

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA



**“METODOLOGIA DE ESTIMACION DE RECURSOS
MINERALES Y RECONCILIACION DE RESERVAS
DE LA VETA JIMENA EN EL SECTOR NORTE
DEL BATOLITO DE PATAZ”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEOLOGO**

**PRESENTADO POR
CARLOS ALBERTO MEDRANO RAYMUNDO**

LIMA – PERU

2011

INDICE

RESUMEN.....	05
--------------	----

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1 Ubicación.....	06
1.2 Vías de acceso.....	07
1.3 Clima y vegetación.....	07
1.4 Reseña histórica.....	09
1.5 Objetivos del estudio.....	11
1.6 Procedimiento de trabajo.....	11

CAPITULO II MARCO GEOLOGICO

2.1 Geología regional.....	13
2.1.1 Estratigrafía.....	13
2.1.1.1 Complejo Del Marañón.....	13
2.1.1.2 Formación Contaya.....	13
2.1.1.3 Grupo Ambo.....	14
2.1.1.4 Grupo Mitu.....	14
2.1.1.5 Grupo Pucará.....	14
2.1.1.6 Formación Goyllarisquizga.....	15
2.1.1.7 Formación Crisnejas.....	15
2.1.1.8 Formación Chota.....	15
2.1.1.9 Volcánicos Lavasen.....	16
2.1.1.10 Depósitos recientes.....	16
2.1.2 Rocas intrusivas.....	16
2.1.2.1 Batolito de Pataz.....	16
2.2 Geología local.....	19
2.2.1 Unidades plutónicas, metamórficas y volcánicas.....	19
2.2.1.1 Rocas intrusivas.....	19
2.2.1.2 Rocas metamórficas.....	26
2.2.1.3 Rocas volcánicas.....	27
2.2.2 Marco estructural del yacimiento.....	28
2.2.2.1 Estructuras mayores.....	29

2.2.2.2 Estructuras menores.....	31
2.2.2.3 Estructuras mineralizadas.....	34
2.2.3 Paragénesis.....	36
2.2.4 Alteración hidrotermal asociada a oreshoots.....	38
2.2.4.1 Sericitización: Fílica (Cz-Sert).....	38
2.2.4.2 Propilítica: (Ch, Py, Cac).....	42
2.2.4.3 Argilización.....	43
2.2.4.4 Silicificación.....	44
2.2.4.5 Carbonatación.....	44
2.2.4.6 Epidotización.....	45
2.2.4.7 Hematización.....	45

CAPITULO III MODELAMIENTO GEOLOGICO – ESTRUCTURAL EN 3D

3.1 Control estructural.....	46
3.2 Control litológico.....	46

CAPITULO IV DIMENSIONES DEL PROYECTO Y ANALISIS EXPLORATORIO DE LA BASE DE DATOS

4.1 Dimensiones del proyecto.....	49
4.2 Registro de data.....	49
4.3 Sondajes diamantinos.....	50
4.3.1 Descripción de testigos de perforación diamantina.....	50
4.4 Muestreo de labores mineras.....	52
4.5 Topografía 3D.....	53
4.6 Cartografiado geológico.....	54
4.7 Secciones geológicas.....	55
4.8 Validación de data.....	57
4.9 Análisis exploratorio de datos.....	57
4.9.1 Análisis estadístico de muestreo de labores y sondajes diamantinos.....	57
4.9.2 Distribución de leyes de muestreo.....	58
4.9.3 Distribución de potencias.....	63

4.9.4	Compositos de muestras.....	64
4.10	Análisis de variogramas direccionales.....	68
4.10.1	Mapa variográfico.....	68
4.10.2	Variogramas experimentales.....	70

CAPITULO V ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES

5.1	Modelo de bloques.....	74
5.1.1	Orientación.....	74
5.1.2	Dimensiones.....	75
5.1.3	Variables.....	76
5.1.4	Triangulaciones.....	76
5.1.5	Validación cruzada.....	76
5.2	Clasificación de recursos minerales.....	78
5.3	Blocks de 50 m x 50 m.....	82
5.4	Reporte de cubicación.....	83
5.5	Reconciliación de reservas minerales.....	86
5.5.1	Requerimiento de información.....	86
5.5.2	Tratamiento de Información.....	87
5.5.3	Reconciliación de recursos minerales.....	88

	CONCLUSIONES.....	90
--	-------------------	----

	RECOMENDACIONES.....	91
--	----------------------	----

	REFERENCIAS.....	92
--	------------------	----

	ABREVIATURAS.....	93
--	-------------------	----

	INDICE DE GRAFICOS.....	97
--	-------------------------	----

	INDICE DE TABLAS.....	100
--	-----------------------	-----

RESUMEN

El presente informe describe la geología general y aspectos estructurales del Batolito de Pataz y en detalle la metodología empleada en determinar los recursos minerales de la veta Jimena en un ambiente tridimensional empleando el software Vulcan.

La veta Jimena está emplazada en el sector norte del Batolito de Pataz, la orientación es variable por la complejidad estructural y el buzamiento va desde la horizontal hasta los 30° NE, la alteración típica es la fílica y con bordura propilítica, la litología predominante es granodiorita, adamelita y monzogranito.

El relleno mineral se compone de cuarzo, pirita, galena, esfalerita, calcopirita, arsenopirita y oro libre (electrum).

La metodología del proceso de estimación de recursos minerales se basa inicialmente en migrar al software Vulcan la información de la base de datos de muestreo, labores mineras en 3D, sondajes de perforación diamantina, cartografiado geológico de labores mineras y en base a ésta información realizar el modelo geométrico de vetas y fallas en 3D, posteriormente determinar la distribución de la mineralización de oro, compositos, modelo de bloques, estimación y clasificación de recursos minerales.

El reporte final de estimación de recursos minerales sirve de soporte al planeamiento de minado.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Ubicación

Compañía Minera Poderosa se encuentra ubicada en:

Caserío : Vijus
Distrito : Pataz
Provincia : Pataz
Departamento: La Libertad

El yacimiento Poderosa está situado a 470 Km al NE de Lima en el flanco oeste del sector norte de la Cordillera Oriental Andina, al lado E del río Marañón, entre los 1,250 y 3,400 msnm. (ver fig. 1)



Fig.1 Plano de ubicación

1.2 Vías de acceso

El acceso al yacimiento de Poderosa se hace tanto por vía aérea como por vía terrestre. Por tierra desde la ciudad de Lima siguiendo la Panamericana Norte hacia Trujillo con una distancia de 550 Km en un tiempo de 8 horas, luego por el Este hacia Huamachuco, continuando por la carretera hacia Parcoy – Tayabamba con una distancia de 340 Km en un tiempo de 12 horas, se cruza el río Marañón en el puente Chagual. En el puente Chagual nace el desvío hacia el Norte que conduce al caserío de Vijus, donde se encuentran las instalaciones de Compañía Minera Poderosa (ver tabla 1); punto del cual nacen las carreteras a las zonas Norte (Jimena, Glorita, La Lima) y Sur (Choloque, Consuelo, Atahualpa, Santa María y Suyubamba) Fig. 2.

El acceso por vía aérea partiendo de Lima se realiza en 80 minutos para cubrir una distancia de 860 Km. Desde Trujillo - Aeropuerto Chagual se emplea 35 minutos para una distancia de 330 Km.

Tramo	Distancia (Km.)	Carretera	Tiempo (Hr.)	Estado
Lima – Trujillo	550	Asfaltada	8	Bueno
Trujillo – Puente Chagual	340	Afirmada	12	Regular
Puente Chagual - Vijus	20	Afirmada	1	Regular

Tabla 1 Vías de acceso.

1.3 Clima y vegetación

El clima y vegetación son variados, esto se debe a la accidentada topografía, en el valle del río Marañón a 1000 msnm, hasta los afloramientos de vetas más altos que se encuentran a 3400 msnm.

La precipitación pluvial se produce de noviembre a marzo, presentando un clima seco como cálido, en los niveles superiores el clima es frío, mientras que en el valle es cálido y seco con temperaturas generalmente altas durante todo el año.

La población tiene como actividad económica la minería, ya sea a través de microempresas o como actividad artesanal informal.



Fig. 2 Vista panorámica de unidades de producción.

1.4 Reseña histórica

La zona que comprende el Batolito de Pataz ha sido trabajada desde la época Colonial y probablemente también desde la época Inca y pre Inca.

El científico Antonio Raimondi reportó a mediados del siglo XIX en sus "Itinerarios Geológicos" las rocas y los yacimientos auríferos de la provincia de Pataz.

De Lucio en 1905 publicó una evaluación del potencial de las materias primas en Pataz (Fausto Cueva, VIII congreso de Geología).

El pionero de los exploradores en el siglo XX fue Mariano Tarnaviecki quien sostuvo con énfasis que Pataz era una de las pocas zonas del mundo con enormes reservas auríferas. Tarnaviecki publicó en 1929 una primera compilación de las vetas auríferas y un cálculo del potencial de oro en la región de Pataz.

Entre 1930 y 1942 se instala en el distrito de Pataz la empresa Northern Peru Mining Smelting extrayendo oro exclusivamente en la veta San Francisco, antes de empezar sus operaciones ya se tenían labores artesanales que evidenciaban la mineralización. En esa época sólo se utilizó el cartografiado geológico para dirigir las labores de exploración.

Entre 1936 y 1964, en los distritos de Buldibuyo y Parcoy las empresas El Gigante y Sindicato Minero Parcoy respectivamente operaron en varias vetas reconocidas con anterioridad por trabajos artesanales.

En la década de 1970, se realizaron estudios dirigidos a estimar el potencial aurífero en el distrito de Pataz por Geólogos del Banco Minero - Vargas & Paz 1974, Vargas 1975 y Balarezo 1977.

Poderosa empieza los primeros reconocimientos en el sector norte del Batolito en 1977 y a partir de 1980 inicia sus operaciones en la veta La Lima – El Tingo a cargo de los ingenieros Carlos Miranda, Luis Seijas, Walter Sologuren y el Doctor. Alberto Samaniego, con la finalidad de reconocer las características petrográficas, estructurales y de mineralización de la zona emitiéndose un Informe Geológico (Enero, 1981).

En el año de 1984 se inicia un proyecto de investigación metalogenética sobre la franja aurífera de Pataz a cargo del Dr. Alberto Samaniego, siendo continuado por Detlef Schreiber, Detlef Lochman y Fausto Cueva. Como resultado de los estudios Detlef Schreiber presentó su tesis doctoral “Vetas Auríferas de Pataz y su Génesis en el Marco de la Evolución Geológica de la Cordillera Oriental en el Norte del Perú” (Diciembre, 1989).

Al mismo tiempo se desarrollaron varios trabajos de tesis realizados por Fausto Cueva (1987), Jaime Chávez (1987), Miguel Zulueta (1992) y Luis Rivera “Estudio Estructural del Yacimiento Aurífero en el sector Norte del Distrito de Pataz” (1992).

Los pueblos de Pataz, Suyubamba, Pías, Retamas, Parcoy y Buldibuyo deben su fundación a la minería del oro durante la época colonial. Se tiene referencia de una producción de 5'962,537 onzas de oro hasta el año 2000 (Haeberlin Yves) y de 3'629,634 onzas de oro entre el año 2001 y Dic-2009 (MEM), que hace un total de 9'592,171 onzas de oro producidas, tal como se muestra en la tabla 2.

Nº	EMPRESAS MINERAS EN EL BATOLITO DE PATAZ	Periodo	ONZAS DE ORO PRODUCIDAS										Total (oz)	
			Hasta el año 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
1	Cia. Aurífera Buldibuyo	1936 a 1960	437,658											437,658
2	Sindicato Minero Parcoy	1938 a 1960	763,913											763,913
3	Northern Perú Mining Co. Minera Aurífera	1929 a 1947	725,718											725,718
4	Retamas Consorcio Minero	1990 a 2009	1,180,350	166,460	160,455	166,562	168,542	169,592	159,150	130,322	138,994	152,706		2,593,133
5	Horizonte	1990 a 2009	646,270	137,685	152,371	153,709	129,396	139,854	162,061	155,553	165,971	161,018		2,003,887
6	Cia. Minera Poderosa	1982 a 2009	934,307	74,398	80,784	91,361	98,549	85,076	76,926	78,341	101,412	105,954		1,727,106
7	Real Aventura	1995 a 2009	16,701	3,736	4,066	8,052	11,036	6,352	8,356	9,237	8,354	7,246		83,136
8	Otros	1901 a 2000	1,257,620											1,257,620
Sub Total			5,962,537	382,279	397,675	411,632	396,487	394,522	398,137	364,216	414,731	426,924		9,592,171

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Tabla 2 Producción de onzas de Au en el Batolito de Pataz.

Actualmente en la franja aurífera de Pataz se encuentran en producción 04 compañías mineras, Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA), Consorcio Minero Horizonte S.A. (CMH), Real Aventura, y Cía. Minera Poderosa S.A. (CMPSA), las otras compañías mineras han dejado de operar. Una característica en común y de mucha importancia es que todas las unidades mineras en operación se encuentran emplazadas en el Batolito de Pataz.

1.5 Objetivos del estudio

Presentar este informe para obtener el título de ingeniero geólogo.

Determinar los recursos minerales de oro de la veta Jimena aplicando las herramientas geoestadísticas. Este procedimiento considerará el análisis estadístico y geoestadístico de la información que se dispone empleando el software Vulcan y una vez comprobada la eficacia del método, hacerlo extensivo a otras vetas.

Elaborar planos de recursos minerales con información gráfica de distribución de leyes de oro para el control de operación mina.

Emitir el reporte de estimación de recursos minerales para elaborar el plan de minado a cargo de Planeamiento e Ingeniería.

Determinar la reconciliación de los recursos minerales.

1.6 Procedimiento de trabajo

Como primer paso se prepara toda la información que se va a requerir para realizar la evaluación de los recursos minerales de oro de la veta Jimena para luego exportarla al software Vulcan. Para ello se procesa y valida la información de base de datos de canales de muestreo y perforación diamantina; a todos los sondeos ejecutados se realiza la medición de desviación con el equipo Flexit Smartool. La información gráfica del cartografiado geológico y la topografía de labores mineras en 3D tanto horizontales como verticales deben estar actualizadas por el departamento de Planeamiento e Ingeniería.

Todo el proceso se realiza en el software Vulcan, desde el tratamiento estadístico, estimación y emisión del reporte de recursos minerales hasta la reconciliación de reservas minerales.

La emisión gráfica de la estimación de recursos minerales se exporta del software Vulcan al Autocad para el impreso de planos de presentación mensual, para el planeamiento de minado y para el control durante la explotación de los tajos programados en mes.

PROCESO DE ESTIMACION DE LEYES DE AU EN VULCAN

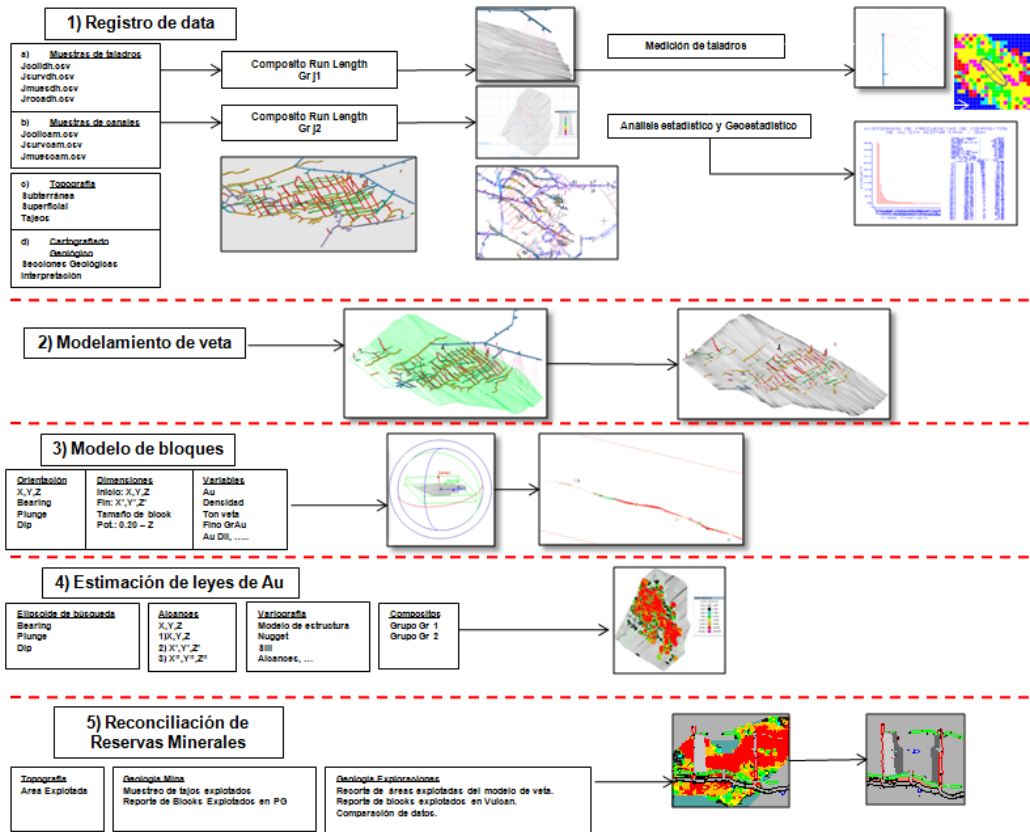


Fig. 3 Proceso de estimación de leyes de Au

CAPITULO II

MARCO GEOLOGICO

2.1 Geología regional

La provincia de Pataz forma la parte central de una franja de oro orogénico de alrededor de 160 km de largo en la parte Este de la Cordillera de los Andes en el norte del Perú. Ha producido poco más de 9 millones de onzas (M oz) de oro de depósitos tipo veta durante los últimos 100 años.

Las características geológicas desarrolladas en la región están ligadas a la evolución estratigráfica y estructural de la Cordillera de los Andes en su segmento oriental del sector Norte del Perú, (fig. 5) conformado por la superposición de 3 ciclos: El precámbrico, hercínico y andino. Las áreas glaciadas, altiplano y valles constituyen la morfología de la zona (Wilson y Reyes, 1964).

2.1.1. Estratigrafía

2.1.1.1 Complejo Del Maraón

El Complejo del Maraón está subdividido por tres unidades con diferentes grados de metamorfismo, representado en la parte alta por filitas polideformadas, en la parte intermedia por secuencias variadas de rocas meta volcánicas de tobas e ignimbritas y la base por mica esquistos, denominadas por Wilson y Reyes (1964). Esta secuencia que supera los 2000 metros de espesor, son mejor y mayor apreciados en las márgenes del río Maraón (Cueva, 1987; Miranda, 1983; Rivera, 1992; Schreiber, 1989; Wilson y Reyes, 1964).

2.1.1.2 Formacion Contaya

En el Paleozoico, sobre el Complejo de Maraón, a fines del Precambriano, se ubican rocas volcánicas conocidas bajo el nombre de Serie Metavolcánica y, sobre ella se desarrollan el ciclo Hercínico con una secuencias turbidíticas de colores oscuros de cientos de metros (Rivera, 1992), a las que se les denominada Formación Contaya del Ordovícico, espacialmente se encuentran ubicadas en el borde externo del Batolito de Pataz (al Norte preferentemente

en el flanco Oeste y al Sur en los dos flancos) o como secuencias colgadas (desde enclaves a xenolitos) al interior del Batolito.

2.1.1.3 Grupo Ambo

A inicios del Carbonífero empieza una sedimentación continental que se ha medido en los flancos del río Marañón y Parcoy formando secuencias superiores a los 300 metros, conformado en su mayoría por rocas de ambientes fluviales deltaicos que consisten en arcillitas, areniscas, lutitas y conglomerados negro marrón en capas delgadas a medianas, que indican épocas de crecida y estiaje de los ríos respectivamente, de mayor expresión en el sector occidental del valle del Marañón (Rivera, 1992).

En general el Grupo Ambo es compacto, no existe estratificación y corresponde al Missipiano inferior, la edad asignada es de 345 Ma. (Jongmans 1954)

2.1.1.4 Grupo Mitu

A fines del Paleozoico se depositan areniscas y conglomerados de coloración rojiza, a las que se les designa como las molasas del Grupo Mitu, que se forman en una fase epirogénica (Dalmayrac, 1970), se encuentran compuestas de clastos de andesitas roja o morada y predominan sobre las limonitas y lutitas. Al Grupo Mitu se le asigna una edad correspondiente al Pérmico medio a superior por las dataciones radiométricas realizadas por el INGEMMET (1995).

2.1.1.5 Grupo Pucará

En el Mesozoico la sedimentación del ciclo Andino comienza con las calizas y dolomitas de color claro a gris oscuro en partes bioclásticas, producto de una deposición estratificada, que fue ocasionada por una transgresión marina regional.

De acuerdo con la posición estratigráfica, al Grupo Pucará se le asigna la edad correspondiente al Triásico y Jurásico por fósiles encontrados como Ammonites Arietitis típicos del Sinemuriano y Pseudomonotis Ochotica Keys correspondientes al Noriano (Triásico). Sobreyace en discordancia erosional al

Grupo Mitu e infrayace a la formación Goyllarisquizga en discordancia angular. Debido a la fuerte erosión pre Goyllarisquizga presenta una secuencia mayor a los 500 metros, la edad asignada es de 180 Ma.

2.1.1.6 Formación Goyllarisquizga

Se caracteriza por areniscas estratificadas grises de grano grueso a conglomerádico intercaladas por lutitas gris rojiza. Wilson y Reyes (1964) asumen una edad de Neocomiano y el Albiano Inferior pertenecientes al Cretáceo Inferior por encontrar en la base de la formación Crisnejas correspondientes al Albiano Medio. La secuencia presenta una potencia entre 100 y 300 metros (Rivera, 1992).

2.1.1.7 Formación Crisnejas

A esta formación se le asigna una edad de Albiano Medio (120 Ma) por estar correlacionado con la Formación Chulec descrita con la misma litología en la cual se encuentra fósiles como Ammonites y Equinodermos encontrados en la zona.

Se encuentra en el contorno del flanco oeste del Batolito de Pataz. La Formación Crisnejas está conformada por una secuencia de calizas de color marrón grisáceo, areniscas calcáreas y margas, esta formación se encuentra en discordancia angular con la Formación Chota, se describe una potencia de 200 metros (Benavides, 1956).

2.1.1.8 Formación Chota

Esta formación yace en forma discordante a la Formación Crisnejas constituidos por sedimentos de cobertura de ambiente continental que aflora en el flanco Oeste de Parcoy, el espesor medido para esta formación fue de 200 metros, realizado en la quebrada Lucumas. La Formación Chonta está compuesta de conglomerados areniscas, lutitas y siltitas.(Rivera 1992) de coloración rojiza por la que se les denominan “las capas rojas” del Cretáceo superior.

Megard (1978) asigna una edad de 115 Ma la cual pertenece al Cretáceo superior entre el Santoniano y Eoceno.

2.1.1.9 Volcánicos Lavasen

Una acumulación de rocas volcánicas mayor a 1500 metros de potencia de lavas andesíticas a riolíticas de color verde a verde pardo, con textura afanítica fluidal y afanítica porfirítica, se observan fenocristales de plagioclasas, inmersos en una pasta silíceo, piroclástica y amigdalóidea, presenta salificación débil, como alteración principal, con diseminación de trazas de piritas y arsenopiritas en la parte superior brechas y tobas ocurridas en el Terciario medio conforman la denominada Volcánicos Lavasen, los mismos que se depositan en discordancia angular sobre el Batolito de Pataz y el Complejo de Maraón (Schreiber, 1989).

2.1.1.10 Depósitos recientes

Los depósitos recientes generalmente están conformados por materiales provenientes de la erosión ocasionada a las rocas pre-existentes (es decir el Batolito y la descomposición del Grupo Chota). Estos depósitos se localizan en las márgenes del río Parcoy y en las quebradas existentes en forma de depósitos aluviales, también existen depósitos eluviales y coluviales producto de la descomposición In-situ de las rocas y fluvio-glaciares. Rivera (1992) reporta depósitos morrénicos sobre los 3500 metros sobre el nivel del mar.

2.1.2 Rocas intrusivas

2.1.2.1 Batolito de Pataz

El Batolito de Pataz es el cuerpo intrusivo dominante en la región, de forma lenticular alargada con orientación entre N330° y N340° con buzamiento entre 60 y 70°, (edad: 328-329 Ma, Haeberlin, 2000, Carbonífero Inferior), alineada a lo largo del flanco oriental del valle del Maraón, con 160 Km de largo y de 1 a 3 Km de ancho variable (fig. 4), el contacto occidental con el Complejo del Maraón es generalmente fallado (Chávez, 1990).

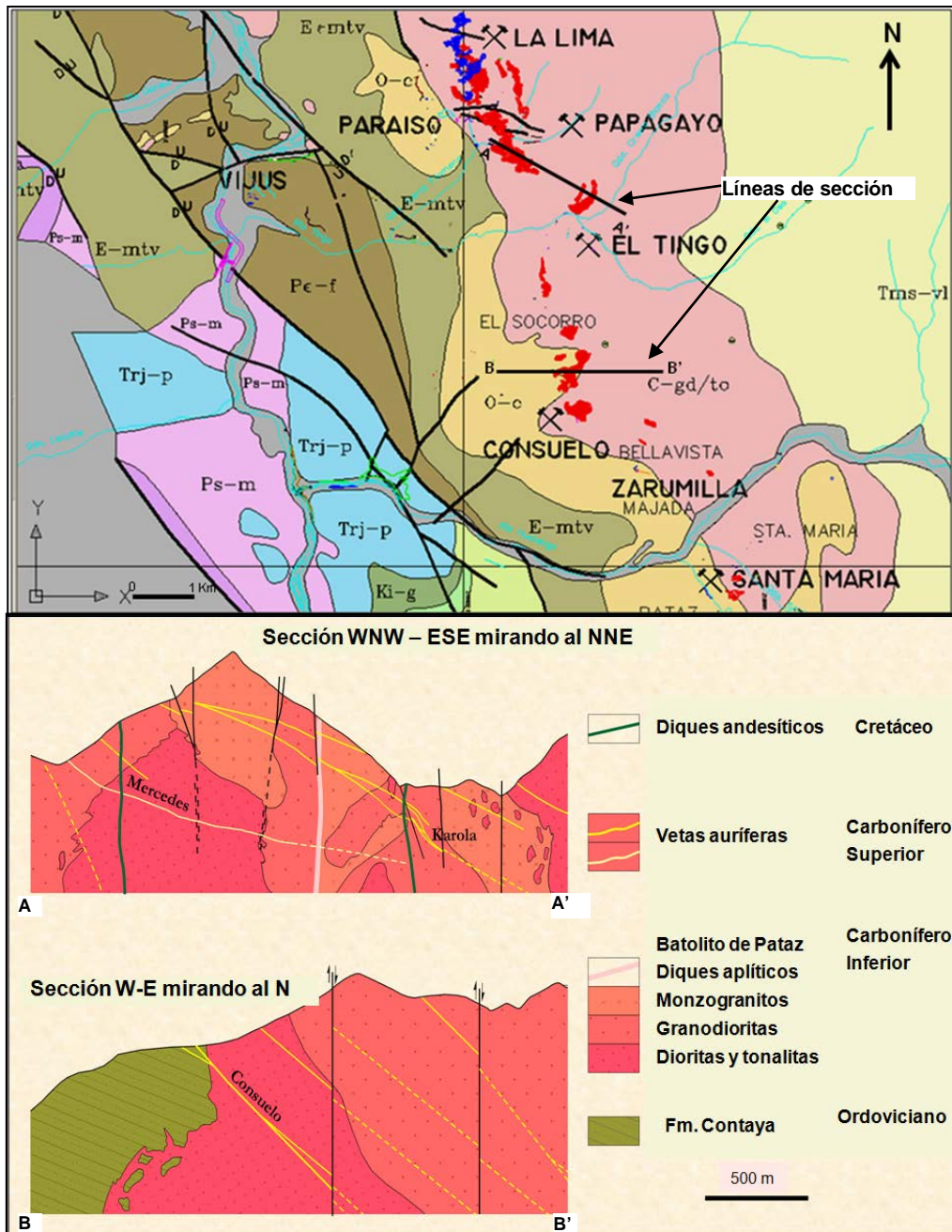
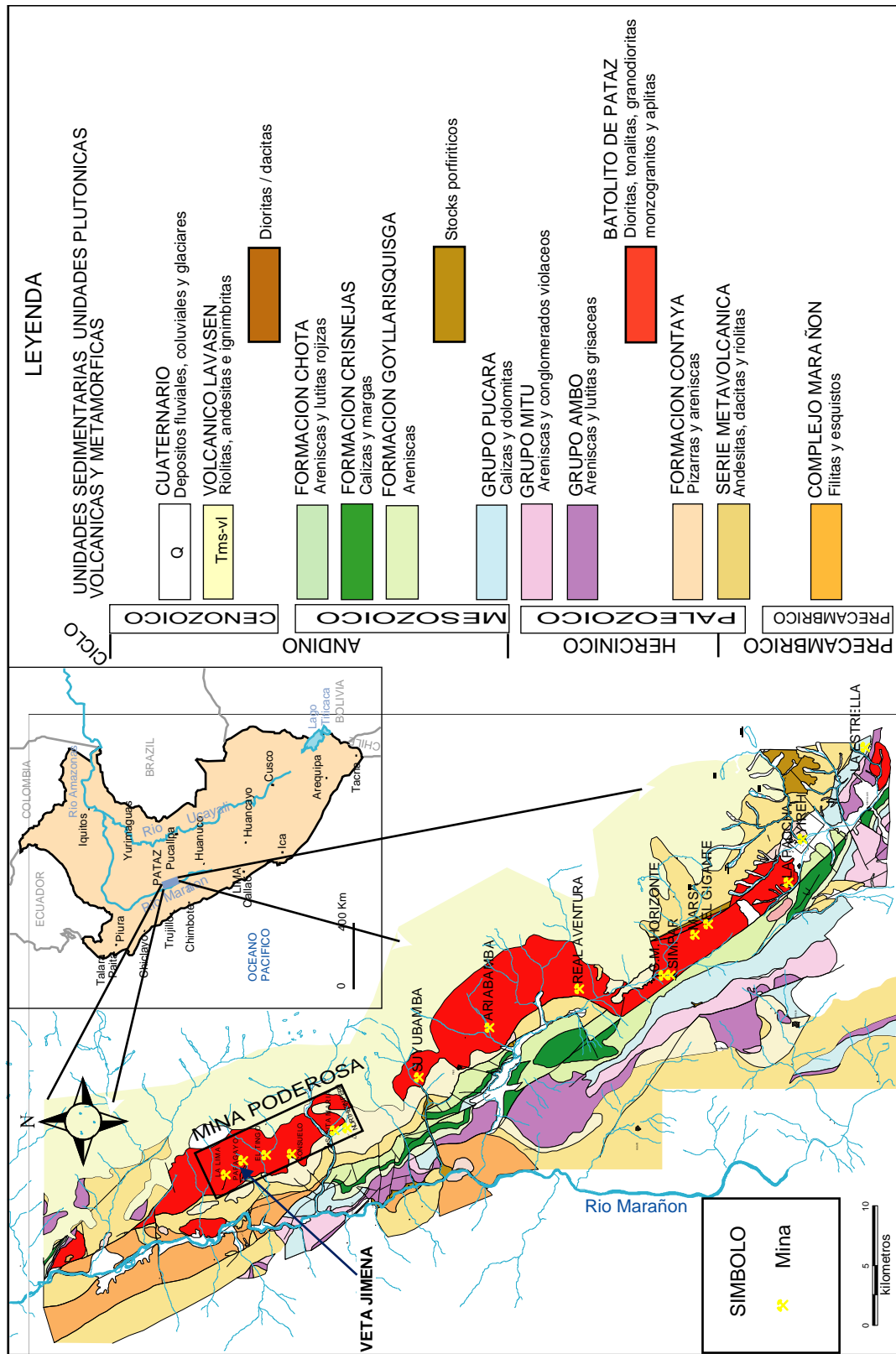


Fig.4 Sección transversal del Batolito de Patate

La secuencia ácida a la que se le agrega el granito, son las mayores componentes de la secuencia intrusiva de la región y de todo el Batolito de Patate. Las granodioritas de mayor volumen en ocasiones se encuentran en gradación de tonalitas a granitos y monzogranitos; sin embargo, es común observar contactos nítidos entre granodioritas con monzogranitos.

