



INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ



PERUMIN
33 CONVENCION MINERA

EL MODELO GEOMETALÚRGICO DE BLOQUES



Bch. Ing. MSc.
Samuel Canchaya Moya



Gerente General **SAMPLING OK SAC**
Catedrático UNI y PUCP-Lima Perú

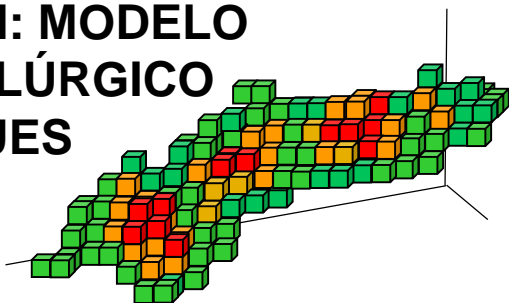
MINERÍA:
**COMPETITIVIDAD
Y SOSTENIBILIDAD**

ENCUENTRO
TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN

PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA MINERÍA ACTUAL

- No Reconciliación
- Altos CAPEX Y OPEX
- Baja productividad
- Baja recuperación y extracción en plantas y rumas
- Selección deficiente mena vs desmonte

SOLUCIÓN: MODELO GEOMETALÚRGICO DE BLOQUES

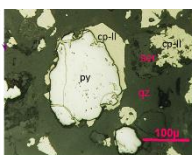


EL CONCEPTO DE ROCA TOTAL (CRT)

- ❑ Las menas y las gangas hacen un todo.
- ❑ Gangas por lo general más abundantes que menas.
- ❑ Lo que pasa por las plantas o se apila en las rumas son principalmente gangas (rocas fragmentadas /pulverizadas)
- ❑ Problemas como: Mayor consumo de energía, de ácido, cal o cianuro, baja recuperación-extracción, etc. son causados principalmente por gangas.

Pórfidos de Cu/Mo

Mena no pasa del 2 o 3 %



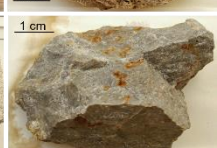
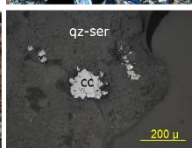
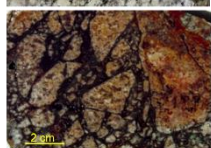
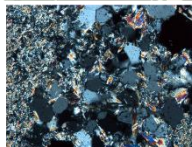
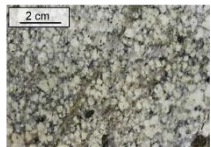
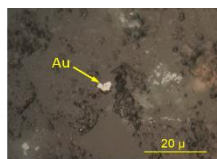
Yacimientos epitermales de Au de alta sulfuración

1 ppm = 1 gr/t = 0.0001%

Gangas: 99.9999% x

Mena: 0.0000% x

x t (1,9)



MINERÍA: COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

CARACTERIZACIÓN GEOMETALÚRGICA

CARACTERIZACIÓN
QUIMICA



CARACT.
MINERA-
LOGICA

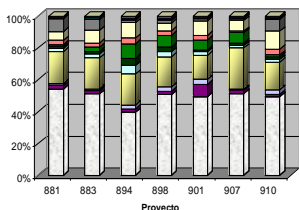
CARACTERIZACION
GEOMETALURGICA

CARACT.
FISICO -
MECANICA

CARACT. ESTRUCTURAL
Y TEXTURAL

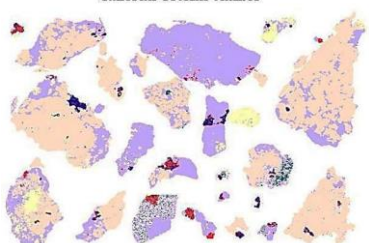
CONCEPTO DE ROCA TOTAL

% DE GANGAS EN EL NIVEL 3550



- Otros
- Sulfatos
- Carbonatos
- Epidota
- Turmalina
- Plagioclasas
- K-Feldespatos
- Cloritas
- Biotita
- Pirofilita / Talco
- Muscovita
- Caolinita
- Esmectitas
- Cuarzo

