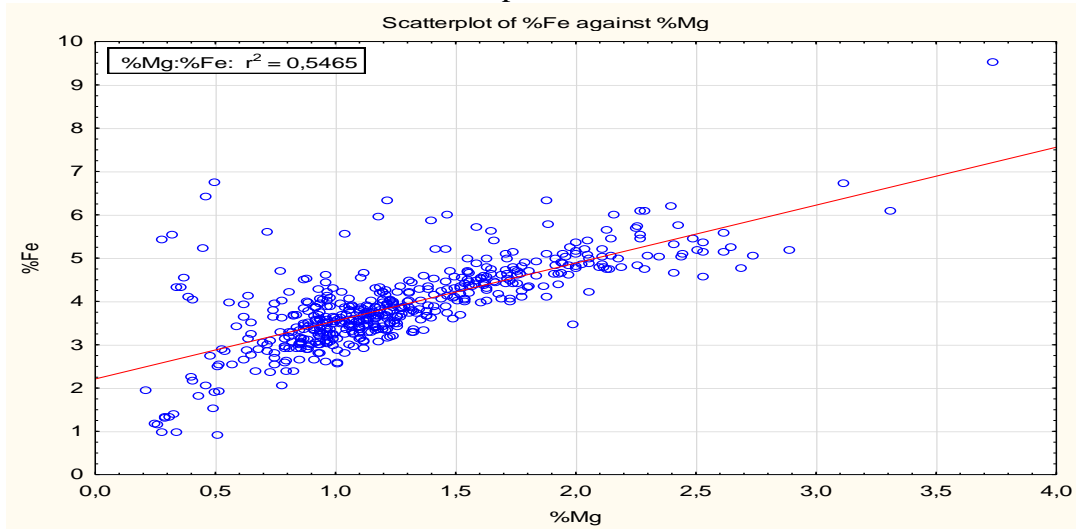


Figura 27. Gráfico de dispersión de contenido de Fierro vs contenido de Magnesio.

Al observar la figura 28, nuevamente, se aprecia la fuerte relación que existe entre el contenido de Fierro y Magnesio, incluso al separar el análisis en los distintos canalones del depósito. Sin embargo, el comportamiento de cada canalón, si bien muestran tendencias similares, no son iguales. El canalón Norte-Este tiene una correlación mucho más marcada que el canalón Sur, lo cual se ve reflejado en el coeficiente de determinación de cada caso, cuya diferencia alcanza un valor de 0,25 aproximadamente. Si bien el canalón Sur-Norte es el que posee la mejor correlación, se debe tratar con cuidado con este resultado debido a que posee una baja cantidad de datos y puede ser poco representativo del comportamiento del canalón.

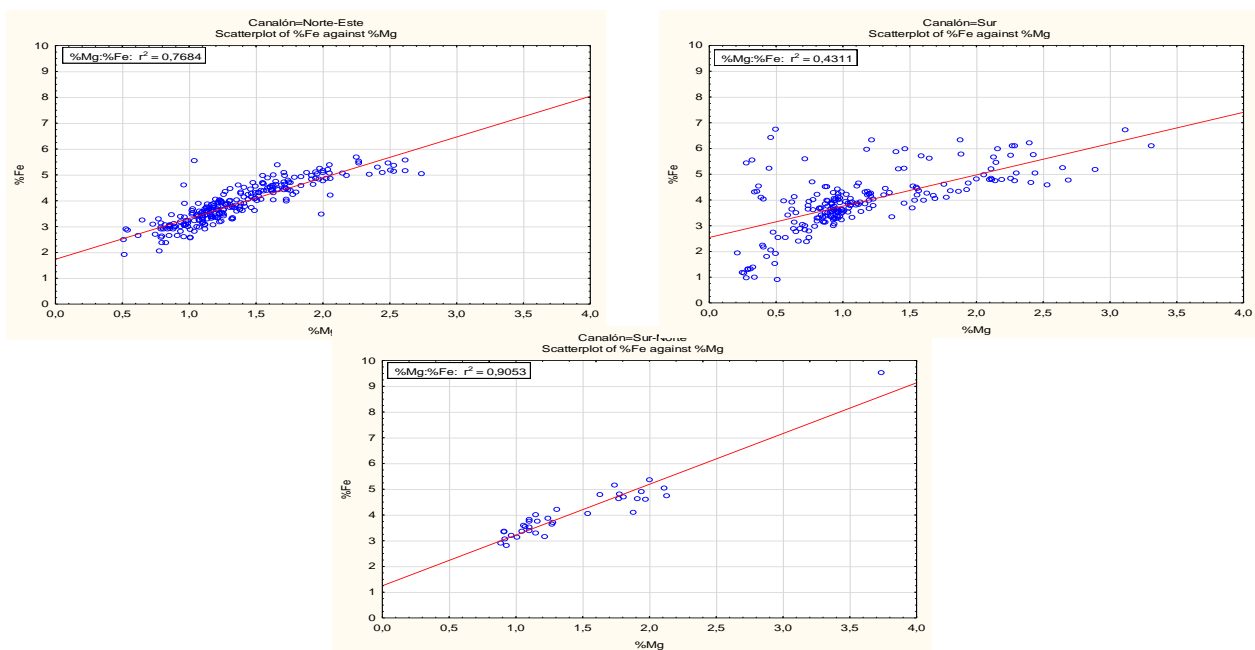


Figura 28. Gráficos de dispersión de contenido de Hierro vs contenido de Magnesio separado según el canalón que pertenezca la muestra (Superior Izquierda: Canalón Norte-Este; Superior Derecha: Canalón Sur; Inferior: Canalón Sur-Norte).

La figura 29 muestra como la tendencia general observada entre el contenido de Hierro y Magnesio se sigue manteniendo al segregarse el análisis según el tipo de roca que corresponda la muestra; sin embargo, existe una clara diferencia entre ambos casos. Las muestras que se encuentran en grava se encuentran concentradas en la sección inferior izquierda del gráfico; en cambio, las muestras que se encuentran en roca se encuentran distribuidas de manera más homogénea en el gráfico y siguen la tendencia lineal de forma más continua. El comportamiento anteriormente mencionado se reafirma al estudiar el coeficiente de determinación para cada caso; en la grava, apenas alcanza un valor de 0.37, mientras que, en la roca, alcanza un valor de 0,49 aproximadamente.

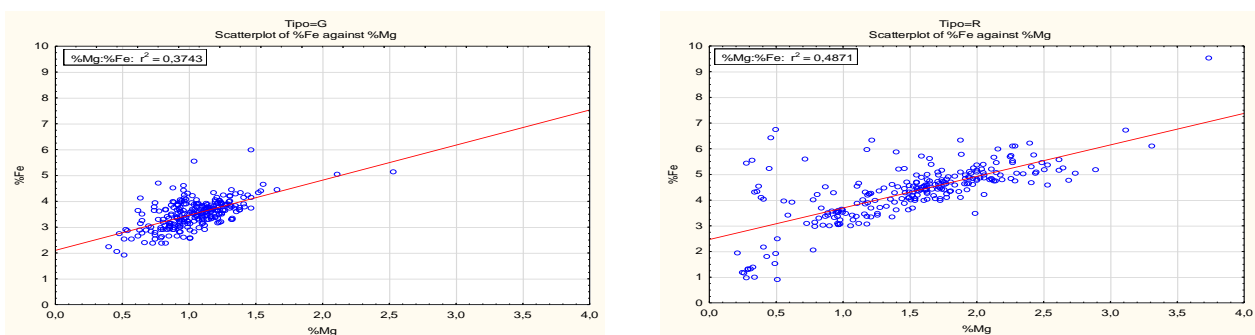


Figura 29. Gráficos de dispersión de contenido de Hierro vs contenido de Magnesio separado según el tipo de roca que corresponda la muestra (Izquierda: Grava; Derecha: Roca).

- Porcentaje de Mg vs Canalón

Al analizar la figura 30, se observa que, en general, el canalón Norte-Este y el canalón Sur-Norte poseen comportamientos similares en sus contenidos de Mg. En cambio, el canalón Sur posee contenidos menores de este elemento, en su mayoría, pero también posee una gran variabilidad.

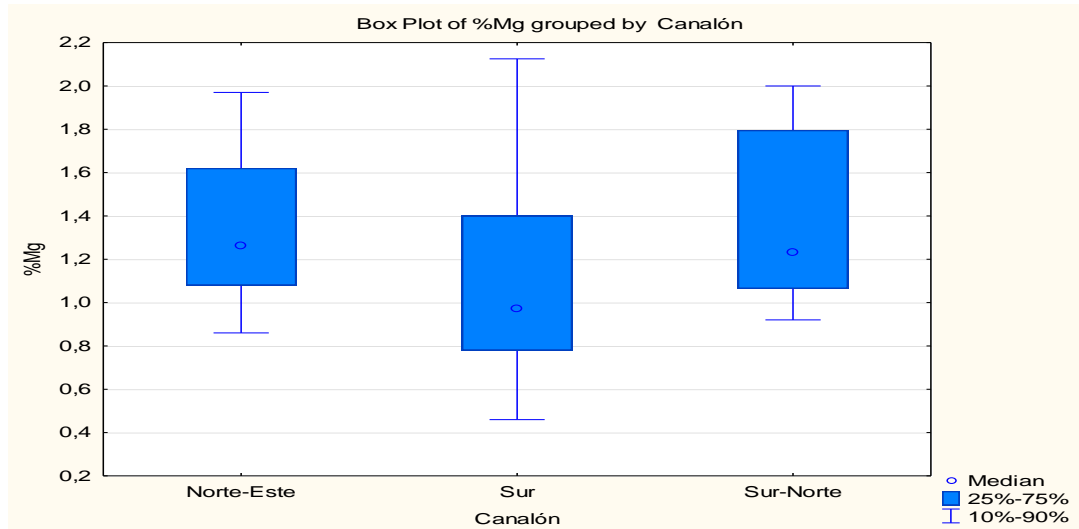


Figura 30. Contenido de Magnesio agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra.

A partir de la figura 31, se observa que la grava en los tres canales posee contenidos de Mg con comportamientos similares. En cambio, en la roca, el canalón Sur posee una variabilidad mucho mayor que los otros dos, explicando la gran variabilidad observada en el caso general.

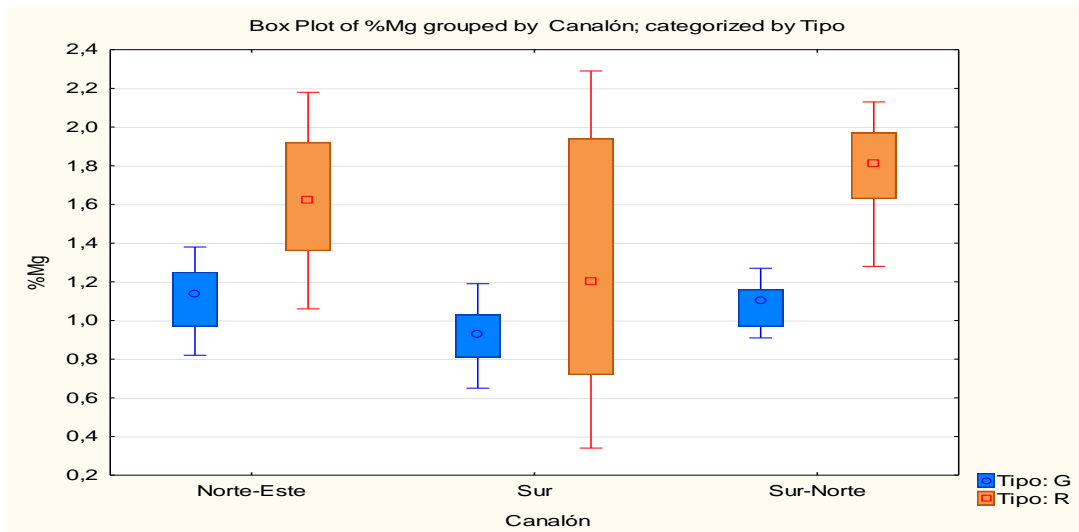


Figura 31. Contenido de Magnesio agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mg vs Tipo de Roca

Se observa, a partir de la figura 32, que existe un mayor contenido de Mg en la roca respecto a la grava; además la grava posee una menor variabilidad en su contenido de este elemento, mientras que la roca posee valores que se mueven entre 0,5% y 2,3% de Mg.

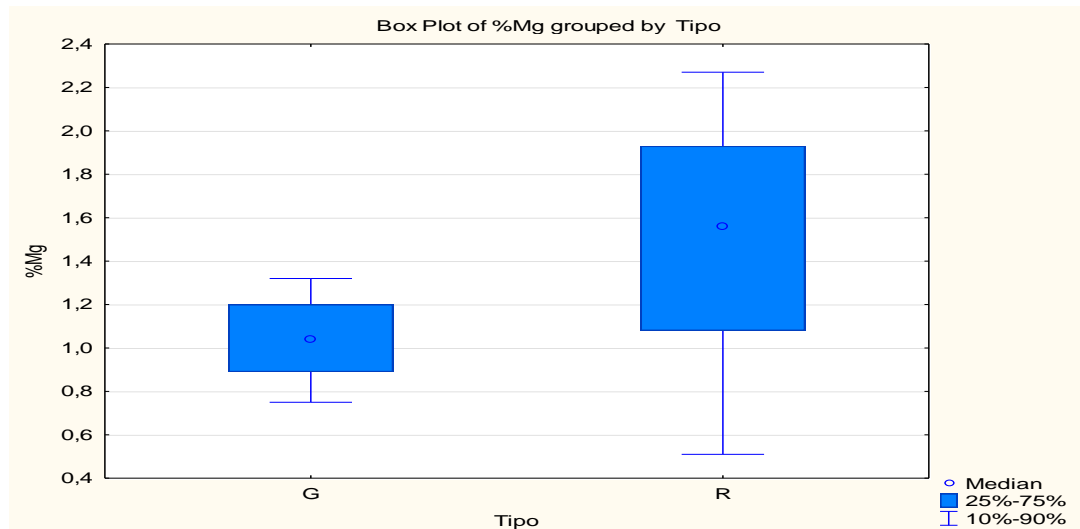


Figura 32. Contenido de Magnesio agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra.

Al analizar la figura 33, se observa que la grava posee contenidos de Mg similares en cada canalón; mientras que la roca posee contenidos similares en los canales Norte-Este y Sur-Norte. Lo anterior se debe a la gran variabilidad en los contenidos de Mg en el canalón Sur.

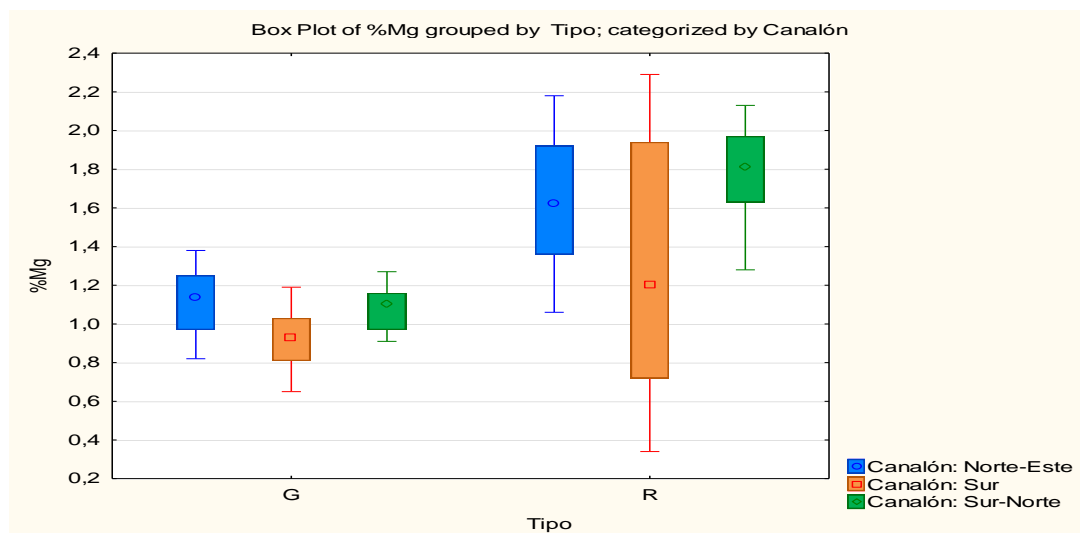


Figura 33. Contenido de Magnesio agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mg vs Litología

Con base en la figura 34, se observa el comportamiento diferenciado en el contenido de Mg de las gravas respecto a las rocas intrusivas. Las primeras poseen porcentajes de Mg, generalmente, entre 0,8% y 1,2%; mientras que las segundas, desde 1% llegando incluso a 2,2%. Entre las rocas intrusivas, la Granodiorita y la Diorita de Cuarzo poseen valores similares de %Mg entre el percentil 25%-75%; en cambio, la Monzodiorita posee valores de %Mg más elevados, en su mayoría, entre 1,7% y 2,3%.

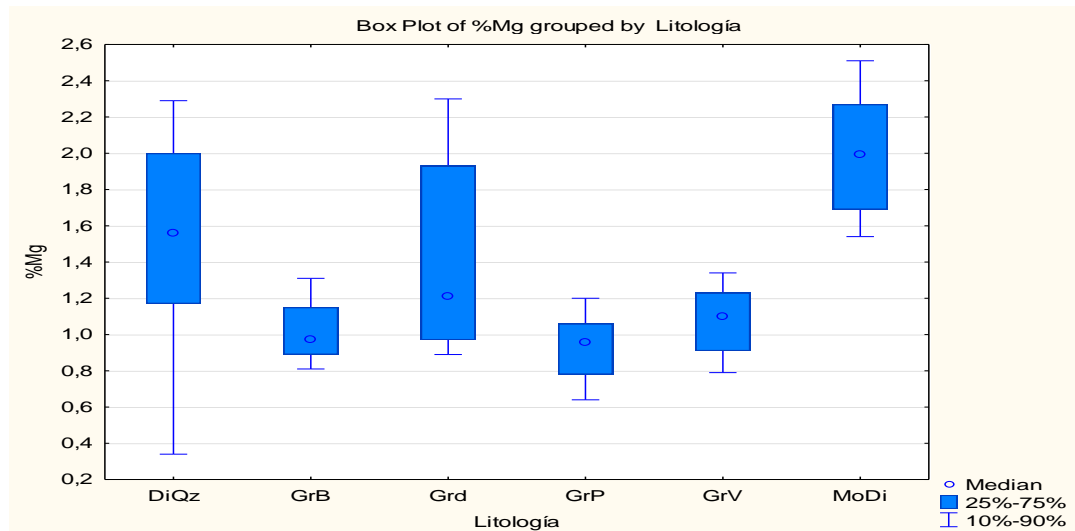


Figura 34. Contenido de Magnesio agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al analizar la figura 35, se observa que el comportamiento encontrado para el caso general se mantiene al separar el análisis para cada canalón definido para el exótico; sin embargo, los canalones poseen comportamientos distintos entre sí. El canalón Norte-Este no posee grandes diferencias en el contenido de Mg, en general, entre las litologías intrusivas y las gravas; en cambio, el canalón Sur posee diferencias sustanciales en el contenido de Mg respecto al canalón anterior, además de una gran variabilidad en los contenidos de este elemento para las litologías intrusivas. Por último, el canalón Sur-Norte posee un comportamiento similar al canalón Sur, mostrando gran diferencia en los contenidos de Mg de las litologías intrusivas, además de una importante variabilidad en la Granodiorita.

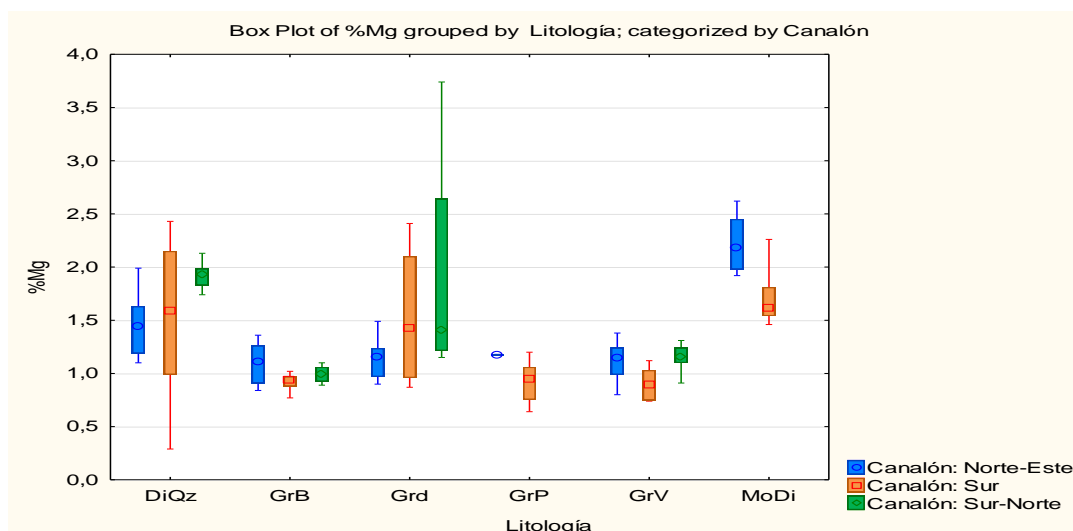


Figura 35. Contenido de Magnesio agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mg vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 36, se observa que la zona de alteración con el mayor contenido de Mg es la zona clorita-epidota y que la zona con menor contenido de este elemento es la zona sin alteración. Es importante notar que la zona clorítica posee una gran variabilidad en sus datos extremos.

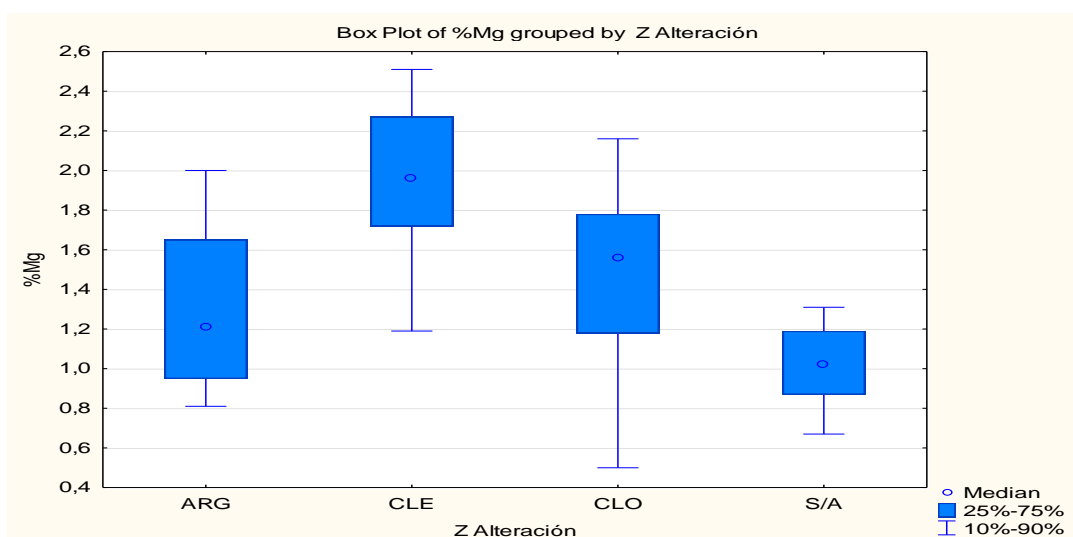


Figura 36. Contenido de Magnesio agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 37, se observa que el comportamiento evidenciado en el caso general no se reproduce al separar el análisis por canalón. Si bien los datos entre el percentil 25% y 75% en la zona clorita-epidota son mayores, en la zona de la clorita los valores son similares para el canalón Sur y Sur-Norte. Es importante tener en cuenta que la gran variabilidad dentro de la zona clorítica se debe probablemente al amplio rango de valor de %Mg que posee el canalón Sur entre los percentiles 25% y 75%. Además, se nota con claridad que la zona sin alteración es la que posee los valores más homogéneos de %Mg entre un canalón respecto a otro.

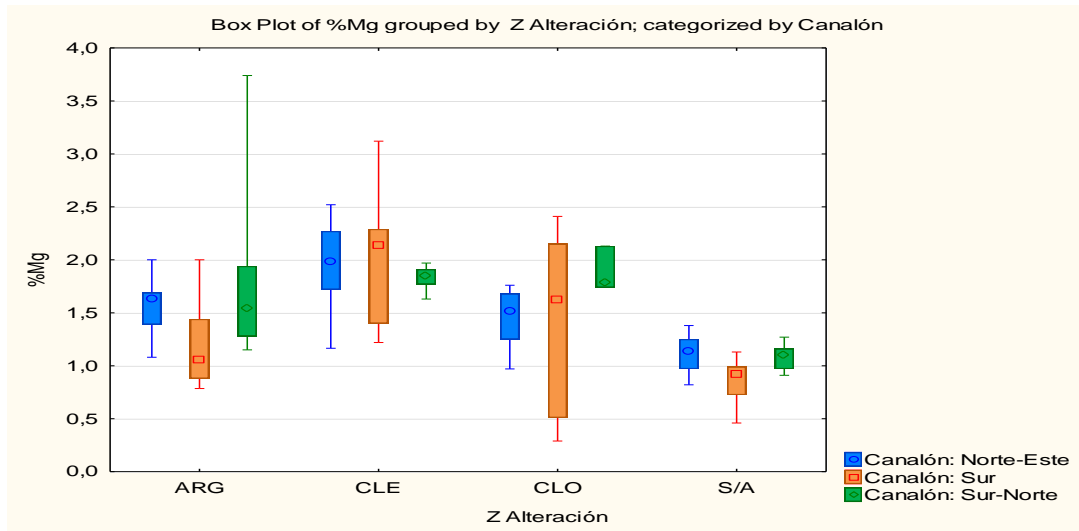


Figura 37. Contenido de Magnesio agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

- Porcentaje de Mg vs Zona Mineral

Según la figura 38, el comportamiento del contenido de Mg es similar en la zona estéril y la zona exótica, con la diferencia que la primera posee una variabilidad mayor con respecto a la segunda.