Intrusiones de menor talla y tardías, son reportadas a inicios del Mesozoico y Cenozoico.



2.2 Geología local

2.2.1 Unidades plutónicas, metamórficas y volcánicas

2.2.1.1 Rocas Intrusivas

La formación de este intrusivo, tuvo lugar en el Carbonífero según dataciones reportadas en Macfarlane et al. (1999) por U-Pb en zircón en 329 ± 1 Ma, para las granodioritas en el área de Parcoy (al sur de la mina Poderosa), para los monzogranitos por $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en 321 ± 1 Y 305 ± 8 Ma en biotitas y hornblendas respectivamente; así mismo Haerberlin et al. (2004), en el área de Patáz dataron biotitas de granodioritas y dioritas por $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en 329.2 ± 1.4 y 328.1 ± 1.2 Ma.

De acuerdo a la geometría observada en el Batolito de Patáz, se propone que el modo del emplazamiento sería de un cuerpo tabular controlado por fracturas que afectaron el basamento (Haerberlin et al. 2002; Haerberlin et al. 2004; Macfarlane et al., 1999; Schreiber, 1989), y se emplazó en forma de diques de diferente pulso de dirección longitudinal NNW-SSE e inclinadas al Este, coincidiendo con la orientación general de los filones (fig. 7).

Granodioritas, Monzogranitos y Granitos

Las rocas ácidas (granodioritas, monzogranitos y granitos) en todas las unidades mineras de Poderosa a excepción en Consuelo constituyen la roca encajante común de las estructuras mineralizadas, estas mismas rocas cortan o engloban las pequeñas masas rocosas de composición básica a intermedia lo mismo que los hornfels y metavolcánicos pre-intrusivos (fig. 5).

Petrografía de la serie granodiorita – monzogranito

Las granodioritas son de color gris claro, algunas veces con tinte rosáceo debido al incremento de la ortosa. De los minerales esenciales; las plagioclasas, son de tamaños superiores a 0.5 mm hasta mayores de 5 mm de formas euhedrales y raramente anhedrales; las pequeñas, se presentan macladas (comúnmente

polisintética) a zonadas; mientras que en las de mayor talla la zonación es la característica dominante.

La ortosa generalmente anhedral, algunas veces se puede observar cristales euhedrales, unas presentan maclas de microclinas y, por lo general, el del tipo Carlsbad, comúnmente de tallas superiores de las plagioclasas que superan los 5 mm, la mirmequita, reconocida ocasionalmente en bordura de los cristales. El cuarzo es de hábito anhedral al igual que la ortosa. La biotita fresca es anhedral a subhedral de color marrón; en otras se observa cloritas verdes a azulinas que son producto de la alteración de la biotita. La hornblenda es poco observada como cristales euhedrales, corroídas y de menor talla comparado al conjunto de los minerales esenciales; al parecer, éstas fueron alteradas a cloritas, las cuales conservan la estructura primigenia. El circón se presenta como pequeños cristales (hábito acicular) euhedrales. La allanita también es escasa y se encuentra ocasionalmente y de formas euhedrales, son de color marrón oscuro. El apatito de color amarillento euhedral muy escaso.

El monzogranito, de colores gris claros con tintes rosáceos, la talla de los cristales son relativamente inferiores a las presentadas por los granitos y las granodioritas; pero en general mayores a los 0.5 mm. Los componentes principales lo constituyen ortosa, cuarzo, y plagioclasas que generalmente son euhedrales; unas con macla polisintética; otras con zonación; la ortosa es subhedral a anhedral que predomina sobre la plagioclasa y cuarzo anhedral. El accesorio más abundante es la clorita, muy escasa, allanita, apatito y circón, este último mucho más escaso.

En toda esta secuencia intrusiva se observan fracturas con alteraciones tardías a epidotas. En las muestras más frescas se ha observado una ligera alteración de las plagioclasas a pátinas de sericita; en otros, se observa sericita con carbonatos oscuros.

Diorita y microdiorita

Descrita por Miranda (1987), Schreiber (1998) y Haeberlin (2000) como la cristalización de las primeras fases del intrusivo, la diorita es la roca predominante en el área de Consuelo que se presenta superficialmente como una estructura sub-circular, mientras que el área de Papagayo-la Lima se presentan como diques subparalelos al contacto con el complejo del Marañón. Estas rocas conforman el grupo de las dioritas, dioritas hornblendicas y hornblenditas que pueden llegar a tener espesores de hasta 25 metros (a manera de dique al piso del clavo 0 y 1 Norte, aunque en los taladros no se observan contactos definidos entre la diorita y la hornblendita, sino, es un cambio gradacional), como resultado del cartografiado se ha podido observar estructuras subverticales fuertemente cloritizadas, tanto en la mina Consuelo como en Jimena.

La microdiorita (diorita de grano fino) se presenta como enclaves sub-redondeados de diferentes dimensiones desde unos centímetros a métricos; unas veces aislados, otras formando corredores de “xenolitos”, o en forma de pequeños diques dentro de granodioritas y dioritas. La proveniencia de estos xenolitos aún no está definida ya que puede tratarse de restos de rocas predecesoras, o ser el resultado de una separación por densidades de una mezcla de magmas.

Petrografía de la serie diorita-microdiorita

Las dioritas son de color verde oscuro, el tamaño de sus minerales componentes es ligeramente inferior a los observados en la granodiorita. Los minerales esenciales son plagioclasa y máficos como hornblenda y biotita, que presenta además al cuarzo, ortosa anhedrales. La abundancia del cuarzo es variable, puede llegar a constituir el 10% gradando a tonalita; otros minerales accesorios como: allanita, zircón y apatito son difícilmente observables (fig. 6).

La hornblendita de formas euhedrales a subhedrales de colores verde, marrón y azul (abigarrada por alteración), supera muchas veces el 60%, pasando a denominarse un diorita hornblendica y las que

contienen más del 70% son llamadas hornblenditas, las que se presentan como diques (en algunos casos el contacto es gradacional). La biotita de color marrón, euhedrales son deformadas cuando se alteran a cloritas. Las plagioclasas son macladas a zonadas. La presencia de clorita como alteración de ferromagnesianos se presenta de formas aciculares a deformadas de colores marrón, azul predominantemente verde (fig. 6).

La tonalita, roca intermedia entre granodioritas y dioritas de color gris verdoso con textura granular hipidiomórfica a xenomórfica. Los minerales esenciales son plagioclasa y cuarzo. Entre los accesorios se encuentran la ortosa, allanita, esfena, biotita, hornblenda, circón y opacos. Las plagioclasas están macladas y frecuentemente zonadas. La ortosa es anhedral. La esfena parece encontrarse de forma anhedral. La allanita es de color marrón oscuro que al igual que en la granodiorita es escasa y de formas euhedrales. El circón continúa siendo escaso y pequeño. El apatito como cristales pequeños euhedrales de color amarillento.

La microdiorita (xenolitos) de composición similar a las dioritas que se constituyen de: plagioclasas (andesina-oligoclasa), hornblenda, biotita, dentro de accesorios cuarzo y ortosa. La proporción de cuarzo incrementa cuando se encuentra englobado dentro de las rocas ácidas. Se diferencian de las dioritas por poseer una textura microgranular.

Aplitas y pegmatitas

En general, las aplitas y pegmatitas aprovechan las zonas de debilidad para emplazarse, presentándose como diques dentro de fallas E-W, rellenando contactos de las unidades litológicas intrusivas predecesoras con orientación preferencial NNW-SSE, o dentro de un corredor de diques paralelos como se observa en la carretera de Morena a Karola. Este corredor es mayor a los 200 metros, en ocasiones asociadas espacialmente a estructuras mineralizadas como se observa en las vetas: La Lima 2, La Esperanza y en la zona de La Lima; en algunos tramos de la veta Jimena en el área de Papagayo.

Algunas veces estas estructuras forman protovetas rellenas de cuarzo lechoso con escasa clorita aislada. Sus potencias varían de algunos centímetros a metros que en extensión longitudinal es posible seguirlos por más de un kilómetro.

Las pegmatitas además se presentan como cuerpos irregulares de dimensiones variables desde bolsonadas centimétricas, venillas a diques métricos como los reconocidos en perforaciones diamantinas negativas hacia la veta Jimena. En el campo, las aplitas son reconocidas por sus colores blanquecinos de textura granular; las pegmatitas con tintes rosáceos, ambas, en diferentes partes son afectadas por deformaciones tardías. Los contactos con las dioritas son nítidos al igual que las granodioritas, sin embargo, ocasionalmente se observa contactos irregulares a gradacionales con los monzogranitos.

Estos diques aplíticos datados por Haeberlin (2000) dan edades de 322.1 ± 2.8 Ma y en 325.4 ± 1.4 Ma en muscovita y biotita respectivamente.

Petrografía de aplita y pegmatitas

De colores claros, blanquecinos algunas veces rosáceos, textura inequigranular de diferente tamaño (fino y grueso llegando a formar microgranitos), generalmente con cristales menores a 0.5 mm. Los minerales esenciales en orden decreciente son cuarzo, feldspatos potásicos y plagioclasa; los cristales de cuarzo son anhedrales, mientras que la ortosa puede llegar a ser euهدral; las plagioclasas de menor cantidad son subhedrales a euهدrales.

La presencia de clorita dentro de estas rocas está controlada por la actividad hidrotermal a la que se asocia la generación de pirita fina diseminada.

Las muscovitas se encuentran mejor desarrolladas en las pegmatitas que en las aplitas, donde generalmente se encuentran ausentes. Schreiber (1989), reporta entre los minerales principales que se observan a cuarzo y ortosa además de plagioclasas.

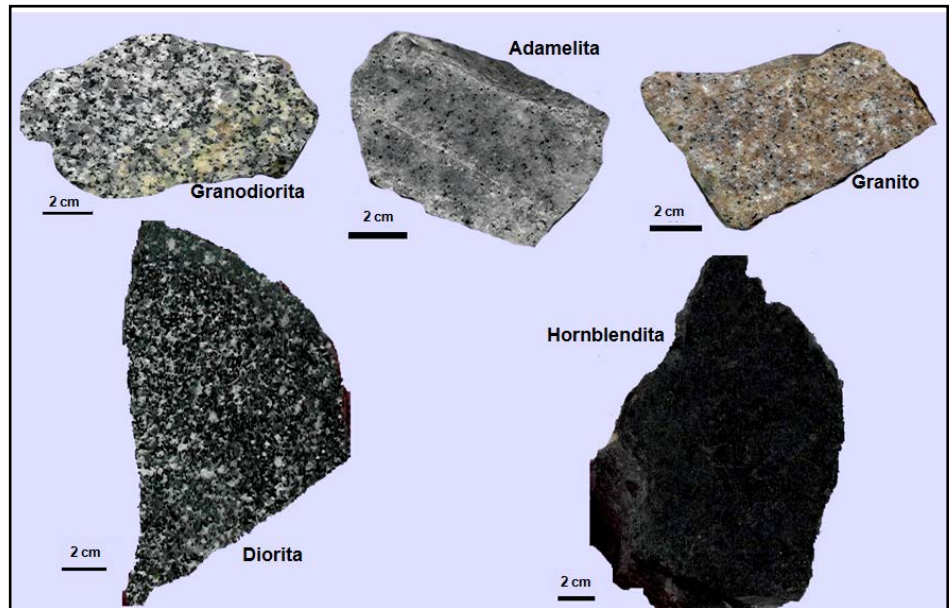


Fig. 6 Rocas plutónicas presentes en el Batolito de Pataz

Lamprófidos y diabasas

Los lamprófidos se presentan como cuerpos tabulares relleno de fracturas de diferentes direcciones, con longitudes hasta de algunos kilómetros. La diabasa espacialmente predominante en el área de consuelo (nivel 2600 GI N y nivel 2540 CR N con direcciones NNE-SSW con buzamiento al Norte).

Petrografía de lamprófidos-diabasas

Son de color verde oscuro, como característica dominante presentan fenocristales prismáticos y aciculares de ferromagnesianos, fenocristales de clorita (reemplazando la hornblenda) con plagioclasas.

Diques de diabasa oscuros de grano fino, textura ofítica con fenocristales de olivino y de feldespato potásico, vesículas de zeolitas y calcitas, con abundantes cristales de plagioclasa euhedral y ferromagnesianos (más hornblenda y menos biotita) irregulares por el crecimiento de las plagioclasas, sobre los fenocristales de plagioclasas se observan pátinas de calcita al igual que en los nódulos de las zeolitas.

En el diagrama de Cox y otros (1979), estas muestras se ubican dentro de los basaltos, los diques de basalto son conocidos también como diabasas (Huang,1991).

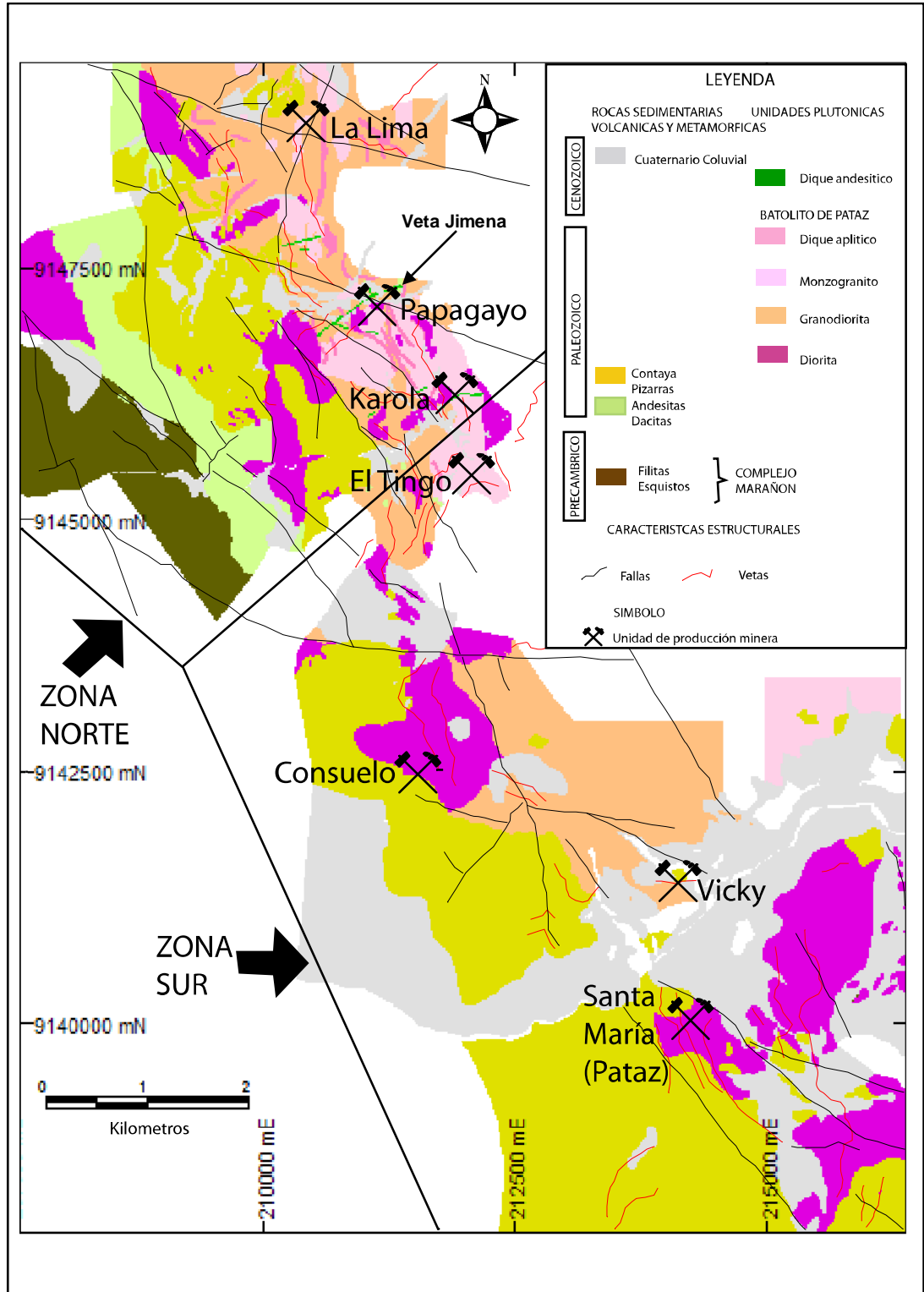


Fig. 7 Mapa litológico del distrito minero de Pataz (Oré, 2006).

2.2.1.2 Rocas Metamórficas

Enclaves Meta-sedimentarios

Estos enclaves provienen de las rocas metamórficas del complejo de Marañón y pizarras de la formación Contaya del Ordovícico, por lo que la serie de xenolitos se compondrían de: filitas, metagrauvas, tobas, secuencias metandesíticas y de ignimbritas que pasan de riolitas a rocas de composición basáltica, además de pizarras negras. El metamorfismo de ésta litología al interior del cuerpo intrusivo forman los enclaves de hornfels y metavolcánicos (fig. 8).

Toda esta secuencia de rocas se encuentra en el flanco occidental del cuerpo intrusivo. Se ha podido determinar que fragmentos de estas rocas se encuentran como xenolitos angulosos desde centímetros a métricos dentro de la serie granodiorítica (excepcionalmente en monzogranitos) y la serie de dioritas. La poca presencia de enclaves metamórficos en los monzogranitos podría deberse a la lejanía de estas con respecto a la secuencia metamórfica (esta apreciación es local).

En Consuelo se ha observado que los clastos de hornfels se encuentran alineados siguiendo la dirección de flujo de la intrusión tonalítica y cerca al contacto con el intrusivo llegan a formar granates marrones, epidota, pirrotita y magnetita.

Este enclave es de color gris verdoso a gris claro, tenaz, la pizarrosidad original fue eliminada, presenta intenso fracturamiento, de textura granoblástica a porfiroblástica, se observa la presencia de puntos triples en la formación de los cristales, evidencia que dentro del metamorfismo (de contacto) alcanzaron un nivel de estabilidad (es propia de las texturas granoblásticas), los minerales constituyentes de estos enclaves, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa; entre otros minerales presentan clorita, biotita y opacos.

Los cristales de cuarzo son pequeños entre 0.1mm a 0.2 mm al igual que las plagioclasas y algunos feldespatos potásicos. Estas últimas,

generalmente se encuentran como porfiroblastos superiores a los 0.5 mm., corroídos y alterados. Las cloritas son verdosas en menor porcentaje, azulinas, son anhedrales en ocasiones en “nidos” aciculares reemplazando los ferromagnesianos precedentes, debido a esta formación el tamaño de este conjunto puede llegar a ser superiores a los 0.5mm; la biotita es marrón de diferentes dimensiones, los más pequeños por debajo de los 0.1mm. euhedrales a subhedrales.

Las alteraciones observables a parte de la clorita son la formación de sericita y pátinas de carbonatos oscuros, principalmente sobre la superficie de los porfiroblastos de feldespatos.

Las observaciones microscópicas las sitúan como hornfels.

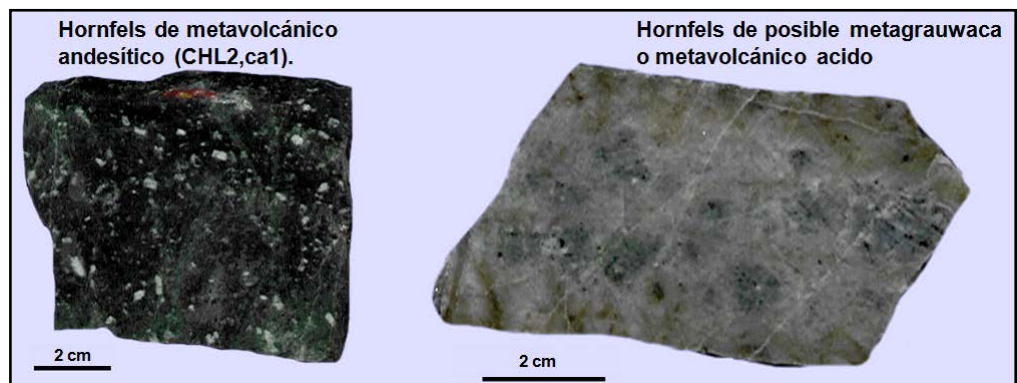


Fig. 8 Hornfels

2.2.1.3 Rocas Volcánicas

Diques volcánicos tardíos

Constituyen inyecciones tardías al emplazamiento del Batolito y a la etapa de mineralización, relacionados temporalmente a los Volcánicos Lavasen del Terciario (Mioceno-Plioceno), que están constituidos de ignimbritas, tobas, rocas piroclásticas muy ácidas y derrames dacíticos a andesítico (Schreiber, 1989). Estos volcánicos se encuentran en discordancia erosional sobre el flanco Este del intrusivo.

Dique andesítico

Son rocas posteriores al emplazamiento del Batolito y la mineralización, se presentan como pequeñas intrusiones tabulares de espesores centimétricos a pocos metros, longitudinalmente son desde centímetros a kilométricos, frecuentemente asociado a fallas (sección fallas relacionado a diques). Son más claros que los diques de diabasa con los cuales se les puede confundir en el campo, son afectados por fallamientos post-terciarios.

Son de color verde oscuro a verde claro, de composición calco alcalino, las minerales principales son la plagioclasa (andesina) muy poco cuarzo y casi nada de ortosa, minerales oscuros como biotita y hornblenda.

2.2.2 Marco estructural del yacimiento

El yacimiento Poderosa presenta un fuerte control estructural a nivel regional, distrital y local, con sistemas de fallas y fracturas que se repiten a diferentes escalas y controlaron el emplazamiento del Batolito de Pataz y posteriormente la mineralización y ubicación espacial de los ore shoots (zona mineralizada con alta ley de oro).

Regionalmente las vetas ocupan estructuras de segundo y tercer orden hacia la caja techo de un lineamiento mayor de rumbo NNW, a lo largo del margen occidental del Batolito de Pataz. Este lineamiento mayor se cree que sea posiblemente del Proterozoico y corresponde a una sutura que fue reactivada periódicamente durante subsecuentes eventos tectónicos, el cuál durante los estadios de mineralización debió funcionar como el principal conducto para los fluidos hidrotermales mineralizantes.

Las fallas principales son sub-verticales y tienen un rumbo N a NW, además de un juego de fallas transversales de orientación cercana al E-W, las cuales son secantes a las estructuras mineralizadas. A nivel distrital y local se pueden observar estructuras mayores y menores.

2.2.2.1 Estructuras mayores

Tanto a escala regional como a escala distrital o local se presentan fallas subverticales principales así como fallas y estructuras mineralizadas de bajo ángulo. Todas se han generado de manera sistemática y repetitiva con pequeñas variaciones locales en rumbo y buzamiento (fig. 9).

En la zona norte (Jimena), se reconocen hasta 3 familias de fallas subverticales (Oré, 2006), todas secantes y espacialmente relacionados a la presencia y ubicación espacial de ore shoots:

- El primer sistema se expresa como fallas de dirección cercana al N110°, son de extensión kilométrica, además parecen controlar sistemáticamente el hundimiento en bloques del batolito hacia el sector norte.
- El segundo sistema de fallas con dirección próximas a N90°, son menos dominantes en el cartografiado superficial, sus extensiones longitudinales se encuentran limitadas y cortadas por la primera serie de fallas, el último movimiento registrado es de naturaleza sinextral.
- El tercer sistema de fallas de dirección N45° con buzamientos entre 70° y 90° al NW, se manifiestan como estructuras conjugadas de la primera familia; el eje principal de la mayoría de los ore shoots son coincidentes con esta dirección y poseen un movimiento tardío gravitacional.

En el sector sur del Yacimiento (Consuelo), dos grandes estructuras secantes son observadas:

- El primer sistema de fallas con dirección N315° y buzamiento de 70°
- El segundo sistema de fallas con dirección N278° y 70° de buzamiento al norte.

Ambos sistemas de fallas presentan movimientos sinestrales en una última etapa de reactivación.

El análisis de las estructuras muestran que los sistemas de fallas corresponde a las mismas familias tanto en Consuelo y Jimena con una ligera rotación de 20° en buzamiento y dirección; la ausencia de la tercera familia en la zona de Consuelo puede deberse a que estas estructuras no fueron cartografiadas por no mostrar movimientos tardíos aparentes.

Para las fracturas con buzamiento bajo a moderado, en el distrito se reconocen 2 familias ambas con direcciones cercanas al N-S:

- Un primer sistema de fallas con buzamiento al E predominante de 45° que ocasionalmente puede llegar a los 75°, con longitudes normalmente kilométricas y que son reconocidos en las zonas de Jimena y Consuelo así como en toda la región.
- Un segundo sistema de fallas con buzamiento 20° con tendencia al NE (variable de acuerdo a la geometría de la estructura), son reconocidas en la zona norte (Miranda, 1983; Oré, 2006) con longitudes que llegan a las centenas de metros que tranquilamente pueden llegar a ser kilométricas.

Toda la mineralización importante hasta hoy reconocida se encuentra alojada en estas dos familias de estructuras.

