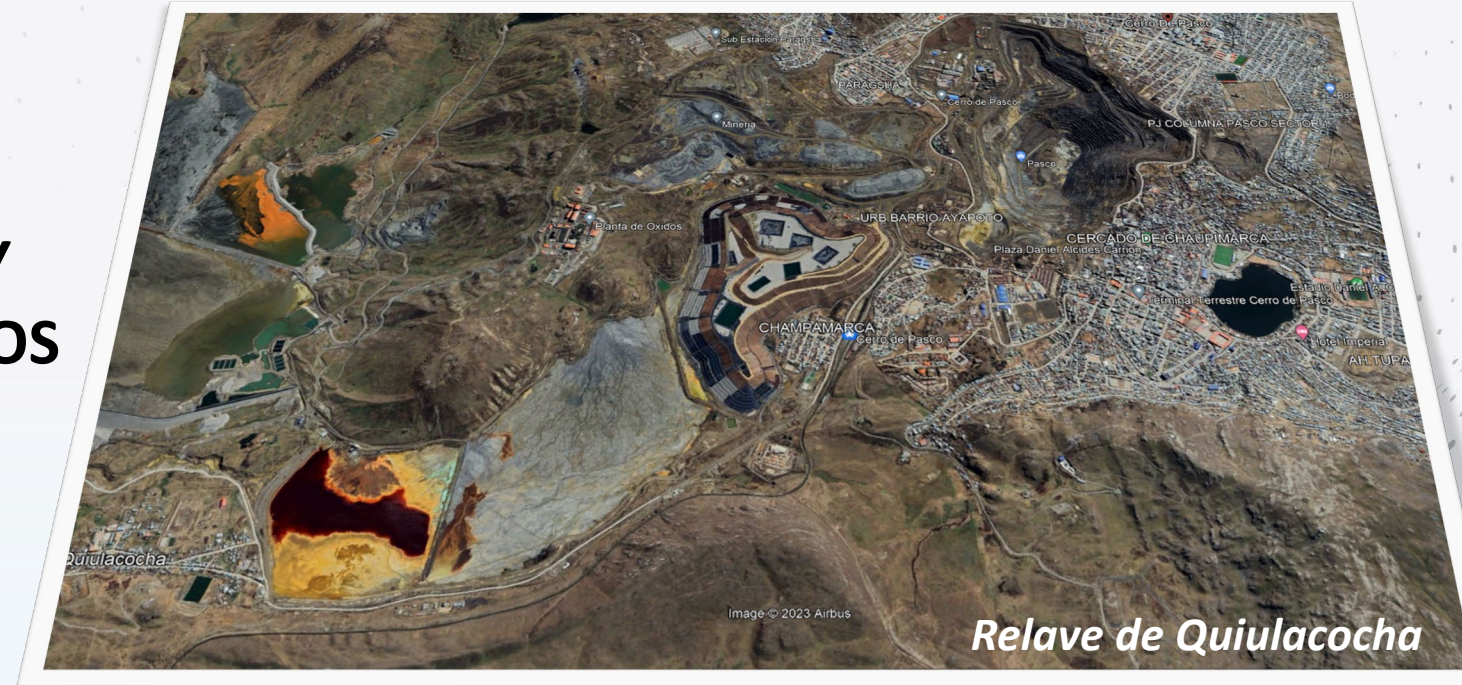


INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA Y MINERALÓGICA DE RELAVES MINEROS PARA SU REAPROVECHAMIENTO

Ing. César De La Cruz Poma

2023



BO Consulting, 2012. Reportó: 2.9 Mt a 1.43% Zn, 0.79% Pb, 43.1 g / t Ag y 0.04% Cu
70 millones de toneladas
115 ha.

CONTENIDO

- 1 **INGEMMET.**
- 2 **PAM en el Perú.**
- 3 **Actividad EGRM.**
- 4 **Metodología de estudio.**
- 5 **Caso de estudio.**
- 6 **Conclusiones.**



Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

INGEMMET

Organismo público técnico especializado del sector energía y minas, que tiene como objetivo la obtención, almacenamiento, registro, procesamiento, administración y difusión eficiente de la información geocientífica y aquella relacionada a la geología básica, los recursos del subsuelo, los riesgos geológicos y el geoambiente.

Conduce el procedimiento ordinario minero conforme a lo dispuesto en la Ley General de Minería y sus reglamentos, desde la solicitud de petitorios hasta su titulación como concesión minera y extinción según las causales fijadas por la ley; ordena y sistematiza la información georeferenciada mediante el Catastro Minero Nacional; administra y distribuye el Derecho de Vigencia y Penalidad.

1. INGEMMET-Misión y visión

Misión

Generar y proveer información geológica y administrar los derechos mineros, para la ciudadanía en general, entidades públicas y privadas; con celeridad, transparencia y seguridad jurídica.

Visión

Ser reconocidos como el ente rector de la investigación geocientífica y la autoridad en la gestión eficiente de las concesiones y catastro minero.

Normativa legal

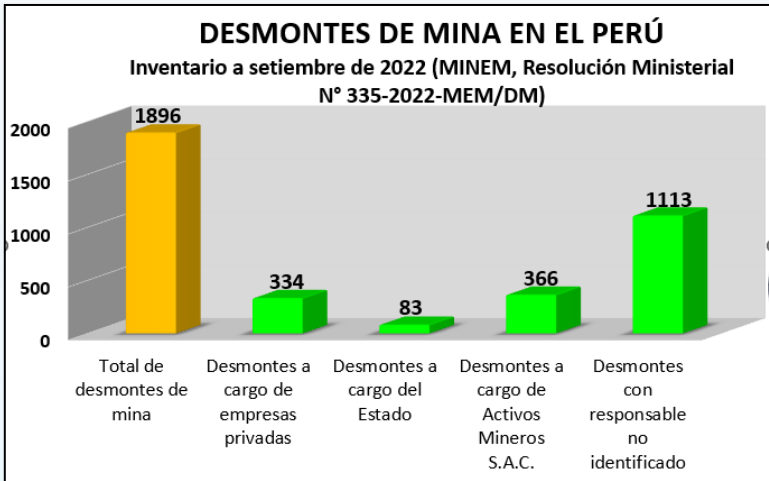
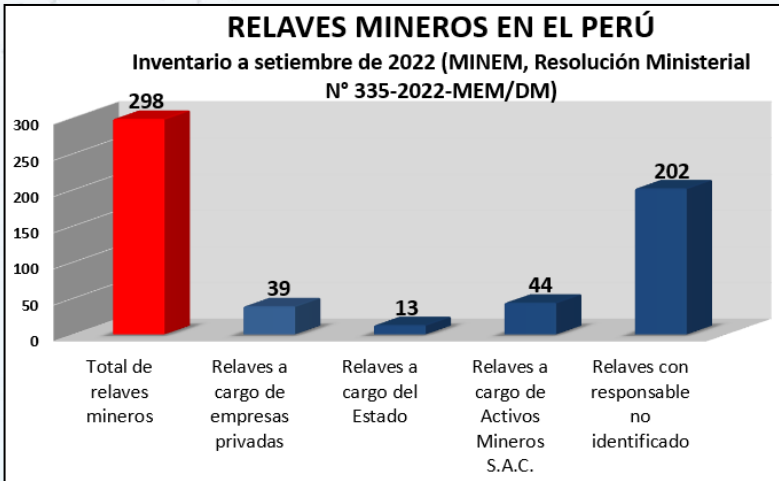
En el Perú los Pasivos Ambientales Mineros (PAM) están regulados mediante la ley N° 28271 “Ley que Regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera”, y su modificatoria dada por la Ley N° 28526.

Mediante el Decreto Supremo N°003-2009, se modificó el Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, aprobado por D.S. N° 059-2005-EM.

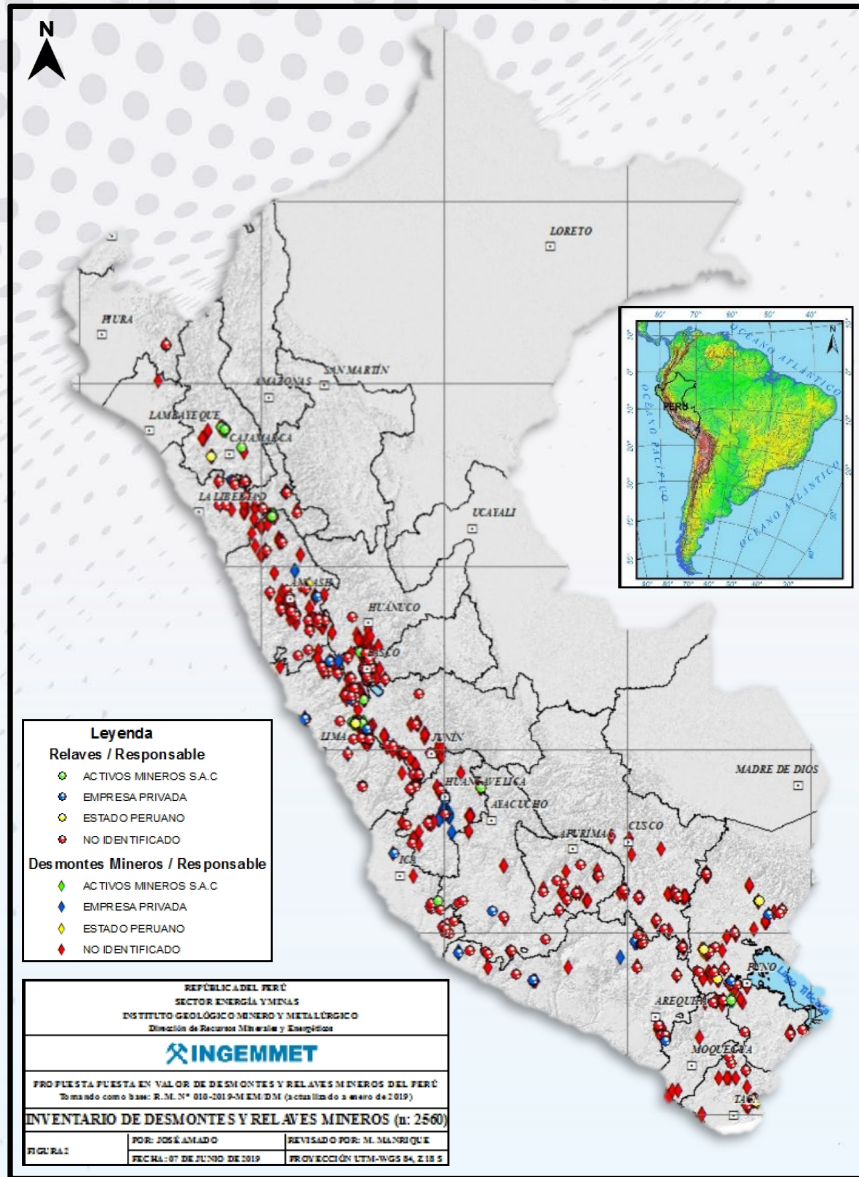
Artículo 7º.- Del inventario de pasivos ambientales mineros

La DGM, en coordinación con la DGAAM y el INGEMMET, conduce las acciones para la identificación y elaboración del inventario de los pasivos ambientales mineros, considerando los riesgos inherentes a dichos pasivos.

2. PAM EN EL PERÚ



2. PAM EN EL PERÚ



- Los relaves y desmontes mineros por su antigüedad y procedencia, pueden contener elementos de importancia económica. **El INGEMMET está en la capacidad para realizar estudios de caracterización geoquímica, geofísica y mineralógica que pueden contribuir a poner en valor los relaves y desmontes mineros.**
- Asimismo, el **INGEMMET** puede contribuir en la identificación de relaves y desmontes mineros para la evaluación de riesgos e impactos en la salud y en el medio ambiente.

Convenio Marco entre INGEMMET y el MINEM (12-01-2023)

2. PAM EN EL PERÚ

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Conste por el presente documento el Convenio Marco de Colaboración Interinstitucional celebrado de una parte por el Ministerio de Energía y Minas, con RUC N° 20131368829, con domicilio en A.v. De Las Artes Sur N° 260, distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima, representado por el Viceministro de Minas, señor Jaime César Chávez Riva Gálvez, identificado con DNI N° 08267655, designado mediante Resolución Suprema N° 015-2022-EM, a quien en adelante se denominará **EL MINEM**; y de la otra parte el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, con RUC N° 20112919377, con domicilio en la Av. Canadá N° 1470, distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima, representado por su Presidente del Consejo Directivo (e), señor Henry John Luna Córdova, identificado con DNI N° 02666307, designado con Resolución Suprema N° 013-2022-EM, a quien en adelante se denominará **EL INGEMMET**; en los términos y condiciones siguientes:

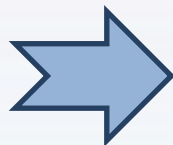
CLÁUSULA PRIMERA: LAS PARTES

EL MINEM y EL INGEMMET, en caso de ser mencionados conjuntamente, serán denominados **LAS PARTES**.

a) EL MINEM
Es el ente rector del Sector Energía y Minas, que ejerce competencias exclusivas para diseñar, establecer y supervisar las políticas nacionales y sectoriales en materia de energía y de minería, asumiendo la rectoría respecto de ellas. Tiene personería jurídica de derecho público y constituye un pliego presupuestal. Asimismo, es el encargado de promover la inversión sostenible y las actividades del sector. Asimismo, **EL MINEM** de conformidad con lo establecido en el numeral 7.1 del artículo 7 de la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas; formula, planea, dirige, coordina, ejecuta, supervisa y evalúa la política nacional y sectorial bajo su competencia aplicable a todos los niveles de gobierno.

b) EL INGEMMET
Es un Organismo Público Técnico Especializado del Sector Energía y Minas del Perú, con personería jurídica de derecho público interno, goza de autonomía técnica, económica y administrativa, que tiene como objetivo la obtención, almacenamiento, registro, procesamiento, administración y difusión eficiente de la información geocientífica y aquella relacionada a la geología básica, los recursos del subsuelo, los riesgos geológicos y el geoambiente.

Asimismo, tiene como objetivo conducir el Procedimiento Ordinario Minero, incluyendo la recepción de petitorios, el otorgamiento de concesiones mineras y su extinción según las causales fijadas por la ley, ordenando y sistematizando la información georreferenciada mediante el Catastro Minero Nacional, así como la administración y distribución del Derecho de Vigencia y Penalidad.



PERÚ Ministerio de Energía y Minas Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Lima, 17 de febrero de 2023

OFICIO N° 0002-2023-INGEMMET/PE

Señor Ingeniero
JORGE ENRIQUE SOTO YEN
Director General de la Dirección General de Minería
Av. De Las Artes Sur N° 260
Presente. –

Asunto : Solicitud de información de pasivos ambientales mineros.

Referencia : Informe N° 0014-2023-INGEMMET/DRME

Me dirijo a usted, para saludarlo cordialmente y manifestarle que, en el marco del convenio entre el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en la cláusula segunda consideran necesario fortalecer la gestión del subsector a través de estudios geoquímicos, mineralógicos, geológicos y otros, con el fin de llevar a cabo de forma coordinada las diversas actividades.

En este contexto, el INGEMMET a través de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, propone realizar la evaluación geológica de relaves mineros, conjuntamente con la Dirección General de Minería (DGM) del MINEM, que según el Artículo 7 del DS N° 003-2009-EM, la DGM en coordinación con la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) y el INGEMMET, conducen las acciones para la identificación y elaboración del inventario de los pasivos ambientales mineros (PAMs).

Motivo por el cual, agradeceré nos indique cuales son los relaves mineros priorizados para ser estudiados a partir del presente año, a efectos de considerarlos en nuestro plan operativo multianual.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi consideración distinguida y estima personal.

Atentamente,

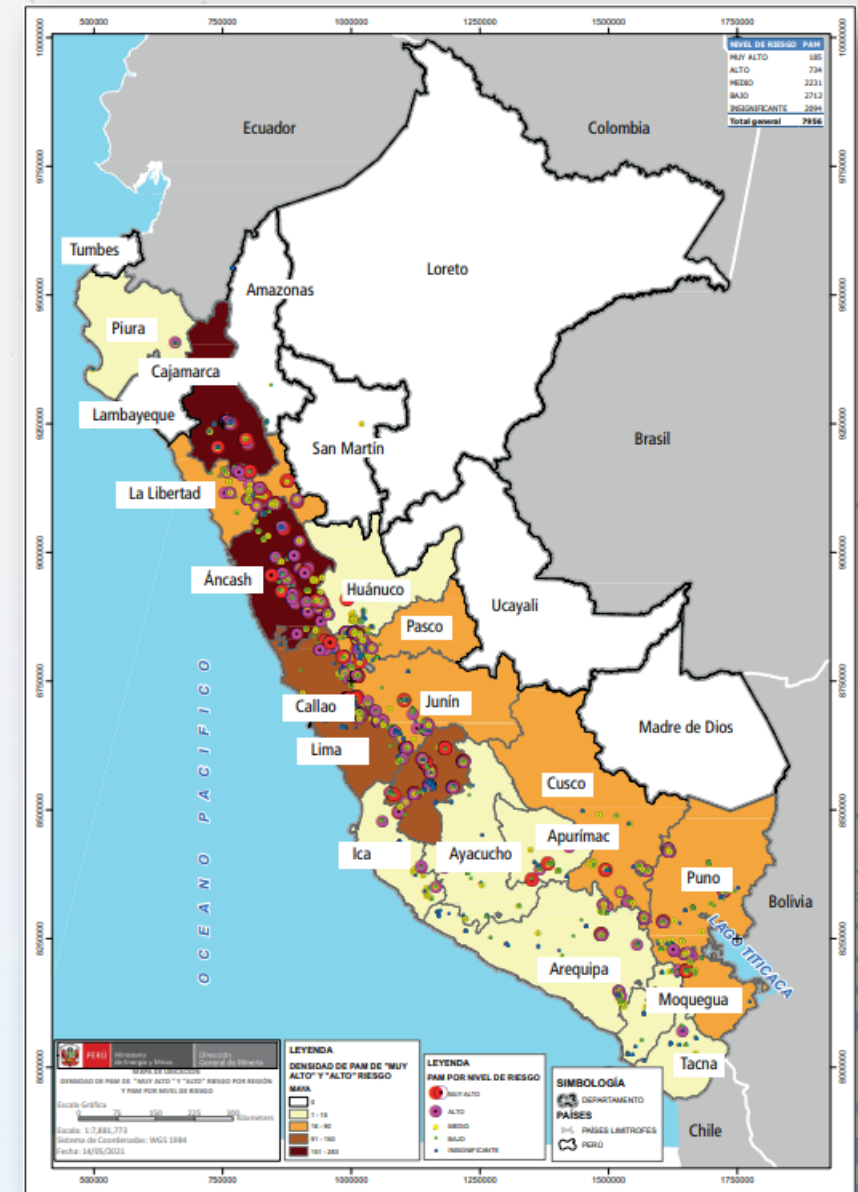
Documento firmado digitalmente
Ing. WILLIAM MARTINEZ BALLADARES
Director (e) de Recursos Minerales y Energéticos
INGEMMET

Av
Tt
/l
e
Web: www.gob.pe/ingemmet

BICENTENARIO DEL PERÚ 2021 - 2024

“Evaluación geológica de pasivos ambientales mineros: Remediación, reaprovechamiento y reutilización”

- ✓ Realizar la **evaluación geológica** de los pasivos ambientales mineros para su **remediación, reaprovechamiento y/o reutilización**; priorizando caracterizar los principales **elementos estratégicos y lantánidos** presentes en los relaves mineros del territorio peruano.
- ✓ Generar información geoquímica, mineralógica, geofísica y espectral útil para la **evaluación económica (reaprovechamiento de relaves mineros) y ambiental**.



FUENTE: Ministerio de Energía y Minas (2020).

