



Impulsado por
los Rendimientos

**GEOLOGÍA
Y**

MODELO DE RECURSOS DE ZALDIVAR

Miguel Calvo F., Jefe Geología y Exploraciones CMZ



BARRICK

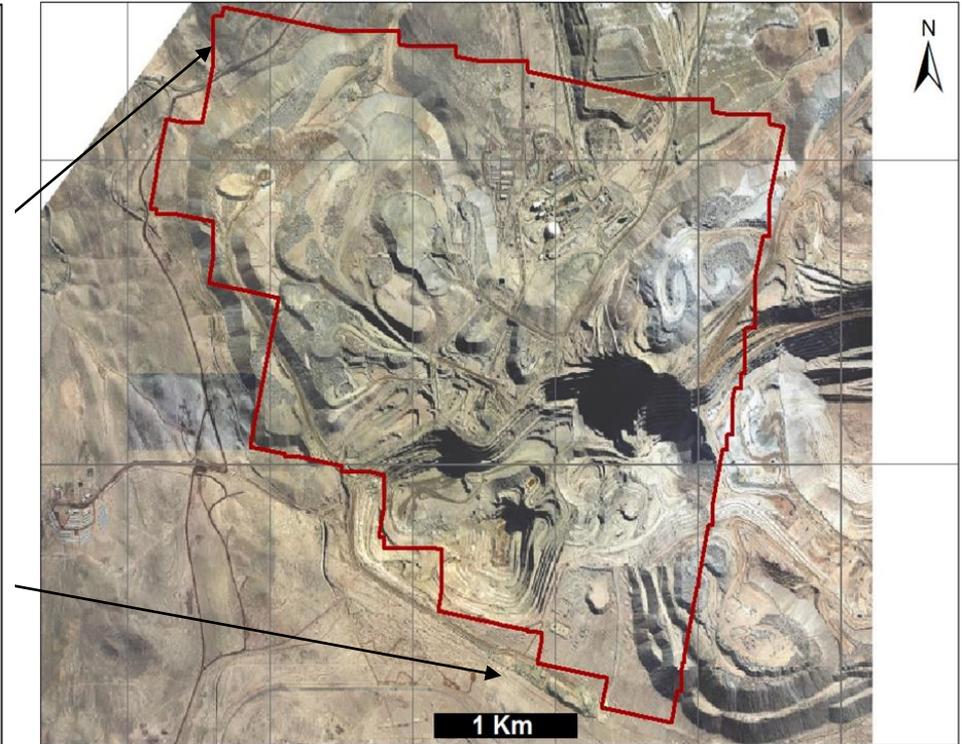
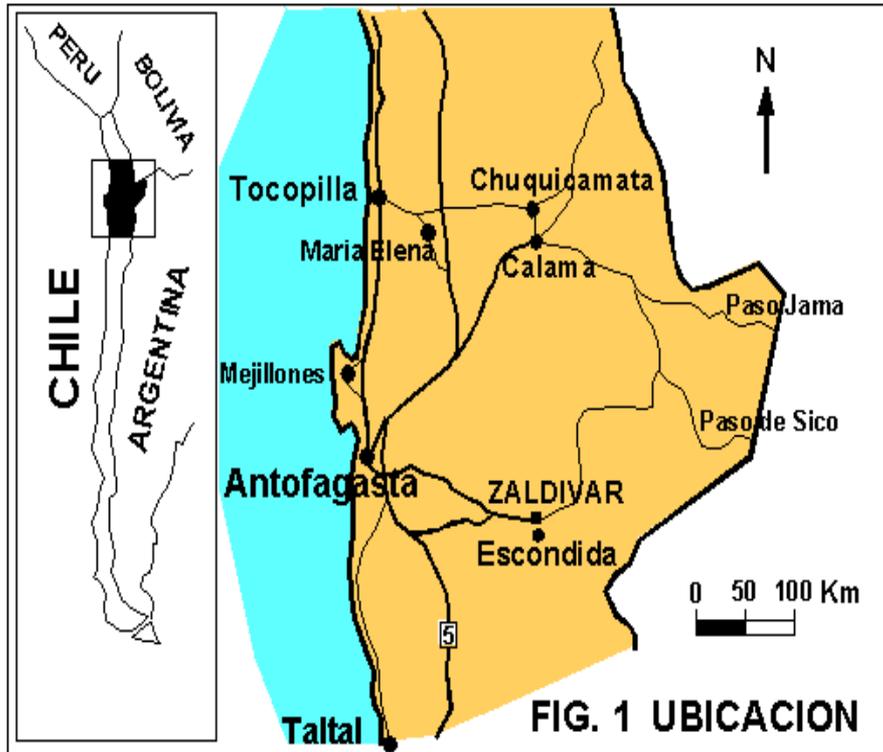
SEMINARIO

**"PRÁCTICAS INTERNACIONALES PARA LA ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y
RESERVAS MINERAS"**

Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras

7 Mayo 2014

UBICACIÓN Y ACCESOS

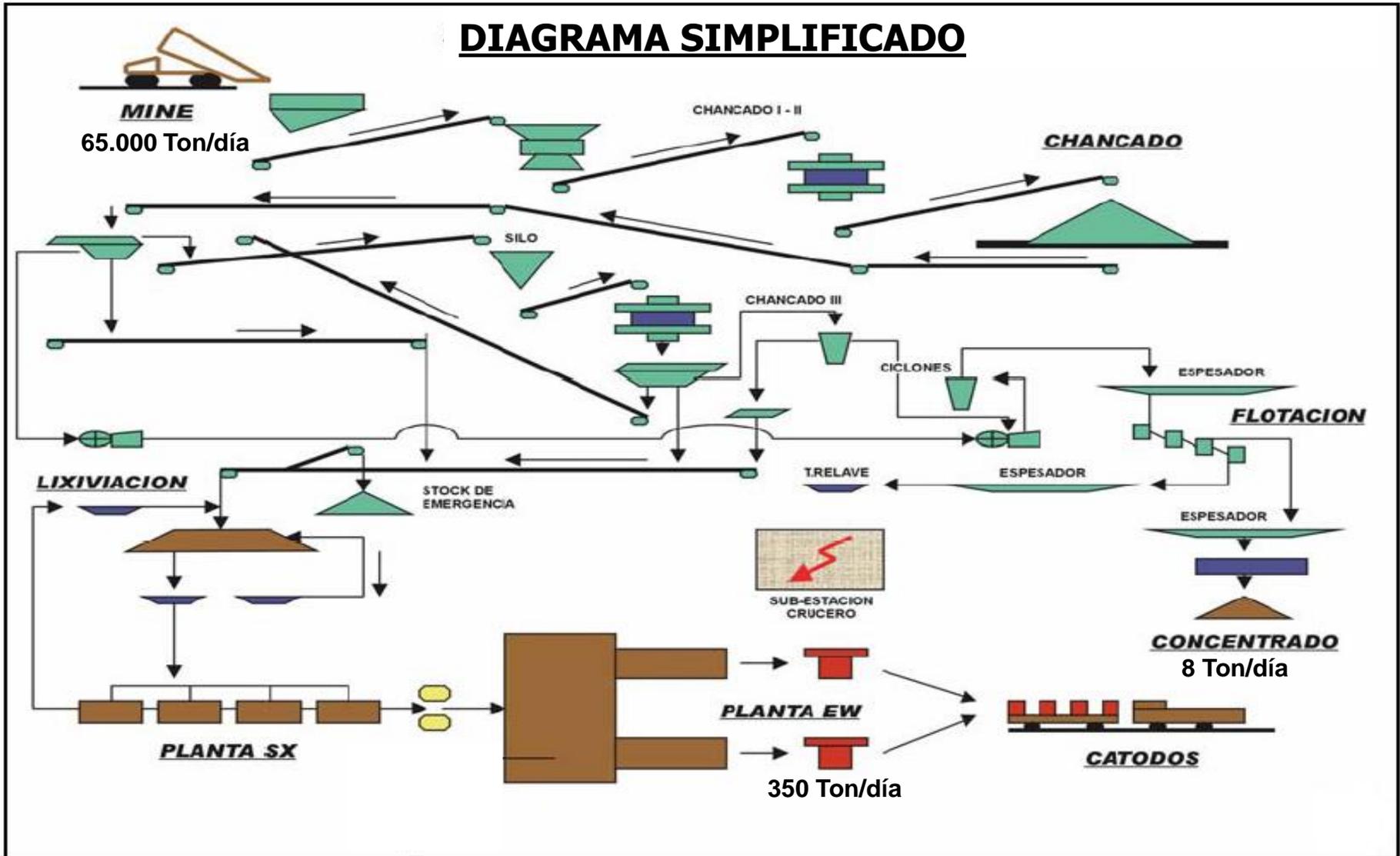


El Yacimiento Zaldívar se ubica en la Precordillera de la II Región de Chile, a 175 Km al NE de la ciudad de Antofagasta y a una altitud promedio de 3.200 m.s.nm.

Acceso por ruta internacional B.- 475

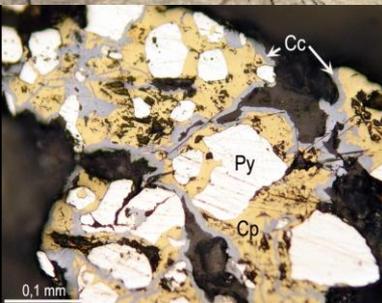
Mov. Mina 228.000 Ton/día - DL (ROM) 60.000 Ton/día