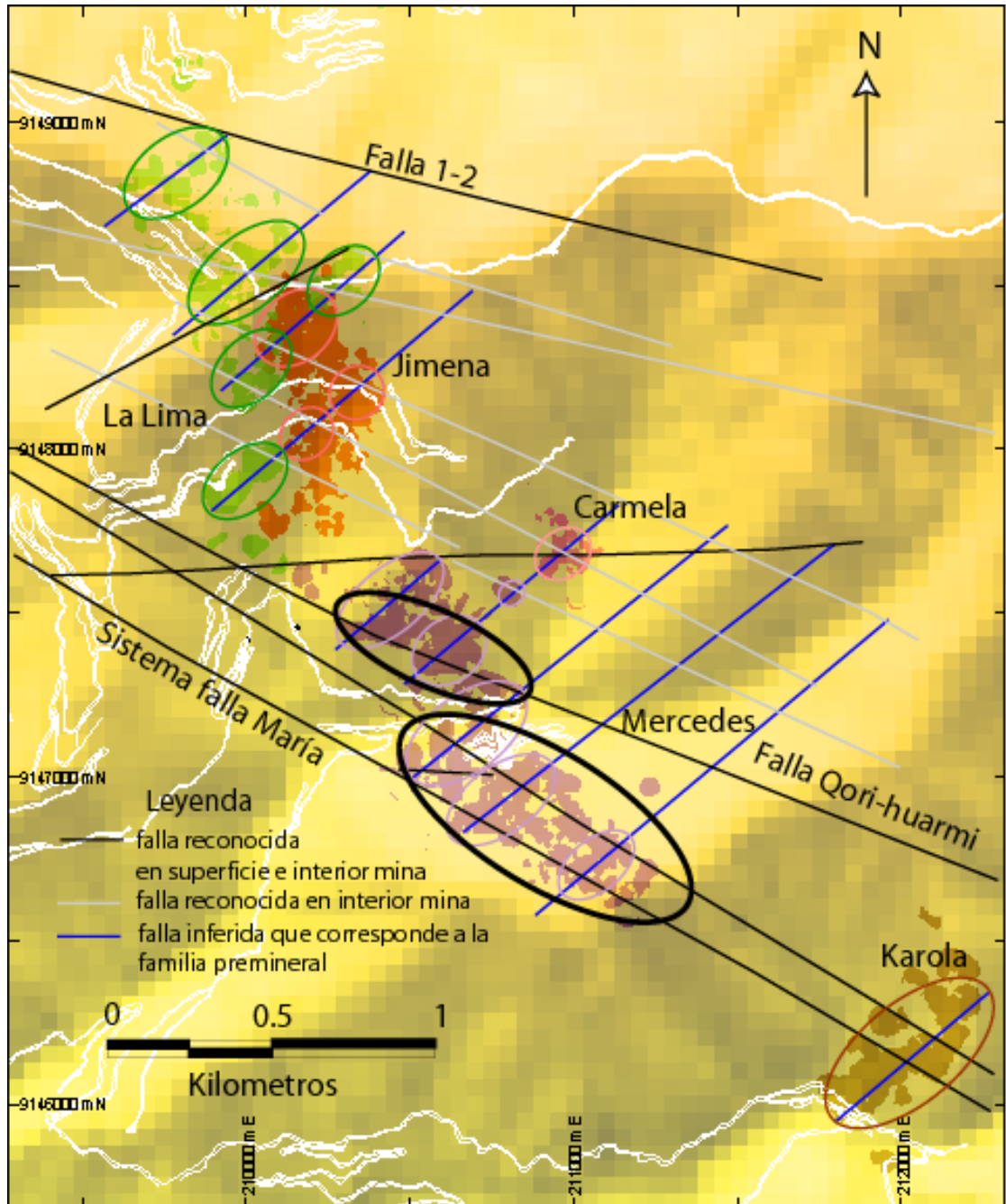


Fig. 9 Sistemas de fallas y distribución espacial de los ore shoots en la zona norte del yacimiento. El eje azul es la orientación promedio de los clavos (Oré, 2006)

2.2.2.2 Estructuras menores

En el sector norte del yacimiento se han identificado seis sistemas de fracturas (Oré, 2006) siendo las tres principales las siguientes:

- Sistema WNW – ESE (azimuth N115°) con buzamiento superior a los 65°.
- Sistema WSW – ENE (azimuth N45°) con buzamiento sobre los 65°.
- Sistema NNW – SSE (azimuth N330°) con buzamiento inferior a los 45° veta Jimena (fig. 10).

Estas tres familias son las más representativas del área siendo las dos primeras secantes a la tercera. El sistema 4 (E-W/ buzamiento menor a 45°), el sistema 5 (NNW-SSE/ con buzamiento alto sobre 65°) y el sistema 6 (SSW-NNE buzamiento entre 45° y 65°), se presentan muy esporádicamente y no muestran representatividad.

El análisis de la distribución espacial de estas estructuras muestra para la primera familia un patrón de repetitividad entre 25 y 30 metros, la segunda entre 7 y 10 metros que tienden a formar bloques entre 25 a 30 metros y los de mayor dimensión entre los 50 y 60 metros, la tercera familia no muestra una preferencia pero se puede distinguir que son abundantes en proximidades de veta o contactos litológicos.

Para el área de Consuelo en el diagrama de la red de Wulff se han identificado hasta 5 familias de estructuras las cuales tienen las siguientes direcciones preferenciales:

Las de dirección WNW – ESE con buzamiento superior a 65°.

Las de dirección WSW – ENE con buzamiento superior a 65°.

Las de dirección E – W (azimut N293°) con buzamiento entre 49° y 70°.

Las de dirección NNE - SSW con buzamiento de 45° a 60°.

Las de dirección E – W con buzamiento medio entre 45° y 60°.

La distribución espacial de la primera familia forma secuencias de fracturamiento paralelo entre los 15 y 18 metros, la segunda familia forma corredores entre 12 y 15 metros, la familia 3 con azimut aproximado de 293° con buzamientos entre 49° y 70° grados forman corredores espaciados muy aislados.

2.2.2.3 Estructuras mineralizadas

La mineralización está localizada a escala regional en estructuras menores al oeste del principal lineamiento de rumbo NNW y asociado espacialmente con el margen occidental del Batolito de rumbo NNW, (fig. 12 y 13) resultando una concentración de vetas en un corredor estructural de 1 a 3 km de ancho. A escala de la mina hay un fuerte control reológico y litológico sobre el estilo de las vetas. Las estructuras mineralizadas ocurre como vetas continuas de cuarzo hasta de 5 km. de longitud dentro o a lo largo del margen occidental del Batolito de Pataz, o como venas ramaleadas y bandeadas dentro de homfels o pizarras del Ordovícico.

Las vetas de rumbo constante, particularmente dentro del Batolito están emplazadas en zonas de deformación frágil-dúctil de rumbo N – NW y buzamiento bajo (45°) al E (veta Jimena), generadas por fallamientos dextrales inversos durante un evento de deformación compresional E-W.

Las estructuras mineralizadas están distribuidos en dos tipos de vetas: vetas de alto ángulo con buzamientos entre 40° y 70° y vetas tensionales echadas con buzamientos entre 5° y 30° (veta Jimena). La potencia varía desde 10 cm. hasta 9 m. (veta Consuelo Nv. 2650). La mineralización económica ocurre en ore shoot que se desarrollan en zonas de intersección de las vetas con fallas transversales. (fig. 11)

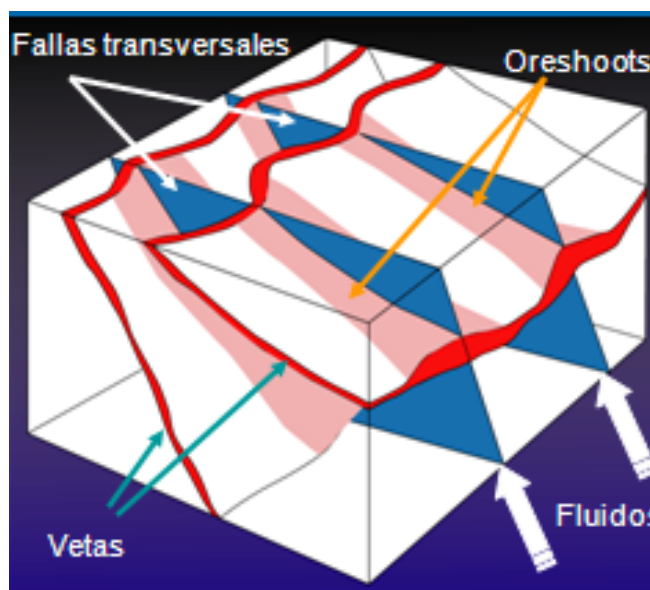


Fig. 11 Modelo de control de ore shoot

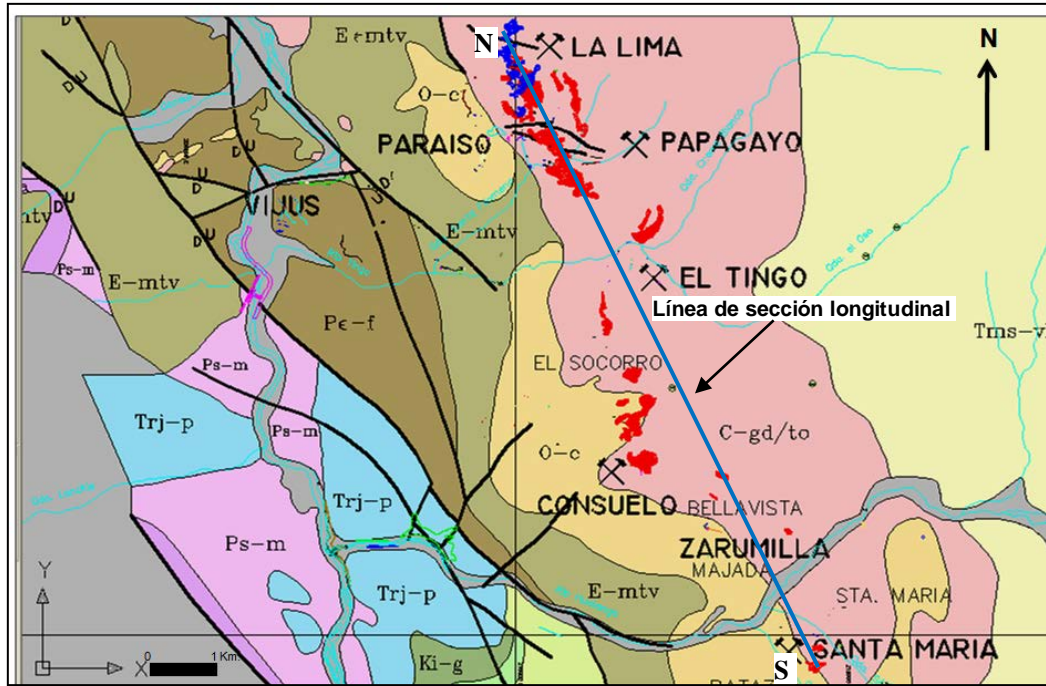



Fig. 12  Distribución espacial de los ore shoots alineados al oeste del Batolito de Pataz.

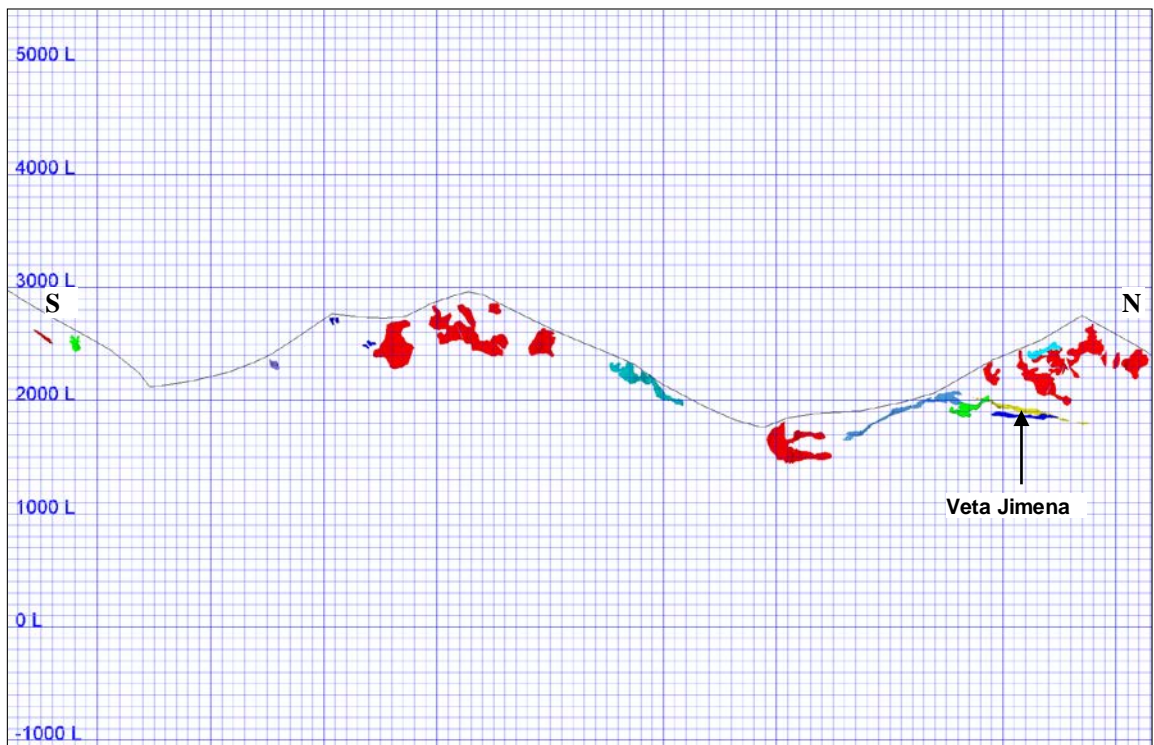


Fig. 13 Sección longitudinal N-S que muestra la posición de los ore shoots según la topografía de la zona.

2.2.3 Paragénesis

Desde el año 1980 se viene estudiando las relaciones mena-ganga en la veta La Lima 1, La Lima 2 y posteriormente la veta Mercedes (Papagayo), Choloque (Tingo) y San Francisco de Pataz.

Las relaciones texturales o de intercrecimiento indican que existe una notoria similitud de la secuencia paragenética de un lugar a otro.

Existen 4 fases tectónicas interminerales incluyendo a las que fracturaron a cuarzo, otras gangas transparentes y a sulfuros.

El cuarzo lechoso fue el primero en rellenar las fracturas incluyendo fallas. Luego pasó un fracturamiento que trituró al cuarzo, y pirita-arsenopirita con probabilidad de que algo de oro se depositará en forma diseminada en estos sulfuros. Fig. 14

Probable cobaltita es contemporánea con dichos sulfuros, sobre todo incluidos dentro de pirita de grano grueso. Probable que también pirrotita ocurra en este estadio y dentro de esfalerita con calcopirita, Cuarzo, clorita, sericita y probable epidota, también están presentes en esta fase.

Otro fracturamiento separa a pirita fina, cuarzo mayormente gris, epidota, clorita y arcillas que son contemporáneas aproximadamente con esfalerita, galena, cobre gris, oro y electrum, pirrotita, calcita, dolomita, ankerita, krennerita, molibdenita y calcopirita, con una pequeña fase de fracturamiento localizado en Pataz.

Grandes partículas de oro también ocurren en cuarzo+clorita+pirita (muy fina, sólo microscópica) en el Tingo (Veta Pencas Piso), es decir que una última fase tectónica intramineral fue seguida por la cristalización de cuarzo, clorita (probable), pirita, y carbonatos. Se ha observado a la aleación oro-plata (electrum), oro nativo y krennerita (esta es de menor temperatura) en el Tingo. Finalmente arcillas, clorita, carbonatos, hematita y limonitas son los del episodio supergénico.

Es probable que exista por lo menos una fase tectónica más entre pirita gruesa y arsenopirita. Esta última menos fracturada que pirita gruesa y al igual que esta contiene oro-electrum diseminados pero de grano fino.

La arsenopirita parece haber sido menos reemplazada que pirita gruesa, ya que es en muchos casos es euhedral y bordea a dicha pirita.

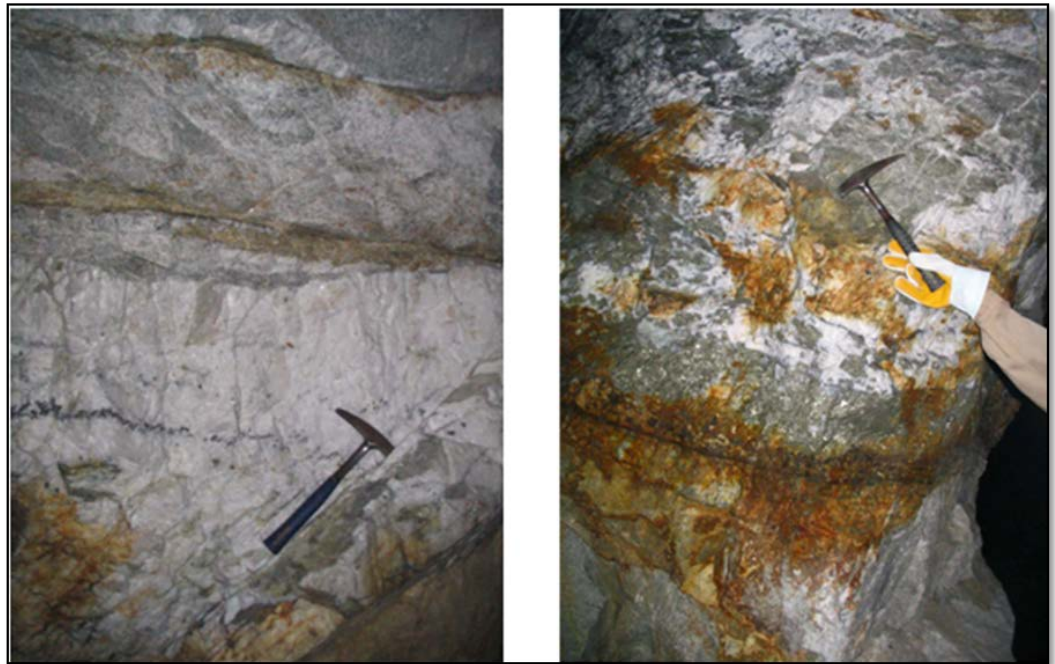


Fig. 14 Veta Jimena con mineralización económica (pot. 2 m. ley 45 GrAu/TM)

2.2.4 Alteración hidrotermal asociada a oreshoots

Las vetas presentan una alteración hidrotermal característica de las vetas de cuarzo auríferas mesotermales, casi consistente con las alteraciones descritas en los modelos "Intrusión-related Gold Deposit" (Lang and Baker, 2000) y "Orogenic Gold Deposit" (Grooves, 1998).

Las rocas-caja granodiorita y monzogranito exhiben un halo de alteración fílica pervasiva de 10 cm a 1 m de ancho en la parte proximal interior, gradando hacia la parte proximal exterior a una alteración fílica fuerte a débil, en algunos casos interdigitado con cloritización en una extensión de 0.5 m a 3 m. En las zonas distales la cloritización es la alteración principal, variando de grado fuerte, ocasionalmente pervasiva, a débil en unos pocos decímetros, en las zonas distales exteriores se presenta como spots de clorita.

En las rocas plutónicas intermedias como tonalitas y dioritas se desarrolla un halo verde pálido de alteración fílica pervasivo con una extensión desde 10 cm hasta 5 m ocasionalmente. En las zonas proximales esta alteración consiste de sericita-fuchcita, pirita diseminada de grano fino y trazas de clorita, gradando a una alteración propilítica hacia la zona distal.

Las principales alteraciones identificables son: la sericitización definida como alteración fílica por: Burnham (1962); Lowell y Guilbert (1970), la cloritización definida como alteración propilítica definida por: Becker (1982); Von Richtofen (1868); Zirkel (1873), la argilización que consiste en la formación de arcillas definidas por: Meyer y Hemley (1967). Otros minerales de alteración que se encuentran en cantidades relativamente bajas, aparentemente no parecen estar relacionadas a los procesos de mineralización, entre ellas: la silicificación, carbonatación, epidotización y hematitización.

2.2.4.1 Sericitización: Fílica (Cz-Sert)

La sericitización es la alteración dominante e importante en borduras de vetas auríferas o de diques aplíticos cuarzosos, esto afecta a rocas ácidas, intermedias, básicas hasta metamórficas, de igual modo, muchas estructuras no mineralizadas están relacionadas a ésta

alteración. La variación y penetración en las rocas son por lo general de tamaños centimétricos; en casos aislados pueden llegar a ser métricas favorecidas por fracturamiento pre-mineral o mineral (fig. 15).

Macroscópicamente las rocas ácidas alteradas toman colores claros de tintes cremosos y las rocas intermedias a básicas son más claras que las rocas frescas (verde claro).

La distribución microscópica de la sericita se encuentra controlada por la textura primigenia de la roca, la que es casi totalmente obliterada, otro control es dado por microfracturamiento, formando venillas sericita-cuarzo (fig. 16 y 17). En este proceso, la plagioclasa se encuentra sericitizada, biotitas y cloritas son transformadas a muscovita de diferente tamaño, de colores magenta y verdosos, el rutilo queda libre al que se observa en forma de agujillas. El cuarzo es ligeramente corroído, fracturado en algunos casos o en otros recristalizados dentro de microfracturas; cristales euhedrales y subhedrales de pirita, a veces acompañada de arsenopirita de hasta tallas milimétricas, la pirita se encuentran diseminados sobre los feldespatos, o como producto remanente de la alteración de las cloritas, estos sulfuros son diferentes a las que se encuentran en los filones por ser amarillos de tonos más pálidos. Como productos de alteración de las cloritas, se observa en menor grado arcillas grises. La abundancia de la sericita en rocas fuertemente alteradas puede llegar al 70%, además del cuarzo que está presente por neo-formación o por su resistencia a la alteración.

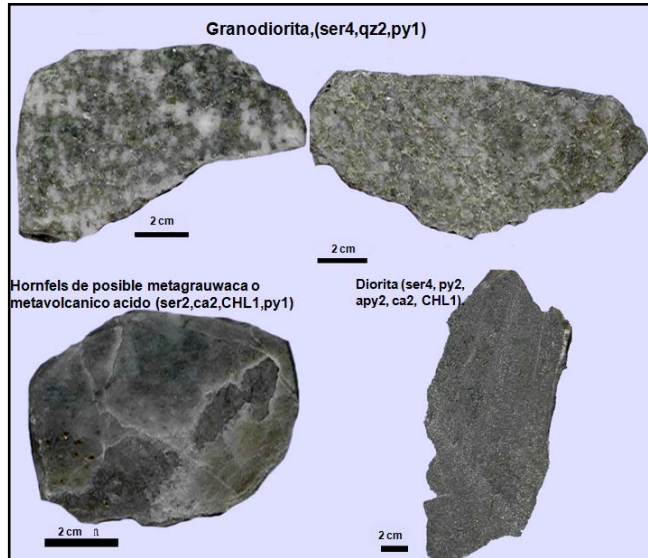


Fig. 15 Alteración fílica en diferentes tipos de rocas.

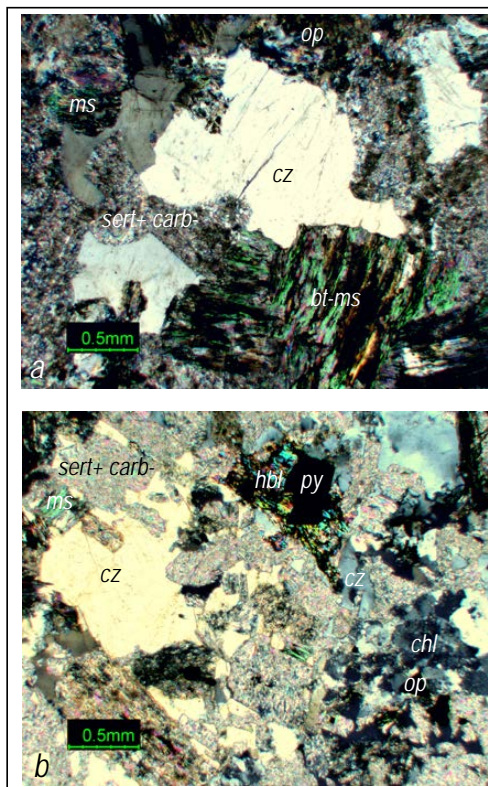


Fig.16 Sericitización de rocas acidas a y b :
 abreviación: bt = biotita,
 carb = carbonatos, chl =
 clorita, cz = cuarzo, hbl =
 hornblenda, ms =
 muscovita, op = opacos, py
 = pirita

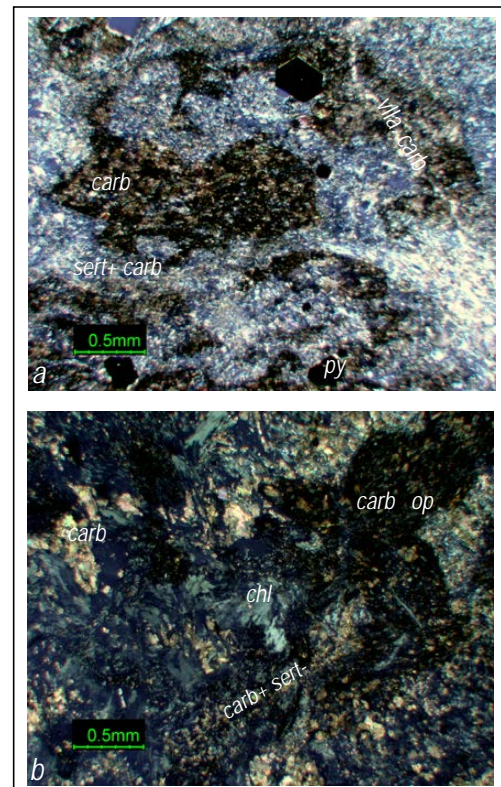


Fig. 17 a) Sericitización de diorita b) Cloritización de diorita
 hornblendica: abreviación: bt
 =biotita, carb = carbonatos, chl
 = clorita, ca = cuarzo, hbl =
 hornblenda, ms = muscovita,
 op = opacos, py = pirita

Dentro de las sericitas se ha determinado la **mariposita** (variedad fushita: sericita cromífera), por su textura, son del tipo “leopardo” el cual consiste de manchas verdes oscuras que están englobadas en una matriz de alteración con sericita y/o fushita de color crema amarillenta a verdosa; en general se produce una textura obliterada y el grado de alteración es pervasiva cerca de las vetas (fig. 18 y 19).

Este proceso corresponde al remplazamiento de fenocristales de hornblenda por fushita, las plagioclasas y feldespatos son transformados en sericita, y carbonatos marrones oscuros, y en fase tardía de esta alteración se suman otros carbonatos (remanentes), de colores cremosos que le dan el aspecto moteado en la observación macroscópica. Este tipo de alteración está asociada a rocas con alto contenido de hornblenda como: diques de hornblendita y/o lamprófidos en contacto con las estructuras mineralizadas (vetas de cuarzo). El mejor ejemplo se manifiesta al piso de la veta Consuelo entre los niveles 2650 a 2750.

Pátinas de sericita son observadas en algunas plagioclasas y feldespatos alejados de la zona de influencia de las estructuras mineralizadas. Esto, posiblemente se debe a la alteración como producto del emplazamiento del intrusivo.

