



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
LICENCIATURA EN GEOLOGÍA



**“PROSPECCIÓN GEOLÓGICA - VETA MACHO MUERTO  
SECTOR SURESTE - DISTRITO MINERO FARALLÓN  
NEGRO DEPARTAMENTO BELÉN, PROVINCIA DE  
CATAMARCA.”**



**PAULA MICAELA CORPACCI**  
**MUN°: 588**

**DIRECTORA: LIC. MARCELA NOEMÍ VARELA**  
**ASESORA: LIC. ROMINA DE LOS ÁNGELES ORDOÑEZ**

Noviembre de 2020

## INDICE

Resumen.....	1
Agradecimientos.....	2
Capítulo I: Introducción.....	3
I.1 Objetivos.....	3
I.1.1 Objetivo general.....	3
I.1.2 Objetivos específicos.....	3
I.2 Alcances y limitaciones.....	4
I.3 Vías de acceso.....	4
I.4 Estructura del trabajo.....	6
Capítulo II: Marco teórico.....	8
II.1 Antecedentes.....	8
II.2 Marco geológico.....	9
II.2.1 Geología regional.....	9
II.2.2 Geología de Macho Muerto.....	12
II.3.1 Geomorfología.....	15
II.3.2 Clima.....	15
II.3.3 Hidrología regional.....	15
II.3.4 Suelo.....	16
II.4 Teoría de la investigación.....	17
II.4.1 Prospección geológica.....	17
II.4.2 Mapeo geológico.....	17
II.4.3 Levantamiento topográfico.....	17
II.4.4 Muestreo minero.....	17
II.4.5 Tipo de muestreo.....	19
II.4.6 Anomalía, fondo y umbral geoquímico.....	19
II.4.7 Elemento indicador, rastreador.....	19
II.4.8 Depósitos epitermales de baja sulfuración.....	19
II.4.8 Coeficiente de Correlación de Pearson.....	20
Capítulo III: Metodología.....	22
III.1 Primera etapa “Trabajos de gabinete”.....	22
III.2 Segunda etapa “Trabajos de campo y gabinete”.....	22
III.2.1 Reconocimiento del área de estudio.....	23
III.2.2 Mapeo geológico preliminar.....	23

III.2.3 Levantamiento de la veta con estación total trimble 3600.....	25
III.2.4 Muestreo sistemático de la veta .....	26
III.3 Tercera etapa “trabajos de gabinete” .....	27
III.3.1 Procesamiento estadístico.....	28
III.3.2 Coeficiente de correlación de pearson .....	29
III.3.3 Análisis de leyes medias ponderadas.....	30
III.3.4 Elaboración de cartografía.....	30
Capítulo IV: Resultados alcanzados .....	32
IV.1 Relaciones de campo .....	32
IV.1.2 Planillas de mapeo .....	36
IV.2 Geoquímica.....	41
IV.2.1 Procesamiento estadístico .....	42
IV.2.2 Coeficiente de correlación de pearson.....	43
IV.2.3 Análisis de leyes medias ponderadas .....	49
IV.3 Cartografía .....	51
Capítulo V: Conclusiones.....	52
V.1 Conclusiones.....	52
V.2 Recomendaciones.....	53
Capítulo VI: Bibliografía.....	54
VI.1 Referencias .....	54
VI.2 Bibliografía .....	55
Capítulo VII: Anexos .....	57
VII.1 Anexo N°1 - Planillas de mapeo .....	57
VII.2 Anexo N°2 – Procesamiento estadístico.....	88
VII.3 Anexo N°3 – Cálculo de las leyes medias ponderadas.....	89
VII.4 Anexo N°4 – Cartografía.....	91

## **RESUMEN**

La veta Macho Muerto se encuentra dentro de la propiedad de la empresa Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio (YMAD), ubicada en el distrito Hualfín, Dpto. Belén, provincia de Catamarca, República Argentina, a una altura promedio de 2.600 msnm. Se trata de una estructura mineralizada de aproximadamente 3 Km de corrida, que se divide en dos sectores por la intrusión de la riodacita Macho Muerto, el noroeste y sureste.

El presente trabajo final, tiene el objetivo de determinar el potencial minero del sector sureste a través de trabajos de prospección, con el fin de contribuir al conocimiento geológico-minero de la zona.

La metodología de trabajo consintió en la recopilación de antecedentes y análisis bibliográfico, reconocimiento del área de estudio, mapeo geológico preliminar, levantamiento con estación total para obtener un plano de mayor precisión, muestreo sistemático de la veta de tipo "esquirla de roca", análisis químicos de las mismas con el método ICP, procesamiento estadístico de los resultados entregados por el laboratorio de la empresa YMAD, correlación entre elementos, ley media ponderada y por último generación de la cartografía escala 1:2000.

Como resultado, se identificó anomalías de los metales preciosos Au y Ag con un valor máximo de 0,43 ppm para el primero y 30,73 ppm para el segundo. Además, se determinó la correlación de la mineralización aurífera con Ag, Sr, Ba, Pb y Zn, y la referida a Ag con Au y Pb.

A partir de la interpretación de las anomalías y leyes medias ponderadas, se determinó el área que hasta el momento en superficie es la más interesante de la corrida del filón mineralizado, esta se ubica entre los 500 m - 650 m y coincide con una alteración argílica de intensidad moderada que afecta a la roca de caja y la estructura tipo stockwork asociada.

**PALABRAS CLAVES:** Prospección, Epitermal, Macho Muerto, Veta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la educación pública y gratuita de la República Argentina que me permitió acceder a mi título de Licenciada en Geología y convertirme en profesional.

A mis profesores de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas por brindarme sus conocimientos.

A la empresa Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio y en especial al Departamento de Exploración por ofrecer las herramientas necesarias para poder realizar mi trabajo final.

Al Superintendente de la empresa YMAD Geólogo Nicolás Montenegro por su contribución a la investigación.

A mi directora Licenciada en geología Marcela Varela y Asesora Licenciada en geología Romina Ordoñez.

Al Licenciado en geología Matias Rasjido por sus aportes.

A mis padres María Vega y Raúl Corpacci, abuelos Marina Pacheco, Nicolás Vega, a mis hermanos Florencia, Nicolás, Agustín, Valentina por acompañarme y ayudarme a cumplir esta meta.

A mis compañeros y amigos Mauricio A., Eduardo S., Sofia S., Daniela C., Ramiro R., y Federico D. por transitar este camino juntos y convertirlo en momentos y experiencias inolvidables.

A todas las personas que me dieron la fortaleza para continuar y cumplir este objetivo.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

El área de estudio se encuentra dentro de la propiedad de la empresa Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio (YMAD), entre las coordenadas geográficas 27°16'23,50" de latitud sur, 66°41' 24,11" de longitud oeste; 27°16'32,57" de latitud sur, 66°41'0,33" de longitud oeste y 27°16'27,59" de latitud sur, 66°41'25,27" de longitud oeste; 27°16'28,47" de latitud sur, 66°40'59,17" de longitud oeste a 2,5 Km hacia el noroeste del complejo minero Farallón Negro ubicado en el distrito Hualfín, departamento Belén, provincia de Catamarca, República Argentina, a una altura promedio de 2.600 msnm (Figura 2).

Esta se localiza en la provincia geológica de Sierras Pampeanas Occidentales (Ramos, 1999).

En los últimos tiempos YMAD ha invertido en la exploración de los distintos sectores de interés dentro de su propiedad minera, con el fin de conocer su importancia económica. En este contexto, se desarrolló la investigación.

“Veta Macho Muerto”, es un sistema vetiforme que se divide en dos sectores el noroeste, de mayor corrida y el sureste. Ambos, separados por una intrusión porfírica denominada Riodacita Macho Muerto (Llambías, 1972).

La presente investigación, tiene el propósito de contribuir a la empresa con el conocimiento geológico y potencial minero del sector sureste del cuerpo mineralizado y, con perspectiva académica, cumplimentar con los requerimientos para acceder al título de Licenciada en Geología en la Universidad Nacional de Catamarca.

### **I.1 OBJETIVOS**

#### **I.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el potencial minero del sector sureste de la Veta Macho Muerto a través de trabajos de prospección, con el fin de contribuir al conocimiento geológico-minero del área de estudio.

#### **I.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Recopilar y seleccionar antecedentes bibliográficos.
2. Elaborar mapa base del área de estudio a partir de imágenes satelitales de Google Earth Pro.
3. Reconocer en campo el cuerpo mineralizado y las rocas de caja.
4. Relevar las propiedades y características de la estructura geológica de interés minero para determinar sus dimensiones.
5. Realizar el muestreo sistemático de la veta.
6. Determinar y analizar el quimismo de la estructura y la relación con sus propiedades.
7. Procesar estadísticamente los resultados obtenidos de los análisis químicos.
8. Elaborar el plano topográfico de la veta escala 1:2000.

9. Elaborar el plano geológico del área de la veta escala 1:2000.
10. Elaborar el plano de anomalías geoquímicas escala 1:2000.
11. Elaborar el plano de leyes medias ponderadas escala 1:2000.
12. Elaborar el informe de trabajo final.

## **I.2 ALCANCES Y LIMITACIONES**

El presente trabajo, busca determinar el potencial minero del sector sureste de la veta Macho Muerto a través de la interpretación de sus características geológicas, análisis químicos, anomalías geoquímicas, leyes medias ponderadas y relación entre elementos. Se reconocieron en campo las vetas y rocas de caja, poniendo especial atención en la estructura geológica de interés minero.

## **I.3 VÍAS DE ACCESO**

La zona de estudio se encuentra entre las coordenadas geográficas 27°16'23,50" de latitud sur, 66°41' 24,11" de longitud oeste y 27°16'32,57" de latitud sur, 66°41'0,33" de longitud oeste, dentro de la propiedad de la empresa Yacimientos Mineros de Aguas de Dionisio (YMAD), en el distrito Hualfín, Departamento de Belén, Provincia de Catamarca, República Argentina, a una altura promedio de 2.600 msnm (Figura 2). Dista de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca 475 Km.

El acceso al área se realiza desde la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca por Ruta Nacional N° 38 en dirección sur pasando por la localidad de Chumbicha, llegando a empalmar con Ruta Nacional N° 60 hasta la localidad de Aimogasta (provincia La Rioja), aquí se inicia el tránsito por Ruta Nacional N° 40 en dirección norte atravesando las localidades de Londres, Belén, Pozo de Piedra, San Fernando y Hualfín hasta Los Nacimientos, desde donde se circula por un camino consolidado hacia el sudeste. A los 13 Km existe una bifurcación que divide los accesos a los establecimientos de Mina Alumbra y Farallón Negro; se continua por el ultimo, 4 Km hacia el sur hasta el portón del Vaciadero de Residuos Sólidos Urbanos (VRSU) de la empresa YMAD (Figura 1), se ingresa al sector y transitan 580 m en vehículo, luego se camina 500 m y se llega la zona de estudio. También es posible hacerlo desde el complejo minero, partiendo de la loguera hacia puesto de control N° 1, se recorre el camino 2 Km hasta empalmar con el portón del VRSU, a partir de este lugar se continua por el trayecto antes mencionado (Figura 2).

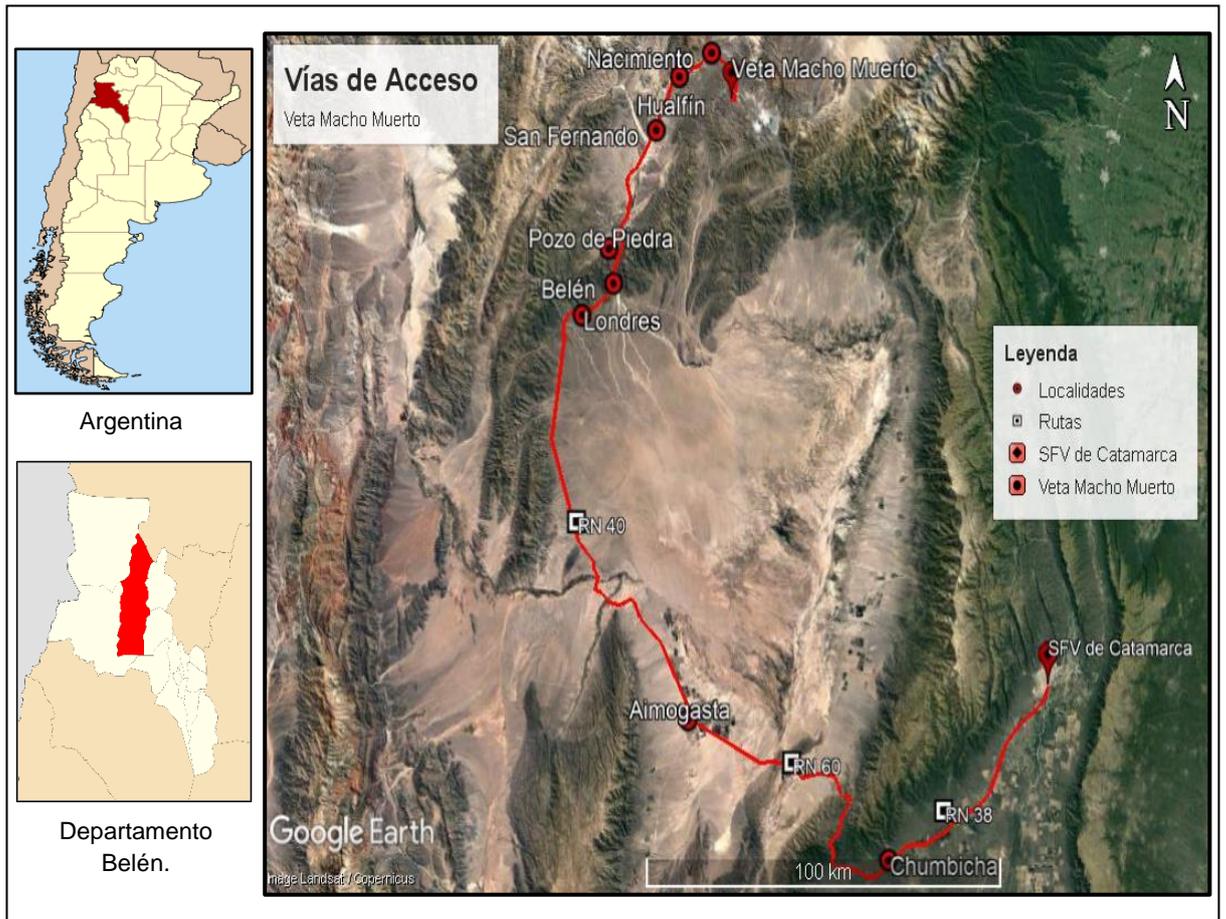


Figura 1. Mapa de Ubicación y Vías de Acceso.

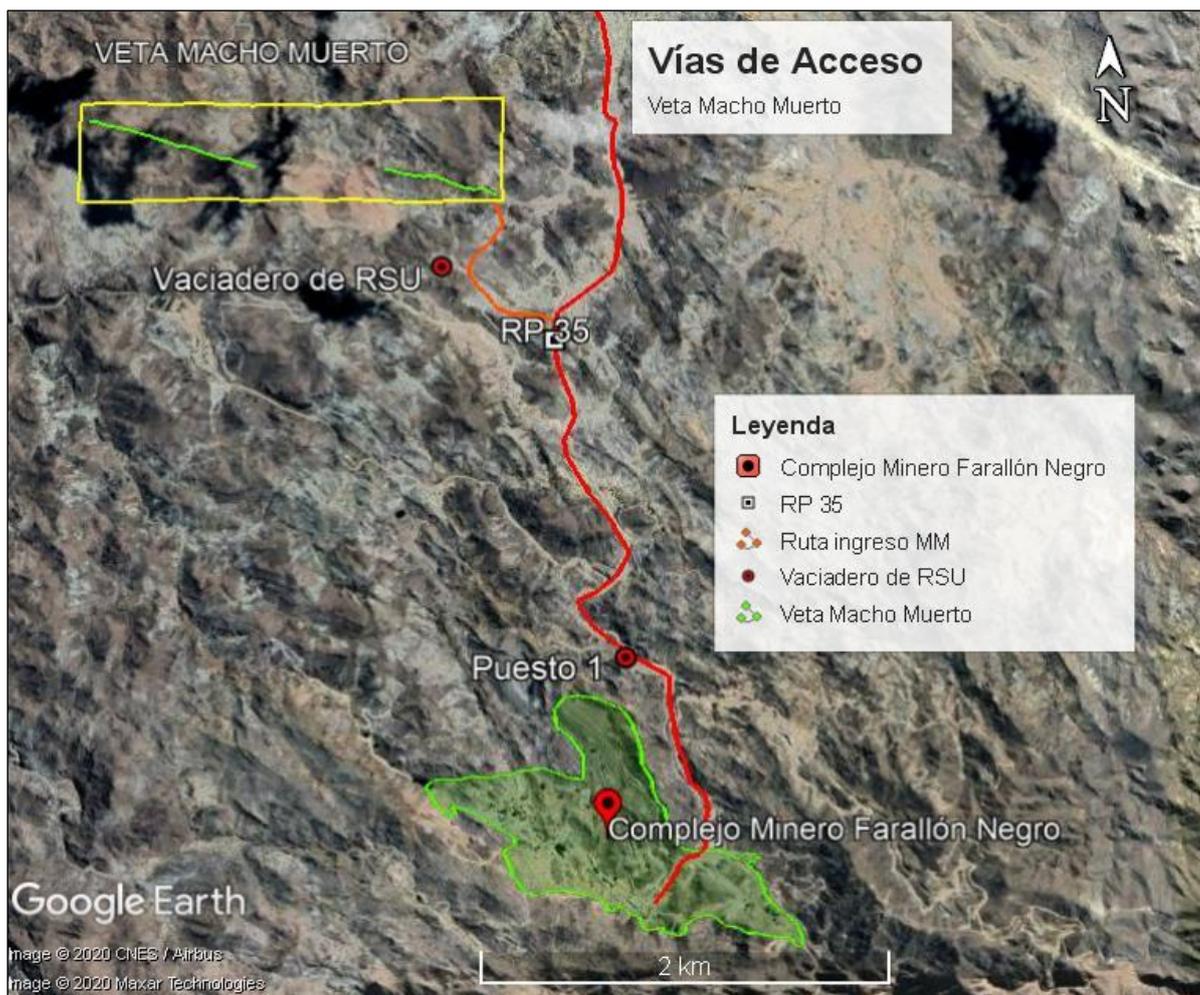


Figura 2. Vías de Acceso al área desde el Complejo Minero.

#### I.4 ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El trabajo se organizó en siete capítulos constituidos según contenidos relacionados.

**CAPÍTULO I “INTRODUCCIÓN”:** Introducción en donde se expone brevemente el tema, se expresa el objetivo general y objetivos específicos y por último se describen vías de acceso.

**CAPÍTULO II “MARCO TEÓRICO”:** Antecedentes del área de estudio, marco geológico regional y local, descripción de la teoría de la investigación.

**CAPÍTULO III: “METODOLOGÍA”:** Trabajos de gabinete que se realizaron, refiere los trabajos de campo en el área de estudio, finalmente muestra la metodología para realizar la interpretación de los resultados.

**CAPÍTULO IV: “RESULTADOS ALCANZADOS”:** Aquí se exhiben las relaciones de campo, planillas de datos geológicos de mapeo, procesamiento estadístico, coeficiente de Correlación de Pearson, análisis de leyes medias ponderadas y la cartografía correspondiente a los resultados alcanzados.

CAPÍTULO V: “CONCLUSIONES”: Enuncia conclusiones y recomendaciones que se consideran convenientes.

CAPÍTULO VI: “BIBLIOGRAFÍA”: Expone el material citado y consultado en el estudio.

CAPÍTULO VII: “ANEXOS”: Planillas de mapeo, resultados de laboratorio, procesamiento estadístico, cálculo de las leyes medias ponderadas y cartografía.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### II.1 ANTECEDENTES

El primer informe técnico sobre los yacimientos del Complejo Volcánico Farallón Negro (CVFN) que incluye un plano de los principales sistemas vetiformes lo escribió (Peirano 1944).

Luego (Malvicini & Llambías, 1963) estudiaron la mineralogía y origen de los minerales de manganeso y sus asociados en Farallón Negro, Altos La Blenda y Los Viscos llegando a la conclusión de que la mineralización tuvo lugar en tres estadios principales separados por sucesivas re fracturaciones de la veta, según los siguientes eventos:

1. Primera generación de sulfuros formada por pirita, blendas, escasa calcopirita, galena y algunos carbonatos (rodocrosita ( $MnCO_3$ ), manganocalcita ( $(Mn,Ca)CO_3$ ), kutnahorita ( $CaMn^{2+}(CO_3)_2$ ).
2. Mineralización de cuarzo en forma alternada con grandes masas de carbonatos, portadores de una nueva generación de sulfuros (pirita, blenda aurífera, calcopirita, galena, tennantita, polibastita, argentinita) y oro nativo con alto contenido de plata. Estos sulfuros asociados siempre a rodocrosita.
3. Oxidación del depósito, lo cual dio origen a minerales secundarios: gohetita, lepidocrosita, sulfatos y carbonatos de plomo y zinc, covelina, cuprita, yeso, aragonita, oro secundario y los minerales de manganeso que conforman la mena actual: manganita, calcofanita, criptomelano, y pirolusita, en orden de formación.

En un estudio (Llambías E. , 1972) describe la geología del Complejo Volcánico Farallón Negro y la estructura del mismo, explicando el emplazamiento de los intrusivos según un sistema de fracturas noroeste-sureste.

El nivel de exposición de algunas estructuras en la propiedad de YMAD fue estudiada por (Gutiérrez, Chong, & Espinoza, 2006) a partir del análisis geoestadístico de elementos químicos obtenidos de muestras de rocas de superficie. En el nivel de exposición del yacimiento epitermal Alto de la Blenda están presentes elementos característicos de la zona de sulfosales y otros, correspondientes a la de sulfuros del sistema epitermal.

En el yacimiento epitermal Farallón Negro los elementos asociados se corresponden con el sector intermedio (sulfuros-sulfosales) del sistema. En los yacimientos tipo porfíricos de cobre de Bajo de la Alumbraera, Bajo las Pampitas y Bajo El Durazno las alteraciones son representativas, con mayor o menor intensidad, a las zonas propiliticas y sericítica-potásica de un sistema tipo pórfido de cobre.

Agua Tapada es un depósito tipo porfírico de Cu-Au que tiene superpuesto un evento de mineralización epitermal. En este sector las muestras representan con mayor claridad a un sistema epitermal y los grupos de elementos son característicos de la zona de sulfuros-sulfosales del mismo.

La metalogénesis de la veta Farallón Negro rama norte fue estudiada por (Martínez, Fogliata, Montenegro, & Hagemann, 2014) ellos definieron la correlación existente entre los distintos elementos, estableciendo que las vetas ricas en oro son generalmente pobres en

plata y metales base y que el oro muestra una correlación positiva con el antimonio y una negativa con el manganeso. Los altos contenidos en elementos trazas (As, Cu, Mo, Pb, V y Zn) de los óxidos de manganeso indican un origen hidrotermal.

## II.2 MARCO GEOLÓGICO

### II.2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

En un estudio reciente (Reales & Salím, 2017) describen la geología regional del sector.

El área, se encuentra dentro de las Sierras Pampeanas Occidentales (Ramos 1999). La estratigrafía de la zona, comprende rocas de basamento ígneo-metamórfico constituido por metamorfitas de bajo grado, conformada por pizarras y filitas de coloración gris verdoso de edad Cámbrica, asignado a la Formación Suncho (Mirre y Aceñolaza, 1972), representado por los bloques de La Ovejería, Ampujaco y el borde occidental del cerro Bola de Atajo. Los primeros se encuentran intruídos por granitoides, integrantes del gran batolito Capillitas, de edad Ordovícica (González Bonorino 1950 y 1951), quienes en conjunto con los bloques El Durazno y Bola de Atajo conforman el esquema estructural del complejo. En este último se han reconocido granodioritas a tonalitas de colores rosados a blanquecinos de texturas porfíricas a equigranulares y al pie occidental, se observan milonitas en una faja norte sur, correspondiente a una deformación asignada al Ordovícico Superior a Terciario según González Bonorino 1950.