DIAGRAMA SIMPLIFICADO



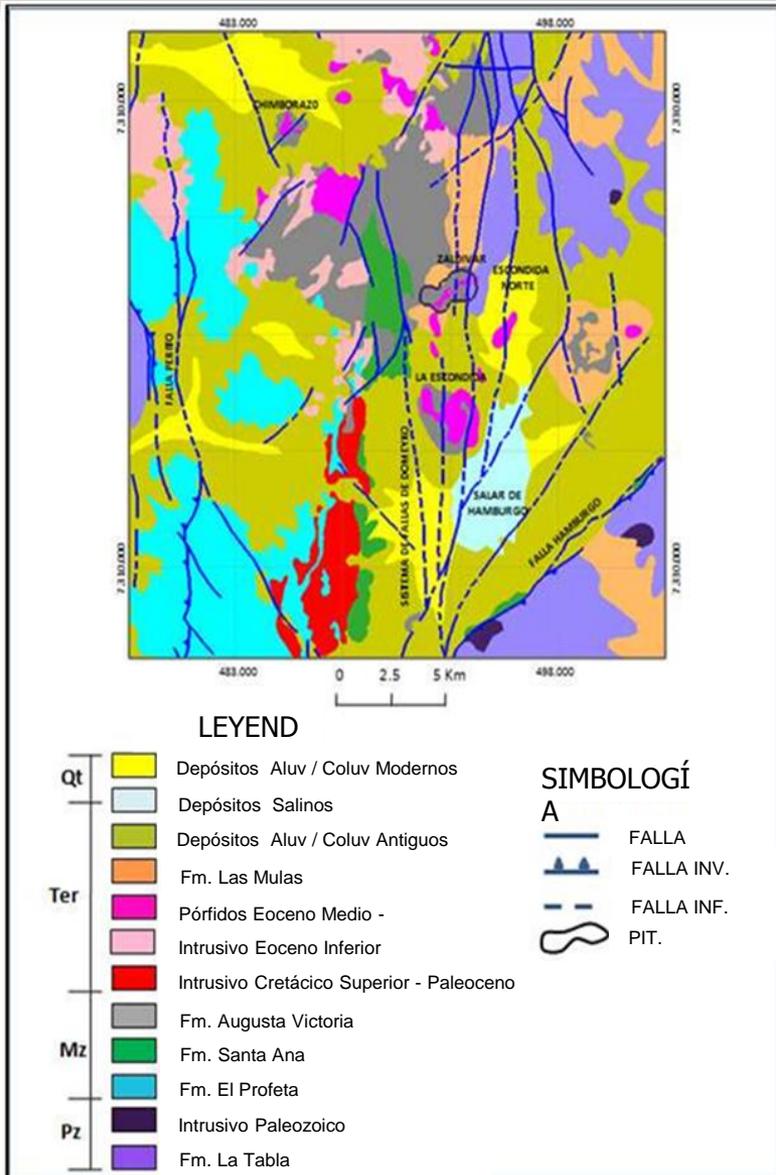


ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

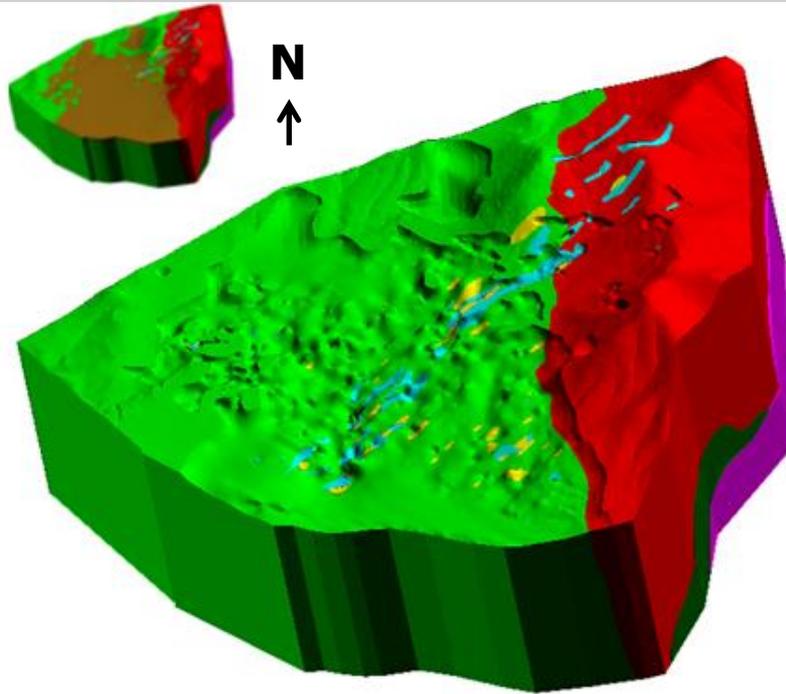


RASGOS PRINCIPALES

- Sistema estructural principal: Falla de Domeyko (N-S).
- Unidades Geológicas:
- Hacia el Este, presencia DE las secuencias volcano-clásticas del Pz Superior –Tr. (Fm. La Tabla, Agua Dulce).
- Hacia el Oeste se observan las secuencias sedimentarias y volcánicas del Mz. (Fm. Profeta, Fm. Santa Ana y Fm. Augusta Victoria).
- Presencia de intrusivos del Kr Sup. Tt. Inferior orientados en direccion N-S siguiendo el patron estructural de Falla Domeyko.
- En Amarillo los depósitos aluviales de la Fm. Pampa de Mulas (Mioceno) y depósitos recientes.

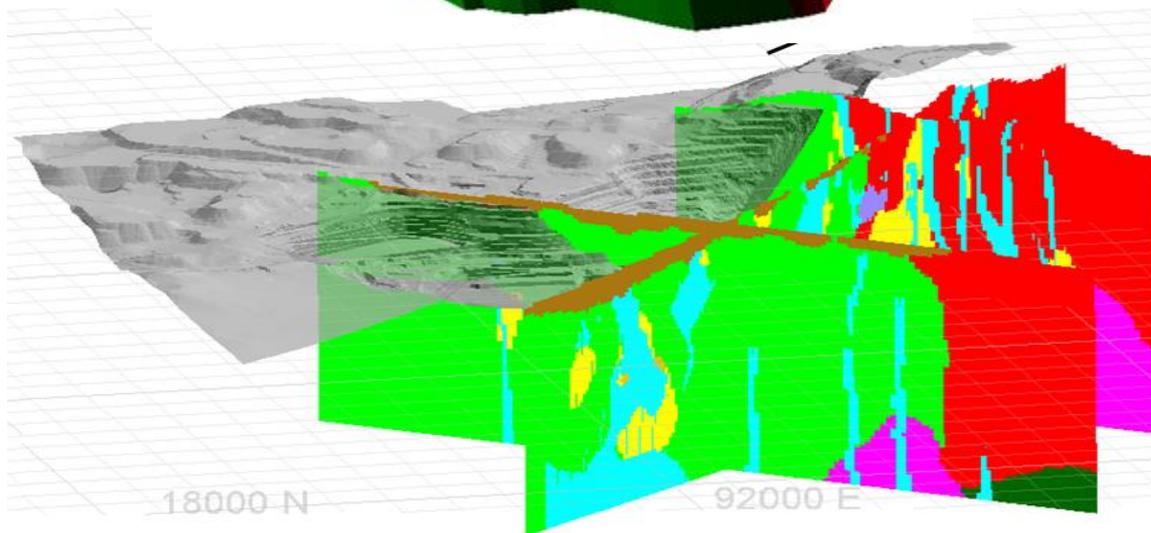


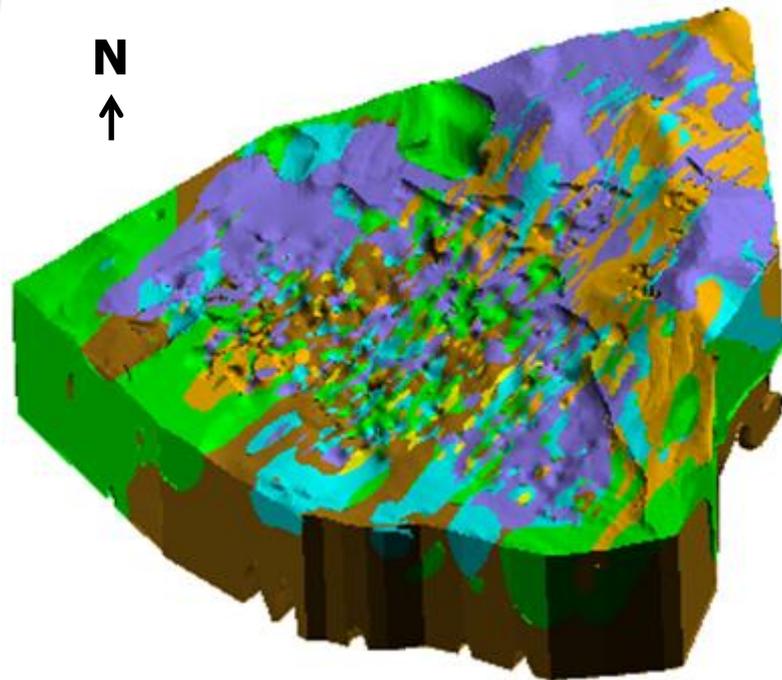
LITOLOGÍA DEL DEPÓSITO



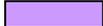
LEYENDA

Tt		GRAVAS
		PORFIDO LLAMO TARDÍO
		BRECHAS HIDROTERMALES
Kr		PORFIDO LLAMO MINERALIZADO
		ANDESITA Fm A. VICTORIA
Pz Sup -Tr		COMPLEJO PALEOZOICO(ZPY) Fm. La Tabla, Fm. Agua Dulce Intrusivos.

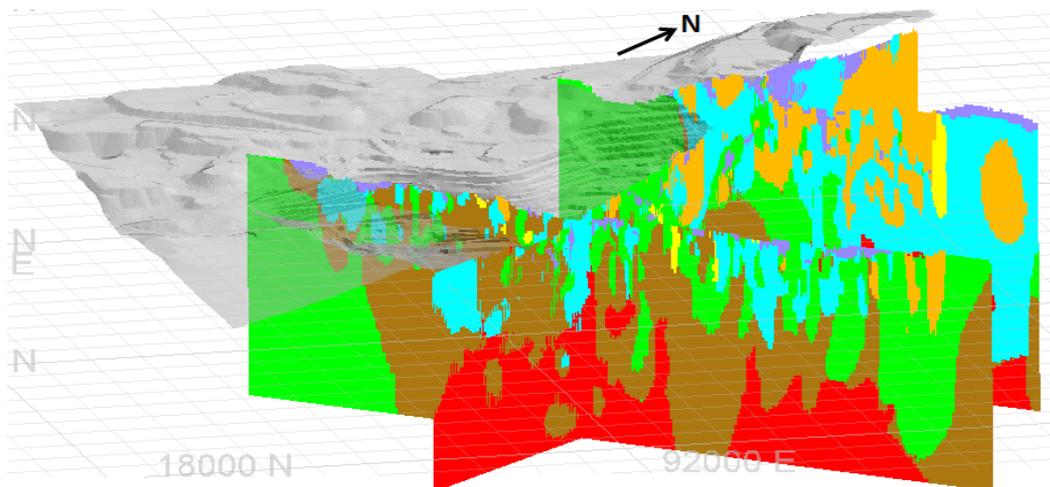




Eo-Mio

<u>LEYENDA</u>	
	ARGILICA
	CUARZO - SERICITICA
	CLORITICA
	SILICEA
	BIOTITICA
	POTASICA-BIOTITICA

- QTZ-SERICITA ES LA PRINCIPAL ALTERACIÓN ASOCIADA A MINERALIZACIÓN, SE EMPLAZA EN TODAS LAS UNIDADES Y PRINCIPALMENTE EN EL PORFIDO LLAMO.
- SILICIFICACIÓN Y QTZ-SERICITA ALTERACIONES BIEN DESARROLLAS EN EL PÓRFIDO ZALDIVAR.
- ALTERACIÓN BIOTÍTICA Y BIOTÍTICA-CLORÍTICA ESTÁN PRESENTES PRINCIPALMENTE EN LAS ANDESITAS Y AREALMENTE MAS DESARROLLADAS.