Chalcoite-Covellite Textures



**Los análisis químicos no son suficientes;
se requiere una caracterización GLOBAL**



INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ



PERUMIN
33 CONVENCION MINERA

MGMB IMPLEMENTACIÓN



OBJETIVOS

Identificar y caracterizar **VARIABLES CRÍTICAS**

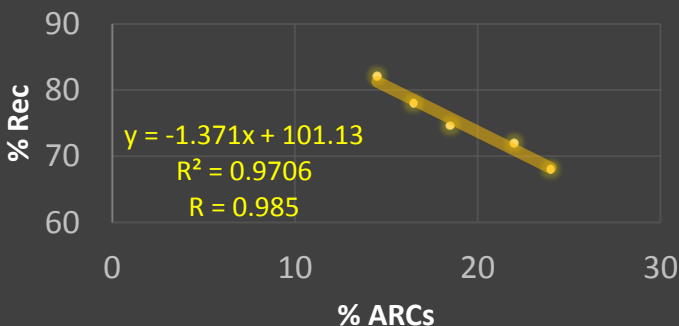
MODELADO METALURGICO $Y_i=f(X_i)$
de variables críticas de
entrada X_i (mineralógicas)
vs de salida Y_i (metalúrgicas)

Análisis geometalúrgico
sistemático de **VARIABLES
CRÍTICAS** para implementar
Base de Datos Geometalúrgica

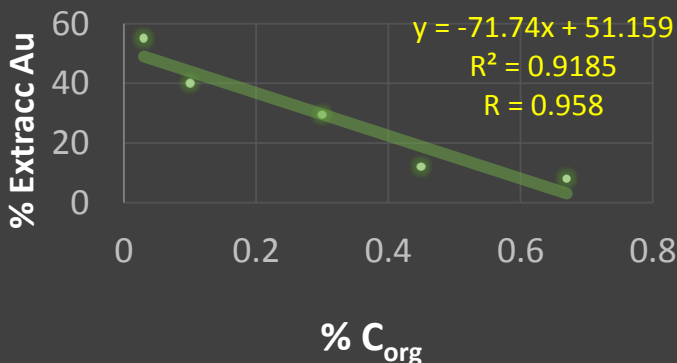
Modelado de las
**VARIABLES
CRÍTICAS** (Kriging o
Simulaciones)

PRUEBAS METALÚRGICAS: VARIABLES CRÍTICAS

ARCs vs % Rec

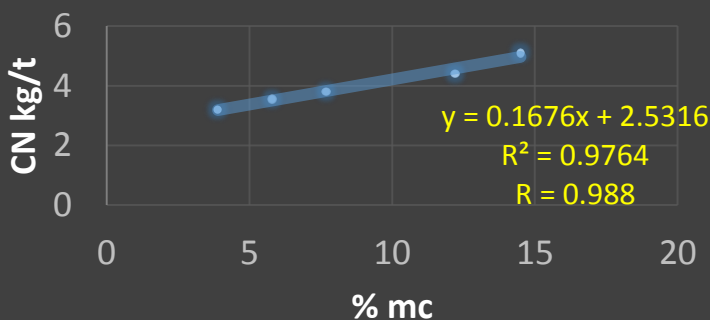


% C_{org} vs % Extracc Au

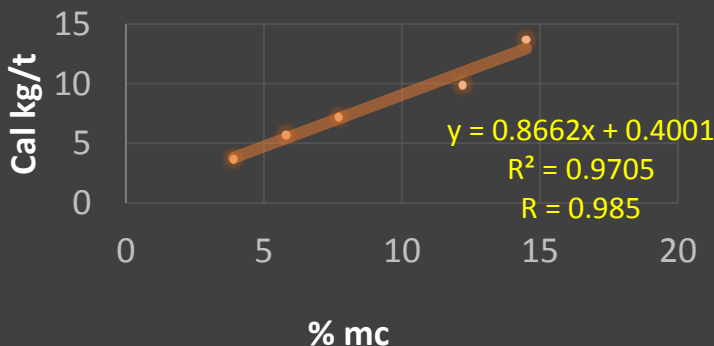


PRUEBAS METALÚRGICAS: VARIABLES CRÍTICAS

% mc vs CN kg/t



% mc vs Cal kg/t



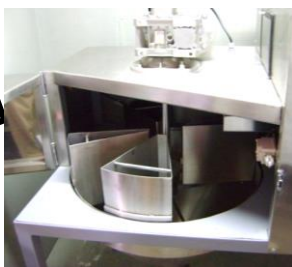
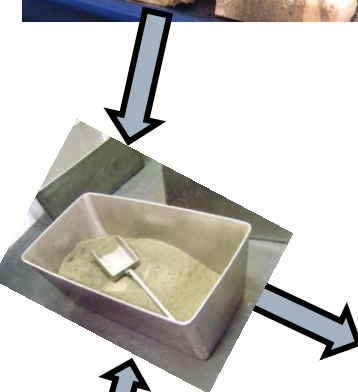
MINERÍA: COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