Lista priorizada de pasivos ambientales mineros, subtipo relaves de muy alto y alto riesgo - DGM



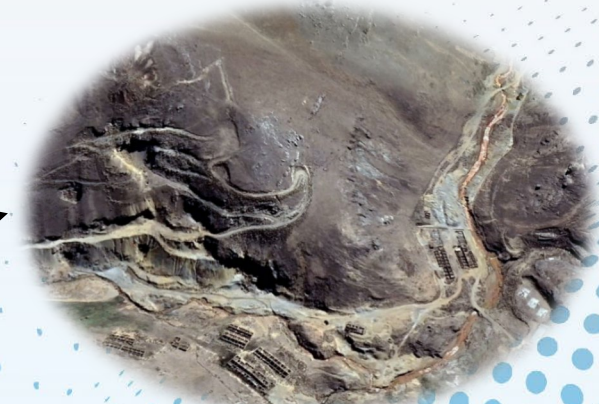
Relavera Paccha – La Libertad



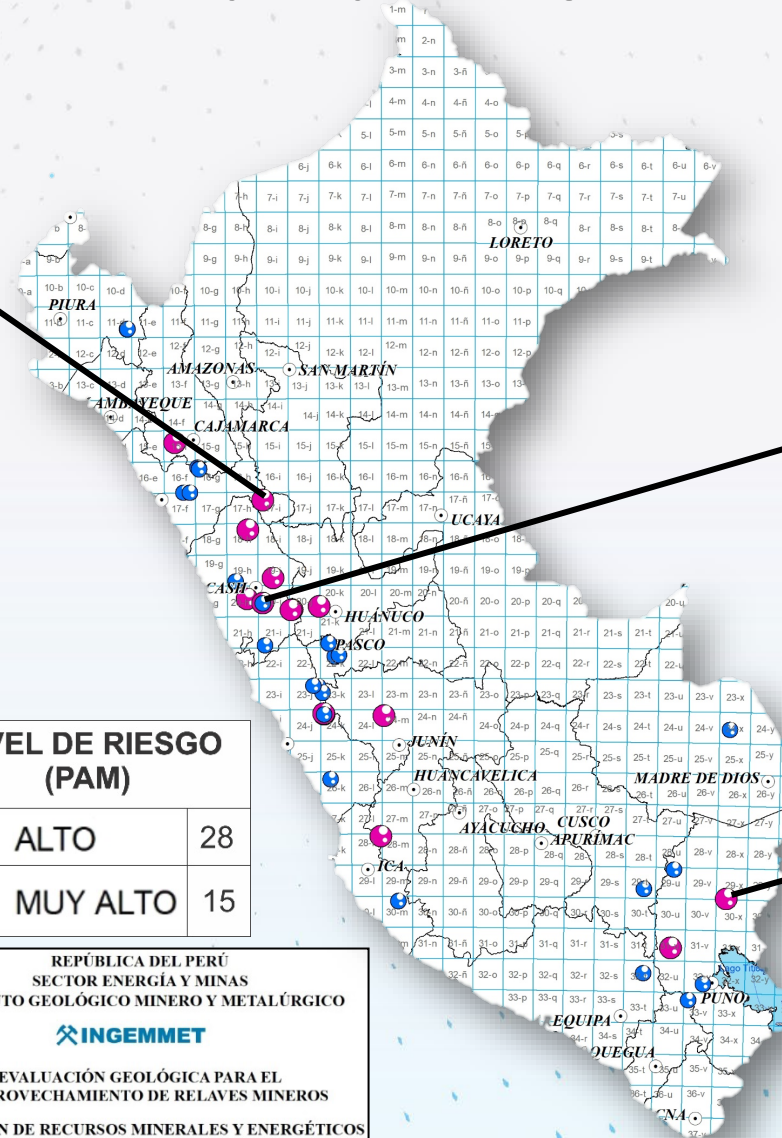
Relavera Planta concentradora Mesapata - Ancash



Relavera Huampar - Lima



Relavera Cecilia - Puno

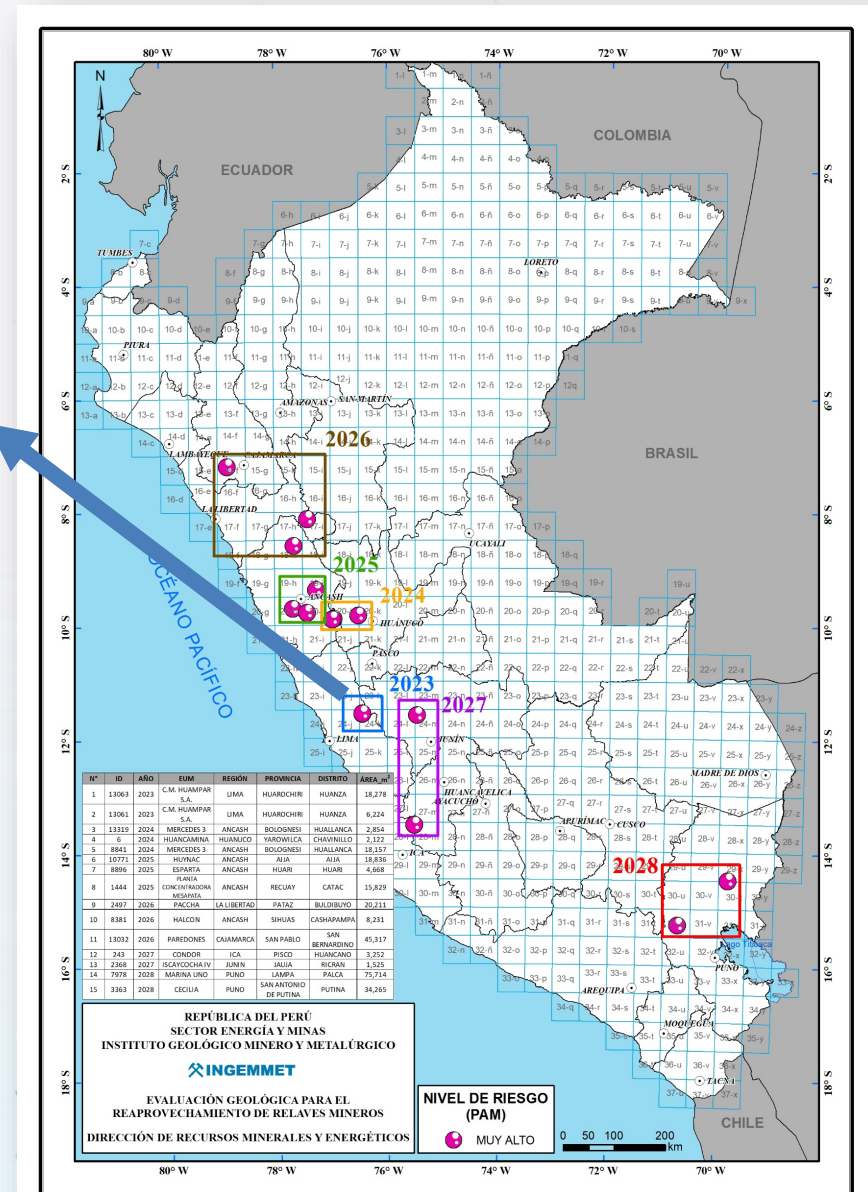


NIVEL DE RIESGO (PAM)		
	ALTO	28
	MUY ALTO	15

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET
EVALUACIÓN GEOLÓGICA PARA EL REAPROVECHAMIENTO DE RELAVES MINEROS
DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

Lista priorizada de pasivos ambientales mineros con nivel de riesgo MUY ALTO.

Nº	ID	EUM	REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	ESTE	NORTE	ZONA	DATUM
1	9988	C.M. HUAMPAR S.A.	LIMA	HUAROCHIRI	HUANZA	342631	8720046	18	WGS84
2	13063	C.M. HUAMPAR S.A.	LIMA	HUAROCHIRI	HUANZA	342590	8720255	18	WGS84
3	13061	C.M. HUAMPAR S.A.	LIMA	HUAROCHIRI	HUANZA	342443	8721304	18	WGS84
4	13319	MERCEDES 3	ANCASH	BOLOGNESI	HUALLANCA	286022	8906229	18	WGS84
5	6	HUANCAMINA	HUANUCO	YAROWILCA	CHAVINILLO	334069	8912452	18	WGS84
6	8841	MERCEDES 3	ANCASH	BOLOGNESI	HUALLANCA	283815	8905344	18	WGS84
7	10771	HUYNAC	ANCASH	AIJA	AIJA	206410	8925370	18	WGS84
8	8896	ESPARTA	ANCASH	HUARI	HUARI	251837	8962647	18	WGS84
9	1444	PLANTA CONCENTRADORA MESAPATA	ANCASH	RECUAY	CATAC	233887	8917821	18	WGS84
10	1450	PLANTA CONCENTRADORA MESAPATA	ANCASH	RECUAY	CATAC	233917	8917577	18	WGS84
11	2497	PACCHA	LA LIBERTAD	PATAZ	BULDIBUYO	234123	9101492	18	WGS84
12	8381	HALCON	ANCASH	SIHUAS	CASHAPAMPA	207543	9048456	18	WGS84
13	13032	PAREDONES	CAJAMARCA	SAN PABLO	SAN BERNARDINO	740086	9204182	17	WGS84
14	243	CONDOR	ICA	PISCO	HUANCANO	443671	8503316	18	WGS84
15	2368	ISCAYCOCHA IV	JUNIN	JAUIJA	RICRAN	449015	8717896	18	WGS84
16	7978	MARINA UNO	PUNO	LAMPA	PALCA	313448	8309144	19	WGS84
17	3363	CECILIA	PUNO	SAN ANTONIO DE PUTINA	PUTINA	410027	8397835	19	WGS84



Fuente: Dirección General de Minería (DGM).

Relaves Huampar.

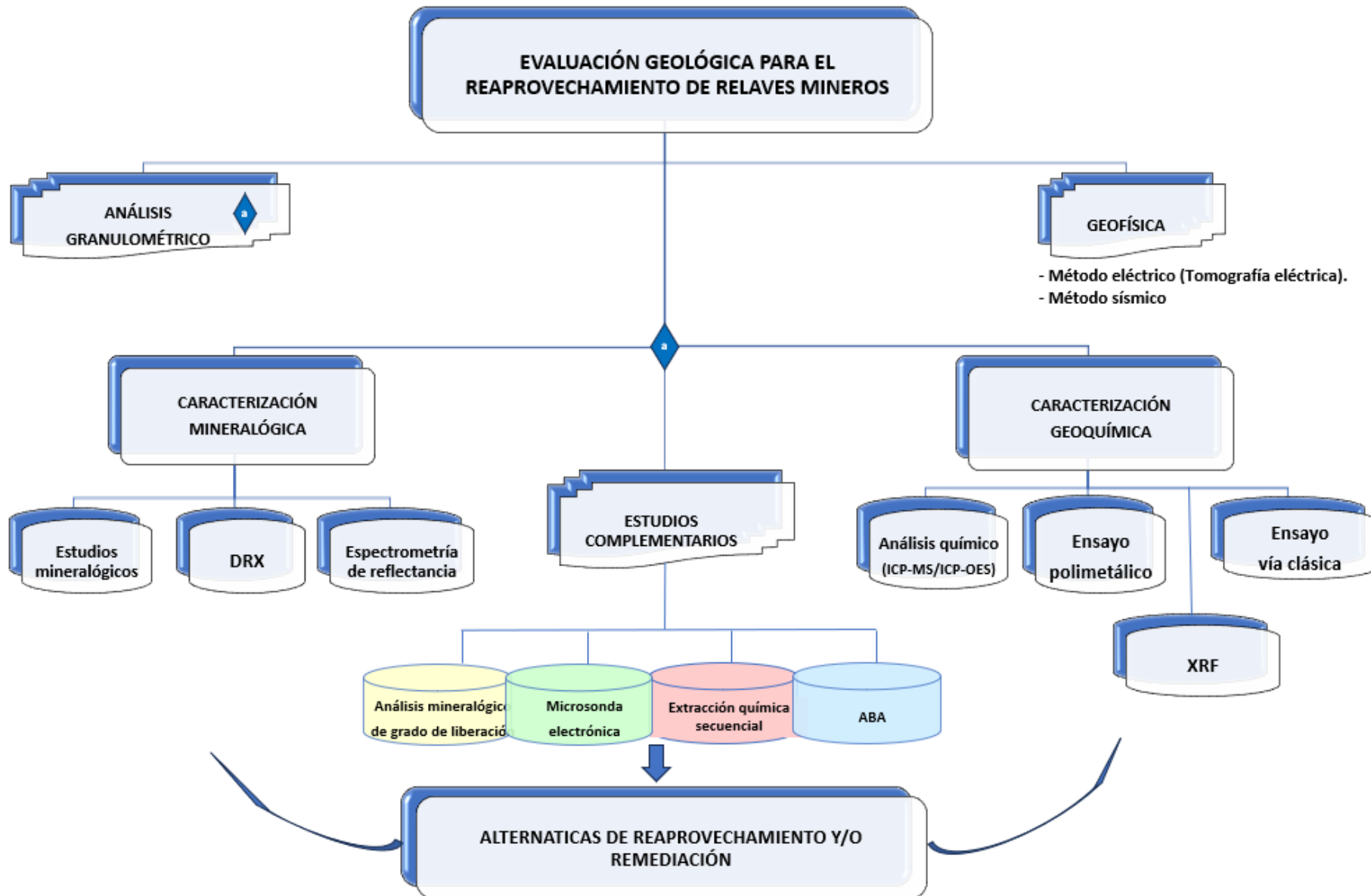


Huampar III



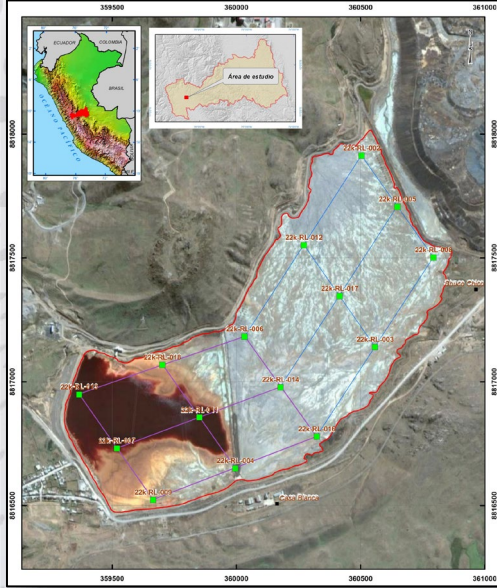
- ✓ Región: LIMA
- ✓ Provincia: HUAROCHIRI
- ✓ Distrito: HUANZA

✓ Coordenadas:
E: 342590
N: 8720255



2. Muestreo de relaves

1. Diseño de muestreo



2.1 Caracterización geoquímica

IMAGEN	Cód.	Pot. (m)	Au	Ag	As	Sb	Cu	Fe	Pb	Zn	S	Hg
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppb
0m	LC-I-023	0.90	1.35	<2	8 155	44	90	6.4	1 432	379	4.0	
-0.90	LC-I-022	0.30	1.74	10.20	8 774	43	179	8.1	4 250	3 097	6.4	5 020
-1.20	LC-I-021	0.60	1.14	<2	5 803	17	114	6.6	1 320	575	4.7	
-1.80	LC-I-019	0.30	1.65	4.28	7 532	30	117	7.6	2 503	852	6.3	1 057

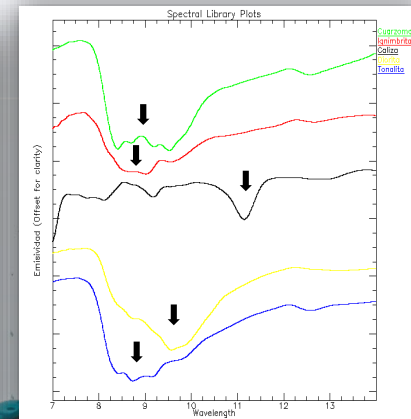
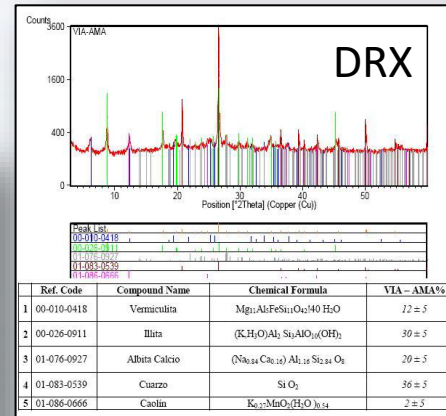


FRX

2.2 Caracterización mineralógica

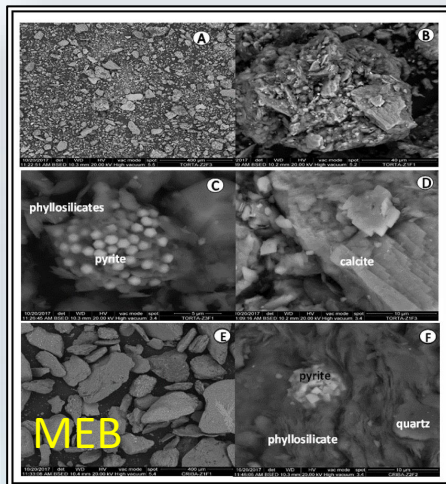
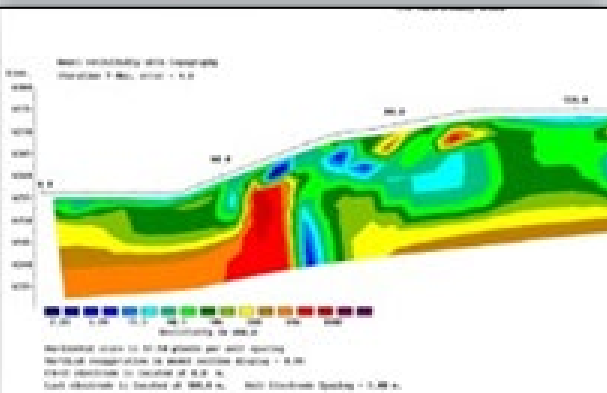
Espectrometría de reflectancia

2.3 Caracterización geometalúrgica



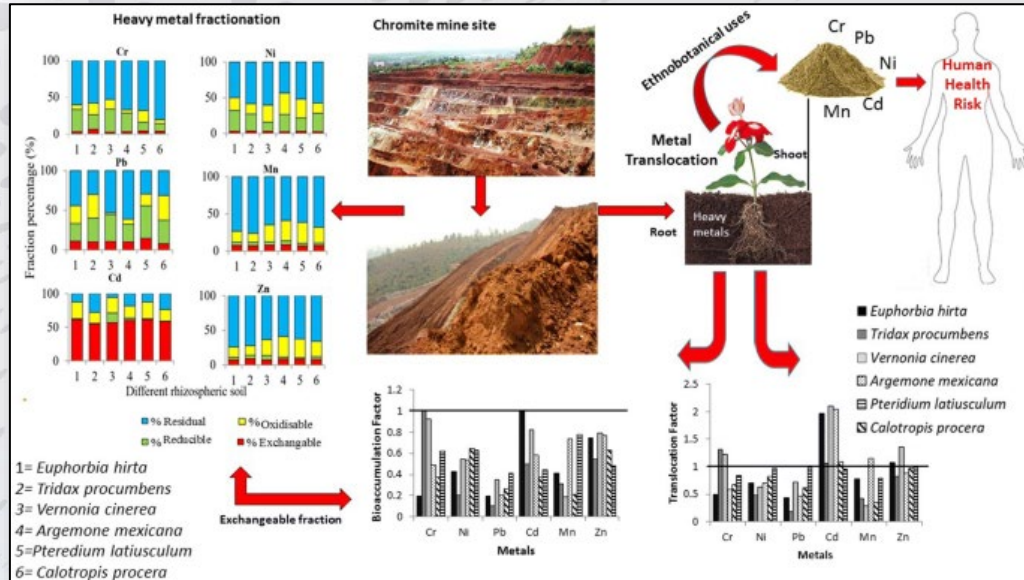
Toma de lecturas espectrales

Geofísica

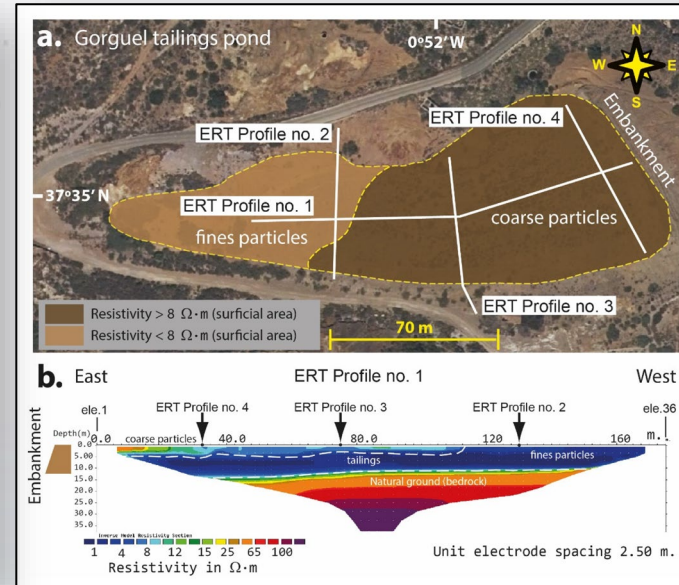


Espectrorradiómetro Fieldspec 4 Hi-res





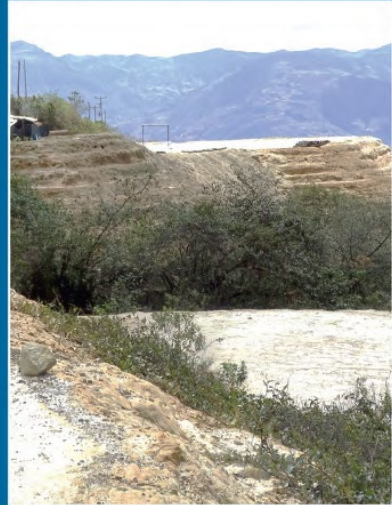
2.4 Biodisponibilidad de metales pesados