ESTADOS DE ALTERACIÓN / MINERALIZACIÓN

ETAPA	ALTERACIÓN	GENERACION DE VETILLAS PROGRESIÓN	MINERALIZACIÓN	OBSERVACIONES
TARDIMAGMÁTICA	Biotítica pervasiva	1° Vetillas Bio - Mag	Py - Cpy - Mo - Mag - Bo en vetillas preferentes 70%	Desarrollo de Brechas Qz - Bio - Kfat - Anh - Cpy
	Potásica	2° Vetillas Qz discontinuas		Altearación propilítica dominante clorita.
	Propilítica	3° Vetillas Qz - Fel c/Sulfuros		
HIDROTHERMAL	Cuarzo-Sericítica	1° Vetillas de Qz- Ser Ø mm - cm, s/halo alteración.	Py - Cpy Mo en diseminado vetillas y suturas	Desarrollo de cuerpos de brechas hidrotermales con matriz Py- Ser- Clo
	Propilítica	2° Vetillas de Qz c/halo Clor - Ser, Ø mm - cm	Py - Cpy Esf en vetillas y diseminada	Presencia de alteración argílica avanzada con diásporo
		3° Vetilla de Qz c/halo Ser		Alteración propilítica se sobrepone a Biotítica
		4° Vetillas de Qz tardío	Py - En	
SUPÉRGENA	Argílica		Zona Lixiviada: óxidos y Sulfatos de Fe (Hem-Goe- Jar), turquesa	Cao - Mont - Alu, como minerales de alteración principales
			Zona óxidos: sulfatos- silicatos- fosfatos- hidróxidos de Fe-Mn c/Cu	
			Sulfuros Secundarios: Cc - Cv	

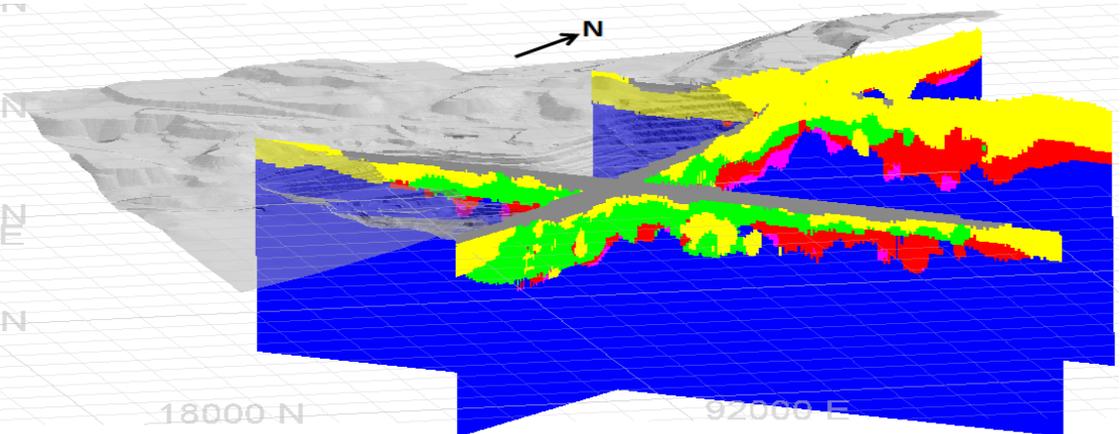
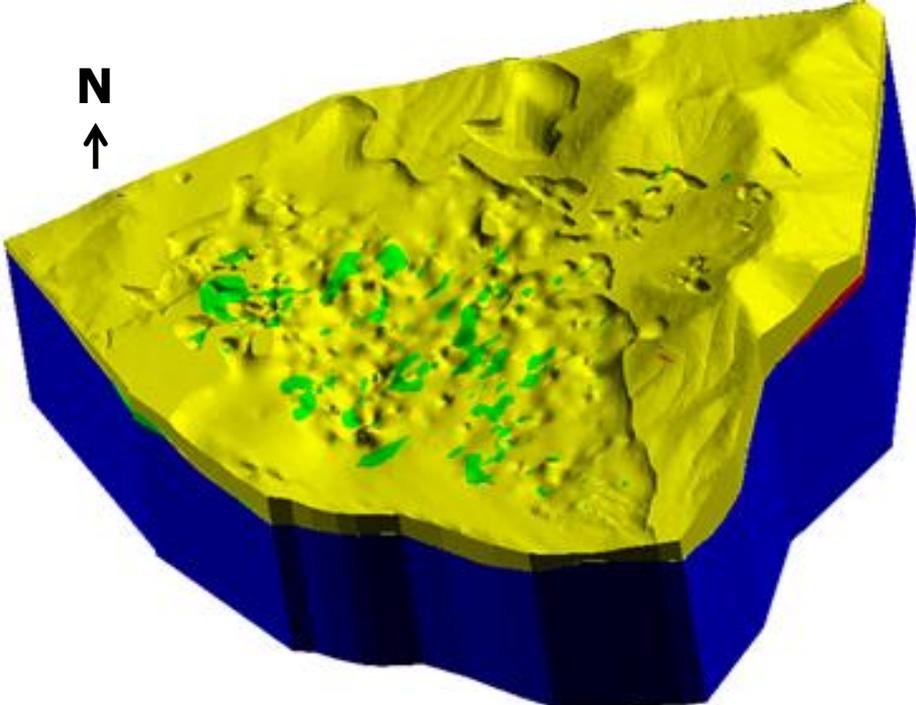
NOMENCLATURA

Anh = anhidrita; Alu = alunita; Bio = biotita; Cao = caolín; Clo = clorita; Fel = feldspato; Kfat = feldspato potásico; Go = goethita; He = hematita; Ja = jarosita; Mont = montmorillonita; Qz = cuarzo; Ser = sericita

Bo = bornita; Cpy = calcopirita; Cc = calcosina; Cv = covelina; En = enargita; Esf = esfalerita; Fe = Fierro; Mag = magnetita;

Mo = Molibdenita; Py = pirita; Tur = Turquesa

MINERALIZACIÓN



ZONACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN

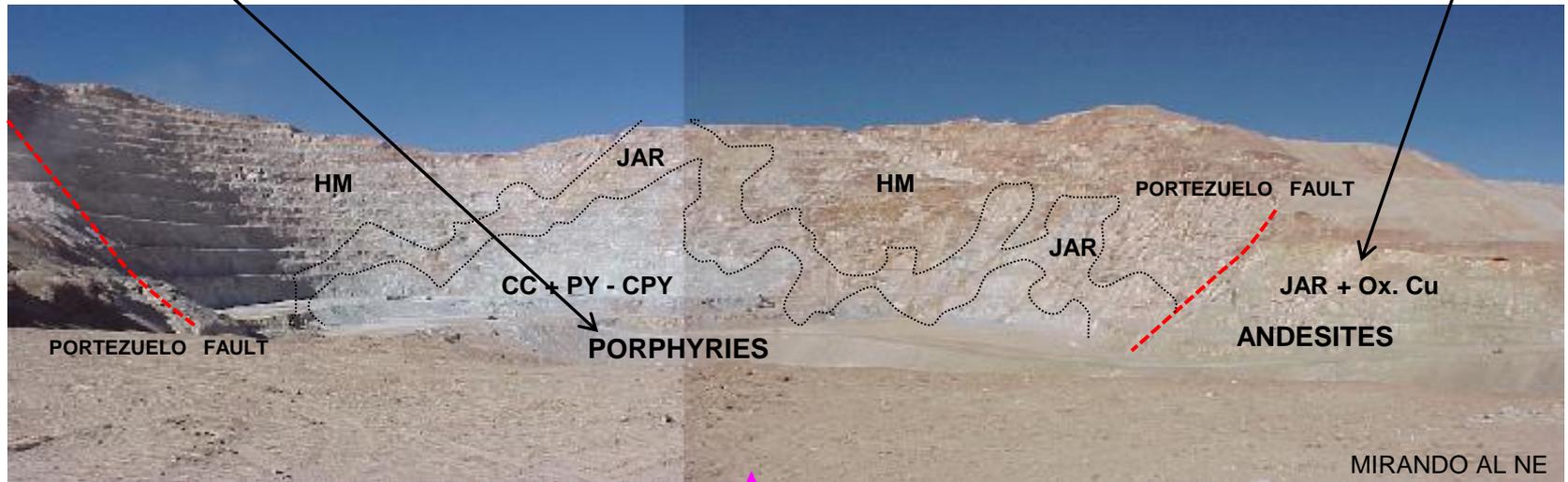
ZONA	GEOMETRÍA	MINERALIZACIÓN	TEXTURA	ALTERACIÓN
LIXIVIADA	Potencia 50 -250 m.	He - Ja - Go - Tur	pátina - vetillas - diseminado	Argílica débil a moderada; relictos de Qz - Ser - Bio.
ÓXIDOS	Potencia media 90 m; elongado NE-SW; area de 2 x 1.5 Km; abierto al SW.	Al NE (zona de pófidós): Bro - ant - Cris. Al SW (andesita): Cri - Wad - Bro - Ten - Neo; hacia su base Cup- Cu nat	vetillas - fracturas y en reemplazo de fenocristales	Cuarzo Sericítica - Biotítica - Propilítica
SULFUROS SECUNDARIOS	Potencia 40-250 m; elongado NE-SW; area de 2.5 x 1.5 Km; perfil tipo cuña abierto al NE.	Hacia el techo: Py - Cc - Dju - Dig - Esf - Cpy - Mol. Hacia la base: Py - Cpy - Cv - Mag - Bor	vetillas - diseminado - reemplazo - recubrimiento	Cuarzo Sericítica - Biotítica - Propilítica
SULFUROS MIXTOS	Potencia media 50 m; elongado NE-SW; area de 1.5 x 1 Km; abierto al SW.	Py - Cpy - Cv - Bo - Mag	recubrimiento y reemplazo puntual	Biotítica - Cuarzo - Sericítica - Potásica
PRIMARIO	Potencia 250 - 350 m; elongado NE-SW; area de 2.0 x 0.8 Km, perfil tipo cuña, abierto al NE.	Py - Cpy - Mag - Mo - Bo -	vetillas - stock works - menor diseminado	Biotítica - Potásica - Clorítica