MUESTREO GEOMÉT SISTEMÁTICO



Carga puntual en MPa

ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO



ANÁLISIS MINERALÓGICO

ANÁLISIS QUÍMICO

ANÁLISIS MICRO-TEXTURAL

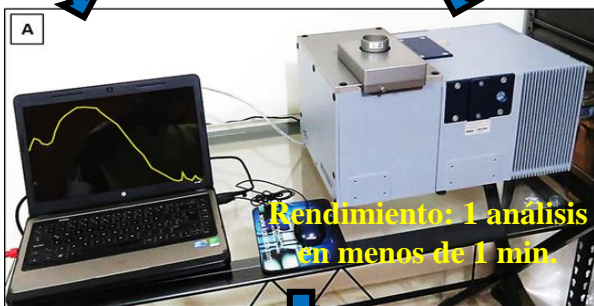


MINERÍA: COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

FTNIR SEMI-CUANTITATIVO



CALIBRACIÓN
100 a 200
muestras
representativas



_Depth	Interval	SampleID	Siderite	FeS2	SwellingClay	Jarosite	Muscovite	Goethite	Arsenopyrite	Szomolnokite
200.20	1.30	127565	47.73	15.62	4.34	7.62	0.01	0.03	0.00	10.30
201.70	1.50	127566	42.65	13.27	5.92	7.97	0.37	0.55	0.00	12.16
80.40	2.00	129052	51.95	10.90	4.74	3.82	0.33	0.00	0.00	9.12
82.40	2.00	129053	42.85	13.28	5.02	4.67	0.26	0.00	0.00	12.34
84.40	2.00	129054	47.59	10.49	5.18	4.64	0.36	0.00	0.00	10.26
86.40	2.00	129055	43.87	7.83	6.29	5.22	0.47	0.00	0.00	11.18
170.70	2.00	129106	49.05	8.48	8.03	3.91	0.60	1.58	0.00	7.93
172.70	2.00	129107	51.58	7.99	6.75	3.38	0.52	1.00	0.00	7.86
174.70	2.00	129109	39.68	3.58	12.96	3.15	0.88	2.43	0.00	10.11
176.70	2.00	129110	38.29	2.04	13.61	3.72	0.94	2.89	0.00	8.24
178.50	1.80	129111	38.37	4.85	12.31	4.62	0.84	2.21	0.29	9.29
180.10	1.60	129112	28.19	8.15	13.88	5.09	0.94	2.85	0.00	11.73
181.30	1.20	129113	28.06	1.45	16.16	3.38	1.15	4.24	0.00	10.37
183.50	2.20	129114	39.14	4.00	11.19	4.35	0.78	1.99	0.00	9.39
185.50	2.00	129115	35.29	2.11	13.62	4.24	0.97	2.29	0.00	9.00
187.50	2.00	129116	35.26	3.87	11.46	4.08	0.80	2.62	0.00	11.56
189.50	2.00	129117	34.21	3.48	13.55	3.99	0.95	2.73	0.00	9.99
190.80	1.30	129118	35.84	5.87	11.37	4.20	0.71	2.83	0.00	8.83
191.50	0.70	129119	43.92	9.52	7.88	3.76	0.57	1.70	0.00	10.23
195.00	2.00	129121	36.99	9.34	9.61	2.28	0.64	2.20	0.00	12.19
197.00	2.00	129122	34.23	5.72	11.55	2.21	0.76	2.37	0.00	12.49
211.60	2.50	129131	42.60	10.08	7.54	3.49	0.47	1.58	0.00	10.60
213.60	2.00	129132	40.18	3.22	7.71	3.85	0.49	1.34	0.00	12.68

MINERÍA: COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

MICROSCOPIA OPTICA: ANALISIS AUTOMATIZADO

1. Seleccionar los colores que considerará para los conteos
 seleccionar el tamaño y pinchar dentro del grano en la foto
 mover los rangos para la mejor selección de todos los granos en la barra, tanto izquierda como derecha

Darle clic para ver los resultados

Seleccionar el tipo de medición: Área, Perímetro, tamaño, etc.