3. Modelamiento 3D



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica N° 78



Caracterización geoquímica y mineralógica de relaves mineros La Ciénaga - La Libertad

Lima, Perú 2022

4. Publicaciones

RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO

INGEMMET		FICHA PARA EL LOGUEO DE RELAVES MINEROS				Codigo:		
SECTOR ENERGÍA Y MINAS		Versión: 00				Fecha de Aprob: 09/08/2023		
NOTIFICACIÓN DE RIESGOS Y TIETAMOS		Página: 1 de 2						
ID Sondeaje: HWA 13063 i - 05		Mesa de agua: 2 m						
Proyecto: EGRM	Responsable: H. Manrique	ID PAM: 13063 i	Nombre del lugar: Huampar	Fecha: 25-26/9/23				
Ubicación		Características del sondeaje						
Región: LIMA	Datum: WGS84	ID Sondeaje/Tritchera: 505	Proyectados					
Provincia: Huacachina	Zona: 18	Equipo: Mordmeyer Geolac	Perforados					
Distrito: Huancza	Este: 342,638	Serie del equipo: 106	Desde (m): 0m					
Localidad: Huampar	Norte: 8720,318	Inclinación/Pendiente: 90	Hasta (m): 14m					
	Cota: 4224 m.snm	Azmut: 90	Ancho (m): 6.5cm					
Metros		Grifon	Color	Cod. color	Textura	Minerales	ID muestra	Observaciones
0.1		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-001	Atarrajado, arena gris clara, negro
0.2		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-002	Transicional
0.3		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-004	Remanente mat. arcilla
0.4		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-005	1% p. ptao negro
0.5		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-006	Poca recuperación
0.6		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-007	Hidratado P. ptao cpy negro
0.7		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-008	Hidratado +
0.8		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-009	
0.9		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-010	
1.0		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-011	
1.1		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-012	1HG
1.2		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-013	
1.3		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-014	
1.4		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-015	
1.5		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-016	
1.6		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-017	
1.7		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-018	
1.8		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-019	4.5mm 1cm con 2 ptao negro
1.9		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-020	
2.0		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-021	1HG
2.1		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-022	4.5mm 1cm con 2 ptao negro
2.2		GRIS	VERDESO	5/10Y	310	2% p. negro, 1% p. ptao negro, p. ptao cpy (?) en t2	S05-023	

S05-002 - BLC * Transicional. Mat. naranja entremezclado con gris azulino y negro. También arena parda clara
 S05-025 - SRMS
 S05-014 - DUP
 S05-007, S05-008 - 4E
 S05-022 - SBP



Propuesta de estudio en los relaves Huampar:

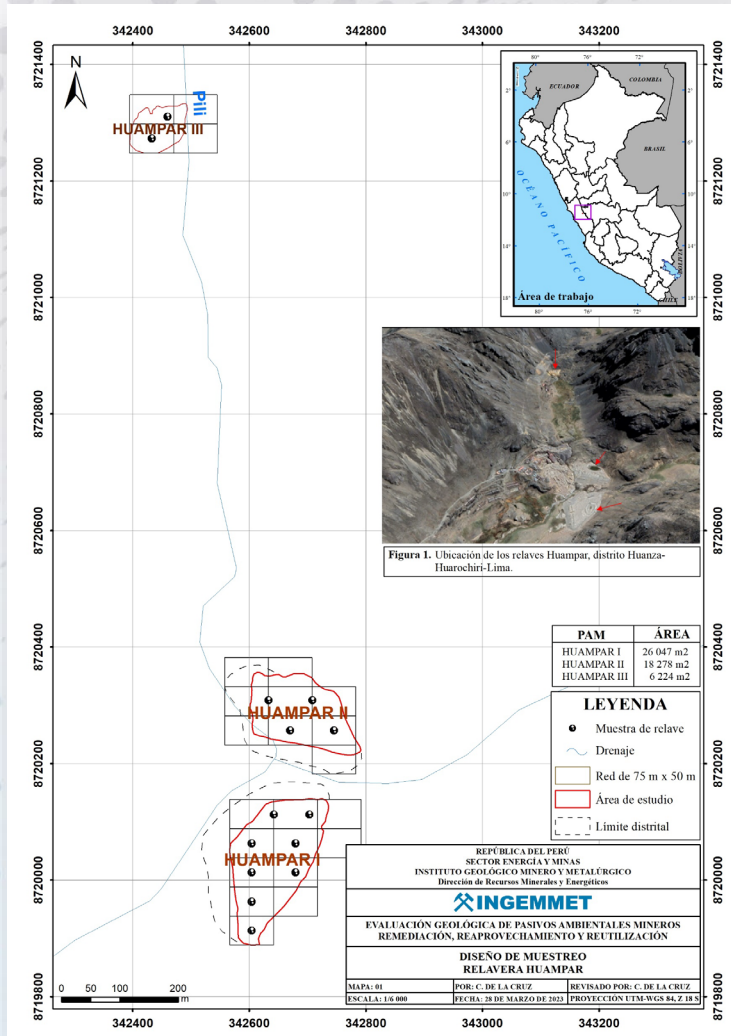
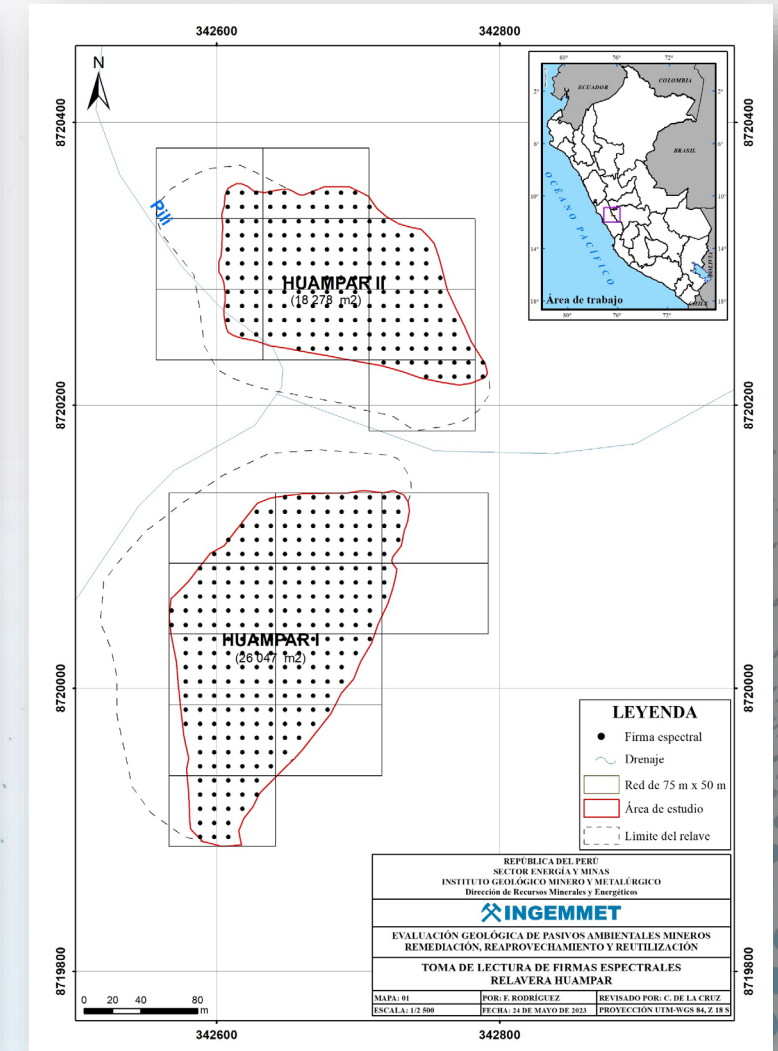
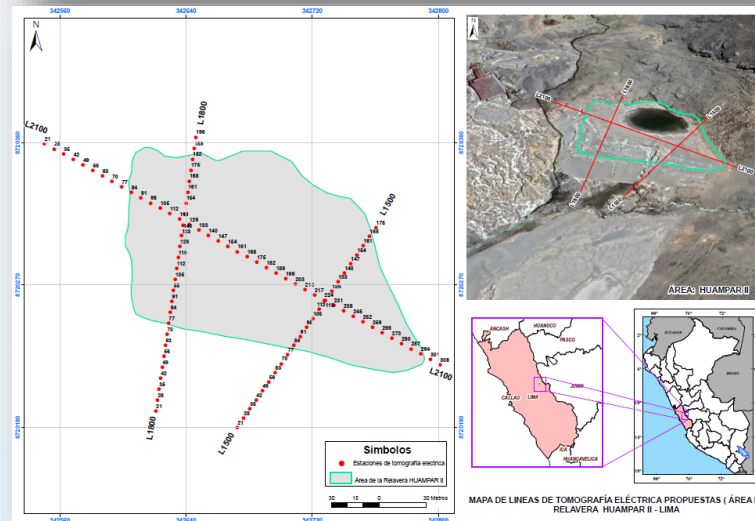
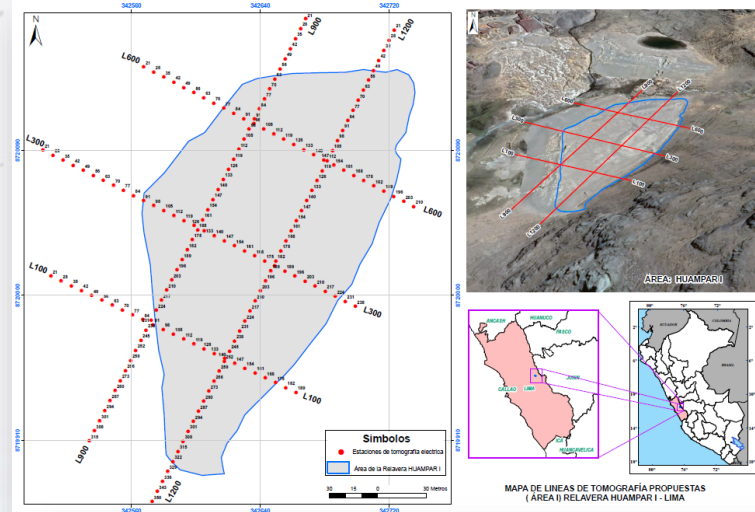


Figura 1. Ubicación de los relaves Huampar, distrito Huanza-Huachichil-Lima.



Geoquímica

Geofísica

Espectrometría de reflectancia

Equipos de muestreo:



EQUIPO LMSR-Hk

INFORMACIÓN TÉCNICA

Funciona mediante un motor hidráulico alimentado por una fuente de energía separada de la máquina.

Sistema de Presión: 160 bar

Combustible Hidráulico: BP Energol HLP - HM 46

DIMENSIONES

Largo: 785 mm

Ancho: 780 mm

Altura: 2340 mm

Peso Total: 170 kg

PROCESOS DE PERFORACIÓN

Sondeos Geotécnicos

- DPL / 10 kg
- DPM / 30 kg
- DPH / 50 kg
- 15-30 golpes por minuto
- 500 mm de altura de la maza


Sacar Muestras de Suelos

- hasta 80 mm de diámetro
- 1000 mm longitud de la barra


5. CASO DE ESTUDIO


Caracterización geoquímica y mineralógica de relaves mineros La Ciénaga – La Libertad

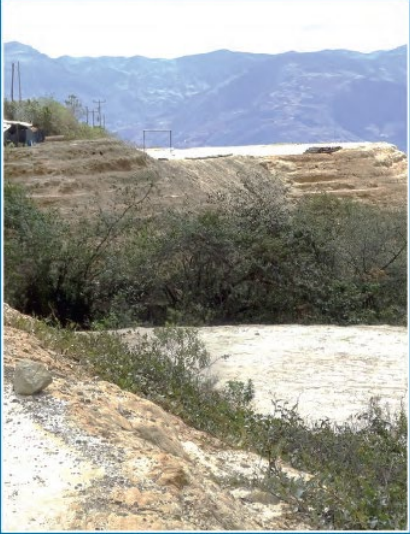
ESTUDIO DE CASO DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN LA REGIÓN LA LIBERTAD/PERÚ
 Las Relaveras de la Ciénaga/Pataz
 Gestión del Estado Peruano y Análisis Específico de Responsabilidad Histórica y Legal




COOPERACIÓN ALEMANA PARA EL DESARROLLO
 INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES
 Trujillo (Perú) - Santiago (Chile) 2018




 INGENMET, Boletín Serie B: Geología Económica N° 78



Caracterización geoquímica y mineralógica de relaves mineros La Ciénaga - La Libertad
 Lima, Perú 2022


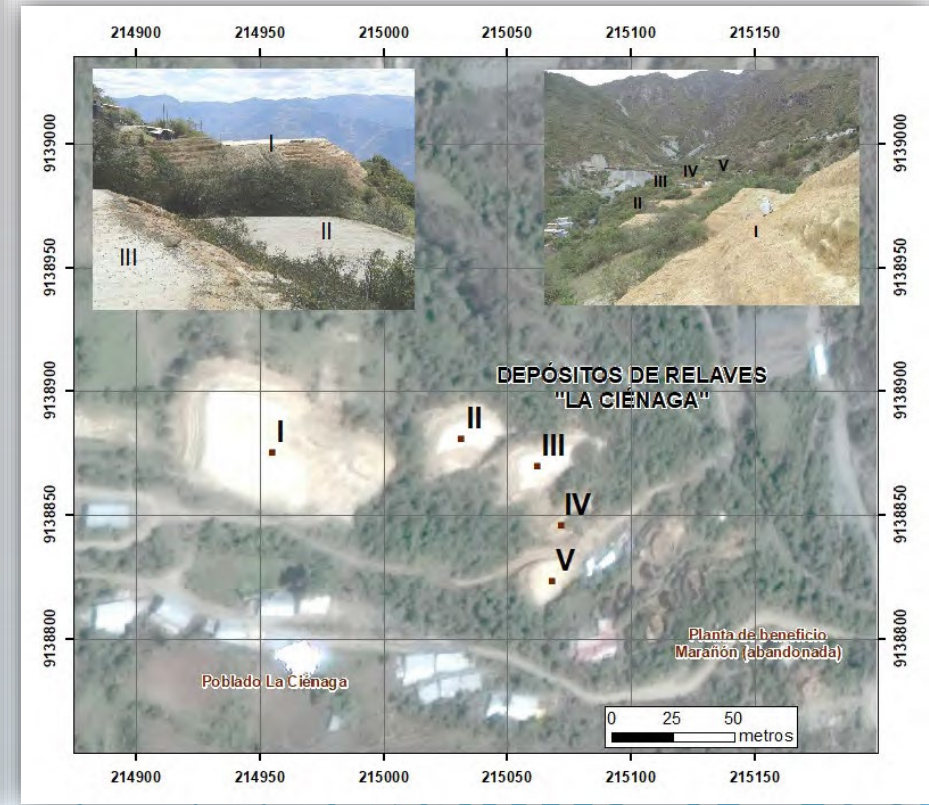
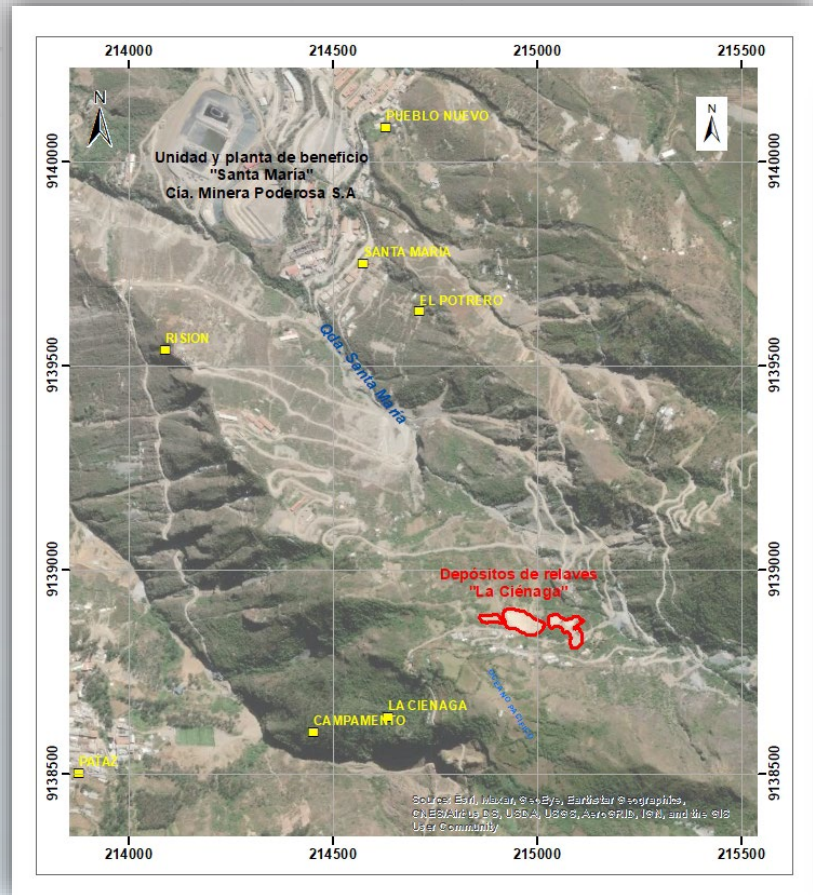
Otras investigaciones

Walsh Perú (2017)	Estudio de caso de pasivos ambientales mineros en la región La Libertad/Perú: El entorno social
Morche, W. (2017)	Estudio de caso de pasivos ambientales mineros en la región La Libertad/Perú: Investigación económico-minera y ambiental de los depósitos de relaves mineros "La Ciénaga"
Rodríguez Lázaro, C. (2018)	Estudio de caso de pasivos ambientales mineros en la región La Libertad/Perú: Gestión del estado peruano y análisis específico de responsabilidad histórica y legal de las relaveras "La Ciénaga"
Meyer, Chr., Jerez, I., Soundy, R. / UMTEC (2019)	Informe sobre caso de estudio para la remediación de los relaves en La Ciénaga
Manrique & Agurto / INGENMET (2022)	Caracterización geoquímica y mineralógica de relaves mineros La Ciénaga – La Libertad

Publicaciones en el marco del proyecto "La Ciénaga"