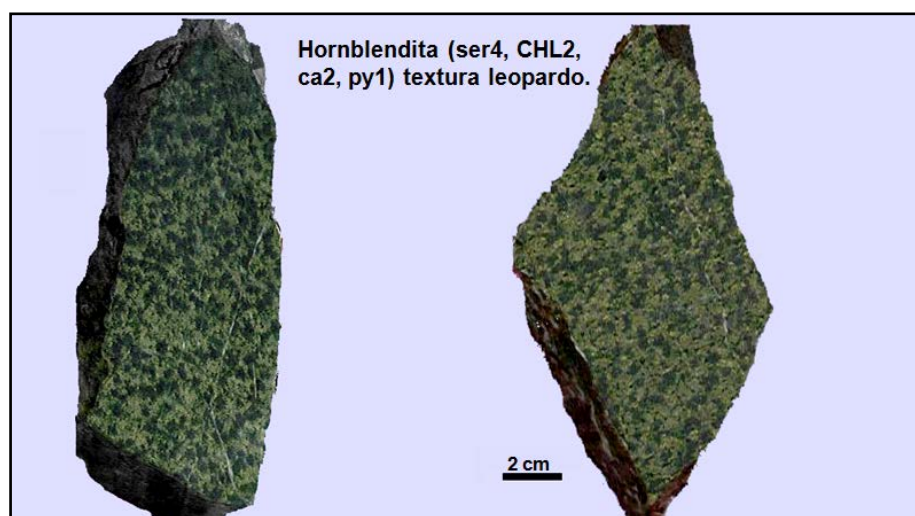


Fig. 18 Hornblendita con textura leoparda

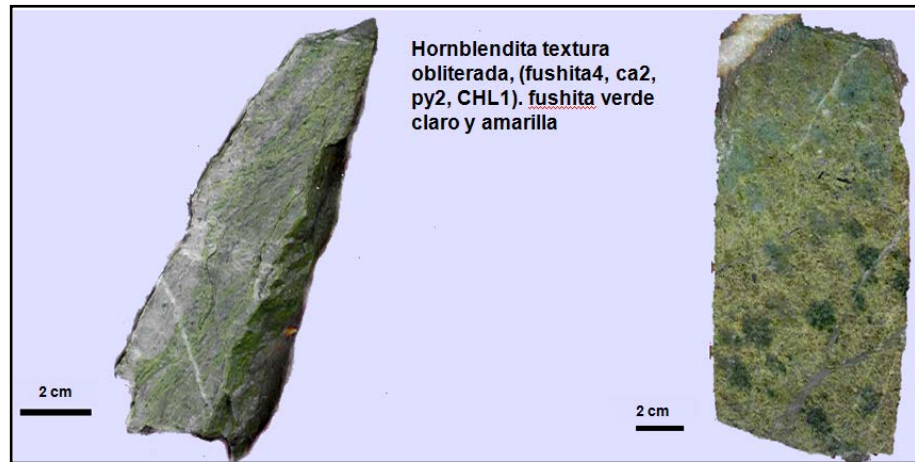


Fig. 19 Alteración mariposa (fushita)

2.5.3 Propilítica : (Ch, Py, Cac)

Este tipo de alteración es temprana y está relacionada a la generalidad de las estructuras desde subverticales a subhorizontales. Con respecto a las sericitas, se presentan como franjas colindantes externas a éstas, pero en ocasiones se ha observado planos de veta rellenadas de cloritas en ausencia de cuarzo (generalmente en bordura de áreas mineralizadas), dependiendo del tipo de estructura y sus relaciones litológicas pueden llegar a ser de anchos centimétricos a métricos, macroscópicamente las rocas cloritizadas presentan colores verdosos.

En rocas ácidas, la propilitización afecta las biotitas que al parecer son el resultado de la transformación de las hornblendas; por consiguiente, el hábito de las cloritas son por lo general en láminas. En las rocas intermedias la propilitización es mejor desarrollada por ser el resultado de las alteraciones de minerales ferro-magnesianos (hornblendas y biotitas), donde son abundantes. En este proceso, estos minerales se descomponen formando pátinas de carbonatos oscuros, pirita y quedan libres algunos minerales opacos.

Temporalmente al parecer, las cloritas son predecesoras a las sericitas, ya que las observadas presentan una alteración a muscovitas de hábito laminar (flexible). Este pseudomorfismo es

mayor y mejor observado en zonas sericitizadas de las rocas intermedias a básicas (zona Consuelo).

En rocas meta-sedimentarias (xenolitos del nivel 1987 próximas a la falla Corihuarmi) se les observa formando nidos de aspecto radial.

La pirita con tallas desde 0.5 a 1 centímetro en observaciones macroscópicas es el sulfuro que comúnmente es asociado a esta alteración y se ubica por lo general entre los planos de contacto de las fracturas.

Una secuencia de venillas a microvenillas de cloritas tardías es identificada al interior de las vetas de cuarzo y de las zonas sericitizadas. Esta generación de cloritas es de origen hidrotermal y se diferencian de las primeras en el microscopio por poseer colores de tintes azulinos y desarrollados entre fracturas o en la intersección de cristales.

La coloración azulina de la clorita puede interpretarse como un incremento en el contenido de hierro de las cloritas.

2.2.4.4 Argilización

Las rocas afectadas por alteración argílica (arcillas cuya composición no fue determinada) presentan colores gris blanquecinos a verdosos. Esta alteración, ocasionalmente está asociada a rocas que son englobadas por las estructuras mineralizadas de mayor potencia (>1.50 metros), las arcillas son acompañadas por la sericitización y piritización de los ferromagnesianos formando cristales subeuhedrales a euhedrales.

En zonas de sericita y cloritas la argilización es escasa y se desarrollan como subproducto dentro de estas alteraciones, al microscopio se muestran de hábitos radiales y de colores grisáceos.

En general, la formación de arcillas es tardía, ésta se encuentra controlada por la presencia de planos de reactivación e interacción con aguas meteóricas, y como consecuencia de la removilización del SiO₂ así como los iones de Fe, K, Na y Mg.

2.2.4.4 Silicificación

La silicificación observada en el área de trabajo está por lo general, relacionada a bordura de diques aplíticos o al interior de estos mismos diques, las rocas afectadas toman colores gris claros a gris verdoso (en rocas ácidas e intermedias respectivamente).

En bordura de veta su presencia es muy restringida y asociadas al fracturamiento de las cajas. En extensión lateral en bordura de vetas, llegan a los ordenes centimétricos.

El SiO₂ liberado de los silicatos durante la sericitización y cloritización así como de la corrosión del cuarzo son las fuentes para la silicificación, a esto se suman las soluciones cargadas en sílice que son parte del remanente hidrotermal, esta última soportada por la inyección tardía de venillas de cuarzo gris en las vetas.

2.2.4.5 Carbonatación

Es necesario aclarar en esta sección, que una secuencia de carbonatación está relacionada al proceso mismo de alteración fílica y propilítica como consecuencia de la destrucción de plagioclasas y feldespatos potásicos (color marrón claro) además de ferromagnesianos (color marrón oscuro). Macroscopicamente, algunas veces se les observa en zonación externa a la sericita, por lo que esto podría constituir una migración de los carbonatos hacia el exterior, otras veces se desarrollada como remanente del proceso hidrotermal y se presenta formando venillas a microvenillas, entre los carbonatos reconocidos, se encuentra la calcita y anquerita. Al igual que la sericita y clorita presentes en rocas “frescas” se observa alteración incipiente a carbonatos, principalmente en las plagioclasas zonadas del núcleo hacia los bordes.

2.2.4.6 Epidotización

La epidotización en gran parte se encuentra en fallas reactivadas que contienen panizo, pueden llegar a formar venillas centimétricas, no hay evidencias que esta alteración esté relacionada directamente al proceso de mineralización, en muchas fracturas y micro-fracturas se presentan como venillas o halos milimétricos en las que se asocian a venillas de carbonatos.

Los diques volcánicos en zonas de falla muestran una fuerte epidotización. Su formación está asociada a agentes supérgenos y a los endógenos (fluidos hidrotermales), de coloración verde claro; se encuentran distribuidas y limitadas por la forma de las fracturas.

2.2.4.7 Hematización

Algunas fallas y contactos, presentan venillas y superficies alteradas a hematita a los que acompañan las cloritas; se muestran de colores rojizos, estas se distinguen de las formadas por lixiviación supérgena de sulfuros por ser poco extensos mayormente asociadas a fallas, al parecer no hay una relación aparente con la formación de filones auríferos.

La hematización requiere de fluidos oxigenados para su formación, esto le hace diferente a la sericitización, cloritización, argilización, y carbonatación que requieren de fluidos reductores para su desarrollo.

CAPITULO III

MODELAMIENTO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL EN 3D

Las vetas de cuarzo y Au del yacimiento Poderosa, su localización y estilos de mineralización están íntimamente ligadas a un campo de esfuerzos regionales, a la reología de la roca hospedante, y la presencia de discontinuidades o planos de anisotropía como fallas, fracturas, contactos litológicos, diques y estratificaciones.

Como resultado las zonas mineralizadas muestran geometrías muy diferentes, desde patrones regulares y orientaciones en rocas homogéneas y competentes como la mayoría de las rocas del Batolito de Pataz, hasta comportamientos muy erráticos y ramaleados en secuencias de rocas metasedimentarias y metavolcánicas.

3.1 Control estructural

El fuerte control estructural que ejerce la conjunción de fallas transversales y planos de veta en la posición espacial de los ore shoots constituye uno de los principales parámetros de exploración (fig. 21 y 22).

El parámetro de exploración principal se basa en el control estructural que determina el desarrollo y distribución de los clavos mineralizados, el sistema de esfuerzos a nivel regional, la caracterización geoquímica del yacimiento, origen y evolución de los fluidos hidrotermales y mecanismos de precipitación de oro.

3.2 Control litológico

Los clavos minerales del yacimiento se dan principalmente en los contactos de las series intrusivas, en enclaves metamórficos y en menor proporción en los pseudos estratos de las rocas metamórficas.

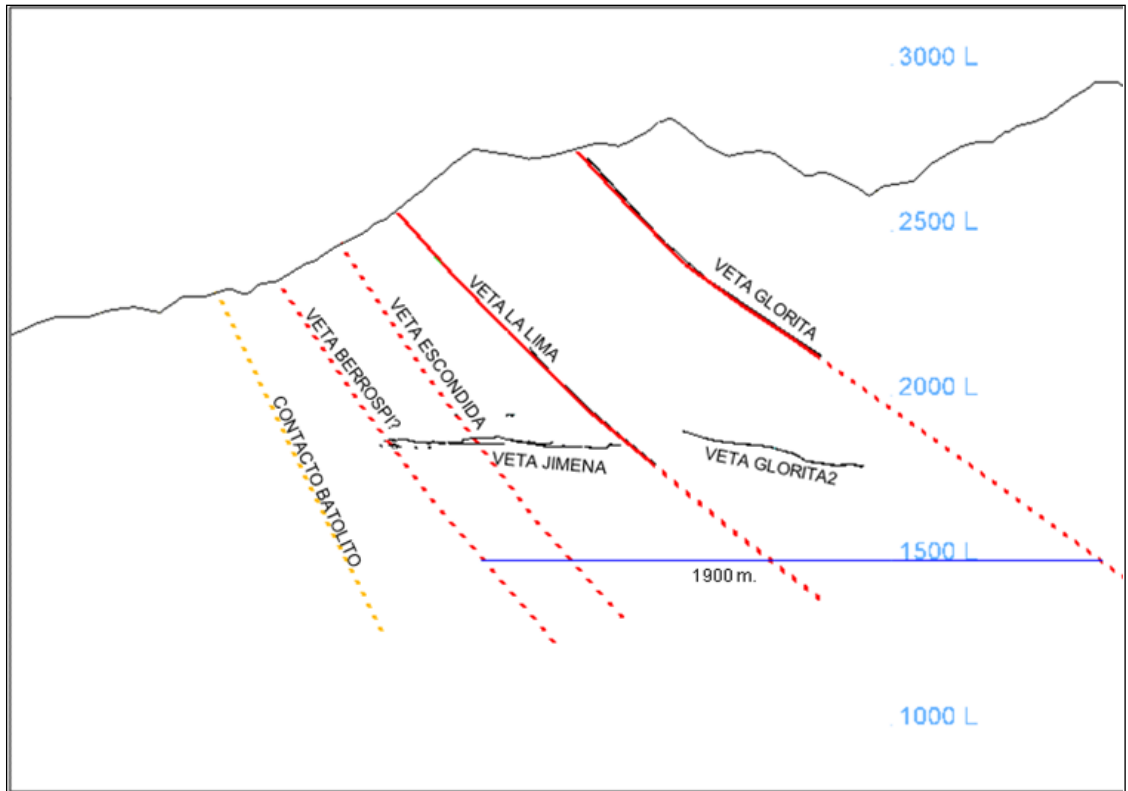


Fig. 20 Sistema de vetas Zona Norte del Batolito de Pataz.

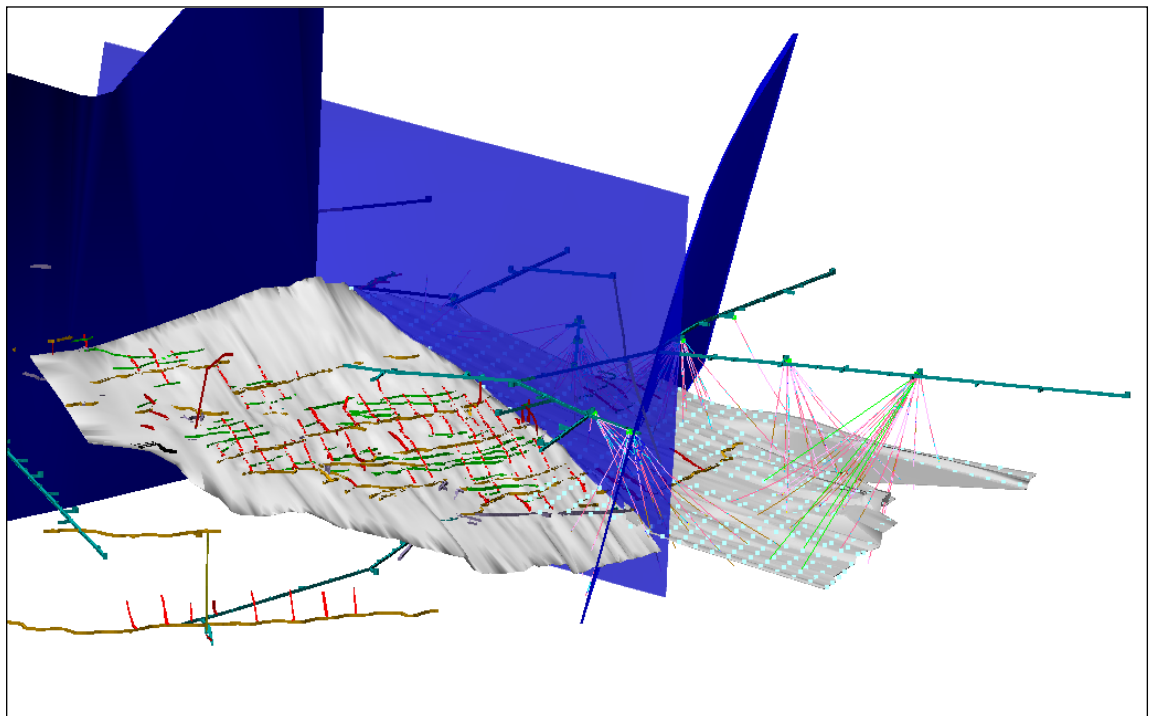


Fig. 21 Modelo geológico estructural de la veta Jimena 3 y 4.

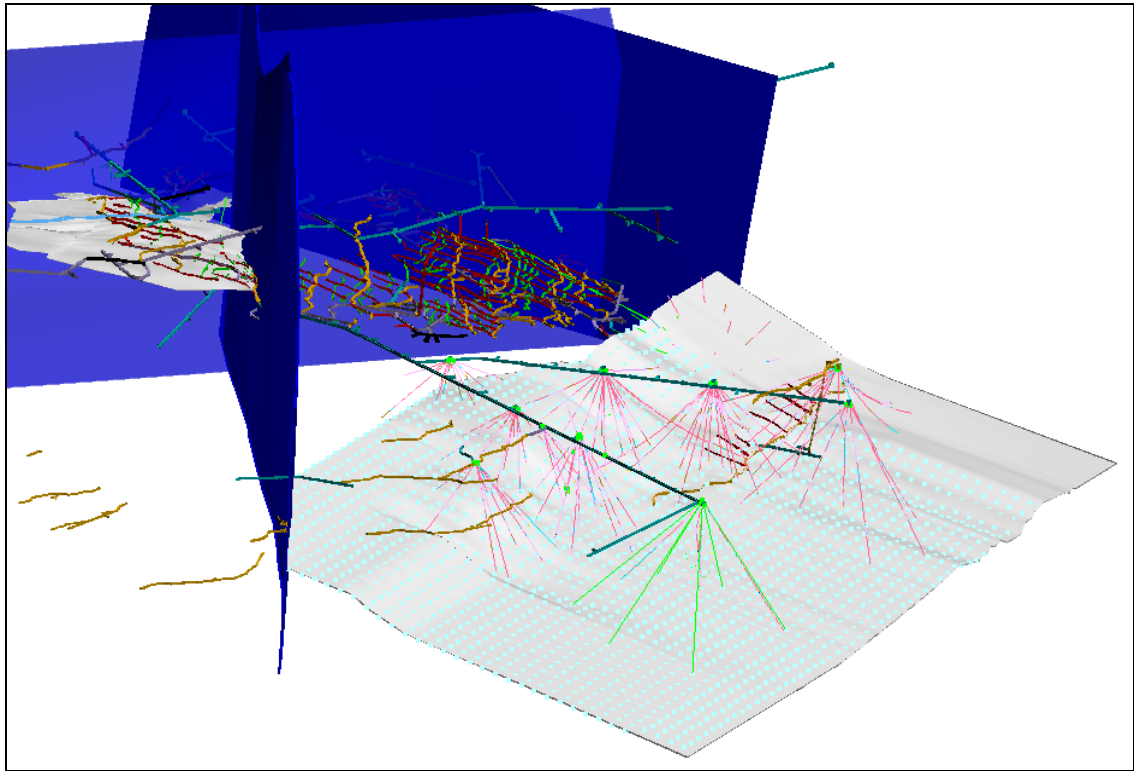


Fig. 22 Modelo geológico estructural de la veta Glorita 2.

CAPITULO IV

DIMENSIONES DEL PROYECTO Y ANALISIS EXPLORATORIO DE LA BASE DE DATOS

4.1 Dimensiones del proyecto

La veta Jimena tiene dirección y buzamiento promedio de 125° y 14° NE respectivamente.

Las dimensiones del proyecto Jimena están enmarcadas dentro de las siguientes coordenadas.

	MINIMO	MAXIMO	DISTANCIA
E	209900	210500	600
N	9147800	9148700	900
COTA	1800	1950	150

	DISTANCIA	TAMAÑO BLOQUE	Nro. BLOQUES
E	600	1.5	400
N	900	1.5	600
COTA	150	0.2	750

Tabla 3 Delimitación del proyecto Jimena.

4.2 Registro de data

La base de datos de muestreo de labores y sondajes diamantinos, se encuentran estructurados en Vulcan y en Excel principalmente y se realiza a través de sistemas de base de datos (SQL SERVER 7.0) con aplicaciones desarrollados en Visual Basic 6.0 (PG) y ACAD los cuales se han acondicionado según los requerimientos del proceso. La fuente de información está conformada por:

- 5,525 muestras de canal con leyes de oro y potencia de veta.

4.3 Sondajes diamantinos

Una de las principales herramientas de exploración es la perforación diamantina. Fig. 23

Mediante el logueo y registro de los testigos de perforación diamantina se determina las características litológicas y mineralógicas macroscópicas de las estructuras mineralizadas y la roca hospedante, información fundamental para realizar el modelamiento geométrico tridimensional de las vetas con el software Vulcan.

4.3.1 Descripción de testigos de perforación diamantina

Se describe detalladamente las características geológicas del tramo logueado de acuerdo a la nomenclatura y abreviaturas, según anexo

- Litología: tipo de roca, textura, color, alteración, minerales y grado de alteración.
- Estructuras: tipo de estructura (fallas, fracturas, cizallas, brechas, y diques), características mineralógicas y texturales.
- Veta: tipo de veta (vena, venilla, microvenilla), tipo de relleno mineral, características mineralógicas, texturales y porcentaje de abundancia.
- Ángulo de corte medido con el protactor con respecto al eje del taladro y el ángulo de orientación de laminaciones, bandeamientos y cizallas. La medida de éstas características estructurales ayudará para determinar la potencia real de la veta y reconstruir los eventos estructurales que afectaron al yacimiento.

La información se actualiza en el sistema PG por el área de exploraciones, conformado por cuatro archivos que definen la ubicación en 3D de los taladros con sus respectivos datos de leyes y tipo de roca.

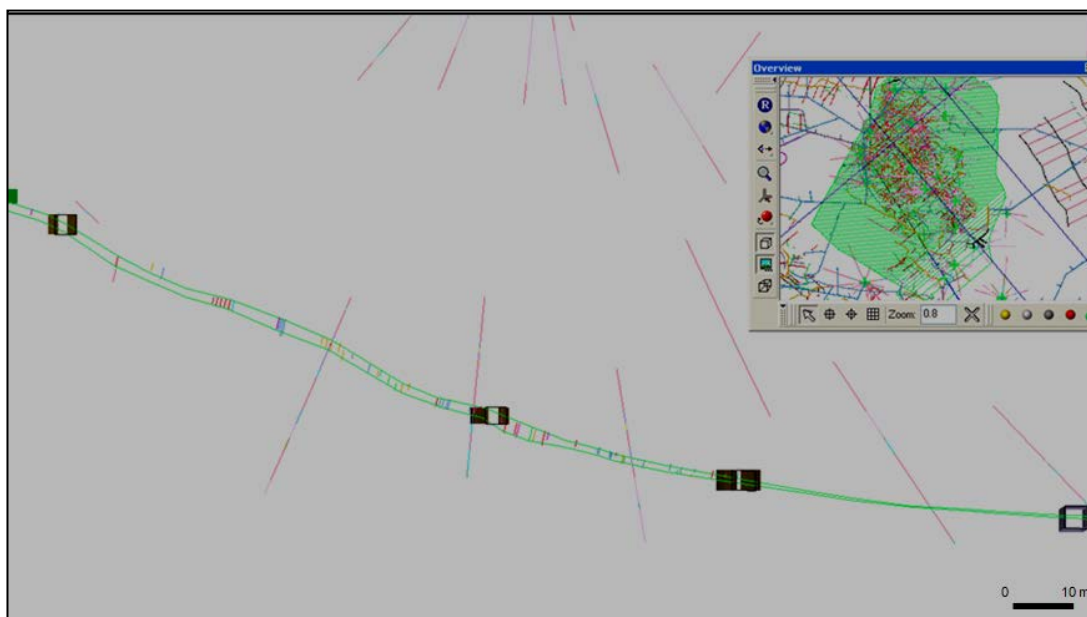


Fig. 23 Corte transversal veta Jimena.

La migración de data se realiza desde el sistema PG al Software Excel donde se actualiza la información incluida la medición de desviación de taladros realizado por el equipo Flexit y se guarda con extensión X.csv en el archivo del proyecto, quedando lista para ser procesada en el software Vulcan, los archivos son:

- Datos de ubicación del taladro
jicollhd.csv: DHID, X, Y, Z, Este, Norte y Cota.
- Datos de orientación del taladro
jisurvdh.csv: DHID, Az, Inc y Dist.
- Datos de potencia y leyes de oro y plata
jimuesdh.csv: DHID, Desde, Hasta, Pot, Au y Ag.
- Datos de tipo de roca
jirocadh.csv: DHID, Desde, Hasta, Roc y Alt.

Para el proyecto se han determinado 309 sondajes de perforación diamantina con leyes de oro y plata (fig. 24).

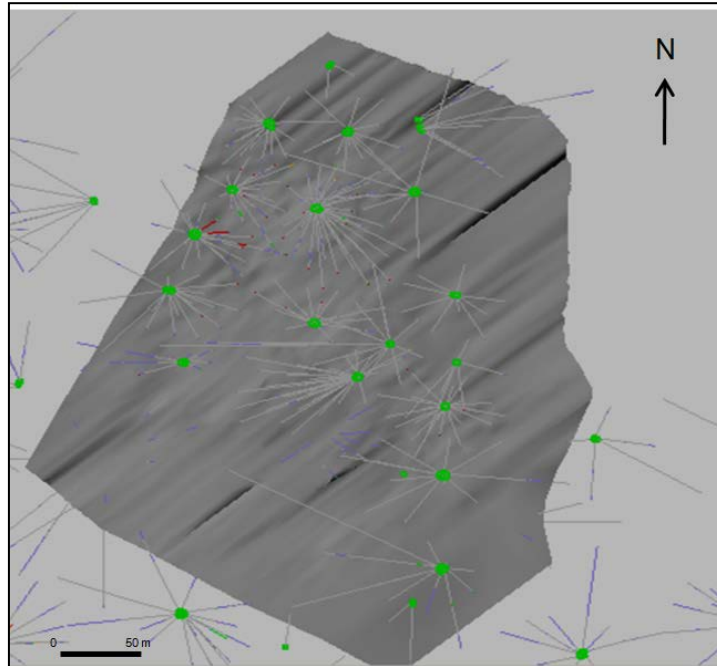


Fig. 24 Vista espacial del modelo geométrico de la veta Jimena con ubicación de sondajes de perforación diamantina.

4.4 Muestreo de labores mineras

El método de muestreo es sistemático por astillas. La toma de muestra es perpendicular a las cajas techo y piso de la veta. El muestreo por astillas se realiza de abajo hacia arriba a fin de no contaminar al resto de muestra.

La toma de muestra se realiza sistemáticamente, la distancia de muestreo entre franja y franja es la misma dependiendo del tipo de labor. En galerías, chimeneas y subniveles la distancia de muestreo es al metro y en tajos la distancia de muestreo se realiza cada 2 metros.

El personal de muestreo realiza el registro diario de los datos de muestreo en el sistema PG, con su respectiva ubicación espacial, la cual se complementa con datos de leyes.

La migración de data se realiza desde el sistema PG al Software Excel donde es preparada y guardada con extensión X.csv en el archivo del proyecto, quedando lista para ser procesada en el software Vulcan, estos archivos son:

- Datos de ubicación de la muestra

jicollcam.csv: canal, Este, Norte, Cota, TL, Veta y Fecha.

- Datos de la dirección de la muestra

jisurvcam.csv: canal, AziCan, IncCan y Long.

- Datos de leyes de la muestra

jimuescam.csv: canal, Desde, Hasta, Long, Au y Ag.

Para el proyecto se han determinado 5,525 muestras de canal. Las muestras de canal de Au se encuentran ubicadas espacialmente (fig. 25).

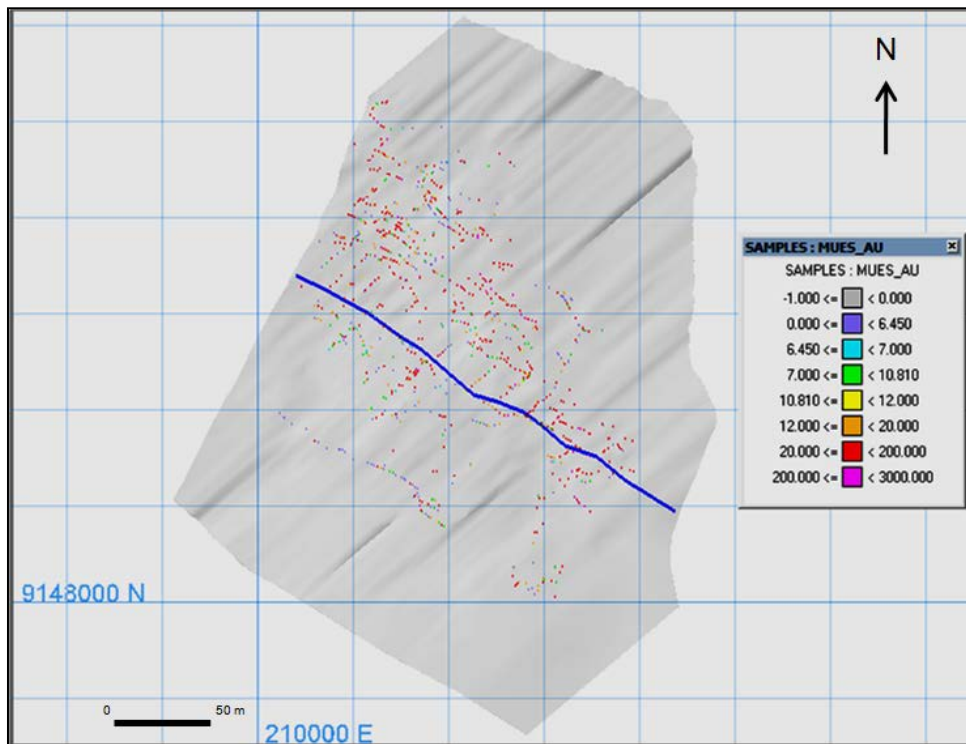


Fig. 25 Distribución de canales de muestreo en veta Jimena.

4.5 Topografía 3D

Conformada por triangulaciones las cuales muestran las labores mineras en 3D, información que es actualizada por el Área de P&I (Planeamiento e ingeniería fig. 26).