Seleccionar el tipo de medición: Longitud, área, perímetro

Source	Pixel	Count	Area	Equivalent	Circularity	Perimeter
000001	1	4	36.46	0.507	228.27	
000001	1	15	128.49	1.191	2204.94	
000001	1	3	48.98	0.432	294.51	
000001	1	24	224.45	2.020	383.89	
000001	1	25	46.64	0.207	245.72	
000001	1	33	33.76	0.366	193.70	
000001	1	29	46.29	1.423	324.83	
000001	1	15	15.94	0.239	75.10	
000001	1	35	12.28	0.202	45.32	
000001	1	37	42.1	0.899	214.23	
000001	1	29	45.42	0.551	306.20	

Darle clic para ver los resultados

Seleccionar el tipo de medición: Área, Perímetro, tamaño, etc.

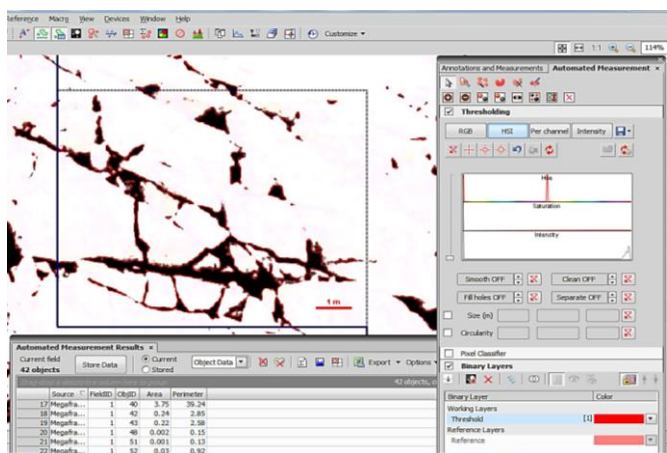
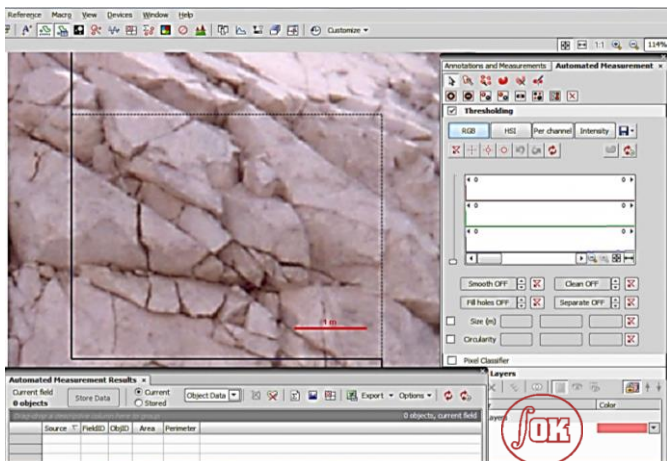
Seleccionar el tipo de medición: Longitud, área, perímetro

Source	Pixel	Count	Area
1	0%	36.46	0.507
2	1.5%	128.49	1.191
3	1.7%	48.98	0.432
4	10.3%	224.45	2.020
5	12.5%	46.64	0.207
6	10.5%	33.76	0.366
7	16.5%	46.29	1.423
8	11.5%	15.94	0.239
9	12.5%	12.28	0.202
10	11.5%	42.1	0.899
11	11.5%	45.42	0.551