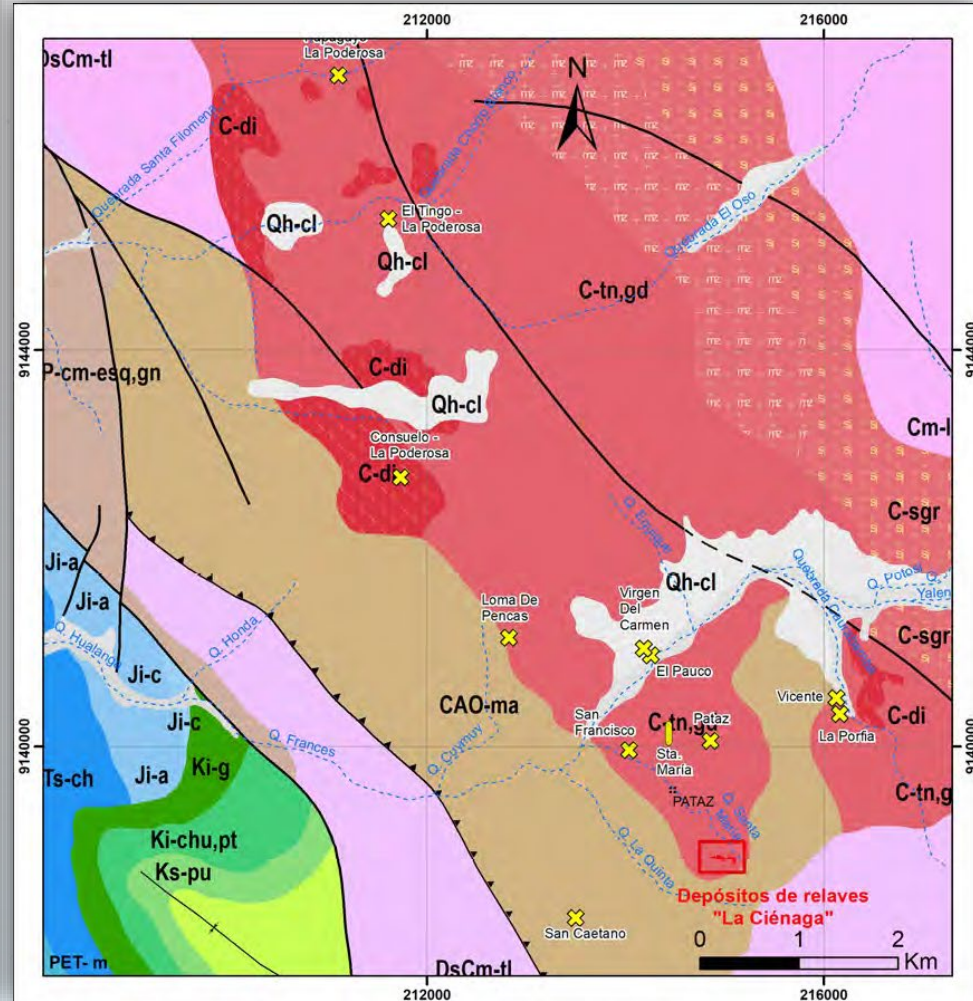
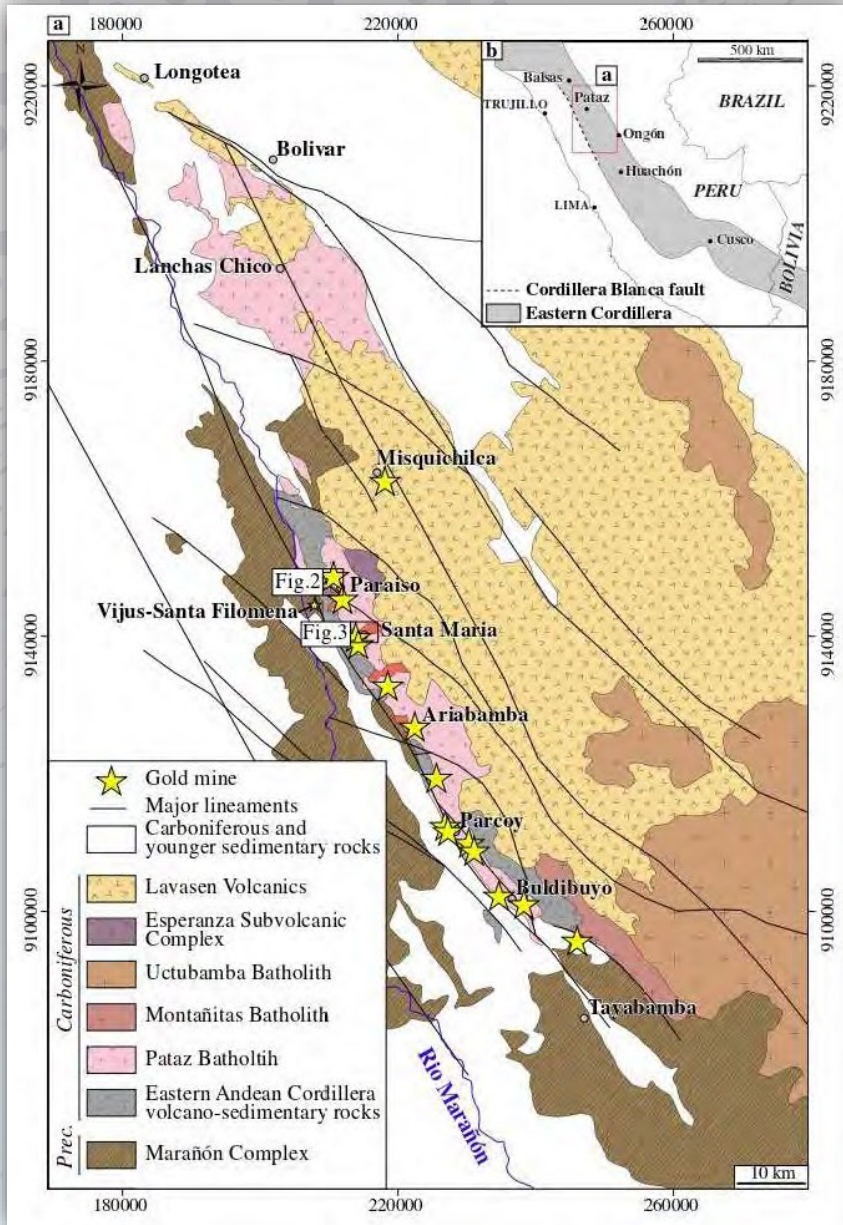
5. CASO DE ESTUDIO

Ubicación de los relaves mineros La Ciénaga – La Libertad



5. CASO DE ESTUDIO

Marco Geológico Regional



SIMBOLOGÍA

- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Drenaje
- Lineamientos
- Fallas
- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal
- Limite departamental
- Limite provincial
- Limite distrital
- Relaves "La Ciénaga"

Yacimientos Mineros

- ✱ Orogénicos
- Vetas

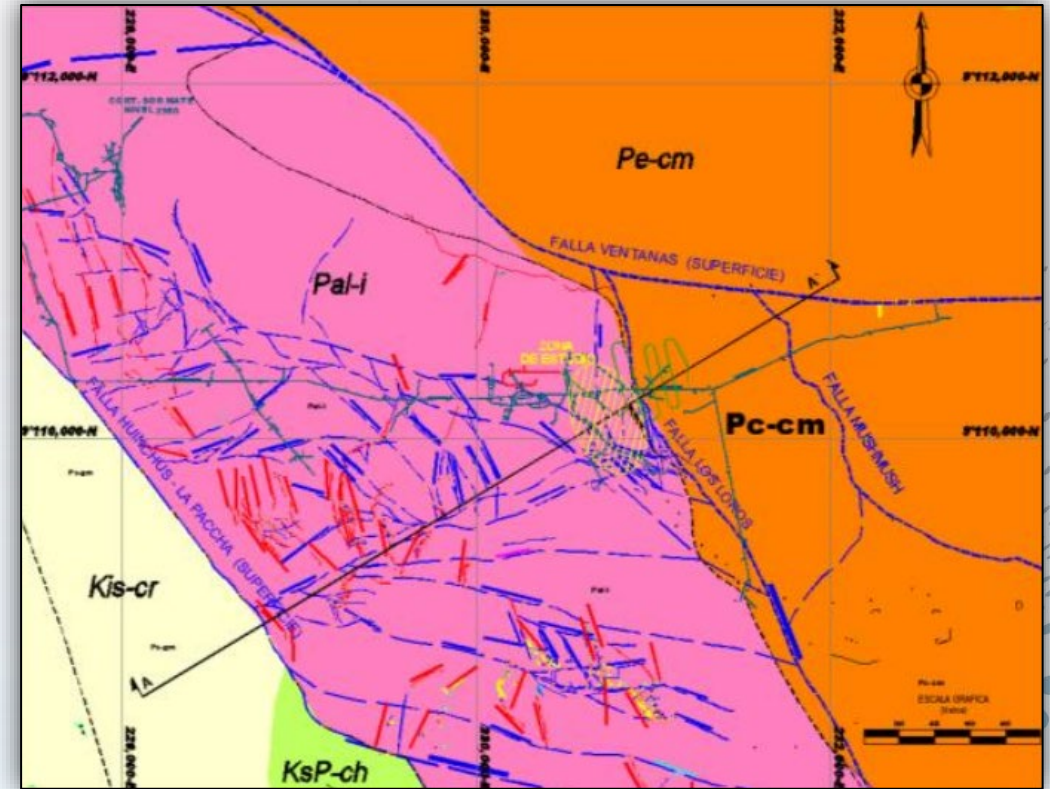
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
Cenozoico	Cuaternario		Qh-fl Depósito fluvial	
			Qh-al Depósito aluvial	
			Qh-cl Depósito coluvial	
Mesozoico	Cretácico		Ks-cho Formación Chota	
			Ks-pu Grupo P'ullucana	
			Ki-chu, pt Formación Chulec, Pariatambo	
			Ki-g Gpo. Goyllarisquizga	
Mesozoico	Jurásico		Ji-c Formación Condorsinga	
			Ji-a Formación Aramachay	
			Ts-ch Formación Chamará	
Mesozoico	Triásico		PET-m Gpo. Mitu	
			PEC-c Grupo Copacabana	
Paleozoico			Cm-l Formación Lavasén	C-sgr Senogranito
			DsCm-tl Formación Tres Lagunas	C-mgr Monzogranito
			CAO_ma Fm Macno	C-tn,gd Tonalita, granodiorita
			NP-cm-esq,gn Complejo Maraón	C-di Diorita
NEO-PROTEROZOICO				

5. CASO DE ESTUDIO

Secuencia paragenética de Santa María y Paraíso

Minerals	Wall rock alteration and early quartz deposition	Early stage	As replacement	Base metal stage	Post-ore deposition
		Inclusion-rich pyrite deposition	Arsenic replacement and invisible gold deposition	BMS and visible gold deposition	Late white quartz and carbonates/chlorite veinlets
Pyrite core (PyI)		██████████			
Arsenian pyrite (PyIIa)			██████████		
Arsenian pyrite (PyIIb)			—		
Arsenopyrite			██████████		
Sphalerite		①		②	
Chalcopyrite		①		②	
Galena		①		②	
Freibergite				—	
Invisible gold					
Visible gold (electrum)		①		②	
Quartz					
Buck	██████████				
Comb	██████████				
Breccia (gray)				██████████	
White quartz					██████████
Carbonates					
Ankerite					
Dolomite		—			
Calcite					—
Muscovite (sericite)					—
Chlorite					—

>10 vol% 10-20 vol% >20 vol% ① Introduced in Model 1 ② Introduced in Model 2 → Time



5. CASO DE ESTUDIO

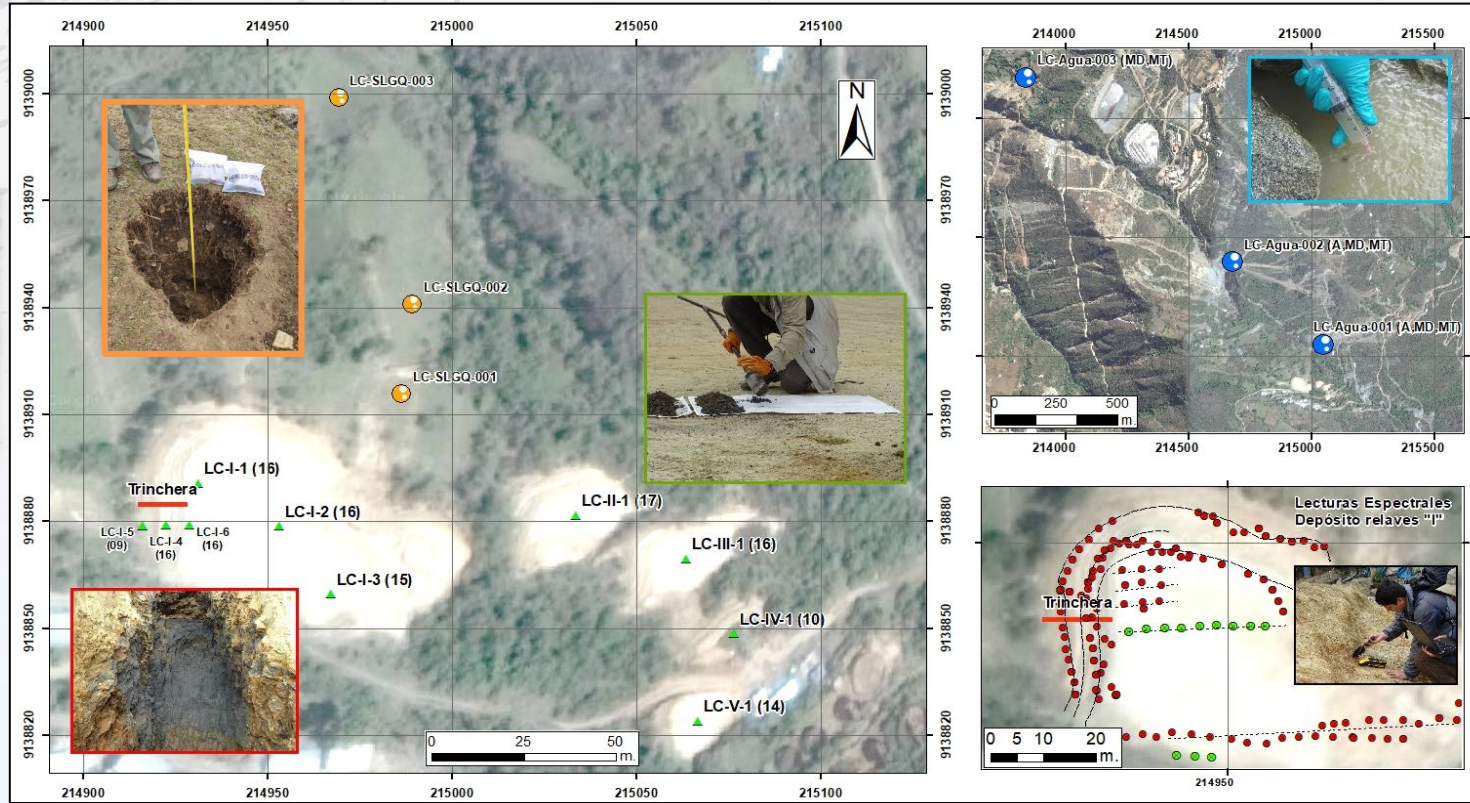
Trabajos de campo - 2019



Muestreo de relaves en trinchera





Medida de parámetros fisicoquímicos de relaves



Muestreo de aguas superficiales



Toma de lectura espectral superficial con equipo FieldSpec

Simbolos	
	Sondajes con Auger (10 =145 muestras)
	Trinchera LC-I (21 muestras)
	Muestras de suelos (3 estaciones, 6 muestras)
	Muestras de agua (3 estaciones, 10 muestras)
	243 Lecturas espectrales en 140 estaciones (FieldSpec)
	Lecturas campo
	Lecturas gabinete

5. CASO DE ESTUDIO

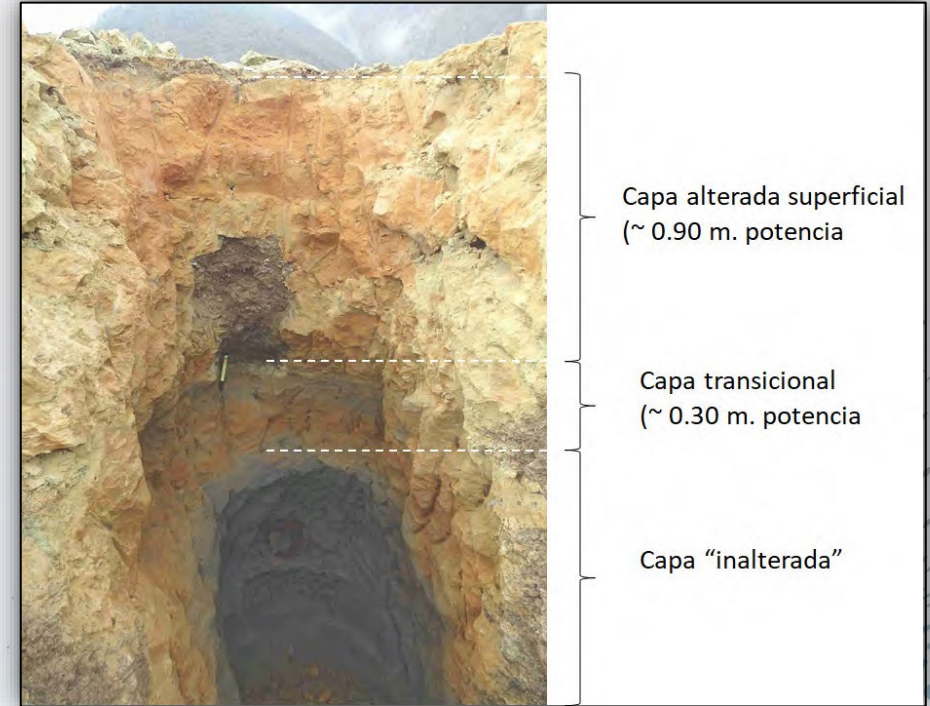
Características del relave La Ciénaga

Trinchera



Orden	Código	Tramo (m)		Potencia
		De	a	m.
1	LC-I-023	0	0.9	0.9
2	LC-I-022	0.9	1.2	0.3
3	LC-I-021	1.2	1.8	0.6
4	LC-I-019	1.8	2.1	0.3
5	LC-I-018	2.1	2.35	0.25
6	LC-I-017	2.35	2.55	0.2
7	LC-I-016	2.55	3.05	0.5
8	LC-I-015	3.05	3.85	0.8
9	LC-I-014	3.85	4.7	0.85
10	LC-I-013	4.7	4.75	0.05
11	LC-I-012	4.75	5.15	0.4
12	LC-I-011	5.15	5.7	0.55
13	LC-I-009	5.7	6.15	0.45
14	LC-I-008	6.15	6.65	0.5
15	LC-I-007	6.65	7.05	0.4
16	LC-I-006*	6.65	7.05	0.4
17	LC-I-005	7.05	7.7	0.65
18	LC-I-004	7.7	7.8	0.1
19	LC-I-003	7.8	7.88	0.08
20	LC-I-002	7.88	8.11	0.23
21	LC-I-001	8.11	8.61	0.5

LC-I-006



Trinchera (depósito "I").

Corte vertical de los relaves.

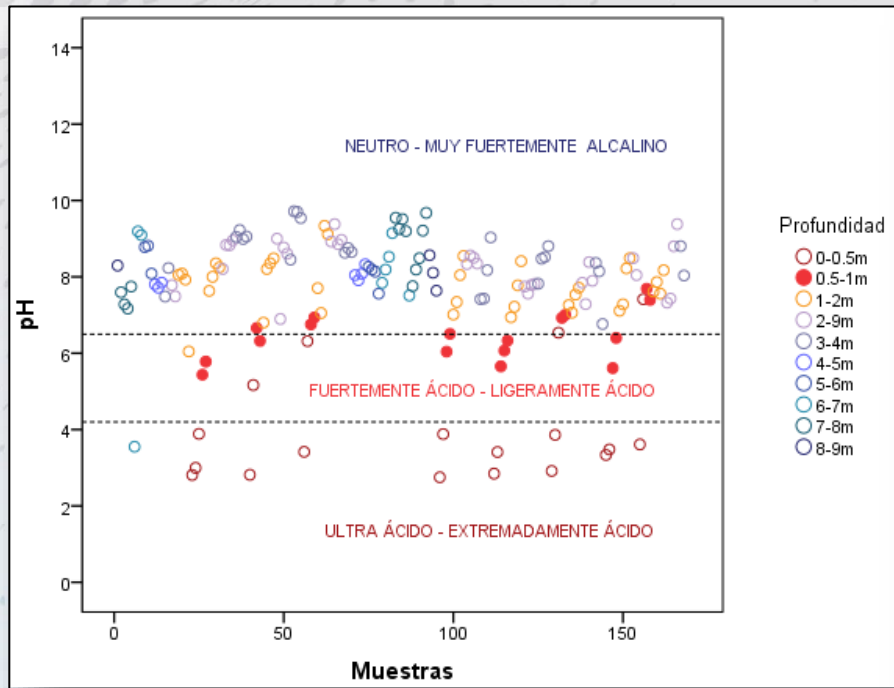
Características fisicoquímicas de los relaves La Ciénaga

0m	Imagen	Código	Pot. (m)	pH	Color	Descripción
-0.90		LC-I-023	0.90	2.81	Amarillo blanquecino	Nivel muy compacto formado por arcillas, jarosita, óxidos e hidróxidos de hierro, así como por yeso, que en algunas superficies de fractura se presenta cristalizado dando cristales blancos translúcidos.
-1.20		LC-I-022	0.30	6.05	Marrón anaranjado	Material formado por una mezcla de material de color marrón anaranjado (jarosita, goethita) y gris claro (relaves en proceso de oxidación). Hacia el tope presenta fracturas sinuosas con material fino de color verde (escorodita?).
-1.80		LC-I-021	0.60	7.93	Gris azulino oscuro	Material homogéneo, compacto, presenta hacia la base niveles milimétricos gris claro con yeso en granos blancos translúcidos.
-2.10		LC-I-019	0.30	8.05	Gris verdoso oscuro	Material dispuesto en capas, presenta hacia la base un nivel milimétrico gris claro con yeso en granos blancos translúcidos, junto a material fino azul oscuro. Hacia el tope se mantienen los niveles grises claros.
-2.35		LC-I-018	0.25	7.49	Gris azulino oscuro	Material homogéneo con niveles de alrededor de 1 mm de espesor formados por yeso blanco translúcido.
-2.55		LC-I-017	0.20	7.78	Gris marrón oscuro	Material homogéneo que contrasta con el nivel superior e inferior por su tenue coloración marrón que podría responder a la presencia de plumbojarosita, reportada en los análisis mineralógicos semicuantitativos por difracción de rayos X.
-3.05		LC-I-016	0.50	8.23	Gris oscuro verdoso	Material homogéneo que contiene pirita. Presencia de niveles submilimétricos con granos blancos translúcidos subredondeados (cuarzo?, sulfatos?).