Sedimentitas clásticas continentales se encuentran aflorando de modo limitado, en forma de estratos finos rojizos dispuestos al este de las milonitas en el cerro Bola de Atajo como un retazo entre corrimientos y como un afloramiento al noroeste del cerro El Durazno. Estas areniscas y pelitas pertenecen al Mioceno Medio y han sido denominadas Formación Calchaquense por González Bonorino 1950, Formación Morterito por Turner 1973, correlacionables a la Formación Hualfín según Muruaga 1998, 2001a,b, Bossi et al. 1999.

Posteriormente un evento volcánico del Mioceno superior afectó a toda la región, dando origen a lo que se conoce como el Complejo Volcánico Farallón Negro (CVFN) (Llambías 1970, Sasso 1997, Sasso y Clark 1998), constituido por una gran variedad de unidades litológicas ígneas, efusivas e intrusivas (subvolcánicas) con composiciones que varían desde basaltos a riolitas. Según Galli - Seggiario et al., (2014) en la sierra de Hualfín, la secuencia basal del CVFN es equivalente a facies condensadas dentro de la Formación Las Arcas (Galván y Ruiz Huidobro 1965, Bossi *et al.* 1987) y las secuencias volcanoclásticas media y superior del CVFN correlacionables con el Miembro El Áspero (Turner 1973, Bossi *et al.* 1987) de la Formación Chiquimil (Bossi y Palma, 1982). Integran la parte superior de la secuencia cenozoica las formaciones Andahuala (Bossi *et al.* 1987, Bossi *et al.* 1993) y Corral Quemado (Riggs y Paterson 1939, Bossi *et al.* 1987, Bossi *et al.* 1993).

Este complejo se localiza en un bloque hundido del basamento cristalino por efecto de la estructuración andina. Sus afloramientos se disponen constituyendo una forma ovalada cuyo eje mayor tiene dirección noroeste sureste y su eje menor noreste suroeste, con sus límites oriental y suroccidental cortados por fallas. Estas rocas representan un estrato volcán

complejo erosionado, que conserva en su periferia partes del viejo cono volcánico, mientras que, en su parte central, fuertemente denudada por erosión, se observa el centro del cono con brechas volcánicas y numerosos cuerpos intrusivos y stock, entre ellos diques, filones, domos, tobas y stockworck, formados a fines del Mioceno.

En las periferias del complejo y cubriendo las unidades anteriores, se apoyan sedimentitas continentales grises aflorando al suroeste de Cerro El Durazno y al este de Cerro Bola del Atajo asignadas al Terciario Superior edad Pliocena (Formación Araucanense según González Bonorino, 1950 correlacionada con la Formación El Cajón por Turner 1960).

Completan la columna estratigráfica unidades extrusivas, depósitos de conglomerados aterrazados del Cuaternario, fluviales recientes y relleno moderno (Figura 3).

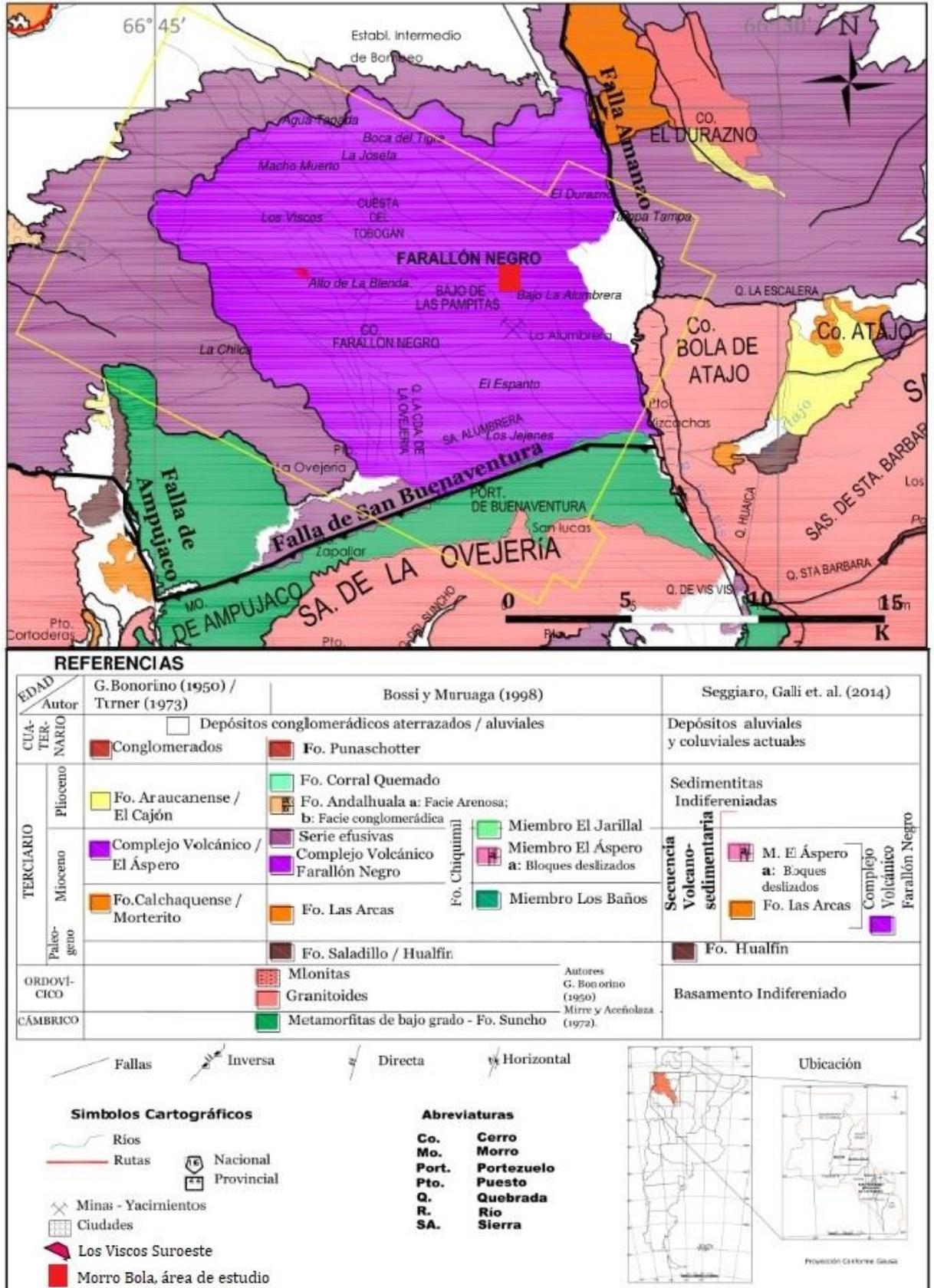


Figura 3. Mapa Geológico Regional de CVFN y áreas adyacentes (Reales & Salím, 2017).

## II.2.2 GEOLOGÍA DE MACHO MUERTO

### Complejo Volcánico Farallón Negro

**Brechas:** Son las rocas más antiguas, por lo que hospeda al resto de las unidades intruyentes más jóvenes. Afloran en toda el área de estudio y constituyen la roca de caja del sistema de vetas de Macho Muerto.

De acuerdo a sus características litológicas, el tipo de brecha presente es la morada central u oligomítica, ya que tanto la composición de los clastos como la matriz es andesítica, presentando variación solo en el tamaño de los clastos, los que en las proximidades con la veta son tan pequeños que la brecha presenta textura afanítica.

Macroscópicamente son rocas de color gris-verdoso, morado-verdoso, de aspecto macizo. En algunos sectores se presentan imperfectamente estratificadas en bancos gruesos y mal definidos (especialmente el oeste). Con lupa se observan abundantes vesículas de tamaño y formas variadas, alargadas según una dirección predominante.

**Cuerpos Andesíticos:** Son cuerpos de forma y dimensiones variada, ubicados a ambos lados del sistema de vetas de Macho Muerto.

Tienen aspecto homogéneo, no se observan estructuras internas desarrolladas y sus contactos son transicionales hacia la roca de caja, que está formada por la brecha morada.

La roca es compacta, de fractura subconcoidea a irregular y de grano muy fino; el color varía de morado a gris-verdoso, con tonalidades que oscilan del pardo al amarillo, de acuerdo al grado de alteración que presentan.

En algunos sectores de los cuerpos pueden observarse a simple vista fisuras rellenas de calcita, cuarzo y yeso, además de dendritas de manganeso tapizando los planos de diaclasas.

**Andesita de la Chilca:** Constituyen un afloramiento en forma de cuña ubicado en el sector occidental del área de estudio.

Son rocas de textura afanítica a porfiroide, de coloración morada a gris, que pasan a pardas y amarillas cuando están alteradas.

**Diques:** En el extremo suroeste del cuerpo riódacítico de Macho Muerto se observan dos conjuntos de diques, de composición andesítica.

El valor promedio del rumbo para el conjunto 1 es de N 70° y para el conjunto 2 es de N 150°. La posición de ambos es subvertical. La potencia oscila entre 7 y 8 m y la corrida es de 50 m para el conjunto 1 y 70 m para el 2. Ambos conjuntos de diques están cubiertos por derrubios por lo que solo afloran en quebradas, filos o laderas.

Las rocas son de color gris oscuro, compactas, de grano muy fino.

**Riodacitas de Macho Muerto:** El intrusivo riodacítico de Macho Muerto, se ubica en la parte central del área de estudio, dividiendo al sistema de vetas en dos secciones, una oriental y otra occidental. Tiene una superficie de 0.18 Km<sup>2</sup> y un rumbo general oestenoeste-estesureste.

Estructuralmente es un domo endógeno con fluidalidad planar muy marcada. Es llamativa la estructura de flujo, constituida por filetes de flujo, que se hacen más evidentes hacia los bordes donde la alteración del cuerpo destaca las líneas de debilidad.

Se observan numerosos planos de diaclasa, cuya orientación coincide con la de la fracturación regional noroeste-sureste, a lo largo de las cuales se produjo una deposición de carbonatos con una estructura prismática, que llegan a adquirir una potencia de 12 a 15 cm.

También se reconoce un cambio en la coloración de la matriz de la riodacita de grisácea a rosada de los bordes al centro. La variación en el color se debe a una mayor caolinización de los feldespatos de la matriz y a la presencia de finas láminas de biotita orientada.

Los fenocristales de cuarzo, feldespatos y plagioclasas se presentan en estas vulcanitas con un porcentaje promedio del 40 % (Cárcamo, 1991, p. 26-32).

**Veta Macho Muerto:** la estructura sureste tiene una corrida de 750 m y un espesor promedio de 4,35 m. El rumbo e inclinación general de este cuerpo es de 120° y 79° respectivamente, con una dirección de inclinación hacia el suroeste.

Los filones mineralizados están compuestos principalmente, según observaciones macroscópicas por carbonatos de calcio impregnados por óxidos de manganeso, carbonatos blancos, carbonatos con óxidos de hierro, en menor proporción minerales de sílice y algunos de manganeso que se observaron en secciones del afloramiento, constituyendo textura masiva y bandeada predominante.

**Cuaternario:** se encuentra representado en la zona por el material coluvial que aparece en el fondo de las quebradas, constituido por gravas con rodados de origen volcánico, arenas limosas y limo (Figura 4).

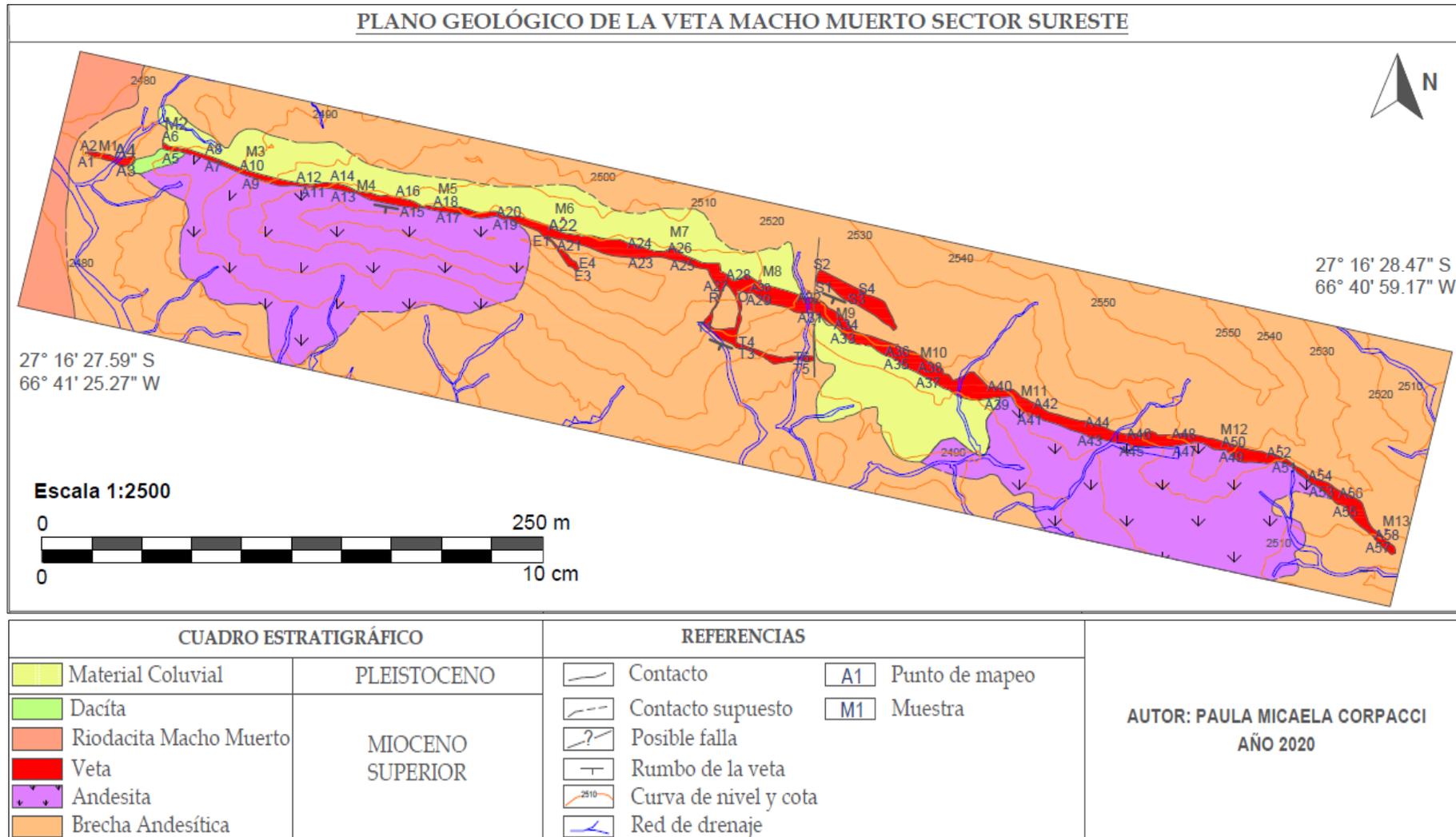


Figura 4. Plano geológico del área de estudio, donde se observa puntos de mapeo y muestreo.

### **II.3.1 GEOMORFOLÓGIA**

Según describe (YMAD, 2017) el área mineralizada forma parte de un complejo de origen volcánico rodeado por: el Macizo de Aconquija al este, las Sierras de Hualfín al oeste, el Campo del Arenal al norte, y un conjunto de sierras que la separan del Campo de Belén – Andalgalá localizadas al sur.

El cuerpo volcánico posee forma de óvalo, su eje mayor de 18 Km de longitud posee dirección noroeste–sudeste, mientras que su eje menor de 16 Km de largo está orientado noreste–sudoeste. La superficie del mismo es alrededor de 255 Km.

La parte central del aparato volcánico fue denudada; se observa en su periferia partes del viejo cono piroclástico.

### **II.3.2 CLIMA**

YMAD (2017) refiere que la región en estudio se encuentra dentro del clima árido desértico (BW) basado en la clasificación de Köppen. A su vez expresa que “en la región en exploración, predominan los vientos de los cuadrantes sudsudeste y nornoroeste; la mayor intensidad de los mismos se produce durante los meses de noviembre y diciembre”. En cuanto a las precipitaciones y temperaturas enuncia que “son de régimen periódico estival, carácter torrencial y poseen un promedio anual que ascienden a 160 mm. Las precipitaciones sólidas –nevadas–, son ocasionales y leves durante el mes de julio.

La temperatura anual promedio es de 17,5°C. La media de las mínimas y máximas son entre 8 a 10°C y 22 a 27°C respectivamente; sin embargo, se registraron en los meses de invierno temperaturas de –10°C, y en los meses de verano puede llegar a 40°C “.

### **II.3.3 HIDROLÓGIA REGIONAL**

El sitio en que se encuentra emplazado el CVFN, está constituido por serranías donde nacen los sistemas fluviales y zonas bajas contiguas hacia las que drenan los mismos. Las redes pertenecen a dos cuencas hidrográficas: la Cuenca Alta del río Juramento (exorreica) y la del río Abaucán-Salado (endorreica). El drenaje de las mismas se realiza dentro del área de influencia, principalmente a tres sectores:

- a) Hacia el este, a el Campo del Arenal, sistema que drena hacia la cuenca del río Santa María.
- b) Hacia el oeste y sudoeste, al río Belén.
- c) Hacia el sur, al río Vis-Vis y río Amanao, los cuales aportan a la cuenca del río Abaucán-Salado, en la depresión del Salar de Pipanaco.

Los ríos que aportan agua al Campo del Arenal, provienen de las laderas de las serranías circundantes. Por el norte, el río Santa María único con corriente superficial todo el año; por el sur, los ríos Capillitas, Blanco y Las Conchas; por el este y oeste, numerosos cursos de

carácter temporal desembocan en la depresión del Arenal colaborando con el depósito de agua subterránea del mismo.

El río Belén es el principal tributario al área del Salar de Pipanaco. El mencionado está formado por los ríos Villa Vil y Los Nacimientos, separados ambos por las sierras de Hualfín. El primero baja de la ladera occidental de Chango Real y sus nacientes con el nombre de río El Bolsón, recibiendo en su trayecto al río Los Baños por su margen izquierda. A partir de esta confluencia, sigue hacia el sur hasta la localidad de El Eje, donde conjuntamente con el río Los Nacimientos da lugar al río Belén. En este sector es común las vertientes y aguas termales.

El río Belén frente a la localidad de San Fernando y por su margen derecha, recibe al río Corral Quemado y al afluente Loconte, por la izquierda a los arroyos Quillay y La Villa. Inmediatamente por la derecha recibe al río Ichanga; y en los alrededores de La Puerta de San José, aporta sus aguas el río de Las Juntas. A partir de La Puerta y hasta La Toma de Belén, el río corre por una angosta quebrada de la sierra de Belén; luego más al sur, su curso se diluye en un extenso desierto conocido como Campo de Pipanaco, para luego desembocar en el Salar de Pipanaco (Dames & Moore, 1997; PASMA).

El río Amanao, otro tributario del Salar de Pipanaco, tiene sus nacientes en el faldeo sur del Cerro El Durazno. Una serie de cauces provenientes de las serranías adyacentes se unen para formar el río Vis, que en su trayecto hacia el sur recibe los aportes temporarios de los ríos Atajo y Seco. En el lugar conocido como La Junta –este se une al río Jasiyas y empieza a denominarse río Amanao.

En su recorrido por el cañón de Amanao, el aporte temporal de mayor importancia es el del río Yacochuyo, que baja por el faldeo oeste de la Sierra de Capillitas; más al sur de la población homónima, las aguas de este se insumen en el cono aluvial.

La calidad del agua superficial de los sistemas fluviales que se encuentran relacionados al área en estudio, en general es buena; mostrando una directa influencia con la naturaleza de los terrenos subyacentes. Los datos obtenidos de monitoreos –realizados tanto por YMAD como el organismo controlador–, no muestran hasta el momento afectación en la calidad del agua superficial por el desarrollo de actividades mineras.

En los casos donde los parámetros de calidad se encuentran fuera de los límites establecidos para sus diferentes usos, se observa que los mismos son producto de factores naturales (YMAD, 2017, p. 23).

#### **II.3.4 SUELO**

YMAD (2017) determino que “los suelos presentes poseen escaso desarrollo, y en general están constituidos por fragmentos de rocas volcánicas, gravas, arenas y escaso material fino”. Además, expresa “Knight Piésold reconoce que los suelos pertenecen al Orden de los Entisoles caracterizados por el nulo desarrollo pedogénico”.

## **II.4 TEORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **II.4.1 PROSPECCIÓN GEOLÓGICA**

La prospección geológica es la etapa en la cual se logra un conocimiento general de un área de interés a partir de técnicas basadas en estudios geológicos, o bien mediante técnicas geofísicas, geoquímicas, etcétera.

En esta etapa se busca localizar anomalías que justifiquen estudios posteriores de mayor precisión.

### **II.4.2 MAPEO GEOLÓGICO**

El mapeo geológico, es el relevamiento de toda la información geológica de un área, que posteriormente se representa en un mapa a través de colores o con simbología definida para cada litología, estratos, unidad o formaciones geológicas.

Los Mapas geológicos permiten una interpretación rápida del sector de estudio. Para confeccionarlo se trabaja en varias etapas:

1. Estudio de geología local.
2. Interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales.
3. Levantamiento topográfico de detalle.
4. Definición de unidades litológicas del mapeo.
5. Relevamiento y corroboración en terreno, de las unidades litológicas.
6. Representación de los datos relevados en el mapa.
7. Informe con descripciones detalladas.

### **II.4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio de un terreno. Se trata de examinar la superficie terrestre teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas de la misma.

Consiste en el acopio de datos para poder realizar con posterioridad el plano que refleja el mayor detalle y exactitud posible del área de estudio.

Una estación total es el resultado de incorporar un distanciómetro (medidor de distancia) a un teodolito electrónico. Con ella se calculan a tiempo real distancias, elevaciones y desniveles de un punto, además tiene un terminal interno para la resolución de cálculos inmediatos que son almacenados en la memoria del instrumento.

### **II.4.4 MUESTREO MINERO**

Si consideramos muestra, en su significado general y amplio, podemos decir que: una muestra es una parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa del mismo.

El muestreo es la acción de recoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo o la técnica empleada en esta selección o la selección de una pequeña parte estadísticamente determinada para inferir el valor de una o varias características del conjunto.

Población o lote: es el conjunto completo de observaciones que deseamos estudiar.

Cuando se habla de minerales, es importante considerar ciertas características; El muestreo estadístico es diferente del muestreo de minerales:

- En el muestreo estadístico, el lote o población está compuesto por objetos de igual peso.
- En el muestreo de minerales, el lote está compuesto de objetos de diferentes pesos.

Para efectuar cualquier muestreo, debe estar bien establecido lo siguiente:

1. Objetivo del muestreo.
2. Población a muestrear.
3. Datos a recolectar.
4. Manera de recolectar los datos.
5. Grado de precisión deseado.
6. Método de medida.

Para realizar un correcto muestreo, además, se debe cumplir con el hecho siguiente: “El muestreo debe ser equiprobable”.

En el caso de los minerales: el muestreo es equiprobable cuando todos los fragmentos que constituyen el lote tienen la misma probabilidad de ser elegidos para la constitución de la muestra.

Según Pierre Gy, creador de la teoría moderna del muestreo de minerales, cuando la condición de equiprobabilidad no se cumple, se tiene más bien un “especimen” (un ejemplar) en vez de una muestra.

El muestreo puede ser de dos tipos:

- Muestreo aleatorio simple: consiste en la selección de “n” fragmentos o unidades del lote “M” de modo que todas las muestras posibles de tamaño “n” tengan la misma probabilidad de ser elegidas. Ejemplo: En una mina hay 100 cátodos de cobre (numerados) para análisis. Se sortean (con una tabla de números aleatorios) 5 cátodos y se envían para análisis al laboratorio. Se analiza Cu, O, S, Cl, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Ag, As, Sb, Se, Te, Bi, Sn, etc.
- Muestreo sistemático: en este caso las extracciones de las muestras son determinadas según una regla fija. Ejemplos: tomar canaletas en una galería cada 2 metros; en una cinta transportadora, tomar una muestra cada 10 minutos.

### **Exactitud y Precisión:**

En la teoría del muestreo de minerales se utilizan las nociones de exactitud y precisión. En términos estadísticos estos conceptos corresponden respectivamente a la media, la cual debe ser insesgada (exactitud) y a la varianza del error, la cual debe ser pequeña (precisión).

Casi todas las decisiones que se hacen respecto de un Proyecto Minero, desde la exploración hasta el cierre de mina, están basadas en valores obtenidos de material muestreado. Estas decisiones significan millones de dólares, es por eso la importancia de la correcta acción del muestreo.