NOMENCLATURA

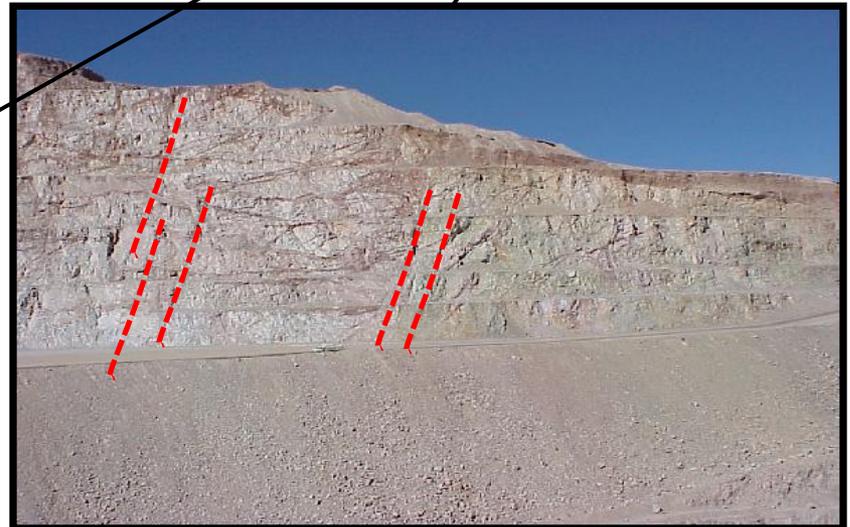
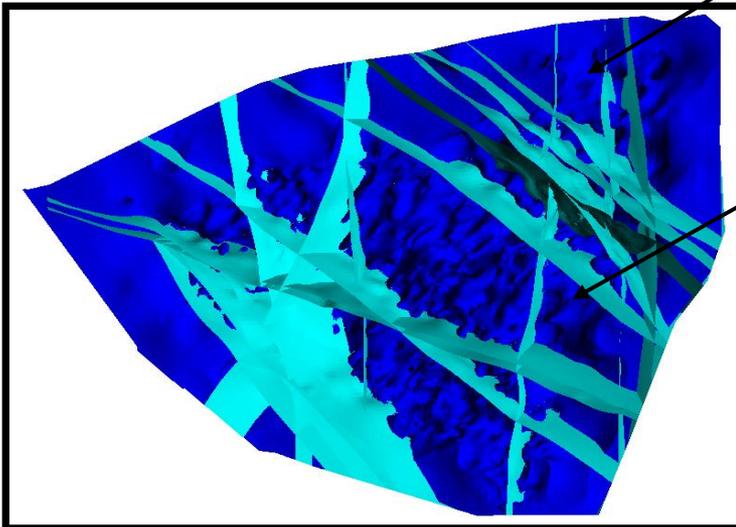
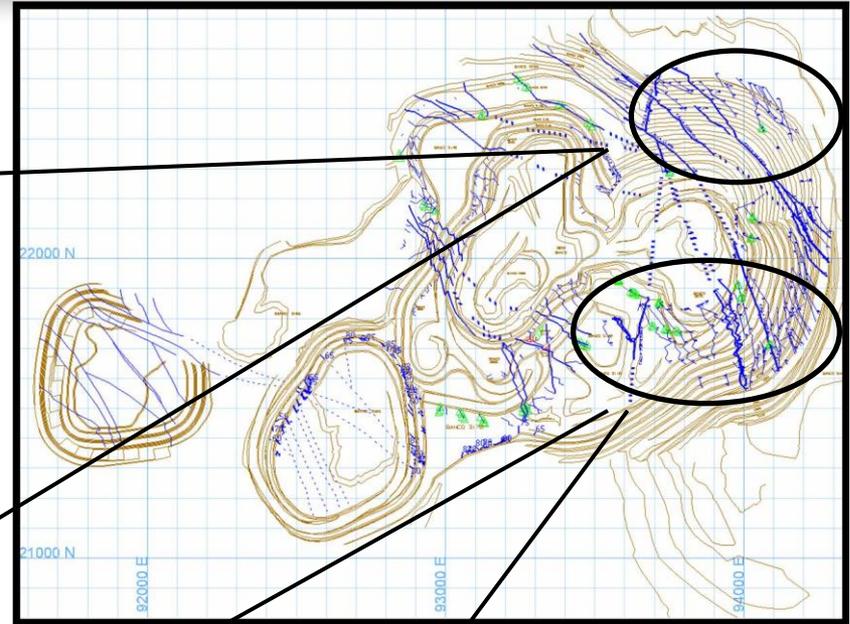
Anh = anhidrita; Alu = alunita; Bio = biotita; Ca = calcita; Cao = caolín; Clo = clorita; Fel = feldespato; Kfat = feldespato potásico; Go = goethita; He = hematita; Ja = jarosita; Mont = montmorillonita; Qz = cuarzo;

Ant = antlerita; Bo = bornita; Bro = brochantita; Cpy = calcopirita; Cc = calcosina; Cha = chalcantita; Cup = cuprita; Cu nat = cobre nativo; Cv = covelina; Cri = crisocola; Dig = digenita; Dju = djurleita; En = enargita; Esf = esfalerita; Fe = Fierro; Mag = magnetita; Mo = molibdenita; Neo = Neotocita; Py = pirita; Ten = tenorita; Tur = turquesa Wad = Cobre negros

VISTA DE ZONACIÓN

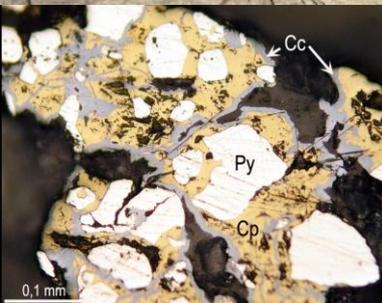


SISTEMAS ESTRUCTURALES

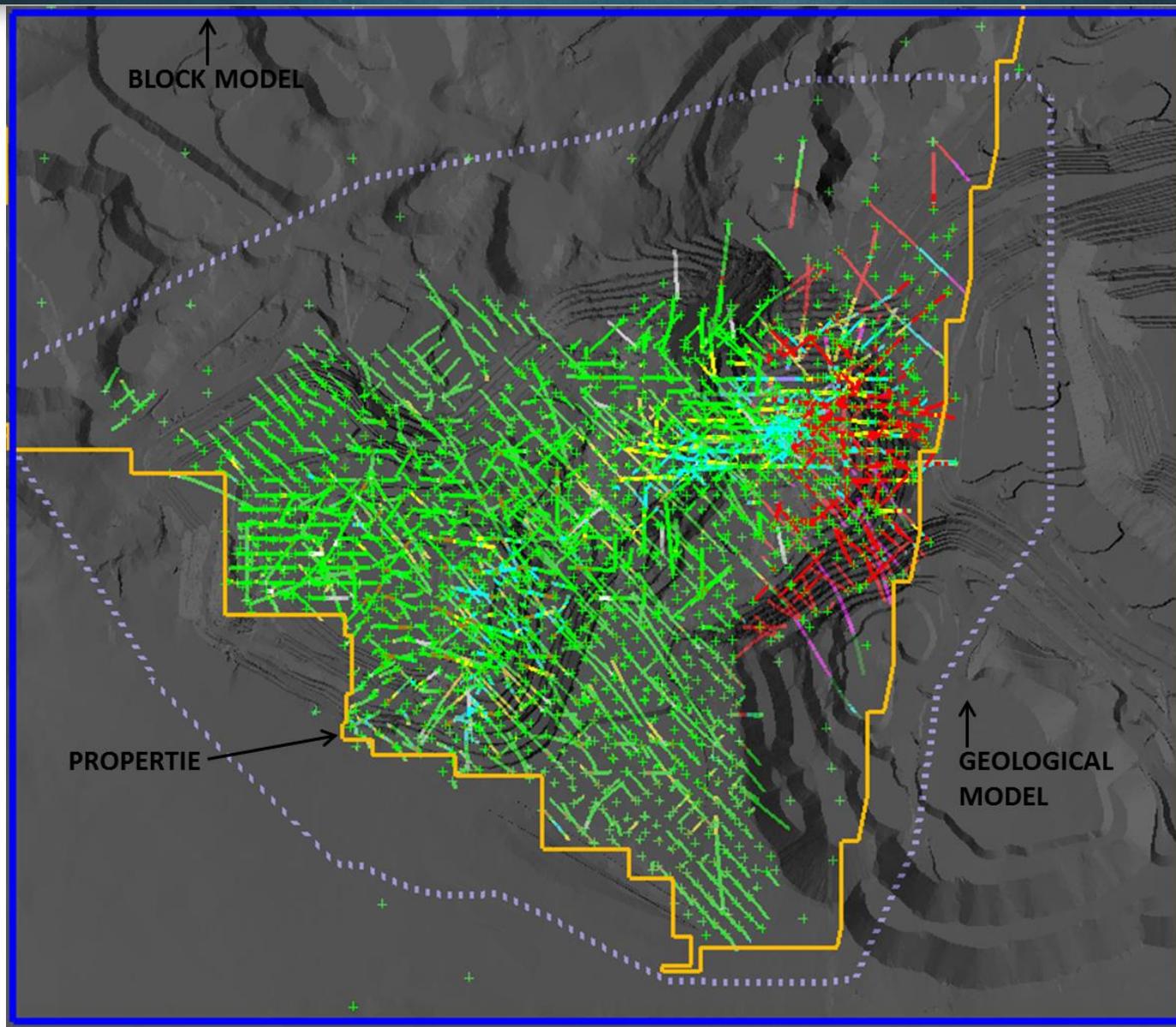




MODELO DE RECURSOS



ÁREA DEL MODELO



➤ **MODELO
GEOLÓGICO**

Todo el Depósito
3.1 Km Este
2.8 Km Norte
1.560 m altitud

➤ **MALLA
PERFORACIÓN**

Infill Ox- Sul Secundarios:

Regular de 50x50 m
Max 70x70

Sulfuros Primarios:

Regular 70 x 70
Max 100x 100

➤ **MODELO
RECURSOS**

4.00 Km ESTE
2.45 Km NORTE
1560 m ELEVACION
(3710- 2150 msnm)

BASE DATOS SONDAJES TOTAL

	TOTAL	TCU %	ASCU %	CNCU %	MO ppm	AU ppm	AG ppm
DRILL	1,880	1,856	1,820	709	480	497	516
MTS	507,341	480,250	415,648	231,704	109,432	91,693	108,622
% ANALISIS		95%	82%	46%	22%	18%	21%

ESTÁNDARES CONTROL QA/QC

ESTANDAR (in situ)		PROMEDIO		
		CuT %	ASCu %	CNCu %
STD - 1	Oxido Baja	0.35	0.2	0.03
STD - 2	Oxido Media	0.51	0.36	0.02
STD - 3	Oxido Alta	0.79	0.62	0.04
STD - 4	Sulfuros	0.7	0.26	0.38

LONGITUD	N° MUESTRAS	%
1m	89,278	32
2m	186,817	66
Otros	6,387	2
TOTAL	282,482	100

ADMINISTRADOR BD:

Acquire 4.4.2 base SQL: collares, survey, leyes, mapeo geológico base digital.