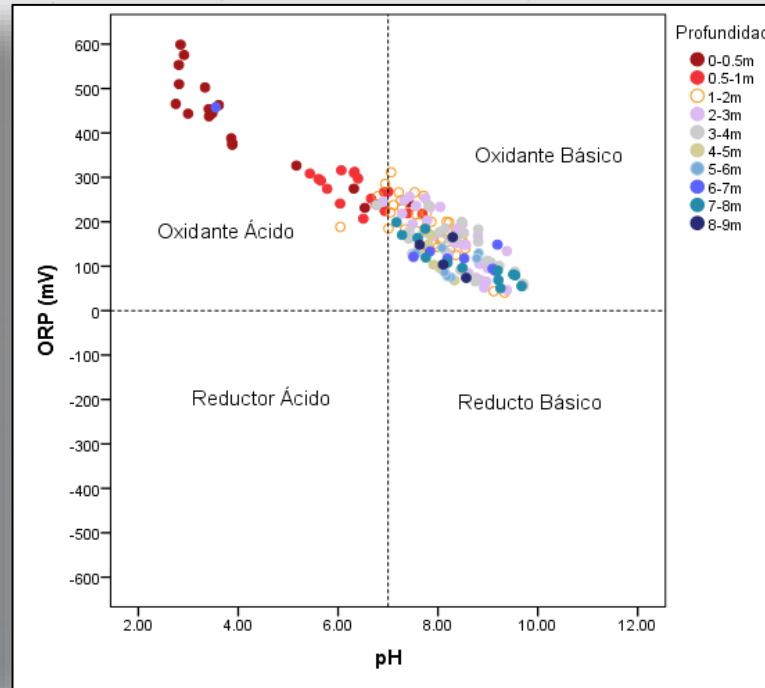
0m	Imagen	Código	Pot. (m)	pH	Color	Descripción
-3.85		LC-I-015	0.80	7.49	Gris oscuro verdoso	Material con capas horizontales de 25-30 cm de espesor, entre capa y capa disposición de niveles milimétricos alrededor de 2mm), de color gris claro identificándose a la lupa granos blancos translúcidos subredondeados que corresponderían a yeso, asimismo impregnación de material fino de color azul oscuro en una fractura.
-4.70		LC-I-014	0.85	7.85	Gris oscuro verdoso	Material con capas horizontales de 25-30 cm de espesor, entre capa y capa disposición de niveles milimétricos (alrededor de 2 mm), de color gris claro identificándose a la lupa granos blancos translúcidos subredondeados que corresponderían a yeso.
-4.75		LC-I-013	0.05	7.72	Gris oscuro	Nivel con fracturas subverticales impregnadas por material fino de color azul oscuro y en menor proporción de color amarillo limón. Se distingue a la lupa pirita alrededor a 10 %. El material es muy plástico.
-5.15		LC-I-012	0.40	7.81	Gris oscuro	Material en el que se observa a la lupa pirita entre 10 a 15 %. En la parte central del nivel, se presenta una estructura concéntrica en capas cuyas superficies están impregnadas por óxidos/hidróxidos de color anaranjado y rojo bruno. Este nivel presenta algunas superficies tapizadas por material fino de color azul oscuro.
-5.70		LC-I-011	0.55	8.09	Gris oscuro	Material dispuesto en capas de 10 cm de espesor en la base y de 20 cm hacia el tope donde se presentan algunas fracturas con impregnaciones de óxidos/hidróxidos, así como de material amarillo verdoso.
-6.15		LC-I-009	0.45	8.78	Gris verdoso	Material homogéneo muy plástico, de apariencia granular a la lupa, con contenidos de pirita (10-15 %). Al tope un nivel de 5 mm de ancho de color gris verdoso claro, laminar, con contenidos de pirita (20-25 %) y granos de cuarzo hialino.
-6.65		LC-I-008	0.50	9.10	Marrón	Material muy plástico, hidromórfico que forma lodo al realizar la trinchera.
-7.05		LC-I-007	0.40	9.19	Marrón grisáceo	Material muy plástico compuesto por material de color marrón entremezclado con material de relave de color gris oscuro.
-7.70		LC-I-005	0.65	7.75	Gris marrón	Nivel con fracturas verticales de anchos submilimétricos, rellenas por óxidos/hidróxidos de color rojo bruno confirniéndole consistencia al nivel y desarrollo de cristales translúcidos en disposición radial. Halos de limonita de 5-7mm.
-7.80		LC-I-004	0.10	7.17	Marrón	Nivel con fracturas subverticales y polidireccionales sinuosas (7 fracturas /m) impregnadas por óxidos/hidróxidos de hierro de color anaranjado.
-7.88		LC-I-003	0.08	7.28	Gris azulino	Material compacto, moderadamente plástico, sin fracturas.
-8.11		LC-I-002	0.23	7.60	Marrón grisáceo	Nivel con fracturas submilimétricas (3 fracturas/m), rellenas por óxidos-hidróxidos de color rojo bruno y halo marrón anaranjado.
-8.61		LC-I-001	0.50	8.30	Gris azulino	Material compacto, muy plástico, que forma superficies conoideas al extraerse.

5. CASO DE ESTUDIO

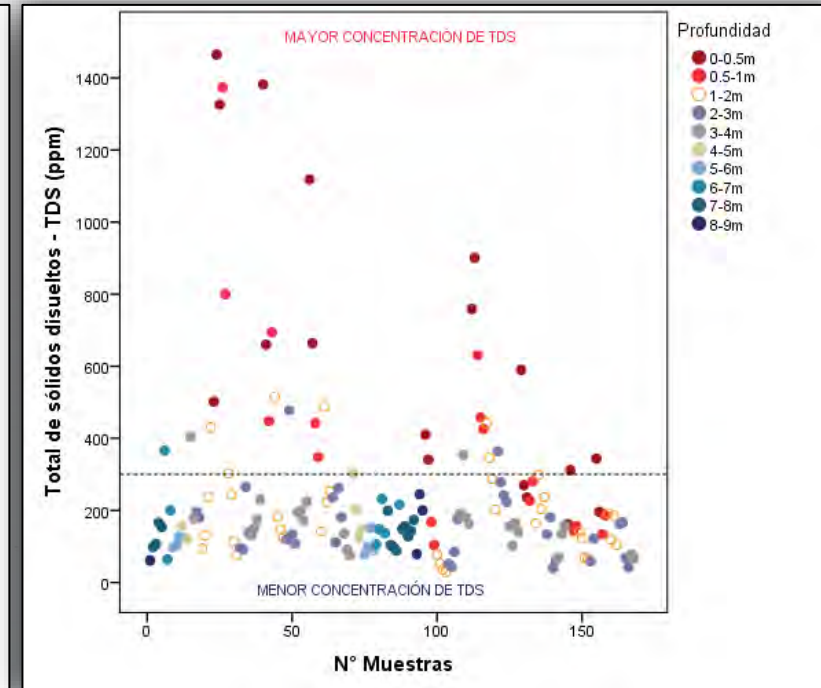
Características fisicoquímicas de los relaves La Ciénaga



pH según profundidad

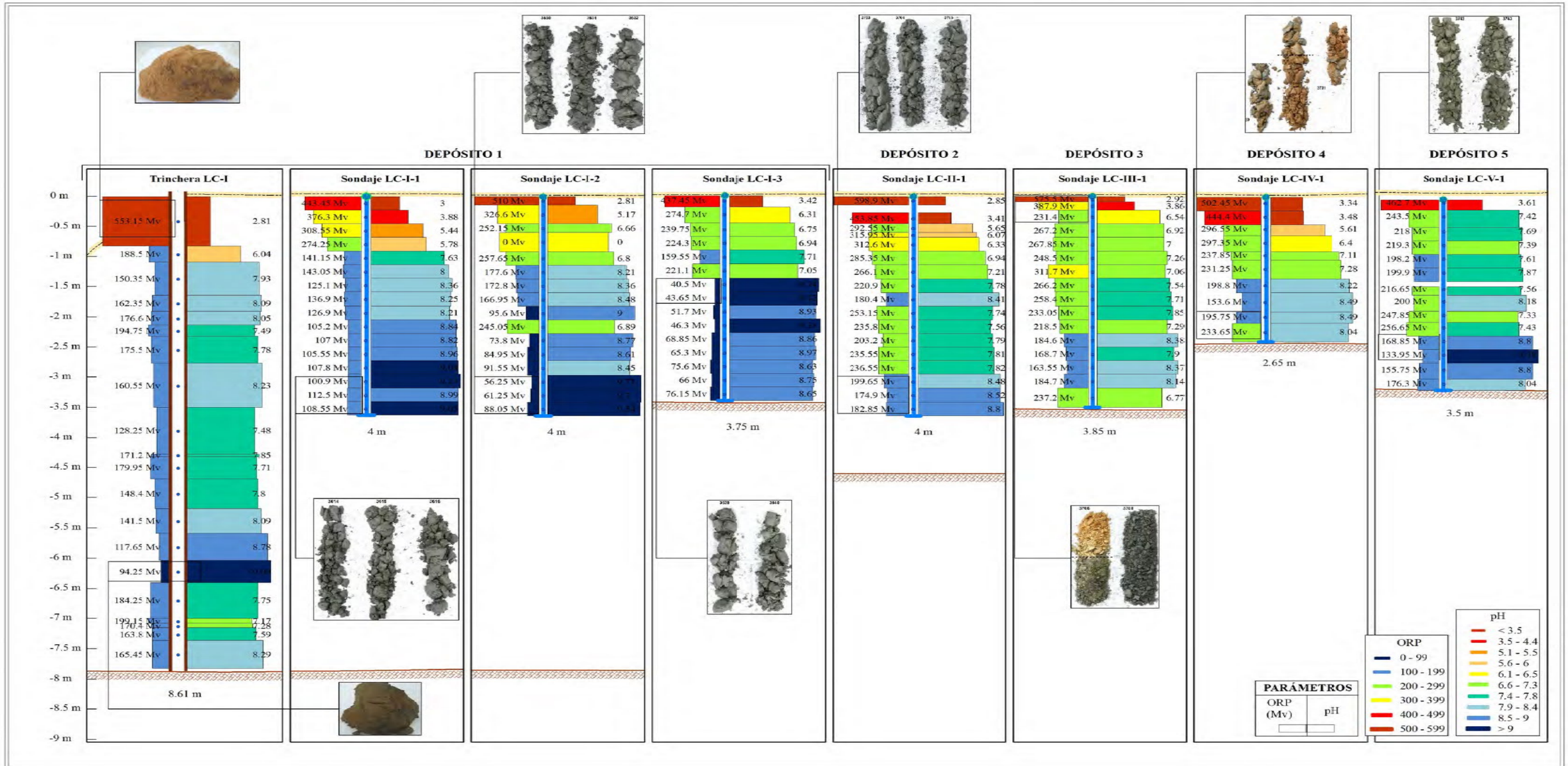


ORP vs. pH



TDS

Características fisicoquímicas de los relaves La Ciénaga

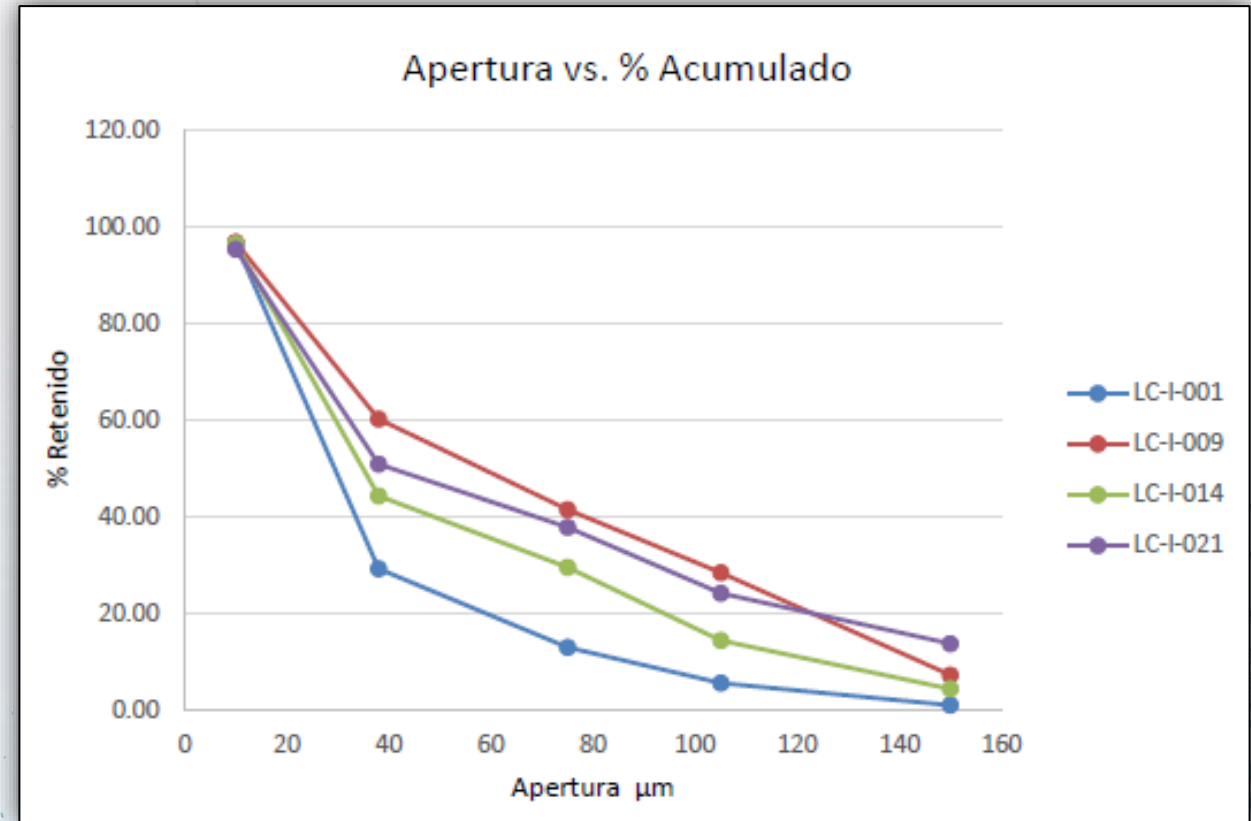


Análisis granulométrico

Trinchera

5. CASO DE ESTUDIO

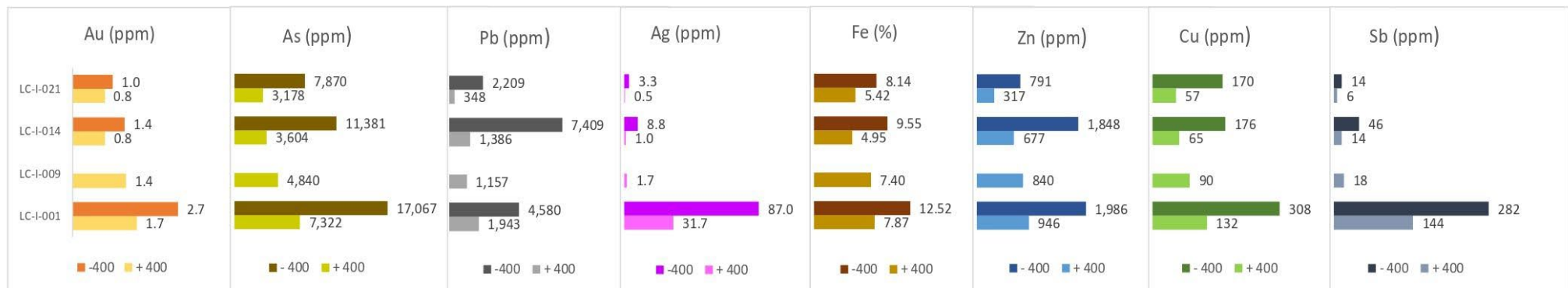
Código	Peso inicial (gr)	Tamiz #	Apertura (µm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado
LC-I-001	100	100	150	0.86	0.86	0.86
		140	105	4.58	4.58	5.44
		200	75	7.36	7.36	12.8
		400	38	16.32	16.32	29.12
		-400	10	67.39	67.39	96.51
		Partículas suspendidas			3.49	3.49
LC-I-009	100	100	150	7.12	7.12	7.12
		140	105	21.14	21.14	28.26
		200	75	13.05	13.05	41.31
		400	38	18.75	18.75	60.06
		-400	10	36.58	36.58	96.64
		Partículas suspendidas			3.36	3.36
LC-I-014	97	100	150	4.11	4.24	4.24
		140	105	9.69	9.99	14.23
		200	75	14.71	15.16	29.39
		400	38	14.37	14.81	44.21
		-400	10	50.49	52.05	96.26
		Partículas suspendidas			3.63	3.74
LC-I-021	96	100	150	13.06	13.6	13.6
		140	105	10.04	10.46	24.06
		200	75	13.1	13.65	37.71
		400	38	12.54	13.06	50.77
		-400	10	42.67	44.45	95.22
		Partículas suspendidas			4.59	4.78



Abundancia geoquímica por subfracciones del Au y elementos asociados a la mineralización

		LC-I-001	LC-I-001	LC-I-009	LC-I-014	LC-I-014	LC-I-021	LC-I-021									LC-I-001	LC-I-001	LC-I-009	LC-I-014	LC-I-014	LC-I-021	LC-I-021			
		-140 +400	-400	-140 +400	-140 +400	-400	-140 +400	-400									-140 +400	-400	-140 +400	-140 +400	-400	-140 +400	-400			
Au	ppm	1.670	2.742	1.393	0.837	1.355	0.837	1.047	K	%	1.57	2.43	1.18	1.21	1.91	1.10	1.97	Si	%	30.45	22.32	32.02	33.00	25.59	35.05	27.82
Ag	ppm	31.7	87.0	1.7	1.0	8.8	<0.5	3.3	La	ppm	14	20	7	9	14	9	13	Rb	ppm	56	90	47	48	81	41	78
Al	%	4.47	6.83	3.30	3.48	5.31	3.03	5.04	Li	ppm	11	12	9	11	16	9	14	Sr	ppm	50	56	53	63	72	49	53
As	ppm	7322	17067	4840	3604	11381	3178	7870	Mg	%	0.90	1.09	0.95	1.25	1.79	0.88	1.51	Ti	%	0.58	0.55	0.29	0.33	0.39	0.28	0.35
Ba	ppm	149	224	177	180	273	168	266	Mn	%	0.14	0.23	0.11	0.13	0.21	0.11	0.21	V	ppm	147	213	96	108	183	84	148
Bi	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Mo	ppm	<2	<2	<2	<2	2	<2	3	W	ppm	18	25	17	16	34	13	18
Ca	%	1.96	2.05	2.02	2.78	3.09	2.00	2.18	Na	%	0.22	0.20	0.35	0.37	0.34	0.30	0.40	Y	ppm	18	24	9	8	14	10	13
Cd	ppm	9	19	8	6	16	3	5	Ni	ppm	18	31	29	30	57	21	45	Zn	ppm	946	1986	840	677	1848	317	791
Co	ppm	17	29	16	13	28	13	24	P	%	0.05	0.08	0.06	0.03	0.07	0.02	0.05	Zr	ppm	114	133	65	51	92	61	82
Cr	ppm	73	113	77	85	148	56	97	Pb	ppm	1943	4580	1157	1386	7409	348	2209									
Cu	ppm	132	308	90	65	176	57	170	Sb	ppm	144	282	18	14	46	6	14									
Fe	%	7.87	12.52	7.40	4.95	9.55	5.42	8.14	Sc	ppm	16	23	10	11	18	9	16									