#### **II.4.5 TIPO DE MUESTREO**

Existen varios tipos de muestreos, entre ellos “Chips Sample” o “Esquirlas de roca”. Se trata de la toma de una muestra compuesta por fragmentos de esquirlas de roca, la misma se obtiene a lo largo de un afloramiento determinado, en una cierta longitud, siguiendo una línea imaginaria orientada perpendicularmente al mismo.

#### **II.4.6 ANOMALÍA, FONDO Y UMBRAL GEOQUÍMICO**

Una anomalía es una variación de la distribución geoquímica normal de un área y se da cuando los tenores de un sector superan ampliamente el fondo geoquímico del mismo. El último hace referencia a los valores normales de un elemento en los materiales terrestres, mientras que el umbral indica la concentración límite por encima de la cual comienzan los no-normales.

#### **II.4.7 ELEMENTO INDICADOR, RASTREADOR**

Un elemento indicador, es aquel que corresponde a uno de los elementos principales del depósito mineral que se espera encontrar.

Un elemento explorador o elemento pionero (‘pathfinder element’) es aquel que se encuentra asociado a un depósito mineral, pero puede ser detectado más fácilmente en comparación al indicador. Estos elementos están relacionados al modelo del depósito que está sujeto a exploración. Por ejemplo: las vetas que se encuentran en los depósitos de baja sulfuración, están relacionadas a elementos exploradores como As, Sb, Ba, Sr, Hg, V, Mn, Fe, Ti, Mo, Pb, Zn, Cu.

#### **II.4.8 DEPÓSITOS EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN**

Los depósitos epitermales se encuentran entre los de mayor interés, tanto a nivel económico como científico, debido a que son portadores principales de oro y plata. Se clasifican en alta, intermedia y baja sulfuración, en función del ensamblaje de minerales y pH/Eh de los fluidos mineralizantes.

Estos presentan una zonación vertical, Buchanan (1981) estudió las características generales de los epitermales alcalinos (baja e intermedia sulfuración), indicando la mineralogía de la ganga, alteraciones y la variación en la mineralogía de mena típica en profundidad (Figura 5).

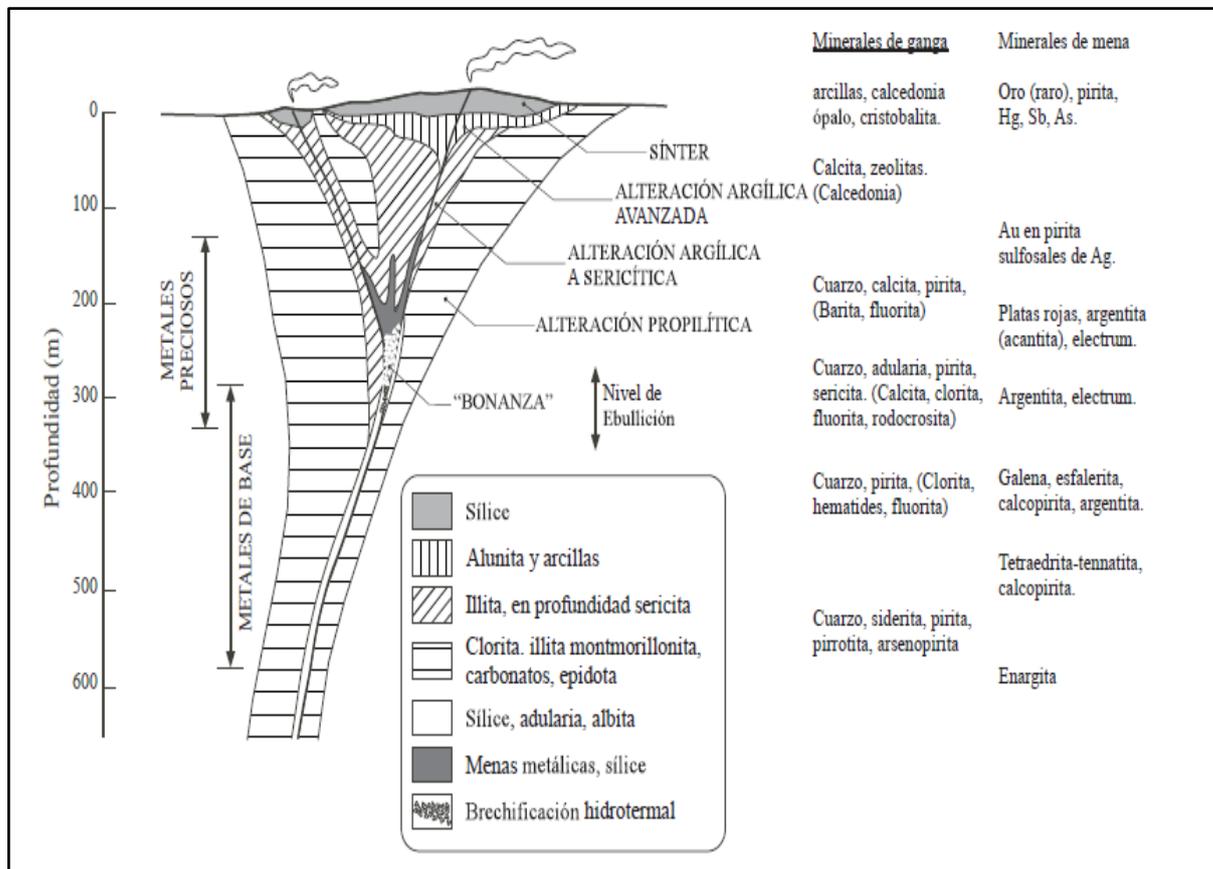


Figura 5. Esquema general de depósitos de baja sulfuración, modificado de Buchanan 1981. Tomado de Camprubí y Albinson 2006.

#### II.4.8 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

El coeficiente de Correlación de Pearson ( $r$ ) es una medida de la relación lineal entre dos variables X e Y. De fácil ejecución e, igualmente, interpretación.

Sus valores absolutos oscilan entre -1 y +1, reflejando el signo la dirección de tal valor. En este sentido, tan fuerte es una relación de +1 como de -1, en el primer caso es perfecta positiva y en el segundo perfecta negativa, si  $r = 0$  las variables están incorreladas.

Cuando es perfecta positiva, en la medida que aumenta una de ellas aumenta la otra, se dice que es perfecta negativa cuando exactamente en la medida que aumenta una variable disminuye la otra.

El realizar la representación gráfica de los datos para demostrar la relación entre el valor del coeficiente y la forma de la gráfica es fundamental ya que existen relaciones no lineales (Figura 6).

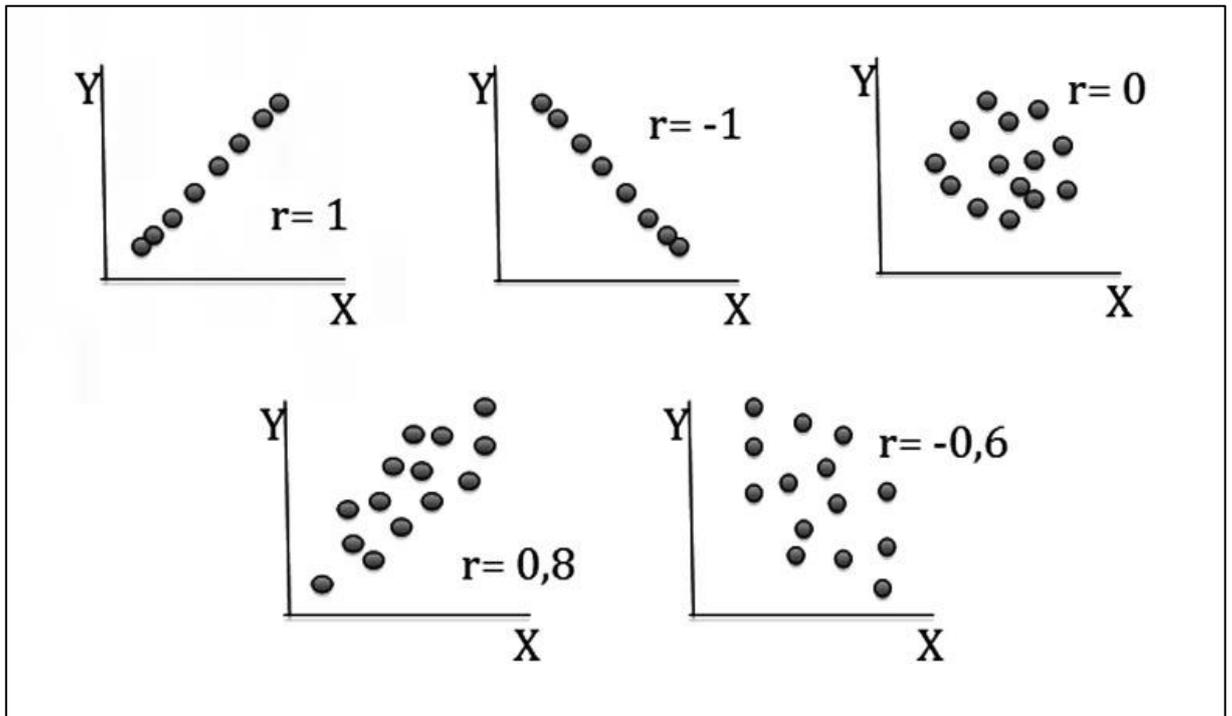


Figura 6. Ejemplos de diagramas de dispersión con diferentes valores de r.

El coeficiente de correlación de Pearson viene definido por la siguiente expresión:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Donde:

r: coeficiente de correlación de Pearson.

$\sigma_{xy}$ : covarianza de (x,y).

$\sigma_x$ : desviación estándar de la variable x.

$\sigma_y$ : desviación estándar de la variable y.

Para representar las relaciones de diferentes variables que combinan linealmente, se utiliza la llamada matriz de correlaciones.

Propiedades de "r":

- Es útil para determinar si hay relación lineal entre dos variables, pero no sirve para otro tipo de relación.
- De su signo obtenemos si la relación es directa o inversa.
- Solo toma valores en [-1,1].
- Las variables son incorreladas  $\leftrightarrow r = 0$ .
- Cuanto más cerca este r de +1 o -1 mejor será el grado de relación lineal.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### III.1 PRIMERA ETAPA “TRABAJOS DE GABINETE”

En la primera etapa de trabajo se realizó la búsqueda, recolección y selección de los antecedentes bibliográficos del área de estudio referidos a la geología regional y local, estructuras geológicas dominantes, litologías, mineralización y alteración.

Además, se consultó bibliografía de la génesis de yacimientos de baja sulfuración, sus características y texturas minerales asociadas.

El objetivo de esta recopilación, fue disponer de las especificidades necesarias para desarrollar la investigación.

Las fuentes fueron muy diversas: libros, revistas, tesinas, monografías, internet e informes técnicos.

En esta etapa también se elaboró, a partir de imágenes satelitales de Google Earth Pro, un mapa base que sirvió para organizar la primera visita de carácter expeditivo, establecer el mejor lugar de acceso, determinar la topografía del área, la red hídrica y cantidad de vegetación. Además, se reconoció la corrida de la veta principal y zonas de alteración, con esta información se demarcó de forma preliminar los sectores de interés a estudiar.

### III.2 SEGUNDA ETAPA “TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE”

Los trabajos de gabinete que se requerían ejecutar se los llevó a cabo en las instalaciones de Farallón Negro.

Los materiales, herramientas y equipos utilizados pertenecen a la empresa, por lo que se realizó una planificación previa de las tareas con el fin de evitar la superposición de labores que necesitan del mismo instrumental (Figura 7).

MATERIALES	EQUIPOS	HERRAMIENTAS
Mapa base del área	Brújula	Cinta métrica de 5 m.
Libreta de campo	GPS Garmin Etrex	Cinta métrica de 50 m.
Aerosoles	Lupa	Masa, punta
Protractor	Lápiz rayador	Piqueta
Mapera	Lápiz magnético	Escobilla
Lápiz, goma de borrar	Estación total Trimble 3600	
HCl diluido al 10 %	Computadora	
Agua oxigenada	Cámara de fotos	
Bolsa de muestras		
Precintos		
Talonarios de muestreo		

Felpa indeleble		
Mochila		

Figura 7. Tabla del instrumental utilizado.

### III.2.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con el mapa base elaborado en la etapa anterior, se realizó el reconocimiento en campo de la corrida de la veta principal, rocas encajantes y algunas zonas de alteración que se pudieron identificar macroscópicamente (Figura 8).



Figura 8. Reconocimiento en campo

### III.2.2 MAPEO GEOLÓGICO PRELIMINAR

Una vez reconocida el área e identificadas las distintas unidades geológicas, se procedió a realizar el “mapeo geológico preliminar” el cual fue ajustado posteriormente con estación total para obtener un plano de mayor detalle de la veta, esta tarea se desarrolló con el personal de topografía de la empresa.

Para el relevamiento se estableció sectores de mapeo ubicados a una equidistancia de 25 m en sentido longitudinal, en cada uno de estos se tomó a lo largo de transectas perpendiculares a la estructura mineralizada datos de espesor aparente, mineralogía y texturas de la veta y de la roca de caja.

La metodología de trabajo consistió en posicionar el primer sector de mapeo al inicio de la veta, considerando como tal el lado noroeste de la misma, una vez en el lugar, se definió el contacto veta - roca de caja, se identificó estos límites en el campo con aerosol, se utilizó como nomenclatura para la veta principal la letra A en mayúscula seguida de un número, como por ejemplo A1, A2, A3, etcétera. Para las vetas secundarias se usó las sucesivas letras del abecedario, como por ejemplo E1, F1, H1. Una vez determinado el sector de mapeo, se procedió a tomar la posición del mismo con GPS Garmin Etrex, quedando así definido como "A1-A2", esta metodología de trabajo se repitió a lo largo de toda la estructura. Los mismos son de importancia ya que se los visualiza en el *plano topográfico de la veta* permitiendo conocer fácilmente su ubicación y correspondientes características descriptas para cada uno en las *planillas de mapeo* plasmadas en el *capítulo IV* del presente trabajo.

En cada punto se tomó el espesor aparente de manera perpendicular a la estructura mineralizada, datos de rumbo, inclinación y dirección de inclinación, mineralización y texturas minerales. De igual forma se describió el tipo de roca de caja, esta se reconoció macroscópicamente y a partir de diferencias como mineralogía, color, alteración, estructura, fractura e intensidad de venillas, se tomó los espesores aproximados donde era posible medirlos debido a que el relieve es muy accidentado y de difícil acceso. Además, se obtuvo muestras frescas para realizar las descripciones mineralógicas.

En gabinete se digitalizó y ordeno la información en *planillas de mapeo* (Figura 9).



Figura 9. Fotografías donde se observan contactos "líneas cortadas", espesor aparente "E", punto de mapeo A11-A12 y rumbo e inclinación de la veta.

### III.2.3 LEVANTAMIENTO DE LA VETA CON ESTACIÓN TOTAL TRIMBLE 3600

El mapeo preliminar fue ajustado en sus medidas con estación total, dicha tarea se desempeñó en conjunto al área de topografía de la empresa YMAD.

La metodología consistió en montar la estación total sobre un punto topográfico y prepararla para realizar las mediciones, tarea desarrollada por el topógrafo, una vez que el equipo estuvo listo, se procedió a la toma de datos, para ello se utilizó dos prismas móviles a los cuales se los colocó en el contacto veta/roca de caja, se levantó puntos con intervalos aproximados de dos metros siempre que fue posible debido al relieve accidentado de la zona (Figura 10).

Se procesó los datos obtenidos a partir del mapeo preliminar y el levantamiento con estación total en AutoCAD, con ellos se generó la cartografía correspondiente.



Figura 10. Levantamiento de la veta, donde A: contacto veta/roca de caja, Dac: cuerpo dacítico.

### III.2.4 MUESTREO SISTEMÁTICO DE LA VETA

Se realizó un muestreo sistemático a lo largo de la veta de tipo “esquirlas de roca”, la equidistancia de toma de muestra fue cada 50 m. Este trabajo se desarrolló en sentido noroeste-sureste al igual que el mapeo geológico.

Según la corrida total del filón y la equidistancia establecida se definió 15 puntos de muestreo. Debido a la dificultad de acceso que presentaron algunos lugares del área de estudio no se pudo recolectar 2 muestras planificadas.

La metodología de trabajo consistió en (I) tomar las coordenadas del lugar a muestrear con GPS Garmin Etrex, (II) desarrollo de canaletas, perpendiculares a la estructura, mediante punta y masa, (III) exclusión de los primeros centímetros de material meteorizado hasta llegar a la veta fresca, (IV) limpieza de la superficie con escobilla para evitar contaminación, (V) extracción de 2 kg de esquirlas de roca, debidamente embolsadas, rotuladas (con talonario de identificación) y cerradas con precintos (Figura 11).



Figura 11. Muestreo sistemático de la veta.

### III.3 TERCERA ETAPA “TRABAJOS DE GABINETE”

Se preparó muestras según protocolo requerido para el envío al laboratorio de la empresa YMAD para ser analizadas por el método “ICP (*Plasma de Acoplamiento Inductivo-Inductive Coupling Plasma*) para 31 elementos: Oro (Au), Plata (Ag), Arsénico (As), Aluminio (Al), Bario (Ba), Bismuto (Bi), Calcio (Ca), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Galio (Ga), Indio (In), Potasio (K), Litio (Li), Manganeseo (Mn), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Antimonio (Sb), Escandio (Sc), Estroncio (Sr), Vanadio (V), Zinc (Zn), Selenio (Se), Sílice (Si), Mercurio (Hg), Molibdeno (Mo), Titanio (Ti)”.

Los datos obtenidos de los análisis mencionados fueron procesados estadísticamente con la finalidad de encontrar los valores más interesantes.

La asociación geoquímica típica de yacimientos epitermales de baja sulfuración está dada por *Ag, As, Au, Sb, Ba, Sr, Hg, Mn, Fe, Ti, Mo, Pb, Zn, Cu, V*. En base a ello se estableció los elementos a ser procesados. El laboratorio de la empresa no analiza Hg, Mo y Ti, razón por la que no fueron incluidos. En cuanto al V, los análisis químicos no detectaron concentraciones.

### III.3.1 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

La metodología de trabajo para realizar el procesamiento estadístico, consistió en calcular para cada elemento el valor mínimo, máximo y el fondo geoquímico (valor promedio), este último se obtuvo al realizar el cociente entre el valor de la sumatoria de las leyes de un elemento (dado en ppm), y el número total de muestras que se consideró en la sumatoria, numéricamente, esto queda expresado la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\sum \text{ley Au (ppm)}}{N^{\circ} \text{muestras}}$$

Donde:

F: fondo geoquímico.

$\sum$  ley Au (ppm): sumatoria de las leyes de Au en ppm.

Nº muestras: número de muestras que se consideraron en la sumatoria.

Una muestra sin embargo puede tener un tenor (t) distinto que el fondo geoquímico matemático sin dejar de ser un valor normal, existe un grado de tolerancia. Para medirlo, se calculó la desviación estándar ( $\alpha$ ):

$$\alpha = \frac{\sum (F - t)}{N^{\circ} \text{muestras}}$$

Donde:

$\alpha$ : desviación estándar.

F: fondo.

t: proporción de un elemento en una muestra.

Nº muestras: número de muestras que se consideraron en la sumatoria.

Por último, para determinar el umbral geoquímico para cada elemento, se sumó el fondo a una desviación estándar. Un valor se considera normal si está comprendido entre el fondo y el umbral, por encima o debajo de este límite se consideran valores anómalos.

Con este criterio se clasificaron las anomalías en tres categorías, siendo las posibles de menor certidumbre geológica que las anomalías probables y éstas que las francas (Figura 12).

FONDO	POSIBLES	PROBABLES	FRANCAS
F hasta $F+\alpha$	$F+\alpha$ hasta $F+2\alpha$	$F+2\alpha$ hasta $F+3\alpha$	$>F+3\alpha$

Figura 12. Tabla de clasificación de anomalías.

### III.3.2 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

La correlación entre dos variables, siempre que mantengan una relación lineal, está dada por el coeficiente de Correlación de Pearson ( $r$ ) el cual queda definido por la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Donde:

$r$ : coeficiente de Correlación de Pearson.

$\sigma_{xy}$ : covarianza de (x,y).

$\sigma_x$ : desviación estándar de la variable x.

$\sigma_y$ : desviación estándar de la variable y.

Para el estudio, se utilizó el software Excel, y se trabajó con la asociación geoquímica: *Ag, As, Au, Sb, Ba, Sr, Mn, Fe, Pb, Zn, Cu*.

En primer lugar, antes de calcular el coeficiente de correlación, se generó gráficos de dispersión, que relacionan al Au con los demás elementos, para detectar la existencia de una correspondencia lineal entre las variables. Luego, con la función "Análisis de datos" de Excel, se realizó la matriz de Correlación de Pearson, con ella se midió las relaciones presentes.

Con la información obtenida, se determinó si las variables X, Y están relacionadas:

- Si  $r = 1$ , existe una correlación positiva perfecta. Hay una dependencia total denominada relación directa: cuando una aumenta, la otra lo hace en proporción constante.
- Si  $0 < r < 1$ , existe una correlación positiva.
- Si  $r = 0$ , no existe relación lineal.
- Si  $-1 < r < 0$ , existe una correlación negativa.
- Si  $r = -1$ , existe una correlación negativa perfecta. Relación inversa: cuando una aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

Además, en base al rango de valores que toma el coeficiente  $[-1+1]$ , se estableció si la relación es: perfecta ( $\pm 0,96; \pm 1,0$ ), fuerte ( $\pm 0,85; \pm 0,95$ ), significativa ( $\pm 0,70; \pm 0,84$ ), moderada ( $\pm 0,50; \pm 0,69$ ), débil ( $\pm 0,20; \pm 0,49$ ), muy débil ( $\pm 0,10; \pm 0,19$ ), nula ( $\pm 0,09; \pm 0,0$ ).

Con la información obtenida y en base a la zonación geoquímica vertical que presentan los sistemas epitermales de baja sulfuración, se estableció el nivel de exposición de la veta Macho Muerto. Asimismo, se determinó cuáles son los elementos químicos que acompañan a la mineralización Au-Ag.

### III.3.3 ANÁLISIS DE LEYES MEDIAS PONDERADAS

Se calculó la ley media ponderada ( $G_m$ ) para los elementos Au, Ag, As, Ba, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Zn y Sr de cada una de las 13 muestras de veta distribuidas a lo largo de la corrida de la misma.

El cálculo de  $G_m$  se realizó respecto al espesor, con la siguiente fórmula:

$$G_m = \frac{\sum (G_i \cdot e_i)}{\sum e_i}$$

Donde:

$G_m$ : Ley media

$G_i$ : Leyes de los tramos "i"

$e_i$ : Los espesores de los tramos "i"

En función de  $G_m$  obtenidas para cada elemento, arbitrariamente se estableció tres rangos de valores: bajo, medio y alto, a estos se los identificó con los colores verde, naranja y rojo respectivamente, lo que facilitó la visualización e interpretación de los sectores más interesantes, este análisis se realizó usando planillas en el programa Excel. Además, en el mismo software se generó un gráfico de barras acumulativas con el fin de visualizar las variaciones a lo largo de la estructura mineralizada de las leyes medias ponderadas de los metales preciosos Au y Ag.

Se comparó los datos de  $G_m$  obtenidos con la geología del sector muestreado para entablar una relación entre ambos. Por último, en función de lo antes planteado, se definió los sectores con mayor potencial minero.

### III.3.4 ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA

En esta etapa, se confeccionó a escala de detalle 1:2000 los diferentes planos. A continuación, se explica la metodología utilizada para el desarrollo de cada uno.

#### **Plano topográfico de la veta Macho Muerto sector sureste**

Para su confección se trabajó con los puntos tomados con el equipo de estación total facilitados por el área de topografía de la empresa en formato DWG, a estos se los unió con la herramienta *polilínea* del software AutoCAD obteniendo el dibujo de la veta, se le agregó las curvas de nivel del sector, quebradas y coordenadas. Por último, se agregó norte, escala gráfica, escala numérica, referencias, mapa de ubicación y rótulo.

#### **Plano geológico de la veta Macho Muerto sector sureste**

Sobre el plano topográfico de la veta, se graficó las unidades geológicas (información obtenida en el *mapeo geológico preliminar y plasmados en las planillas de mapeo*). Se agregó norte, escala gráfica, escala numérica, referencias, mapa de ubicación y rótulo.