QA/QC: Control laboratorios, survey, topografía. BD auditada al 2013.

Registros por Sondajes en c/u carpetas con documentos y datos de certificaciones.

Realizado con software Leapfrog v2.6
Definición de unidades geológicas:

- 9 UNIDADES DE LITOLOGÍA
- 7 UNIDADES DE ALTERACIÓN
- 5 UNIDADES DE MINERALIZACIÓN

REPRESENTATIVIDAD SÓLIDO LITOLOGÍA v/s MTS PERFORADOS

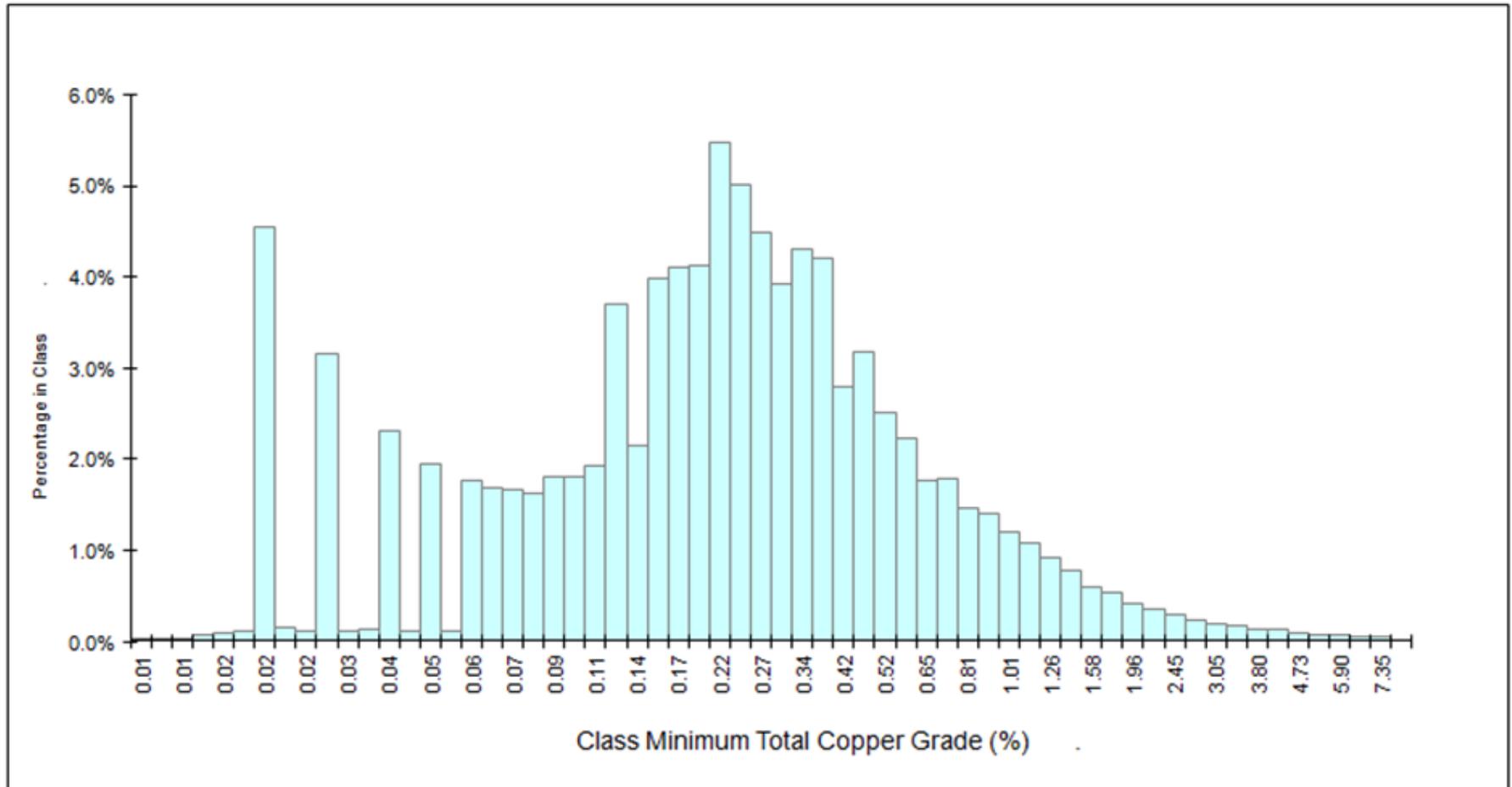
Litología	%	m. sondajes	%
AND	58.4	265124.85	54.7
BXX	2.2	42954.17	8.9
LPT	0.1	1040.02	0.2
LPY	8.9	48356.03	10.0
ZPY	18.2	89466.05	18.4
BXP	0.1	1899.95	0.4
GGB	8.6	5200.17	1.1
SCG	2.2	30391.29	6.3
ANDP	1.3	644.9	0.1
	100	485077.43	100

UNIDADES MODELO GEOLÓGICO

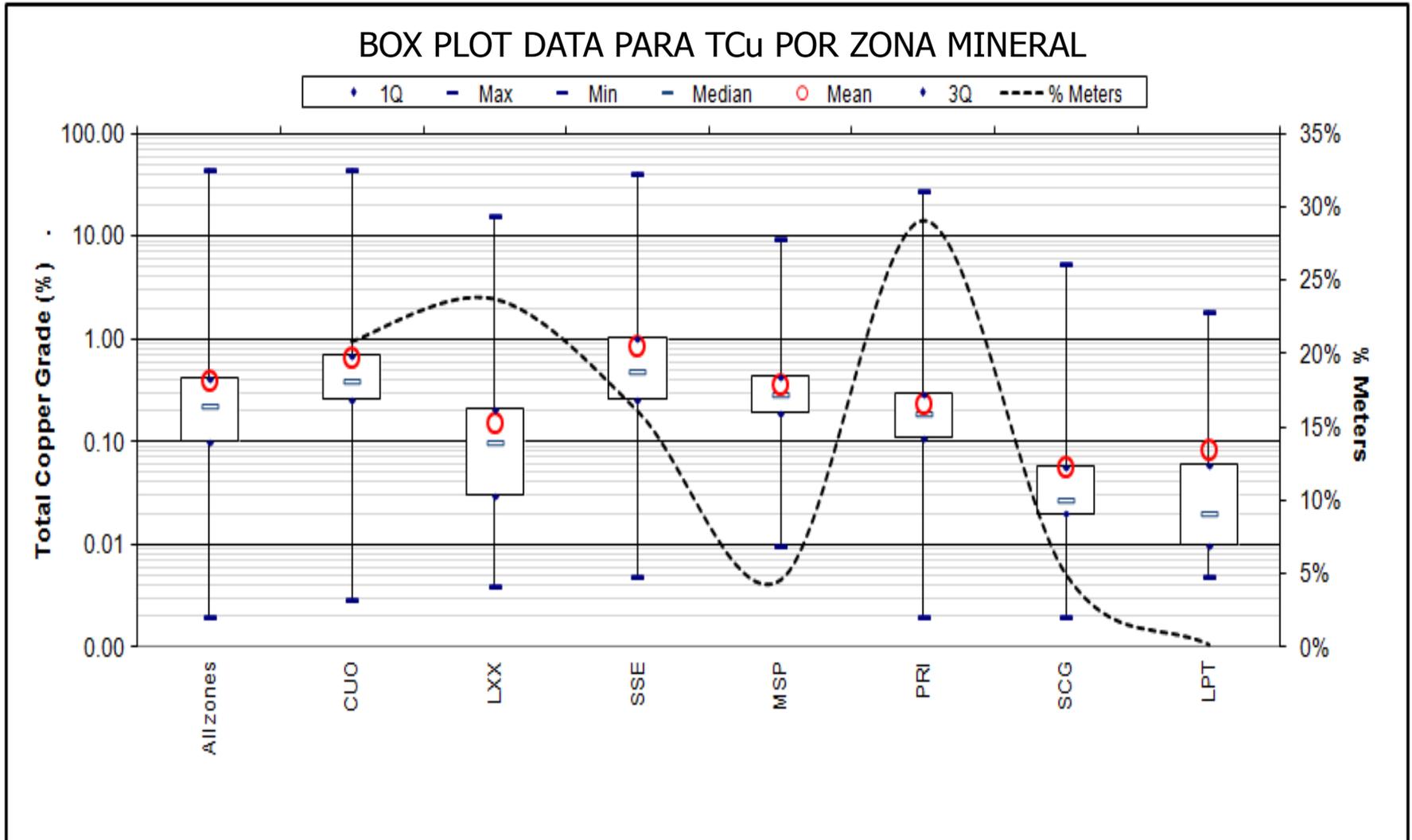
LITOLOGÍA		ALTERACIÓN		MINERALIZACIÓN	
Gravas	SGS	Argílica	ARG	Lixiviado	LXX
Pórfido Llamo Tardío	LPT	Sericítica	SER	Oxido	OXI
Brechas Hidrotermales	BXX	Cuarzo - Sericítica	QSE	Sulfuro Secundario	SEC
Brechas Potásicas	BXP	Silícica	SIL	Sulfuro Sec-Prim	MIX
Pórfido Llamo	LPY	Biotítica	BIO	Sulfuro Primario	PRI
Andesita	ANDP	Potásica	POT		
Pórfido Zaldivar	ZPY	Propilítica	PRO		
Granito grueso biotítico	GGB				
Andesita Profunda	ANDP				

- Evaluación de los recursos bajo norma NI 43-101
- Se utiliza toda la información de los sondeos diamantinos (DDH) y de aire reverso (RC)
- Evaluación recursos por TCu, ASCu, CNCu para la totalidad del depósito
- Mo, Au, Ag en zona de sulfuros primarios
- Modelo bloques para la estimación 15x15x5
- Modelo de bloques finalizado con rebloqueo 15x15x15
- Software Leapfrog 2.6 para soporte de anisotropías
- Vulcan 8.2.3 para estimación por kriging Ordinario (KO) para Tcu, ASCu, CNCu y por Inverso a la Distancia para Mo, Au, Ag.