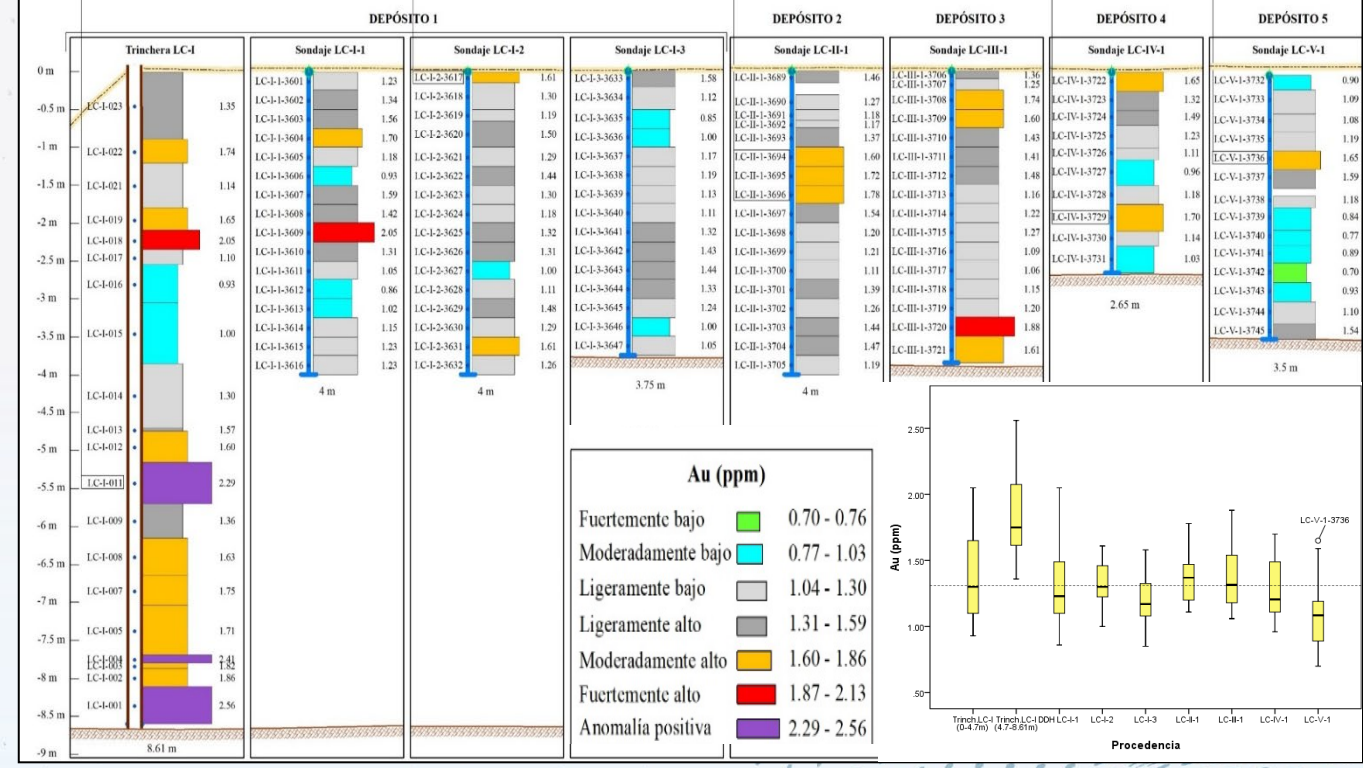
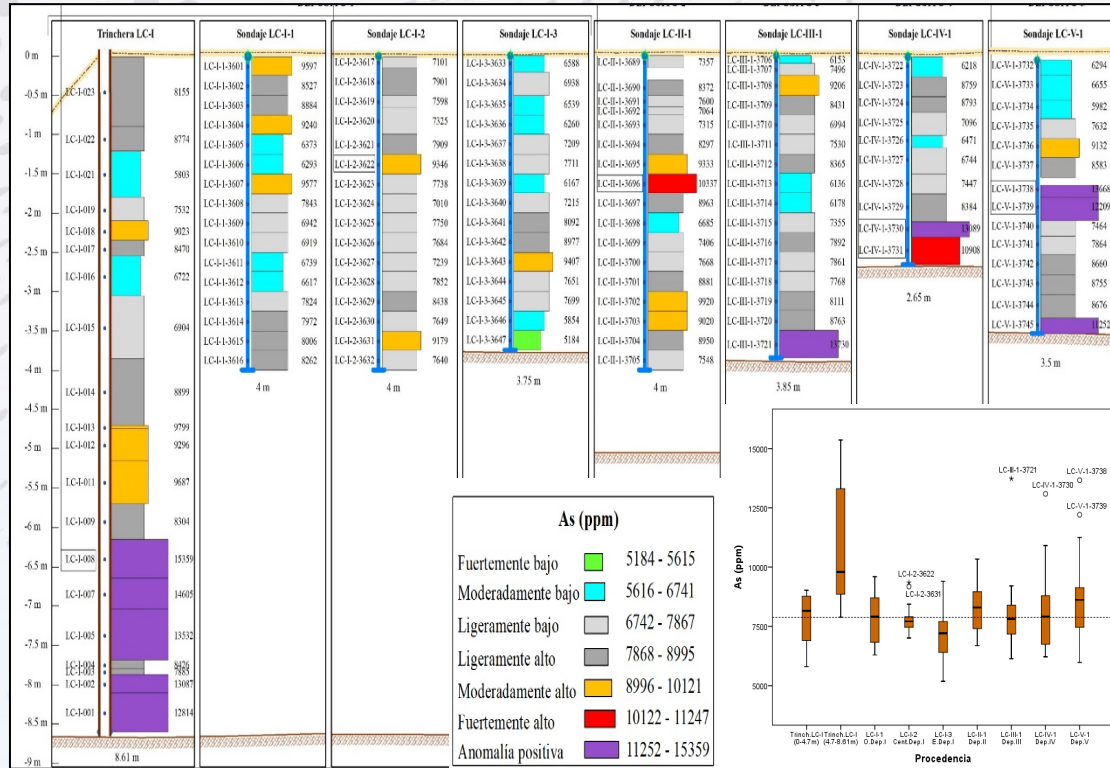
Fracción fina < a 10 μm (-400 Mesh):
 Concentraciones mas altas en Au y elementos asociados
 En base a 4 muestras de la trinchera LC-I



5. CASO DE ESTUDIO

Distribución geoquímica de As (ppm)

Distribución geoquímica de Au (ppm)

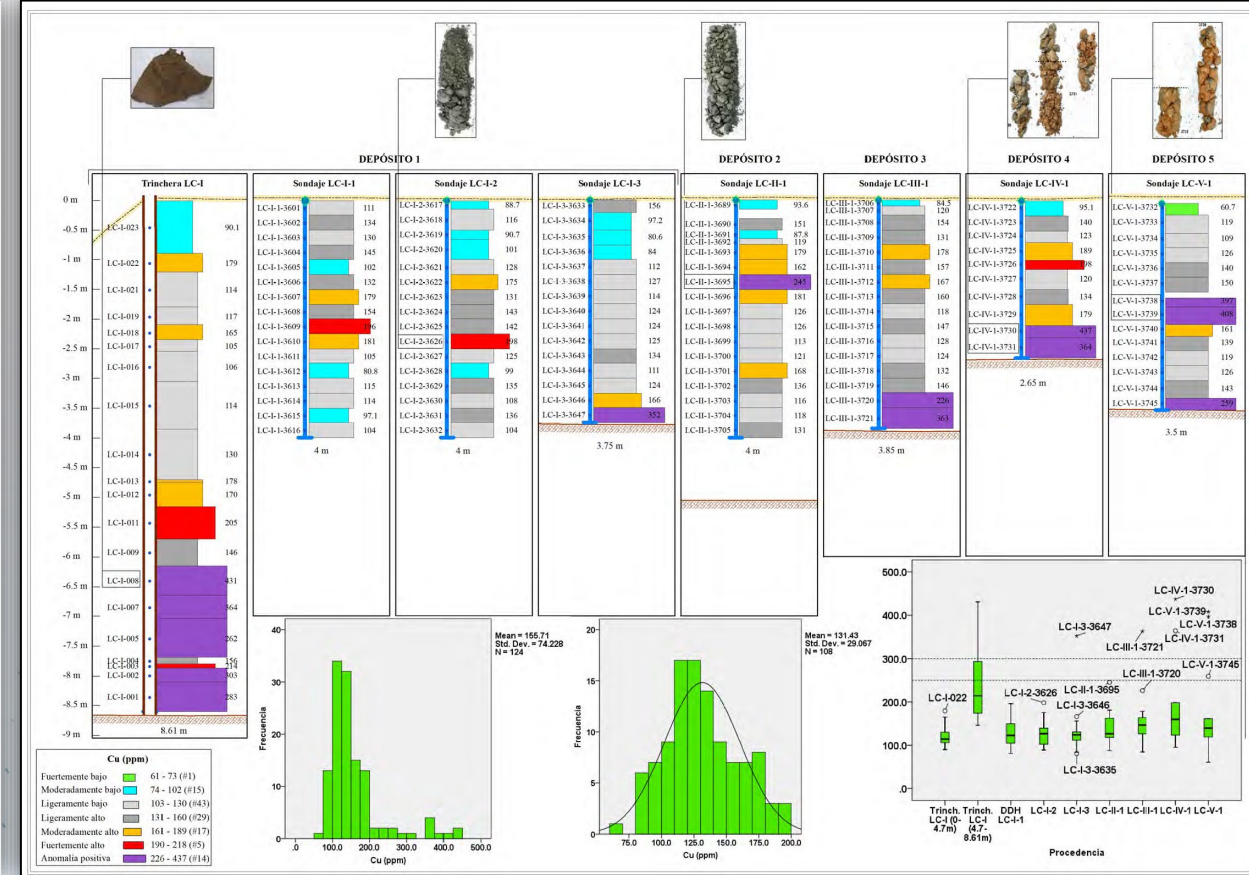
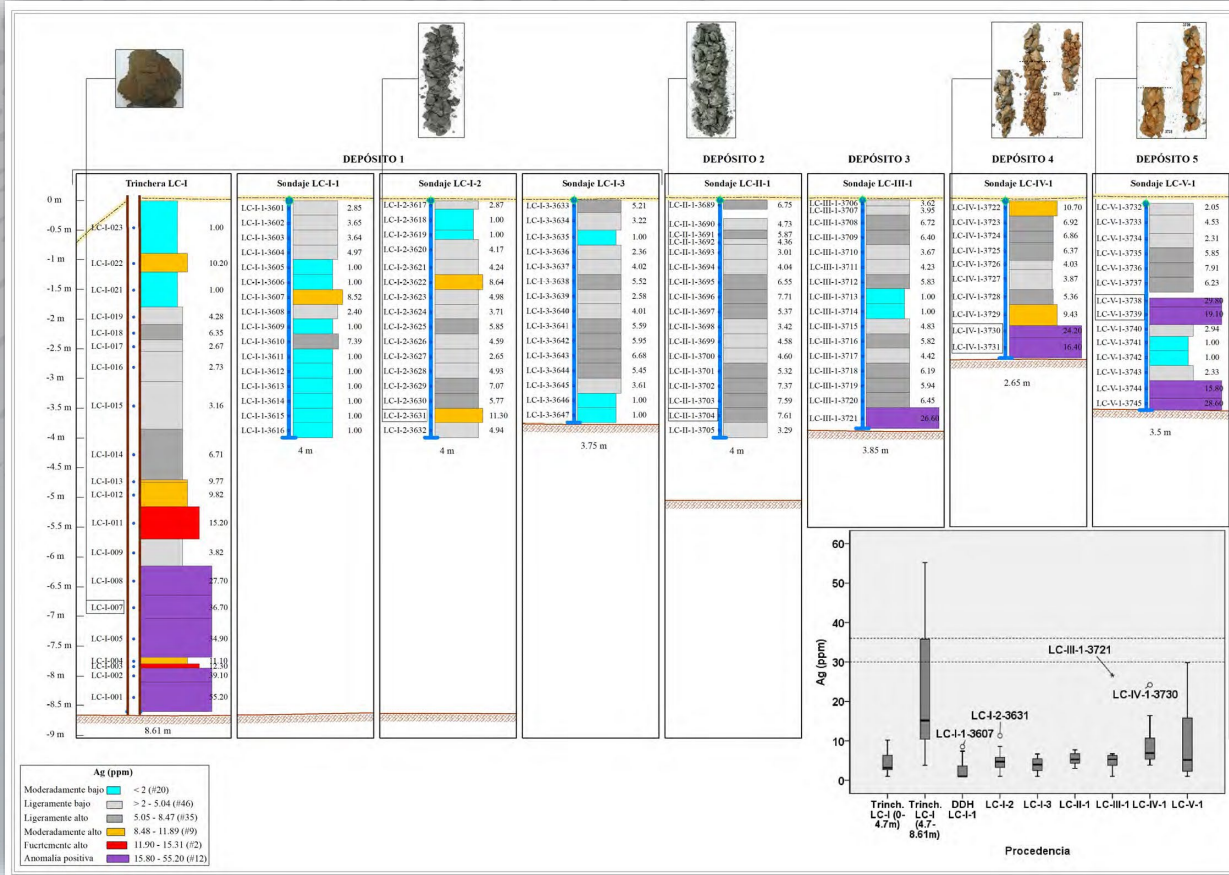


Contenido promedio de As para 5 depósitos: $7\ 868 \pm 1\ 126$ ppm.
37 a 110 veces mayor que el ECA para suelos de uso industrial (140 ppm).

Contenido promedio de Au para 5 depósitos: 1.31 ± 0.27 ppm Au
Valor mínimo: 0.70 ppm
Valor máximo: 2.56 ppm

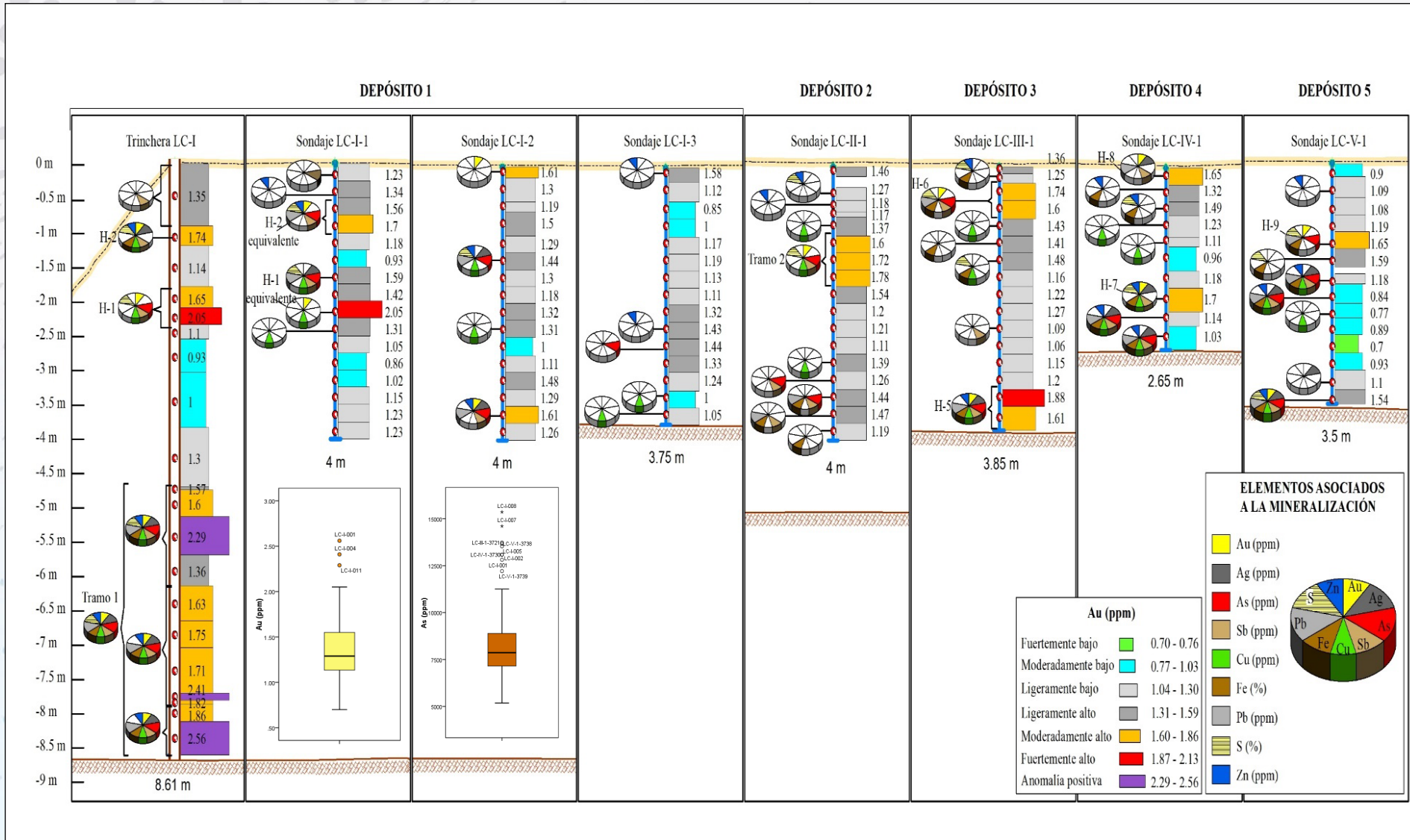
Distribución geoquímica de Ag (ppm)

Distribución geoquímica de Cu (ppm)



Distribución geoquímica de los principales elementos de los relaves La Ciénaga

5. CASO DE ESTUDIO



Au: 0.70 y 2.56 ppm Au; 1.31 ± 0.27 ppm
As: 5184 a 15 359 Ppm; $7 868 \pm 1,126$ ppm
Pb : 3373 ± 1115 ppm

Asociados con:

Ag : 5.05 ± 3.42 ppm
Cu : 131 ± 29 ppm
Fe : 7.02 ± 0.93 %
S : 4.7 ± 1.2 %
Sb : 30 ± 10 ppm
Zn : $1 386 \pm 588$ ppm
Hg : ~ 1500 ppb
(LC-I, Flanco W)

Cód.	Pot. (m)	ELEMENTOS										
		Au	Ag	As	Sb	Cu	Fe	Pb	Zn	S	Hg	
LC-I-023	0.90	1.35	<2	8155	44	90	6.4	1.432	379	4.0		
LC-I-022	0.90	1.74	10.20	8774	43	179	8.1	4.250	3.097	6.4	5.020	
LC-I-021	0.60	1.14	<2	5803	17	114	6.6	1.320	575	4.7		
LC-I-019	0.30	1.65	4.28	7532	30	117	7.6	2.503	852	6.3	1.057	
LC-I-018	0.25	2.05	6.35	9.023	41	165	7.7	3.451	1.238	5.9		
LC-I-017	0.20	1.10	2.67	8.470	31	105	7.2	1.889	847	4.7	515	
LC-I-016	0.50	0.93	2.73	6.722	30	106	6.0	1.942	749	4.0		
LC-I-015	0.80	1.00	3.16	6.904	30	114	6.1	2.495	894	3.9	801	
LC-I-014	0.85	1.30	6.71	8.899	38	130	7.4	4.357	1.372	4.8		
LC-I-013	0.05	1.57	9.77	9.799	50	178	8.4	6.341	2.394	6.8	1.938	
LC-I-012	0.40	1.60	9.82	9.296	43	170	8.6	6.264	1.852	6.5		
LC-I-011	0.55	2.29	15.20	9.687	65	205	8.9	5.561	1.902	8.2	2.806	
LC-I-009	0.45	1.36	3.82	8.304	51	146	8.6	2.925	1.440	6.4		
LC-I-008	0.50	1.63	27.70	15.359	192	431	13.0	12.275	2.730	4.1	1.652	
LC-I-007	0.40	1.75	36.70	14.605	142	364	12.0	13.733	2.879	3.5		
LC-I-005	0.65	1.71	34.90	19.532	152	262	9.6	11.955	2.223	3.2	942	
LC-I-004	0.10	2.41	11.1	8.426	51	156	7.0	4.326	1.743	3.1		
LC-I-003	0.08	1.82	12.30	7.885	46	214	7.3	4.085	1.788	3.5	11.754	
LC-I-002	0.23	1.86	39.10	13.087	185	303	11.0	10.350	3.486	3.2		
LC-I-001	0.50	2.56	55.20	12.814	197	283	8.7	3.103	1.463	3.9	983	