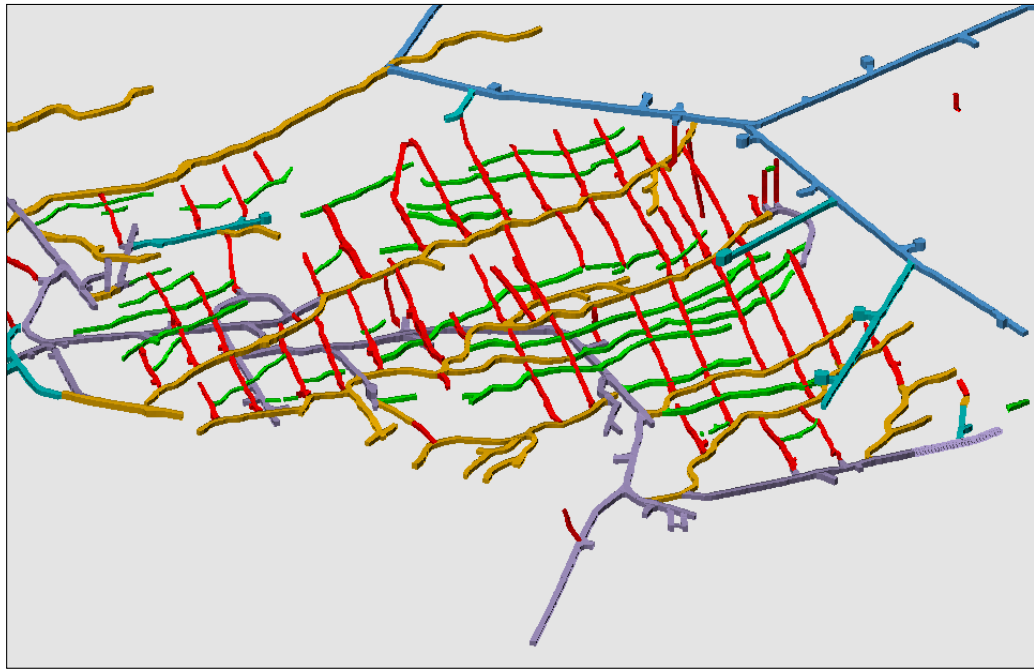


Fig. 26 Labores mineras en 3D veta Jimena.

4.6 Cartografiado geológico

Información gráfica que muestra el comportamiento en 2D de las estructuras geológicas, la cual es migrada desde el Software Autocad a Vulcan.

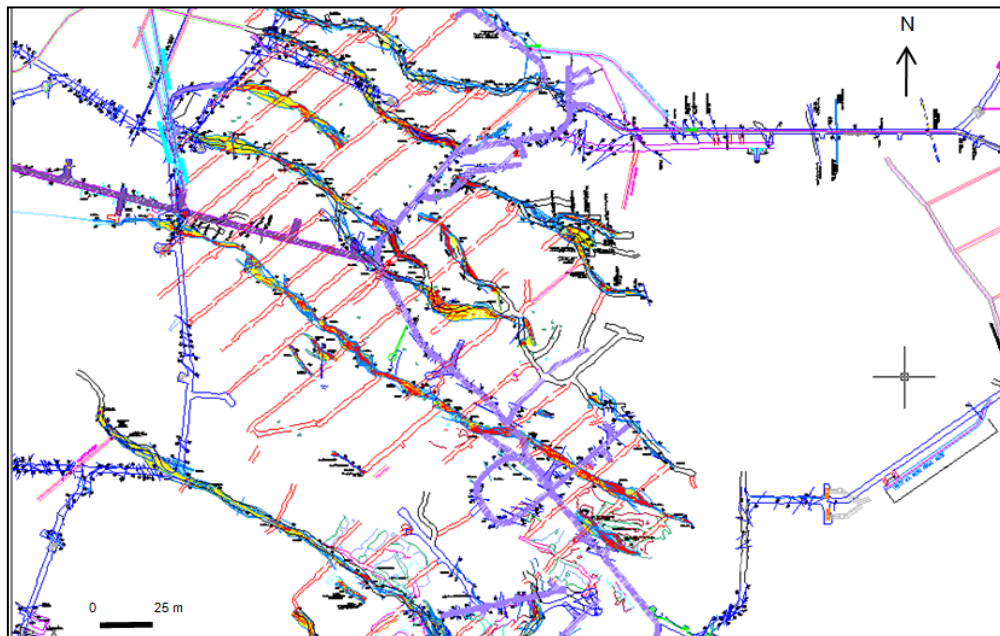


Fig. 27 Cartografiado geológico veta Jimena.

4.7 Secciones geológicas

Consiste en la interpretación geológica para confeccionar las secciones cada 5 y/o 10 metros transversales al rumbo de la estructura, que definirán y generarán el modelo geométrico en 3D. Aquí interviene información de sondajes, muestras de canales, topografía y cartografiado geológico de labores mina (chimeneas, galerías, rampas.) fig. 28.

Como resultado en ésta etapa se obtendrán un conjunto de secciones, las cuales generarán una o varias triangulaciones del Modelo Geométrico, ver figuras 29 y 30.

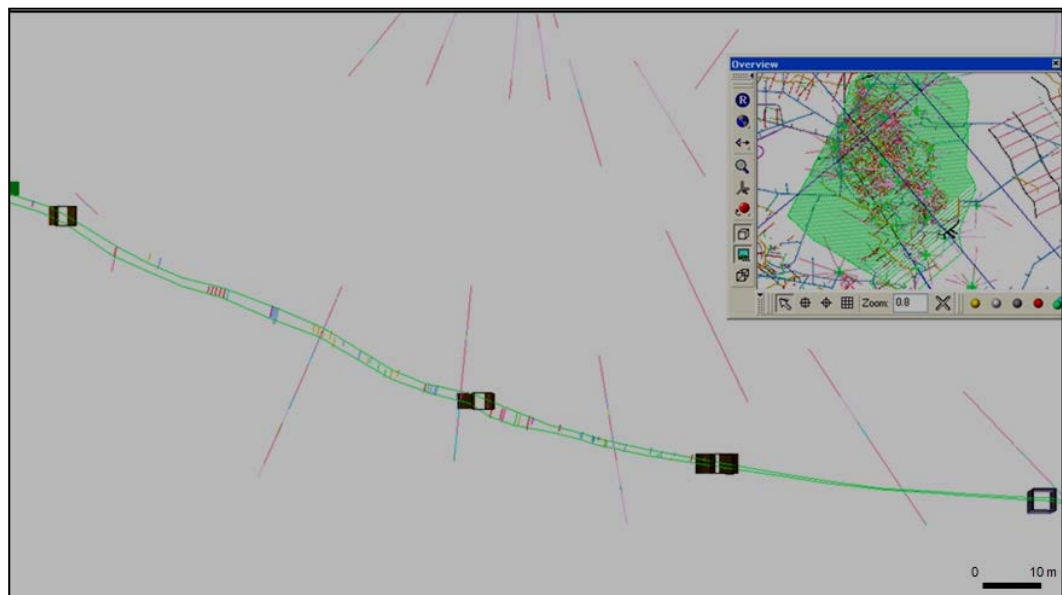


Fig. 28 Veta Jimena sección transversal.

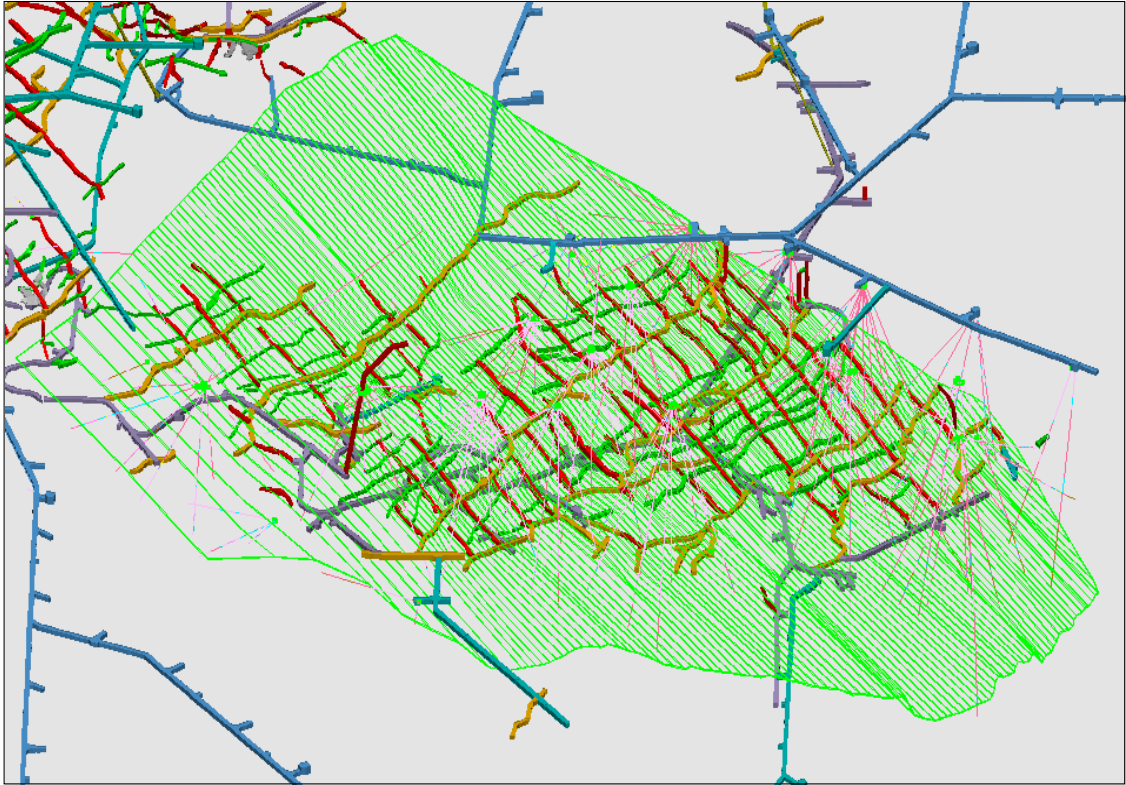


Fig. 29 Veta Jimena el modelo se ajusta según una sección N50 de un set de planos verticales c/ 5 o 10 m, de acuerdo a la sinuosidad de la veta y en la dirección del buzamiento.

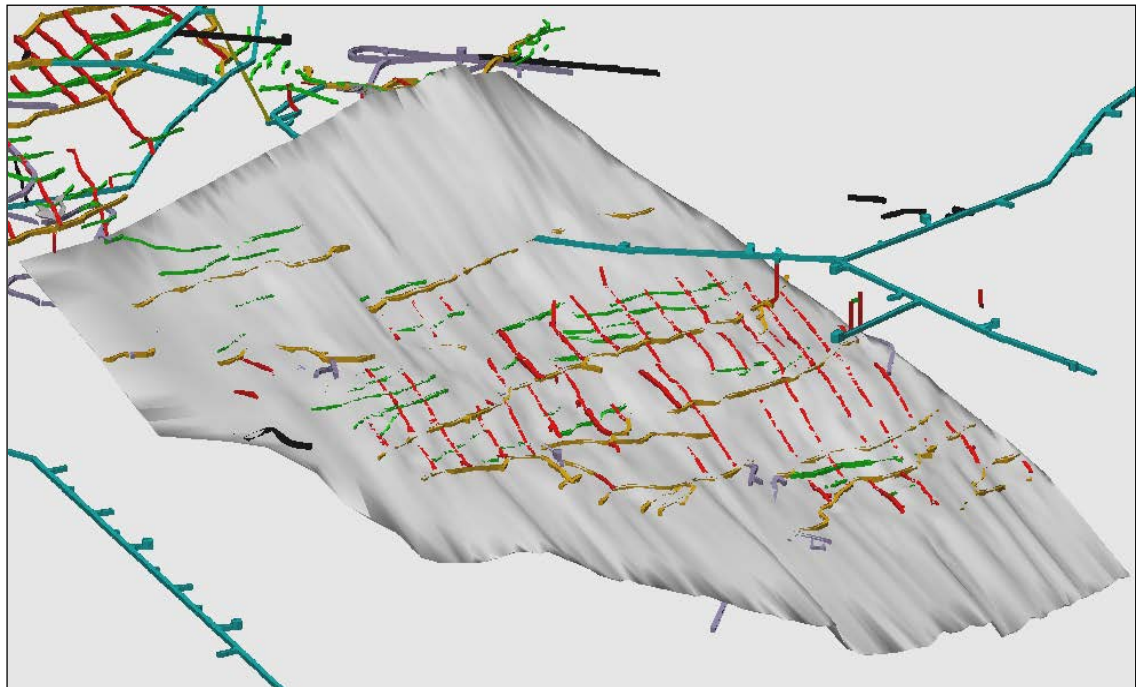


Fig. 30 Modelo tridimensional de veta Jimena.

4.8 Validación de data

Después de exportar la base de datos de muestreo y perforación diamantina del Sistema PG al Software Excel, se verifica la data de muestreo de labores mineras, básicamente la variable **Au**, éstos datos deben estar dentro del rango de leyes promedio de la labor, si se observa que dentro de leyes homogéneas aparecen una o más leyes con valores muy altos, a éstas leyes se vuelve a muestrear para confirmar el valor obtenido ó en su defecto se castiga la ley tomando como referencia la ley de muestras vecinas, considerando el buen criterio del Geólogo de mina responsable de dicha labor.

4.9 Análisis exploratorio de datos

4.9.1 Análisis estadístico de muestreo de labores y sondajes diamantinos

Para el tratamiento estadístico se considera la data validada de muestreo de labores y para sondajes diamantinos solamente el corte de veta de caja piso a caja techo, ésta data se composita por la variable (Au) a una potencia de 1.0 m. considerando que esta medida es el ancho mínimo de minado, así mismo es la mayor frecuencia de datos de potencias de canales de muestreo.

La caracterización matemática de las leyes se hace mediante el cálculo de los parámetros estadísticos de centralización y dispersión.

El estudio de histogramas permite graficar la distribución de frecuencias de leyes y a la vez visualizar la existencia de altos y/o bajos erráticos.

Se hace un tratamiento estadístico de leyes para determinar los altos erráticos.

Son considerados altos erráticos a todos los valores mayores a la suma igual a la media más 2 veces la desviación estándar la cual es igual al 95 %. Los valores de leyes que son considerados altos erráticos serán remplazados en la data original, la nueva data se vuelve a compositar quedando lista para el análisis de variogramas y estimación de reservas.

4.9.2 Distribución de leyes de muestreo

Se realizó histogramas a la base de datos de los canales de muestreo para la variable Au, esto ha permitido visualizar una distribución sesgada de las muestras y se identificó la presencia de 13 muestras erráticas con leyes de Au muy altas las cuales se procedió a eliminarlas de la base de datos, otra de las alternativas que se puede realizar es no eliminar estas leyes sino cambiar por el promedio de las leyes vecinas. Ver gráficos 31 y 32.

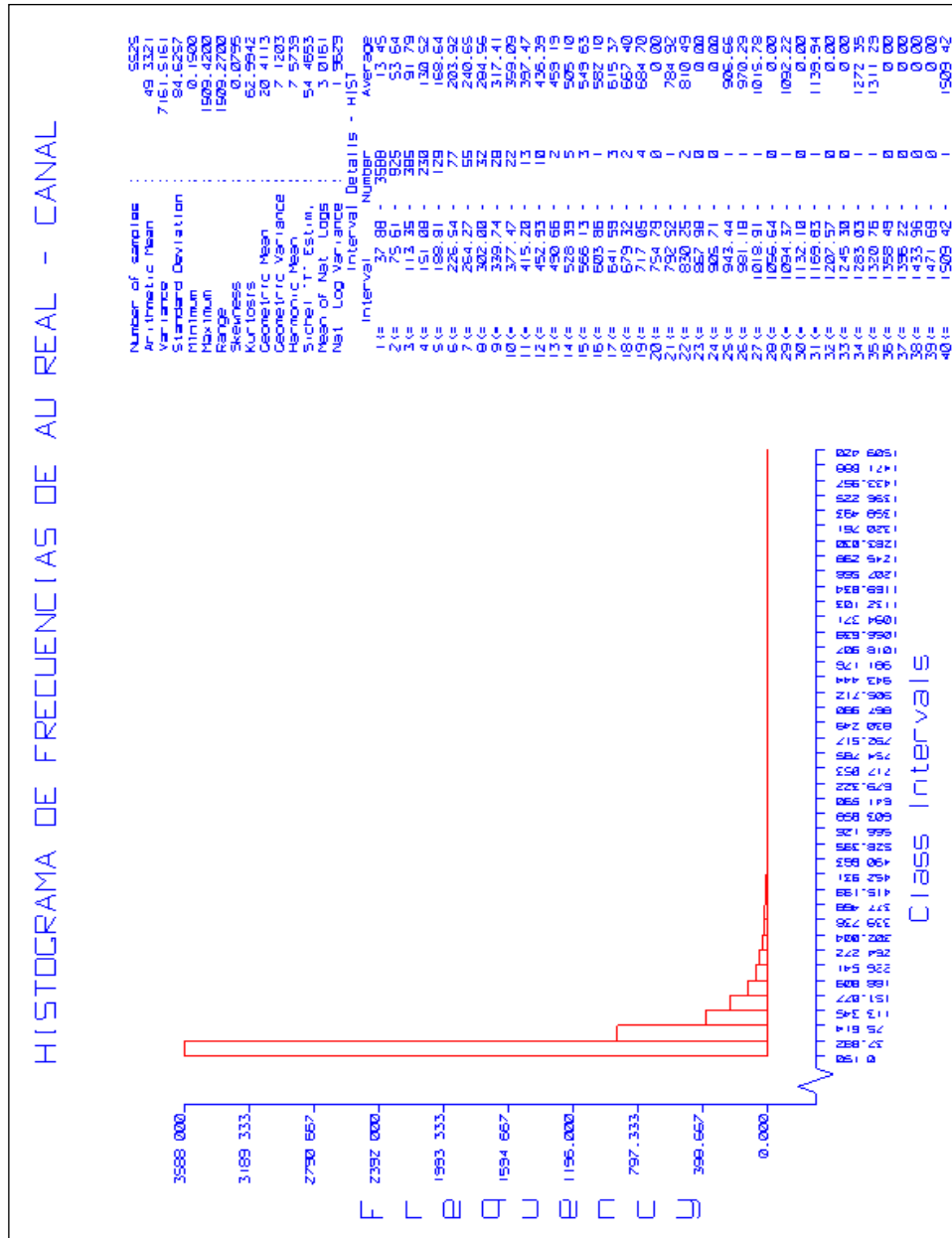


Fig. 31 Histograma de frecuencias de Au de canales de muestreo

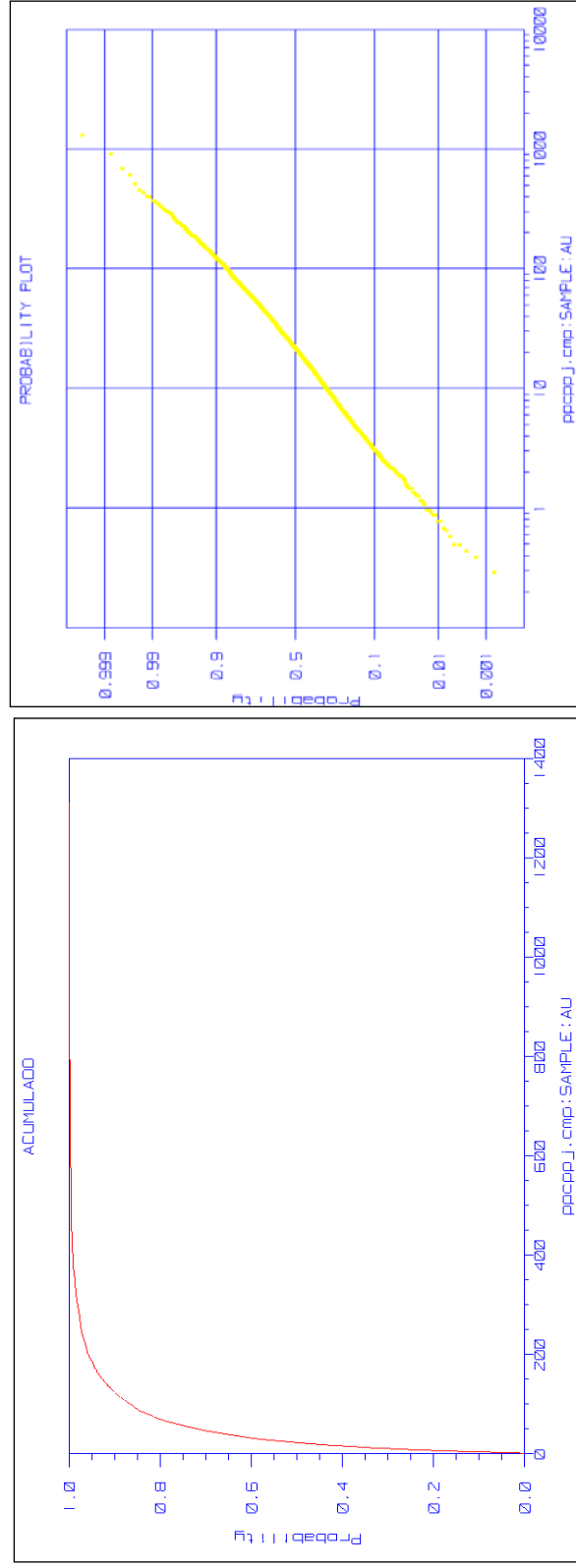


Fig. 32 Gráficos acumulados y probabilidad de Au de canales de muestreo

De los gráficos se observa que la mayoría de las muestras están por debajo de los 684 gr Au/t. Tiene una media de 49.3 gr Au/t y una desviación estándar de 84.62 gr Au.

En el Histograma (ver figura 33) se ha eliminado las 13 muestras de Au altas, se observa que la media disminuye de 49.3 a 47.1 gr Au/t y la desviación estándar disminuyen considerablemente de 86.62 a 70.48 gr Au/t, las leyes erráticas altas influyen considerablemente el resultado del estudio estadístico, en razón de ello se eliminaron estas muestras. (fig. 33)

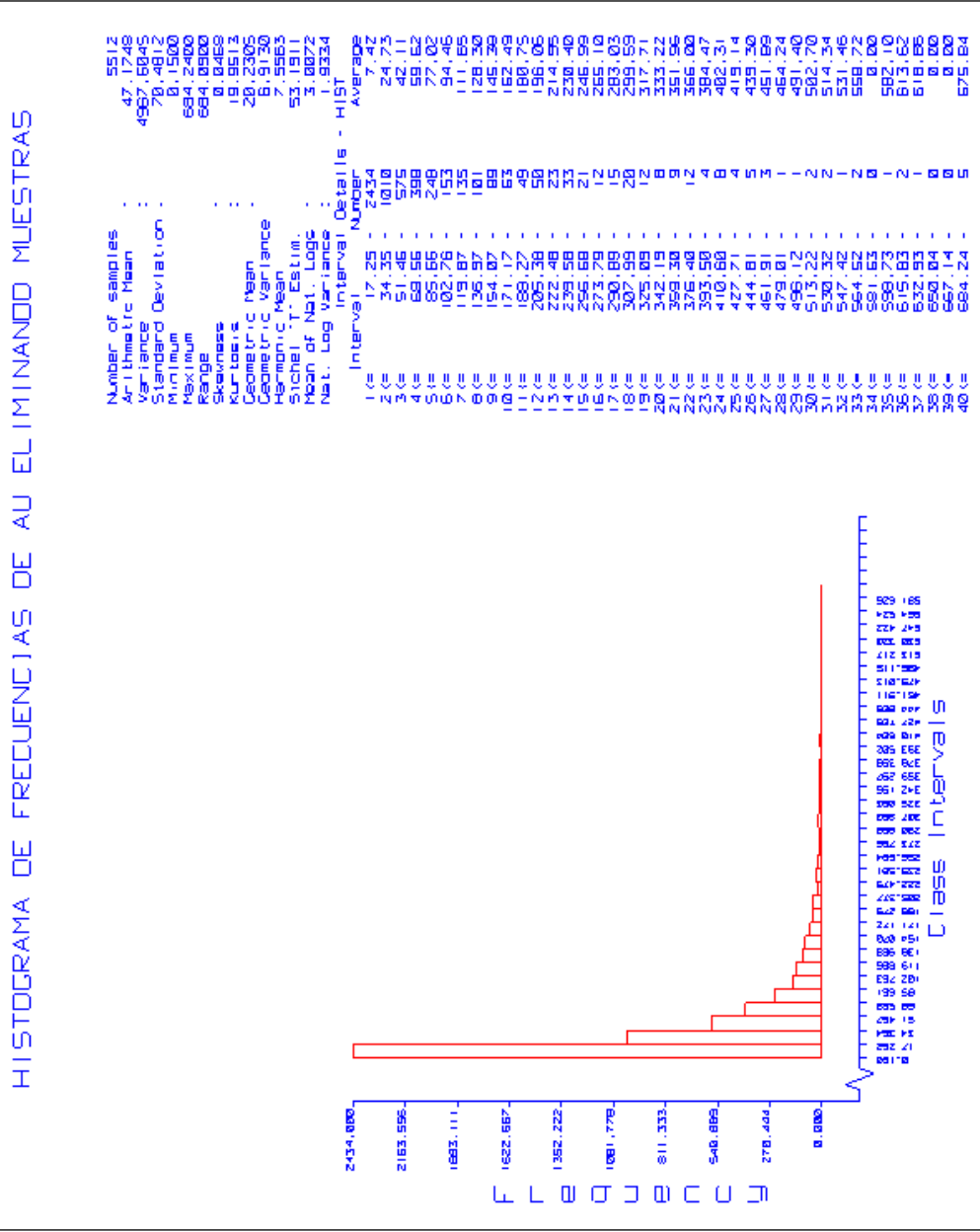


Fig. 33 Histograma de Au sin 13 muestras de muestreo eliminadas

De los gráficos se observa que el 63% de las leyes se encuentran en el rango de 0.1 y 34.35 gr Au/t, siendo el valor mínimo y máximo de 0.15 y 684.24 gr Au/t respectivamente.

4.9.3 Distribución de potencias

De los histogramas de frecuencias del espesor se observa la distribución normal ligeramente sesgada con una media de 1.1 metro y una desviación estándar de 0.52 m. (fig. 34 y 35)

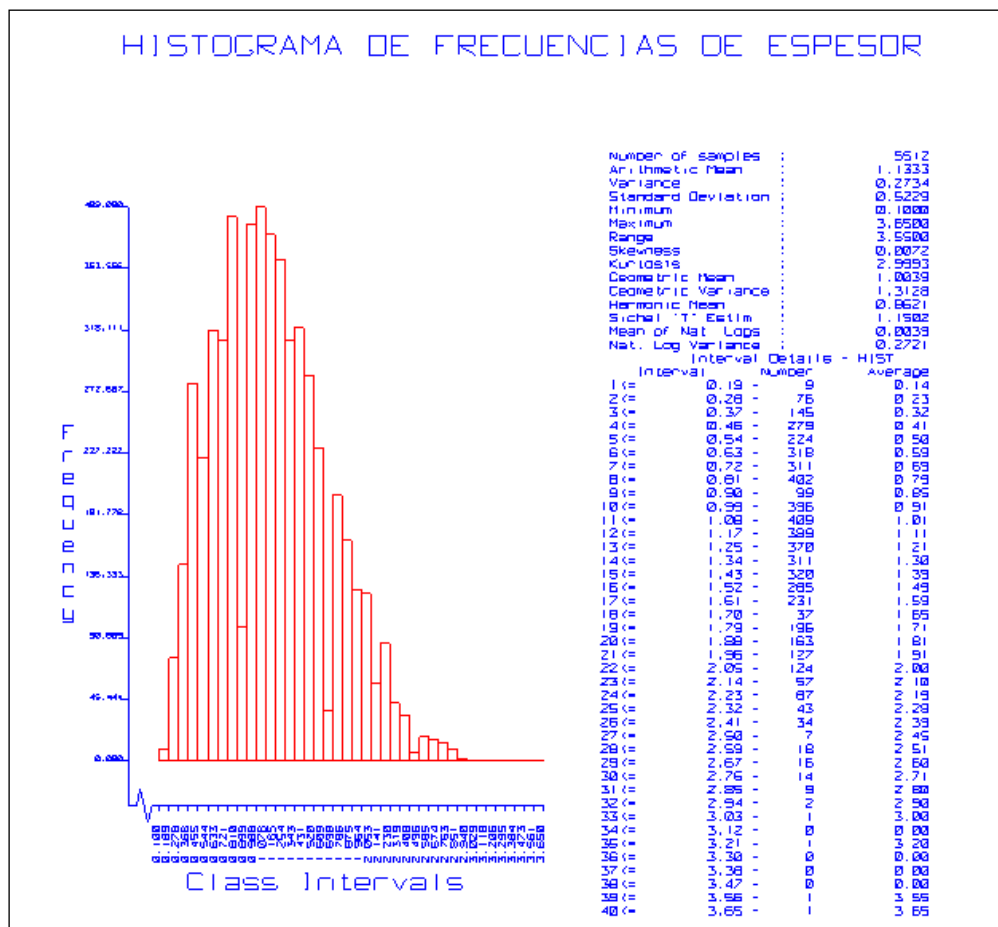


Fig. 34 Distribución normal de potencias de veta Jimena.