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA TCu TODOS LOS DATOS



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS



- Aplicada a cada variable TCu, ASCu, CNCu, Mo, Au, Ag. Por zona de mineral
- En caso de Sulfuros Primarios se utiliza por tipo litológicos
- Los porcentajes de sustitución representan una pérdida menor al 3% en contenido fino de la ley.

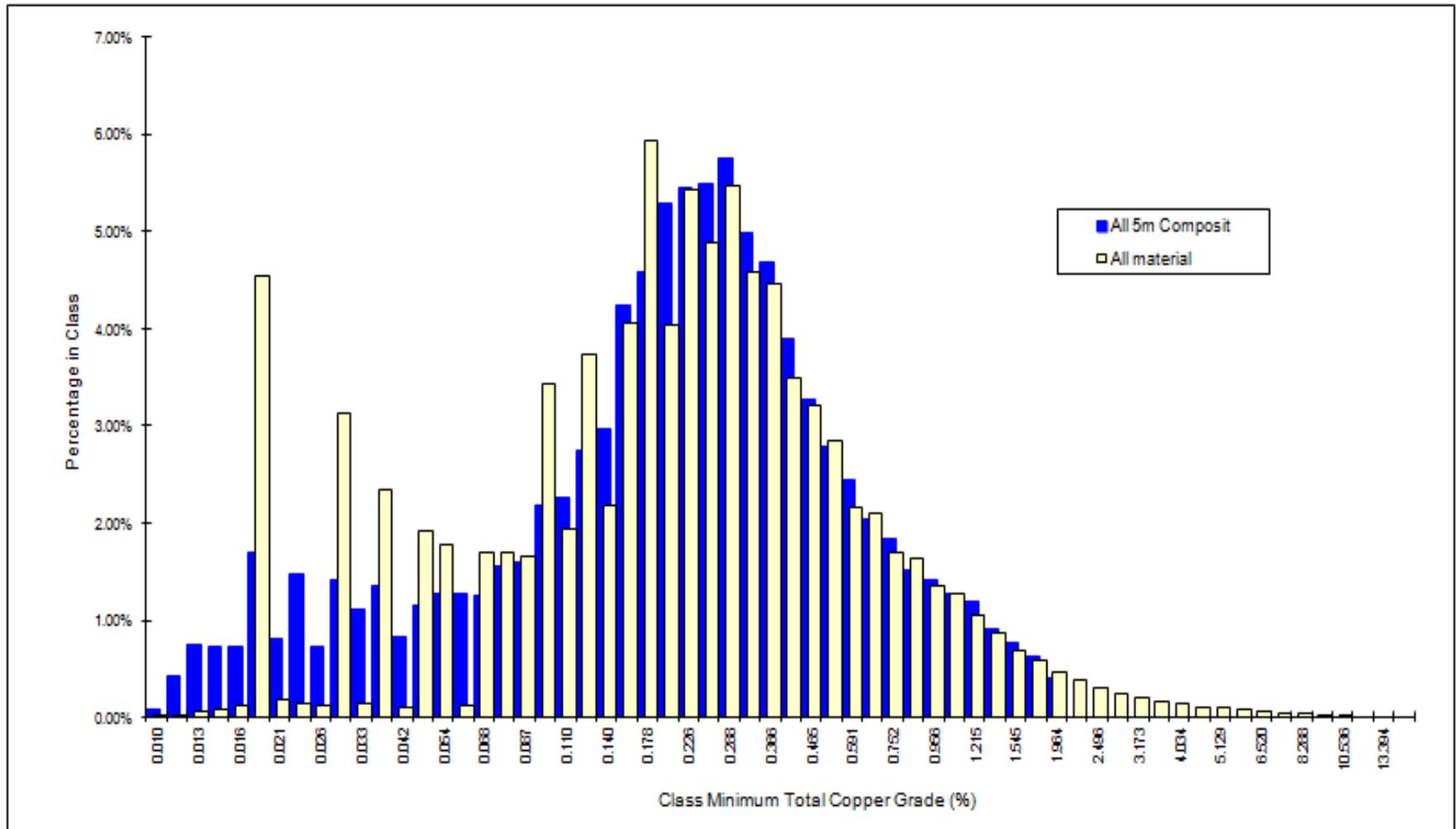
LONGITUD	N° MUESTRAS	%
1m	89,278	32
2m	186,817	66
Otros	6,387	2
TOTAL	282,482	100

VALORES EXTREMOS

		CAPPING
ZONAS SUPERGENAS	TCu	> 15.00 %
	ASCu	>7.00 %
	CNCu	>5.50 %
SULFUROS PRIMARIOS	TCu	>1.50 %
	ASCu	> 0.30 %
	CNCu	>0.90 %
	Mo	>1000 ppm
	Au	>0.60 ppm
	Ag	>25.00 ppm

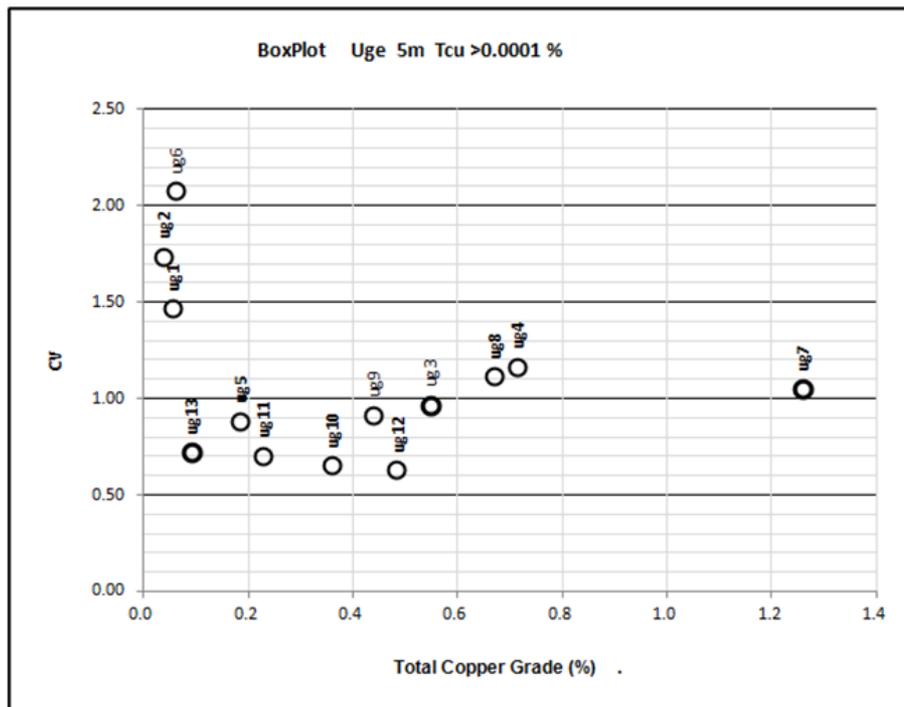
COMPOSICIÓN BD SONDAJES A 5 m - TCu

HISTOGRAMA TCu COMPÓSITOS 5 m V/S LARGO DE MUESTRA



UNIDADES GEOLÓGICAS DE ESTIMACIÓN - UGE

- Las UGE fueron analizadas para las 6 variables: TCu, ASCu, CNCu, Mo, Au, Ag
- Se definieron con litología, alteración y mineralización, para cada variable de acuerdo con la matriz de correlación
- Se obtuvieron para TCu 13 UGE; ASCu 11 UGE, CNCu 10 UGE; para Mo y Au se definieron 5 UGE, en caso de Ag se adicionó una unidad mas.



UNIDADES GEOLÓGICAS DE ESTIMACIÓN - UGE

UGE - TCU	TIPO	DESCRIPCION
1	Gravas	SCG
2	Llamo Tardío	LPT
3	Oxidos	(BIO + POT + SER) (AND-BXX-LPY) + AND (ARG) + BXP
4	Oxidos	(QSE + SIL + CLO) (AND-BXX-LPY-ZPY) + ARG (BXX-LPY-ZPY) + ZPY (POT -SER)
5	Lixiviado	AND + LPY + BXX + BXP
6	Lixiviado	ZPY
7	Secundario	(QSE + ARG) (BXX-LPY-ZPY) + SIL (BXX-LPY) + LPY (CLO-POT) + BXX (BIO-CLO-POT) + SER (ZPY-LPY)
8	Secundario	AND (QSE-SIL-CLO) + BXX (SER) + ZPY (CLO-POT-SIL) + BXP (SER)
9	secundario	BIO (AND-LPY-ZPY-BXP) + POT (AND-BXP) + AND (ARG-SER)
10	Mixto Secundario - Primario	MSP
11	Primario	AND + ZPY + LPY + GGB + BXX
12	Primario	BXP
13	Primario	ANDP

UGE - ASCU	TIPO	DESCRIPCION
1	Gravas	SCG
2	Llamo Tardío	LPT
3	Oxidos	(BIO-POT-SER)(AND-BXX-LPY) + CLO(AND-LPY) + ARG(AND-BXX) + BXP + BXX (CLO)
4	Oxidos	(QSE-SIL)(AND-BXX-LPY) + LPY(ARG) + ZPY
5	Lixiviado	AND + LPY + BXX + BXP
6	Lixiviado	ZPY
7	Secundario	BIO + POT
8	Secundario	QSE +SIL + SER + CLO + ARG
9	Mixto Secundario - Primario	MSP
10	Primario	GGB + ANDP
11	Primario	ZPY + LPY + BXX + BXP + AND

UGE - CNCU	TIPO	DESCRIPCION
1	Gravas	SCG
2	Llamo Tardío	LPT
3	Oxidos	(AND-BXX-LPY-BXP)(ARG-CLO-BIO-POT-QSE-SER)
4	Oxidos	SIL + ZPY
5	Lixiviado	LXX
6	Secundario	BIO + CLO + POT
7	Secundario	(ZPY-LPY)(QSE-SIL-SER-ARG) + AND(ARG-SER) + BXP
8	Mixto Secundario - Primario	MSP
9	Primario	AND + ZPY + LPY + GGB + BXX + ANDP
10	Primario	BXP