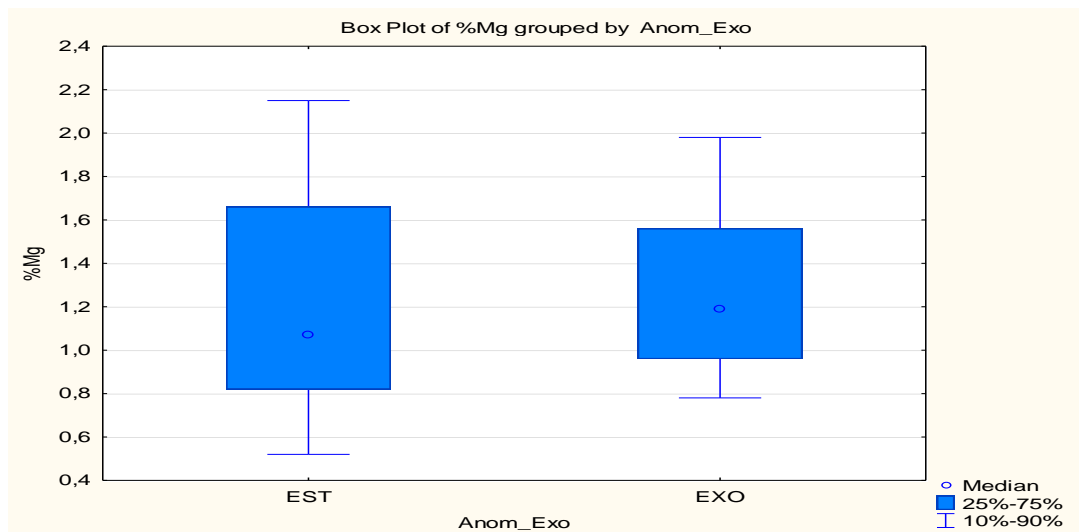


Figura 38. Contenido de Magnesio agrupado según las zonas minerales principales en el yacimiento.

Con base en la figura 39, se observa que el comportamiento encontrado para el caso general se reproduce en los canchales Norte-Este y Sur-Norte; sin embargo, en el canalón Sur existe un claro incremento en el contenido de Mg en la zona exótica respecto a la zona estéril.

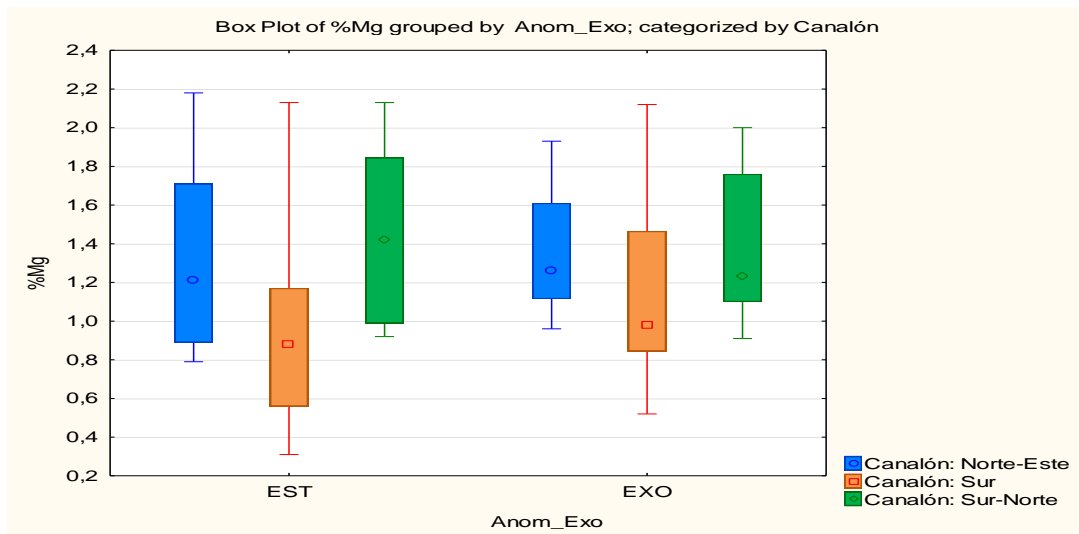


Figura 39. Contenido de Magnesio agrupado según las zonas minerales principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Al analizar la figura 40, se observa un comportamiento semejante al encontrado para el caso general. En la roca, el contenido de Mg se comporta de manera similar en la zona estéril y en la zona exótica; en cambio, en la grava, los contenidos de Mg aumentan levemente al pasar de la zona estéril a la exótica.

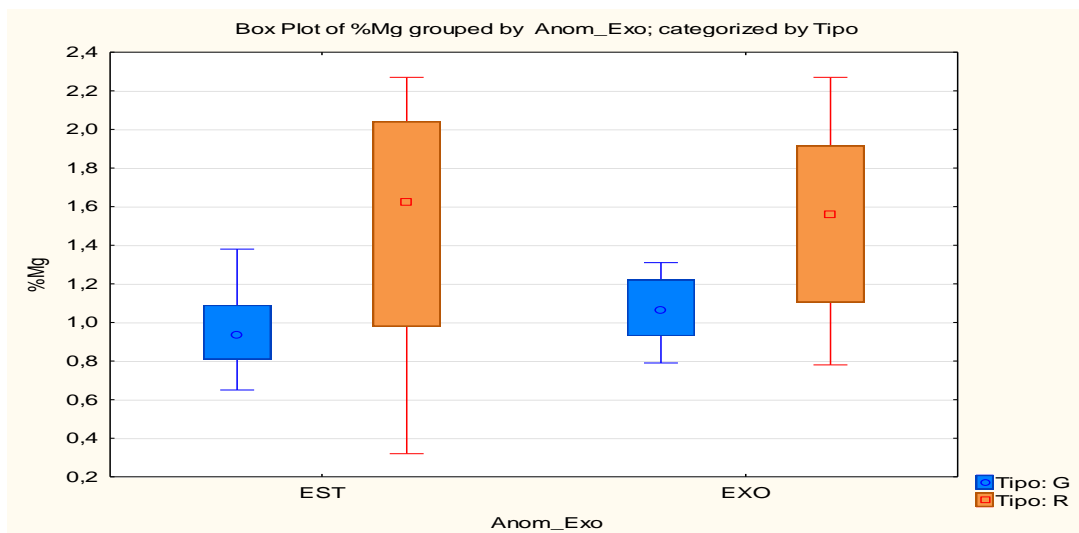


Figura 40. Contenido de Magnesio agrupado según las zonas minerales principales en el yacimiento y categorizado respecto al tipo de roca que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mg vs Subzona Exótico

Con base en la figura 41, se observa que el contenido de Mg en las subzonas del exótico posee un comportamiento homogéneo en la mayoría de las subzonas. La única subzona que posee un contenido anómalamente alto, con respecto a las demás, es la zona Óxidos Verdes.

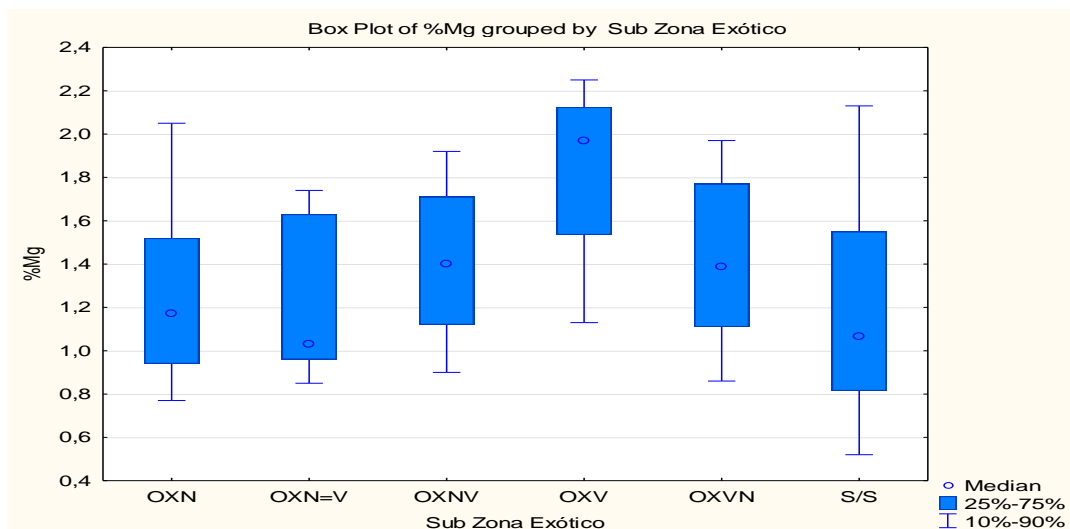


Figura 41. Contenido de Magnesio agrupado según las subzonas de la zona exótica.

Al observar la figura 42, se aprecia que el comportamiento encontrado para el caso general es similar al que se observa para el caso separado por canales. Salvo en la zona Óxidos Negros>Verdes se encuentran una diferencia importante entre los canales Norte-Este y Sur. En la zona Óxidos Negros, la zona más dominante, el comportamiento de los tres canales es similar entre sí, salvo por la mayor variabilidad que poseen los datos del canalón Sur. Además, el alto contenido de Mg en la zona Óxidos Verdes se debería a la gran variabilidad que hay en esta zona en el canalón Norte-Este.

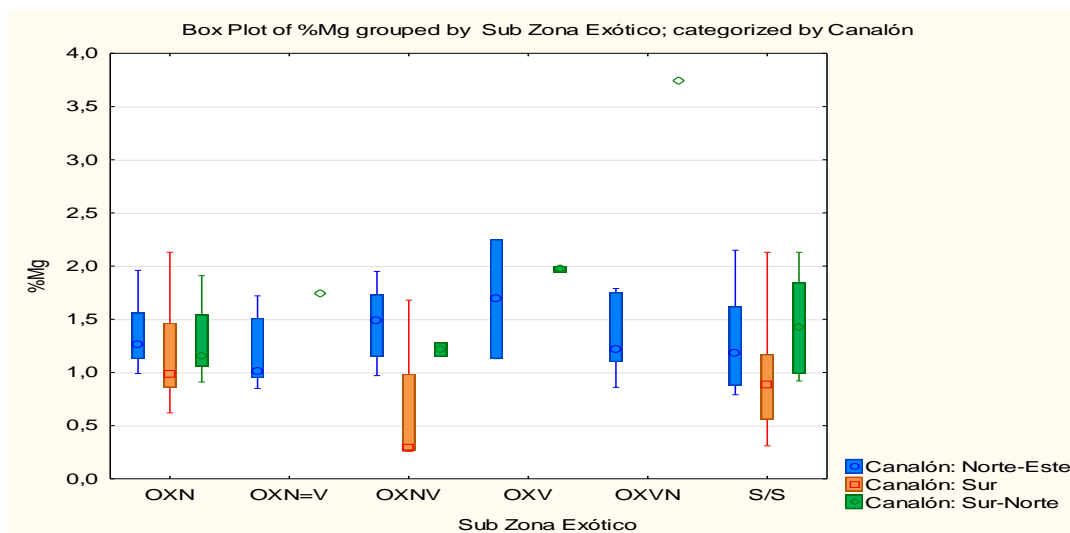


Figura 42. Contenido de Magnesio agrupado según las subzonas del exótico y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

A partir de la figura 43, se observa que el comportamiento encontrado en el caso general no se reproduce con claridad al separar el análisis en grava y roca. El contenido de Mg es mayor en la roca respecto a la grava en cada subzona, además en la zona Óxidos Verdes, las muestras en la roca poseen una baja variabilidad.

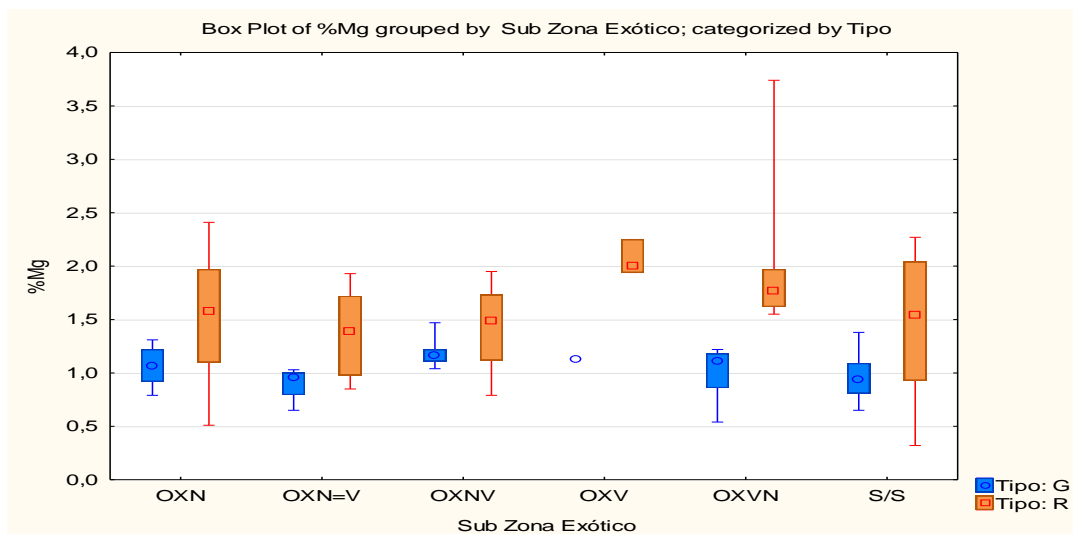


Figura 43. Contenido de Magnesio agrupado según las subzonas en el exótico y categorizado respecto al tipo de roca que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mg vs Intensidad de Óxidos Negros

A partir de la figura 44, se observa que no existe una tendencia clara entre el contenido de Mg y la intensidad de óxidos negros en el exótico. Es importante notar que, en general, la variabilidad en el contenido de Mg disminuye al aumentar la intensidad de óxidos negros.

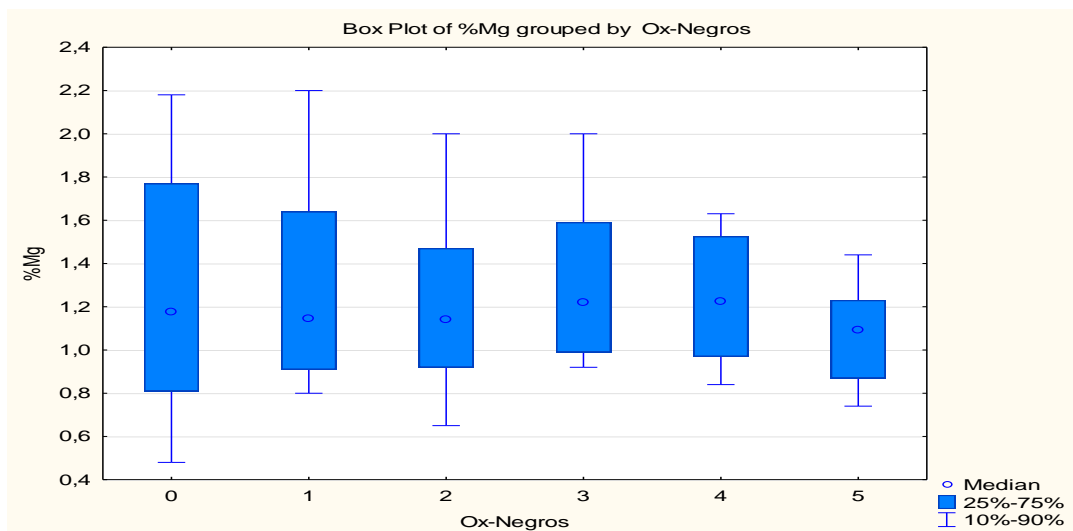


Figura 44. Contenido de Magnesio agrupado según la intensidad de óxidos negros que posee la muestra.

Al observar la figura 45, al igual que el caso general, no se aprecia una relación entre el contenido de Mg y la intensidad de óxidos negros al separar el análisis por canalón. El hecho de que, en general, la variabilidad en el contenido de Mg disminuyera con el aumento en la intensidad de óxidos negros, solo se reproduce en el caso del canalón Norte-Este.

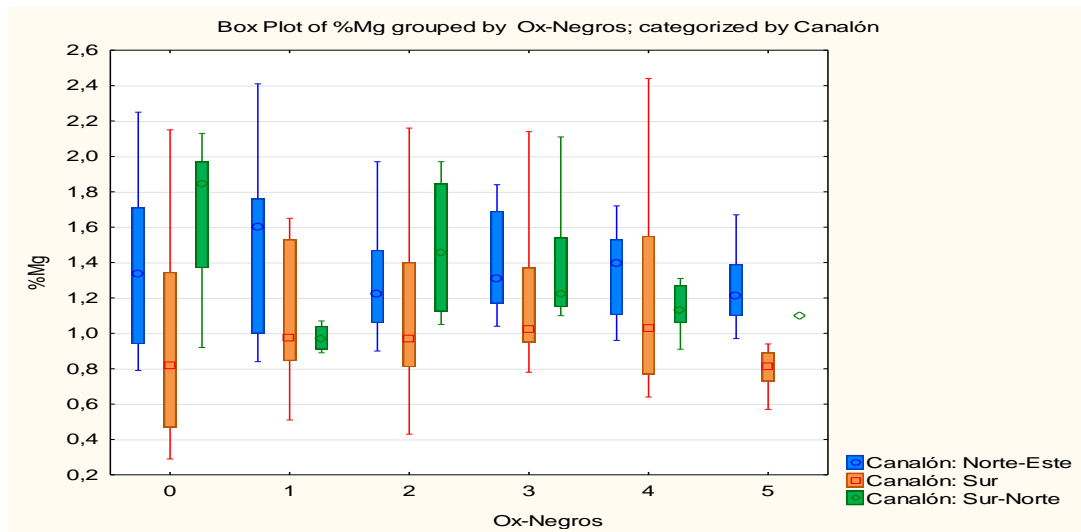


Figura 45. Contenido de Magnesio agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 46, se observa que el contenido de Mg es similar para todas las intensidades de óxidos negros al separar el análisis para la grava. En la roca, salvo para la intensidad 1, se observa un comportamiento relativamente homogéneo en el contenido de Mg al aumentar la intensidad de óxidos negros.

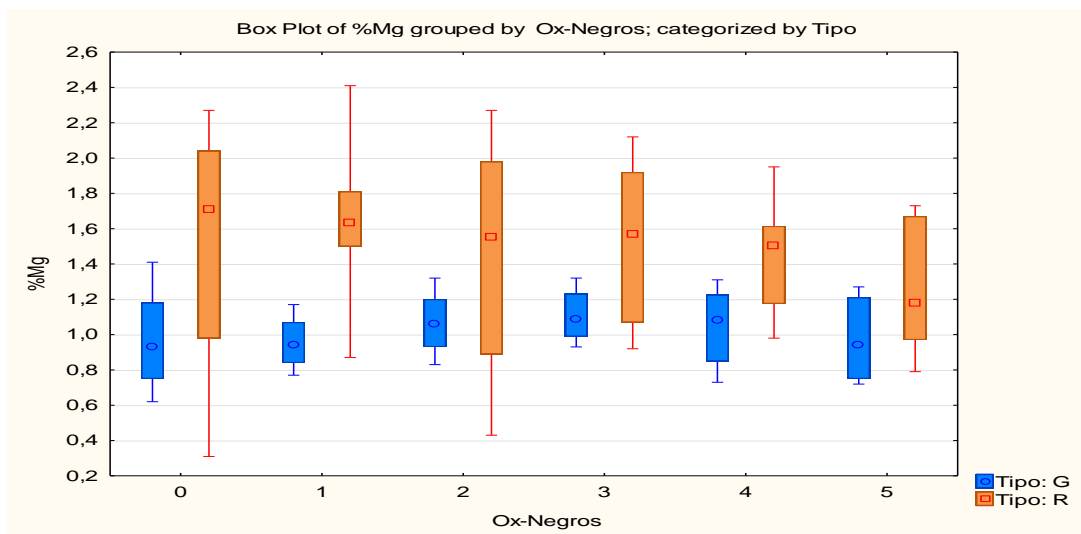


Figura 46. Contenido de Magnesio agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mg vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 47, no se observa una relación entre la intensidad de carbonatos y el contenido de Mg.

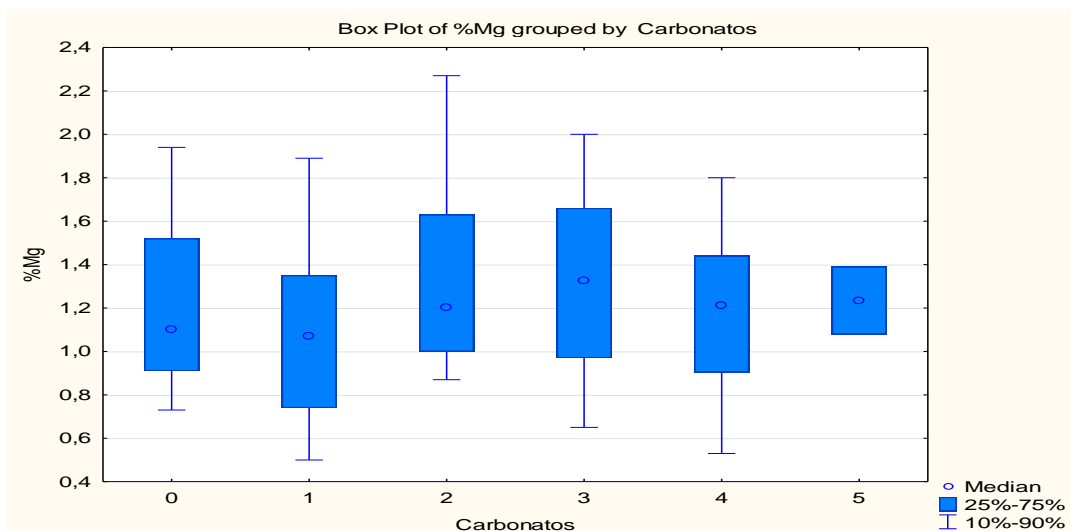


Figura 47. Contenido de Magnesio agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra.

Al observar la figura 48, no se aprecia una relación entre el contenido de Mg y la intensidad de carbonatos al separar el análisis por canalón.

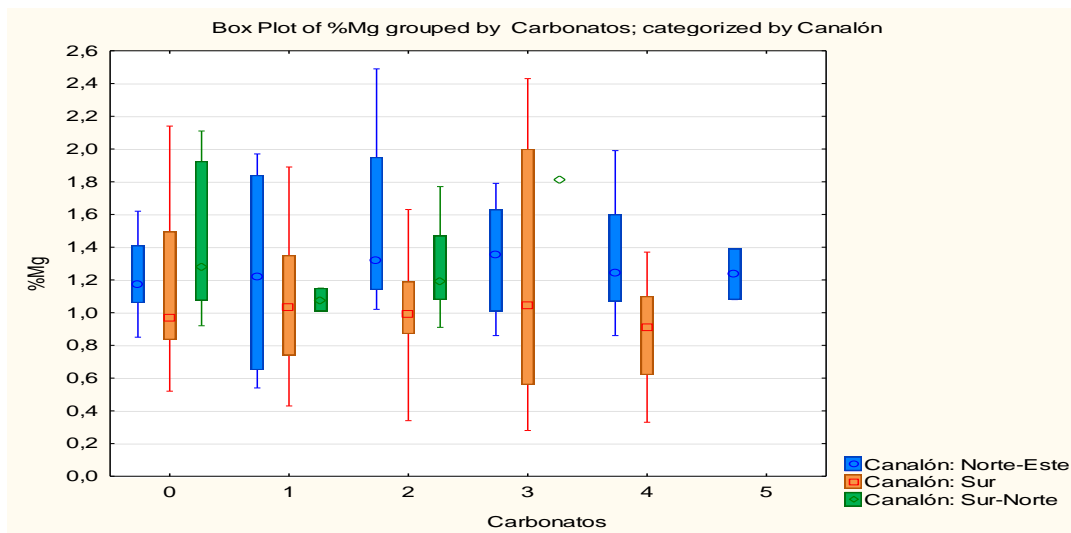


Figura 48. Contenido de Magnesio agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 49, no se observa una relación entre la intensidad de carbonatos y el contenido de Mg al separar el análisis en grava y roca. Se puede notar que en la grava el comportamiento del contenido de Mg es similar al comparar las intensidades de carbonatos entre sí.