NIVEL	ELEMENTOS										
	Au	Ag	As	Sb	Cu	Fe	Pb	Zn	S	Hg	
Nivel LIXIVIADO 0.00-0.90 m Pot.:0.90m	Au 1.35	Ag <2	As 8155	Sb 44	Cu 90	Fe 6.4	Pb 1.432	Zn 379	S 4.0	Hg	
Nivel ENRIQUEC. SECUNDARIO 0.90-2.35 m Pot.:1.45m	Au 1.74	Ag 10.20	As 8774	Sb 43	Cu 179	Fe 8.1	Pb 4.250	Zn 3.097	S 6.4	Hg 5.020	
Nivel CONCENT. LIG. BAJAS 2.35-4.70 m Pot.: 2.35 m	Au 1.31	Ag 2.64	As 6.668	Sb 24	Cu 116	Fe 7.3	Pb 1.912	Zn 888	S 5.6	Hg 1057	
Nivel CONCENT. MED.-ALTAS 4.70-6.15 m Pot.: 1.45 m	Au 1.71	Ag 9.66	As 9.272	Sb 52	Cu 175	Fe 8.6	Pb 5.280	Zn 1.897	S 5.7	Hg 2372	
Nivel CONCENT. ALTAS Y ANÓMALAS 6.15-8.61 m Pot.:2.46 m	Au 2.15	Ag 31	As 12.244	Sb 138	Cu 288	Fe 9.8	Pb 4.206	Zn 1.766	S 3.5	Hg 11754	
Nivel CONCENT. MED.-ALTAS 4.70-6.15 m Pot.: 1.45 m	Au 1.70	Ag 1.70	As 9.272	Sb 52	Cu 175	Fe 8.6	Pb 5.280	Zn 1.897	S 5.7	Hg 2372	
Nivel CONCENT. ALTAS Y ANÓMALAS 6.15-8.61 m Pot.:2.46 m	Au 1.70	Ag 1.70	As 9.272	Sb 52	Cu 175	Fe 8.6	Pb 5.280	Zn 1.897	S 5.7	Hg 2372	
Nivel CONCENT. ALTAS Y ANÓMALAS 6.15-8.61 m Pot.:2.46 m	Au 1.70	Ag 1.70	As 9.272	Sb 52	Cu 175	Fe 8.6	Pb 5.280	Zn 1.897	S 5.7	Hg 2372	
Nivel CONCENT. ALTAS Y ANÓMALAS 6.15-8.61 m Pot.:2.46 m	Au 1.70	Ag 1.70	As 9.272	Sb 52	Cu 175	Fe 8.6	Pb 5.280	Zn 1.897	S 5.7	Hg 2372	

Niveles de abundancia de Au y elementos asociados a la mineralización

Tramo-Horizonte	Depósitos	Au	Elementos asociados	De - a (m)	Pot. (m)	Au(ppm)
Tramo 1	I	Au+	As*, Ag*, Cu*, Fe*, Pb*, S, Sb*, Zn	4.70 - 8.61	3.91	1.87
Tramo 2	II	Au	As, Cu, S	1.00 - 1.75	0.75	1.7
Horizonte 1 (H-1)	I	Au	As, Cu, S, Sb	1.80 - 2.35	0.55	1.85
Horizonte 2 (H-2)	I	Au	Ag, Cu, Fe, S, Sb, Zn	0.90 - 1.20	0.3	1.74
Horizonte 3 (H-3)	I	Au	As, Pb, Sb, Zn	3.50 - 3.75	0.25	1.61
Horizonte 4 (H-4)	I	Au		0.00 - 0.15	0.15	1.61
Horizonte 5 (H-5)	III	Au	As, Ag, Cu, Cd*, Fe*, Pb, Sb, Zn,	3.25 - 3.85	0.65	1.75
Horizonte 6 (H-6)	III	Au	As, Fe, Pb, Sb, S	0.25 - 0.75	0.5	1.67
Horizonte 7 (H-7)	IV	Au	Cu	1.75 - 2.10	0.35	1.7
Horizonte 8 (H-8)	IV	Au	Ag, Pb, Sb	0.00 - 0.25	0.25	1.65
Horizonte 9 (H-9)	V	Au	As, Pb, S, Fe	1.00 - 1.25	0.25	1.65

CONCENTRACIÓN GEOQUÍMICA

X-2SD	Baja	X-1SD	Ligeramente baja	X+1SD	Ligeramente alta	X+2SD	Moderadamente alta	X+3SD	Alta	>X+3SD	Anómala
-------	------	-------	------------------	-------	------------------	-------	--------------------	-------	------	--------	---------

Promedio de Au y As en la trinchera y sondajes de los relaves La Ciénaga

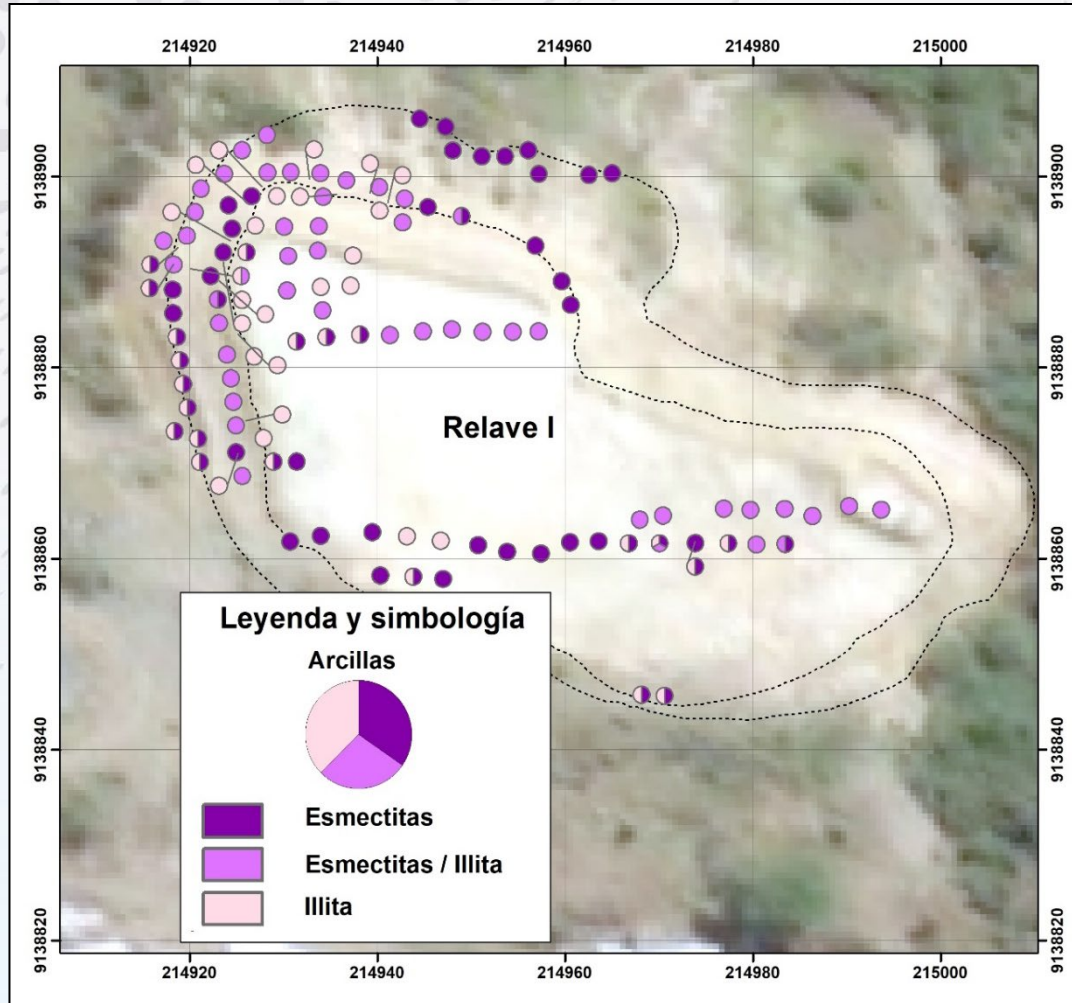
Procedencia	Depósito relaves	Intervalo de muestreo(m)	Promedio Absoluto Au (ppm)	Prom.Pond. Au (ppm)	Min.Au (ppm)	Máx.Au (ppm)	Profundidad relavera (m)
Trinch. LC-I (Nv. Superior)	I	0 – 4.70	1.36	1.28	0.93	2.05	8.61
Trinch. LC-I (Nv. Inferior)	I	4.70 – 8.61	1.87	1.87	1.36	2.56	
LC-I-1	I	0 – 4	1.3	1.3	0.86	2.05	
Sond. LC-I-2	I	0 – 4	1.32	1.32	1	1.61	
Sond. LC-I-3	I	0 - 3.75	1.2	1.19	0.85	1.58	
Sond. LC-II-1	II	0 – 4	1.37	1.39	1.11	1.78	5*
Sond. LC-III-1	III	0 - 3.85	1.37	1.38	1.06	1.88	3.85
Sond. LC-IV-1	IV	0 - 2.65	1.28	1.28	0.96	1.7	2.65
Sond. LC-V-1	V	0 - 3.50	1.1	1.1	0.7	1.65	3.5

Procedencia	Dep. de relaves	Intervalo de muestreo (m)	Promedio Pond. @ Long. As (ppm)	Promedio Absoluto As (ppm)	Min. As (ppm)	Máx. As (ppm)	Profundidad total relavera (m)
Trinchera LC-I (nivel superior)	I	0.00 - 4.70	7683	7809	5803	9023	8.61
Trinchera LC-I (nivel profundo)	I	4.70 - 8.61	11 888	11 163	7885	15 359	
Sondaje LC-I-1	I	0.00 - 4.00	7851	7851	6293	9597	
Sondaje LC-I-2	I	0.00 - 4.00	7848	7835	7010	9346	
Sondaje LC-I-3	I	0.00 - 3.75	7171	7166	7171	9407	
Sondaje LC-II-1	II	0.00 - 4.00	8365	8277	6685	10 337	5*
Sondaje LC-III-1	III	0.00 - 3.85	8232	7998	6136	13 730	3.85
Sondaje LC-IV-1	IV	0.00 - 2.65	8375	8391	6218	13 089	2.65
Sondaje LC-V-1	V	0.00 - 3.50	8667	8773	5982	13 668	3.5

* Morche, 2017

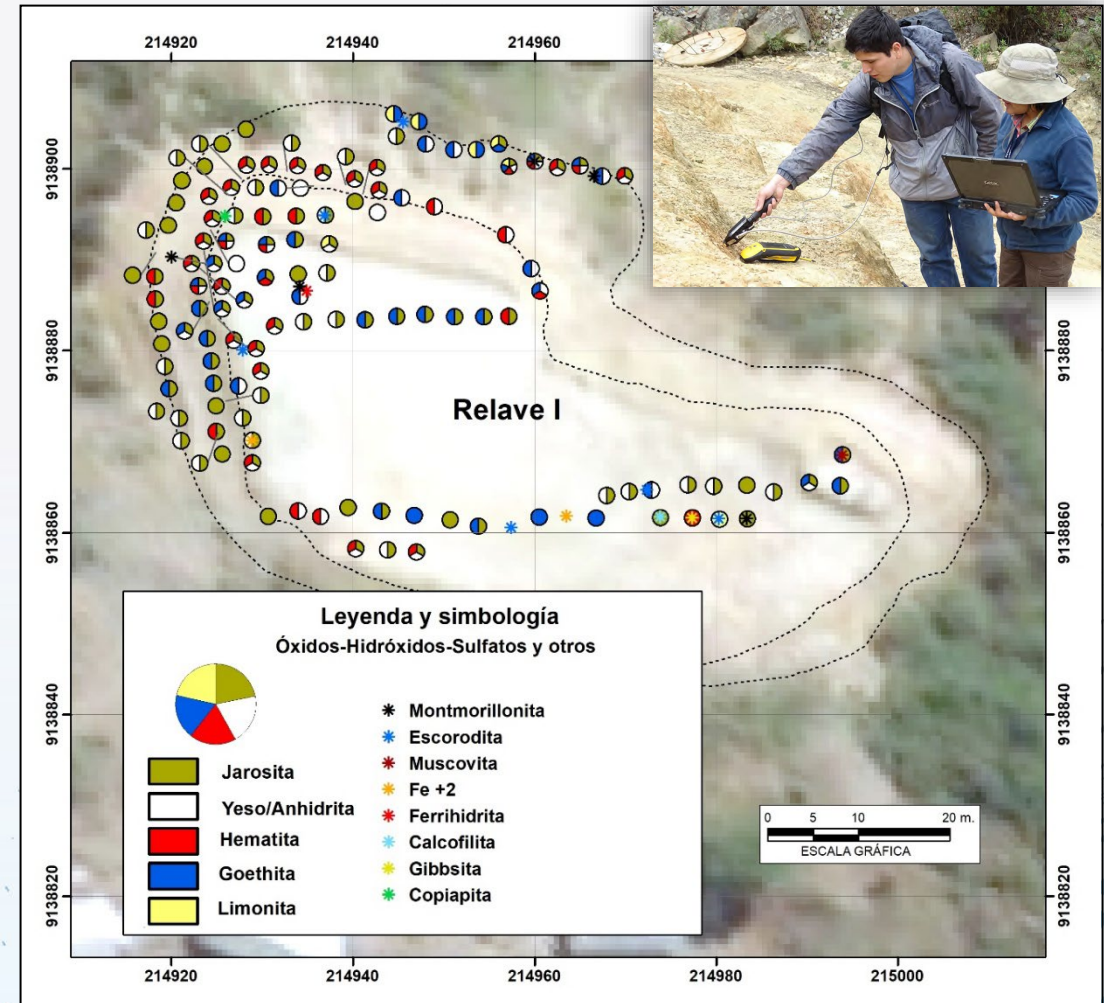
5. CASO DE ESTUDIO

Caracterización mineralógica (FieldSpec)



1. Arcillas: esmectitas e illitas

243 mediciones
140 estaciones

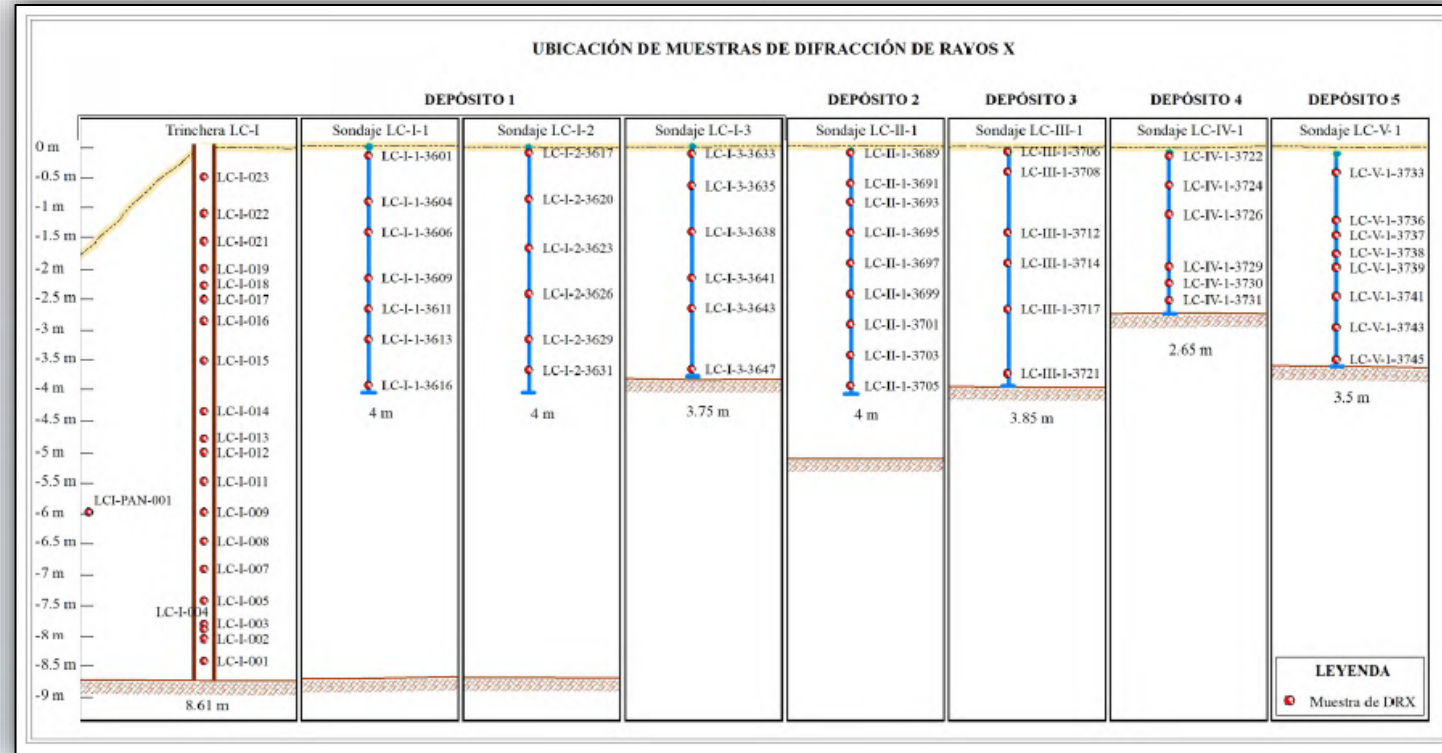


2. Óxidos: hematita, 3. Hidróxidos: goethita y limonita,
 4. Sulfatos: yeso/anhidrita y jarosita.

