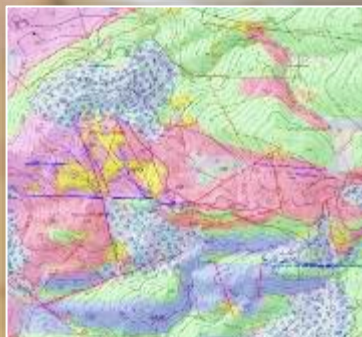


SEMINARIO

GEOLOGI DEL TERZO MILLENNIO: CHE COSA DOVREBBERO SAPER FARE?



Il ruolo del **geologo** nella ricerca e utilizzo sostenibile di metalli e minerali industriali

3 Giugno 2021

LA FORMAZIONE NEL CAMPO DELLA GEOLOGIA DELLE RISORSE

1. Una forte preparazione di base è **FONDAMENTALE**. Viene fornita essenzialmente dall'Università
2. Di base? Rilevamento geologico e strutturale, mineralogia e petrografia, idrogeologia, geochimica...etc
3. Una preparazione specialistica è importante, ma può essere fornita dall'Università solo in forma parziale. Ogni settore dell'industria estrattiva richiede competenze estremamente specifiche
4. Nonostante la grande specializzazione della professione del geologo nell'industria mineraria, è possibile definire almeno due indirizzi principali: Minerali Industriali e Metalli

Il Geologo di esplorazione nell'industria dei metalli



Ruolo di fondamentale importanza all'interno di un progetto minerario

Flessibilità

Competenza tecnica

«Problem Solving»