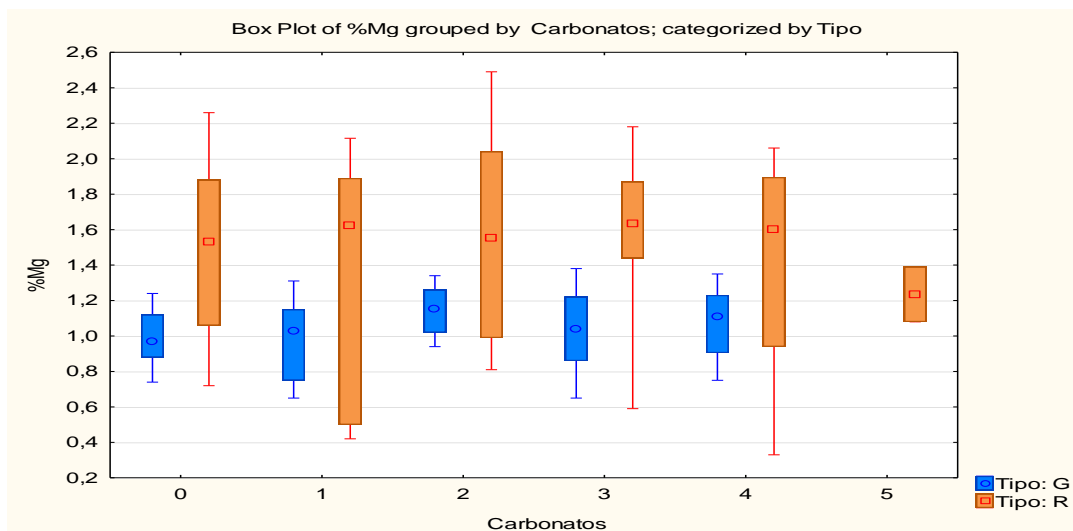


Figura 49. Contenido de Magnesio agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

Contenido de Hierro

- Porcentaje de Fe vs Canalón

Al analizar la figura 50, se observa que, en general, los tres canales poseen contenidos similares de Fe entre sí. La diferencia radica en que el canalón Sur posee una mayor variabilidad en sus valores extremos de Fe (Percentil 10%-90%).

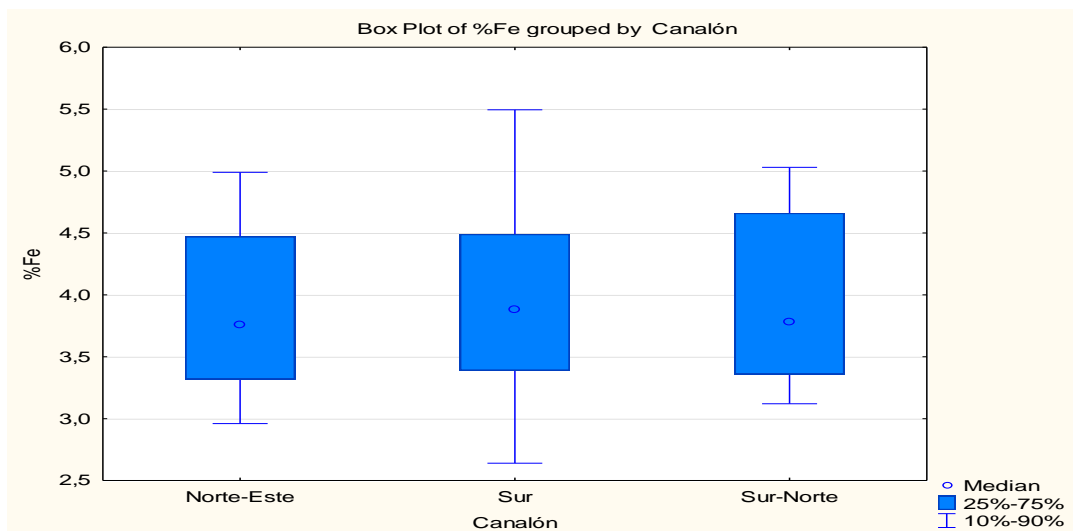


Figura 50. Contenido de Hierro agrupado según el canalón al que pertenece la muestra.

A partir de la figura 51, se observa que la grava en los tres canales posee contenidos de Fe con comportamientos similares. En cambio, en la roca, el canalón Sur posee una variabilidad mucho mayor que los otros dos, explicando la gran variabilidad observada en el caso general.

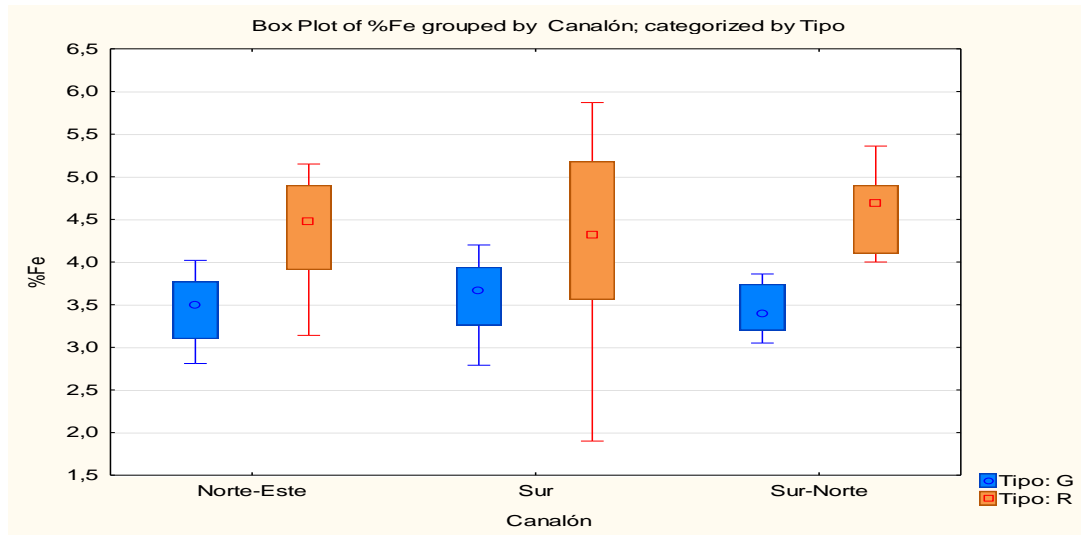


Figura 51. Contenido de Hierro agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Fe vs Tipo de Roca

Se observa, a partir de la figura 52, que existe un mayor contenido de Fe en la roca respecto a la grava; además la grava posee una menor variabilidad en su contenido de este elemento, mientras que la roca posee valores que se mueven entre 3,1% y 5,4% de Fe.

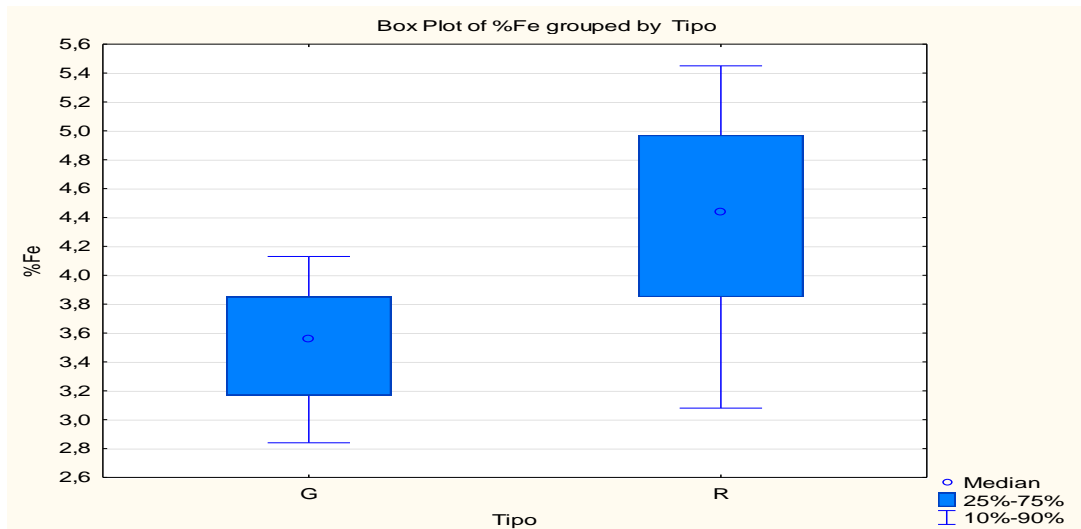


Figura 52. Contenido de Hierro agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra.

Al analizar la figura 53, se observa que la grava posee contenidos de Fe similares en cada canalón; mientras que la roca posee contenidos similares en los canales Norte-Este y Sur-Norte. Lo anterior se debe a la gran variabilidad en los contenidos de Fe en el canalón Sur.

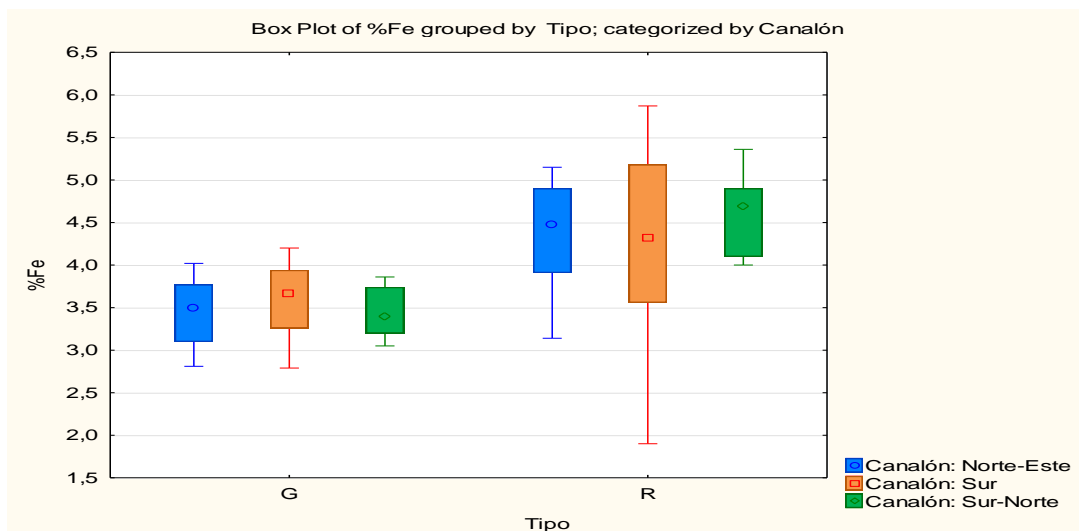


Figura 53. Contenido de Hierro agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Hierro vs Litología

Con base en la figura 54, se observa que el comportamiento del contenido de Fe en las litologías que corresponden a grava es similar entre ellas. En cambio, en las litologías intrusivas, el contenido de este elemento tiende a ser mayor respecto a las gravas. Es importante tomar en cuenta que la Granodiorita posee contenidos de Fe similares a esos de las gravas.

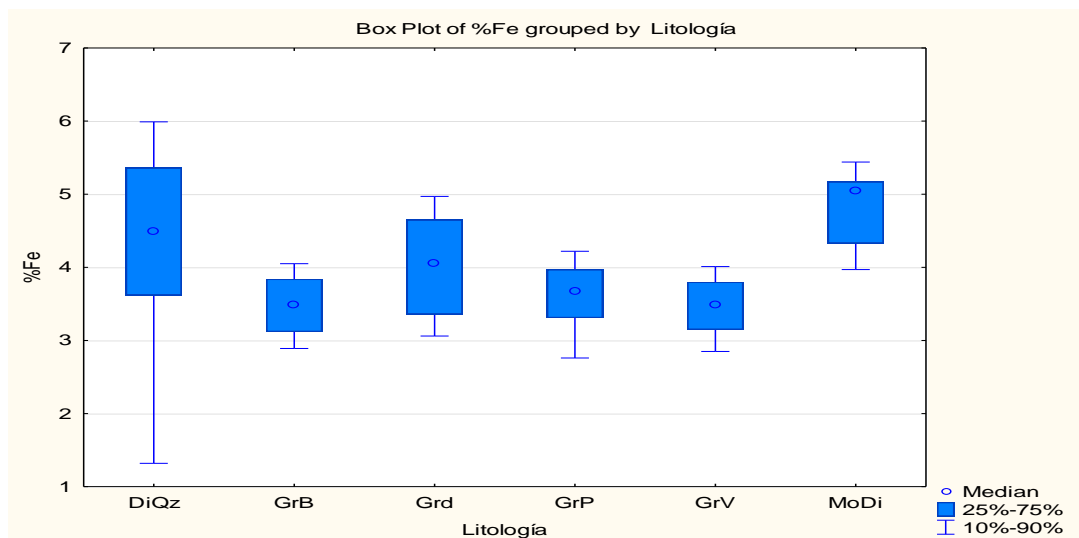


Figura 54. Contenido de Hierro agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al analizar la figura 55, se observa que el comportamiento encontrado para el caso general se mantiene al separar el análisis para cada canalón definido para el exótico; sin embargo, los canalones poseen comportamientos distintos entre sí. Para los tres canalones, las gravas mantienen un contenido de Fe entre 3% y 4%. El canalón Norte-Este posee contenidos de Fe similares para todas las litologías, en general. Los canalones Sur y Sur-Norte también tienen un comportamiento similar al canalón Norte-Este en gravas; sin embargo, en las litologías intrusivas aumenta el contenido de este elemento.

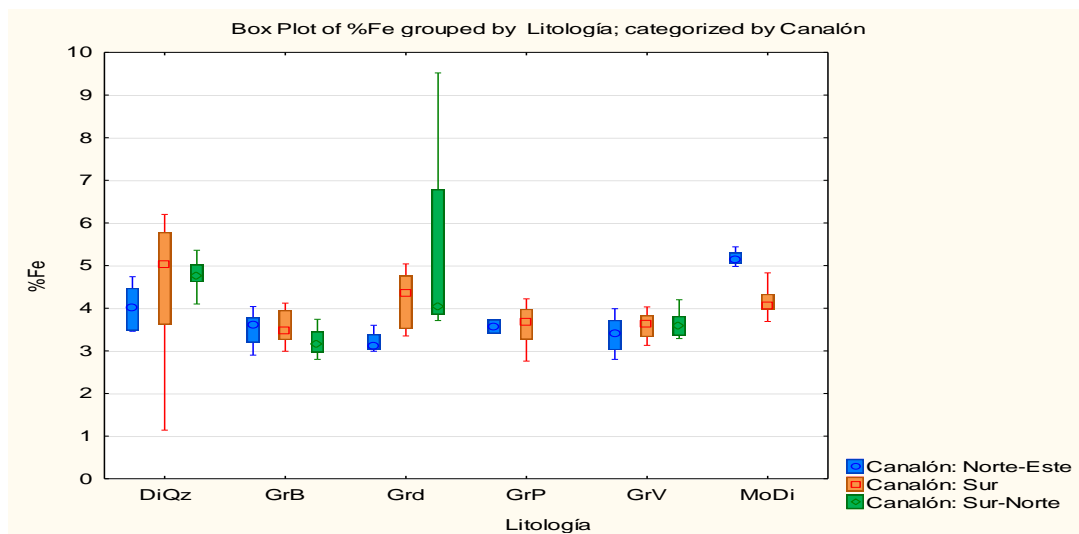


Figura 55. Contenido de Hierro agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Fe vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 56, se observa que la zona de alteración con el mayor contenido de Fe es la zona clorita-epidota y que la zona con menor contenido de este elemento es la zona sin alteración. Es importante notar que la zona clorítica posee una gran variabilidad en sus datos extremos.

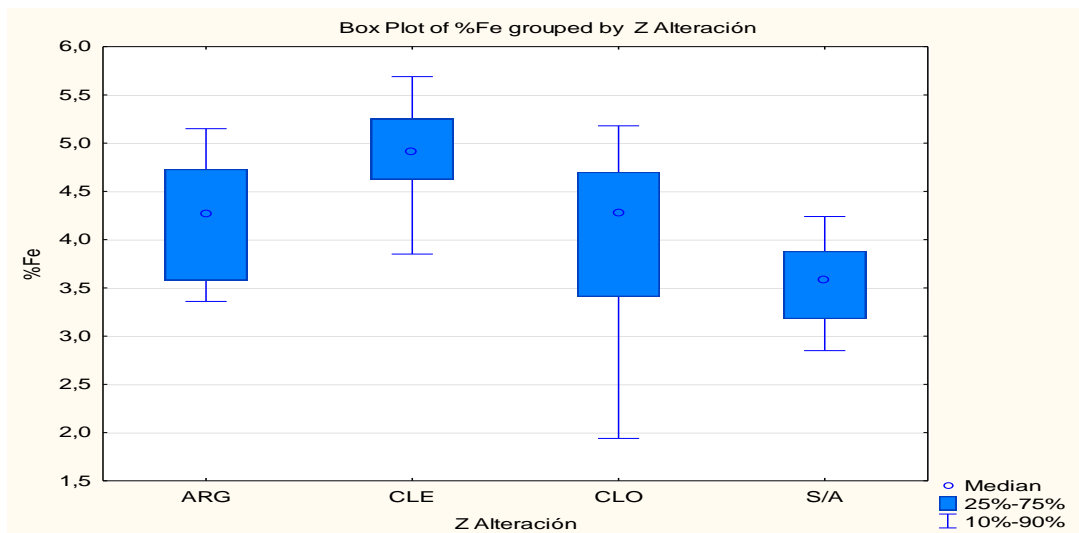


Figura 56. Contenido de Hierro agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 57, se observa que el comportamiento evidenciado en el caso general no se reproduce al separar el análisis por canalón. Si bien los datos entre el percentil 25% y 75% en la zona clorita-epidota son mayores, en la zona de la clorita los valores son similares para el canalón Sur y Sur-Norte. Es importante tener en cuenta que la gran variabilidad dentro de la zona clorítica se debe probablemente al amplio rango de valor de %Fe que posee el canalón Sur entre los percentiles 25% y 75%. Además, se nota con claridad que la zona sin alteración es la que posee los valores más homogéneos de %Fe entre un canalón respecto a otro.

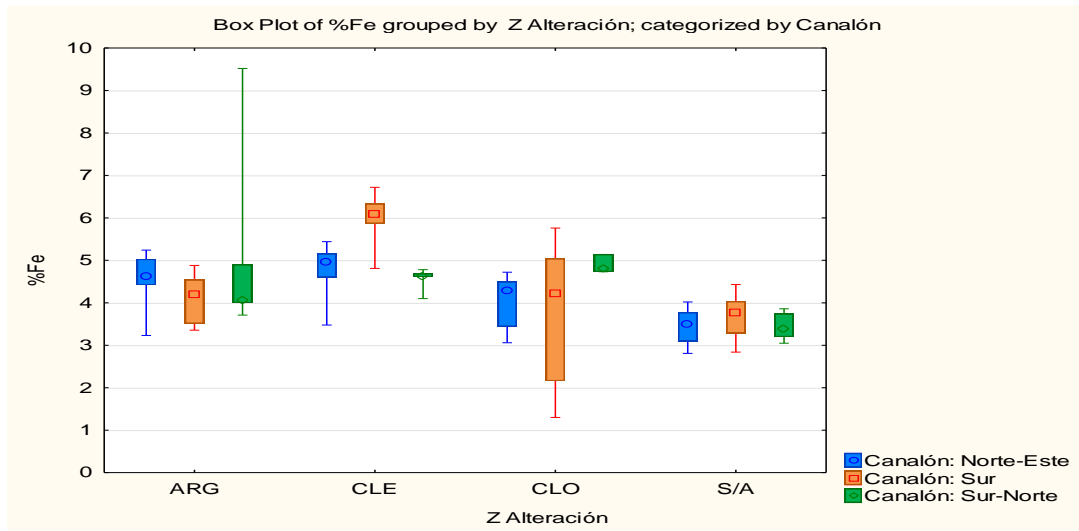


Figura 57. Contenido de Hierro agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

- Porcentaje de Fe vs Zona Mineral

Según la figura 58, el comportamiento del contenido de Fe es similar en la zona estéril y la zona exótica, con la diferencia que la primera posee una variabilidad mayor con respecto a la segunda.



Figura 58. Contenido de Hierro agrupado según las zonas minerales principales en el yacimiento.

Con base en la figura 59, se observa que el comportamiento encontrado para el caso general no se aprecia con claridad. En general, el comportamiento del contenido de Fe en los canales Norte-Este y Sur-Norte es similar en la zona estéril y exótica. En el canalón Sur, se tiene una situación semejante a la recién mencionada, con la diferencia que en la zona estéril la variabilidad en el contenido de Fe es mayor respecto a la zona exótica.

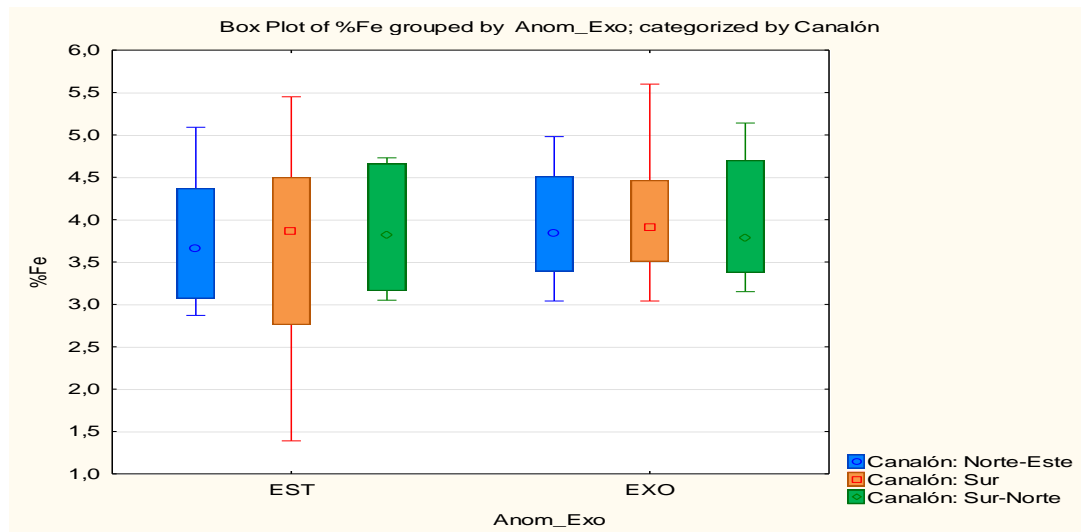


Figura 59. Contenido de Hierro agrupado según las zonas minerales principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Fe vs Subzona Exótico

Con base en la figura 60, se observa que el contenido de Fe en las subzonas del exótico posee un comportamiento que no muestra alguna tendencia entre estas. La subzona de Óxidos Verdes es aquella que posee los mayores niveles de Fe; en cambio, la zona Óxidos Negros=Verdes es la que posee los menores contenidos de Fe.

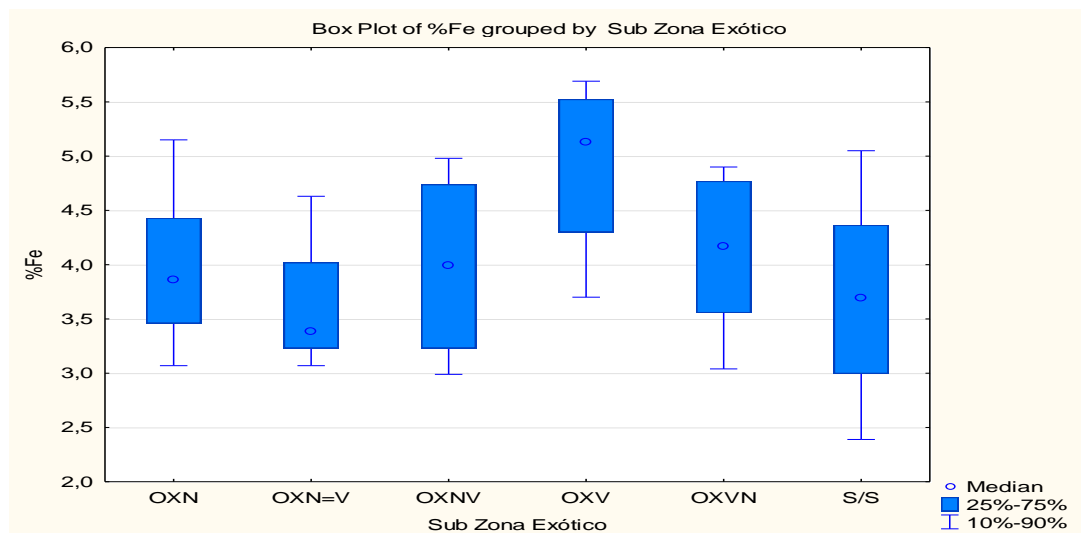


Figura 60. Contenido de Hierro agrupado según las subzonas de la zona exótica.

Al observar la figura 61, se aprecia que el comportamiento encontrado para el caso general es similar al que se observa para el caso separado por canalones. Solo en la zona Óxidos Negros>Verdes se encuentra una diferencia importante entre los canalones Norte-Este y Sur. En la zona Óxidos Negros, la zona más dominante, el comportamiento de los tres canalones es similar entre sí, salvo por la mayor variabilidad que poseen los datos del canalón Sur. Además, el alto

contenido de Fe en la zona Óxidos Verdes se debería a la gran variabilidad que hay en esta zona en el canalón Norte-Este.