### **Planos de anomalías geoquímicas de Au y Ag**

Se generó un plano de anomalías geoquímicas para Au y Ag. Se utilizó como base el plano topográfico de la veta, en este se subió las coordenadas de los puntos de muestreo identificados en el plano como *M1*, *M2*, etcétera. Luego, se creó un símbolo que consiste en un círculo dividido en la cantidad de elementos que intervienen en los planos, este se colocó sobre cada punto de muestreo, en ellos se ploteó los resultados de la interpretación estadística siguiendo un código de colores, donde el verde representa una anomalía posible, el naranja probable y el rosa una anomalía franca, quedando así identificadas las muestras que arrojaron valores anómalos de los elementos en cuestión. Para concluir, se añadió norte, escala gráfica y numérica, referencias, mapa de ubicación y rótulo.

### **Plano de leyes medias ponderadas de Au-Ag y alteraciones hidrotermales**

Como base se utilizó el plano de anomalías geoquímicas, se colocó los datos de leyes medias ponderadas de Au-Ag sobre los símbolos de cada punto de muestreo según los colores establecidos para los diferentes rangos de valores: bajo (verde), medio (naranjado) y alto (rojo), luego se ubicó las alteraciones relevadas en el mapeo, con el fin de visualizar la relación entre ellas y una mayor mineralización. Por último, se puso norte, escala gráfica y numérica, referencias, mapa de ubicación y título.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS ALCANZADOS**

### **IV.1 RELACIONES DE CAMPO**

El área de estudio, presenta un relieve muy accidentado, topográficamente la veta principal aflora sobresaliendo de la roca huésped por su mayor grado de competencia y resistencia ante la meteorización y erosión (Figura 13).

Estructuralmente existe una fracturación de rumbo general noroeste-sureste con tendencia este-oeste, en ella se emplazó la veta Macho Muerto. Luego, la actividad magmática continuó, evidenciada por la intrusión de la riodacita Macho Muerto que divide la corrida en dos sectores y un cuerpo dacítico de menor dimensión, integrado por fenocristales de cuarzo y biotita en matriz microcristalina, que afecta la continuidad de la misma en la zona de estudio (Figura 13).

El sistema presenta un patrón de vetas y vetillas que se bifurcan y unen conformando una estructura continua predominante. Estas muestran macroscópicamente una mineralogía donde se distinguen carbonatos negros, carbonatos blancos y carbonatos con óxidos de hierro, presencia de escaso cuarzo de tipo hialino, lechoso y sacaroide, minerales de manganeso, ópalo rojo y sílice amorfa de color blanquecino. Asimismo, exhiben texturas primarias: masiva, bandeada, colorme, crustiforme; texturas de relleno: como en peine, drúsica y texturas de deformación: brechización.

La mineralización se encuentra alojada en rocas volcánicas, que corresponden a brechas andesíticas y andesitas, la primera presenta colores amarillentos y blanquecinos conferidos debido a las alteraciones hidrotermales que la afectan, en el sector más oriental se observa con claridad clastos angulosos de andesita de unos 3 cm aproximadamente en matriz de la misma roca, la segunda se reconoce por su composición mineral integrada por cristales bien desarrollados visibles macroscópicamente de plagioclasas y minerales ferromagnésicos: biotitas, anfíboles, en matriz de grano fino de color grisáceo, además de una alteración incipiente, estructura globular y escasas venillas. El sector presenta una cobertura de material coluvial que se ubica en las partes bajas de las laderas, conformado por fragmentos de las litologías locales, lo que sumado al contacto transicional de las unidades antes mencionadas dificulta el reconocimiento y delimitación precisa. El contacto veta/roca de caja es neto. (Figura 14).



Figura 14. Contacto veta/roca de caja.

La veta mapeada, digitalizada e identificada como A corresponde a la principal, estructuralmente rellena un sigmoide, tiene una corrida de 750 m, espesor promedio de 4,35 m, rumbo e inclinación general de  $120^\circ$  y  $79^\circ$  y una dirección de inclinación predominante hacia el suroeste.

Las descritas como R, T, O y S se desprenden de la principal y se infiere por su rumbo que vuelven a unirse a la misma conformando una única estructura. La roca de caja que las contiene es la brecha andesítica, esta exhibe una alteración argílica moderada y enseña una serie de venillas de pocos centímetros de espesor aparente con relleno carbonático.

La veta secundaria E se bifurca de la principal. Presenta una corrida de 50 m con espesores aparentes variables que superan los 1,5 m, rumbo general de  $145^\circ$ , buzamiento de  $70^\circ$  y dirección de inclinación hacia el suroeste. La roca de caja es la brecha andesítica, tiene una alteración argílica moderada y se observa afectada por stockwork cuyas venillas tienen una distribución de tamaños que oscilan de pocos mm a 12 cm, textura bandeada y una mineralogía de carbonato negro, carbonato blanco, carbonato con óxidos de hierro y ópalo rojo (Figura 15).

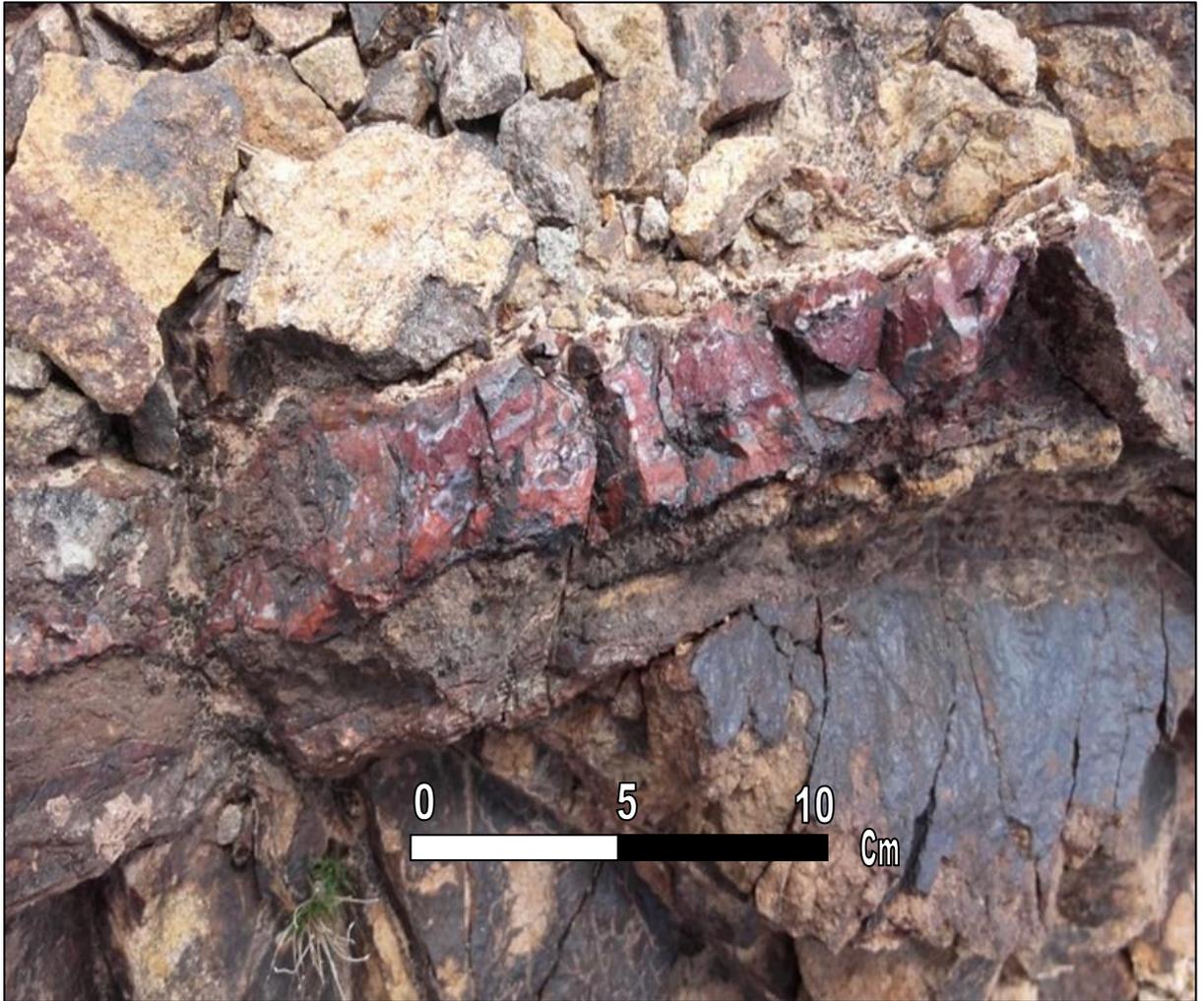


Figura 15. Venilla que afecta a la roca de caja, donde se observa ópalo rojo.

Las vetas menores relevadas como *F, H, I, L* son una serie de estructuras que presentan algunos metros de corrida, poco espesor aparente y se bifurcan de la principal. La roca de caja corresponde a la brecha andesítica y posee una alteración argílica moderada. Estas no se las representó en la cartografía, pero si se describió sus características en las *planillas de mapeo*.

Las venillas en stockwork son frecuentes a partir del sector medio de la corrida de la veta principal, y están relacionadas a la brecha andesítica.

Las alteraciones hidrotermales que se distinguen son, argílica (débil, moderada, fuerte) y silicificación. La primera abarca mayores extensiones y afecta a las rocas hospedantes, la segunda es una alteración localizada que se reconoce en algunos sectores de la veta y en el contacto entre ella y la roca aflorante.

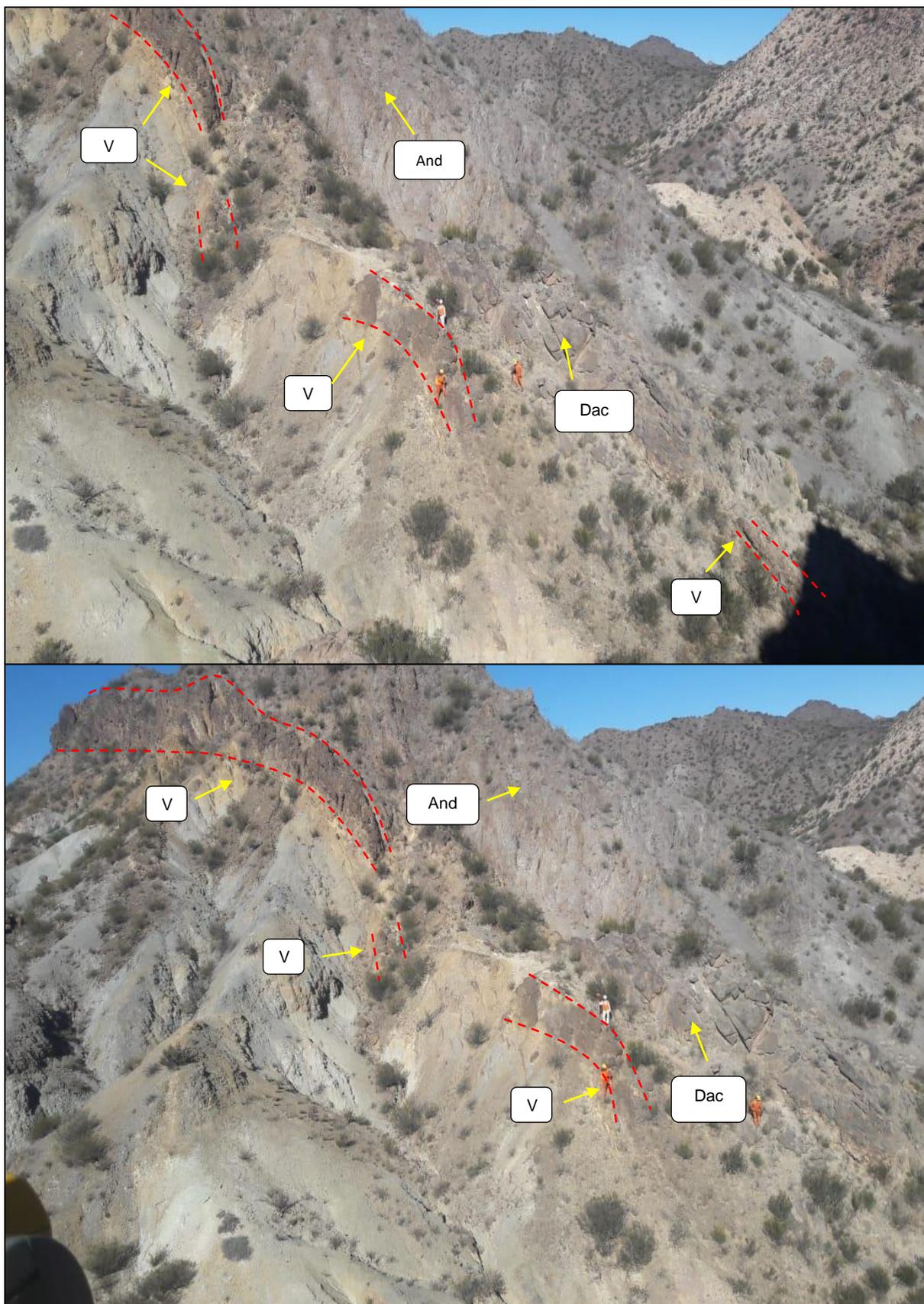
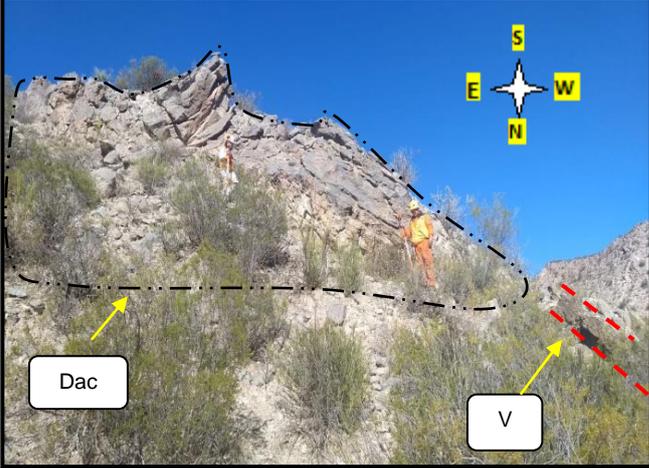
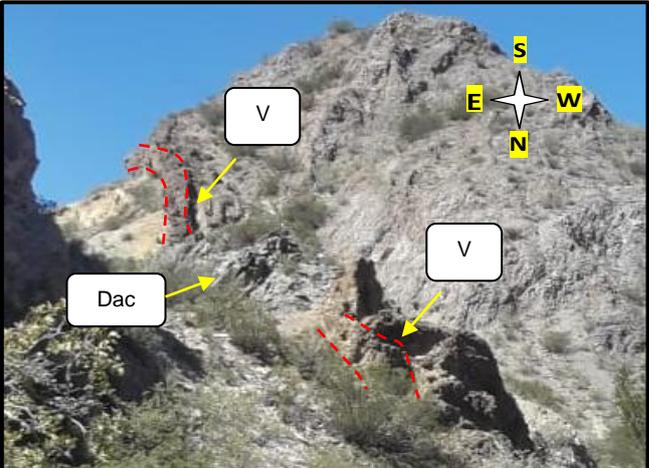
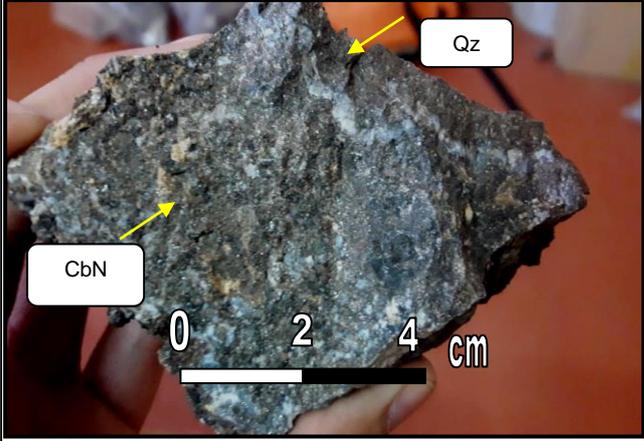


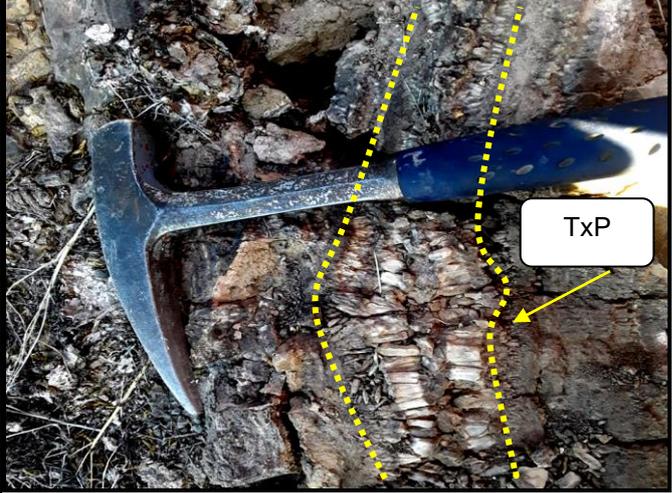
Figura 13. Fotografías del área de estudio, donde "V": Veta principal, And: Andesita lávica, Dac: Dacita.

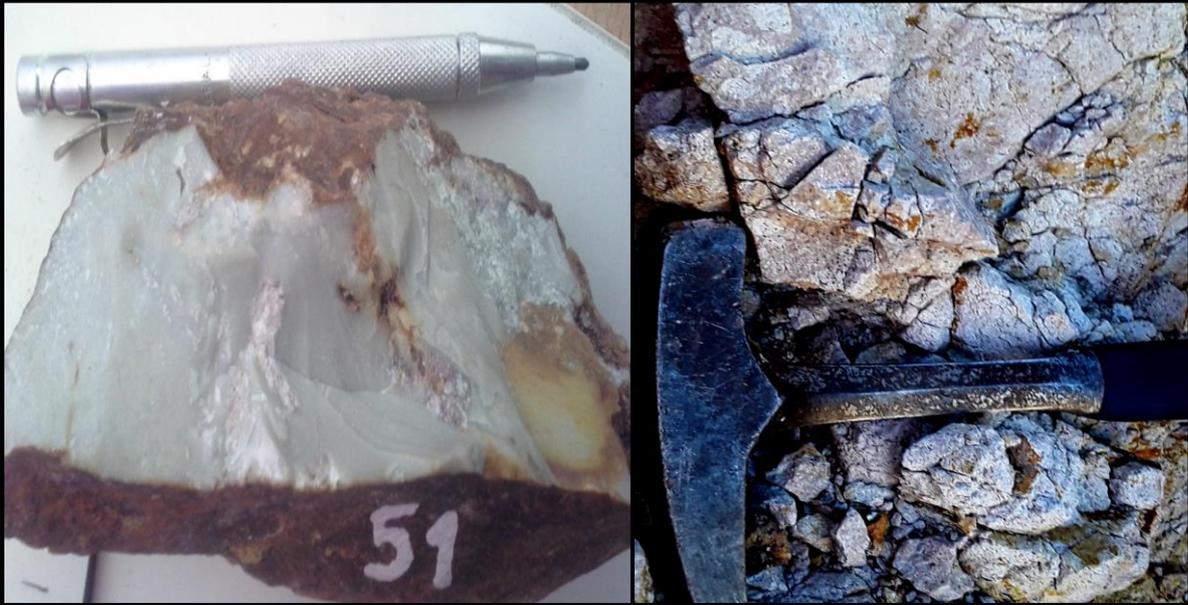
#### IV.1.2 PLANILLAS DE MAPEO

<b>Identificación:</b> A3-A4	<b>Coordenadas:</b> 27°16'25,30"S 66°41'23,27"W	
<b>Rumbo:</b> 105° <b>Inclinación:</b> 84°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 3,10 metros	
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro de textura masiva predominante, por sectores se observan bandas milimétricas de cuarzo lechoso y cristales de cuarzos hexagonales. En el contacto veta/roca de caja se reconoce textura brechosa conformada por clastos de roca con alteración argílica en matriz carbonática.</p>		
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> Corresponde a la brecha andesítica, ésta exhibe una alteración argílica de intensidad débil a moderada.          En contacto con la roca antes descrita, se observa un cuerpo dacítico de textura porfídica con cuarzo en forma de cristales de tamaño considerable y biotitas en matriz de grano fino.</p>		
<p>A: Distintos grados de alteración del pórfido dacítico. Fenocristales de cuarzo "Qz".</p>		

<b>Litología:</b> Pórfido dacítico	<b>Coordenadas:</b> 27°16'25,21"S 66°41'24,52"W
<b>Longitud:</b> 37 metros	
<b>Observaciones:</b> En este sector la veta principal "A" es cortada por un pórfido dacítico en dirección perpendicular a su rumbo, esto indicaría su formación posterior. Asimismo, se observó que sigue a la estructura mineralizada en dirección paralela hasta el contacto con la roca de caja. La dacita está formada por fenocristales de cuarzo y cristales bien desarrollados de biotita en matriz microcristalina de color grisáceo, que varía según el grado de alteración.	 <p>A: Relación entre el cuerpo mineralización "V" y el porfido "Dac".</p>  <p>B. Corrida de la veta "V" afectada por la intrusión del cuerpo dacítico "Dac".</p>

<p><b>Identificación:</b> A23-A24</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'26,87"S 66°41'14,12"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 110° <b>Inclinación:</b> 88°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6,80 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Se observa una mineralogía de carbonatos negros y escasos minerales de óxidos de manganeso con hábito fibroso y botroidal acompañado por cuarzo de tipo lechoso y hialino conformando una textura masiva. En el sector medio de la veta, se reconoce textura bandeada de carbonatos blancos, carbonatos negros y con óxidos de hierro. En menor cantidad cuarzo de aspecto sacaroide y en cristales hexagonales.</p>	 <p>A: Muestra de mano de psilomelano "OxMn" de habito botroidal.</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A23, la roca de caja es la brecha andesítica, esta muestra alteración argílica de intensidad moderada y stockword, cuyas venillas presentan diversos tamaños que oscilan de pocos mm a 12 cm aproximadamente, en éstas se encuentran carbonato negro, blanco y con óxidos de hierro de textura bandeada, en sectores se observa ópalo rojo.</p>	 <p>B: Muestra de mano de carbonatos negros "CbN" y cuarzo "Qz" de textura masiva.</p>

<p><b>Identificación:</b> A49-A50</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'30,03"S 66°41'3,30"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 105° <b>Inclinación:</b> 83°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 3,10 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro, carbonatos blancos y cuarzo lechoso conformando una textura bandeada, en la parte inferior de la veta se observa una textura masiva. Además, se reconocen carbonatos con textura en peine.</p>	 <p>A: Textura en peine "TxP".</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca en A50 es la brecha andesítica, ésta presenta una alteración argílica de intensidad moderada y algunas venillas de composición carbonática, cuyos espesores son variables oscilando de pocos milímetros a 10 cm. En A49, se observa andesita lávica, con una composición mineral integrada por cristales de plagioclasa, biotita y hornblenda en matriz de grano fino color gris, característica que se repite en todos los sectores en los que aflora.</p>	 <p>B: Brecha andesitica alterada "Bx".</p>

<b>Identificación:</b> A57-A58	<b>Coordenadas:</b> 27°16'31,53"S 66°41'0,55"W
<b>Rumbo:</b> 140° <b>Inclinación:</b> 67°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 4 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía predominante de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro de textura masiva.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca de caja es la brecha andesítica, en este sector se distinguen clastos angulosos de tamaños aproximados a 3 cm, además presenta una alteración argílica de intensidad fuerte. Se reconoce una brecha hidrotermal conformada por cemento silíceo, clastos de la roca de caja, pirita diseminada y boxwork del mismo mineral, esta zona tiene un espesor de 15 cm. Asimismo, se observan bandas de calcedonia de 5 cm de espesor.	
	
A: Muestra de mano de banda de calcedonia y brecha andesítica que muestra una alteración argílica fuerte.	