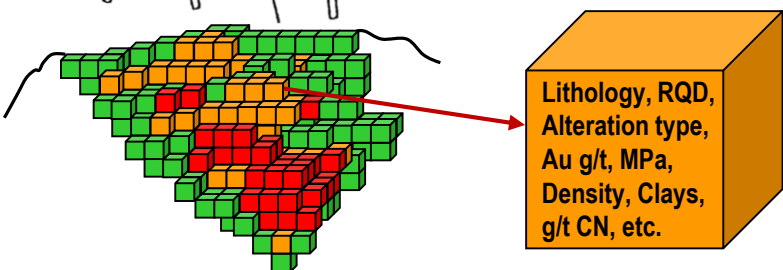
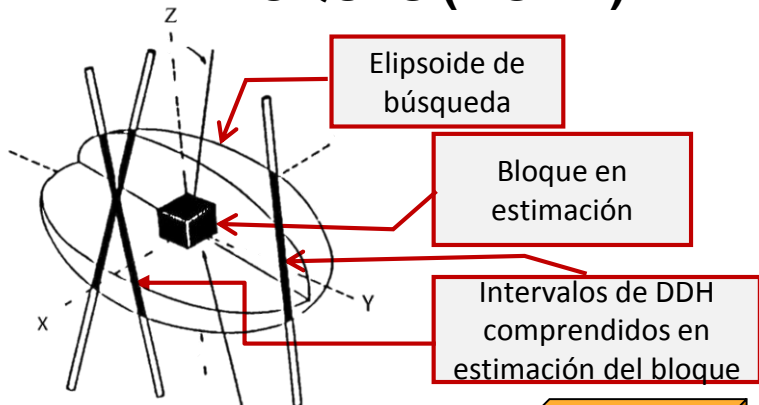
MINERÍA: COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

ANÁLISIS AUTOMATIZADO DE TEXTURAS



MINERÍA: COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD

MODELO GEOMETALÚRGICO DE BLOQUES (MGMB)



Data Geológica

Data Geometalúrgica

East	North	Elev.	Au grt	Alt	Litho	RQD %	MPa	Density	mc	clays	C _{org}	As	Hg
								gr/cm ³	%	%	%	ppb	ppb
655600	8834567	4509	0.22	4	12	10	33	2.5	0.29	1.5	1.22	32	12
655675	8835772	4484	1.23	3	12	20	56	3.3	2.33	2.3	0.76	345	23
655750	8836977	4459	1.01	4	07	38	124	7.6	1.02	7.6	0.55	123	34
655825	8838182	4434	0.56	4	12	49	156	2.6	0.98	0.6	1.01	876	65
655900	8839387	4409	1.08	2	10	85	250	2.5	0.33	0.5	0.23	34	65
655975	8840592	4384	0.45	2	12	72	200	4.3	3.45	2.3	0.07	222	13