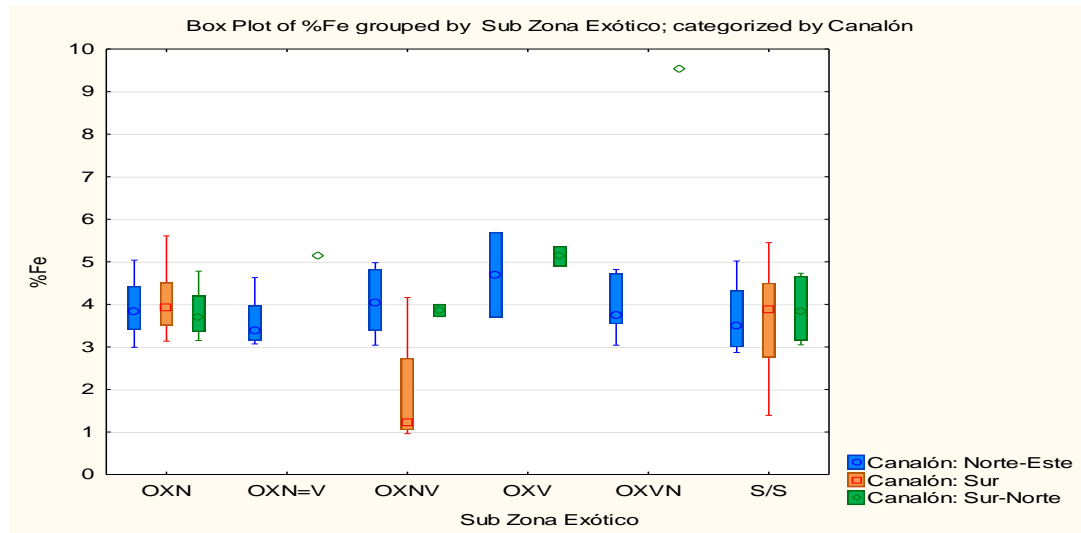


Figura 61. Contenido de Hierro agrupado según las subzonas del exótico y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

A partir de la figura 62, se observa que el comportamiento encontrado en el caso general no se reproduce con claridad al separar el análisis en grava y roca. El contenido de Fe es mayor en la roca respecto a la grava en cada subzona, además en la zona Óxidos Verdes, las muestras en la roca poseen una baja variabilidad. Es importante notar que los contenidos de Fe en la grava son similares para todas las subzonas del exótico.

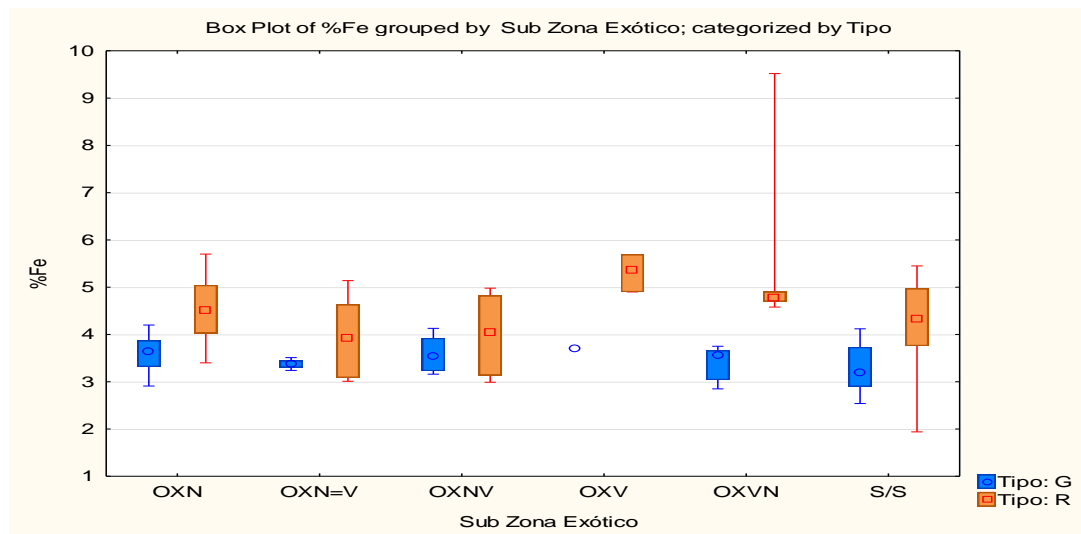


Figura 62. Contenido de Hierro agrupado según las subzonas en el exótico y categorizado respecto al tipo de roca que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Fe vs Intensidad de Óxidos Negros

A partir de la figura 63, se observa que no existe una tendencia clara entre el contenido de Fe y la intensidad de óxidos negros en el exótico. Es importante notar que, en general, la variabilidad en el contenido de Fe disminuye al aumentar la intensidad de óxidos negros.

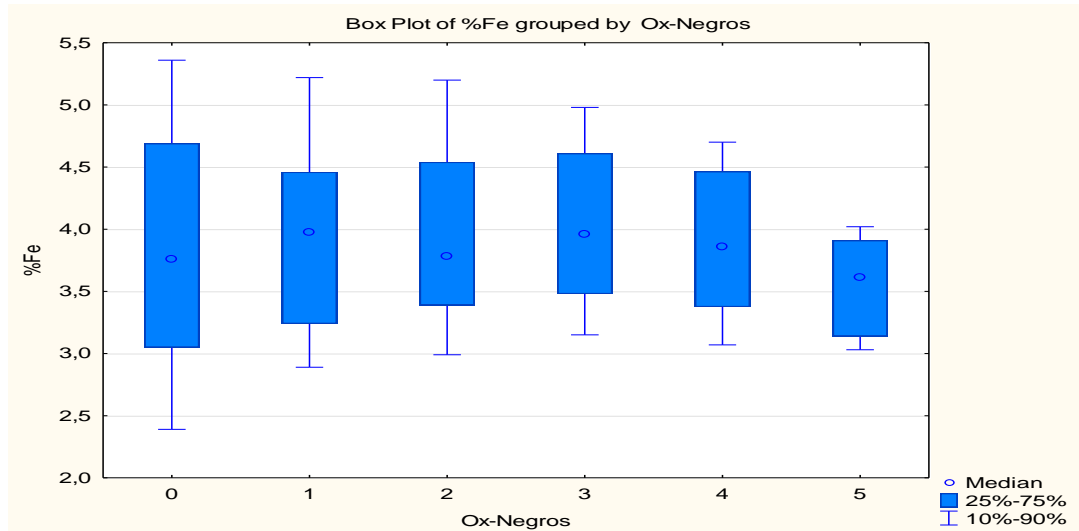


Figura 63. Contenido de Hierro agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra.

Al observar la figura 64, al igual que el caso general, no se aprecia una relación entre el contenido de Fe y la intensidad de óxidos negros al separar el análisis por canalón. El hecho de que, en general, la variabilidad en el contenido de Fe disminuyera con el aumento en la intensidad de óxidos negros, solo se reproduce en el caso del canalón Norte-Este.

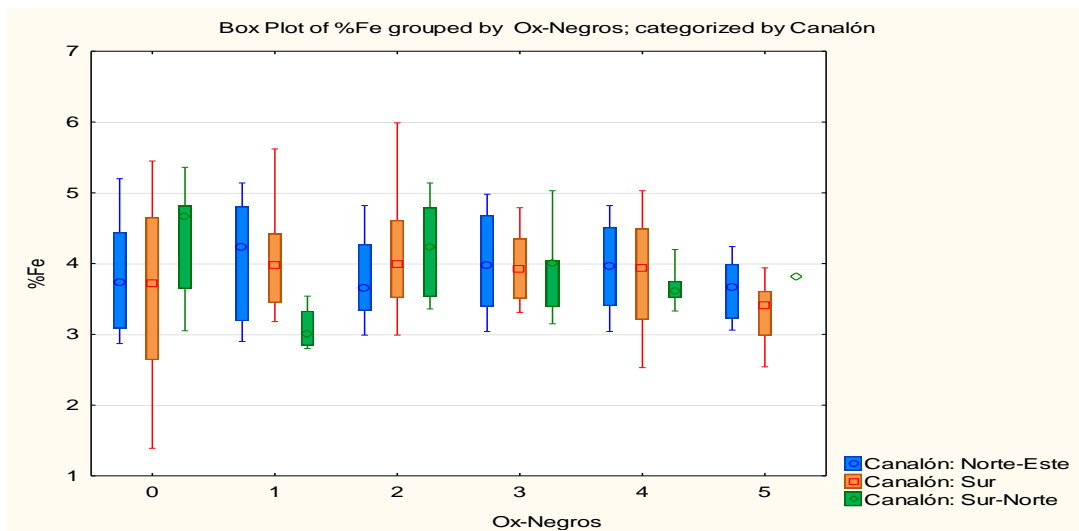


Gráfico 64. Contenido de Hierro agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 65, se observa que el contenido de Fe es similar para todas las intensidades de óxidos negros al separar el análisis para la grava. En la roca, se observa un comportamiento levemente decreciente en el contenido de Fe al aumentar la intensidad de óxidos negros.

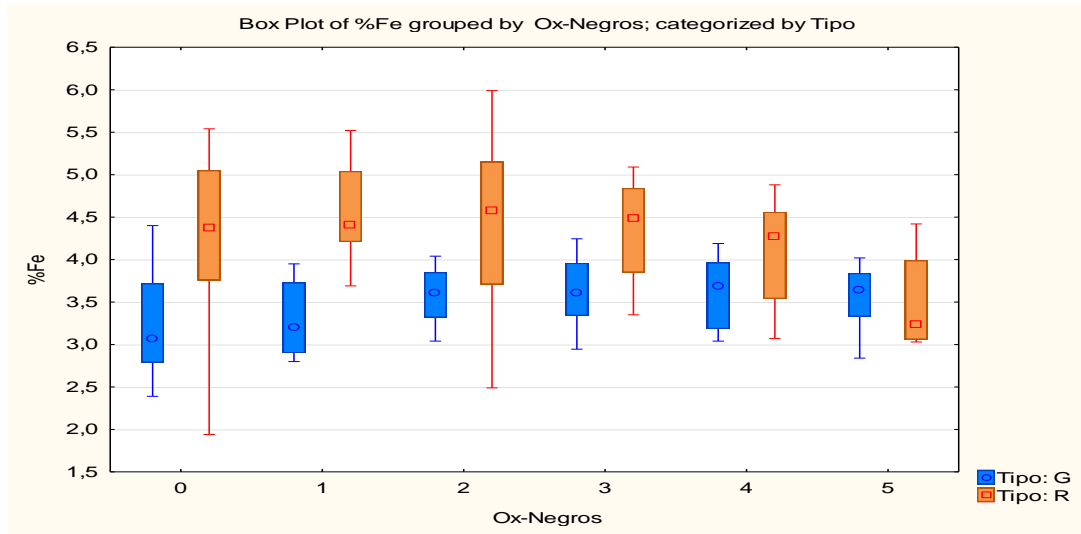


Figura 65. Contenido de Hierro agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Fe vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 66, no se observa una relación entre la intensidad de carbonatos y el contenido de Fe.

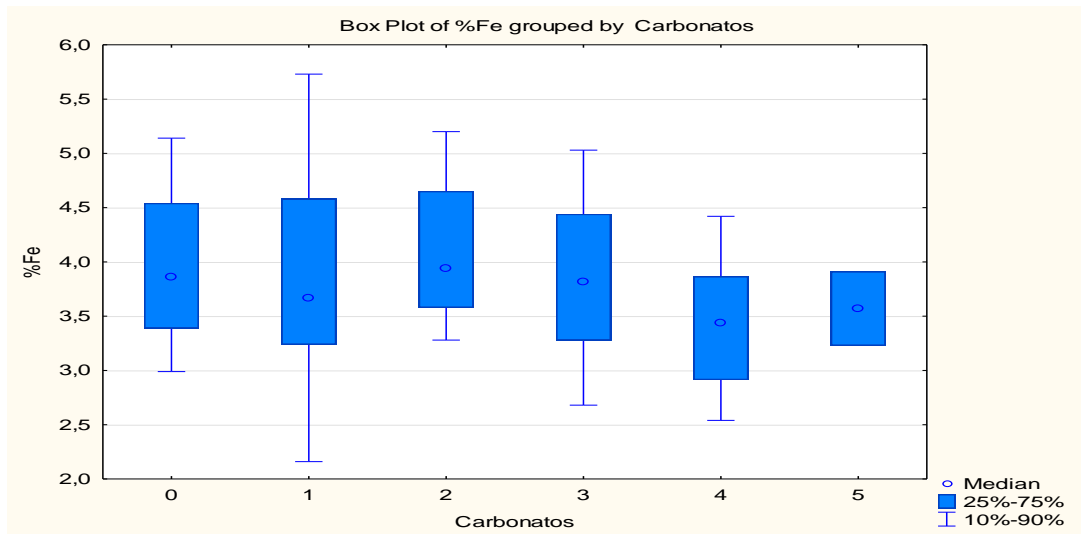


Figura 66. Contenido de Hierro agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra.

Al observar la figura 67, no se aprecia una relación entre el contenido de Fe y la intensidad de carbonatos al separar el análisis por canalón.

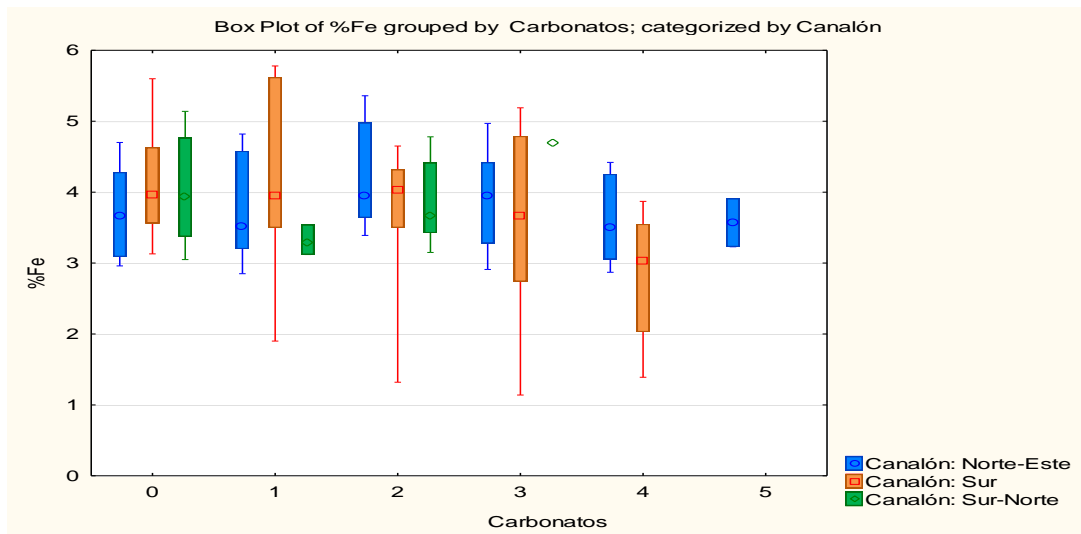


Figura 67. Contenido de Hierro agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 68, no se observa una relación entre la intensidad de carbonatos y el contenido de Fe al separar el análisis en grava y roca. Se puede notar que en la grava el comportamiento del contenido de Fe es similar al comparar las intensidades de carbonatos entre sí.

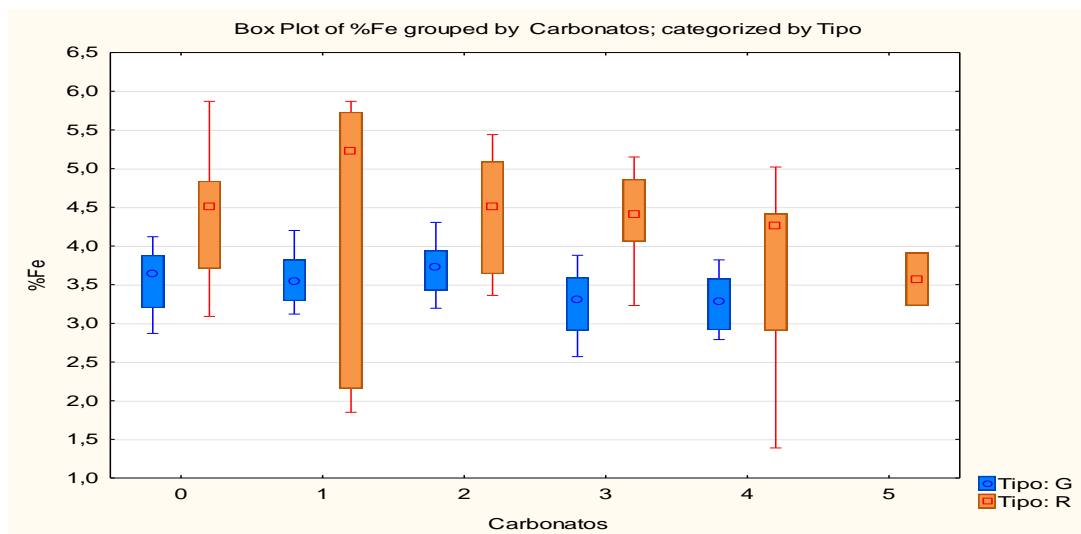


Figura 68. Contenido de Hierro agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

Contenido de Manganeso

- Porcentaje de Mn vs Tipo de Roca

Se observa, a partir de la figura 69, que existe un mayor contenido de Mn en la grava respecto a la roca. Además, la grava posee una mayor variabilidad en el contenido de Mn, alcanzando valores extremos de hasta 0,9% aprox.

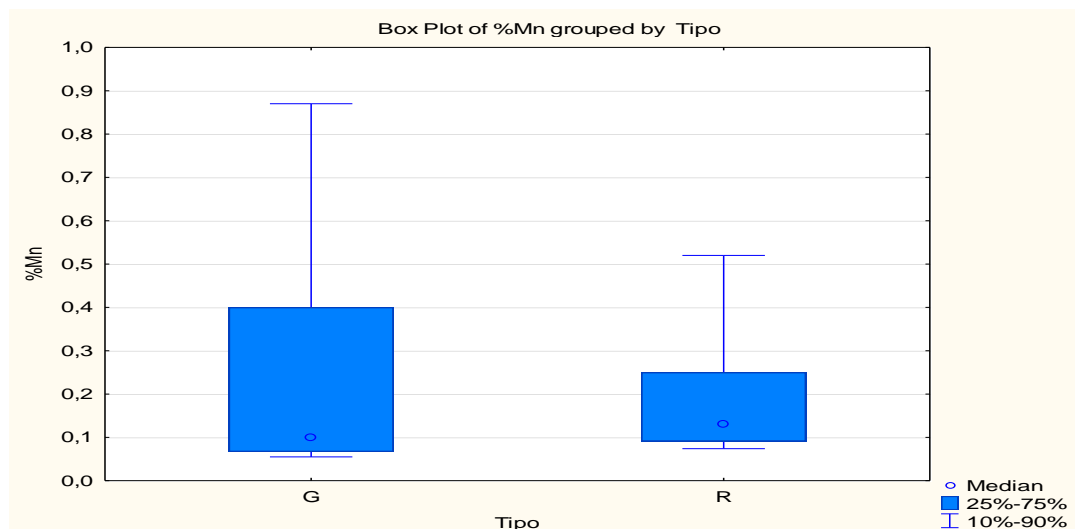


Figura 69. Contenido de Manganeso agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra.

Al analizar la figura 70, se observa que la roca posee contenidos similares de Mn en cada canalón; en cambio, el contenido de Mn en la grava varía sustancialmente de un canalón a otro. Es importante notar que la concentración de Mn en el canalón Norte-Este es muy similar en la grava y en la roca.

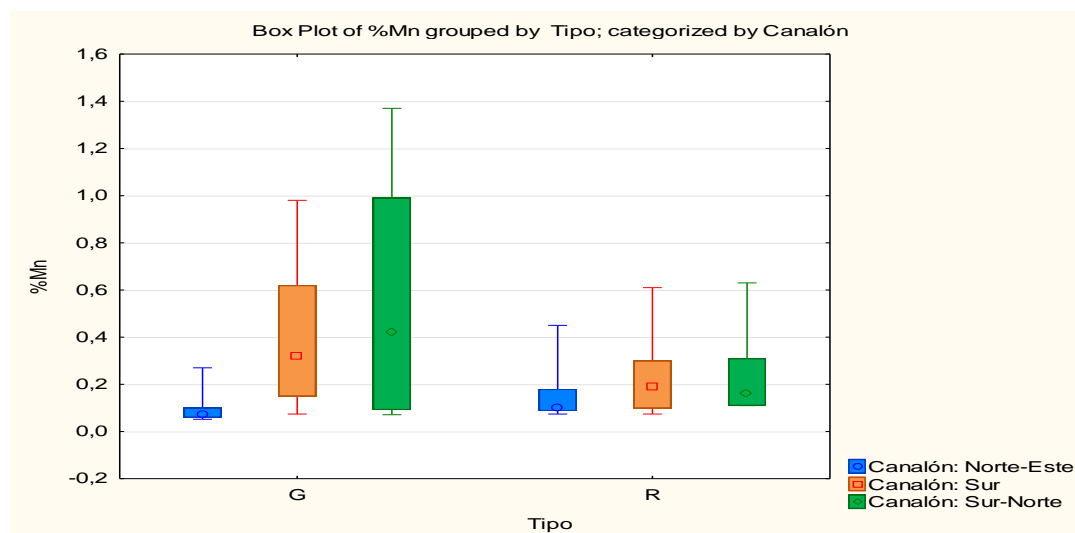


Figura 70. Contenido de Manganeso agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mn vs Litología

Con base en la figura 71, se observa que el contenido de Mn en las diferentes litologías analizadas no sigue una tendencia aparente. La Monzodiorita es la litología que posee la menor variabilidad y, además, es la que posee una de las menores concentraciones de este elemento. Es importante notar que la variabilidad superior en el percentil 10%-90% es muy elevada para la mayoría de las litologías.

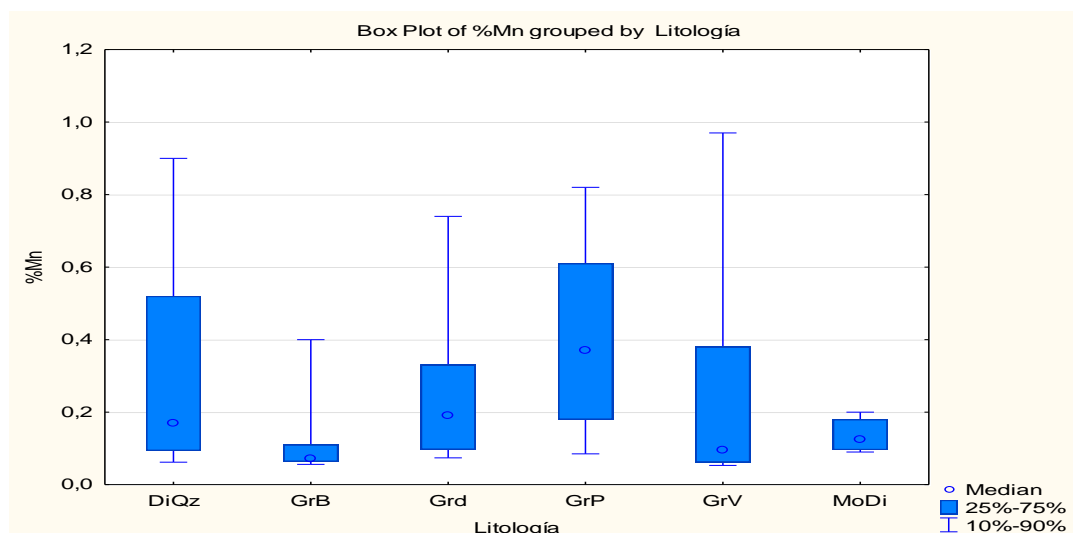


Figura 71. Contenido de Manganeso agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al analizar la figura 72, se observa que el comportamiento del contenido de Mn no sigue una tendencia al separar el análisis en los tres canales. El canalón Norte-Este muestra un contenido relativamente homogéneo en todas sus litologías, salvo en la Monzodiorita. Es importante notar que la variabilidad observada para cada litología no es producto de un canalón en particular, sino de todos.

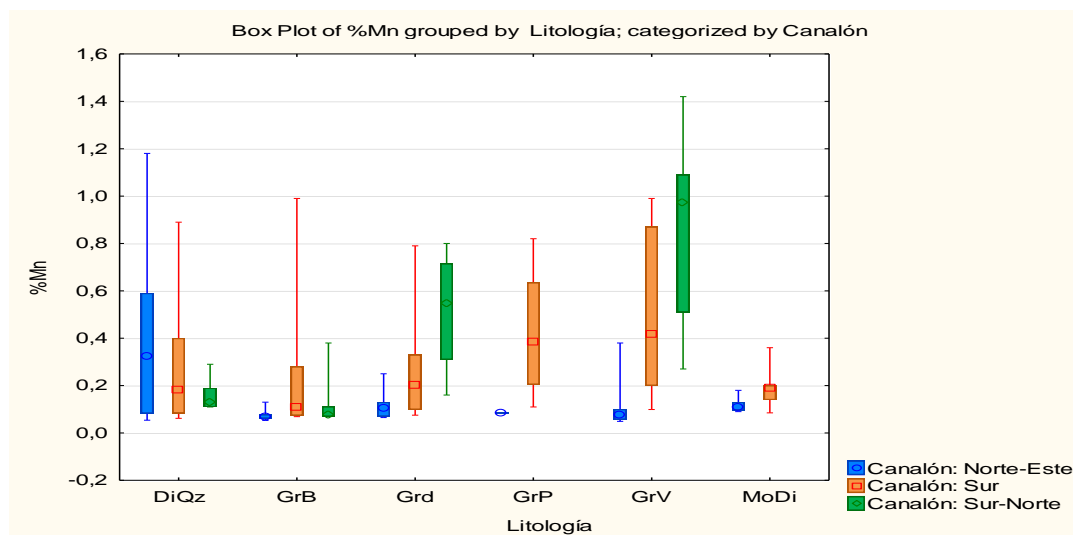


Figura 72. Contenido de Manganeso agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mn vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 73, se observa que las zonas de alteración no poseen grandes diferencias en sus contenidos de Mn. Si bien la zona clorita-epidota es aquella que posee los menores valores de este elemento en el percentil 25%-75%, también es la que posee los mayores valores extremos.