<p><b>Identificación:</b> E3-E4</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'27,08"S 66°41'15,12"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 160° <b>Inclinación:</b> 70°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 1,50 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura bandeada, en sectores coloforme de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro y carbonatos blancos. Además, se observan cristales de cuarzos hexagonales relleno de cavidades. La veta tiene lentes de roca de caja afectados por una alteración argílica.</p>	<div data-bbox="820 465 1477 958" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="890 972 1406 999">A: Lentes de roca de caja que afectan a la veta.</p> <div data-bbox="820 1048 1477 1529" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="979 1547 1318 1574">B: Textura coloforme de la veta</p>

Planillas de mapeo, ver en **ANEXO N°1**

## IV.2 GEOQUÍMICA

A partir de los resultados de los análisis químicos entregados por el laboratorio de la empresa YMAD, se identificó anomalías posibles, probables, francas, el grado de dependencia entre las variables y la relación de leyes medias ponderadas con la geología.

#### IV.2.1 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

Los elementos que se utilizaron son Ag, As, Au, Ba, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Sr, V, Zn por constituir una asociación típica de yacimientos epitermales de baja sulfuración.

Se determinó que el Au tiene un valor mínimo de 0,07 ppm y máximo de 0,43 ppm, un umbral geoquímico de 0,32 ppm y tres anomalías posibles que muestran valores de 0,33 ppm, 0,40 ppm y 0,43 ppm. De manera similar, para la Ag se estableció un valor mínimo de 3,60 ppm y máximo de 30,73 ppm, un umbral geoquímico de 18,36 ppm, una anomalía posible de 22,23 ppm y una probable de 30,73 ppm. De las 13 muestras analizadas químicamente 5 arrojan valores anómalos de dichos metales, estas constituyen los sectores de mayor interés considerando este criterio.

Los metales comunes Pb y Zn registran concentraciones anómalas, mientras que ninguna de las muestras indicó anomalías de Cu.

Se detectaron cuatro anomalías de los metaloides As y Sb, el primero presenta un valor mínimo de 42 ppm y máximo de 657, un umbral geoquímico de 402,00 ppm, una anomalía posible de 437,90 ppm y probable de 657 ppm, para el Sb un valor mínimo de <5 ppm y máximo de 93 ppm, un umbral geoquímico de 56 ppm, una anomalía posible de 87 ppm y una probable de 93 ppm.

El Sr tiene un valor mínimo de 51 ppm y máximo de 1584 ppm, un umbral geoquímico de 1142 ppm y tres anomalías, dos posibles con valores de 1164 ppm, 1205 ppm y una probable con valor de 1584 ppm.

El Ba registra un valor mínimo <2 ppm y máximo de 497 ppm, un umbral geoquímico de 284 ppm y dos anomalías una posible de 348 ppm y probable de 497 ppm (Figura 16).

Procesamiento estadístico, ver en **ANEXO N°2**.

Elementos	Fondo	Desviación Estándar	Umbral	Anomalías Posibles	Anomalías Probables	Anomalías Francas	Valor Mínimo	Valor Máximo	Numero de muestra
Ag	11,26	7,66	18,93	22,23	- 30,73	- -	3,60	30,73	100026 100018
As	215	187	402,00	437,90	- 657	- -	42	657	100022 100027
Au	0,20	0,12	0,33	0,40 0,33 0,43	- - -	- - -	0,07	0,43	100019 100024 100026
Ba	121	163,30	284	348 -	- 497	- -	<2	497	100023 100019
Cu	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Fe (%)	0,4	0,15	0,6	0,6 0,7	- -	- -	0,2	0,7	100014 100021

				0,6	-	-			100024
				0,6	-	-			100025
Mn	15598	5542,58	21141				2500	>20000	
Pb	85	86,84	172	185	-	-	40	292	100019
				-	292	-			100018
Sr	728	414,24	1142	1164	-	-	51	1584	100017
				1205	-	-			100024
				-	1584	-			100019
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	2	1,78	4	-	7	-	<1	7	100019
Sb	23	33,03	56	87	-	-	<5	93	100021
				-	93	-			100015

Figura 16. Tabla de parámetros estadísticos, valores en ppm.

#### IV.2.2 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

Para conocer la mineralización que acompaña a los metales preciosos y determinar el nivel de exposición de la veta Macho Muerto, se estudió la asociación de los elementos Ag, As, Au, Ba, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Sr, Zn y la correlación existente entre ellos.

Los gráficos de dispersión indican que hay una relación lineal entre las variables. La fuerza y el sentido de esta, se observa en la matriz de Correlación de Pearson (Figura 17). La primera se clasifica según el rango de valores que recibe, en: nula, muy débil, débil, moderada, significativa, fuerte, perfecta (Figura 18) y el segundo en positivo o negativo.

	Au	Ag	As	Sb	Sr	Ba	Pb	Zn	Cu	Fe	Mn
Au	1										
Ag	0,4021	1									
As	-0,248	-0,536	1								
Sb	-0,276	-0,147	-0,128	1							
Sr	0,4105	-0,183	-0,235	0,0301	1						
Ba	0,3859	-0,151	-0,076	-0,147	0,6999	1					
Pb	0,5033	0,4955	-0,285	-0,42	0,4011	0,7057	1				
Zn	0,589	-0,212	0,0918	-0,12	0,6037	0,644	0,3556	1			
Cu	-0,237	0,0905	-0,192	-0,197	-0,034	-0,219	-0,156	-0,1	1		
Fe	-0,002	-0,375	0,2097	0,1561	-0,218	0,1726	-0,087	-0,022	-0,3206	1	
Mn	-0,362	-0,673	0,5727	0,3088	-0,16	-0,182	-0,714	0,0465	0,0717	0,1094	1

Figura 17. Matriz de Correlación de Pearson para las variables presentes.

±0,96 - ± 1,0	Perfecto
±0,85 - ± 0,95	Fuerte
±0,70 - ± 0,84	Significativo
±0,50 - ± 0,69	Moderado
±0,20 - ± 0,49	Débil
±0,10 - ± 0,19	Muy Débil
±0,09 - ± 0,0	Nula

Figura 18. Tabla de clasificación de correlaciones, según la fuerza de las mismas.

El Au y la Ag presentan una correlación positiva débil. Esto indica que hay una dependencia entre las variables "relación directa", cuando uno aumenta el otro también lo hace (Figura 19).

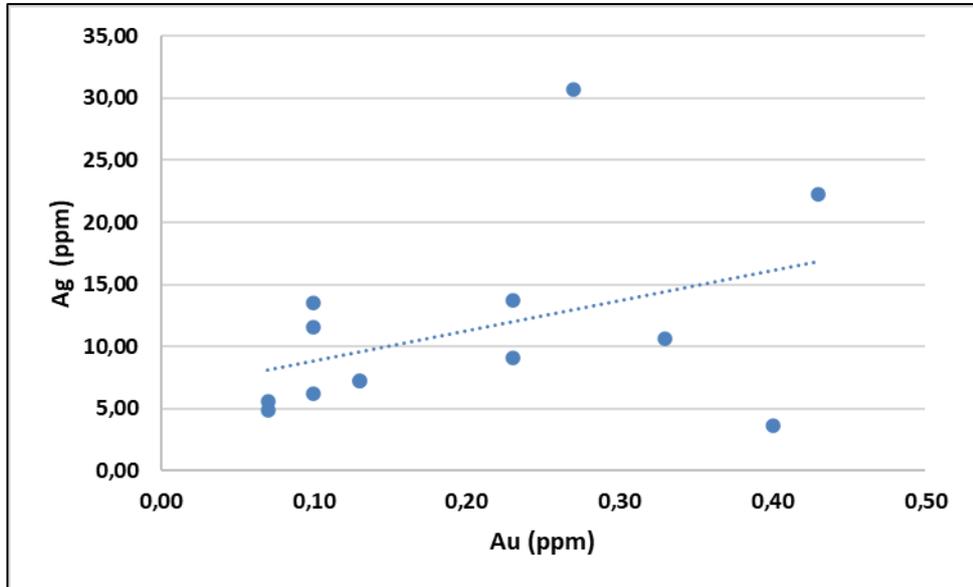


Figura 19. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal positiva débil entre Au-Ag.

Entre Au y As-Sb la relación es negativa débil "inversa", a medida que crecen los contenidos de Au, disminuyen los de As y Sb (Figura 20 y 21).

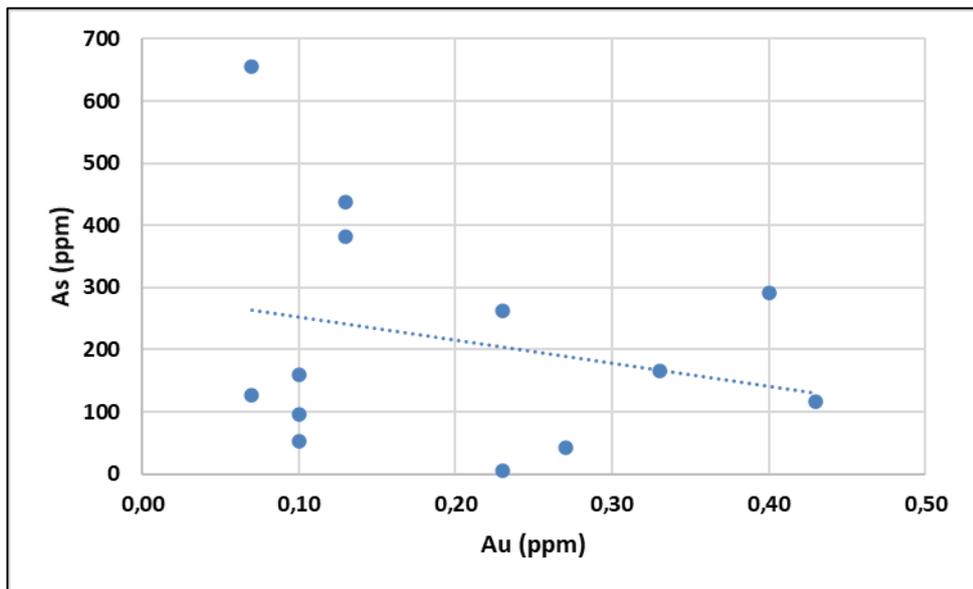


Figura 20. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal negativa débil entre Au-As.

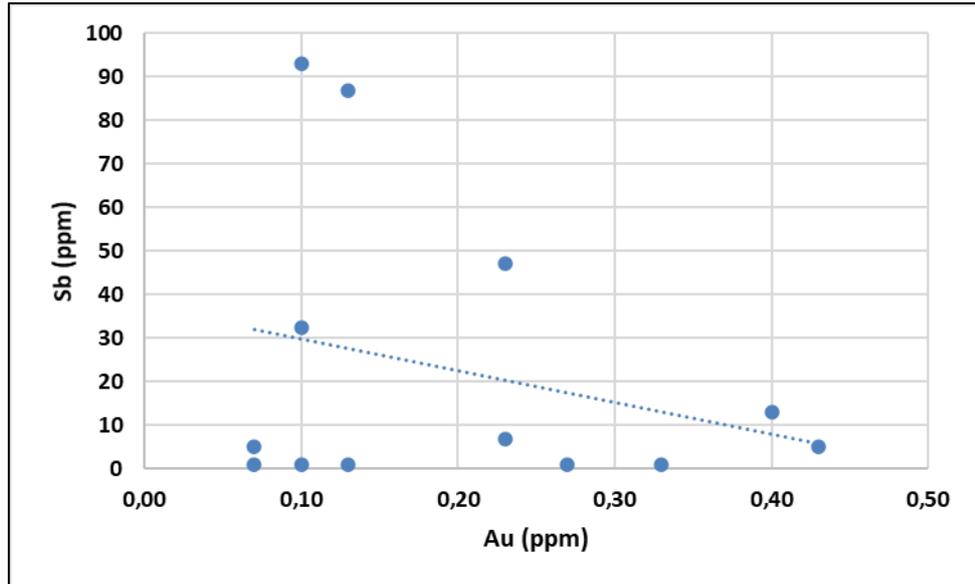


Figura 21. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal negativa débil entre Au-Sb.

En cuanto a la dependencia del Au versus Sr y Ba, es posible distinguir una correlación positiva débil, mayor en el Sr (Figura 22 y 23).

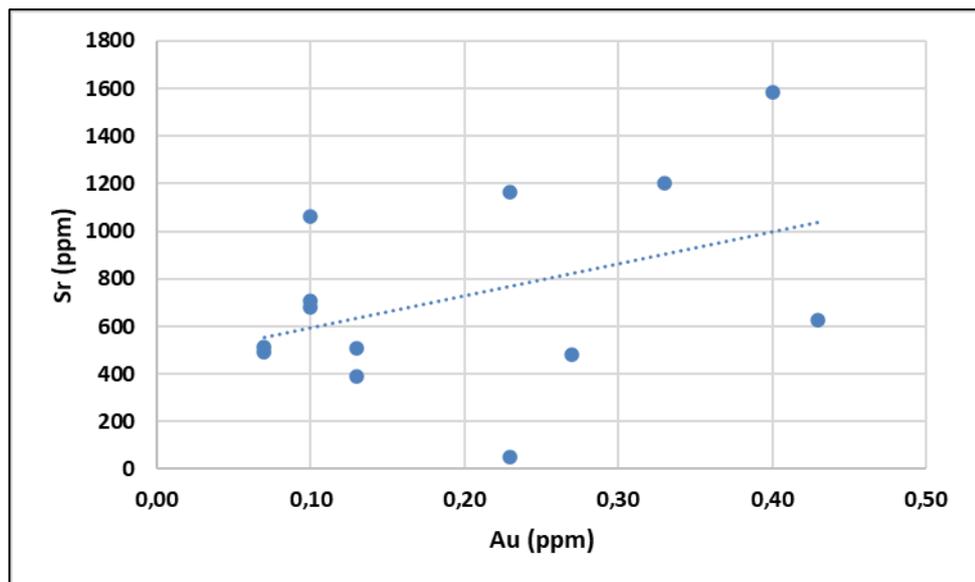


Figura 22. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal positiva débil entre Au-Sr.

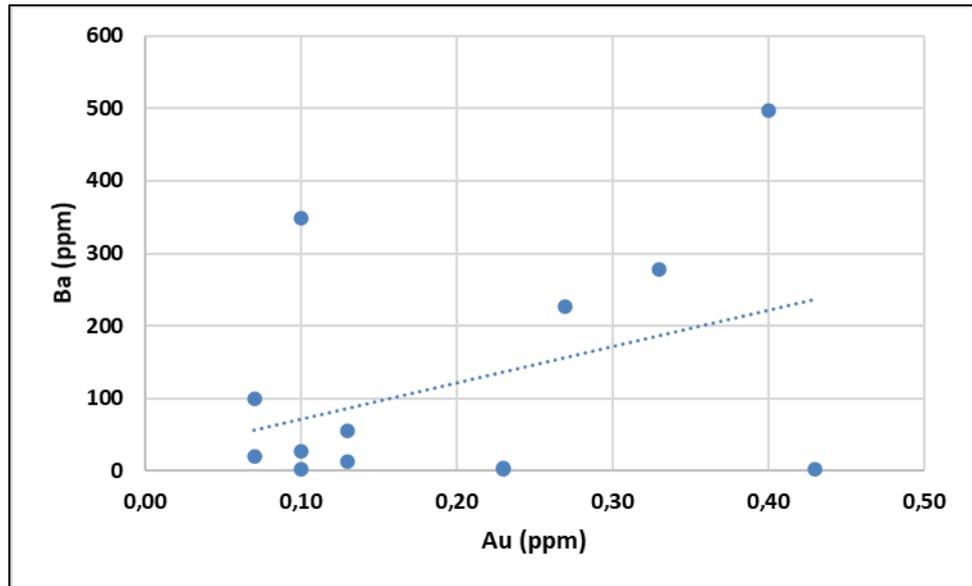


Figura 23. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal positiva débil entre Au-Ba.

El Au con el Pb y Zn exhiben una relación positiva moderada. En el caso del Cu es negativa débil. Es decir que, al aumentar el contenido de Au, también lo hacen los metales base Pb-Zn, mientras que el Cu disminuye (Figura 24, 25, 26).

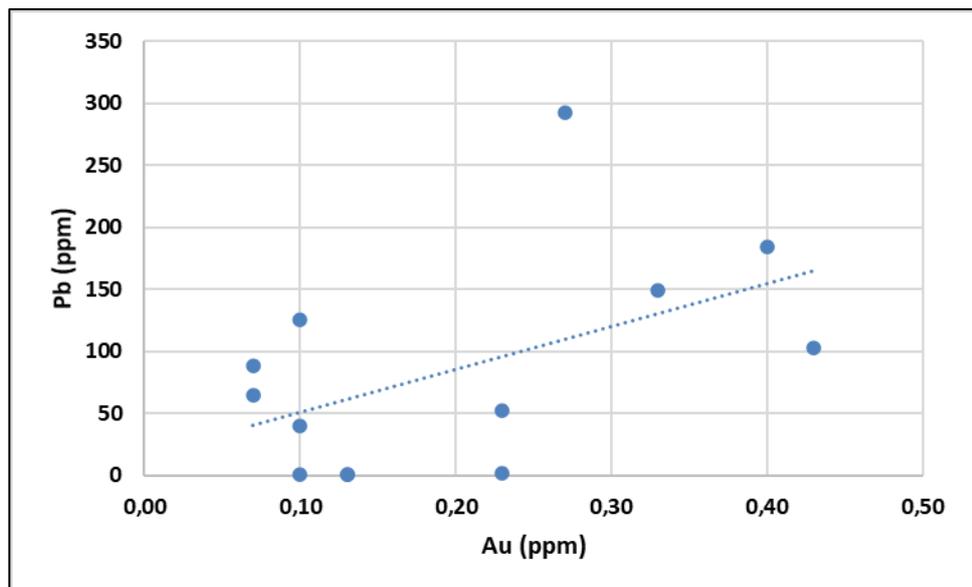


Figura 24. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal positiva moderada entre Au-Pb.

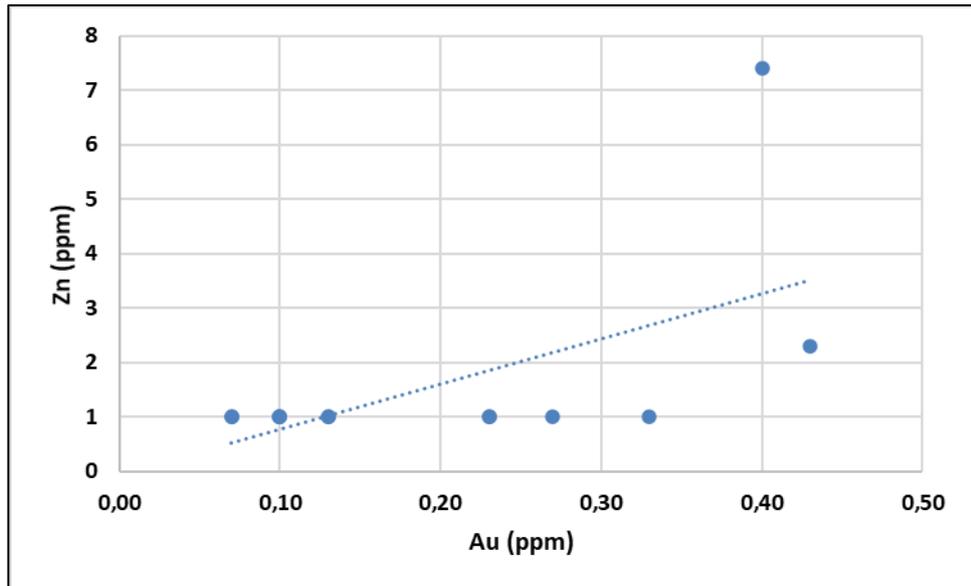


Figura 25. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal positiva moderada entre Au-Zn.

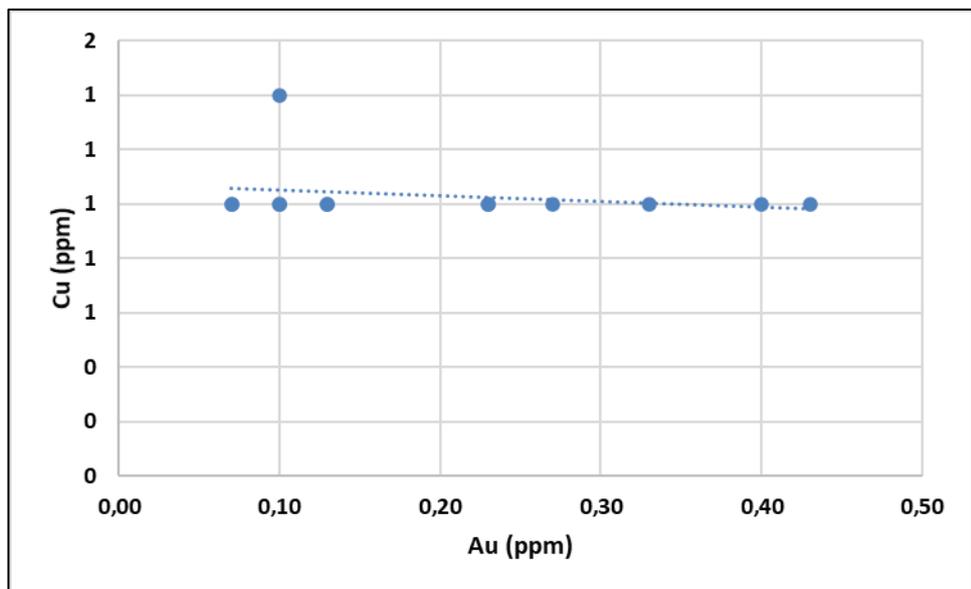


Figura 26. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal negativa débil entre Au-Cu.

El coeficiente de correlación revela que las variables Au y Fe se comportan como independientes, son incorreladas (Figura 27).

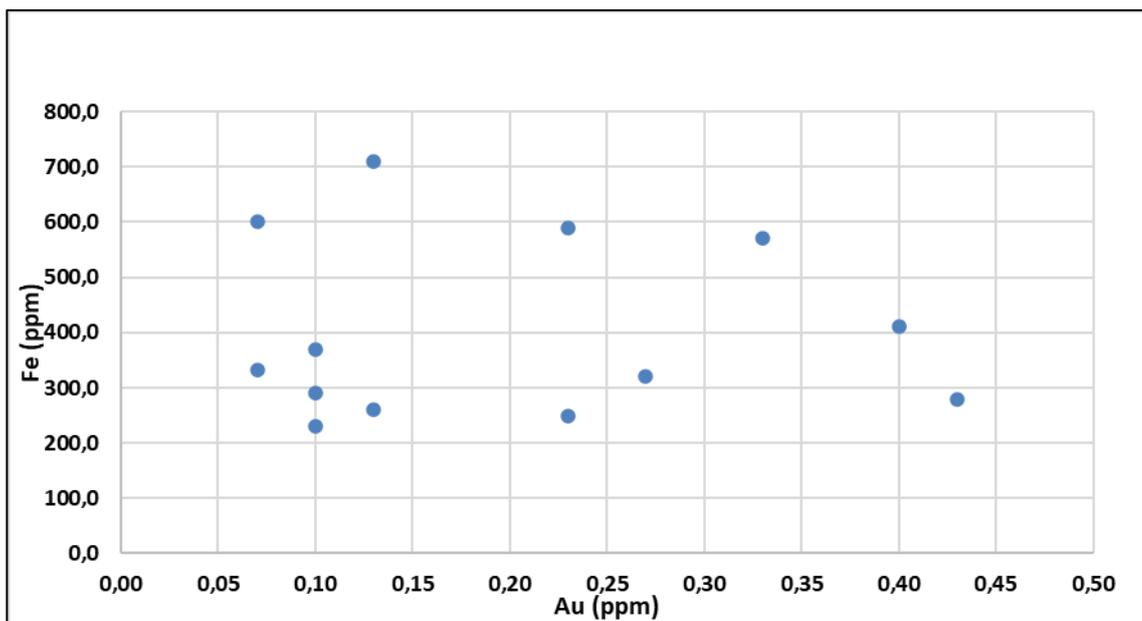


Figura 27. Gráfico de dispersión, donde se observa que no existe una relación lineal entre Au y Fe.

En el caso del Au y Mn es posible observar una correlación negativa débil, cuando aumenta el Au, disminuye el Mn (Figura 28).