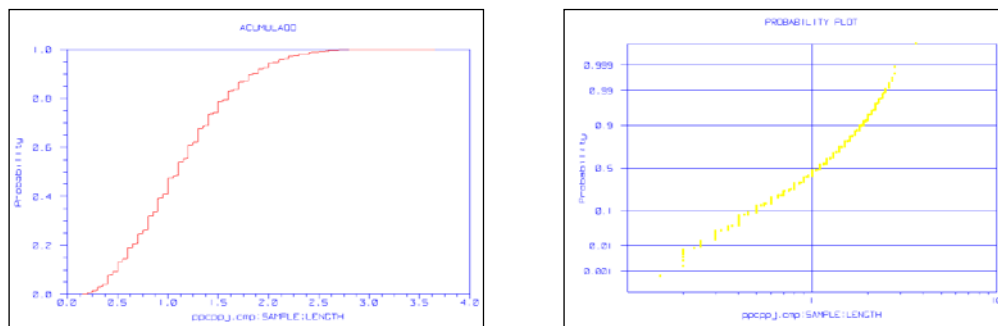


Fig. 35 Gráficos acumulado y de probabilidad.

De los gráficos de la figura 33, se observa que la mayor frecuencia de espesores se encuentran en el intervalo 0.99 y 1.08 metros, siendo el valor mínimo y máximo 0.1 y 3.65 metros respectivamente.

4.9.4 Compositos de muestras

Se realizó el composito de Au a un metro por la mayor frecuencia de valores. Se muestra la distribución sesgada de frecuencias de compositos de Au a 1.0 metro solamente canales de muestreo, que hacen en total 8709 datos. (fig.36)

De los gráficos anteriores se obtiene el cuadro resumen de la estadística general (tabla 4). Para el caso de la presente Tesis, se acotara las leyes de oro al 95 % del total de muestras, es decir la media más dos veces la desviación estándar.

Se tomara los datos compositados a un metro de canal más DDH.

ESTADISTICA GENERAL - SENSIBILIZACION									
							CONFIABILIDAD		
	mAU	DSTD	MIN	MAX	N°	CV	M+1DSTD (68%)	M+2DSTD (95%)	M+3DSTD (98%)
MUESTRAS DE AU REALES	49.33	84.62	0.15	1509.42	5525	1.72	134	219	303
MUESTRAS ELIMINANDO AU ERRATICOS	47.17	70.48	0.15	684.24	5512	1.49	118	188	259
MUESTRAS DE COMPOSITOS DE AU A 1 M	47.35	70.27	0.15	684.24	8709	1.48	118	188	258
MUESTRAS DE COMPOSITOS DE AU A 1 M CANAL + DDH	40.87	66.49	0.07	684.24	10425	1.63	107	174	240

Tabla 4 Tabla de sensibilización.

- mAu: Media del Oro
- DSTD: Desviación estándar
- MIN: Ley de oro mínima
- MAX: Ley de oro máxima
- N°: Número de muestras
- CV: Coeficiente de variación

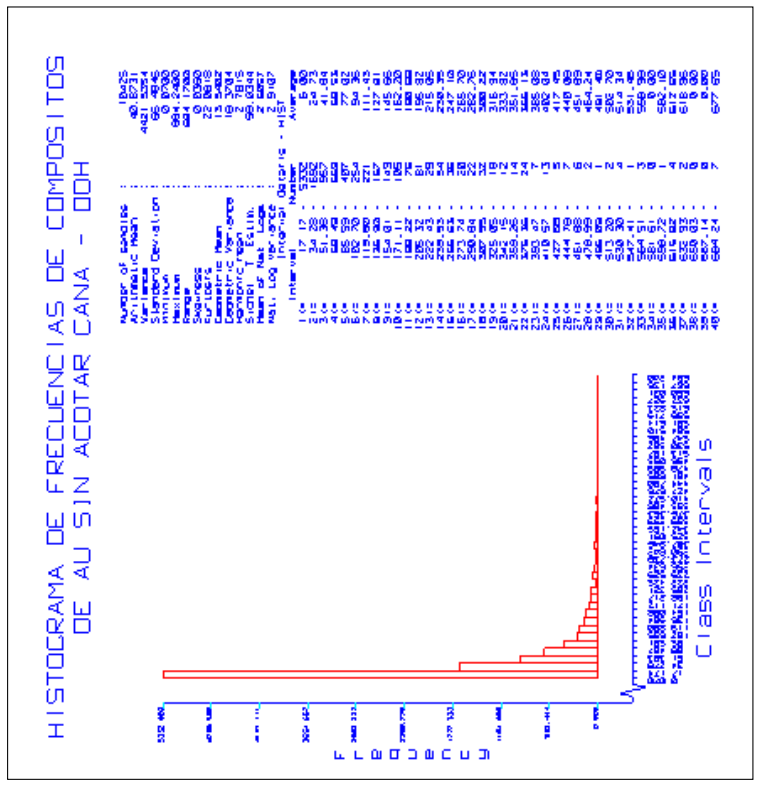
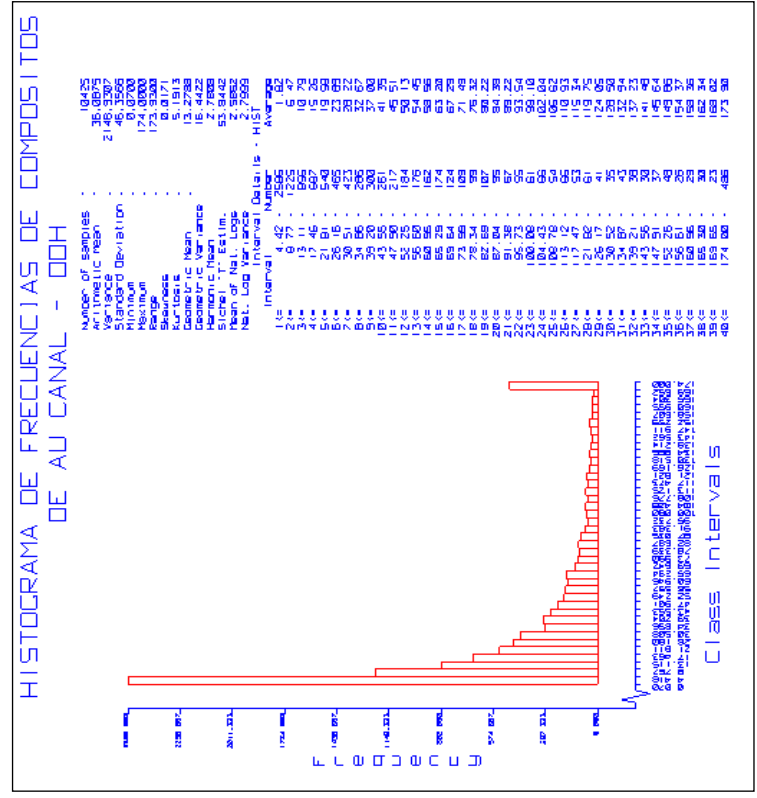


Fig. 37 Distribución sesgada de compositos de Au canales y DDH sin acotar a 174 GrAu/TM.

De los gráficos de la figura 37, se observa lo siguiente:

La dispersión de las muestras disminuye considerablemente de 66.48 a 46.35 gr Au/t al momento de acotar los datos a un valor máximo de 174 GrAu/TM.

La figura 38 muestra la distribución de los compositos de leyes de canales de muestreo y perforación diamantina en veta Jimena.

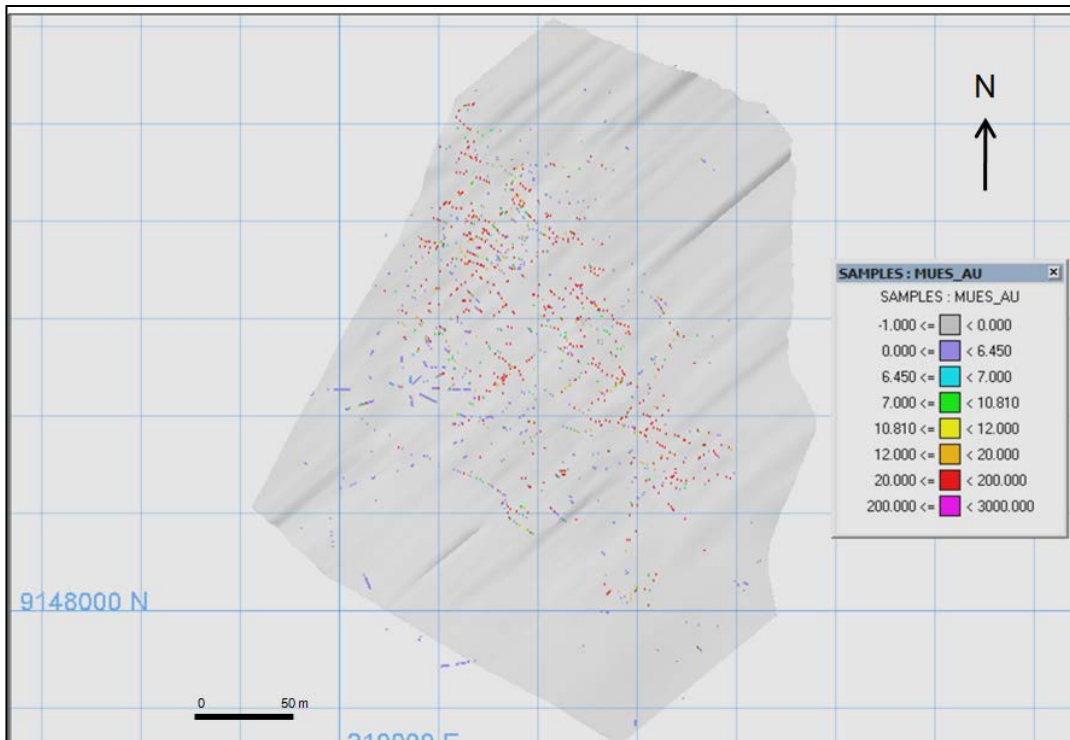


Fig. 38 Mapa de distribución de compositos de Au + DDH

4.10 Análisis de variogramas direccionales

4.10.1 Mapa variográfico

Previo al cálculo de variogramas se debe haber calculado los compósitos para la variable (Au) con un grado de confiabilidad de 95% (haber revisado los altos erráticos) e inicializado el modelo de bloques de la veta con variables de controles geológicos.

Se realizo el mapa variográfico para determinar las direcciones principales de anisotropía del Au.

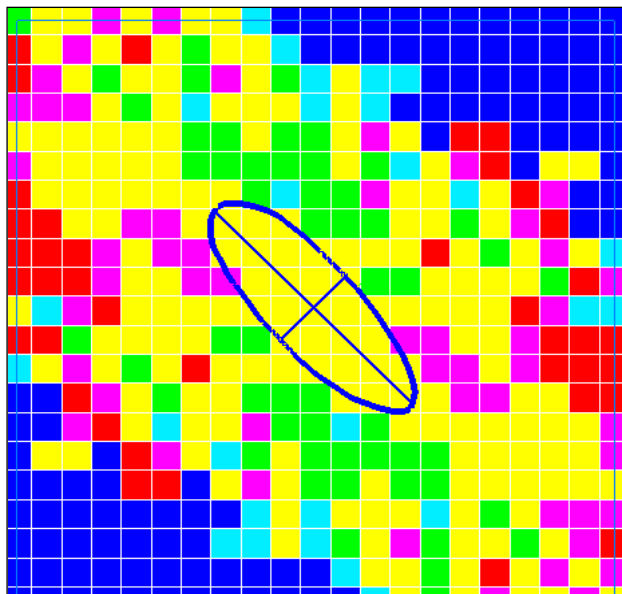


Fig 39 Mapa variográfico vista en planta.

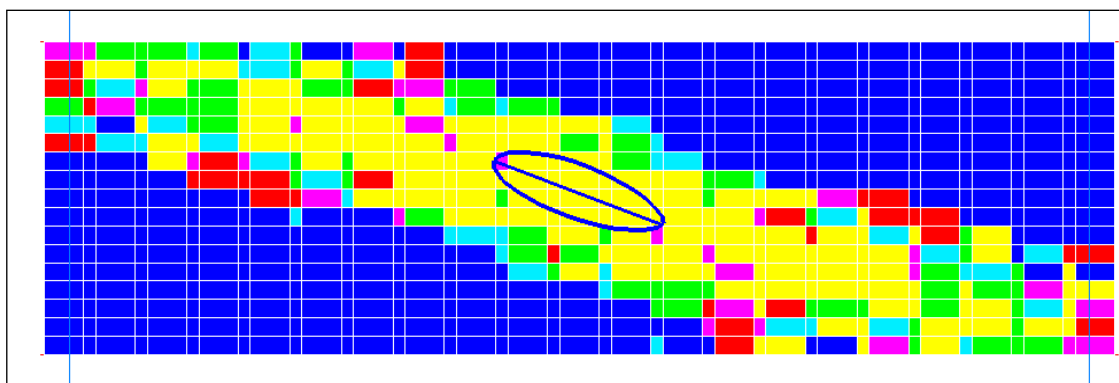


Fig. 40 Mapa variográfico en sección transversal perpendicular al eje mayor.

Las direcciones principales de anisotropía del Au se determinaron de los gráficos y se muestran en la Tabla 5.

	bearing	plunge
Mayor	135°	0°
Semi	45°	-20°
Menor	45°	70°

Tabla 5 Direcciones principales de anisotropía.

4.10.2 Variogramas experimentales

Estos gráficos permiten analizar el comportamiento espacial del Au y su variabilidad con la distancia.

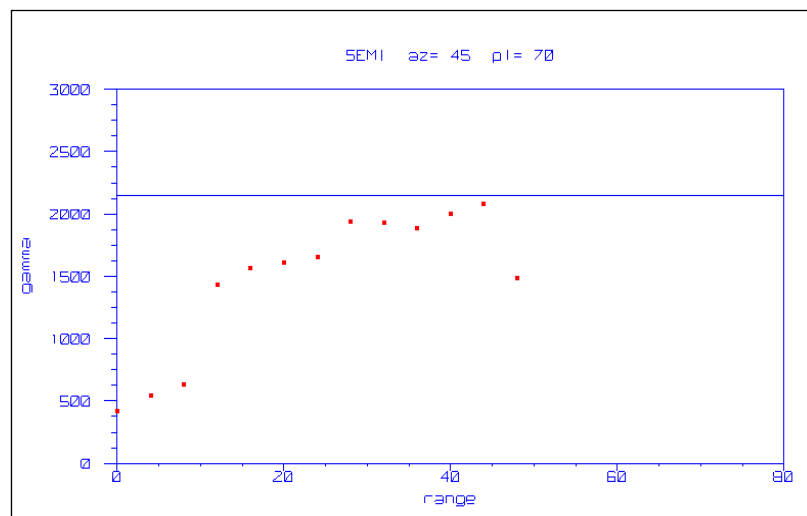
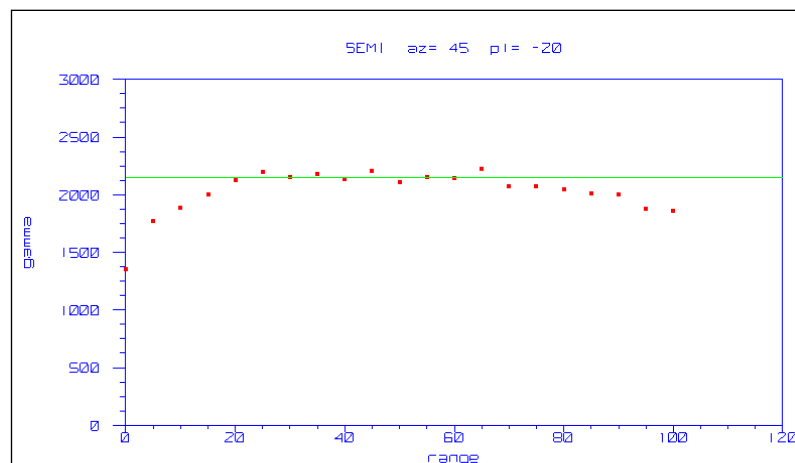
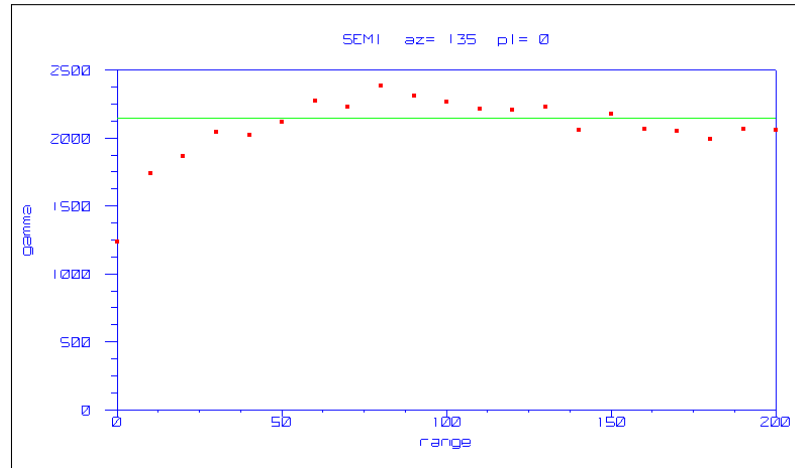


Fig 41 Correlación lineal espacial de leyes de Au.

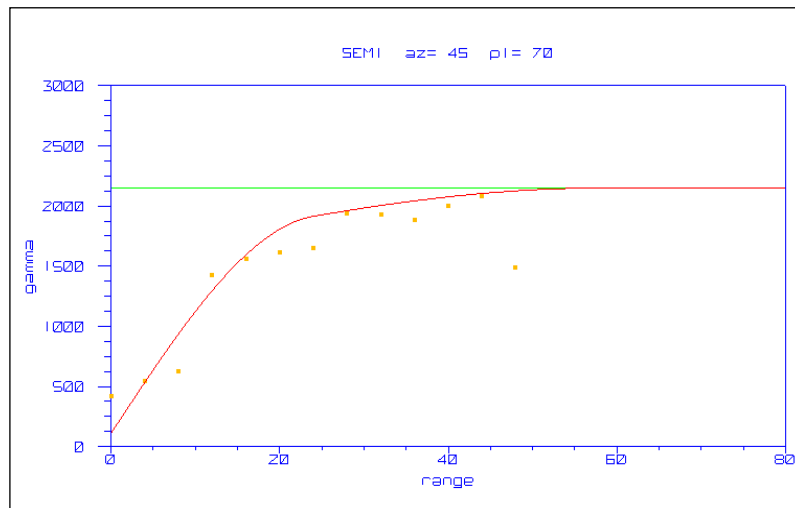
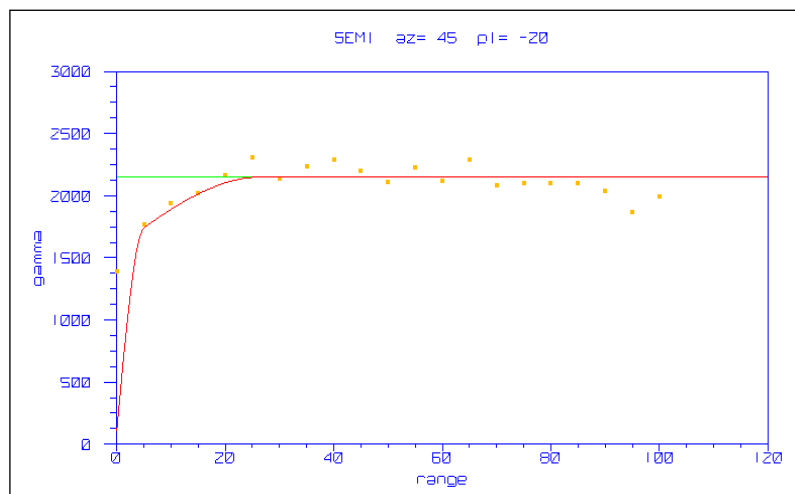
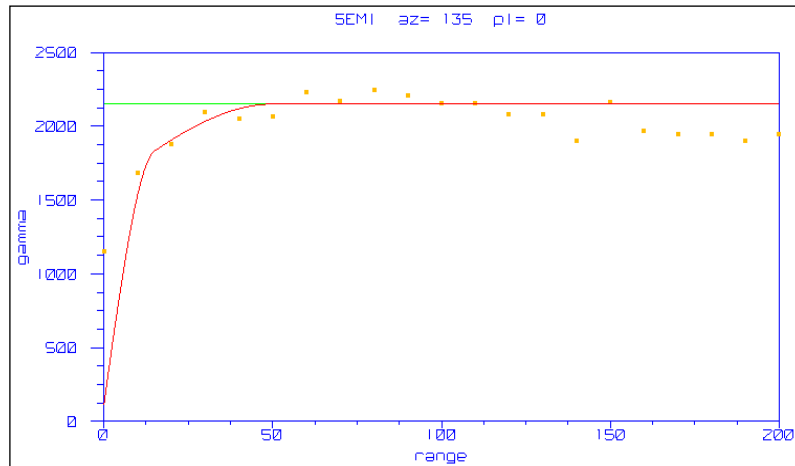


Fig. 42 Modelo variográfico de distribución espacial de leyes de Au sin estandarizar.

De los gráficos de las figuras 41 y 42, se observa lo siguiente:

- Los variogramas son normales y cíclicos en algunos casos.
- No hay presencia de deriva en los gráficos.
- Presencia de dos estructuras que actúan a diferentes escalas.
- Los variogramas se estabilizan a diferentes distancias dependiendo de la dirección.
- En general están por debajo de 28 y 55 metros en la primera y segunda estructura respectivamente, presentando una anisotropía geométrica.
- A distancias cortas la variación es menor respecto a la distancia más larga.
- El variograma toma el valor constante de 2149 a distancias mayores a los rangos de la segunda estructura, siendo este valor igual a la varianza de la población.
- Variograma muy irregular a distancias cortas presentando el efecto pepita (nugget) que se define en el variograma de Az. 45° plunge de 70°, esto indica que puede ser por errores en la toma de muestra, en la preparación de la muestra y en el análisis químico.

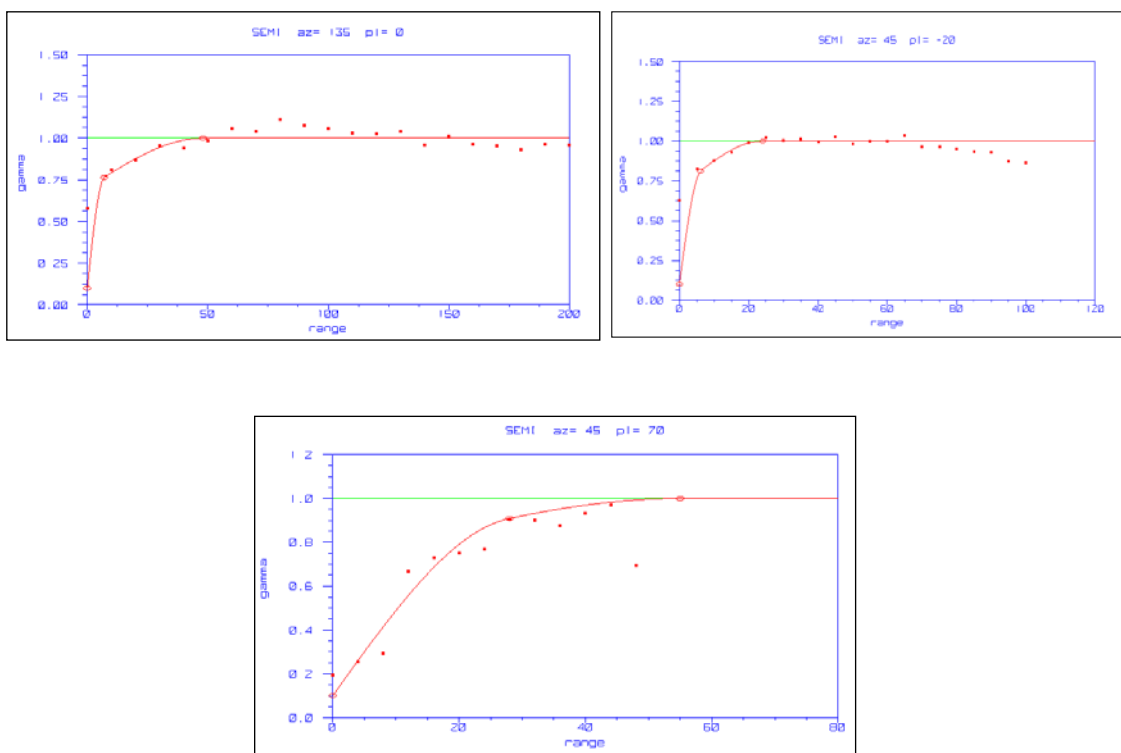


Fig. 43 Modelo variográfico de distribución espacial de leyes de Au estandarizado.

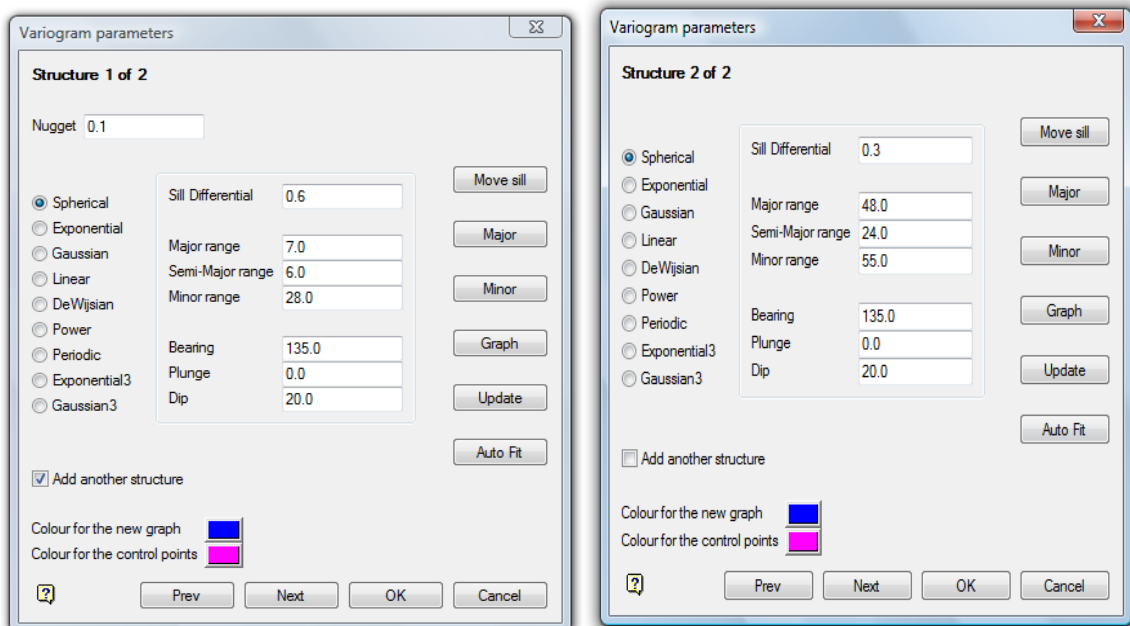


Fig. 44 Parámetros de los variogramas estandarizados.

Los parámetros del modelo de los variogramas estandarizados son:

Variogram Model Parameters							
Nugget: 0.100. Num Struct: 2							
Var Type	C1	Azimuth	Plunge	Dip	Major	Semi	Minor
SPHERICAL	0.600	135.000	0.000	20.000	7.000	6.000	28.000
SPHERICAL	0.300	135.000	0.000	20.000	48.000	24.000	55.000

CAPITULO V

ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES

5.1 Modelo de bloques

Determinación del modelo de bloques

Es aquel que comprende interiormente al modelo geológico y es definido por parámetros de orientación y dimensión que van de acuerdo al comportamiento de las estructuras. Asimismo, se ha establecido parámetros, los cuales deben de ir modificándose conforme se complemente la información y se obtenga mayor conocimiento del yacimiento.

5.1.1 Orientación

Ubicación espacial del modelo, coordenadas de origen y orientación del modelo matriz, la caja debe contener completamente al modelo geométrico de la veta tal como se aprecia en la figura 45.