Cabe mencionar que la zona argílica y la zona sin alteración son las que poseen los mayores valores de Mn dentro del percentil 25%-75%.

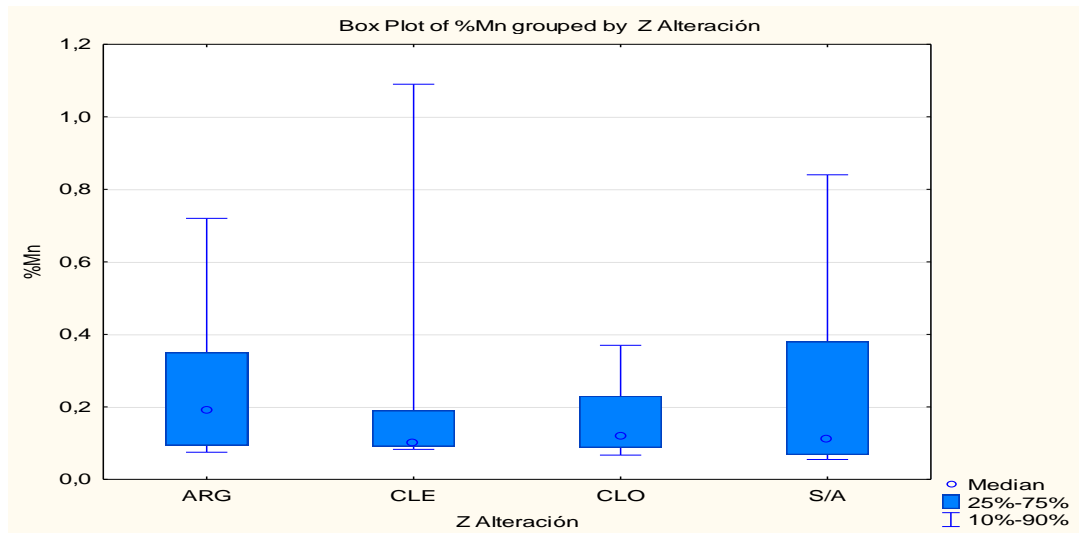


Figura 73. Contenido de Manganeso agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 74, se observa que, en general, el comportamiento del contenido de Mn en los canales es relativamente homogéneo; sin embargo, existe una diferencia importante en la zona de clorita-epidota. En esta zona, se observa una gran diferencia en el contenido de Mn en el canalón Sur con respecto a los otros dos. Cabe mencionar que el canalón Norte-Este es aquel que posee el menor contenido de Mn entre los tres canales y además es el que posee la menor variabilidad interna.

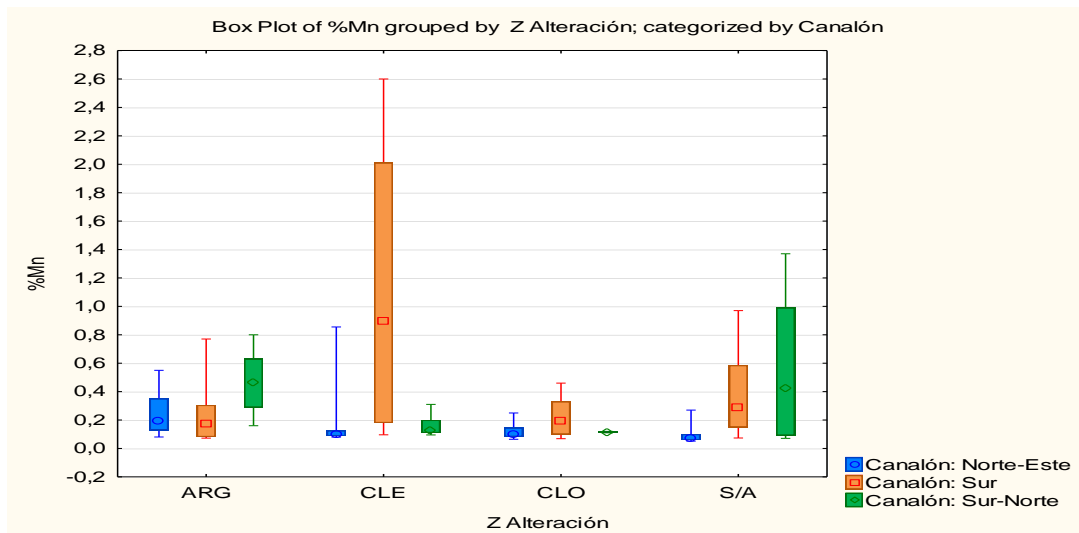


Figura 74. Contenido de Manganeso agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

- Porcentaje de Mn vs Subzona Exótico

Con base en la figura 75, se observa que el contenido de Mn se concentra principalmente en la zona de Óxidos Negros; seguido por la zona de Óxidos Verdes.

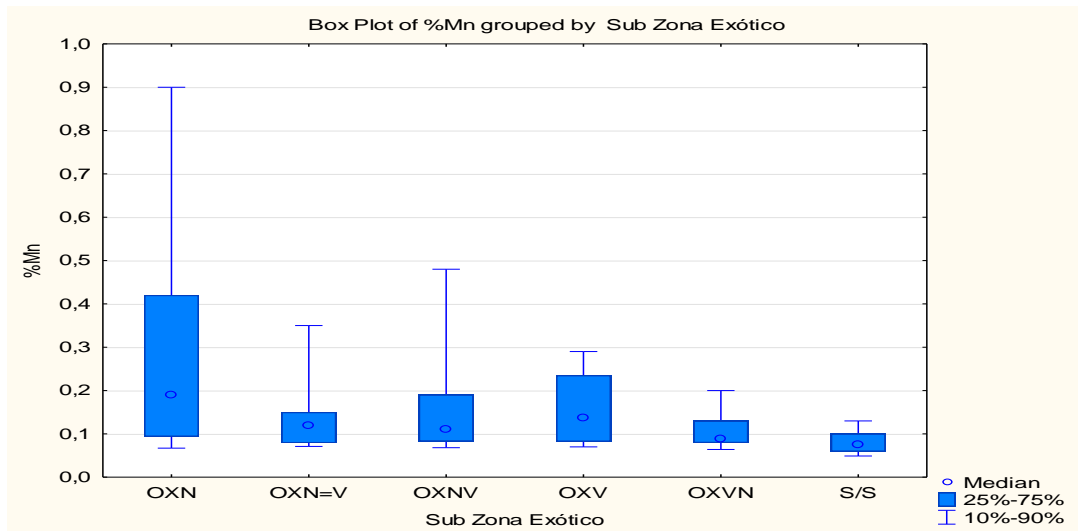


Figura 75. Contenido de Manganeso agrupado según las subzonas de la zona exótica.

Al observar la figura 76, se aprecia que el canalón Norte-Este es el que posee los menores contenidos de Mn; además, los canalones poseen contenidos similares de Mn entre sí. Es importante notar que la zona de Óxidos Negros posee grandes diferencias entre los canalones, el contenido de Mn aumenta desde el canalón Norte-Este al Sur y vuelve a aumentar en el canalón Sur-Norte.

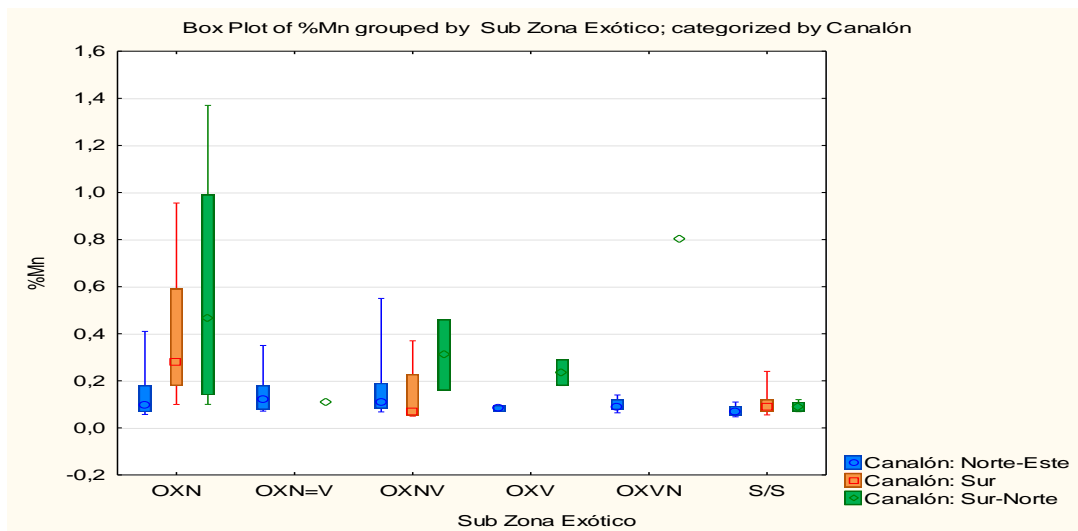


Figura 76. Contenido de Manganeso agrupado según las subzonas del exótico y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

A partir de la figura 77, se observa que existe gran variabilidad en el contenido de Mn en la mayoría de las zonas. La zona de Óxidos Negros, al analizar las muestras en grava por separado, se aprecia que el mayor contenido de Mn se encuentra en este tipo de roca.

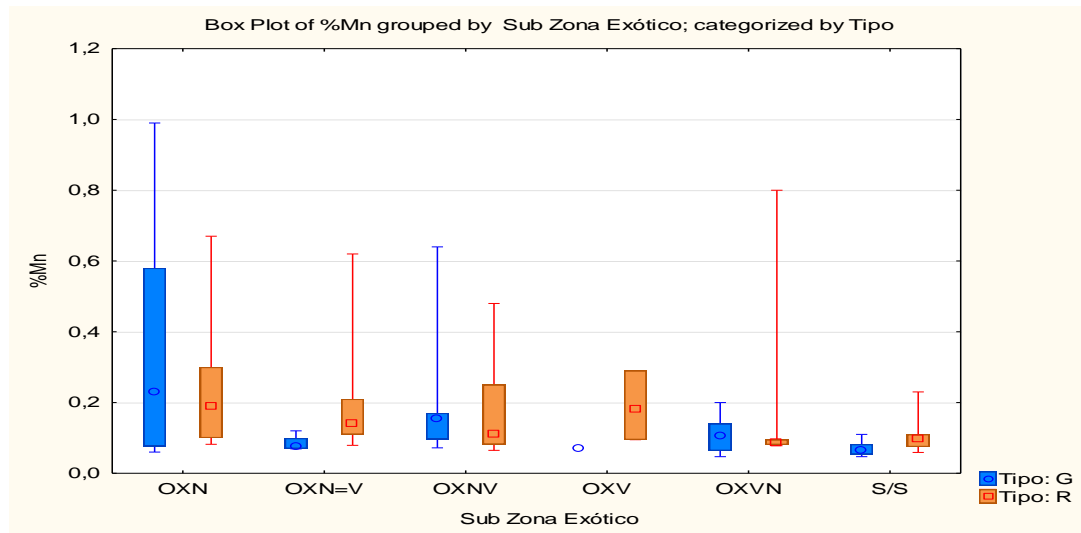


Figura 77. Contenido de Manganeso agrupado según las subzonas en el exótico y categorizado respecto al tipo de roca que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Mn vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 78, se observa una relación decreciente en el contenido de Mn al aumentar la intensidad de carbonatos; sin embargo, en la intensidad 5 vuelve a aumentar el contenido, comportamiento probablemente asociado a un efecto local.

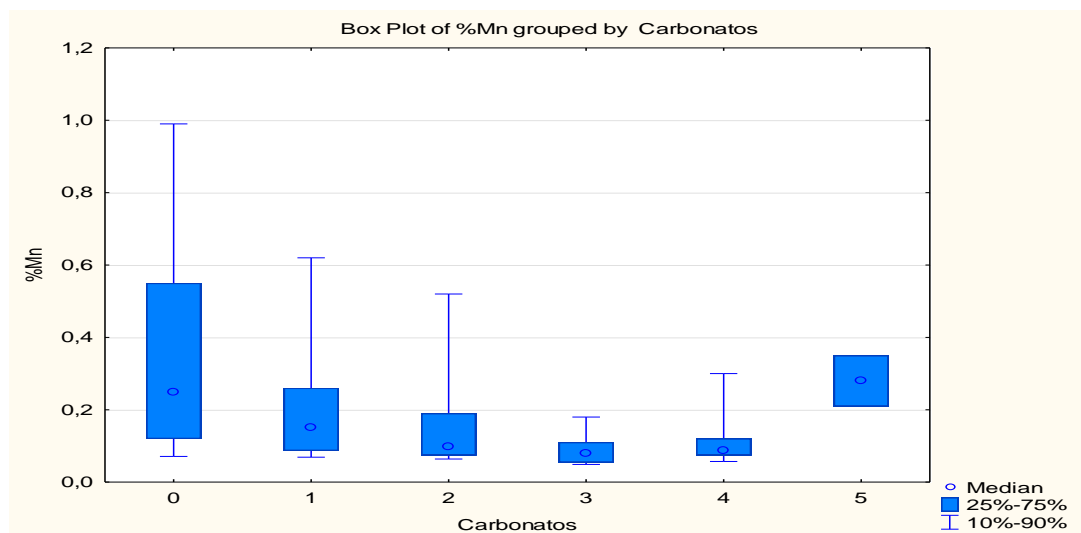


Figura 78. Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de carbonatos que posee la muestra.

Al observar la figura 79, no se aprecia una relación entre el contenido de Mn y la intensidad de carbonatos al separar el análisis por canalón.

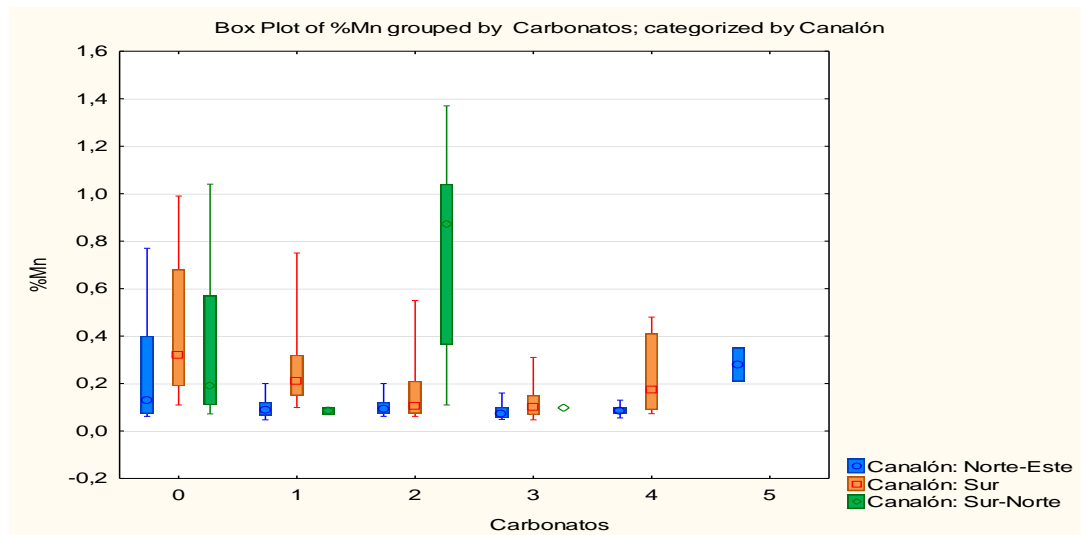


Figura 79. Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 80, se observa una relación similar a la que se aprecia en el caso general. Es importante mencionar que el comportamiento decreciente se observa tanto en la grava como en la roca, al analizar ambos por separado.

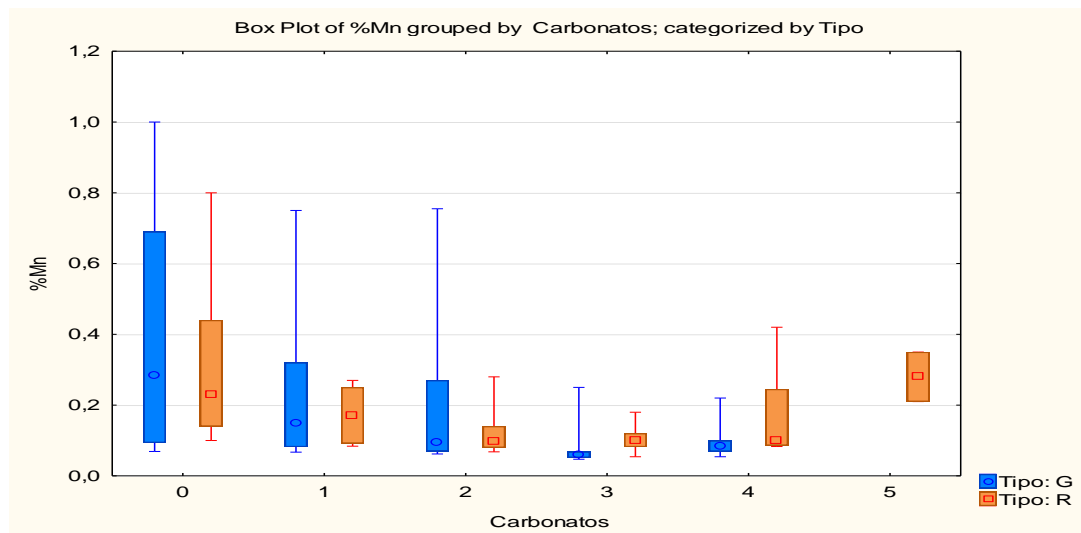


Figura 80. Contenido de Manganeso agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

Contenido de Cobre

- Porcentaje de Cu vs Canalón

Al analizar la figura 81, se observa que cada canalón posee contenidos muy diferentes de Cu. De menor a mayor contenido de Cu: Sur-Norte, Norte-Este y Sur.

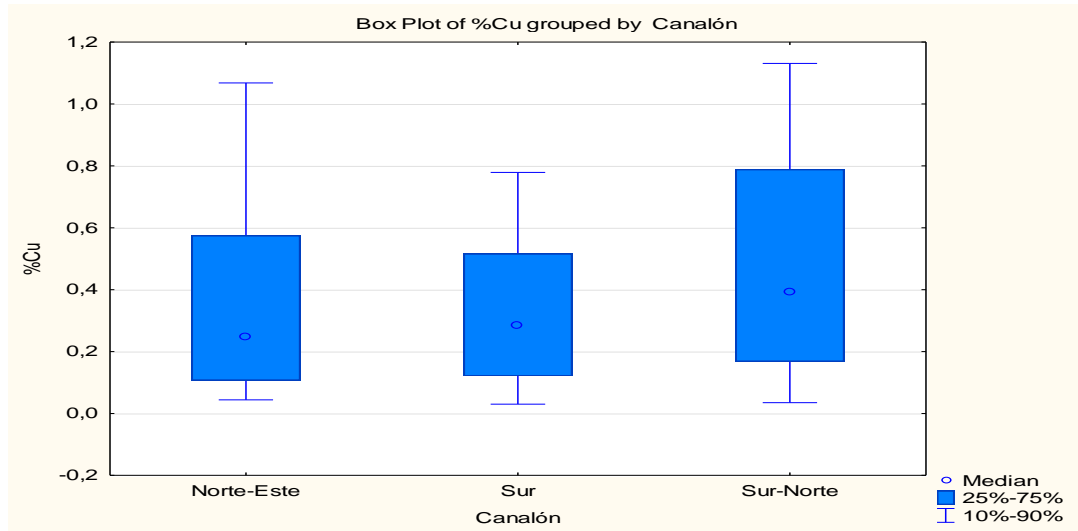


Figura 81. Contenido de Cobre agrupado según el canalón al que pertenezca la muestra.

A partir de la figura 82, se observa que los tres canales poseen comportamientos diferentes al analizar la grava y la roca de forma separada. El canalón Norte-Este tiene un mayor contenido de Cu en la roca respecto de la grava, el canalón Sur tiene un comportamiento similar en el contenido de Cu en grava y roca, y finalmente, el canalón Sur-Norte tiene un comportamiento opuesto al del canalón Norte-Este.

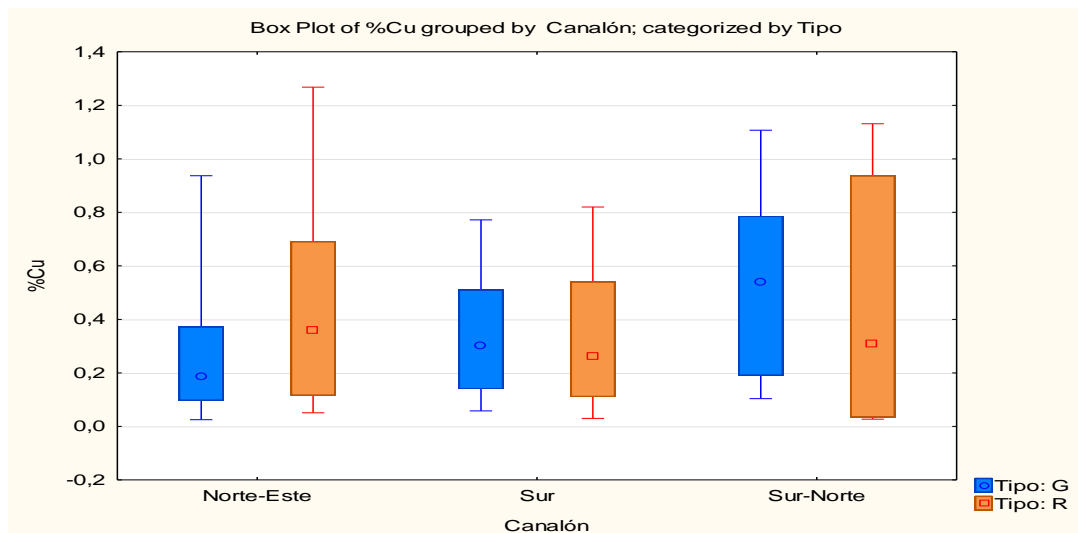


Figura 82. Contenido de Cobre agrupado según canalón y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Cu vs Tipo de Roca

Se observa, a partir de la figura 83, que existe un contenido de Cu levemente mayor en la roca respecto a la grava. Además, la roca posee una mayor variabilidad en el contenido de Cu, alcanzando valores extremos de hasta 1% aprox.

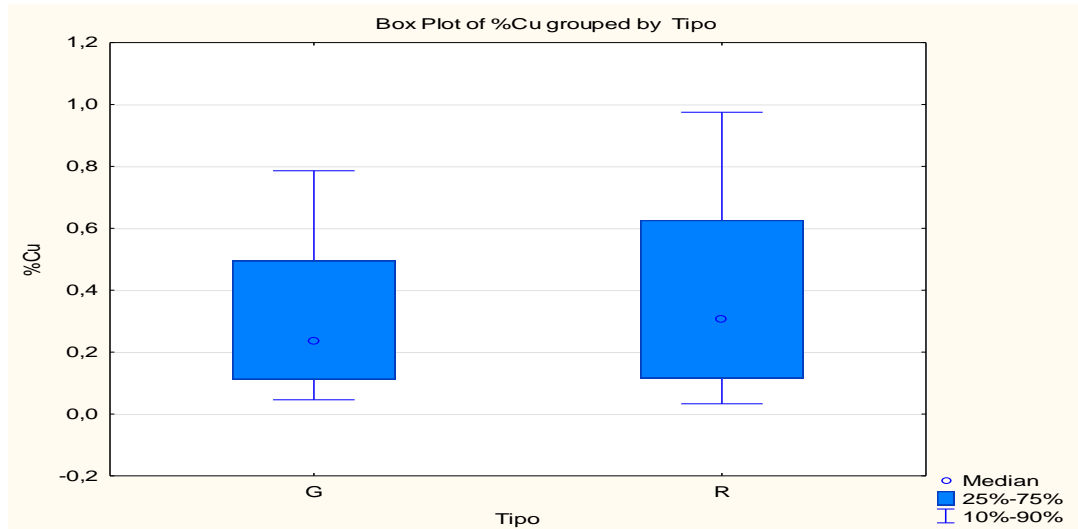


Figura 83. Contenido de Cobre agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra.

Al analizar la figura 84, se observa que en la grava existe una relación creciente en el contenido de Cu desde el canalón Norte-Este, Sur y luego Sur-Norte. En la roca, se invierte el orden para el canalón Norte-Este y Sur.