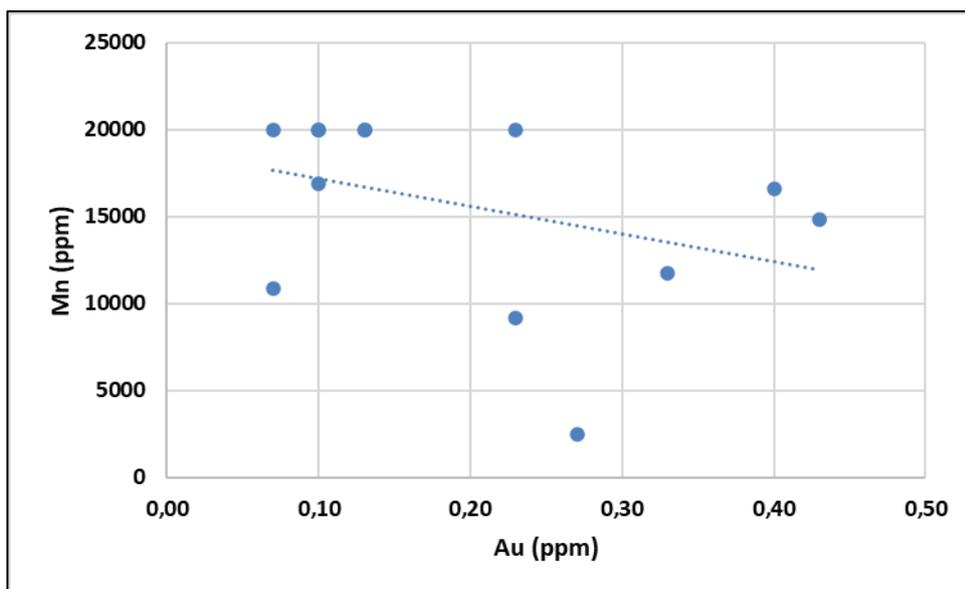


Figura 28. Gráfico de dispersión, donde se observa la relación lineal negativa débil entre Au-Mn.

Las gráficas analizadas en conjunto con la matriz de correlación (Figura 17), muestran que la mineralización aurífera está acompañada por la presencia de Ag, Sr, Ba, Pb y Zn, mientras la Ag se correlaciona de manera directa únicamente con Au y Pb.

Igualmente, existe una asociación entre los elementos Ag-Au-Pb y Mn-As, en la literatura sobre la zonación geoquímica que presenta este tipo de sistemas (Gutiérrez, Chong, & Espinoza, 2006) se observa que la misma es representativa de la zona alta, del intervalo óxidos-sulfosales, por encima del nivel de ebullición, algunas evidencias geológicas que coinciden con esta determinación y que se ajustan al modelo de Buchanan (1981) son la

presencia de minerales de ganga como calcedonia y ópalo, que indican una profundidad somera.

#### **IV.2.3 ANÁLISIS DE LEYES MEDIAS PONDERADAS**

En los primeros 150 metros de la corrida de la veta se ubican las muestras N° 1, 2 y 3, aquí las concentraciones de leyes medias ponderadas se encuentran en un rango bajo, hasta los 100 metros aparecen los menores valores de los metales Au-Ag y Zn-Pb.

En este lugar la veta tiene una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro, carbonatos blancos y en menores cantidades cuarzo de tipo lechoso, de textura masiva, en otros sectores bandeada.

La roca de caja es la andesita, en ella se observó venillas de reducido espesor y poca frecuencia, con relleno de minerales carbonáticos, la alteración es argílica de intensidad débil, moderada en alrededores de las venillas mencionadas.

Esta zona, en comparación con las siguientes tiene un menor potencial.

A los 200 metros, en influencia de la muestra N° 4, los valores de Sb, Sr están en el rango medio.

La veta tiene predominio de carbonatos negros y cuarzo lechoso de textura masiva, este se encuentra en mayor cantidad que en los sectores anteriores.

La andesita sigue siendo la roca de caja, surgen algunas venillas de aproximadamente 5 cm de espesor con una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro, ópalo rojo, cuarzo lechoso y óxidos de manganeso (pirolusita, psilomelano) en escasas concentraciones, algunas de textura bandeada.

A los 250 metros, área de la muestra N° 5, aparecen los primeros elementos de la secuencia analizada ubicados en un rango alto, se trata de Ag y Pb, además hay valores medios de Ba y Au.

En la mineralogía del filón, continúan los carbonatos negros, aparece cuarzo hialino, ópalo rojo, sílice amorfa de color blanco amarillento, conformando una textura masiva, en otros lugares bandeada.

Se identificó un proceso de silicificación, que afecta a un sector de 0,63 m que se ubica en el contacto veta/roca.

La aparición de valores más altos, que coinciden con anomalías detectadas en estudios previos, concuerdan con la presencia de la silicificación, cuarzo hialino, ópalo rojo y sílice amorfa que no se habían manifestado anteriormente.

En la zona de influencia de la muestra N° 6, que se ubica aproximadamente a los 300 m, se encuentran tenores en un rango alto de Ba, Pb, Zn, Sr (detectados como anomalías), se

determinó que estos acompañan a la mineralización de interés en el análisis de correlación. Conjuntamente, hay valores medios de Au (anomalía), As, Cu, Fe y Mn.

Aquí se observó que la roca aflorante varía hacia una brecha andesítica, ésta contiene numerosas venillas formando un diseño de stockwork, los espesores son mayores pasando de 5 a 12 cm, la mineralogía es igual a la que predomina en la estructura principal: carbonatos negros, blancos, con óxidos de hierro y la alteración argílica de intensidad moderada abarca mayores extensiones de roca.

De los 350 a 450 m están las muestras N° 7, 8 y 9, éstas igualmente exhiben valores altos, de Fe, Sb; As, Cu, Mn; Ba, Cu, Mn, Pb, Sr respectivamente y valores medios de Au y Ag.

Conservan las características del punto anterior, aunque en secciones del afloramiento se detectó pirolusita y carbonatos con textura en peine. Aquí hay un aumento en el tamaño de las venillas del stockwork hasta 20 cm de espesor.

El área de la muestra N° 10, que se localiza a los 500 m presenta el primer valor alto de Au (anomalía) además de Ag, Ba, Cu, Pb, Sr. Se destaca la presencia de los elementos que acompañan a la mineralización, faltando únicamente el Zn a la asociación.

Por lo expuesto este es el sitio con más potencial, relacionado geológicamente con la alteración argílica de intensidad moderada y el aumento en el tamaño de las venillas del stockwork que afecta la brecha andesítica.

La mineralogía de la veta no varía demasiado a lo largo de toda su corrida, observándose en general carbonatos negros y blancos de textura bandeada.

A los 550 m, en la muestra N°11 se detectó valores altos de Ag, Cu, Fe, Mn y medios de Au, As, Zn.

La geología se corresponde con la del punto anterior.

La muestra N° 12, situada aproximadamente a los 650 m presenta valores altos de Au, Ag y medios de Cu, Mn, Pb, Zn, Sr. La Ag tiene su mayor valor.

Se registró carbonatos negros, carbonatos con óxidos con hierro, blancos y cuarzo lechoso de textura masiva, en partes bandeada, además de carbonatos de textura en peine. La roca aflorante está afectada por una alteración argílica de intensidad moderada.

Este sector, junto con el de la muestra N° 10 son los únicos que enseñan tenores de Au y Ag altos, por lo que constituyen el área con mayor potencial minero (Figura 29).

La Muestra N° 13, a los 750 m, solo acusa un valor alto para el As. El Cu, Mn, Pb, Sr presentan valores medios y el Au, Ag bajos.

El cuerpo mineralizado está integrado por carbonatos negros y con óxidos de hierro de textura masiva.

La roca del sector continúa siendo la brecha andesítica, pero aquí presenta una alteración argílica de intensidad fuerte, además se identificó pirita diseminada y boxwork del mismo mineral. Se reconoció calcedonia con espesores de 5 cm de espesor y una brecha hidrotermal conformada por cemento silíceo y clastos de roca de caja.

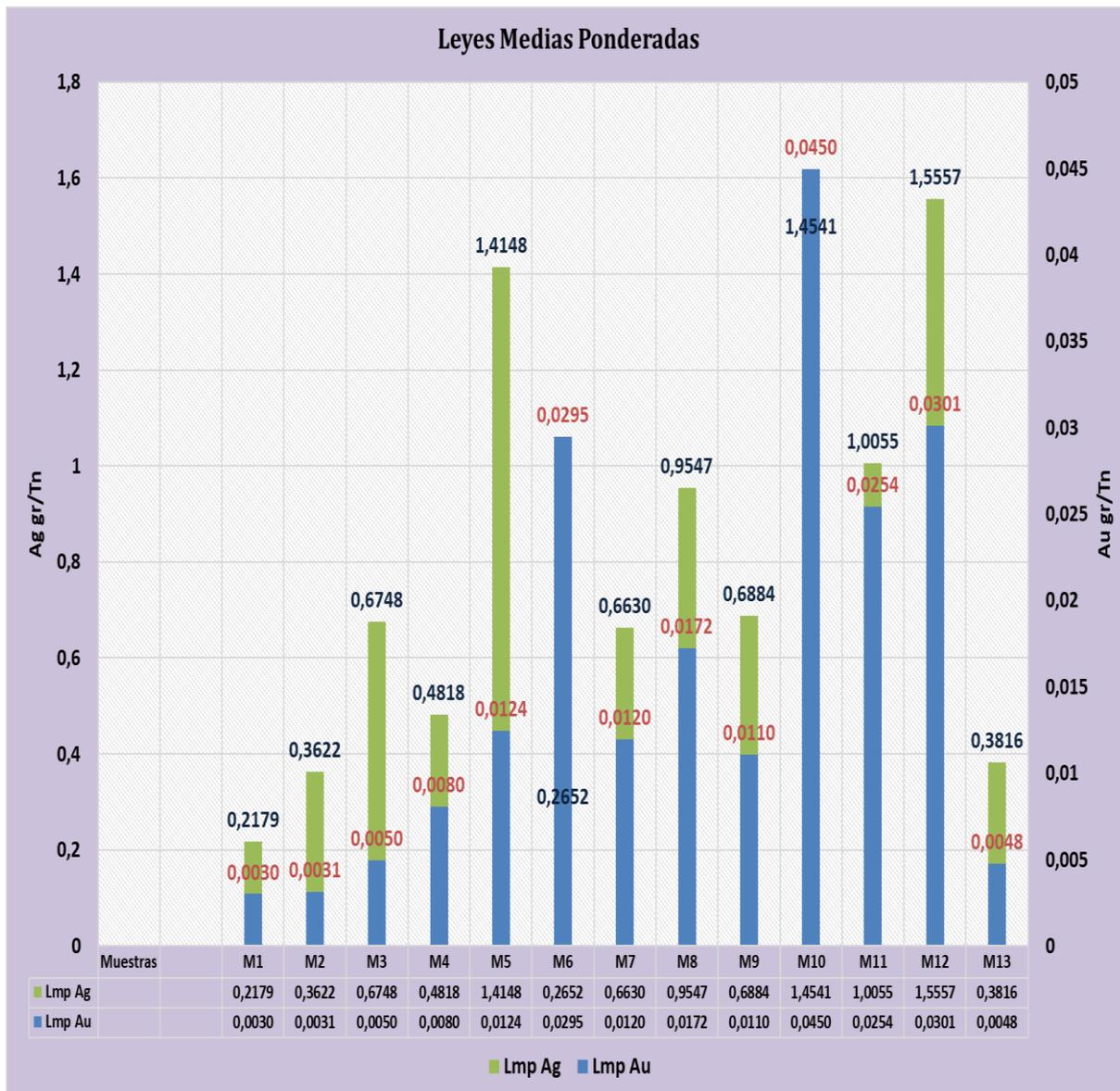


Figura 29. Análisis de leyes medias ponderadas para Au y Ag.

Cálculo de las leyes medias ponderadas, ver en **ANEXO N°3**.

### IV.3 CARTOGRAFÍA

Plano topográfico de la veta Macho Muerto sector sureste; Plano geológico de la veta Macho Muerto sector sureste; Plano de anomalías geoquímicas de Au y Ag; Plano de leyes medias ponderadas y alteraciones hidrotermales, ver en **ANEXO N°4**.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

### **V.1 CONCLUSIONES**

- El mapeo de superficie permitió delimitar el cuerpo mineralizado, reconocer dos rocas de caja volcánicas: la brecha andesítica y andesita e identificar las alteraciones asociadas las cuales son argílica de intensidad débil, moderada, fuerte y silicificación. La aparición de la pirita en la roca de caja hacia el sector sureste del área de estudio indica un ambiente de mayor acidez, la estructura boxwork resultante de la disolución de estos sulfuros de hierro es característica de la zona de óxidos del sistema.
- La veta presenta una corrida aflorante de 750 m, espesor promedio de 4,35 m, rumbo y buzamiento general de 122° y 79° respectivamente con dirección de inclinación predominante hacia el suroeste, ésta se emplazó en un sistema de fracturas noroeste-sureste.
- Estos filones están compuestos por carbonatos con óxidos de manganeso, carbonatos con óxidos de hierro y carbonatos blancos, escaso cuarzo de tipo hialino, lechoso, sacaroide, calcedonia, ópalo rojo, silice amorfa de color blanquecino, pirolusita y psilomeano. Presentan una textura masiva y bandeada, en menor proporción se observan texturas coloforme, en peine, drúsica, y brechada.
- El Au presenta un valor mínimo de 0,07 ppm y máximo de 0,43 ppm, mientras la Ag tiene 3,60 ppm y 30,73 ppm. Considerando las anomalías detectadas, la muestra N°12 que se ubica aproximadamente a los 650 m de la corrida de la veta es la que enseña un mayor potencial por poseer concentraciones anómalas de ambos metales de interés.
- La ley media ponderada de toda la estructura para Au es 0,2066 gr/Tn y Ag 10,1197 gr/Tn.
- Se concluye que las áreas con mayor potencial minero se encuentran entre los 500 m y 650 m del recorrido de la veta, con valores de Gm para el Au de 0,0450 g/t; 0,0301 g/t y Ag 1,4541 g/t; 1,5557 g/t. Este sector coincide con la alteración argílica de intensidad moderada que afecta a la roca de caja y la estructura tipo stockwork relacionada.
- La mineralización aurífera está acompañada por la presencia de Ag, Sr, Ba, Pb y Zn, mientras la Ag lo hace con Au y Pb.
- La concentración de los elementos Ag-Pb-Zn-Mn-As y las asociaciones Ag-Au-Pb y Mn-As indicarían que el nivel de erosión actual coincide con la zona de óxidos-sulfosales.

- La veta Macho Muerto clasifica dentro de un sistema epitermal de baja sulfuración. Ésta podría haber sufrido procesos supergenos.
- La cercanía de la veta Macho Muerto con el sistema de vetas que explota YMAD, contribuye al potencial minero del sector.

## **V.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar un programa de muestreo de mayor detalle, para conocer las concentraciones, especialmente en los sectores de influencia de la muestra N° 10 y N° 12.
- Realizar estudios geofísicos para determinar el comportamiento del cuerpo mineralizado en profundidad.

## CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

### VI.1 REFERENCIAS

Ramos, V. A. (1999). Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Naturales.

Llambías, E. J. (1972). Estructura del Grupo Volcánico Farallon Negro Catamarca, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* , 162-169.

Peirano, A. (1944). Un centro volcánico moderno en el Distrito de Hualfín, provincia de Catamarca. 3° Cuadernos de Mineralogía y Geología, Universidad Nacional de Tucumán.

Malvicini, L., & Llambías, E. (1963). Mineralogías y origen de los minerales de manganeso y sus asociados en Farallón Negro-Alto la Blenda y Los Viscos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 177-199.

Gutiérrez, A., Chong, G., & Espinoza, S. R. (2006). Niveles de exposición de yacimientos del distrito minero de agua de dionisio (YMAD), Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* , 269-278.

Seggiaro, R. (2014). Evolución Tectónica Andina entre la Sierra de Hualfín, Capillitas y extremo sur de Aconquija, Provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 500-512.

Facundo, M., Fogliata, A., Montenegro, N., & Hagemann, S. (2014). Metalogénesis de la veta Farallon Negro rama norte, Farallon Negro, Provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* , 553-561.

Carcamo, L. (1991). Estudio Geológico-Económico del Sistema de Vetas Macho Muerto. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

Camprubí A., Albinson T., 2006. Depósitos Epitermales en México: actualización de su conocimiento y reclasificación empírica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen Conmemorativo del Centenario. Revisión de Algunas Tipologías de Depósitos Minerales de México. Tomo LVIII, Núm. 1, P. 27-81. 2006.

YMAD, (2017). Informe de impacto ambiental etapa de prospección veta macho muerto área vetiforme YMAD, 23.

Reales, L., & Salím, Y. (2017). Estudio geológico minero de una nueva zona con potencial económico Los Viscos extremo Sudoeste – Mina Farallón Negro. Hualfín–Belén-Catamarca. Capítulo II – Pág. 7 a 8.

## **VI.2 BIBLIOGRAFÍA**

Demoustier, A., Castroviejo, R., & Charlet, J. (1998). Clasificación textural del cuarzo epitermal (au-ag) de relleno filoniano del área volcánica de cabo de gata, almeria. Boletín Geológico y Minero.

Dong, H., Morrison, G., & Jaireth, S. (1995). Quartz textures in epithermal veins, queensland--classification, origin, and implication. Tatonsville 4811 ,Australia: Economic Geology.

Peralta, E. (1985). Geoquímica de prospección. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca.

Ovejero, I., Peralta, E. (2012). Caracterización de la serie supergenica o de oxidación del Sistema Filo-Encuentro. Complejo Volcánico Farallón Negro. Depto. Belén. Provincia de Catamarca. Argentina.

Gutiérrez, A., Guerra, S., & Alderete, M. (2002). Zonación geoquímica del distrito minero Agua de Dionisio (YMAD), Argentina. XI Congreso Peruano de Geología. Trabajos Científicos. Sociedad Geológica del Perú.

Camprubí A., González Partida E., Levresse G., Tritlla J., y Carrillo Chávez A., 2003. Depósitos Epitermales de Alta y Baja Sulfuración: una tabla comparativa. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LVI, Núm. 1. 2003.

YMAD, (2017). Informe de impacto ambiental etapa de prospección veta macho muerto área vetiforme YMAD.

Bustillo, M., Lopez, C. (2000). Recursos minerales. Tipología, prospección, evaluación, explotación, metalurgia, impacto ambiental. MÓSTOLES (Madrid).

Depositos Epitermales. Recuperado el 5 de octubre de 2019, de <https://www.medellin.unal.edu.co/~rrodriguez/epitermales/depositos-epitermales.htm>

Epitermales de Baja Sulfuración. Recuperado el 5 de octubre de 2019, de <https://geologiaweb.com/yacimientos-minerales/epitermales-baja-sulfuracion/>

Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración: una tabla comparativa. Recuperado el 6 de octubre de 2019, de <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca03/5601/2003-56Camprubi.pdf>

Mapeo y confección de mapa geológico. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de <https://www.medellin.unal.edu.co/~rrodriguez/geologia/mapeo.htm>

Levantamiento topográfico con estación total. Recuperado el 4 de noviembre de 2020, de <https://www.certalia.com/blog/levantamiento-topografico-estacion-total-paso-a-paso>

Guías de colores, rastras y símbolos para cartas geológicas. Recuperado el 4 de noviembre de 2020, de <https://repositorio.segemar.gov.ar/>

Símbolos petrográficos a emplearse en la dirección general de minas y geología. Recuperado el 4 de noviembre de 2020, de <https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RISEGEMAR>

Investigación minera. Recuperado el 4 de noviembre de 2020, de <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/geoeconomica/teoricos/teorico2.pdf>

Características geoquímicas de la mineralización epitermal del área El Dorado-Monserrat, Provincia de Santa Cruz, Argentina. Recuperado el 21 de febrero de 2020, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-02081998000100006](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-02081998000100006)

Exploración y Prospección. Recuperado el 21 de febrero de 2020, de <http://www0.unsl.edu.ar/~geo/materias>

Controles estructurales en la mineralización del yacimiento Mina Martha, Macizo del Deseado, Argentina. Recuperado el 3 de marzo de 2020, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25765/Cap%C3%ADtulo\\_4\\_Control\\_estructurales\\_en\\_la\\_mineralizaci%C3%B3n\\_del\\_yacimiento\\_Mina\\_Martha\\_Macizo\\_del\\_Deseado\\_Argentina..pdf?sequence=8&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25765/Cap%C3%ADtulo_4_Control_estructurales_en_la_mineralizaci%C3%B3n_del_yacimiento_Mina_Martha_Macizo_del_Deseado_Argentina..pdf?sequence=8&isAllowed=y)

Manual de Muestreo para Exploración, Minería Subterránea y Rajo Abierto. Recuperado el 10 de abril de 2020, de <https://es.slideshare.net/alambertb/muestreo-de-minerales2016>

Yacimientos epitermales, depósitos epitermales de alta y baja sulfuración. Recuperado el 17 de julio de 2020, de <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-del-comahue/yacimientos-minerales/resumenes/yacimientos-epitermales-depositos-epitermales-de-alta-y-baja-sulfuracion/6227130/view>

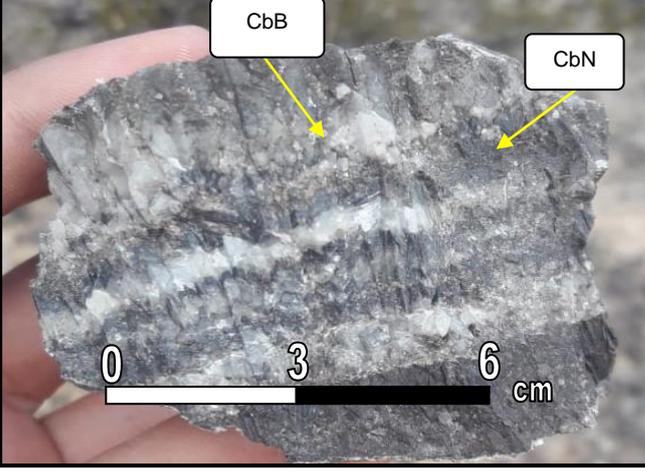
Ejemplos de depósitos epitermales someros en el Macizo el Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina. Recuperado el 17 de julio de 2020, de <http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/documentos/sipcyt/bfa004477.pdf>

Coefficiente de correlación de Pearson. Recuperado el 25 de julio de 2020, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Coefficiente\\_de\\_correlaci%C3%B3n\\_de\\_Pearson](https://es.wikipedia.org/wiki/Coefficiente_de_correlaci%C3%B3n_de_Pearson)