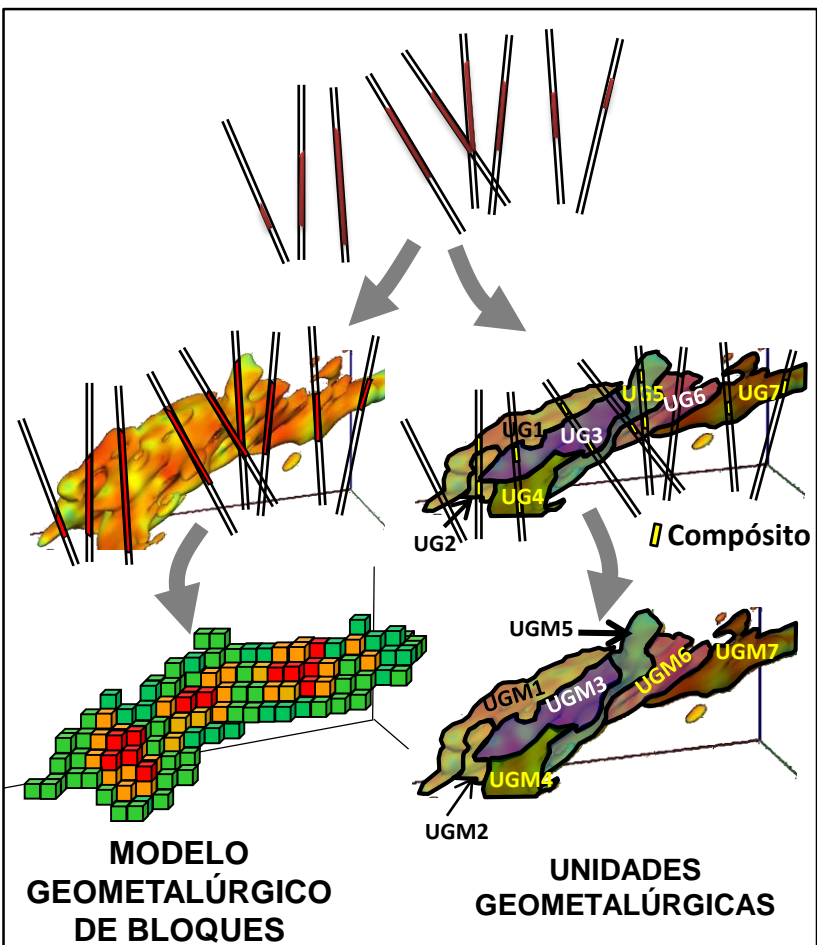


INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ



PERUMIN
33 CONVENCION MINERA

MGMB vs UGMs



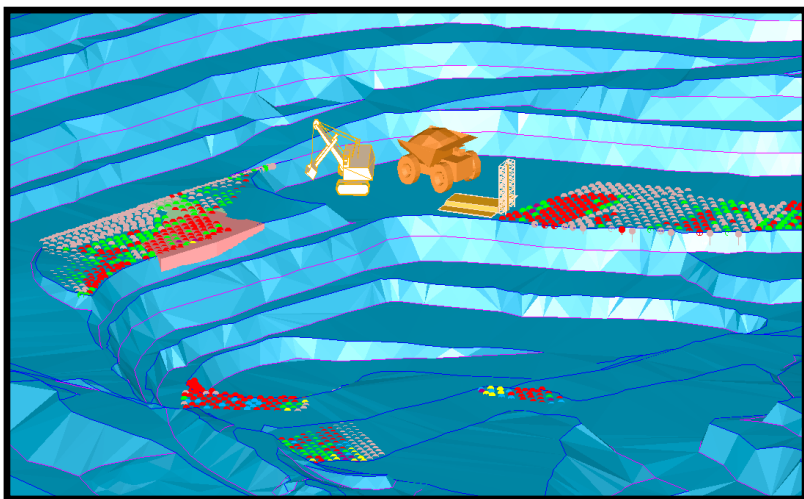
VENTAJAS Y APLICACIONES DEL MGMB

- ❑ El Modelo Geometalúrgico de Bloques (MGMB) es el mejor entregable que actualmente tiene la Geometalurgia; superior a la Geometalurgia de compósitos y UGMs.
- ❑ Siendo predictivo no sólo sirve para un óptimo planeamiento de Minado, sino para el diseño óptimo de procesos de conminución y de beneficio metalúrgico.
- ❑ Modelando el RQD, el tipo y densidad de fracturamiento, se puede optimizar la Voladura y bajar costos en el Chancado.
- ❑ Si se modela la competencia mecánica (MPa) se puede diseñar óptimamente los circuitos de conminución, especialmente Chancado secundario y terciario
- ❑ Complementado con Modelo de corto plazo, en base a un adecuado muestreo de “Blast Holes” es la herramienta principal para la selección geometalúrgica de mineral (Mena vs. Desmonte) y en general para un mejor “Ore Control”.

VENTAJAS Y APLICACIONES DEL MGMB

- ❑ El Modelo Geometalúrgico de Bloques (MGMB) es el mejor entregable que actualmente tiene la Geometalurgia; superior a la Geometalurgia de compósitos y UGMs.
- ❑ Siendo predictivo no sólo sirve para un óptimo planeamiento de Minado, sino para el diseño óptimo de procesos de conminución y de beneficio metalúrgico.
- ❑ Modelando el RQD, el tipo y densidad de fracturamiento, se puede optimizar la Voladura y bajar costos en el Chancado.
- ❑ Si se modela la competencia mecánica (MPa) se puede diseñar óptimamente los circuitos de conminución, especialmente Chancado secundario y terciario
- ❑ Complementado con Modelo de corto plazo, en base a un adecuado muestreo de “Blast Holes” es la herramienta principal para la selección geometalúrgica de mineral (Mena vs. Desmonte) y en general para un mejor “Ore Control”.

EJEMPLO DE MODELADO DE ARCILLAS EN BASE A ANÁLISIS FTNIR



ARCs: > 6% ● < 3% > 1.5% ●
 < 6% > 3% ● < 1.5% > 0.75% ●
 < 0.75% ●

Muestras de “Blast holes” analizadas
“on line” con el Espectrómetro FTNIR

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Bch. Ing. MSc.

Samuel Canchaya Moya



Gerente General **SAMPLING OK SAC**

Catedrático UNI y PUCP-Lima Perú

ENCUENTRO
TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN



**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**



PERUMIN
33 CONVENCION MINERA