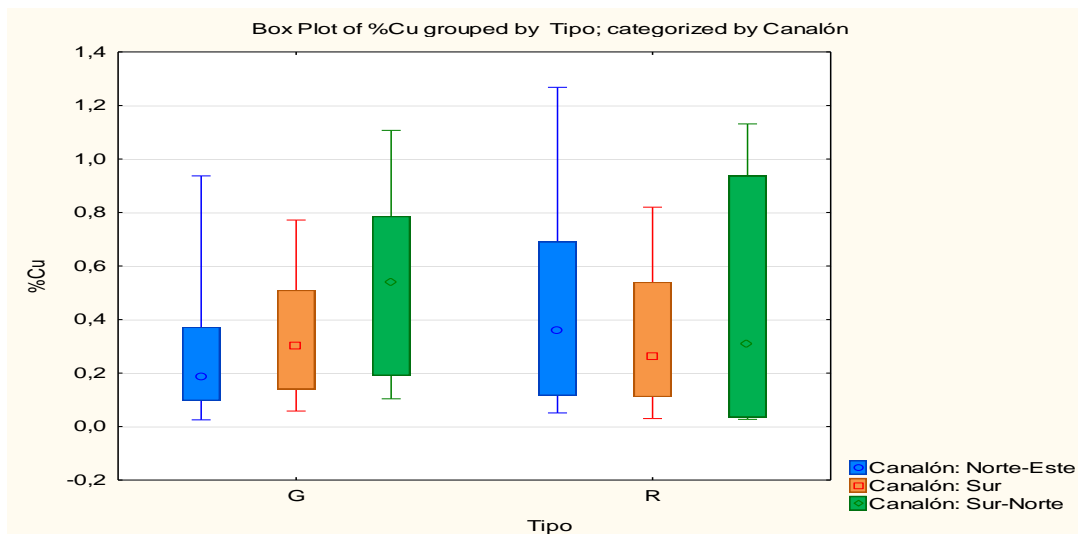


Figura 84. Contenido de Cobre agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Cu vs Litología

Con base en la figura 85, se observa que el contenido de Cu se concentra mayormente en la Diorita de Cuarzo y en la Granodiorita, seguido por la Grava Verde.

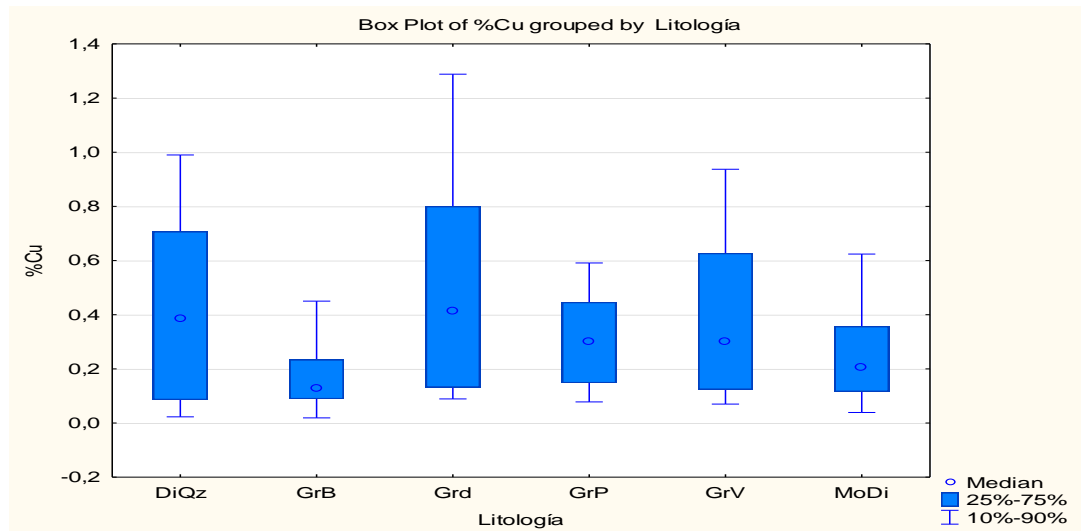


Figura 85. Contenido de Cobre agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al analizar la figura 86, se observa que el comportamiento del contenido de Cu se mantiene relativamente constante en las litologías con bajo contenido de este elemento. En las litologías con mayores concentraciones de Cu, se observan diferentes comportamientos. En las litologías intrusivas, se encuentran contenidos de Cobre similares entre ellas, pero con una tendencia creciente desde el canalón Sur, luego al canalón Sur-Norte y finalmente al canalón Norte-Este. En cambio, en la Grava Verde, se observa un claro comportamiento creciente desde el canalón Norte-Este, luego al canalón Sur y finalmente al canalón Sur-Norte.

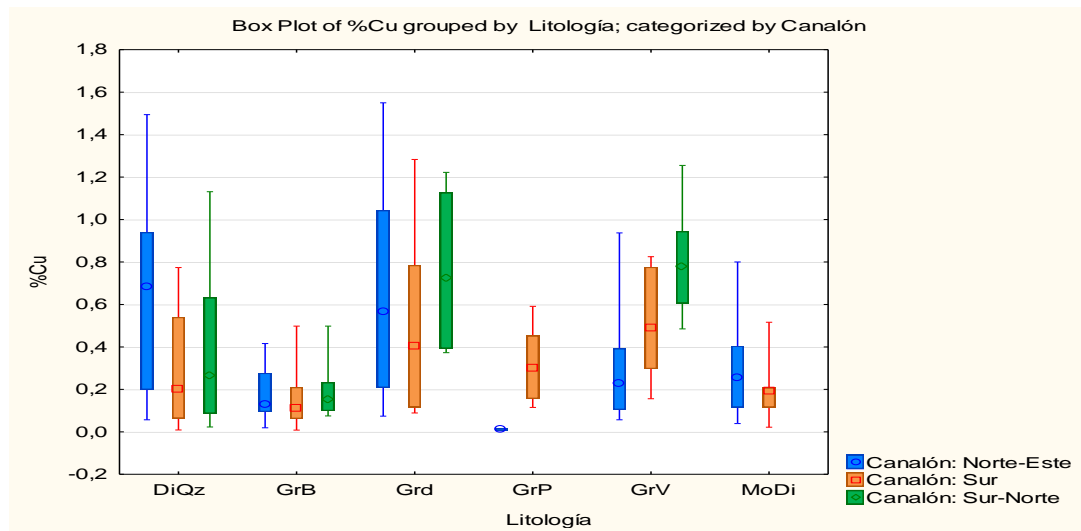


Figura 86. Contenido de Cobre agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Cu vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 87, se observa que la zona clorita-epidota, clorítica y sin alteración no muestran diferencias importantes en sus contenidos de Cu. La zona argílica es la que posee los mayores contenidos de cobre.

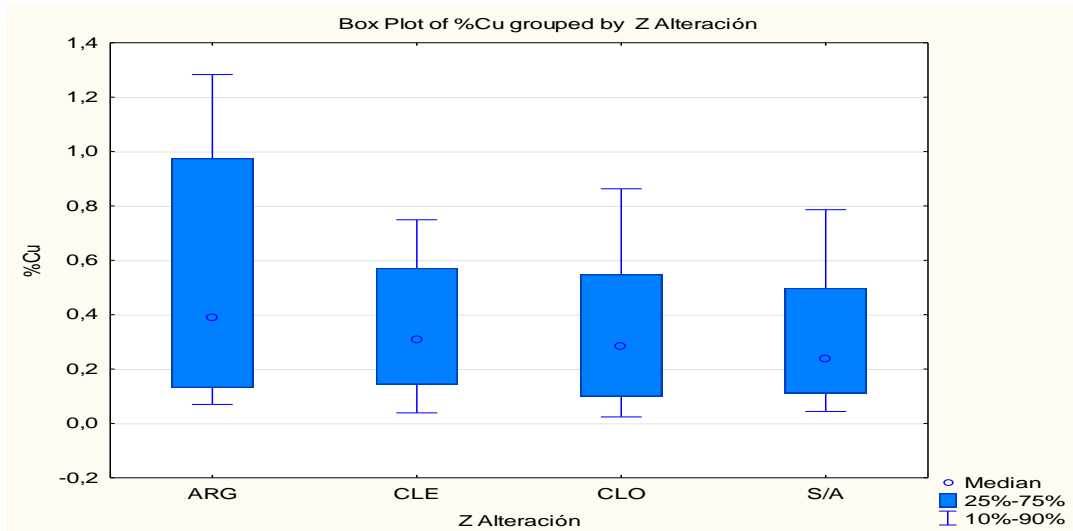


Figura 87. Contenido de Cobre agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 88, se observa que los canales de comportan distintos entre sí en cada zona mineral respecto al contenido de Cu. En la zona argílica, el canalón Norte-Este y el canalón Sur-Norte poseen contenidos similares de Cu y el canalón Sur es el de menor contenido. En la zona clorita-epidota, el canalón Sur es el que posee el mayor contenido de Cu, seguido por el canalón Norte-Este. En la zona de la clorita, el canalón Norte-Este es el de mayor contenido, seguido por el Sur. En la zona sin alteración, el comportamiento es opuesto al de la zona de la clorita.

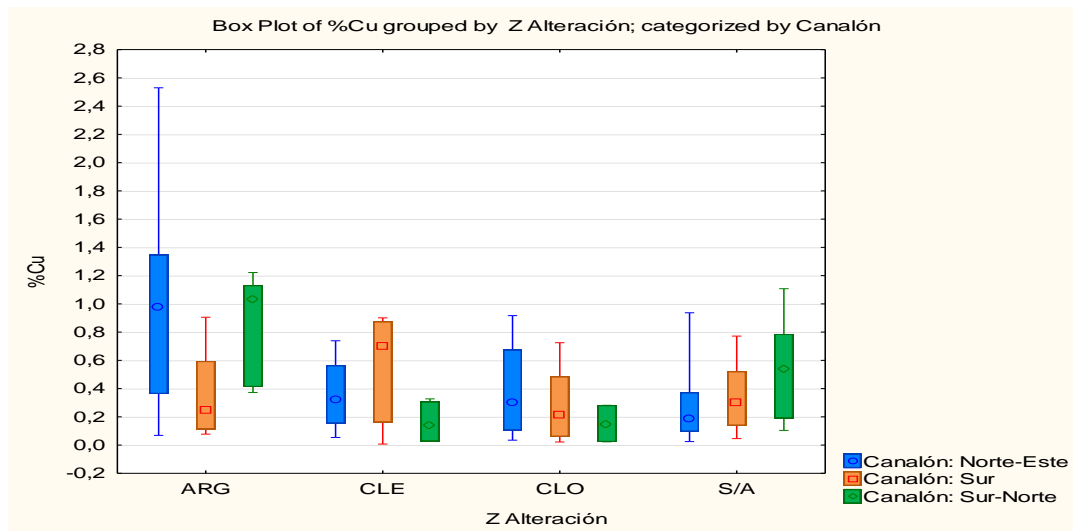


Figura 88. Contenido de Cobre agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

- Porcentaje de Cu vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 89, se observa una tendencia decreciente en el contenido de Cu al aumentar la intensidad de carbonatos; sin embargo, en la intensidad 5 vuelve a aumentar el contenido, comportamiento probablemente asociado a un efecto local.

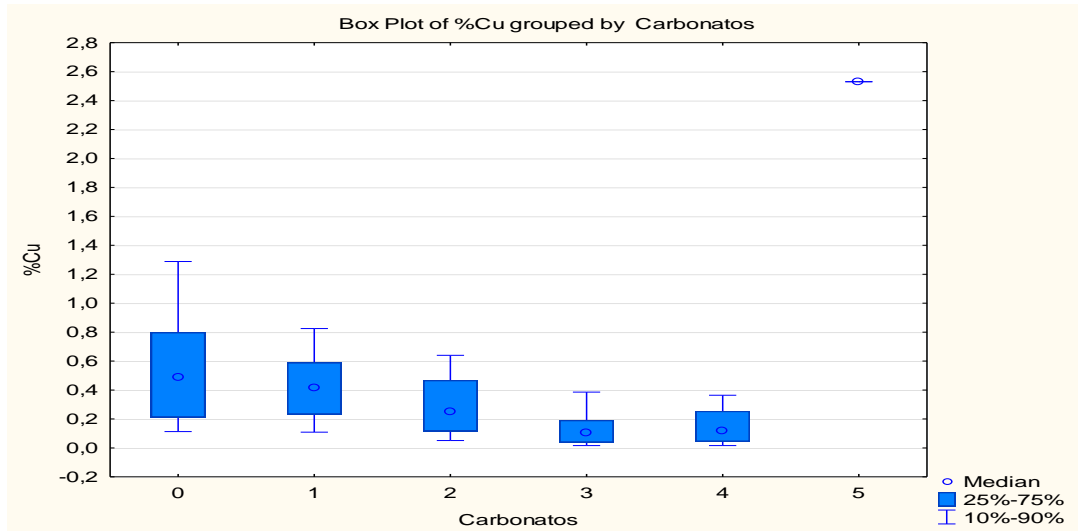


Figura 89. Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de carbonatos que posee la muestra.

Al observar la figura 90, no se aprecia una relación entre el contenido de Cu y la intensidad de carbonatos al separar el análisis por canalón.

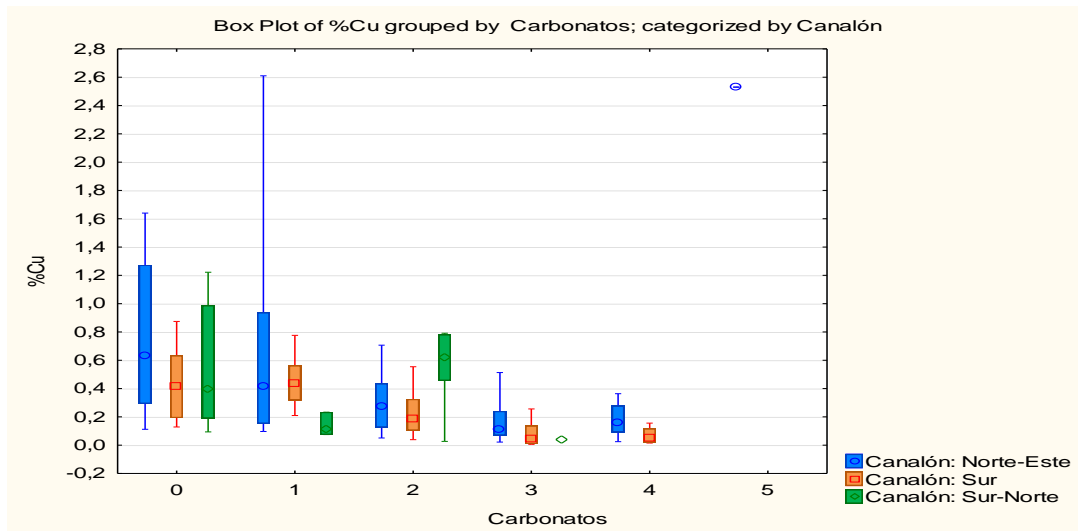


Figura 90. Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 91, se observa que la relación encontrada en el caso general no se reproduce al separar el análisis por tipo de roca.

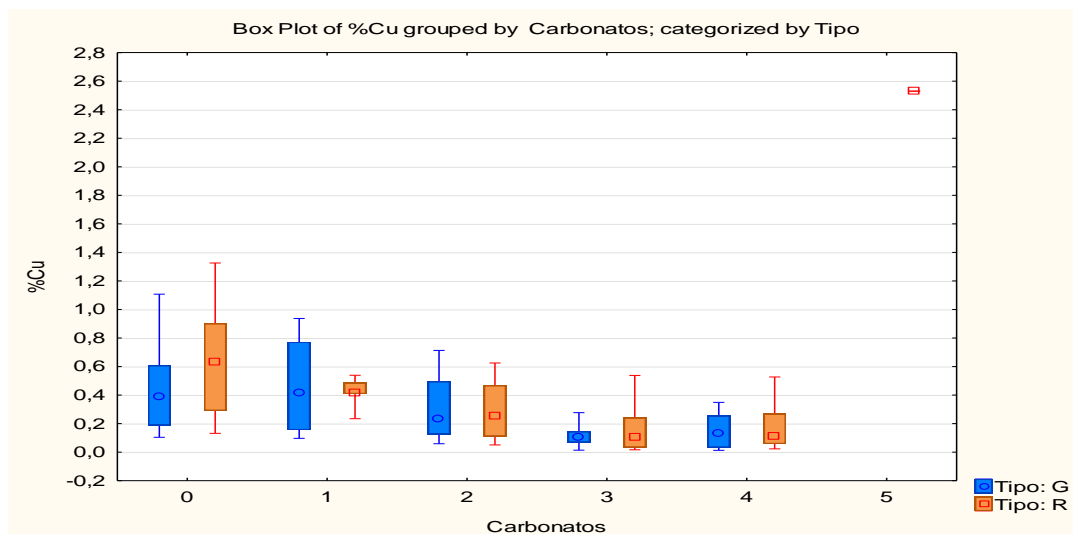


Figura 91. Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

Al observar la figura 92, se aprecia la misma relación encontrada en el caso general, al analizar la zona exótica. La zona estéril posee concentraciones de Cu similares en todas las intensidades de carbonatos, permitiendo reafirmar la concentración de este elemento en la zona exótica.

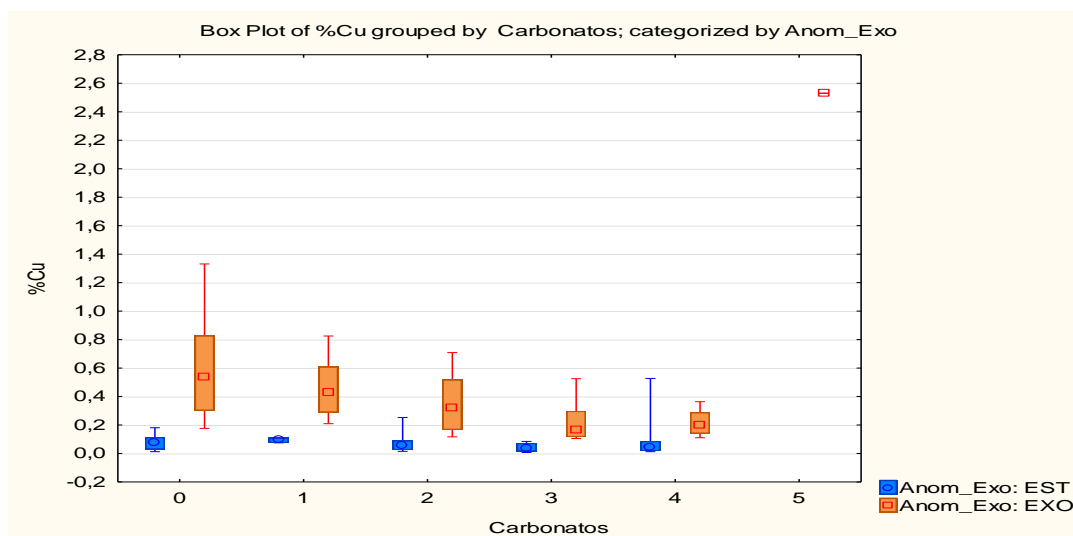


Figura 92. Contenido de Cobre agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto a la zona mineral que pertenecen las muestras.

Contenido de Cobre Soluble (0,5H)

- Porcentaje de Cobre Soluble (0,5H) vs Litología

Con base en la figura 93, se observa que el contenido de Cu Soluble se concentra mayormente en la Diorita de Cuarzo y en la Granodiorita, seguido por la Grava Verde.

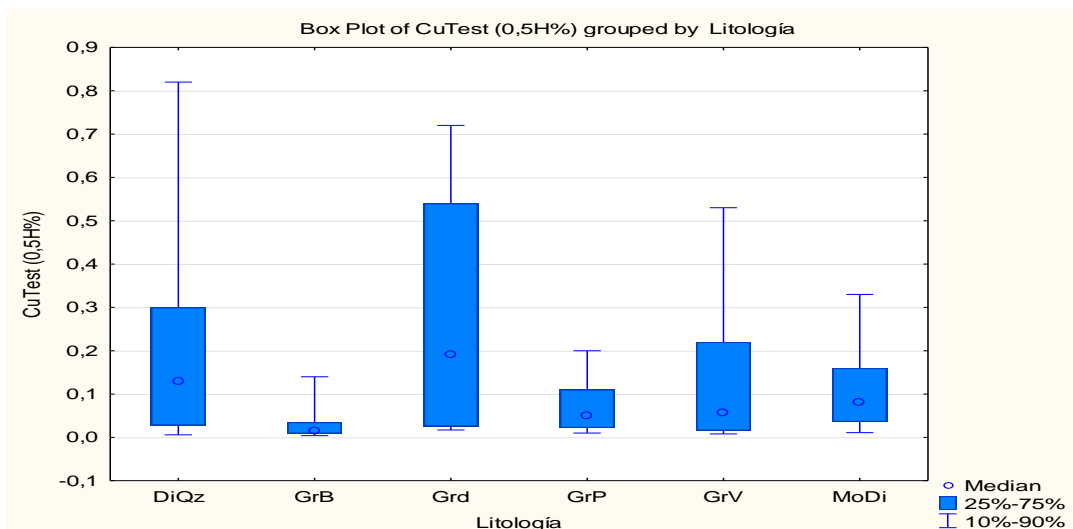


Figura 93. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según canalón y categorizado respecto a la zona mineral que pertenecen las muestras.

Al analizar la figura 94, se observa que el comportamiento del contenido de Cu Soluble se mantiene relativamente constante en las litologías con bajo contenido de este elemento. En las litologías con mayores concentraciones de Cu Soluble, se observan diferentes comportamientos. En las litologías intrusivas, se encuentran contenidos de Cobre Soluble similares entre ellas, pero con una tendencia creciente desde el canalón Sur, luego al canalón Sur-Norte y finalmente al canalón Norte-Este. En cambio, en la Grava Verde, se observa un claro comportamiento creciente desde el canalón Norte-Este, luego al canalón Sur y finalmente al canalón Sur-Norte.

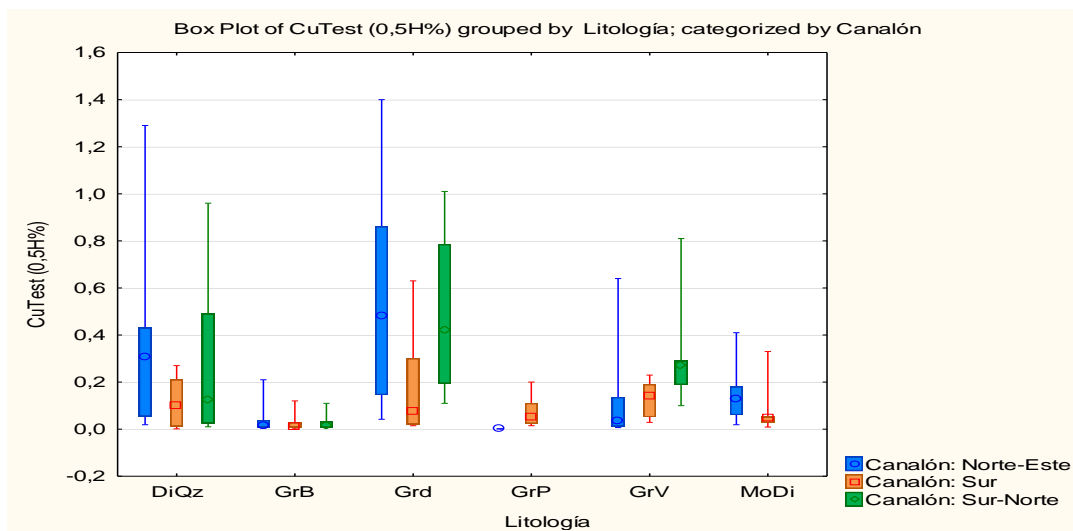


Figura 94. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Cu Soluble (0,5H) vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 95, se observa que la zona argílica, clorita-epidota y clorítica no muestran diferencias importantes en sus contenidos de Cu Soluble. La zona sin alteración es la que posee los menores contenidos de Cobre Soluble.

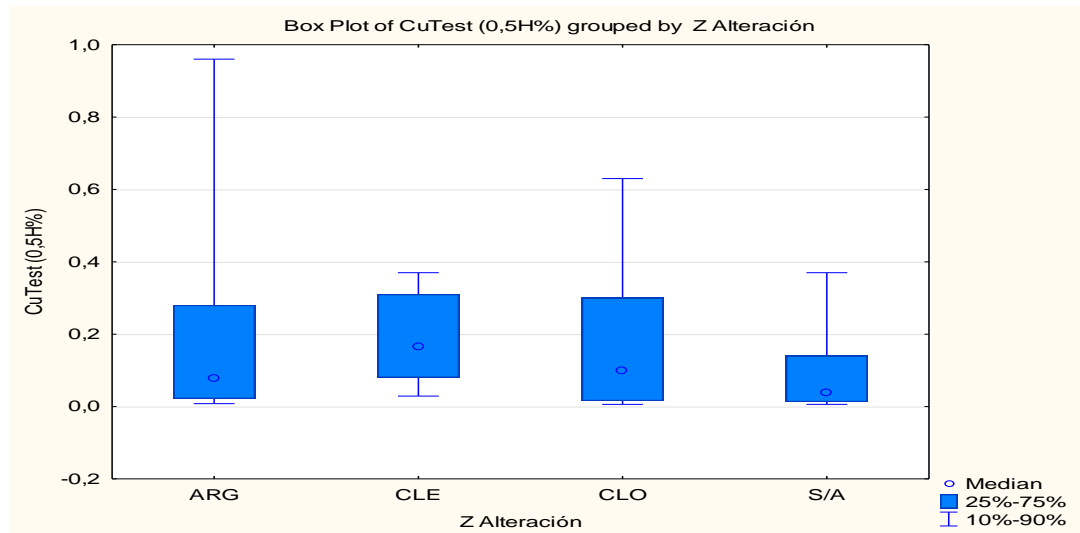


Figura 95. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 96 se observa que los canales de comportan distintos entre sí en cada zona mineral respecto al contenido de Cu Soluble. En la zona argílica, el canalón Norte-Este y el canalón Sur-Norte poseen contenidos similares de Cu Soluble y el canalón Sur es el de menor contenido. En la zona clorita-epidota, el canalón Norte-Este es el que posee el mayor contenido de Cu Soluble, seguido por el canalón Sur, al igual que en la zona de la clorita. En la zona sin alteración, el comportamiento es opuesto al de las dos zonas anteriores.