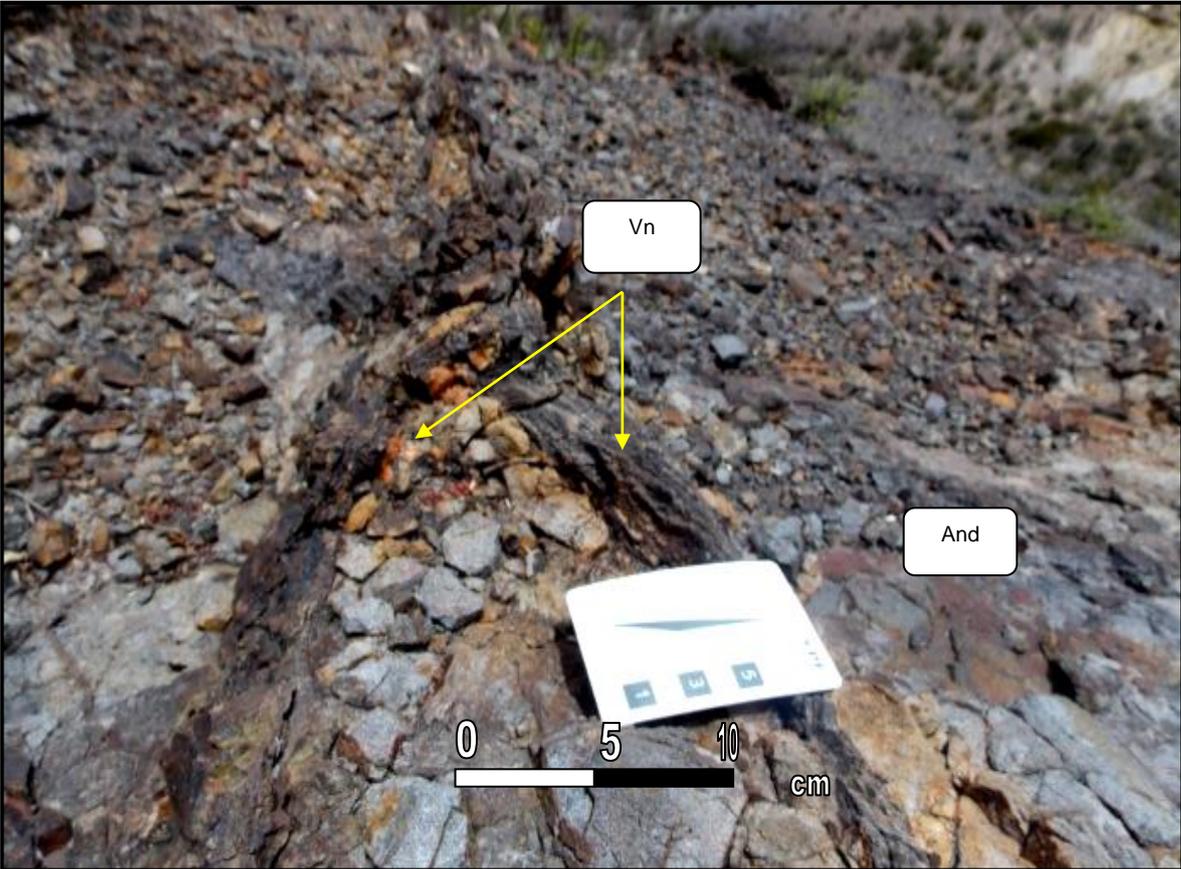
## CAPÍTULO VII: ANEXOS

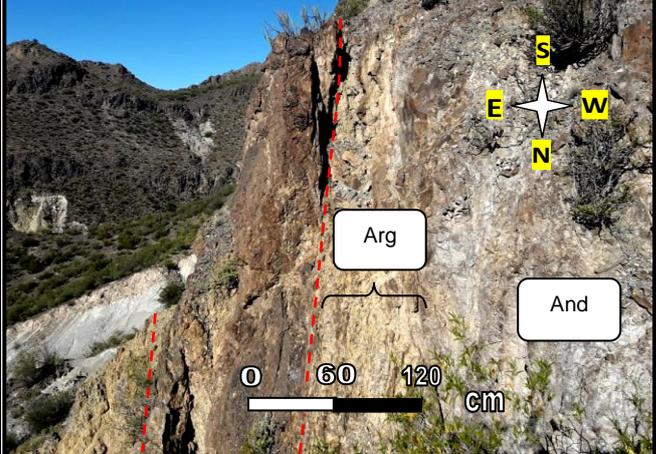
### VII.1 ANEXO N°1 - PLANILLAS DE MAPEO

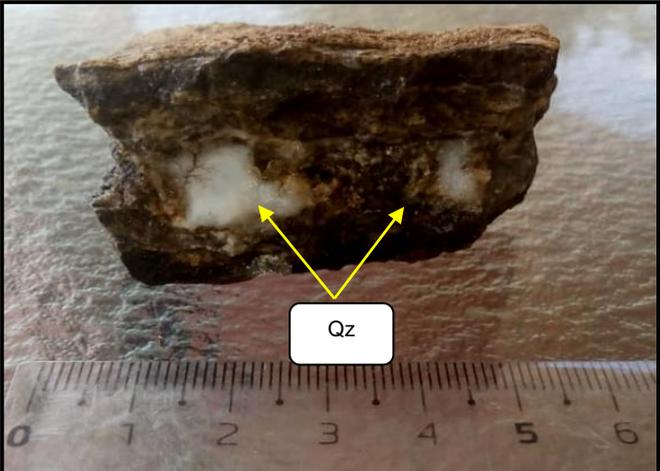
<p><b>Identificación:</b> A1-A2</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'25,15"S 66°41'24,08"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 105° <b>Inclinación:</b> 88°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 0,40 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta un reducido espesor con una mineralogía de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro de textura masiva predominante, en sectores se observan cristales de cuarzos hexagonales.</p>	 <p>A: Carbonatos con óxidos de hierro.</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En este sector la roca de caja tiene un espesor reducido debido a la erosión que sufrió la misma.</p>	 <p>B: Contacto veta/roca de caja.</p>

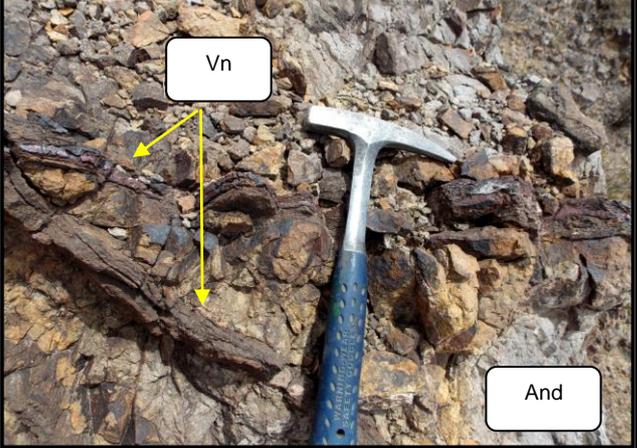
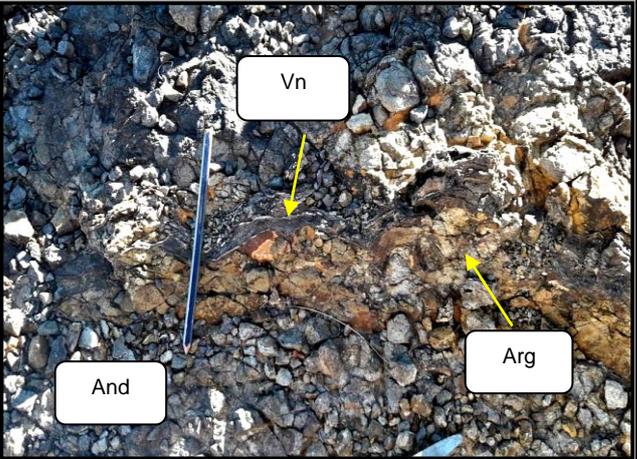
<b>Identificación:</b> A5-A6	<b>Coordenadas:</b> 27°16'25,10"S 66°41'22,53"W
<b>Rumbo:</b> 118° <b>Inclinación:</b> 88°	<b>Dirección de inclinación:</b> NE <b>Espesor:</b> 1,90 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros y carbonatos blancos conformando una textura bandeada, en sectores se observa cuarzo lechoso.	 <p>A: Veta de carbonatos negros "CbN" y blancos "CbB" conformando textura bandeada.</p>
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> Se observa material disgregado, producto del drenaje pluvial, donde pueden reconocerse fragmentos de la litología aflorante en el sector.	 <p>B: Fotografía de la cobertura que presenta el sector.</p>

<b>Identificación:</b> A7-A8	<b>Coordenadas:</b> 27°16'25,27"S 66°41'21,79"W
<b>Rumbo:</b> 110° <b>Inclinación:</b> 75°	<b>Dirección de inclinación:</b> NE <b>Espesor:</b> 2 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Se distingue una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos blancos, carbonatos con óxidos de hierro y en menor cantidad cuarzo hialino, de textura masiva predominante. Además, se observan cristales hexagonales de cuarzos relleno de cavidades.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> No se puede reconocer, debido a la cobertura de la zona, pero se infiere que corresponde a la andesita lávica.	
	
A: Fotografía de la cobertura que presenta el sector.	

<b>Identificación:</b> A9-A10	<b>Coordenadas:</b> 27°16'25,51"S 66°41'21,03"W
<b>Rumbo:</b> 130° <b>Inclinación:</b> 87°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 2,60 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura bandeada de carbonatos blancos, carbonatos negros y en menor cantidad cuarzo lechoso en bandas de pocos centímetros de espesor.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A9 la roca aflorante es andesita lávica, esta presenta una matriz de color gris compuesta de granos minerales finos y cristales de plagioclasas visibles macroscópicamente, muestra una alteración argílica débil, mayor en alrededores de las venillas carbonáticas que son escasas en esta litología.	
 <p>A: Andesita lávica "And" afectada por venillas carbonáticas "Vn".</p>	

<p><b>Identificación:</b> A11-A12</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'25,70"S 66°41'20,03"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 110° <b>Inclinación:</b> 70°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> NE <b>Espesor:</b> 1,20 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura bandeada de carbonatos blancos, carbonatos negros, cuarzo. En el contacto veta/roca de caja se reconoció una zona de silicificación.</p>	 <p>A: Veta principal, donde se observa el punto de mapeo A11-A12.</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A11 la roca de caja sigue siendo la andesita lávica, esta se muestra afectada por un escaso venilleo de composición carbonatica. En el contacto con la veta principal se observa una alteración argílica moderada de aproximadamente 2 m de espesor.</p>	 <p>B: Contacto veta y andesita lávica "And". Zona de alteración argílica "Arg".</p>

<b>Identificación:</b> A13-A14	<b>Coordenadas:</b> 27°16'25,76"S 66°41'19,41"W
<b>Rumbo:</b> 125° <b>Inclinación:</b> 85°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 2,80 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> La veta presenta una mineralogía de carbonatos negros. En sectores se observan bandas de cuarzo lechoso cuyos espesores oscilan de pocos milímetros a 5 centímetros, estas lucen una pátina de color rojizo.	 <p>A: Muestra de mano de una banda de cuarzo "Qz" lechoso.</p>
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca de caja no varía, en ella se observa una alteración argila débil. Las venillas que la integran tienen espesores de aproximadamente 5 cm y muestra una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro y ópalo rojo conformando una textura bandeada. Además, de pirolusita y cuarzo lechoso.	 <p>B: Muestra de mano de venilla donde se observa cuarzo "Qz" lechoso.</p>

<p><b>Identificación:</b> A15-A16</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'26,03"S 66°41'18,23"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 130° <b>Inclinación:</b> 75°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 3,80 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro y cuarzo hialino con textura masiva predominante, en partes se reconocen cavidades rellenas con cristales de cuarzos hexagonales. En el sector medio de la veta se observan lentes de roca de caja y un proceso de silicificación localizado.</p>	 <p>A: Venillas "Vn" que afectan a la roca de caja "And".</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En este sector la roca sigue siendo la andesita, presenta venillas de 5 cm de espesor y se exhiben con mayor frecuencia que en el punto anterior, mineralógicamente están constituidas por carbonatos negros, carbonatos blancos, cuarzo hialino y ópalo rojo conformando una textura bandeada. En el contacto veta/roca de caja se observa alteración argílica moderada.</p>	 <p>B: Contacto venilla "Vn" andesita "And", donde se observa la alteración argílica "Arg" de la última.</p>

<b>Identificación:</b> A17-A18	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,12"S 66°41'17,57"W
<b>Rumbo:</b> 120° <b>Inclinación:</b> 85°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 2,20 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, cuarzo hialino y ópalo rojo conformando en sectores textura bandeada y en otros masiva. Además, se observan cristales de cuarzos hexagonales y una capa superficial de sílice blanco.	
	
A: Capa silícea superficial.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca de caja no varía, su composición mineral comprende cristales bien desarrollados de plagioclasas, biotitas y hornblendas en matriz de grano fino de color grisáceo, en ella se reconoce una alteración argílica débil y escaso venilleo. En el contacto veta/ roca de caja se observa que el sector está afectado por silicificación, la zona afectada tiene un espesor de 0,63 metros. A18 material coluvial integrado por fragmentos de las litologías aflorantes.	

<p><b>Identificación:</b> A19-A20</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'26,22"S 66°41'16,50"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 117° <b>Inclinación:</b> 67°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 2 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos blancos y ópalo rojo conformando una textura bandeada. Asimismo, se reconoce patina negra de óxidos de manganeso.</p>	 <p>A: Veta afectada por patina de óxidos de manganeso donde se observa ópalo "Opl" (escala en centímetros).</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En este sector, en el contacto veta/ roca de caja se reconoció una zona silicificada de unos 0,63 metros de influencia. La roca de caja pasa a una brecha andesítica, esta presenta una alteración argílica moderada y una serie de venillas de textura bandeada conformadas por cuarzo, ópalo rojo y carbonatos blanco cuyos espesores varían de 5 a 10 cm conformando un stockwork. Aquí el venilleo se hace más intenso y de mayor espesor.</p>	 <p>B: Muestra de mano de ópalo rojo.</p>

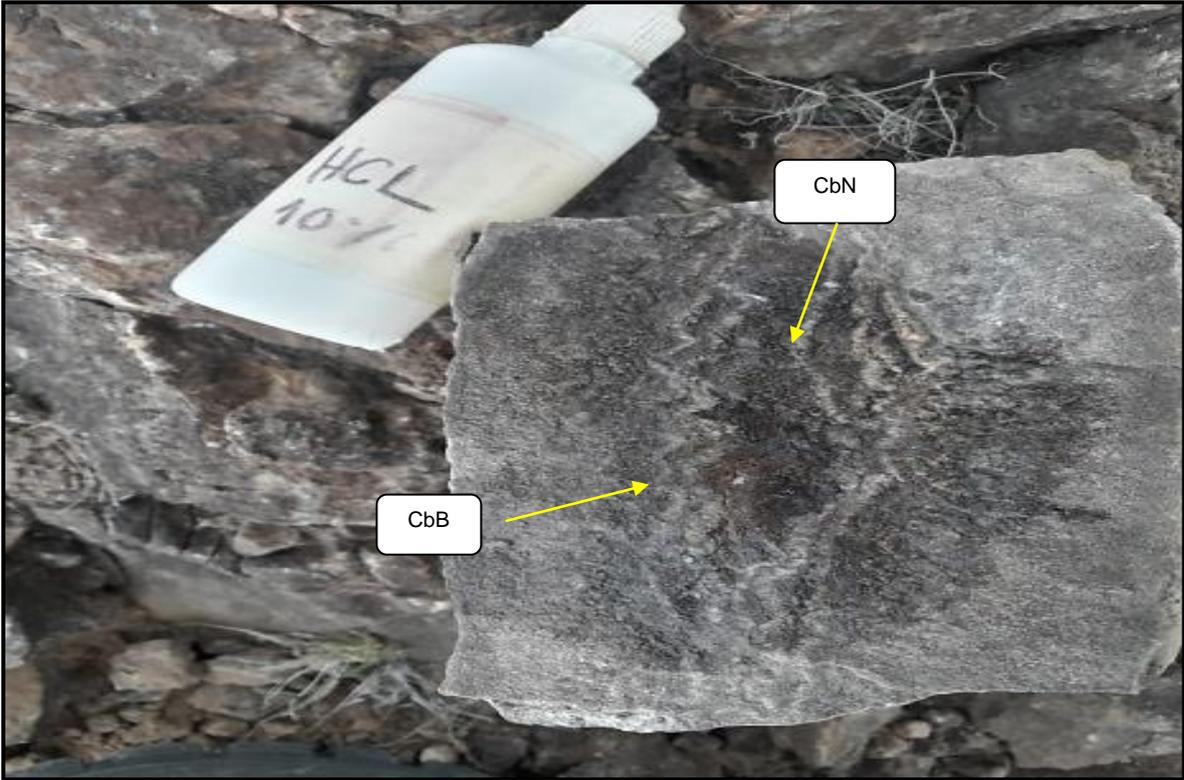
<b>Identificación:</b> A21-A22	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,57"S 66°41'15,35"W
<b>Rumbo:</b> 110° <b>Inclinación:</b> 83°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 3 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos blancos, carbonatos negros y cuarzo hialino conformando una textura bandeada y masiva.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> En este punto, la brecha andesítica presenta una alteración argílica moderada. Se reconoció una zona de stockwork, donde las venillas que lo integran tienen diversos tamaños que van de pocos mm a 12 cm, el relleno mineral muestra carbonatos negros, carbonatos blancos y carbonatos con óxidos de hierro de textura bandeada y masiva.	
	
B: Brecha andesítica alterada "Bx" y mineralización que la afecta "Vn".	

<p><b>Identificación:</b> A25-A26</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'26,90"S 66°41'13,35"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 145° <b>Inclinación:</b> 78°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Se encuentra carbonatos negros, en menor cantidad minerales de óxidos de manganeso y cuarzo hialino con textura masiva. En la parte media de la veta, se reconocen bandas de carbonatos blancos, y cuarzo lechoso. Superficialmente se observa bandas de sílice amorfa de color blanco amarillento. La veta presenta clastos de roca de caja y se encuentra en algunos sectores silicificada.</p>	 <p>A: Banda de sílice de color blanquecino observada en la veta.</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En este sector la brecha andesítica presenta una alteración argílica moderada y está afectada por stockwork, cuyas venillas tienen diversos tamaños que oscilan entre pocos mm a 10 cm aproximadamente. En ellas, se encuentra carbonato negro, carbonato blanco, carbonato con óxidos de hierro y ópalo rojo.</p>	 <p>B: Brecha andesítica "Bx" con alteración argílica "Arg".</p>

<b>Identificación:</b> A27-A28	<b>Coordenadas:</b> 27°16'27,27"S 66°41'12,61"W
<b>Rumbo:</b> 100° <b>Inclinación:</b> 77°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 7 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Se reconoce una mineralogía de carbonatos negros y bandas de carbonatos blancos formando textura bandeada en parte coliforme, además en sectores se hallan bandas de sílice amorfo de color blanco. La veta presenta lentes de roca de caja.	
A: Texturas bandeada "TxB" y de relleno "TxR" de cuarzo "Qz".	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca aflorante mantiene las características descritas en el punto anterior.	

<b>Identificación:</b> A29-A30	<b>Coordenadas:</b> 27°16'27,45"S 66°41'11,91"W
<b>Rumbo:</b> 129° <b>Inclinación:</b> 68°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía predominante de carbonatos negros con textura masiva, en sectores se reconoce sílice amorfa. Además, se observan cristales de cuarzos hexagonales y carbonatos con textura en peine.	 <p>A: Carbonatos con textura en peine "TxP".</p>
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca de caja no varía, en ella se observa una alteración argílica de intensidad moderada y venillas con la misma mineralogía que tiene la estructura principal, además de una textura de deformación "brechización" integrada por fragmentos de roca en matriz de carbonatos.	 <p>B: Textura brechosa "TxB".</p>

<b>Identificación:</b> A31-A32	<b>Coordenadas:</b> 27°16'27,77"S 66°41'10,76"W
<b>Rumbo:</b> 125° <b>Inclinación:</b> 79°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 7,2 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía predominante de carbonatos negros, carbonatos blancos y cuarzo hialino conformando textura bandeada en sectores coloforme.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> A partir de aquí, hacia los puntos de identificación impares se observa material coluvial. En los pares la roca de caja corresponde a la brecha andesítica, esta presenta una alteración argílica moderada y se ve afectada por un venilleo carbonatico cuyos espesores varían de unos pocos centímetros hasta 0,20 m aproximadamente conformando stockword. Esta característica se repite hasta el sector de mapeo A39- A40.	
	
A: Roca de caja afectada por venillas carbonaticas "Vn".	

<b>Identificación:</b> A33-A34	<b>Coordenadas:</b> 27°16'28,03"S 66°41'10,35"W
<b>Rumbo:</b> 141° <b>Inclinación:</b> 76°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 5.70 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía predominante de carbonatos negros y carbonatos blancos conformando una textura bandeada. En sectores se observa cuarzo hialino.	
	
A: Muestra de mano donde se observan carbonatos negros "CbN" y blancos "CbB".	

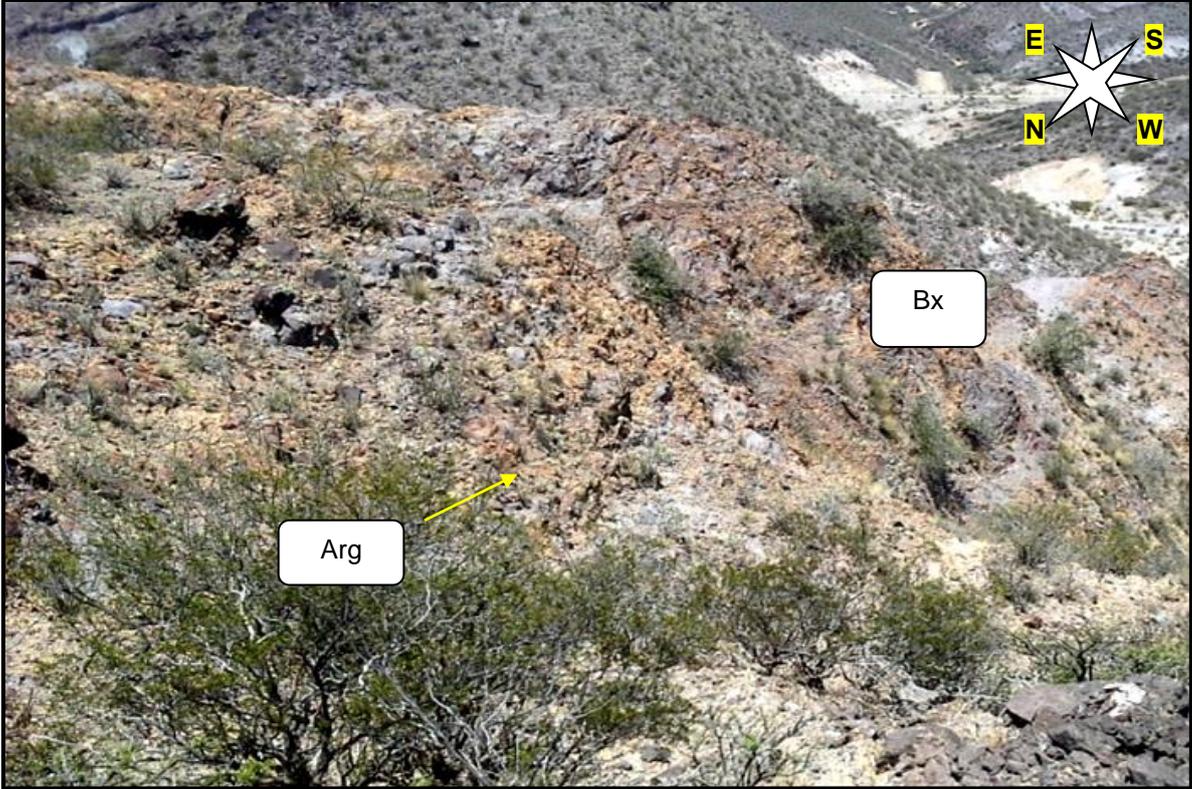
<b>Identificación:</b> A35-A36	<b>Coordenadas:</b> 27°16'28,51"S 66°41'9,38"W
<b>Rumbo:</b> 145° <b>Inclinación:</b> 82°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> En esta zona, el filón mineralizado tiene una mineralogía de carbonatos negros, blancos y con óxidos de hierro de textura bandeada.	 <p>A: Textura bandeada de carbonatos blancos, negros y con óxidos de hierro.</p>

<b>Identificación:</b> A37-A38	<b>Coordenadas:</b> 27°16'28,80"S 66°41'8,82"W
<b>Rumbo:</b> 120° <b>Inclinación:</b> 63°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 7 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Mineralogía de carbonatos negros y carbonatos blancos. En sectores se observa que la veta presenta textura brechosa.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca aflorante presenta una alteración argílica moderada y se ve afectada por stockword.	
 <p>The photograph shows a close-up of a rock outcrop. A blue-handled geological hammer is placed against the rock for scale. The rock surface is highly textured and fractured. A white box labeled 'Bx' is positioned on the left side of the image, and another white box labeled 'Cb' is on the right. Two yellow arrows point from the 'Cb' box to specific areas of the rock, indicating carbonate mineralization. The overall appearance is that of a brecciated andesite vein within a host rock.</p>	
B: Brecha andesítica "Bx" afectada por mineralización carbonatada "Cb".	

<b>Identificación:</b> A39-A40	<b>Coordenadas:</b> 27°16'28,18"S 66°41'7,63"W
<b>Rumbo:</b> 122° <b>Inclinación:</b> 82°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 5,80 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura masiva de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro. En sectores se observan bandas de cuarzo cristalino. En esta zona la veta tiene fragmentos de roca de caja y su límite no es tan claro como en los tramos anteriores.	
	
A: Límites de la veta.	