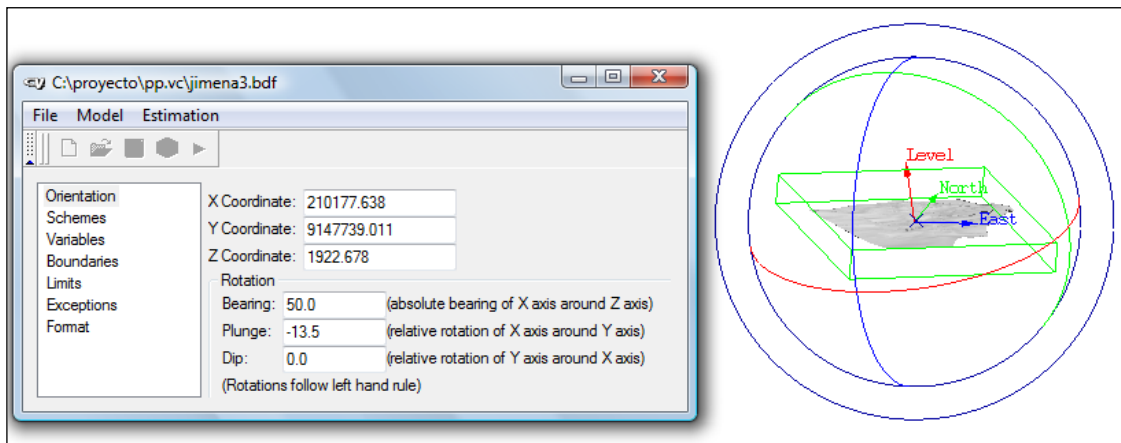


Fig. 45 Ubicación espacial del modelo matriz.

Asimismo se determino las direcciones del elipsoide de búsqueda: Bearing: 135°, Plunge: 0° y Dip: 20°. Fig. 46.

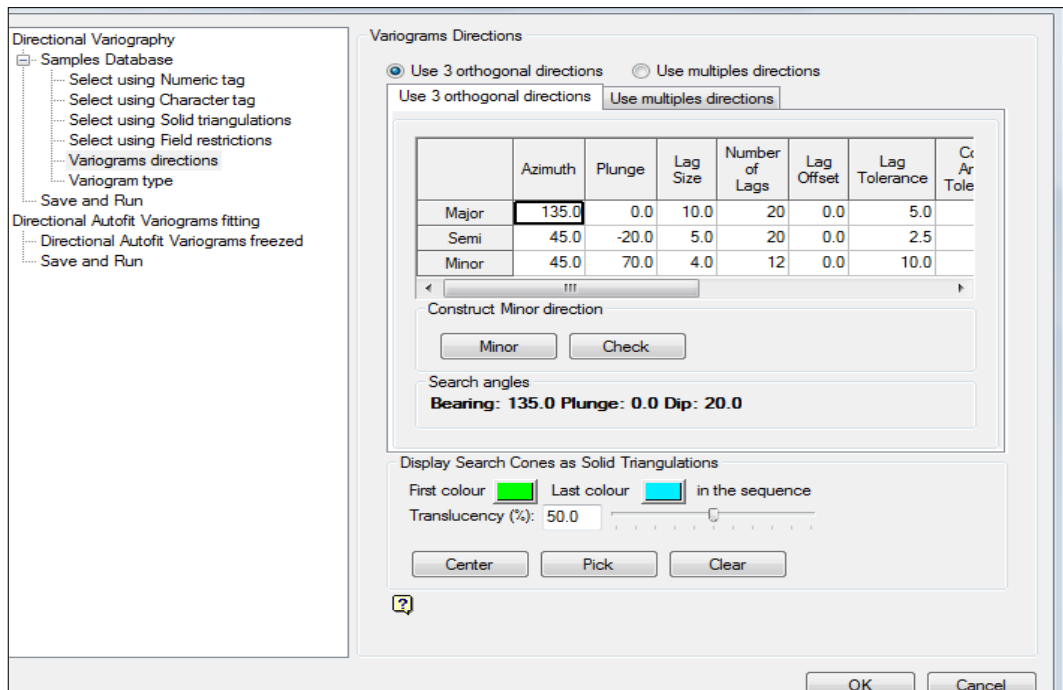


Fig. 46 Variogramas direccionales.

5.1.2 Dimensiones

Longitud del modelo matriz y de las sub-celdas a generar.

Parámetros de dimensiones	Jimena
Inicio en X	0
Inicio en Y	0
Inicio en Z	0
Fin en X	649.5
Fin en Y	780.0
Fin en Z	110.0
Longitud mínima sub-celdas X	1.5
Longitud mínima sub-celdas Y	1.5
Longitud mínima sub-celdas Z	0.1
Longitud máxima sub-celdas X	1.5
Longitud máxima sub-celdas Y	1.5
Longitud máxima sub-celdas Z	110.0

Tabla 6 Dimensiones del modelo matriz y las subceldas a generar.

5.1.3 Variables

Definidas en el modelo de bloques, donde se almacenarán parámetros y resultados obtenidos luego de la estimación.

Descripción	Variable	Tipo	Defecto
Nombre de veta	Veta	Integer	0
Potencia de veta	pot	Float	0
Ley de Au	Au	Float	0
Ley de Ag	Ag	Float	0
Densidad del mineral	Densidad	Float	2.85
Tonelaje sin diluir	Tonveta	Float	0
Tonelaje diluido	Tonres	Float	0
Contenido Fino en Gr de Au	FinogrAu	Float	0
Contenido Fino en Gr de Ag	FinogrAg	Float	0
Contenido Fino Oz de Au	FinoOzAu	Float	0
Contenido Fino en Oz de Ag	FinoOzAg	Float	0
Tonelaje de roca	Tonroca	Float	-1
Ley de Au diluido	Audil	Float	0
Área	Area	Float	0
Dilución	Dil	Float	0
Potencia diluida	Potdil	Float	0
Estimado	Estimado	Float	-1

Tabla 7 Variables de estimación.

5.1.4 Triangulaciones

Sólidos de veta definidos por las secciones.

Triangulaciones	Jimena
Veta Jimena	jime3sg

Tabla 8 Triangulación de veta Jimena.

5.1.5 Validación cruzada

Es el procedimiento en el cual cada composito es extraído sucesivamente de la población de compositos y su ubicación en el espacio es interpolada por el resto de los compositos sin usar la muestra que se encuentra en esa posición, los resultados fueron los siguientes:

MIDX	IMDY	IMDZ	IAU	IEST	VARIANCE	ERROR	IABSEORR
210261.459	9148161.23	1903.914	0.07	0.076	0.222	0.006	0.006
210079.533	9148150.97	1946.217	0.47	0.1	1.148	-0.37	0.37
210072.349	9148148.66	1945.676	0.47	0.105	0.401	-0.365	0.365
210260.159	9148160.94	1902.423	0.07	0.114	0.1	0.044	0.044
210260.809	9148161.09	1903.169	0.07	0.131	0.118	0.061	0.061
210074.476	9148149.34	1945.836	0.1	0.135	0.199	0.035	0.035
210073.485	9148406.29	1873.022	0.2	0.152	0.144	-0.048	0.048
210158.966	9148462.43	1837.702	0.1	0.156	0.182	0.056	0.056
210073.308	9148407.01	1871.482	0.13	0.157	0.225	0.027	0.027
210073.378	9148406.7	1872.12	0.147	0.158	0.135	0.011	0.011
210073.595	9148405.87	1873.927	0.171	0.159	0.15	-0.012	0.012
210014.683	9148130.14	1941.335	0.13	0.169	0.168	0.039	0.039
210123.057	9147946.35	1986.337	0.2	0.169	0.332	-0.031	0.031
210158.983	9148462.8	1838.733	0.1	0.17	0.104	0.07	0.07
210073.705	9148405.46	1874.831	0.13	0.173	0.282	0.043	0.043
210075.421	9148149.65	1945.907	0.1	0.174	0.319	0.074	0.074
210131.346	9147947.67	1980.08	0.13	0.18	0.237	0.05	0.05
210050.818	9148346.71	1902.382	0.548	0.184	0.243	-0.365	0.365
210029.951	9148025.78	1988.782	0.167	0.187	0.187	0.02	0.02
210030.661	9148024	1989.357	0.24	0.189	0.187	-0.051	0.051
210030.306	9148024.89	1989.069	0.163	0.192	0.187	0.029	0.029
210118.636	9147945.64	1989.675	0.27	0.199	0.211	-0.071	0.071
210130.93	9147947.61	1980.393	0.13	0.199	0.166	0.069	0.069
210397.967	9148030.31	1924.904	0.27	0.2	0.255	-0.07	0.07
210120.219	9147945.89	1988.479	0.221	0.2	0.192	-0.021	0.021
210259.772	9148160.85	1901.98	0.07	0.204	0.127	0.134	0.134
210401.761	9148026.6	1925.169	0.2	0.205	0.181	0.005	0.005
210256.05	9148160.01	1897.712	10.897	0.207	0.285	-10.69	10.69
210015.287	9148130.34	1941.38	0.13	0.21	0.261	0.08	0.08
210401.047	9148027.29	1925.119	0.2	0.213	0.294	0.013	0.013
210396.95	9148031.31	1924.834	0.2	0.213	0.233	0.013	0.013
210402.474	9148025.9	1925.218	0.2	0.217	0.145	0.017	0.017
210124.106	9147946.51	1985.545	0.2	0.217	0.222	0.017	0.017
210120.535	9147946.01	1987.939	0.13	0.221	0.266	0.091	0.091
210049.733	9148345.7	1901.039	0.301	0.224	0.108	-0.076	0.076
210119.427	9147945.77	1989.077	0.27	0.225	0.197	-0.045	0.045

Tabla 9 Cuadro de comparación leyes de Au real con leyes de Au estimadas.

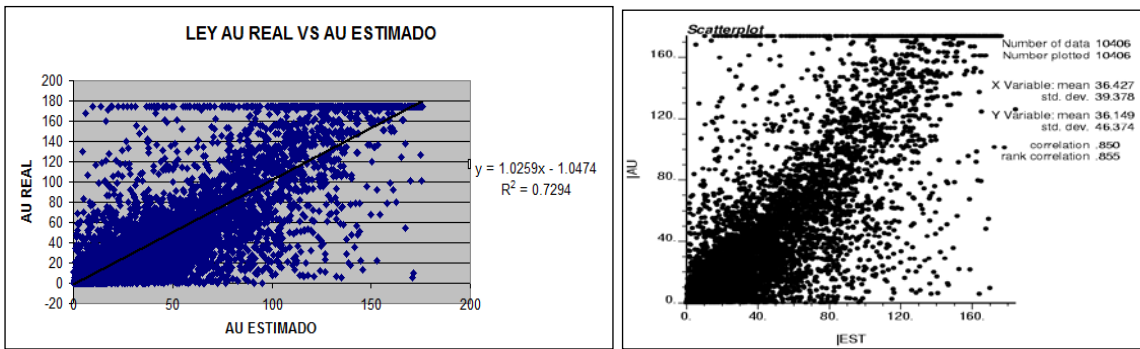


Fig. 47 Gráficos de correlación entre Au real y Au estimado.

De los gráficos se observan que el Au estimado y el Au real tienen una aceptable correlación de 0.85.

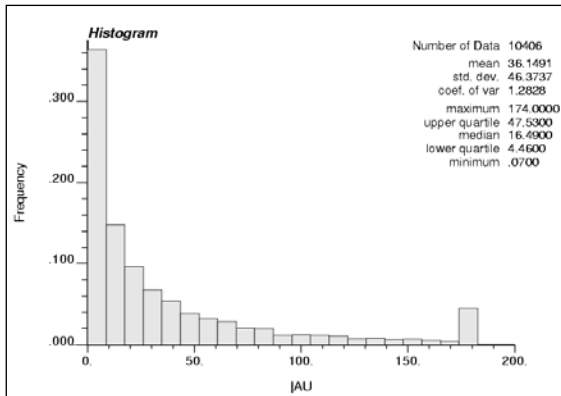


Fig. 48 Leyes de Au real

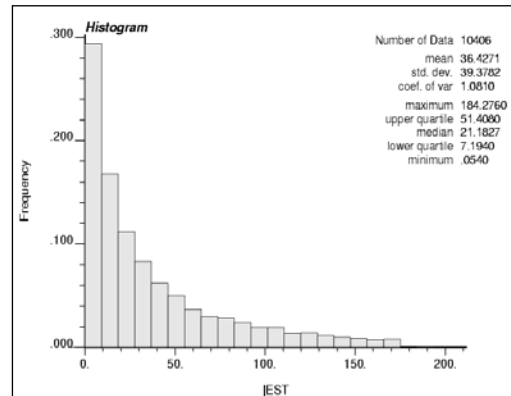


Fig. 49 Leyes de Au estimado

De los gráficos de las figuras 47, 48 y 49, se observa lo siguiente:

- La media en la estimación se mantiene en 36 gr Au/t similar al Au real.
- La desviación estándar en la estimación disminuye de 46 a 39 gr Au/t.
- La varianza en la estimación disminuye de 2150 a 1551 (gr Au/t).
- El máximo valor en la estimación esta en 184 gr Au/t.
- Los valores del cuartil inferior, superior y la media se incrementan en la estimación de 3 a 4 gr Au/t más.

5.2 Clasificación de recursos minerales

Cada block definido en el modelo de bloques y que este dentro del modelo geológico será estimado, usando el método del “**Kriging**”, para lo cual se han definido tres fases con distintos parámetros de influencia. El proceso de cálculo debe seguir un orden, según las fases a estimar.

Fase 1; generará bloques con valores en la categoría de Recursos Medidos. En este caso, hay que tomar en cuenta los alcances 8 y 10 metros, con 03 muestras mínimas para estimar.

Fase 2; generará bloques con valores en la categoría de Recursos indicados. En este caso, son bloques colindantes a la categoría de Recursos Medidos, tomando en cuenta los alcances 12 y 15 metros, con 02 muestras mínimas para estimar.

Fase 3; generará bloques con valores en la categoría de Recursos inferidos. En este caso, son bloques colindantes a la categoría de Recursos Indicados, tomando en cuenta los alcances 20 y 25 metros, con 01 muestra mínima para estimar.

Parámetros Veta Jimena	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Variable a estimar destino	Au_1	Au_1	Au_1
Block estimado	1	2	3
Orientación búsqueda Bearing	50	50	50
Orientación búsqueda Plunge	-13.5	-13.5	-13.5
Orientación búsqueda Dip	4.5	4.5	4.5
Alcance búsqueda eje mayor	8.00	12.00	20.00
Alcance búsqueda eje intermedio	10.00	15.00	25.00
Alcance búsqueda eje menor	2	2	2
Discretización eje X	4	4	4
Discretización eje Y	4	4	4
Discretización eje Z	4	4	4
Mínimo número de muestras	3	2	1
Máximo número de muestras	40	40	40
Anisotropía en eje X (2)	1	1	1
Anisotropía en eje Y (2)	2	2	2
Anisotropía en eje Z (2)	0.2	0.13333	0.06666
Compósito, muestras de sondajes	Grj1	Grj1	Grj1
Compósito, muestras de canales	Grj2	Grj2	Grj2
Variable a estimar origen	Au	Au	Au
Block a estimar	-1	-1	-1

Tabla 10 Parámetros de estimación veta Jimena.

Una vez concluida la estimación de leyes, se delimita las áreas categorizadas de acuerdo a la información anterior.

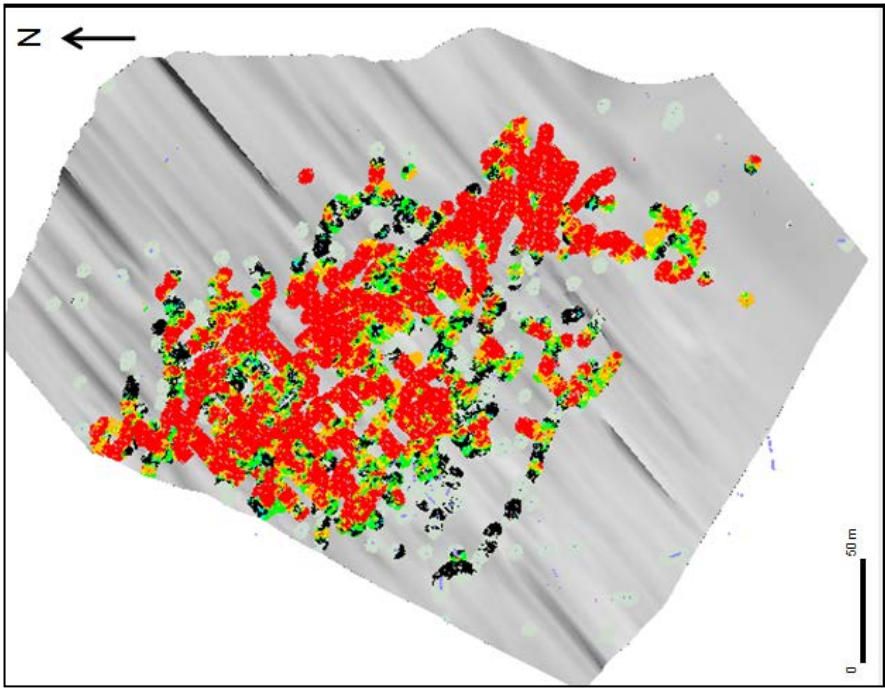


Fig. 50 Recurso mineral Medido (C)

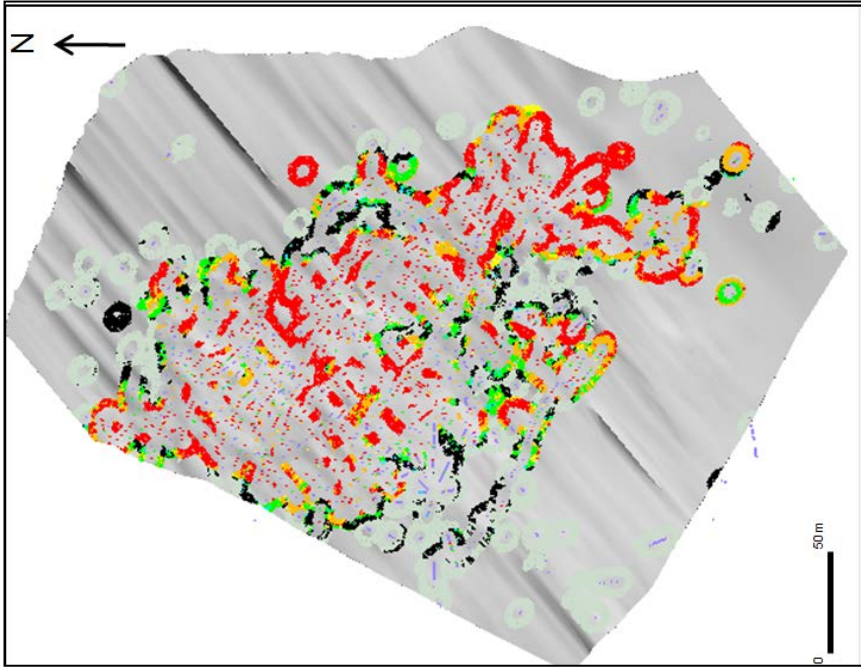


Fig. 51 Recurso mineral Indicado (D)

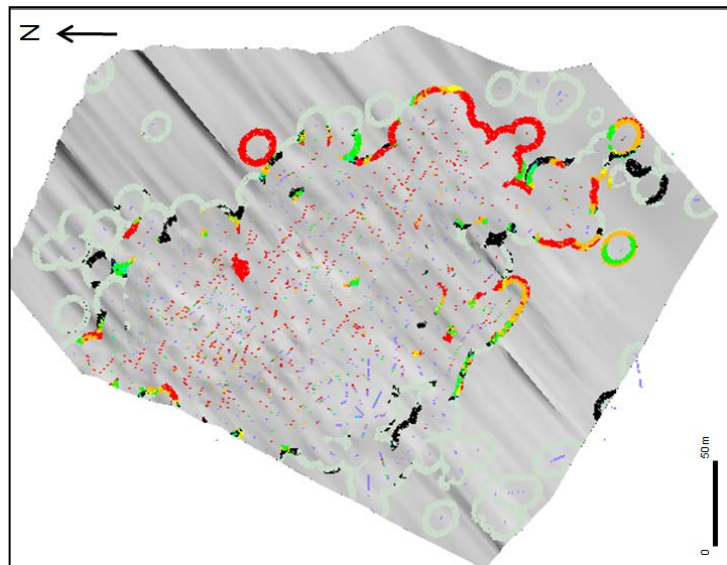


Fig. 52 Recurso mineral Inferido (I)

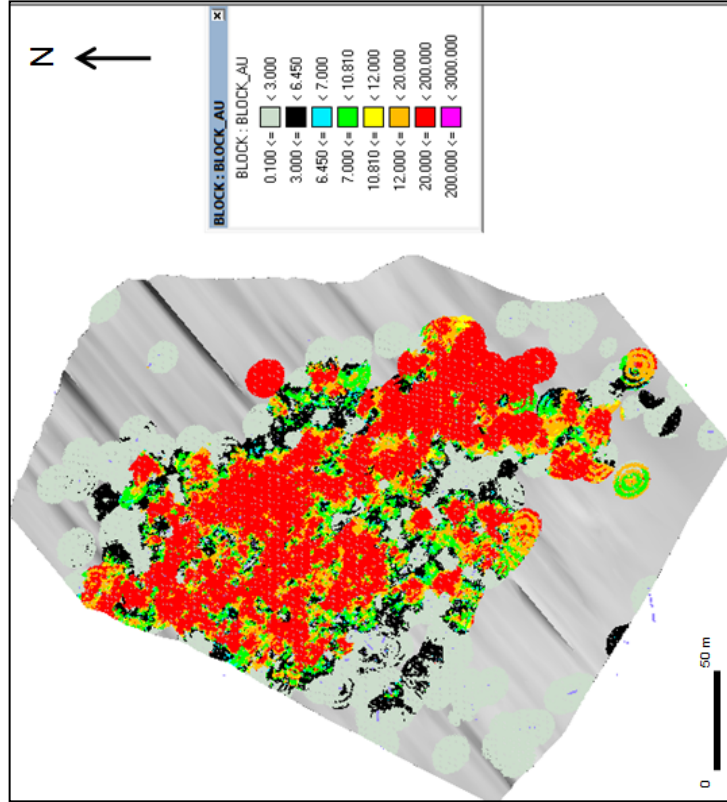


Fig. 53 Recurso mineral total

Comparando la distribución real de muestras y la estimación de recursos con kriging ordinario se observa que hay congruencia entre la estimación de leyes de Au con las leyes reales, en el grafico, la estimación en zonas donde las leyes son bajas se refleja en el mapa de canales de muestreo y en zonas donde no se cuenta con información simplemente el kriging no lo estima.

5.3 Blocks de 50 m x 50 m

Para un mejor control se ha bloqueado el área a 50 m X 50 m, cada block tiene un código de identificación.

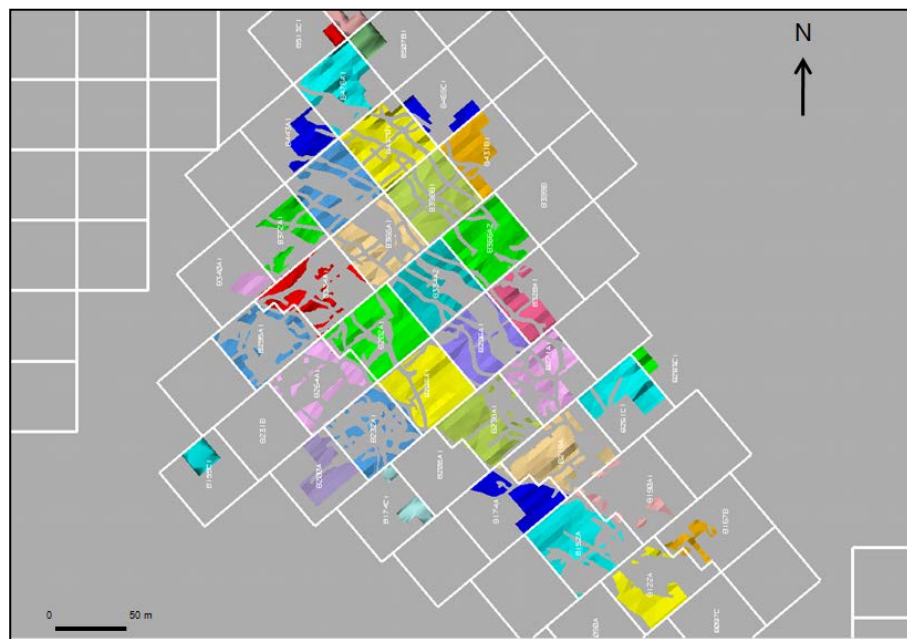


Fig. 54 Bloqueo de 50 X 50 metros veta Jimena.

5.4 Reporte de cubicación

Antes de generar los reportes, debe de ejecutarse la opción de cálculo para cada block estimado.

Veta Jimena

```
if (veta ge 1) then
pot = zlength
tonveta = volume * 2.85
endif
if (pot ge 0.81) then
potdil = (1.0438*(pot)+0.3521)
tonroca = 1.5*1.5*(potdil-pot)*2.7
tonres = tonveta+tonroca
finograu = tonveta * au
finoozau = finograu / 31.103481
audil = finograu / tonres
```

```
endif
```

```
if (pot lt 0.81) then
tonroca =1.5*1.5*(1.20-pot)*2.7
tonres = tonveta+tonroca
potdil = 1.20
finograu = tonveta * au
finoozau = finograu / 31.103481
audil = finograu / tonres
```

```
endif
```

```
área = volume/pot
finograg = tonveta*ag
finoozag = tonveta / 31.103481
dil = (1-(tonveta/tonres))*100
```

Los datos que se analizan en los reportes son:

- a) Veta:** Triangulación estimada en su totalidad o parcialmente del modelo geométrico.
- b) Vol:** Volumen de los cubos definido por $1.5 \times 1.5 \times$ potencia del Modelo
- c) Estim.:** Indicador de estimación, puede ser -1, 1, 2, 3 ó la combinación entre ellos, de acuerdo a los rangos de estimación aplicados.
- d) Tonveta:** Tonelaje sin diluir estimado para cada bloque.
 $\text{Ton SD} = (1.5 \times 1.5 \times \text{Pot. Modelo}) \times 2.85$
- f) Pot.:** Potencia de veta sin diluir estimada de acuerdo al modelo geométrico.
 $\text{Pot.} = \text{Potencia del modelo}$
- g) Pot.dil.:** Potencia de veta estimada de acuerdo a una relación determinada con información histórica de veta Jimena.

if (pot ge 0.78) then
potdil = $(1.0687 \times (\text{pot}) + 0.3618)$
if (pot lt 0.78) then
potdil = 1.20
- h) Tonroca:** Tonelaje estéril, varía según potencia de veta.

if (pot ge 0.78) then
 $\text{tonroca} = 1.5 \times 1.5 \times (\text{potdil} - \text{pot}) \times 2.7$

if (pot lt 0.81) then
 $\text{tonroca} = 1.5 \times 1.5 \times (1.20 - \text{pot}) \times 2.7$
- i) Tonres:** Tonelaje diluido, varía según la potencia de veta.

 $\text{tonres} = \text{tonveta} + \text{tonroca}$
- h) Au:** Ley de Oro estimada con el método del Kriging Ordinario.

5.5 Reconciliación de reservas minerales

Las reservas y recursos minerales que tenga una empresa minera constituyen uno de sus principales valores económicos, por tanto, el grado de certeza del método de estimación permitirá realizar una buena planificación para el desarrollo de la explotación.

El objetivo es conocer la variación que existe en los parámetros de estimación mineral (potencia, ley del mineral, tonelaje y finos extraídos) versus parámetros de mineral roto.

5.5.1 Requerimiento de información

- Planeamiento e Ingeniería a través de su departamento de topografía realiza cada fin de mes el levantamiento topográfico de las aéreas explotadas durante el mes.
- Planeamiento e Ingeniería contornea las aéreas explotadas en el mes en el Software Autocad en extensión dxf como se muestra en la figura 55.

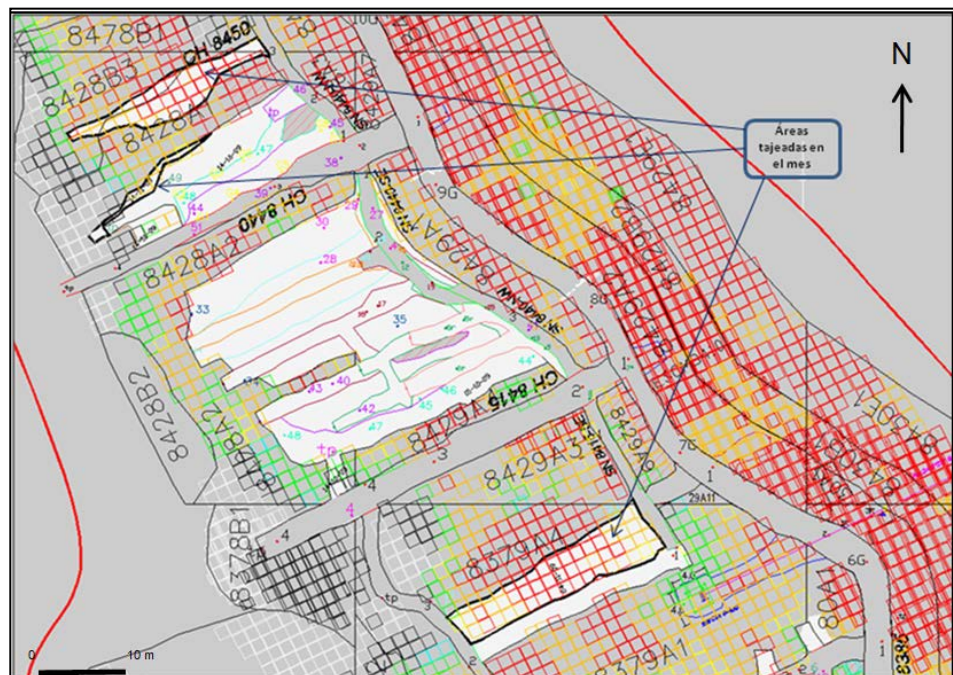


Fig. 55 Áreas tajeadas durante el mes.