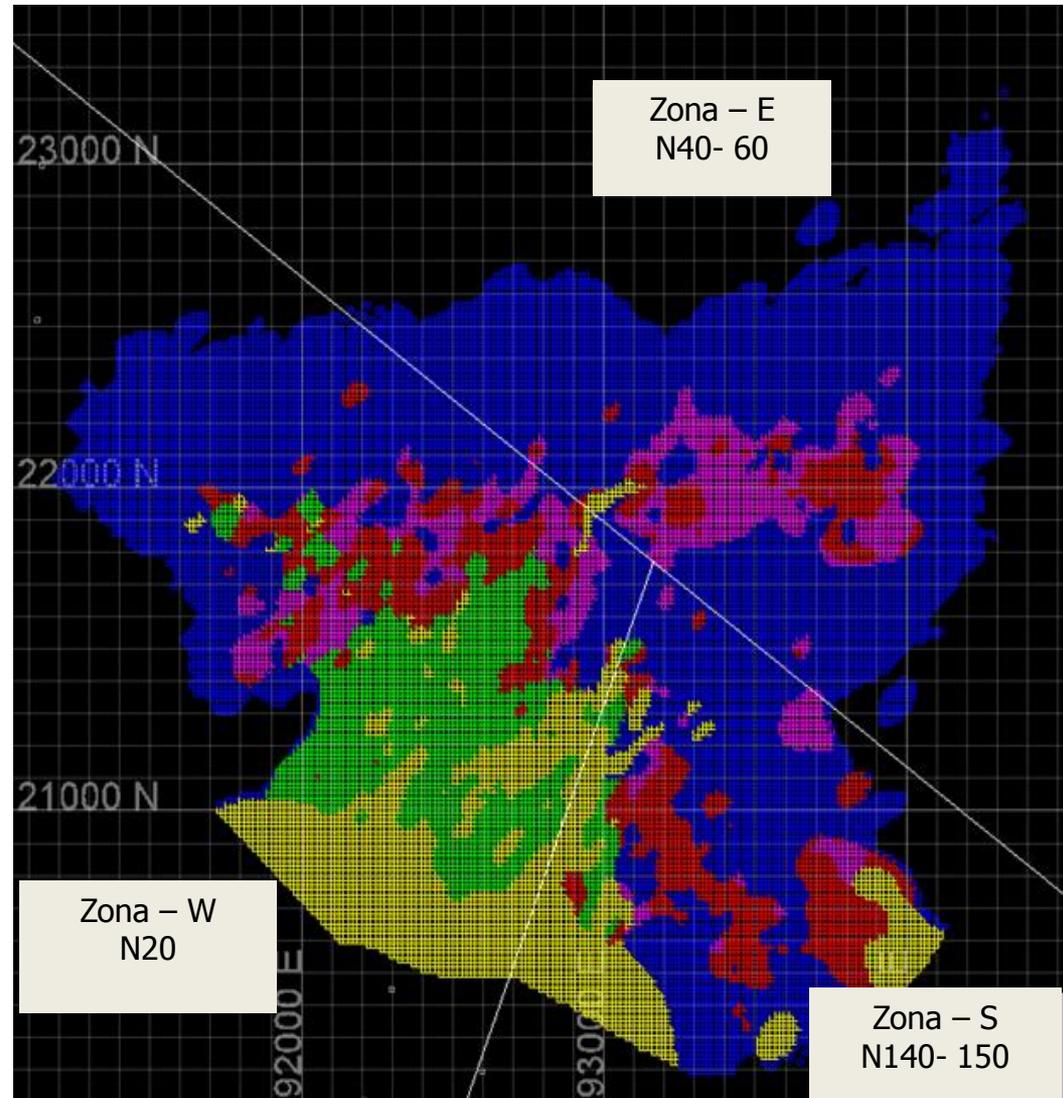
ANÁLISIS DE CONTACTOS - TCu

UGE - TCU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0										
2	0	0										
3	0	0										
4	0	0	0.3									
5	0	0	0.1	0.1								
6	0	0	0.1	0.1	0.1							
7	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1						
8	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1					
9	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3				
10	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3			
11	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
12	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
13	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

UGE - TCU	TIPO
1	Gravas
2	Llamo Tardío
3	Oxidos
4	Oxidos
5	Lixiviado
6	Lixiviado
7	Secundario
8	Secundario
9	secundario
10	Mixto Secundario - Primario
11	Primario
12	Primario
13	Primario

Pesos de contactos 0.1 = duro; 0.3 = blando

- Previo al análisis variográfico, en software Leapfrog se revisaron las direcciones anisotrópicas de la mineralización, en zonas supérgena y primaria.
- En caso de la mineralización supérgena se reconocen 3 dominios: Zona - E = N40-60; Zona - W = N 20; Zona - S = N140 -150
- 1 dominio en zona primaria N40-50

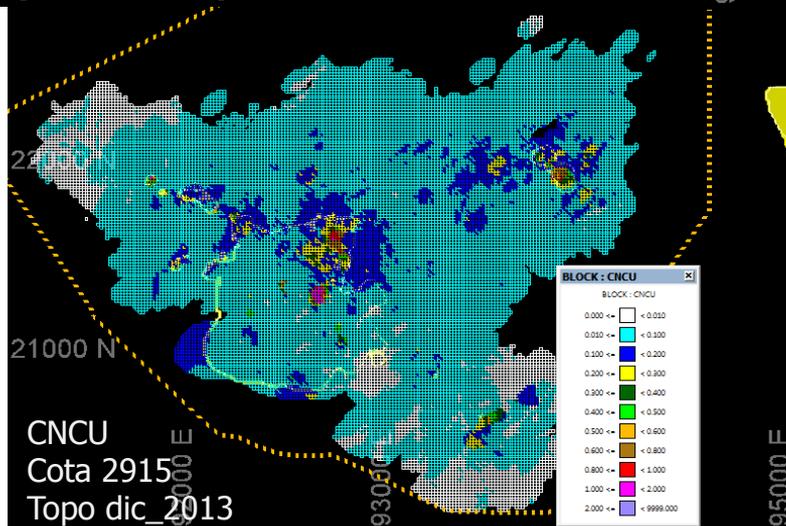
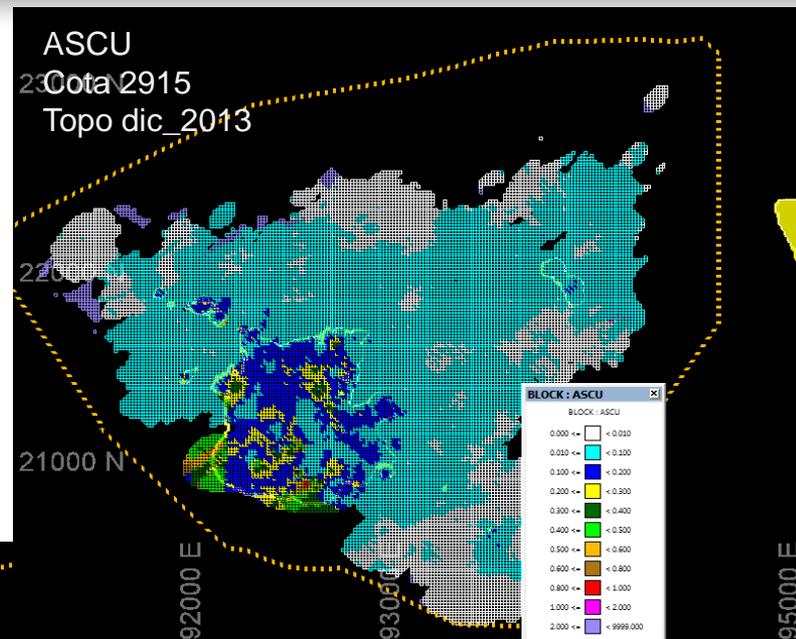
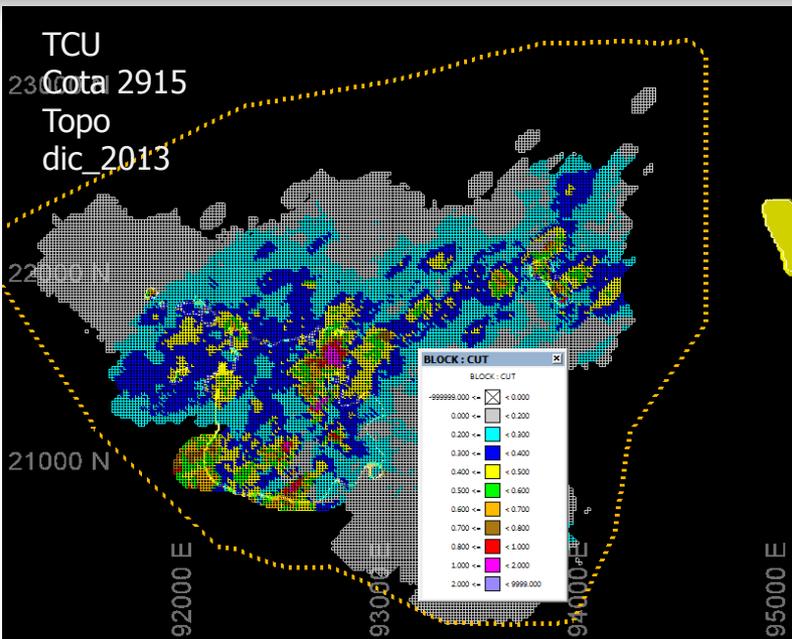