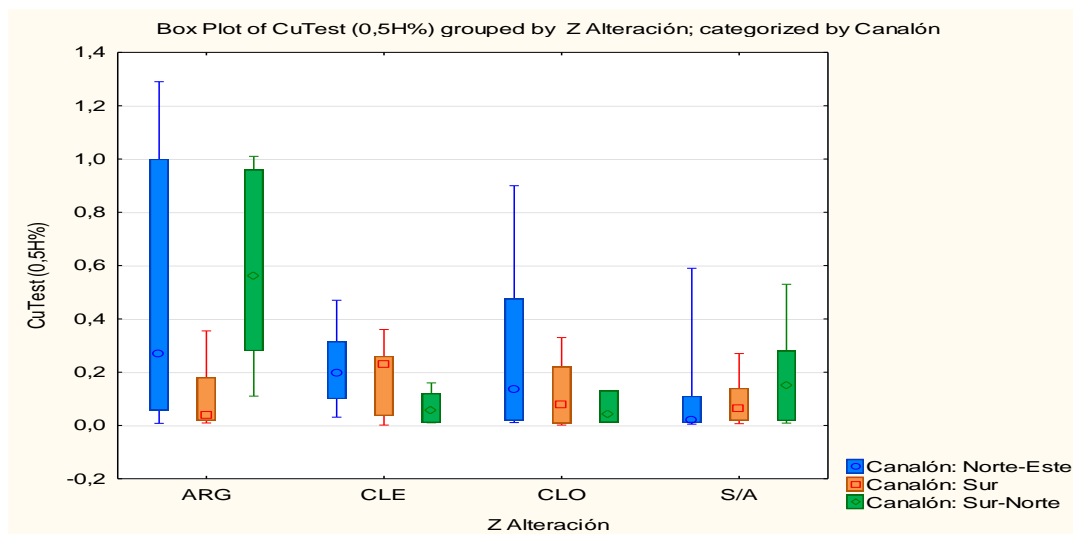


Figura 96. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Porcentaje de Cu Soluble (0,5H) vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 97, se observa una tendencia decreciente en el contenido de Cu Soluble al aumentar la intensidad de carbonatos; sin embargo, en la intensidad 5 vuelve a aumentar el contenido, comportamiento probablemente asociado a un efecto local.

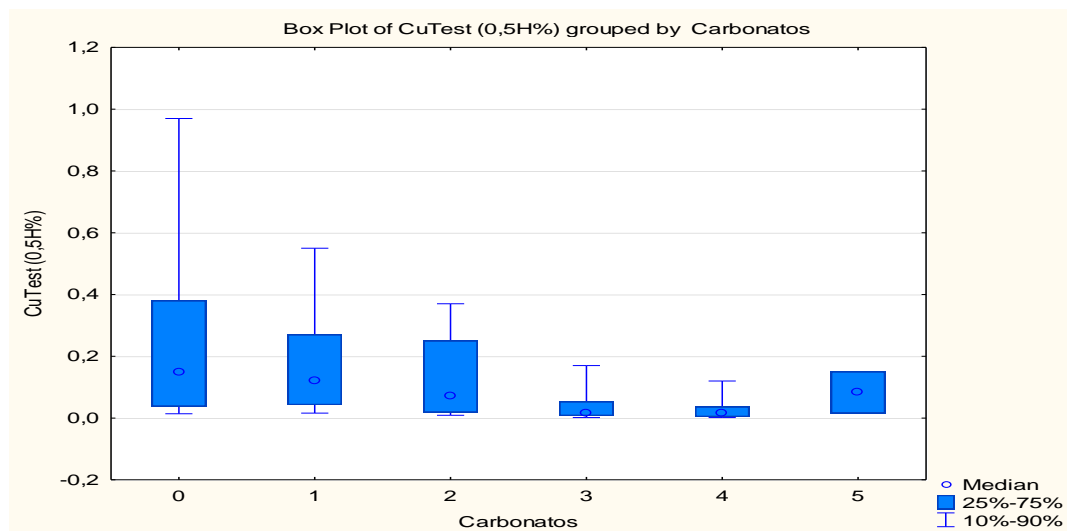


Figura 97. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra.

Al observar la figura 98, se aprecia una relación leve en decreciente en el contenido de Cu Soluble desde el canalón Norte-Este, al Sur-Norte y luego al Sur, al aumentar la intensidad de carbonatos.

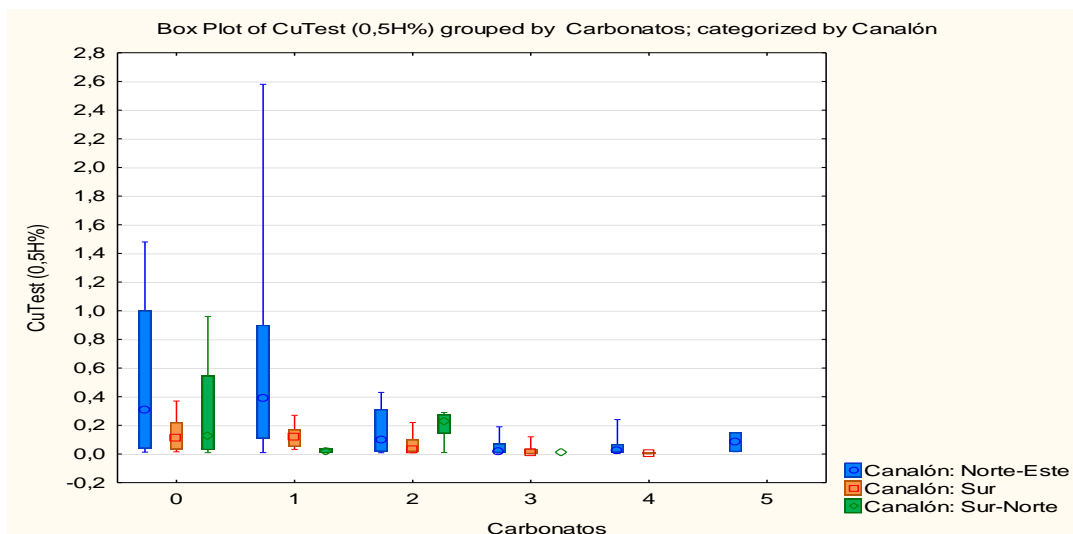


Figura 98. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 99, se observa que la relación encontrada en el caso general no se reproduce al separar el análisis por tipo de roca.

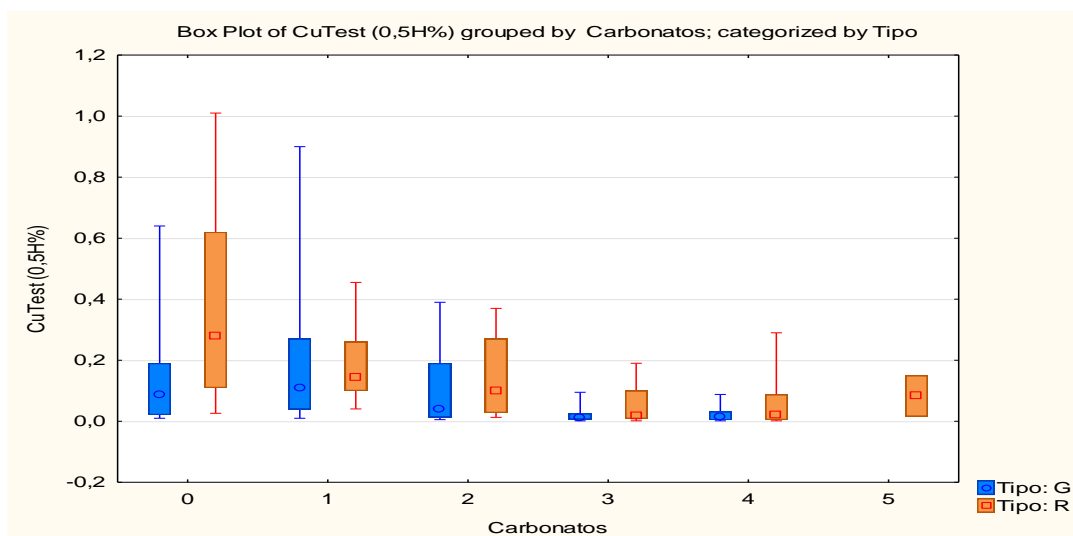


Figura 99. Contenido de Cobre Soluble (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

Consumo de Ácido

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Tipo de Roca

Se observa, a partir de la figura 100, que el consumo de ácido en roca y en grava son similares. La diferencia entre ambas es que en la grava existe una mayor variabilidad en su percentil 25%-75%.

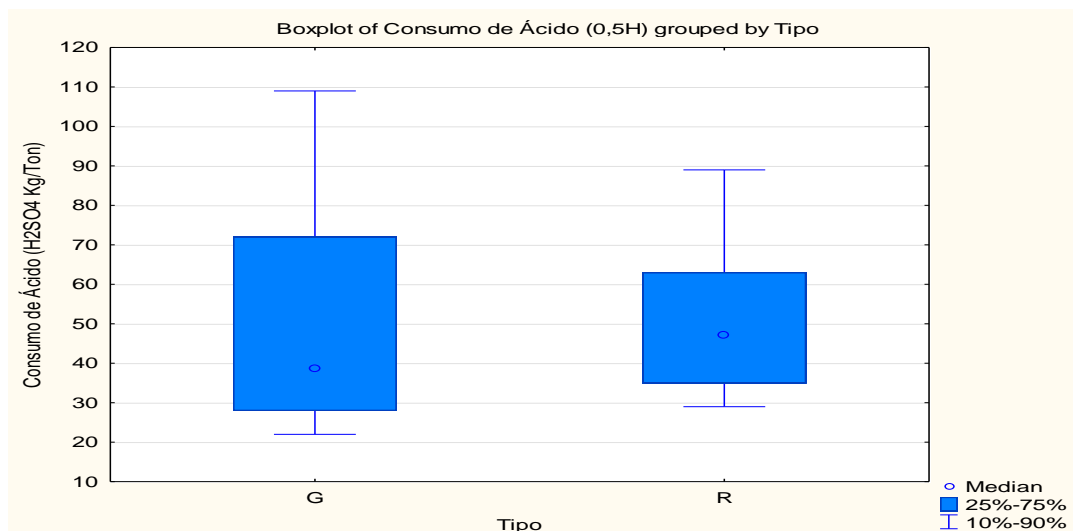


Figura 100. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según el tipo de roca en el que se encuentre la muestra.

Al analizar la figura 101, se observa que, en la grava, el consumo de ácido es similar en los canalones Sur y Sur-Norte; en cambio, el canalón Norte-Este posee consumos muchos mayores que los otros dos. En la roca, el comportamiento del consumo de ácido es diferente al observado en la grava, los consumos de los canalones Norte-Este y Sur-Norte son similares y los del canalón Sur son levemente menores.

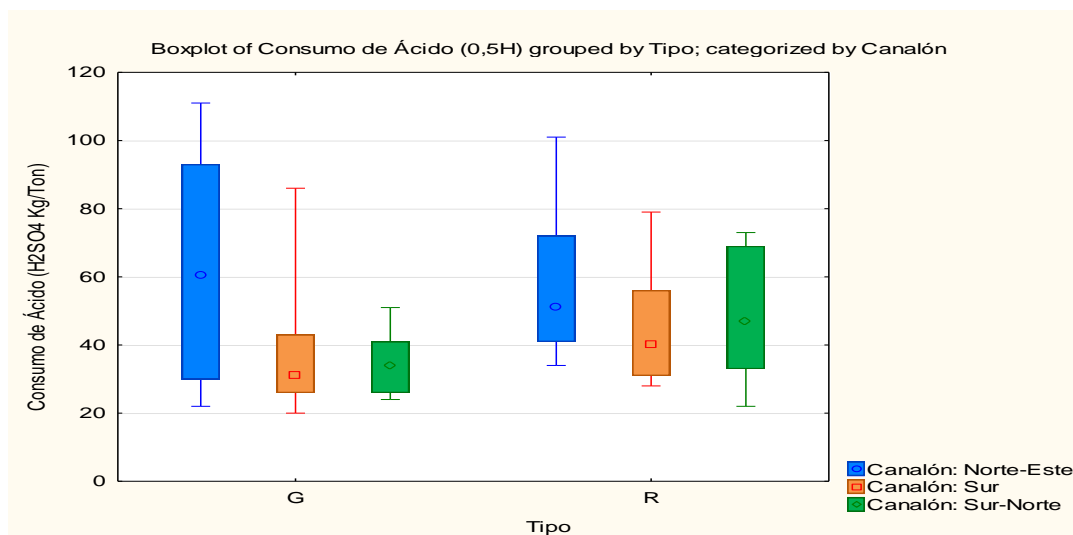


Figura 101. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según tipo de roca y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Litología

Con base en la figura 102, se observa que los mayores consumos de ácido se concentran mayormente en la Grava Verde y en la Monzodiorita.

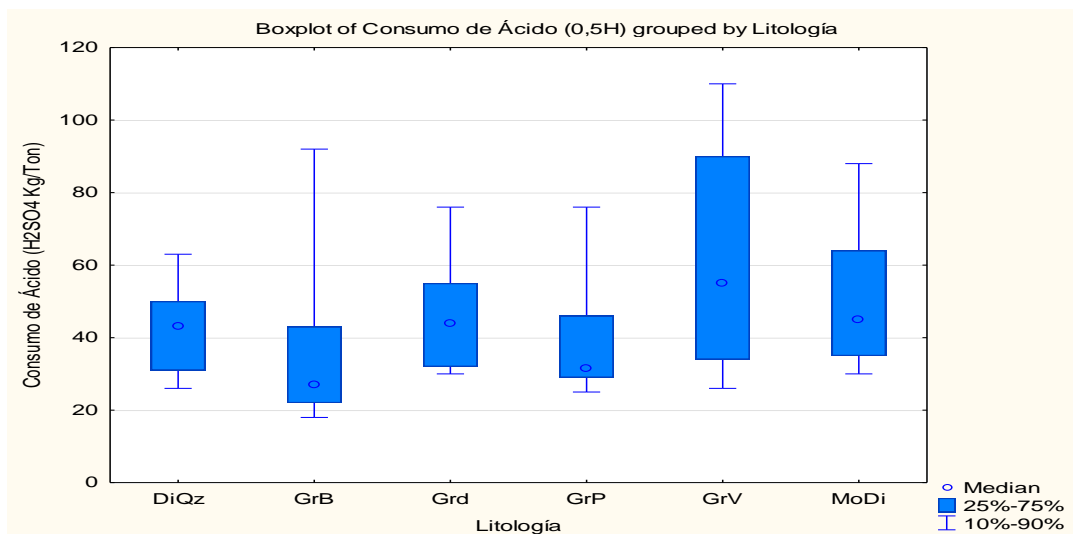


Figura 102. Consumo de ácido (0,5H) agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al analizar la figura 103, se observa que el comportamiento del consumo de ácido no muestra un patrón al separar el análisis por canalón. En general, el canalón Norte-Este posee los consumos de ácido más altos de los tres canales, siendo el principal responsable del alto consumo de la Grava Verde. Es importante notar que los altos consumos de ácido de la Monzodiorita se encuentran en el canalón Sur.

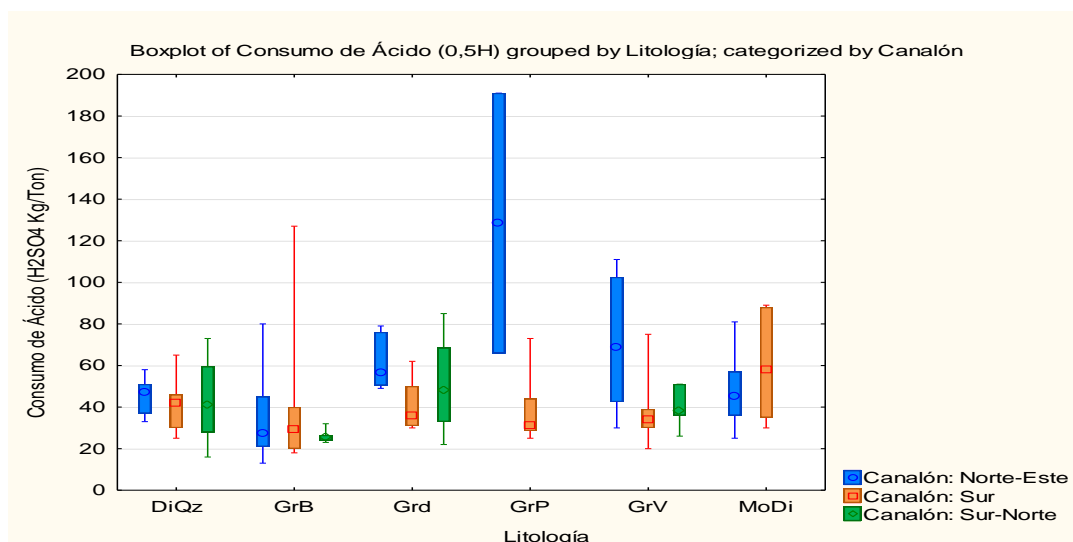


Figura 103. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 104, se observa que, en general, los consumos de ácido en las distintas zonas de alteración no son muy diferentes entre sí. Los valores más altos se encuentran en la zona de la clorita y en la zona sin alteración, la última de éstas se concentra mayormente en gravas.

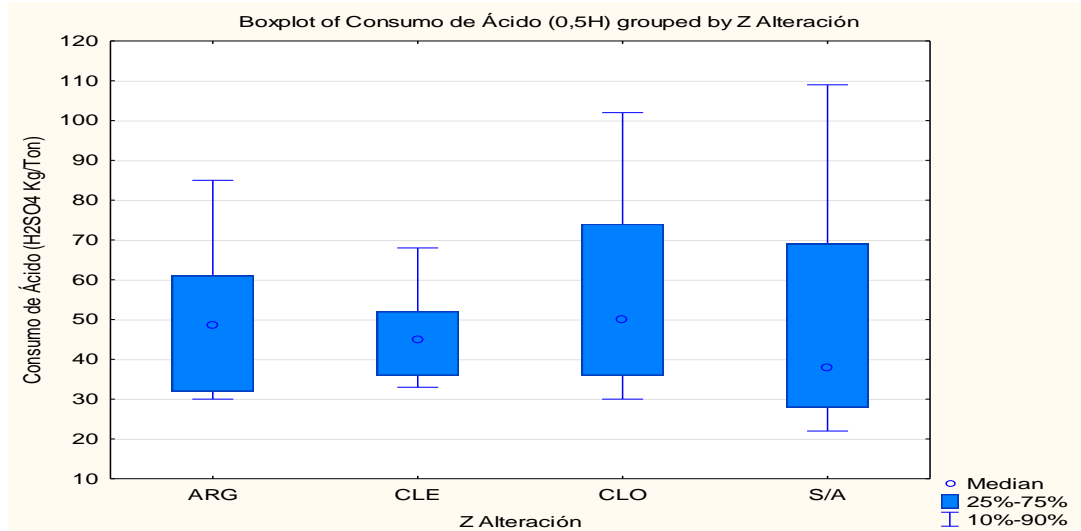


Figura 104. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 105, se observa que los canales de comportan distintos entre sí en cada zona mineral respecto al consumo de ácido. En general, no poseen grandes diferencias en dentro de cada zona mineral entre canales. En la zona argílica, el canalón Norte-Este posee consumos de ácido levemente mayores a los demás canales; en la zona clorita-epidota, el canalón Sur-Norte posee consumos levemente mayores; en la zona de la clorita, nuevamente el canalón Norte-Este posee consumos mayores, al igual que en la zona sin alteración.

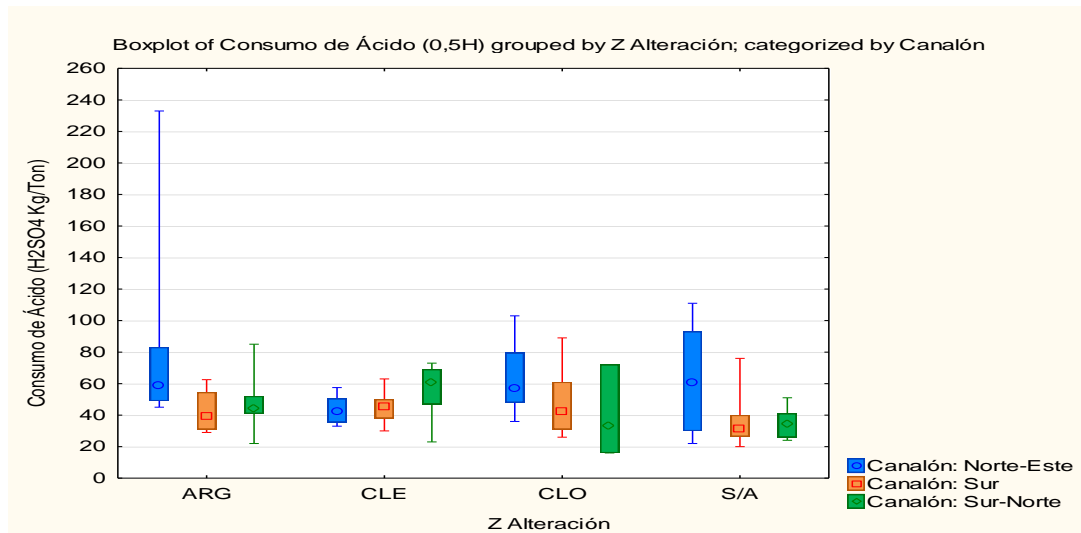


Figura 105. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Subzona Exótico

Con base en la figura 106, se observa que los consumos de ácido en las distintas subzonas del exótico son similares entre sí. Los mayores consumos de ácido se encuentran en el percentil 10%-90% de la subzona Óxidos Negros=Verdes. Al analizar el percentil 25%-75% de cada subzona, los mayores consumos se encuentran en la subzona Óxidos Verdes y donde no existe subzona.

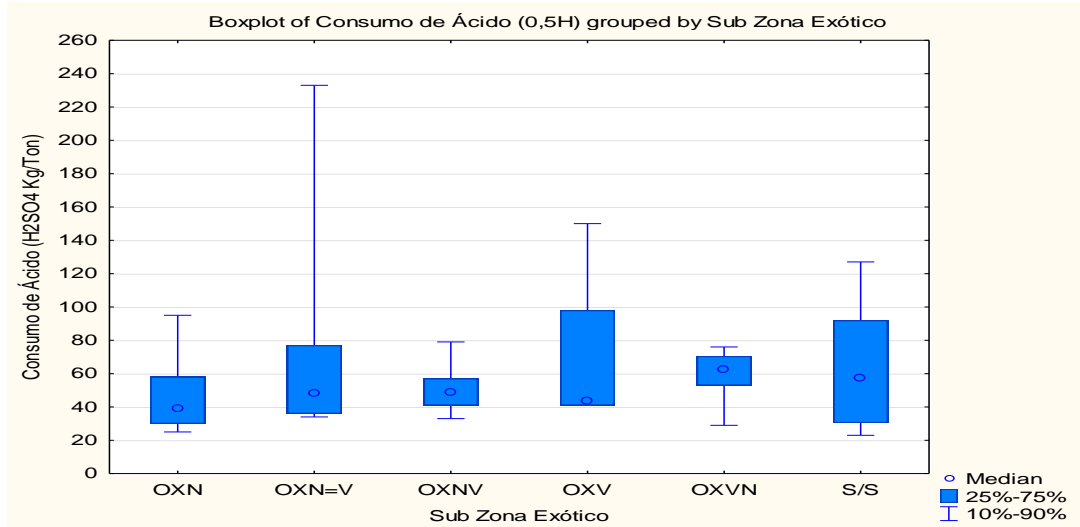


Figura 106. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según las subzonas de la zona exótica.

Al observar la figura 107, se aprecia que, en general, el canalón con los mayores consumos de ácido es el canalón Norte-Este. Este canalón es el responsable de la gran variabilidad que existe en la subzona de Óxidos Negros=Verdes y también en la de Óxidos Verdes.

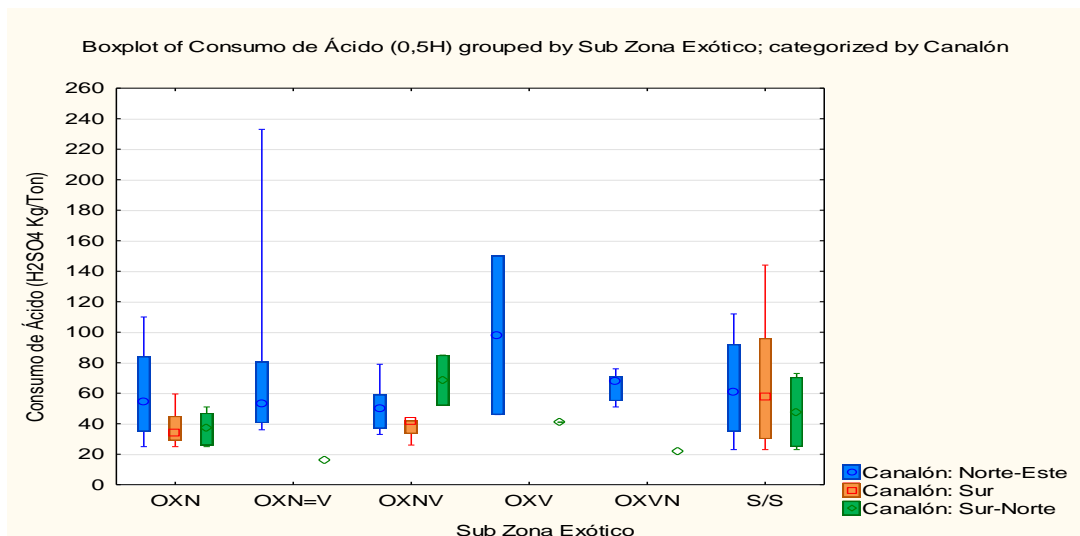


Figura 107. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según las subzonas del exótico y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

A partir de la figura 108, se observa que, en general, los consumos de ácido son similares en la roca y grava en cada subzona y entre estas mismas también; siendo las con mayores consumos las mismas que en el caso general.