5. CASO DE ESTUDIO

Difracción de rayos X

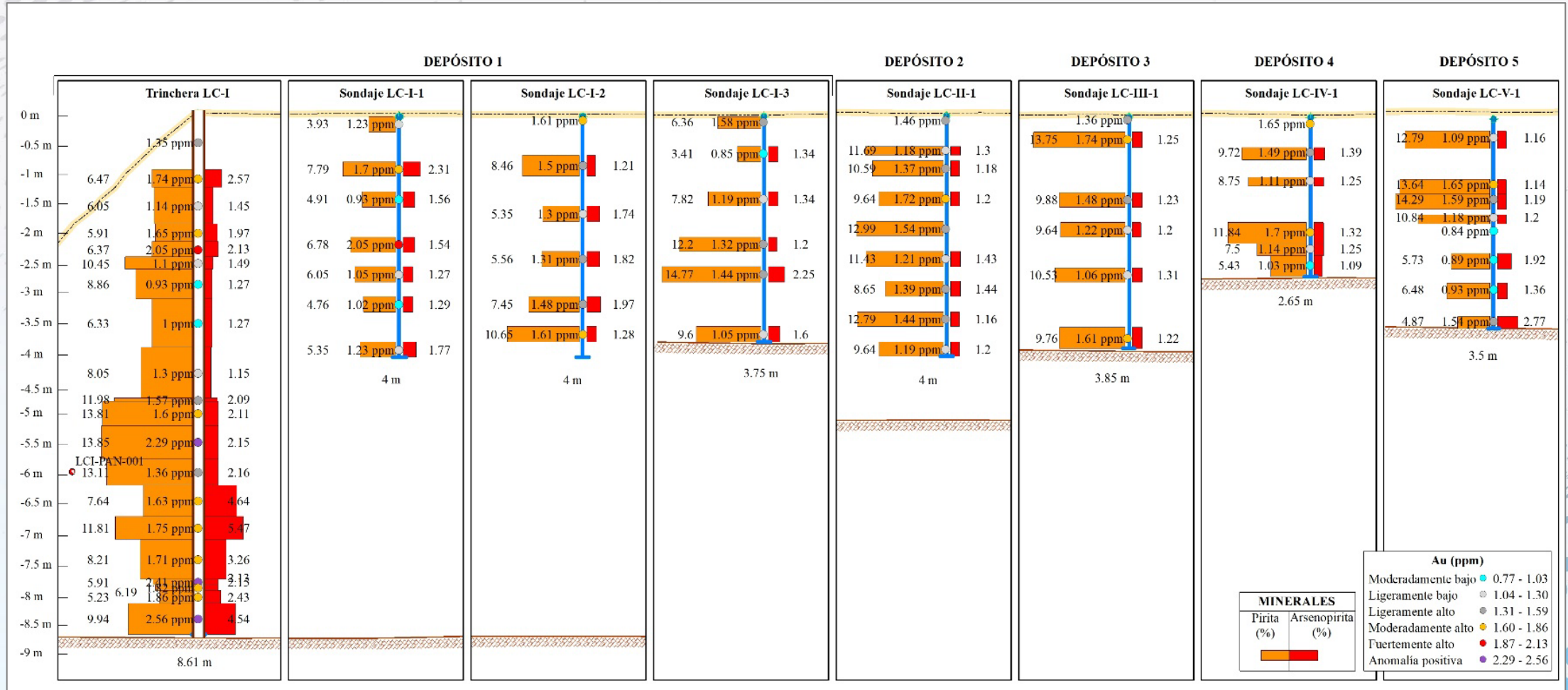
Grupo	Minerales
Ganga de vetas y/o asociado al entorno geológico	- cuarzo
Asociados con el entorno geológico	- moscovita - magnesio-ferrihomblenda
	- clinocloro - magnesiohomblenda
	- albita - ortoclasa
	- anortita
Secundarios o de alteración	- yeso - jarosita
	- illita - cuprita
	- plumbojarosita
Sulfuros portadores de Au	- pirita
	- arsenopirita
Inhibidores de ambientes ácidos	- calcita
	- dolomita



69 muestras

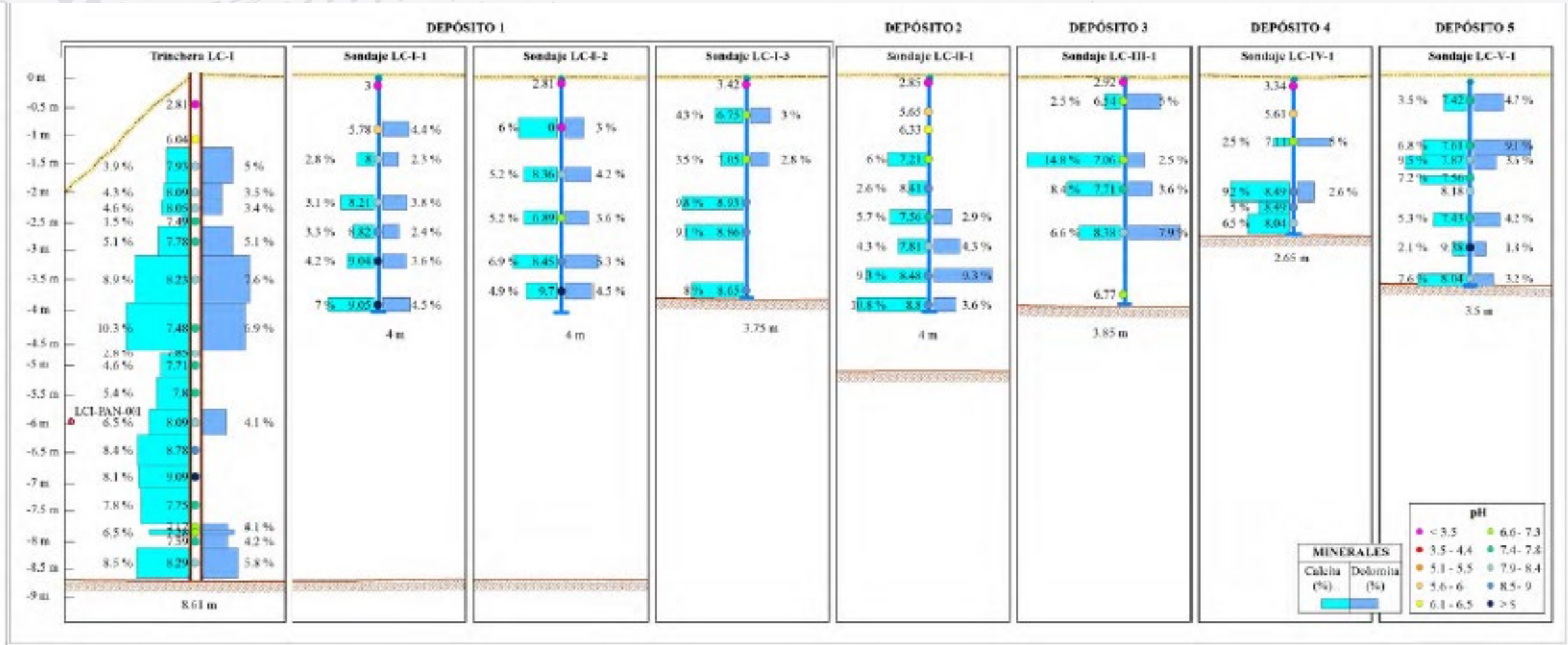
5. CASO DE ESTUDIO

Distribución de sulfuros portadores de Au - DRX (pirita y arsenopirita)

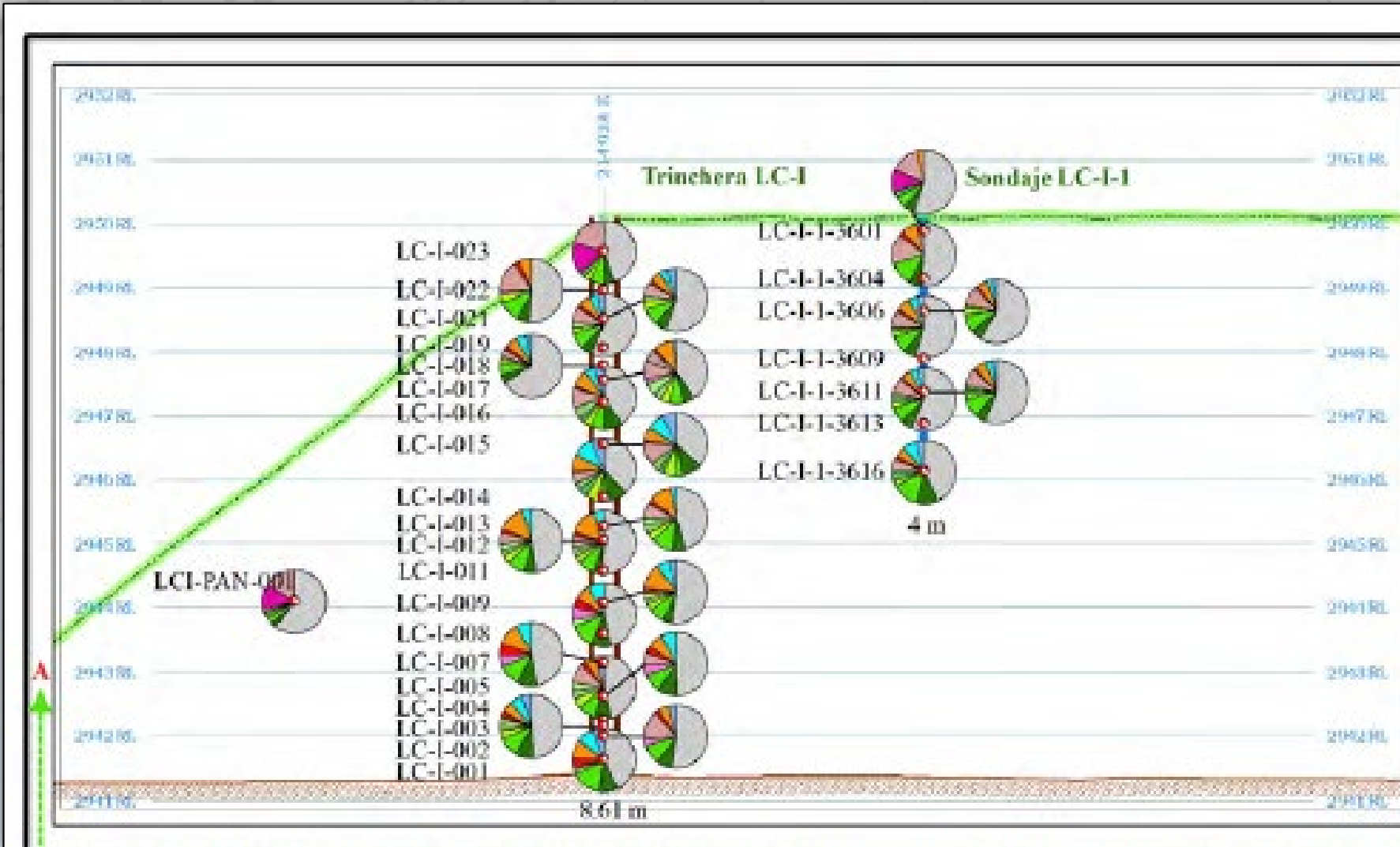




















5. CASO DE ESTUDIO

Distribución de minerales inhibidores de ambientes ácidos - DRX

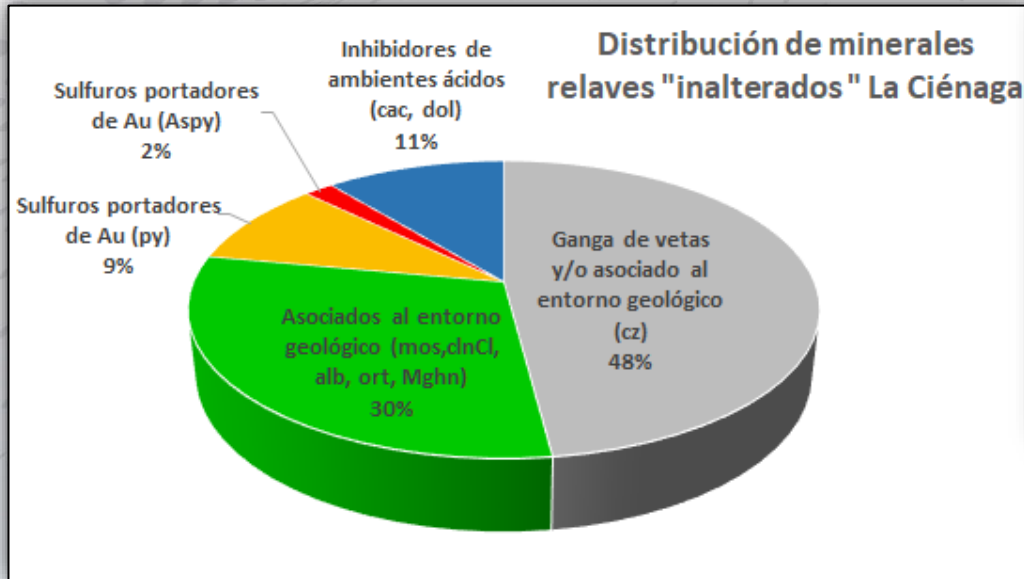


DRX



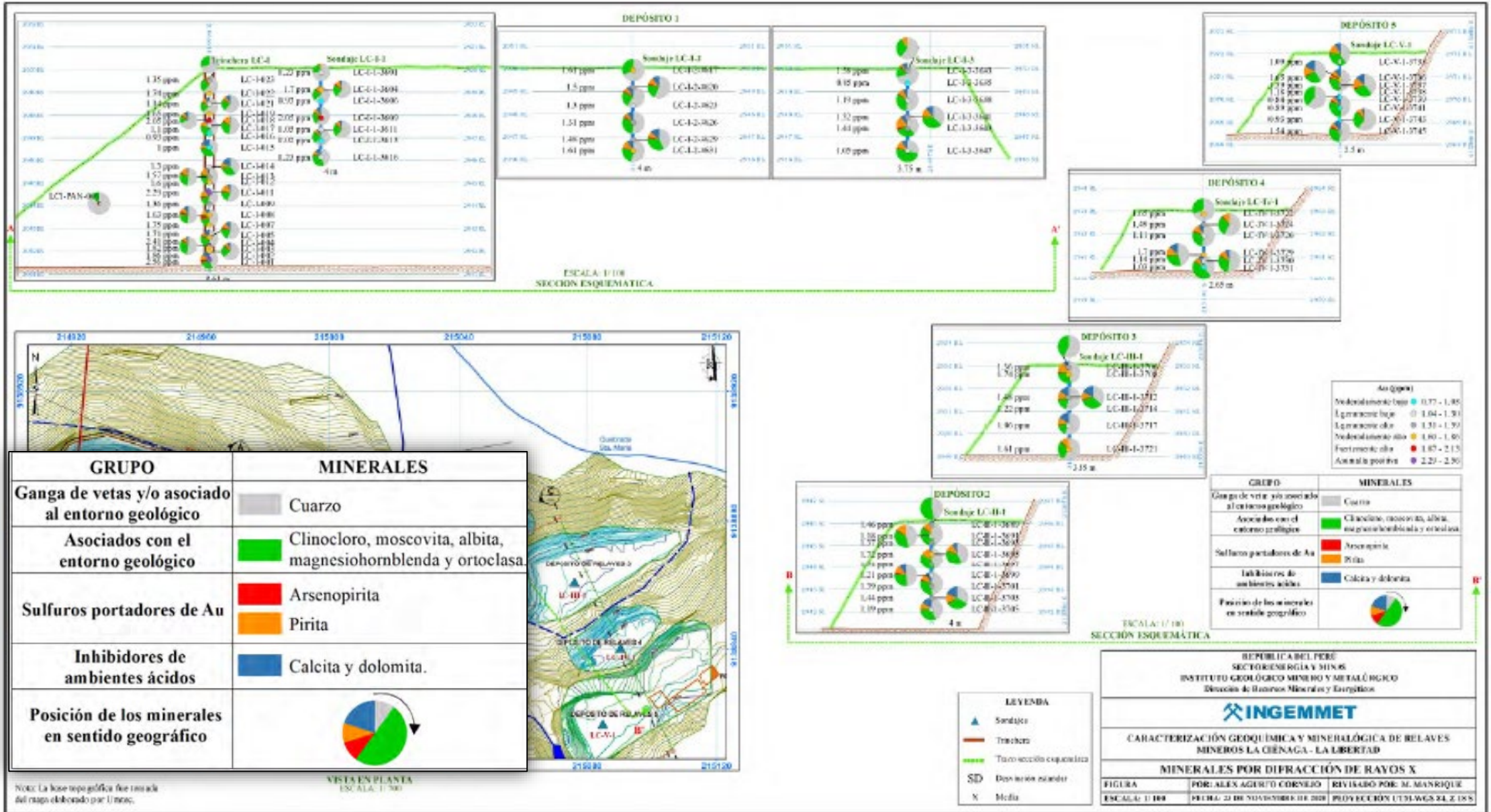
GRUPO	MINERALES	
Ganga de vetas y/o asociado al entorno geológico	 Cuarzo	
Asociados con el entorno geológico	 Clinocloro  Moscovita  Albita  Magnesiohornblenda  Ortoclasa  Magnesio-ferrihornblenda  Anortita	
	Secundarios o de alteración	 Jarosita  Plumbojarosita  Cuprita  Yeso  Illita
	Sulfuros portadores de Au	 Arsenopirita  Pirita
	Inhibidores de ambientes ácidos	 Calcita  Dolomita
	Posición de los minerales en sentido geográfico	

Grupo de minerales principales en relaves inalterados

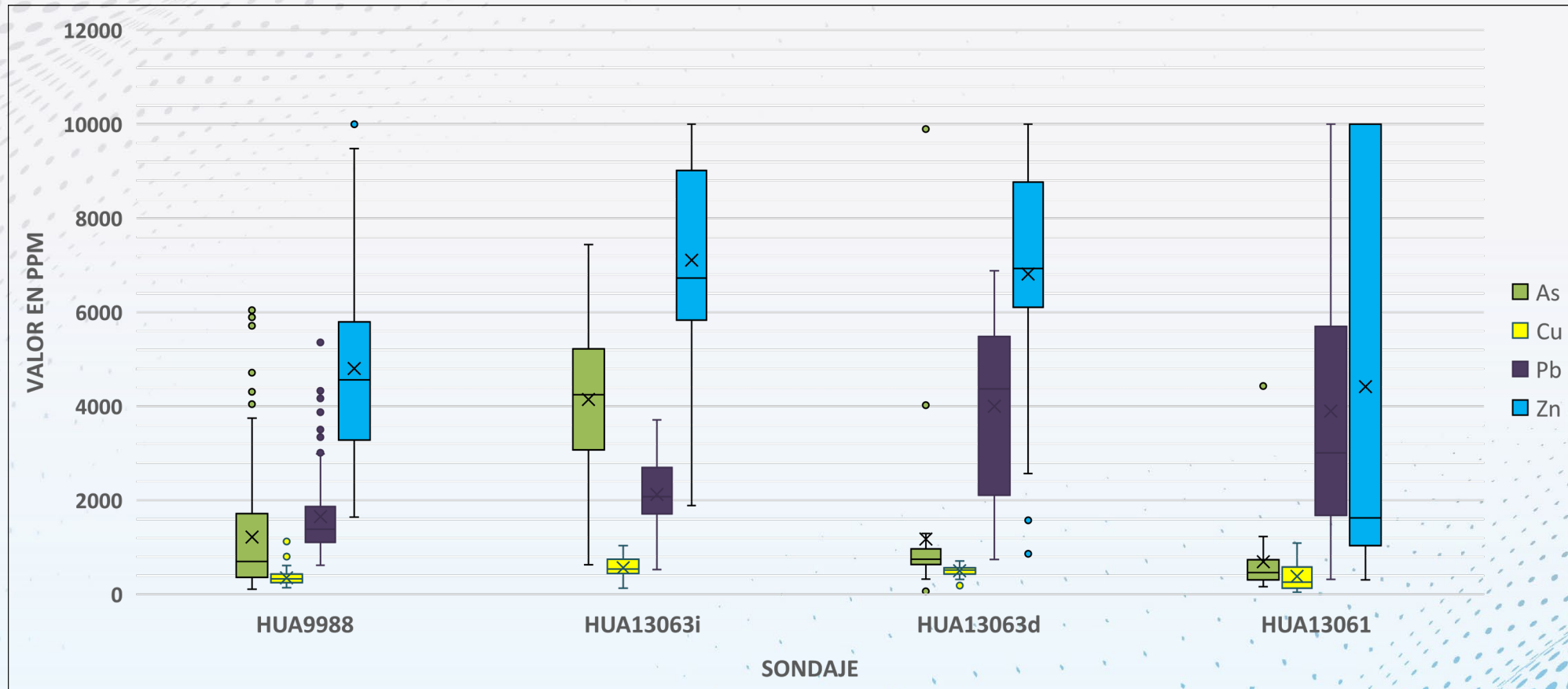


Grupo de minerales	Ganga de vetas y/o al entorno geológico	Asociados con el entorno geológico					Sulfuros portadores de Au		Inhibidores de ambientes ácidos	
		Moscovita (mos)	Clinocloro (clnCl)	Albita (alb)	Ortoclasa (ort)	Magnesio-hornblenda (Mghn)	Pirita (py)	Arsenopirita (aspy)	Calcita (cac)	Dolomita (dol)
Mineral	Cuarzo (cz)									
Contenido	48 %	30 %					11 %		11 %	
Mínimo	25.6 %	3.5 %	2.2 %	1.9 %	1.3 %	1.3 %	3.4 %	1.1 %	1.5 %	1.8 %
Máximo	66.9 %	20.2 %	13.6 %	14.4 %	10.0 %	8.1 %	14.8 %	5.5 %	14.8 %	9.3 %
Promedio	48.0 %	8.5 %	8.4 %	4.7 %	4.3 %	3.9 %	9.3 %	1.8 %	6.4 %	4.6 %
N° muestras	69	68	69	56	43	48	62	59	52	40

Grupo de minerales principales en relaves inalterados



2023: Distribución geoquímica de As, Cu, Pb y Zn en relaves mineros



Elemento	Valor mínimo	Valor máximo
Au (ppm)	0.04	3.65
Ag (ppm)	1.5	77
As (ppm)	65.8	9899
Cd (ppm)	1.02	116
Cu (ppm)	44.3	1125
Pb (ppm)	319	>10000
Zn (ppm)	310	>10000

CONCLUSIONES

- ✓ Los relaves mineros La Ciénaga contienen Au cuya concentración promedio para los cinco depósitos asciende a 1.31 ± 0.27 ppm Au; también contienen Ag, Cd, Cu, Fe, Hg, S, Sb y Zn, como elementos asociados a la mineralización de la zona.
- ✓ El INGEMMET esta en la capacidad para evaluar los pasivos ambientales mineros, con énfasis a los de subtipo relaves y desmontes mineros.
- ✓ En el primer lustro, tiene planificado estudiar los pasivos ambientales mineros calificados con nivel de riesgo MUY ALTO.



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas



Gracias.