- Geología mina ubica espacialmente la data de muestreo de tajos explotados durante el mes.

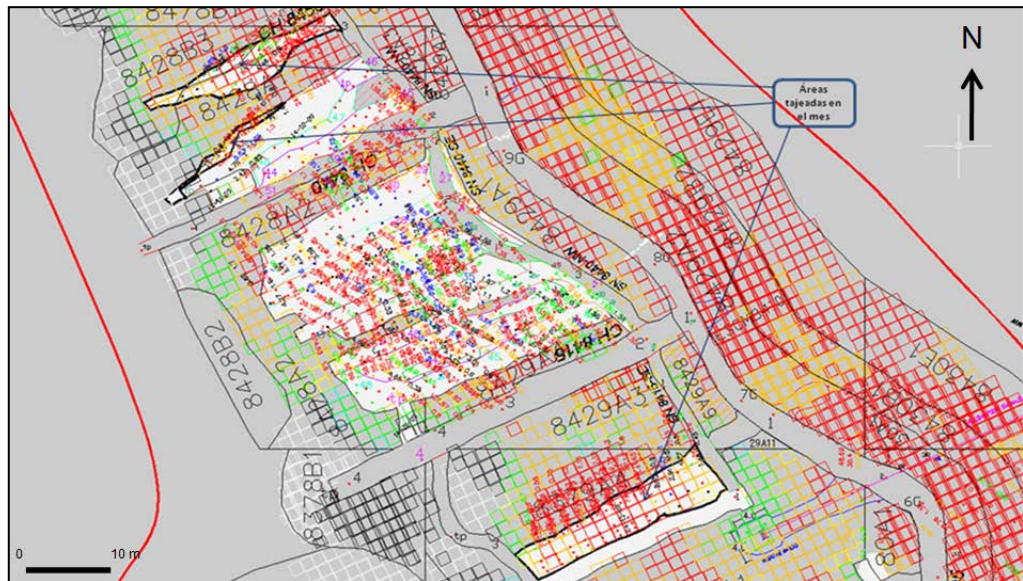


Fig. 56 Ubicación espacial de muestras de canal del sector explotado.

5.5.2 Tratamiento de Información

Los datos de campo tomados por el geólogo de mina (buzamiento de veta, cancha de fin de mes, pallaqueo); además de la información proporcionada por el departamento de topografía (levantamiento topográfico de las áreas extraídas), permiten calcular los índices de gestión (Ton, Ley, Cont. Fino, % dilución).

- El geólogo de mina rebate las aéreas explotadas determinadas por topografía de acuerdo al buzamiento de la veta.
- Tratamiento estadístico de leyes de muestreo en el sistema PG.
- El geólogo de mina realiza el tratamiento estadístico de la data de muestreo eliminando los altos erráticos.

- El geólogo de mina determina el tonelaje, ley, potencia de veta y contenido fino de los tajos explotados durante el mes mediante un reporte. Ver Tabla 12.

CLabor	AltLab	PVeta	LeySd	Area Sd	Vol Sd	Ton Sd	Cont Fino	Pot D	Ley D	Vol D	Ton D	Pall	Pot DIP	Ley DIP	Dil	Cancha
Cancha							1936.40									142.25
1826 TJ 8540	2.45	1.25	31.22	164.04	205.05	584.39	18244.72	2.45	16.35	401.90	1115.88		2.45	16.35	47.60	20.00
1826 TJ 8560	2.85	1.34	10.11	66.59	89.23	254.31	2571.05	2.85	4.89	189.78	525.80		2.85	4.89	51.60	55.00
1840 TJ 8290	2.32	1.55	6.80	24.92	38.63	110.08	748.57	2.32	4.62	57.81	161.89		2.32	4.62	32.00	
1840 TJ 8560	2.20	1.10	18.45	272.73	300.00	855.01	15774.92	2.20	9.47	600.01	1665.02		2.20	9.47	48.70	35.00
1937 TJ 7950	2.90	2.03	36.70	46.15	93.68	267.00	9798.86	2.90	26.10	133.84	375.41		2.90	26.10	28.90	48.00
1937 TJ 8040	2.95	0.96	17.18	92.15	88.46	252.12	4331.46	2.95	5.80	271.84	747.24	25.00	2.85	6.00	65.10	23.00
1987 TJ 7910	2.52	1.22	16.17	261.69	319.26	909.90	14713.03	2.52	8.05	659.46	1828.43		2.52	8.05	50.20	
1987 TJ 7920	2.15	1.10	8.46	106.60	117.26	334.19	2827.26	2.15	4.44	229.19	636.40		2.15	4.44	47.50	25.00
1987 TJ 7915	2.89	1.91	15.71	74.94	143.14	407.94	6408.66	2.89	10.57	216.58	606.23	5.00	2.87	10.66	32.10	20.00
2017 TJ 7860	1.40	1.31	28.00	39.99	52.39	149.30	4180.48	1.40	26.29	55.99	159.02		1.40	26.29	6.10	
2017 TJ 7870	1.39	1.32	28.63	65.20	86.06	245.28	7022.42	1.39	27.26	90.63	257.61		1.39	27.26	4.80	

Tabla 12 Reporte de control de mineral roto de veta Jimena durante el mes.

5.5.3 Reconciliación de recursos minerales

- El geólogo de exploración recorta las áreas explotadas durante el mes de los blocks estimados en el software vulcan.

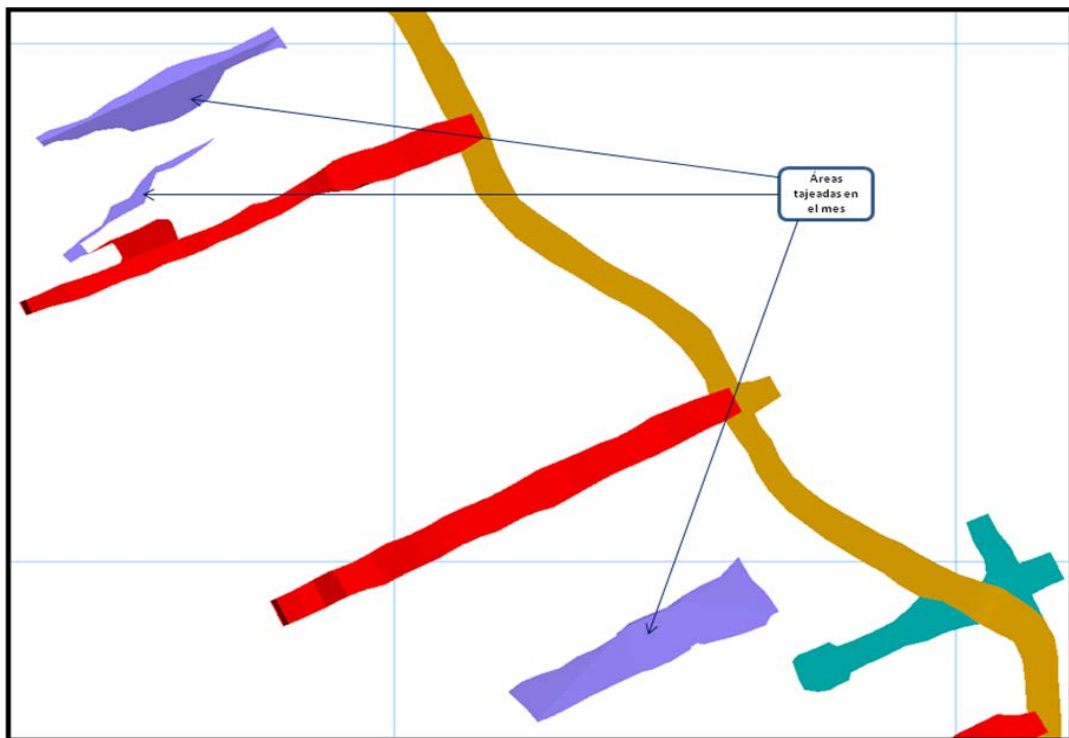


Fig 57 Blocks explotados en 3D.

- El geólogo de exploración realizar el procesamiento de datos en el software Vulcan.
- El geólogo de exploración exporta el reporte de blocks explotados al software Excel. Ver tabla 13

Table: REGION										
Region	Area	Pot	Au	Tonveta	Potdil	Audil	Tonres	Finograu	Dil	Finoozau
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J4TJ8540NV.1826	103.50	1.67	43.04	487.35	2.10	34.72	605.97	20974.83	19.55	674.36
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J4TJ8560NV.1826	58.50	1.63	16.09	247.52	2.05	12.95	313.64	3982.54	20.80	128.04
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J4TJ8560NV.1840	222.75	1.17	13.46	682.29	1.59	9.88	943.73	9180.02	26.69	295.14
Total	384.75	1.42	24.09	1417.16	1.85	18.96	1863.34	34137.38	23.21	1097.54
Region	Area	Pot	Au	Tonveta	Potdil	Audil	Tonres	Finograu	Dil	Finoozau
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J5TJ8290NV.1840	24.75	1.57	9.24	110.30	1.99	7.37	138.40	1019.03	20.30	32.76
Total	24.75	1.57	9.24	110.30	1.99	7.37	138.40	1019.03	20.30	32.76
Region	Area	Pot	Au	Tonveta	Potdil	Audil	Tonres	Finograu	Dil	Finoozau
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J6TJ7860NV.2017	36.00	1.85	34.42	182.12	2.28	27.97	223.90	6268.50	18.59	201.54
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J6TJ7870NV.2017	63.00	1.49	29.74	260.35	1.91	23.41	331.04	7743.76	21.29	248.97
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J6TJ7915NV.1937	69.75	1.45	16.31	250.09	1.87	12.32	328.98	4077.87	23.35	131.11
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J6TJ7920NV.1937	81.00	1.26	14.63	283.43	1.67	11.13	372.28	4145.85	23.77	133.29
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J6TJ7950NV.1937	40.50	1.46	40.25	132.10	1.92	30.34	188.20	5317.47	25.65	170.96
Cubicaciones.triCubicación Exp_12_09\J6TJ8040NV.1937	90.00	1.16	19.21	287.28	1.56	14.29	384.92	5518.59	25.26	177.43
Total	380.25	1.41	23.70	1395.36	1.83	18.30	1829.31	33072.04	23.04	1063.29

Tabla 13 Reporte en Vulcan de blocks explotados en el mes veta Jimena.

- Comparación de datos del reporte Vulcan con mineral roto del control de reservas extraídas realizadas por los Geólogos de operación mina. Ver tabla 13.
- Obtener índices de potencia (m.), ley (GrAU/TM), toneladas (TMS) y finos (Oz.) ver tabla 14.

MES	Datos										
	TON_SD_CUB	*POT_SD_CUB	*LEY_SD_CUB	*FINOS_OZ_CUB	FAC_POT_SD	FAC_LEY_SD	FAC_FINOS	TON_SD_CMGEO	*POT_SD_CMGEO	*LEY_SD_CMGEO	*FINOS_OZ_CMGEO
Total Ene-09	5,773	1.31	24.22	4,496	0.89	1.26	0.95	7,677	1.47	19.22	4,745
Total Feb-09	4,459	1.32	17.62	2,525	0.85	0.89	0.64	6,181	1.56	19.74	3,923
Total Mar-09	5,720	1.34	22.63	4,163	0.93	1.08	0.87	7,069	1.44	21.03	4,779
Total Abr-09	4,931	1.29	22.64	3,590	0.82	1.01	0.80	6,250	1.56	22.41	4,503
Total May-09	2,718	1.38	27.54	2,407	0.96	1.24	0.83	4,046	1.44	22.30	2,900
Total Jun-09	2,923	1.30	23.34	2,194	1.02	1.12	0.95	3,460	1.27	20.79	2,312
Total Jul-09	2,129	1.23	19.73	1,350	0.98	0.65	0.34	4,138	1.25	30.18	4,015
Total Ago-09	4,198	1.07	27.22	3,674	0.75	1.08	0.78	5,810	1.44	25.10	4,689
Total Sep-09	3,537	1.07	32.84	3,735	0.99	0.98	0.87	3,961	1.08	33.54	4,270
Total Oct-09	4,667	1.03	33.21	4,983	0.85	0.90	0.68	6,168	1.21	37.10	7,357
Total Nov-09	4,250	1.03	32.43	4,431	0.74	1.02	0.70	6,176	1.39	31.86	6,325
Total Dic-09	5,474	1.16	30.63	5,391	0.90	1.00	0.85	6,388	1.29	30.72	6,309
Total general	50,778	1.20	26.30	42,338	0.87	1.01	0.77	67,323	1.37	25.93	56,127

Tabla 14 Comparación de reportes Control de mineral vs Estimación de recursos.

CONCLUSIONES

El yacimiento de Poderosa en el Batolito de Pataz es un sistema de vetas mesotermales de cuarzo-oro ubicado al margen occidental del Batolito de Pataz.

A escala regional la mineralización se localiza en estructuras que siguen un lineamiento NNW.

Se observa fuerte control litológico y estructural en la continuidad de las vetas y en el contenido de oro.

La distribución de las leyes de Au es sesgada (skewness positivo).

Los altos erráticos (outliers) influyen considerablemente el resultado del estudio estadístico (desviación estándar y varianza principalmente).

La correlación espacial de leyes de Au (variogramas) es normal y cíclica en algunos casos.

La correlación espacial de leyes de Au no presenta deriva.

La correlación espacial de leyes de Au presenta dos estructuras que actúan a diferente escala.

Los rangos de los variogramas varían en función de la dirección (anisotropía geométrica).

La correlación es alta (85%) entre la ley real y la ley estimada.

Se refleja la congruencia entre la estimación de leyes de Au con las leyes reales en el mapa de estimación.

De la reconciliación se concluye lo siguiente:

La potencia de la veta en la estimación es menor en 12% que la potencia real.

La ley estimada es mayor que la ley real en 1.4%.

Se presenta una variación considerable respecto al área estimada y el área real.

Se presenta una variación considerable respecto al total de finos estimados y finos reales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar la misma metodología a los otros sistemas de vetas en Poderosa.

La validación de los datos de muestreo (potencia de veta y ley de Au) debe ser realizada por los geólogos de Ore control.

Los geólogos de Ore control, deben validar la data gráfica de muestreo, con la ubicación espacial de canales de muestreo antes de iniciar la estimación de leyes de Au.

Ajustar el modelo geométrico con la información gráfica de canales de muestreo con el fin de evitar sectores sin estimar.

Eliminar los altos erráticos (outlier) o en su defecto colocar el promedio de las leyes vecinas.

Separar las muestras por dominios estructurales y geológicos.

Realizar el QA/QC con estándares y blancos para asegurar la calidad de la información y certificar la estimación de las reservas minerales.

Las áreas de estimación y las áreas de control de mineral durante la reconciliación deben ser las mismas.

Realizar la estimación de Recursos Minerales solo con sondajes y comparar con la estimación de canales de muestreo.

Estimar con otros métodos de estimación (vecinos más cercanos e Inverso de la distancia (IDW)) y comparar con la estimación con Kriging.

Realizar la estimación de recursos minerales variando el número de muestras.

REFERENCIAS

- Cueva, F., 1987, Geología General y Económica del Distrito de Pataz – La Libertad; Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
- Daigneault, R., Guha, J., Trembley, E., Lavoie, J., 2003, Estudio Estructural de las Vetas Mercedes y Consuelo, Université du Québec à Chicoutimi, Canada.
- De Lucio, 1905, Potencial de las materias primas en Pataz. (Según información de Cueva, F. en el congreso de geología VIII).
- Haerberlin, Y. (2001) Geological and structural setting, age, and geochemistry of the orogenic gold deposits at the Pataz province, eastern Andean cordillera, Peru.
- Haerberlin, Y., 2002, Geological and Structural Setting, Age, and Geochemistry of the Orogenic Gold Deposits at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Peru; Section des Sciences de la Terre, Université de Genève, Suisse.
- Haerberlin, Y., Moritz, R., Fontbotè, L., Cosca, M., 2004, Carboniferous Orogenic Gold Deposits at Pataz, Eastern Cordillera, Peru : Geological and structural Framework, Paragenesis, Alteration, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Geochronology ; Economic Geology, Vol. 99, pp. 73-112.
- Macfarlane, A.W., Tosdal, R. M., Vidal, C. E., Paredes, J. 1999, Geologic and Isotopic Constraints on the Age and Origin of Auriferous Quartz Veins in the Parcoy Mining district, Pataz, Peru, Cap. 8; Section des Sciences de la Terre, Université de Genève, Suisse.
- Miranda, C., 1997, Secuencia paragenética de yacimientos auríferos del batolito de Pataz.
- Oré, C., 2006, Caracterización y Rol de las Fallas (E-W) Secantes en la Mineralización Aurífera Filoniana del Batolito de Pataz, Peru; Université du Québec à Chicoutimi, Canada.
- Schreiber, D.W., 1989, Las Vetas Auríferas de Pataz y su Génesis en el Marco de la Evolución Geológica de la Cordillera Oriental del Norte del Perú; Mineralogisch – Petrographisches Institut, Heidelberg, Alemania.

ANEXO

ABREVIATURAS

ROCAS MAGMATICAS

f	Roca felsica indiferenciada	hyp	Hipabisal/subvólcanico
i	Roca intermediaria indiferenciada	volc	Volcánico
b	Roca básica indiferenciada	apl	Aplita
ub	Roca ultrabásica indiferenciada	pgm	Pegmatita
int	Intrusivo	Imp	Lamprófidio

gr	Granito	sy	Sienita
gd	Granodiorita	hbt	Hornblendita
dr	Diorita	pxt	Piroxenita
gb	Gabro	pdt	Peridotita
mnz	Monzonita	dun	Dunita
adm	Adamellita (Qz-Monzonita)	cbt	Carbonatita

rl	Riolita	lat	Latita
da	Dacita	tr	Traquita
rda	Riodacita	phn	Fonolita
to	Tonalita	lpt	Lamproita
and	Andesita	gls	Vidrio volcánico
bas	Basalto	obs	Obsidiana

ROCAS METAMORFICAS

mtm	Roca metamórfica indiferenciada	gns	Gneis
sk	Skarn	mig	Migmatita
hfs	Hornfels	gnl	Granulita
qzt	Cuarcita	spt	Serpentinita
mar	Mármol	gsch	Esquisto verde
sl	Pizarra	amph	Anfibolita
phy	Filita	bsch	Esquisto azul
sch	Esquisto	ecl	Eclogita

ALTERACIONES

arg	Argílica (CLY, kao, qz, py)	opal	Opalización
aa1	Argílica avanzada (qz-ahn)	chlo	Cloritización
aa2	Argílica avanzada (qz-CLY [kao, mmt, ill, dck])	Seri	Sericitización
prop	Propilitización (CHL, CB, py)	kaol	Caolinización
phyl	Alteración filica (qz, ser)	alun	Alunitización
adul	Adularia (qz-adl - adl-qz)	tour	Turmalinización
k	Alteración potásica (KFSP, qz)	carb	Carbonatización
silf	Silicificación	epid	Epidotización
silx	Sílice lixiviada (residual)	albi	Albitización

DIVERSAS

//(s)	paralelo(s)	clv	clivaje
(+)	traza	cmt	cemento
+	levemente	cnt	contacto
++	moderadamente	delez	deleznable
+++	intensamente	detr	detríto/~ítico
abd	abundante	diag	diagénesis/~tico
aph	afanítico	disconf	disconformidad
agg	agregado	discord	discordancia/~ante
aggl	aglomerado	diss	diseminado
isol	aislado	di	dique
alt	alteración	elong	elongado
ang	anguloso	euh	euhedral
anh	anhedral	fa	falla
assoc	asociado	pheno(s)	fenocristal(es)
band	banda/~eado	fluid	fluido/fluidal
blk	bloque(s)	fn	fino
bm	basamento	fol (s1)	foliación/foliado
bw	boxwork	frac	fractura/miento
bx	brecha	fracd	fracturado
bxh	brechado	frag	fragmento
dip	buzamiento	cs	grueso
carbnc	carbonoso/~áceo	hyal	hialino
carbnt	carbonatado	hydrot	hidrotermal
impreg	impregnación	hypog	hipógeno
incl	inclusión	holox	holocristalino
inf	inferior	hor	horizonte
int	intrusivo	perm	permeabilidad
intercal	intercalación	por	pórfido/~rítica
intergr	intercrecimiento	pors	porosidad/~oso
interdigit	interdigitando	porpr	porosidad primaria
intergrn	intergranular	porsc	porosidad secundaria
irr	irregular		(vugs, molds)
intst	intersticial	pot	potencia
lam	laminación	prim	primario
lent	lenticular	qz	cuarzo/cuarcífero

lit	lítico	rc	roca
lith	litología/~ico	rnd	redondeado
lx	lixiviado	repl	reemplazando
mass	masivo	fill	relleno/~ando
md	medio	rem	remanente
mtm	metamorfito/~ico	rxld	recristalizado
mfrac	microfracturas	sac	sacaroides
mgrn	microgranular	sang	subangular
min	mineral/~izado	sec	secundario
mtx	matriz, pasta	St:	estructura
mvnls	microvenillas	stw	stockwork
mx	microcristalino	shed	subhedral
oblit	obliterado	superf	superficie/~ial
parc	parcial/~mente	superg	supérgeno
part	Partícula	svert	subvertical
trc	traza (+)	svolc	subvolcánica
tx	Textura	terr	terroso
vert	Vertical	volc	volcánico
vn	veta/vena/filón	xx	crisales
vnls	venillas (<1cm)	xld	cristalizado

COLORES

wht	blanco	bl	azul
blck	negro	crm	crema
gry	gris	or	anaranjado
lt	claro	brw	marrón
dk	oscuro	red	rojo
ye	amarillo	gre	verde

GRUPOS MINERALES

CLY	Arcillas	LIM	Limonita
CB	Carbonatos (p. ej. FeCB)	MC	Micas
CHL	Cloritas	OX	Oxidos (p. ej. FeOX, MnOX)
NE	Elementos nativos	PLG	Plagioclasas
KFSP	Feldespatos potásicos	PX	Piroxenos
FSP	Feldespatos	SIL	Silicatos
GRN	Garnets	SUL	Sulfuros (p. ej. CuSUL)

ESPECIES MINERALES

ab	Albita	phl	Flogopita
aln	Alunita	fl	Fluorita
add	Andradita	gn	Galena
anh	Anhidrita	goe	Goethita
an	Anortita	ha	Halita
Sb	Antimonio	hm	Hematita
ap	Apatito	hbl	Hornblenda
As	Arsenico	il	Ilmenita
apy	Arsenopirita	jar	Jarosita
S	Azufre	jsp	Jaspe
ba	Baritina	mt	Magnetita
be	Berilio	mcl	Microclina
bt	Biotita	mus	Muscovita
ca	Calcita	Au	Oro
cpy	Calcopirita	or	Ortoclasa (Ortosa)
kao	Caolinita/Caolín	py	Pirita
clc	Clinocloro	prph	Pirofilita
cr	Cromita	po	Pirrotita
qz	Cuarzo	Ag	Plata
dps	Diópsido	tal	Talco (Esteatita)
el	Electrum	tre	Tremolita
ep	Epidota	tour	Turmalina
sph	Esfalerita	ser	Sericita
spn	Esfena (Titanita)	zr	Zircón

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plano de ubicación
Figura 2	Vista panorámica de unidades de producción.
Figura 3	Proceso de estimación de leyes de Au.
Figura 4	Sección transversal Batolito de Pataz
Figura 5	Plano geológico regional.
Figura 6	Rocas plutónica presentes en batolito de Pataz.
Figura 7	Mapa litológico del distrito minero de Pataz.
Figura 8	Hornfels.
Figura 9	Sistema de fallas y distribución espacial de ore shoots.
Figura 10	Distribución de los ore shoots en la veta Jimena.
Figura 11	Modelo de control de ore shoot
Figura 12	Distribución espacial de los ore shoots alineados al oeste del Batolito de Pataz.
Figura 13	Sección longitudinal muestra posición de ore shoots.
Figura 14	Veta Jimena con mineralización económica.
Figura 15	Alteración fílica en diferentes tipos de rocas.
Figura 16	Alteración en rocas acidas
Figura 17	Alteración en diorita
Figura 18	Hornblendita con textura leoparda.
Figura 19	Alteración Mariposita (fushita).
Figura 20	Sistema de vetas Zona Norte del Batolito de Pataz.
Figura 21	Modelo geológico estructural de la veta Jimena 3 y 4.
Figura 22	Modelo geológico estructural de la veta Glorita 2.
Figura 23	Corte transversal veta Jimena.
Figura 24	Vista espacial del modelo geométrico de la veta Jimena con ubicación de taladros de perforación diamantina.

- Figura 25 Distribución de canales de muestreo en veta Jimena.
- Figura 26 Labores mineras en 3D veta Jimena.
- Figura 27 Cartografiado geológico veta Jimena.
- Figura 28 Veta Jimena sección transversal.
- Figura 29 Veta Jimena el modelo se ajusta según una sección N50 de un set de Planos verticales c/ 5 o 10 m, de acuerdo a la sinuosidad de la veta y en la dirección del buzamiento.
- Figura 30 Modelo tridimensional de veta Jimena.
- Figura 31 Histogramas de frecuencias de Au de canales de muestreo.
- Figura 32 Gráficos acumulados y probabilidad de Au de canales de muestreo.
- Figura 33 Histograma de Au sin las 13 muestras de canales de muestreo eliminadas.
- Figura 34 Distribución normal de potencias de veta Jimena.
- Figura 35 Gráficos acumulado y de probabilidad.
- Figura 36 Histograma de Au compositados a 1 metro.
- Figura 37 Distribución sesgada de compositos de Au canales y DDH sin acotar y acotados a 174 GrAu/TM.
- Figura 38 Mapa de distribución de compositos de Au + DDH.
- Figura 39 Mapa variográfico vista en planta.
- Figura 40 Mapa variográfico en sección transversal perpendicular al eje mayor.
- Figura 41 Correlación lineal espacial de leyes de Au.
- Figura 42 Modelo variográfico de distribución espacial de leyes de Au sin estandarizar.
- Figura 43 Modelo variográfico de distribución espacial de leyes de Au estandarizado.
- Figura 44 Parámetros de los variogramas estandarizados.
- Figura 45 Ubicación espacial del modelo matriz.
- Figura 46 Variogramas direccionales.

- Figura 47 Gráficos de correlación entre Au real y el Au estimado
- Figura 48 Leyes de Au real.
- Figura 49 Leyes de Au estimado.
- Figura 50 Recurso mineral Medido (C).
- Figura 51 Recurso Indicado (D).
- Figura 52 Recurso Inferido (I).
- Figura 53 Recurso total.
- Figura 54 Bloqueo de 50 X 50 metros veta Jimena.
- Figura 55 Áreas tajeadas durante el mes.
- Figura 56 Ubicación espacial de muestras de canal del sector explotado.
- Figura 57 Blocks explotados en 3D.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Vías de acceso.
Tabla 2	Producción de onzas de Au en el Batolito de Pataz.
Tabla 3	Delimitación del proyecto Jimena.
Tabla 4	Tabla de sensibilización.
Tabla 5	Direcciones principales de anisotropía
Tabla 6	Dimensiones del modelo matriz y las subceldas a generar.
Tabla 7	Variables de estimación.
Tabla 8	Triangulación de veta Jimena a estimar.
Tabla 9	Cuadro de leyes de Au real con leyes de Au estimadas.
Tabla 10	Parámetros de estimación veta Jimena.
Tabla 11	Reporte de estimación de Recursos Minerales veta Jimena.
Tabla 12	Reporte de control de mineral roto de veta Jimena durante el mes.
Tabla 13	Reporte en Vulcan de blocks explotados en el mes veta Jimena.
Tabla 14	Comparación de reportes Control de mineral vs Estimación de recursos.