TCU

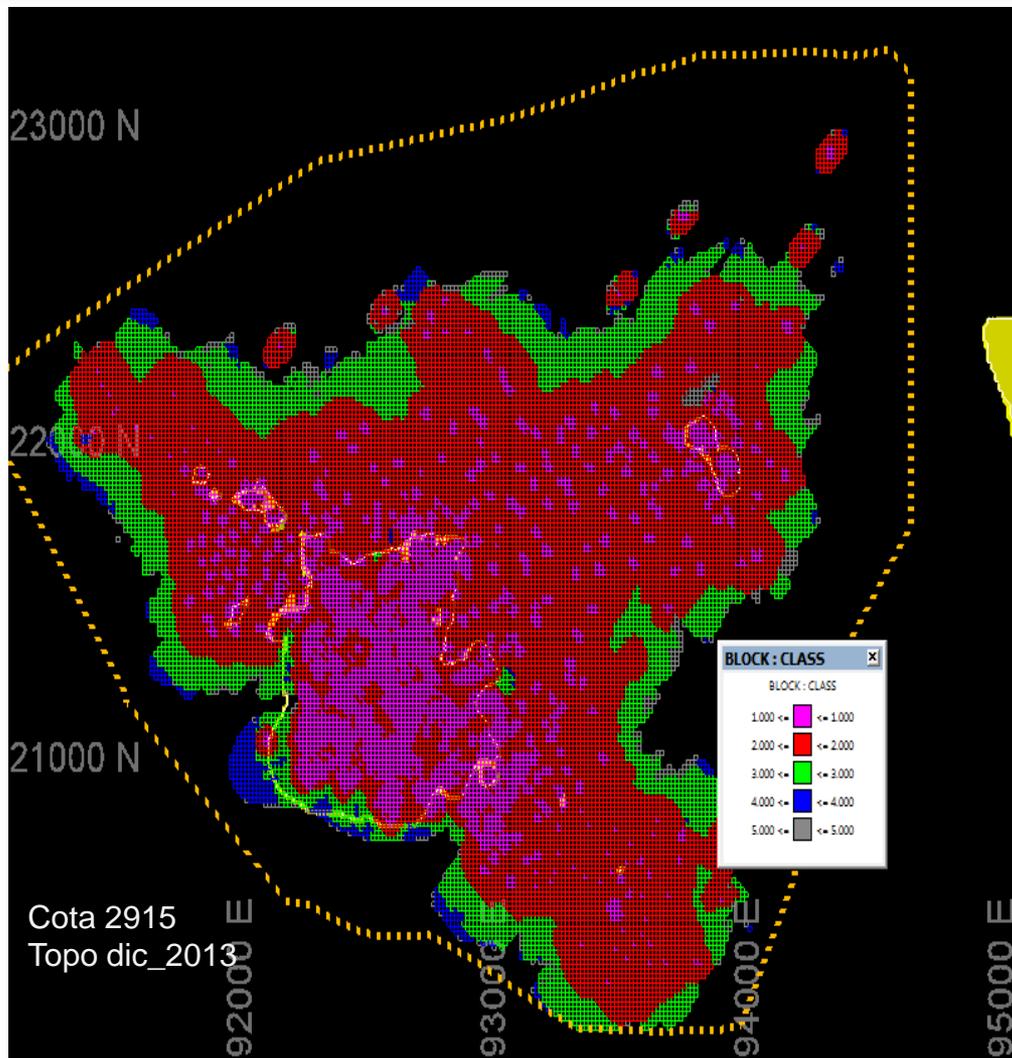
UGE	Tipo	Estimation Type	Bearing	Plunge	Dip	Major Axis	Semi Axis	Minor Axis	Min Samples per Est	Max Samples per Est	Use Octant Based Search	Max Samples per Octant	Min Octant with Samples	Min Samples per Octant	Maximun Sample per Drill Hole
3	Oxidos	OK	150	-7	0	45	45	40	4	18	1	3	2	2	3
4E	Oxidos	OK	60	7	0	50	50	35	4	18	1	3	2	2	3
4W	Oxidos	OK	20	7	0	50	50	40	4	18	1	3	2	2	3
4S	Oxidos	OK	140	0	-7	50	45	50	4	18	1	3	2	2	3
5	Lixiviado	OK	50	10	0	120	80	75	4	18	1	3	2	2	3
6	Lixiviado	OK	50	10	0	25	45	30	4	18	1	3	2	2	3
7	Secundario	OK	50	15	0	50	50	50	4	18	1	3	2	2	3
8E	Secundario	OK	40	15	0	60	50	65	4	18	1	3	2	2	3
8W-S	Secundario	OK	140	0	-7	55	55	35	4	18	1	3	2	2	3
9	Secundario	OK	40	10	-9	55	100	50	4	18	1	3	2	2	3
10	Mixto Sec - Prim	OK	50	10	0	45	45	55	4	18	1	3	2	2	3
11	Primario	OK	40	7	-10	300	240	240	4	8	1	2	2	2	3
12	Primario	ID	40	7	-10	175	130	130	2	3					1
13	Primario	ID	40	7	-10	175	130	130	1	5					3

- En zona supérgena para las variables TCu, ASCu, CNCu se consideran 5 pasadas por cada UGE.
- Radios de búsqueda al 80%, 90%, 100% del alcance,
- Las primeras tres pasadas, con mínimo de 4 muestras y mínimo de 2 muestras para las dos pasadas finales.
- Los valores de "efecto pepita" para las diferentes unidades de estimación no presentan efectos significativos, se muestran en rangos del 30% al 40%, la excepción son las UGE de la zona lixiviada, las que presentan porcentajes mayores al 50% para la cual se reducen las distancias de búsquedas.
- Variografía omnidireccional fue generada para las diferentes unidades de estimación, con la finalidad de obtener distancias para validar los radios de búsqueda de muestras de la variografía direccional y distancias para definir la categorización de bloques estimados con un sondaje.

ESTIMACIÓN



CATEGORIZACIÓN



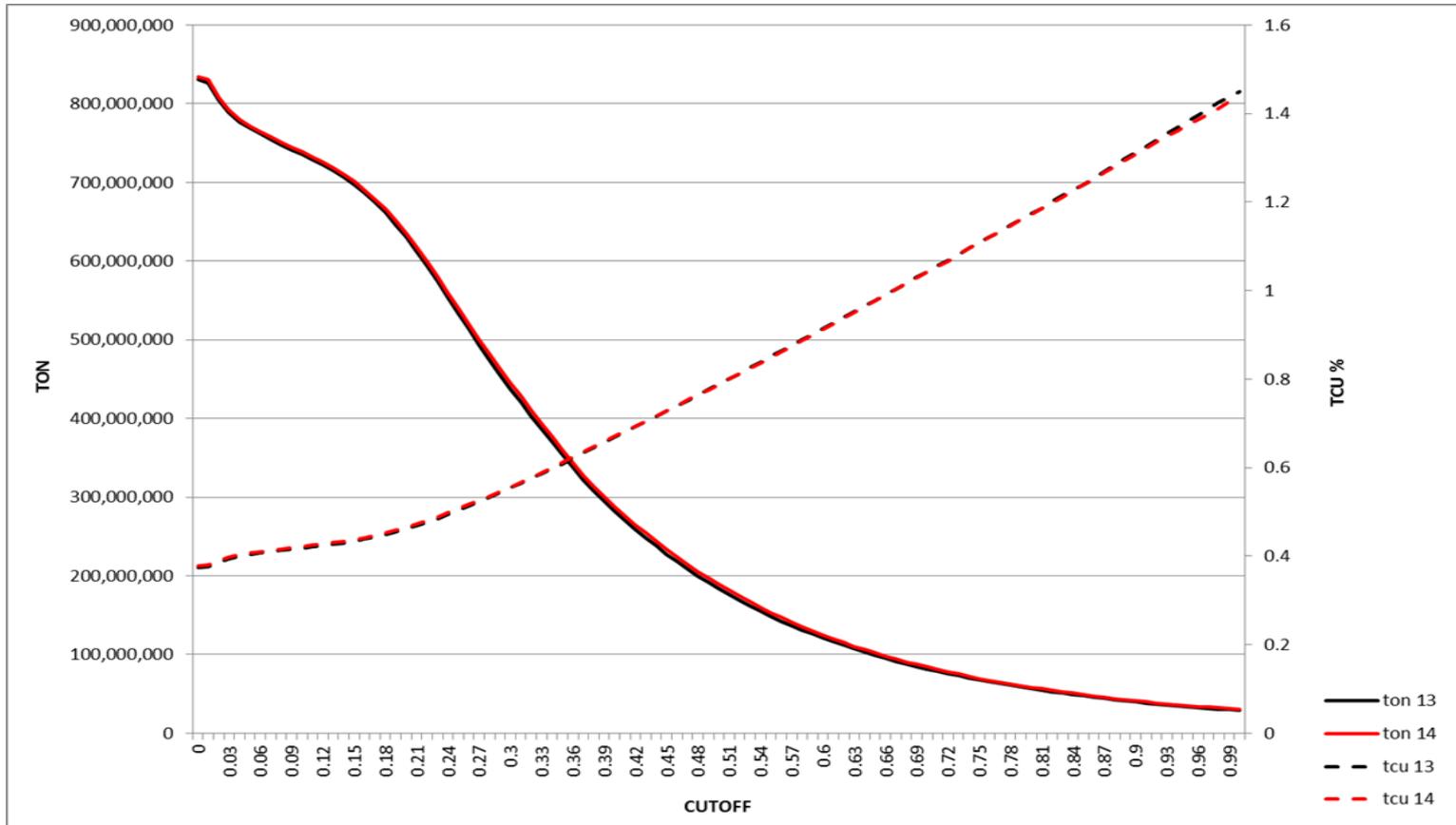
CLASSIFICATION	HOLES	CLOSED HOLE
MEASURED	1 in 7,5 mt	---
	2 in 80% to Directional range	---
	2 in 100% to Directional range	20 mt
INDICATED	2 in 100% to Directional range	80% omni-directional range
INFERRED	2 in 100% to Directional range	>80% - <90% omni-directional range
PRIMARY RESOURCES		
CLASSIFICATION	HOLES	CLOSED HOLE
MEASURED	1 in 7,5 mt	---
	2 in 110 mt	20 mt
INDICATED	2 in 110 mt	---
	1 in 55 mt	---
INFERRED	2 in 215 mt	---
	2 in 110 mt	---

POST PROCESO Y VALIDACIONES

- Realización de rebloqueo 15x15x5 a 15x15x15
- Se incorpora variable densidad por unidades y calcula ton por bloque.

DENSIDADES			
ZONA SUPERGENA		ZONA PRIMARIA	
ARGILICA	2.451	ANDESITA	2.636
ANDESITA	2.562	BRECHA	2.598
BRECHA	2.52	PORFIDO LLAMO	2.522
PORFIDO LLAMO TARDIO	2.49	PORFIDO ZALDIVAR	2.532
PORFIDO LLAMO	2.49	GRANITO	2.574
PORFIDO ZALDIVAR	2.523		
GRAVAS	2.101		

- Se esteriliza Pórfido Llamo Tardío (estéril)
- Validación con curvas ton ley; comparación modelos MY13 v/s MY14
- Se revisa con modelo de corto plazo con material extraído durante el año anterior
- los resultados indican que no presenta variaciones significativas



Resultado de comparación modelos 2013 (MY13) y 2014 (MY14) . El Tonelaje aumentó en 2% y valores de TCU ASCu no hubo variación.



Impulsado por
los Rendimientos

muchas gracias



BARRICK