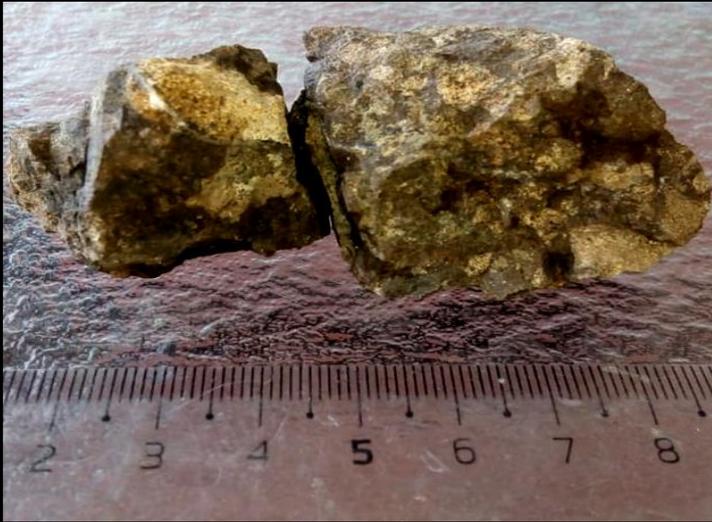
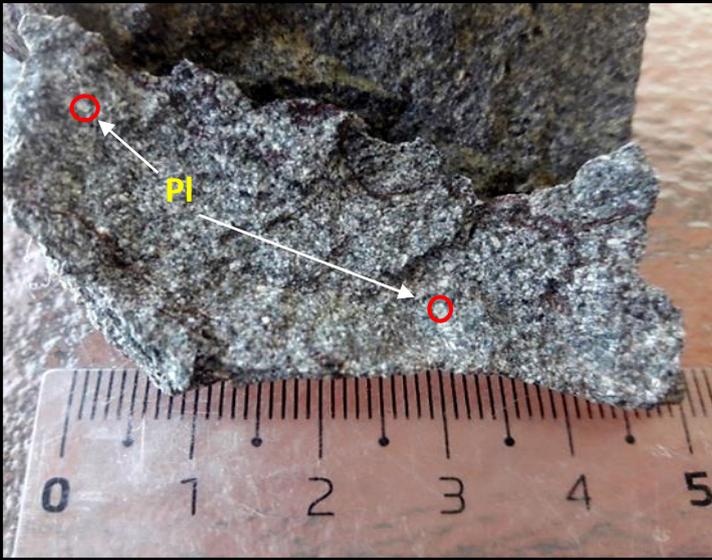
<b>Identificación:</b> A41-A42	<b>Coordenadas:</b> 27°16'29,44"S 66°41'6,87"W
<b>Rumbo:</b> 98° <b>Inclinación:</b> 80°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro y carbonatos blancos de textura masiva. Además, se observan cristales de calcita de textura drusiforme y cristales de cuarzos hexagonales.	
	
A: Corrida de la veta.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca de caja es la andesita, se muestra de un color gris oscuro, en ella se pueden reconocer plagioclasas y minerales máficos bien desarrollados, posiblemente hornblendas ya que se observan como cristales alargados fibrosos.	

<b>Identificación:</b> A43-A44	<b>Coordenadas:</b> 27°16'29,77"S 66°41'5,87"W
<b>Rumbo:</b> 125° <b>Inclinación:</b> 80°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Textura masiva de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro. En este sector la veta atraviesa una quebrada lo que permite observar la continuidad de la misma en profundidad pudiendo inferirse una profundidad de aproximadamente 4 metros.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A43 aflora andesita lávica, esta presenta las características descritas anteriormente. La roca en A44 corresponde a la brecha andesítica, esta presenta una alteración argílica moderada.	
	
A: Andesita lávica (escala en centímetros).	

<b>Identificación:</b> A45-A46	<b>Coordenadas:</b> 27°16'29,96"S 66°41'5,02"W
<b>Rumbo:</b> 116° <b>Inclinación:</b> 73°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro de textura masiva.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A45 la roca aflorante es andesita lávica. Se reconoce en A46 brecha andesítica, esta presenta una alteración argílica moderada y escasa cantidad de venillas.	
 <p>The photograph shows a rocky outcrop with a compass rose in the upper right corner. The compass rose has four points labeled E, S, N, and W. A yellow arrow points from a label 'Arg' to a specific area on the rock. Another label 'Bx' is placed on the right side of the rock. The rock surface is covered with sparse green vegetation and shows signs of weathering and alteration.</p>	
A: Brecha andesítica "Bx" afectada por alteración argílica "Arg".	

<b>Identificación:</b> A47-A48	<b>Coordenadas:</b> 27°16'29,95"S 66°41'4,16"W
<b>Rumbo:</b> 91° <b>Inclinación:</b> 87°	<b>Dirección de inclinación:</b> S <b>Espesor:</b> 5,40 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura bandeada, en sectores coloforme, de carbonatos negros, carbonatos blancos y carbonatos con óxidos de hierro.	
	
A: Textura bandeada de la veta.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A47 se reconoce andesita lávica, su composición mineral se mantiene constante. La roca de caja en A48 corresponde a la brecha andesítica, esta presenta una alteración argílica moderada y presenta las características que mantiene en los puntos anteriores.	

<p><b>Identificación:</b> A51-A52</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'30,22"S 66°41'2,36"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 110° <b>Inclinación:</b> 70°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 3,20 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos blancos, carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro de textura bandeada y coloforme. En sectores se reconocen calcitas trigonales. Hacia la parte inferior de la veta predominan los carbonatos negros, en menor cantidad carbonatos con óxidos de hierro y carbonatos blancos de textura masiva.</p>	 <p>A: Textura bandeada y coloforme de la veta.</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> En A51 se observa andesita lávica, con una alteración argílica. La roca de caja en A52 corresponde a la brecha andesítica, esta presenta una alteración argílica moderada y escaso venilleo carbonático cuyos espesores son variables oscilando de pocos milímetros a 10 cm.</p>	 <p>B: Brecha andesítica alterada.</p>

<p><b>Identificación:</b> A53-A54</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'30,62"S 66°41'1,65"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> - <b>Inclinación:</b> -</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> - <b>Espesor:</b> -</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> En este sector no se pudo definir la veta con claridad. Se observa que la roca de caja está afectada por carbonatos. Además, se reconoce textura brechosa.</p>	 <p>A: Muestra de mano de textura brechosa.</p>
<p><b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca aflorante es la brecha andesítica, presenta una alteración argílica moderada y escaso venilleo carbonático cuyos espesores son variables oscilando de pocos milímetros a 10 cm. En contacto con esta se observa andesita lávica.</p>	 <p>B: Muestra de mano de andesita lavica donde se observan cristales de plagioclasa "Pl" en matriz de grano fino de color grisacéo.</p>

<b>Identificación:</b> A55-A56	<b>Coordenadas:</b> 27°16'30,94"S 66°41'1,14"W
<b>Rumbo:</b> 115° <b>Inclinación:</b> 85°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 5,80 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura masiva de carbonatos negros, en sectores se observan cristales de cuarzos hexagonales.	
<b>Observaciones de la roca de caja:</b> La roca de caja corresponde a la brecha andesítica, esta exhibe una alteración argílica moderada. En contacto transicional con la misma se observa andesita lávica afectada por escaso venilleo.	
	
B: Muestra de mano de brecha andesítica alterada.	

<b>Identificación:</b> E1-E2	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,48"S 66°41'15,71"W
<b>Rumbo:</b> 130° <b>Inclinación:</b> 70°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 0,80 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos blancos, carbonatos negros y carbonatos con óxido de hierro conformando una textura bandeada.	
	
A: Muestra de mano donde se reconoce la textura bandeada de la veta.	

<b>Identificación: F</b>	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,86"S 66°41'15,05"W
<b>Rumbo: 150°</b> <b>Inclinación: 75°</b>	<b>Dirección de inclinación: SW</b> <b>Espesor: 0,40 metros</b>
<b>Observaciones de la veta:</b> Se observa una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro, cuarzo lechoso y hialino conformando una textura bandeada, en sectores se reconocen cristales de cuarzo hexagonales que van de pocos milímetros a 2 cm. Esta estructura mineralizada tiene una corrida de 23 m.	

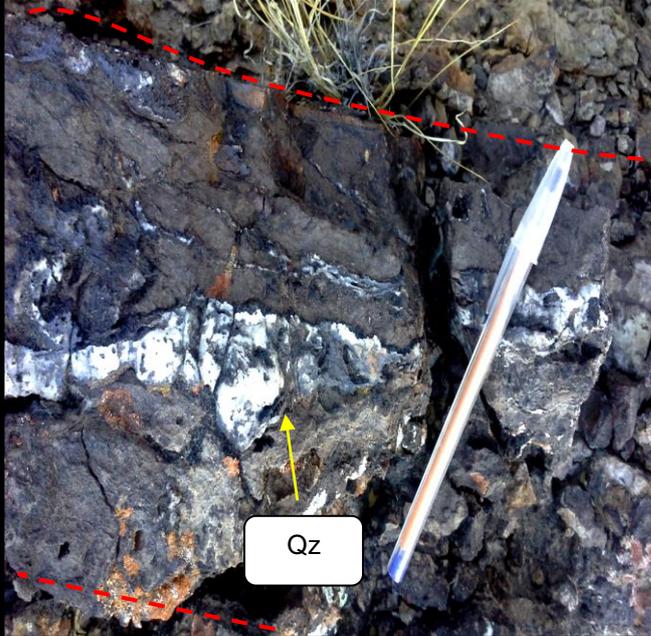
<b>Identificación: H</b>	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,76"S 66°41'14,97"W
<b>Rumbo: 158°</b> <b>Inclinación: 65°</b>	<b>Dirección de inclinación: SW</b> <b>Espesor: 0,30 metros</b>
<b>Observaciones de la veta:</b> Mineralogía de carbonatos negros y carbonatos con óxidos de hierro de textura bandeada, en menor cantidad se observan cristales de cuarzos hexagonales cuyos tamaños varían de pocos milímetros hasta 2 cm. Esta estructura mineralizada tiene una corrida de 15 m.	

<b>Identificación: I</b>	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,77"S 66°41'14,58"W
<b>Rumbo: 165°</b> <b>Inclinación: 55°</b>	<b>Dirección de inclinación: SW</b> <b>Espesor: 0,10 - 0,45 metros</b>
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos blancos y carbonatos con óxidos de hierro de textura bandeada, se observa en menor cantidad pirolusita (reconocida por su brillo submetálico y hábito fibroso), bandas de cuarzo lechoso y arcillas de color rojizo amarillento. Esta estructura mineralizada tiene una corrida de 16 metros.	

<b>Identificación: L</b>	<b>Coordenadas:</b> 27°16'27,07"S 66°41'12,99"W
<b>Rumbo: 200°</b> <b>Inclinación: 81°</b>	<b>Dirección de inclinación: NW</b> <b>Espesor: 0,10 - 0,40 metros</b>
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos con óxidos de hierro y carbonatos negros de textura masiva. Esta estructura mineralizada tiene una corrida de 12 m.	

<p><b>Identificación:</b> R1-R2</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'27,43"S 66°41'12,49"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 189° <b>Inclinación:</b> 55°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> NW <b>Espesor:</b> 0,45 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía de carbonatos negros, carbonatos con óxidos de hierro y cuarzo hialino de textura masiva.</p>	 <p>A: Fotografía de la veta R.</p>

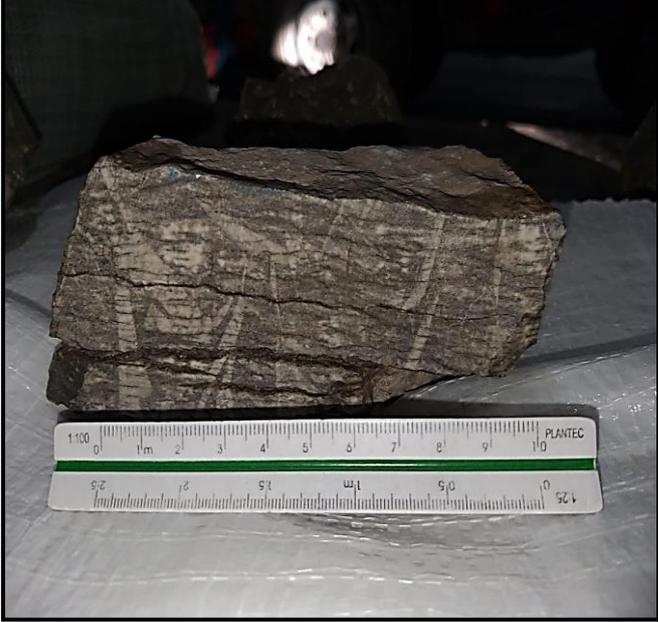
<p><b>Identificación:</b> O</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'27,44"S 66°41'12,18"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 185° <b>Inclinación:</b> 88°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> NW <b>Espesor:</b> 0,70 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Mineralogía de carbonatos negros y cuarzo hialino de textura masiva. Además, se observan cristales de calcita con textura en peine.</p>	 <p>A: Corrida de la veta "0".</p>

<p><b>Identificación:</b> T1-T2</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'27,95"S 66°41'12,81"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 125° <b>Inclinación:</b> 73°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 0,60 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Mineralogía de carbonatos negros de textura masiva. En sectores la veta está afectada por un proceso de silicificación. Paralela a la estructura antes descrita, se observa una veta de 30 cm que presenta bandas de cuarzo lechoso.</p>	 <p>A: Estructura mineralizada paralela a la veta, donde se pueden observar bandas de cuarzo "Qz" lechoso.</p>

<p><b>Identificación:</b> T3-T4</p>	<p><b>Coordenadas:</b> 27°16'28,34"S 66°41'12,09"W</p>
<p><b>Rumbo:</b> 160° <b>Inclinación:</b> 70°</p>	<p><b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 1,50 metros</p>
<p><b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura masiva de carbonatos negros, carbonatos blanco y carbonatos con óxidos de hierro.</p>	

<b>Identificación:</b> T5-T6	<b>Coordenadas:</b> 27°16'28,52"S 66°41'11,09"W
<b>Rumbo:</b> 110° <b>Inclinación:</b> 87°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 1,20 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una textura bandeada de carbonato negro, carbonato blanco y cuarzo lechoso.	

<b>Identificación:</b> S1-S2	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,94"S 66°41'10,15"W
<b>Rumbo:</b> 130° <b>Inclinación:</b> 74°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 6 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> En este lugarr la veta tiene una mineralogía predominante de carbonatos blancos, (a diferencia de los sectores anteriores en donde predominaban los carbonatos negros) en menor cantidad carbonatos negros conformando una textura brechosa.	 <p>A: Veta de carbonatos blancos predominantes.</p>

<b>Identificación:</b> S3-S4	<b>Coordenadas:</b> 27°16'26,94"S 66°41'10,15"W
<b>Rumbo:</b> 130° <b>Inclinación:</b> 82°	<b>Dirección de inclinación:</b> SW <b>Espesor:</b> 8 metros
<b>Observaciones de la veta:</b> Presenta una mineralogía predominante de carbonatos blancos y carbonatos negros, en sectores se observa textura brechosa.	 <p>A: Muestra de mano de textura brechosa de carbonatos blancos y negros.</p>

## VII.2 ANEXO N°2 – PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

ANÁLISIS QUÍMICO																															
Muestras	Identificación de muestras	Coordenadas	Au Ens. Fuego 30 g (g/T)	Ag Ens. Fuego 30 g (g/T)	As ppm 5,0	Al % 0,01	Ba ppm 2	Bi ppm 5	Ca % 0,01	Cd ppm 1	Co ppm 1	Cr ppm 1	Cu ppm 1	Fe % 0,01	Ga ppm 2	In ppm 2	K % 0,01	Li ppm 1	Mg % 0,01	Mn ppm 1	Na % 0,01	Ni ppm 1	Pb ppm 2	Sb ppm 5	Sc ppm 5	Sr ppm 1	Ti % 0,01	V ppm 1	Zn ppm 1	Se ppm 10	Si ppm 5
100014	M1	27°16'25.035"S 66°41'23.73"W	0,07	4,93	127	0,10	99	<5	66,14	<1	<1	<1	<1	0,6	<2	114	0,06	<1	0,07	10910	<0,01	<1	89	<1	<5	490			<1	150,2	134
100015	M2	27°16'25.16"S 66°41'22.31"W	0,10	11,57	53	0,04	28	<5	75,06	<1	<1	<1	<1	0,3	<2	30	<0,01	<1	0,08	>20000	<0,01	<1	<1	93	<5	710			<1	200,5	190
100016	M3	27°16'25.55"S 66°41'20.79"W	0,10	13,57	95	0,02	<2	<5	66,38	<1	<1	<1	1	0,2	<2	<1	<0,01	<1	0,07	16920	<0,01	<1	40	<1	<5	681			<1	165,2	114
100017	M4	27°16'25.89"S 66°41'19.02"W	0,23	13,77	<5	0,05	5	<5	58,90	<1	<1	<1	<1	0,3	<2	28	0,03	<1	0,04	9200	<0,01	<1	53	47	<5	1164			<1	86,5	215
100018	M5	27°16'26.13"S 66°41'17.49"W	0,27	30,73	42	0,04	227	<5	41,59	<1	<1	<1	<1	0,3	<2	246	0,04	2	0,04	2500	<0,01	<1	292	<1	<5	483			<1	114,6	115
100019	M6	27°16'26.75"S 66°41'15.47"W	0,40	3,60	292	0,06	497	<5	63,37	<1	<1	<1	<1	0,4	<2	496	0,05	<1	0,05	16610	<0,01	<1	185	13	<5	1584			7	199,3	283
100021	M7	27°16'26.97"S 66°41'13.32"W	0,13	7,20	382	0,10	56	<5	77,57	<1	<1	<1	<1	0,7	<2	119	0,72	<1	0,10	>20000	<0,01	<1	<1	87	<5	389			<1	227,4	140
100022	M8	27°16'27.27"S 66°41'11.64"W	0,13	7,20	438	0,01	13	<5	78,65	<1	<1	<1	<1	0,3	<2	35	<0,01	<1	0,05	>20000	<0,01	<1	<1	<1	<5	509			<1	137,8	<5
100023	M9	27°16'27.82"S 66°41'10.28"W	0,10	6,23	159	0,05	348	<5	82,66	<1	<1	<1	<1	0,4	<2	392	0,04	<1	0,06	>20000	<0,01	<1	126	33	<5	1061			<1	248,5	122
100024	M10	27°16'28.66"S 66°41'8.71"W	0,33	10,67	166	0,13	277	<5	63,07	<1	<1	<1	<1	0,6	<2	290	0,02	<1	0,09	11780	<0,01	<1	149	<1	<5	1205			<1	1070	4320
100025	M11	27°16'29.52"S 66°41'6.89"W	0,23	9,10	262	<0,01	<2	<5	78,86	<1	<1	<1	<1	0,6	<2	10	0,03	<1	0,06	>20000	0,02	<1	<2	7	<5	51			<1	186	14
100026	M12	27°16'29.92"S 66°41'3.31"W	0,43	22,23	117	<0,01	<2	<5	79,26	<1	<1	<1	<1	0,3	<2	<2	0,02	<1	0,12	14850	<0,01	<1	103	<5	<5	627			2	158,1	119
100027	M13	27°16'31.61"S 66°41'0.33"W	0,07	5,60	657	<0,01	20	<5	69,89	<1	<1	<1	<1	0,3	<2	<2	0,01	<1	0,06	>20000	0,02	10	65	<5	<5	513			<1	214,2	21
PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO																															
Fondo			0,20	11,26	215		121							0,4						15598			85	23		728			2		
Desviación Estándar			0,125861136	7,666029	187		163,3							0,1572						5542,6			86,84	33		414,2			1,782		
Umbral			0,33	18,93	402,00		284							0,6						21141			172	56		1142			4		
Anomalia Posible			0,40	22,23	437,90		348							0,6									185	87		1164			-		
			0,33											0,7									-			1205			-		
			0,43											0,6									-						-		
														0,6									-						-		
														0,6									-						-		
														0,6									-						-		
Anomalia Probable			-	30,73	657		497							-								292	93		1584			7			
Anomalia Franca			-	-	-		-							-								-	-		-			-			
Valor Mínimo			0,07	3,60	42		<2							1	0,2					2500			40	<5		51			<1		
Valor Máximo			0,43	30,73	657		497							1	0,7					>20000			292	93		1584			7		

### VII.3 ANEXO N°3 – CÁLCULO DE LAS LEYES MEDIAS PONDERADAS

Muestras	Identificación de muestras	Coordenadas	Espesor de muestras	Au	Gm Au	Ag	Gm Ag	As	Gm As	Ba	Gm Ba
				Ens. Fuego 30 g (g/T)		Ens. Fuego 30 g (g/T)		ppm 5,0		ppm 2	
100014	M1	27°16'25.035"S 66°41'23.73"W	2,4	0,07	0,0030	4,93	0,2179	127	5,6265	99	4,3845
100015	M2	27°16'25.16"S 66°41'22.31"W	1,7	0,10	0,0031	11,57	0,3622	53	1,6656	28	0,8641
100016	M3	27°16'25.55"S 66°41'20.79"W	2,7	0,10	0,0050	13,57	0,6748	95	4,7436	2	0,0994
100017	M4	27°16'25.89"S 66°41'19.02"W	1,9	0,23	0,0080	13,77	0,4818	5	0,1750	5	0,1715
100018	M5	27°16'26.13"S 66°41'17.49"W	2,5	0,27	0,0124	30,73	1,4148	42	1,9153	227	10,4650
100019	M6	27°16'26.75"S 66°41'15.47"W	4	0,40	0,0295	3,60	0,2652	292	21,5175	497	36,5893
100021	M7	27°16'26.97"S 66°41'13.32"W	5	0,13	0,0120	7,20	0,6630	382	35,1289	56	5,1289
100022	M8	27°16'27.27"S 66°41'11.64"W	7,2	0,13	0,0172	7,20	0,9547	438	58,0641	13	1,6575
100023	M9	27°16'27.82"S 66°41'10.28"W	6	0,10	0,0110	6,23	0,6884	159	17,5470	348	38,4862
100024	M10	27°16'28.66"S 66°41'8.71"W	7,4	0,33	0,0450	10,67	1,4541	166	22,6634	277	37,7904
100025	M11	27°16'29.52"S 66°41'6.89"W	6	0,23	0,0254	9,10	1,0055	262	28,9282	2	0,2210
100026	M12	27°16'29.92"S 66°41'3.31"W	3,8	0,43	0,0301	22,23	1,5557	117	8,1878	2	0,1400
100027	M13	27°16'31.61"S 66°41'0.33"W	3,7	0,07	0,0048	5,60	0,3816	657	44,7339	20	1,3355
<b>TOTAL</b>			54,3		0,2066		10,1197				
<b>Rango bajo</b>											
<b>Rango medio</b>											
<b>Rango alto</b>											
<b>Anomalia</b>											

Prospección Geológica - Veta Macho Muerto sector sureste - Distrito minero Farallón Negro  
Departamento Belén, Provincia de Catamarca.

Cu	Fe	Mn	Pb	Sb	Zn	Sr
ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	0,01	1	2	5	1	1
Gm Cu	Gm Fe %	Gm Mn	Gm Pb	Gm Sb	Gm Zn	Gm Sr
1	0,6	10910	89	1	1	490
0,0442	0,0248	482,2099	3,9293	0,0442	0,0442	21,6575
1	0,3	20000	1	93	1	710
0,0313	0,0091	626,1510	0,0313	2,9116	0,0313	22,2127
1	0,2	16920	40	1	1	681
0,0497	0,0114	841,3260	1,9890	0,0497	0,0497	1,2543
1	0,3	9200	53	47	1	1164
0,0350	0,0087	321,9153	1,8440	1,6551	0,0350	40,7293
1	0,3	2500	292	1	1	483
0,0460	0,0147	115,1013	13,4530	0,0460	0,0460	22,2376
1	0,4	16610	185	13	7	1584
0,0737	0,0302	1223,5727	13,6059	0,9576	0,5157	116,6851
1	0,7	20000	1	87	1	389
0,0921	0,0654	1841,6206	0,0921	8,0018	0,0921	35,8195
1	0,3	20000	1	1	1	509
0,1326	0,0345	2651,9337	0,1326	0,1326	0,1326	67,4254
1	0,4	20000	126	33	1	1061
0,1105	0,0409	2209,9448	13,9116	3,6022	0,1105	117,2376
1	0,6	11780	149	1	1	1205
0,1363	0,0777	1605,3775	20,3193	0,1363	0,1363	164,2173
1	0,6	20000	2	7	1	51
0,1105	0,0652	2209,9448	0,2210	0,7514	0,1105	5,5801
1	0,3	14850	103	5	2	627
0,0700	0,0196	1039,2265	7,1731	0,3499	0,1610	43,8715
1	0,3	20000	65	5	1	513
0,0681	0,0225	1362,7993	4,4223	0,3407	0,0681	34,9285

## **VII.4 ANEXO N°4**

# CARTOGRAFÍA