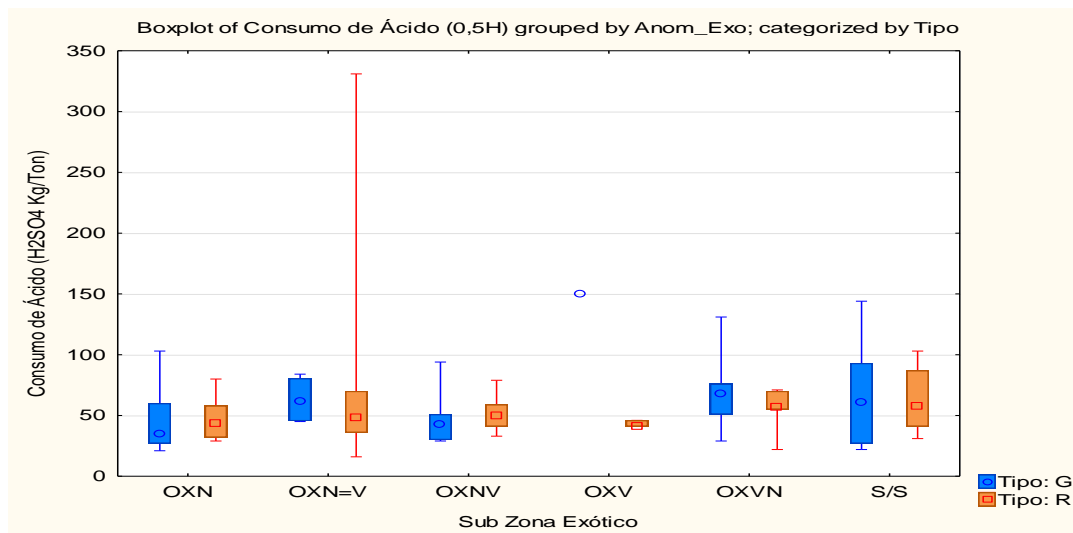


Figura 108. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según las subzonas en el exótico y categorizado respecto al tipo de roca que pertenecen las muestras.

- Consumo de Ácido (0,5H) vs Intensidad de Óxidos Negros

A partir de la figura 109, se observa que no existe una relación aparente entre el consumo de ácido y el aumento de la intensidad de óxidos negros. Las intensidades de la 1 a la 4 poseen consumos similares y la intensidad 0 y 5 poseen consumos mayores.

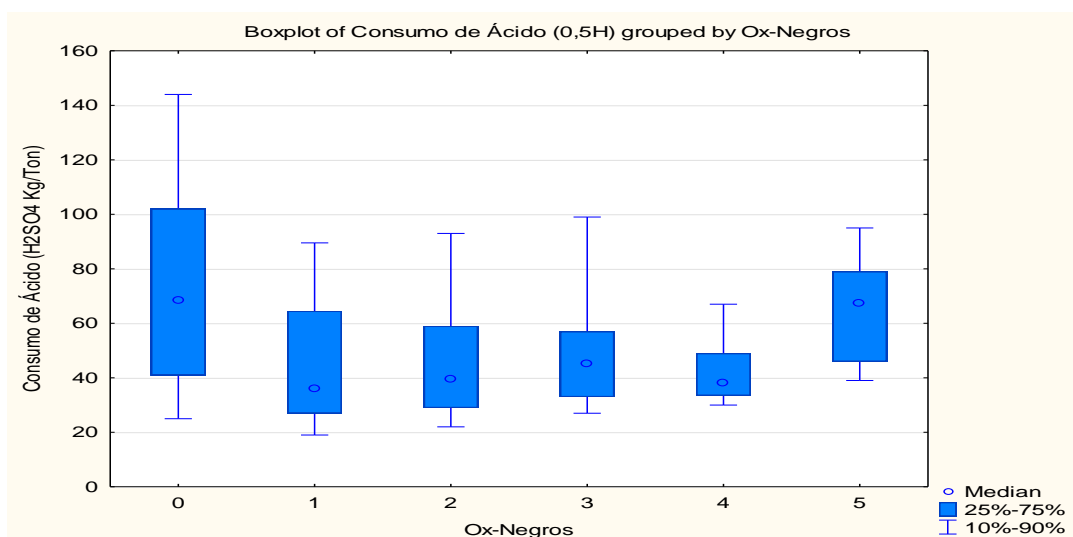


Figura 109. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros que posea la muestra.

Al observar la figura 110, se aprecia que, para cada intensidad de óxidos negros, los consumos de ácido son similares entre los canalones. Al igual que en el análisis anterior, las intensidades a la 1 a la 4 se comportan de forma similar, el canalón Norte-Este con los mayores consumos y los otros

dos con consumos menores, similares entre sí; en cambio, en la intensidad 0, los consumos son similares en el Norte-Este y Sur y levemente menores en el Sur-Norte, en la intensidad 5 el canalón Norte-Este posee los mayores consumos.

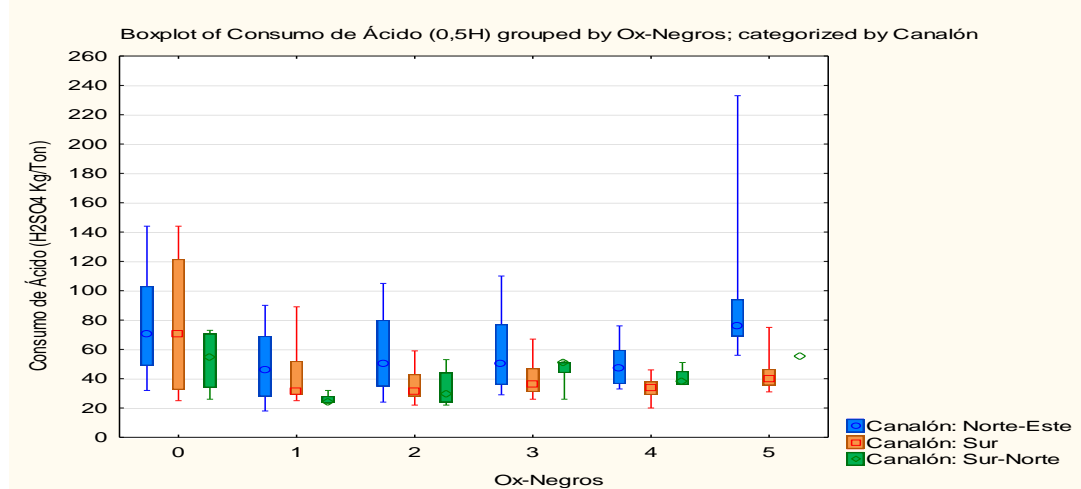


Figura 110. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 111, se observa que, nuevamente, los consumos de ácido son similares en las intensidades de la 1 a la 4; en la intensidad 0, el consumo de la grava es mayor a la de la roca; y en la intensidad 5 pasa lo contrario que en la intensidad 0, en la roca el consumo de ácido es muy superior al de la grava.

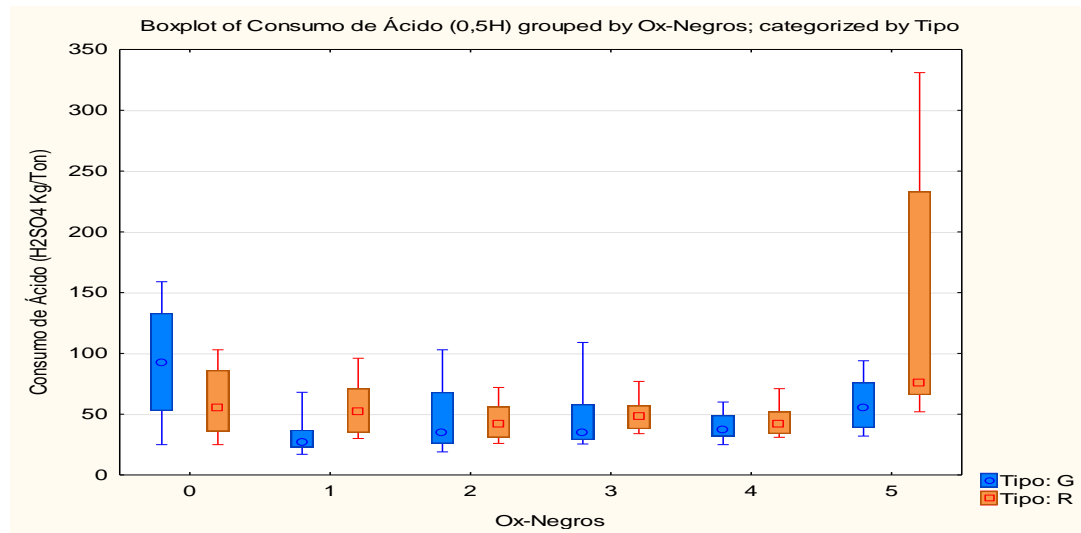


Figura 111. Consumo de Ácido (0,5H) agrupado según la intensidad de óxidos negros y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.

Solubilidad de Cobre (0,5H)

- Solubilidad de Cobre (0,5H) vs Litología

Con base en la figura 112, se observa que las litologías con mayor solubilidad de Cu son intrusivas

y, además, poseen comportamientos similares. Sin embargo, es importante notar que el rango de variabilidad de los porcentajes de solubilidad que poseen las litologías recién mencionadas es mayor que el que se encuentra en las gravas.

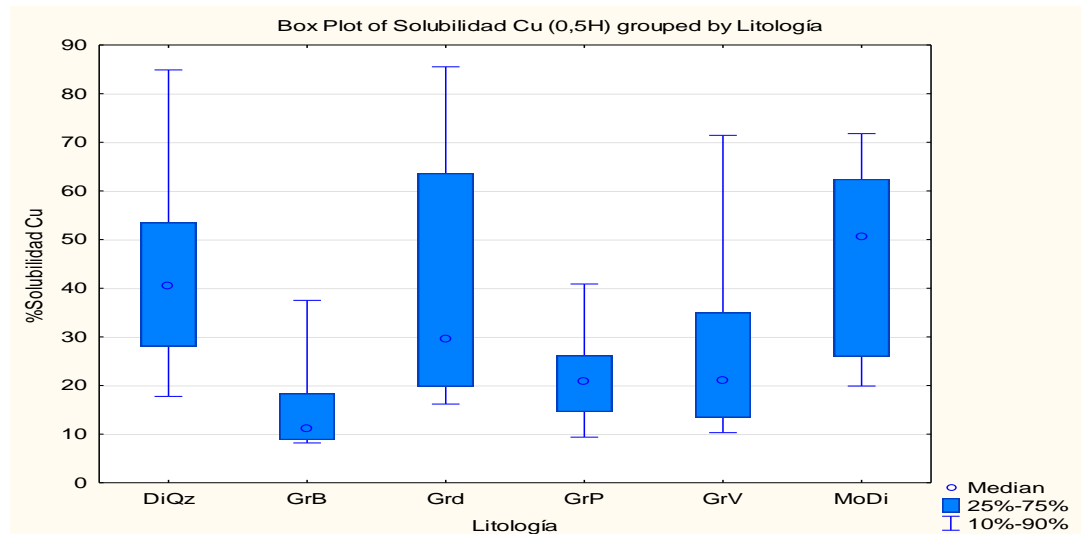


Figura 112. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según las litologías principales en el yacimiento.

Al analizar la figura 113, se observa que el comportamiento de la solubilidad de Cu varía en los canales dependiendo del tipo de roca (grava vs roca). Las litologías correspondientes a grava poseen solubilidades similares para los tres canales o, para el caso de la Grava Verde, un comportamiento creciente de solubilidad desde el canalón Norte-Este, Sur y finalmente, Sur-Norte. En cambio, las litologías intrusivas (las con mayores solubilidades), poseen solubilidades mayores en el canalón Norte-Este, seguido por el canalón Norte-Sur y finalmente el canalón Sur con las menores solubilidades. Este patrón sería más claro si los tres canales tuvieran las mismas litologías.

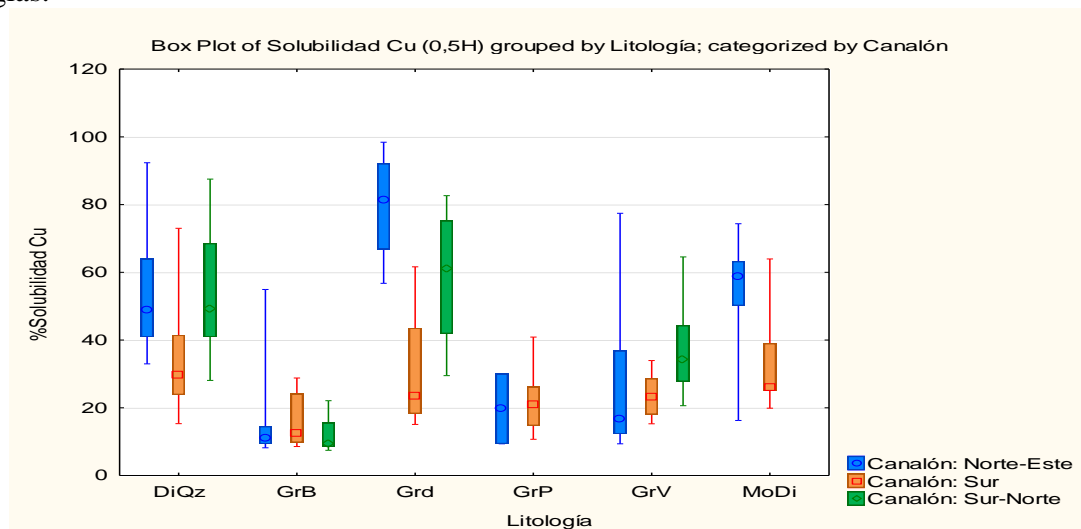


Figura 113. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según las litologías principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Solubilidad de Cobre (0,5H) vs Zona de Alteración

Al analizar la figura 114, se observa que la zona clorita-epidota es la que posee los mayores porcentajes de solubilidad de Cu y la zona sin alteración es la que posee los porcentajes más bajos. Es importante notar que la zona de la clorita es aquella que posee la mayor variabilidad en porcentajes de solubilidad.

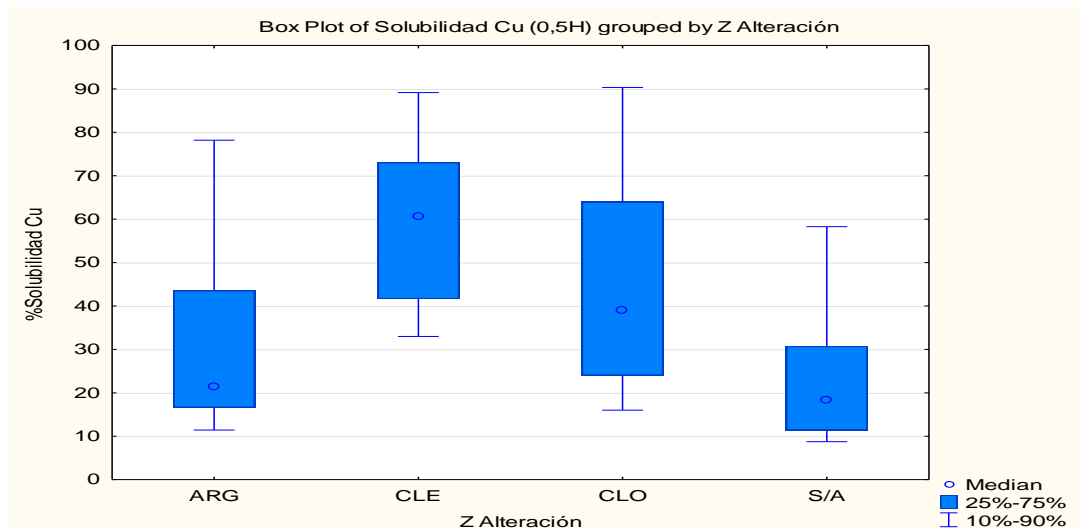


Figura 114. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento.

Con base en la figura 115, se observa que cada zona de alteración posee un comportamiento diferente en la solubilidad de Cu según el canalón que se encuentre la muestra. El canalón Norte-Este se comporta de forma similar en la zona argílica y en la zona de la clorita, mostrando una alta variabilidad en sus porcentajes de solubilidad; en la zona clorita-epidota, parece ser el responsable de los altos niveles de solubilidad que posee dicha zona, ya que los otros dos canalones se comportan similar a como lo hacen en la zona de la clorita. En la zona sin alteración los tres canalones poseen porcentajes de solubilidad similares entre sí, más bajos que los encontrados en las demás zonas.

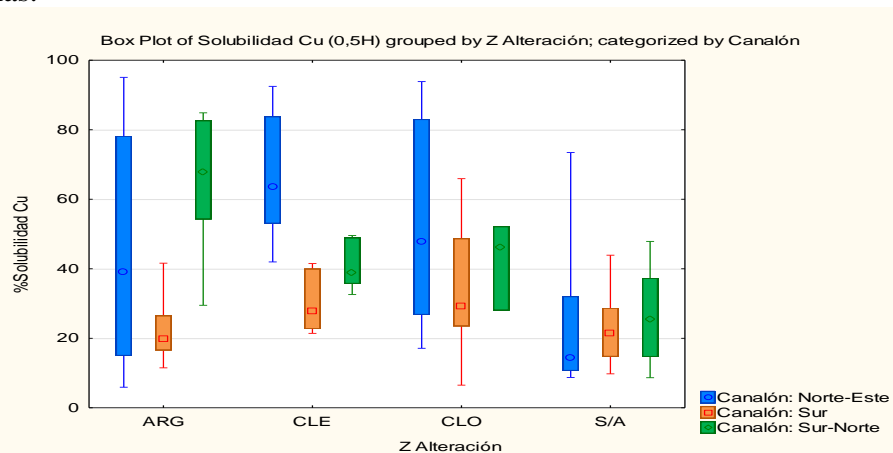


Figura 115. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según las zonas de alteración principales en el yacimiento y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

- Solubilidad de Cobre (0,5H) vs Intensidad de Carbonatos

Al analizar la figura 116, se observa una leve tendencia decreciente del porcentaje de solubilidad de Cu al aumentar la intensidad de carbonatos, además, con el aumento de la intensidad de carbonatos, disminuye la variabilidad del porcentaje de solubilidad.

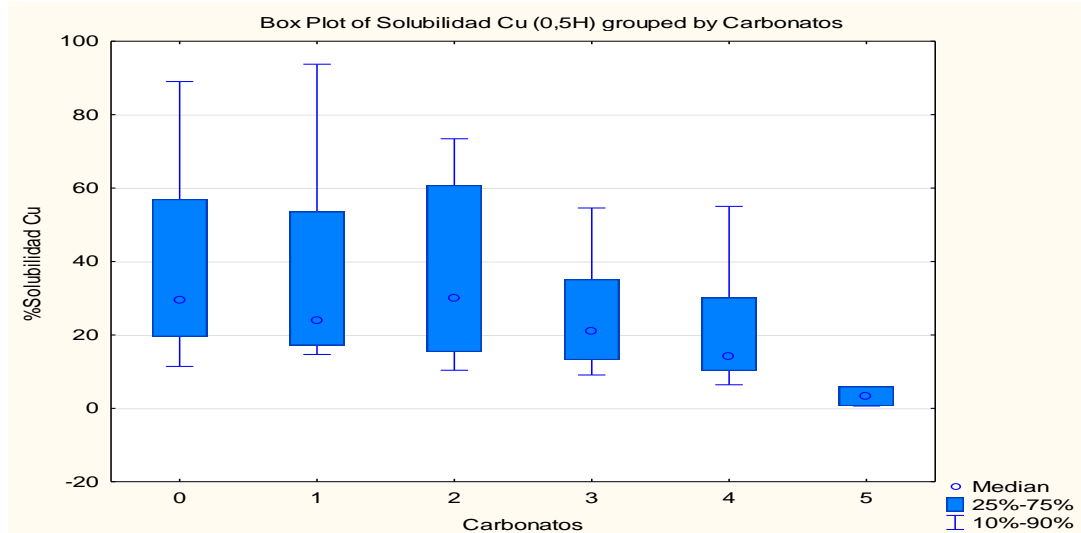


Figura 116. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos que posea la muestra.

Al observar la figura 117, se aprecia que el canalón Sur posee solubilidades de Cu similares para todas las intensidades de carbonatos. El canalón que más varía al aumentar la intensidad de carbonatos es el Norte-Este, el cual es probablemente el responsable del comportamiento decreciente que se observa en el caso general; sin embargo, al analizar el canalón por separado, no se aprecia la relación encontrada en el caso general con claridad.

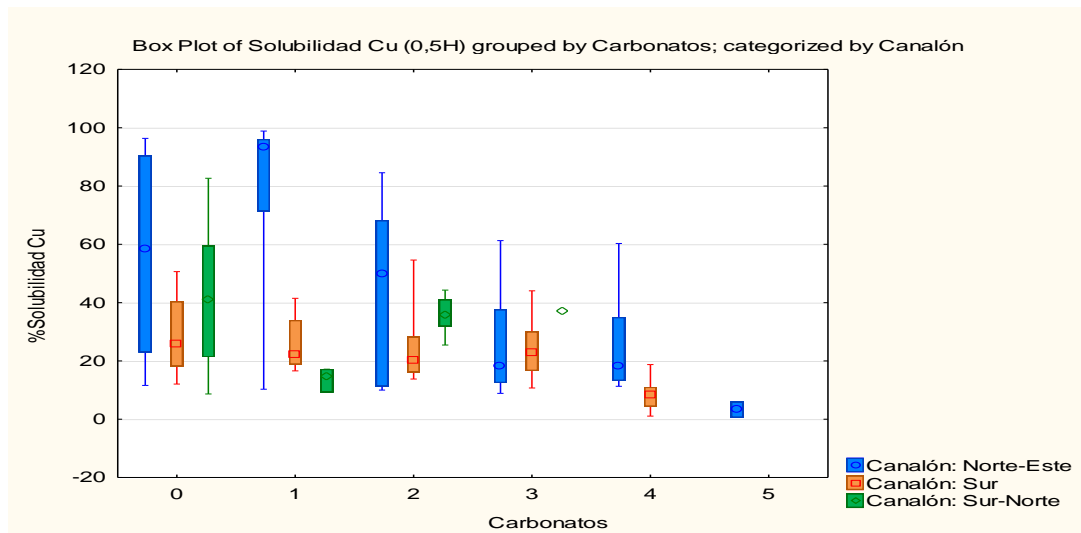


Figura 117. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al canalón que pertenecen las muestras.

Con base en la figura 118, se observa que, en la grava, los porcentajes de solubilidad de Cu se mantienen relativamente constantes para todas las intensidades de carbonatos. En cambio, en la roca, poseen un comportamiento que no muestra una tendencia clara.

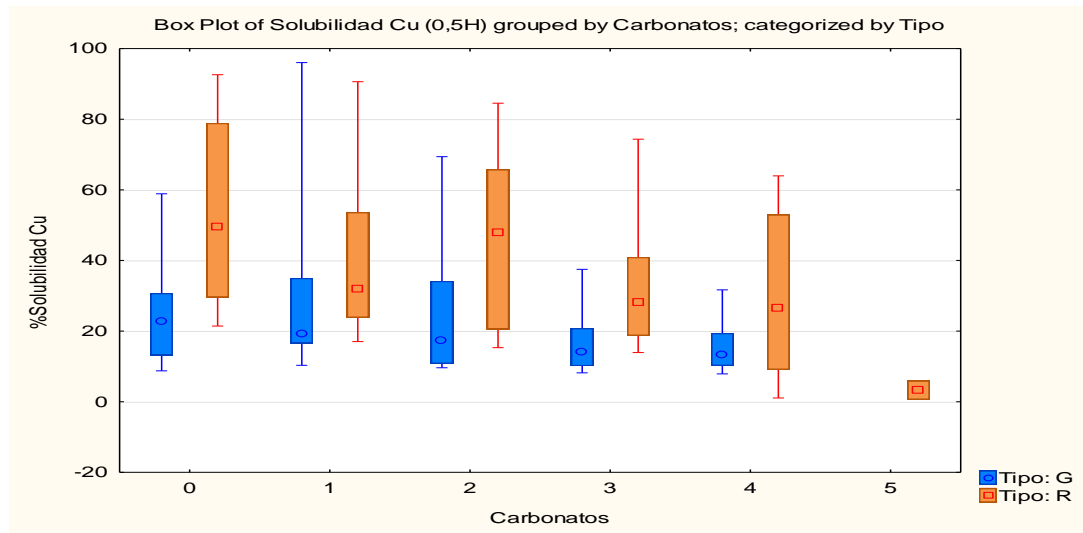


Figura 118. Solubilidad de Cobre (0,5H) agrupado según la intensidad de carbonatos y categorizado respecto al tipo de roca al que pertenecen las muestras.