Perseveranza

Metodicità



Pianificazione

- Settaggio perforatrice
- Dip and Azimut

Perforazione

- Fori diamantati
- Controllo della mineralizzazione

Logging

- Collar & Survey
- Metadata
- Litologia
- Strutture
- Geotecnica

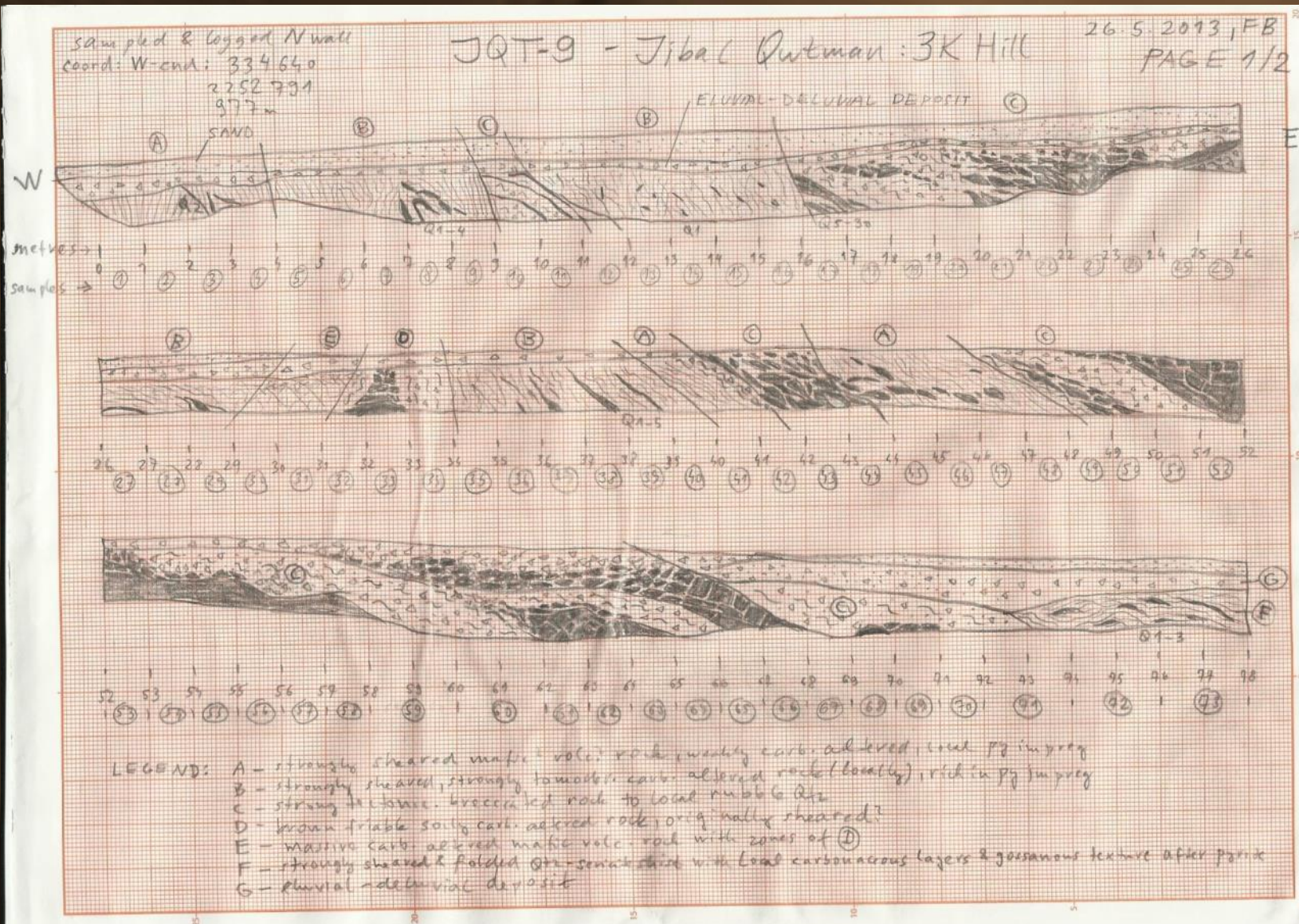
Preparazione dei campioni

- Lista di taglio
- Standard
- Duplicati

Cartografia, rilevamento e campionamento







Sondaggi: RC e diamantati



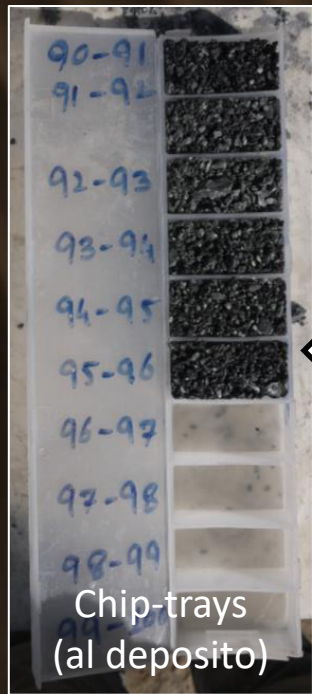
Sondaggi a carotaggio (DDH)



Al deposito carote

Laboratorio (1m x campione)

Sondaggi a circolazione inversa (RC)



Campioni al laboratorio

Database Manager

Assicura la correttezza e la coerenza di tutti i dati elaborati

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ		
1	DataSe	HoleID	mfrom	mTo	Col1To	Col1	Col2To	Col2	Wthgr	Fab1Ty	Fab1Int	Fab2Ty	Fab2Int	GSize1	Lith1	Lith1pc	Lith2Ag	Lith2	Lith2pc	Strat1	Strat2	Redox	Alt1Ty	Alt1Sty	Alt1Int	Alt2Ty	Alt2Sty	Alt2Int	Vn1Ty	Vr	
2	ITA003	GDD084	0	9.3	L	E			WW	MASS	M	LAM	M	0.02	SCBL					BRENO			WOX	HE	FRAC	M				CA	S
3	ITA003	GDD084	9.3	9.4											CORELOSS																
4	ITA003	GDD084	9.4	14.1	L	E			MW	MASS	W	FLT	W	0.02	SCBL					BRENO		WOX	GO	FRAC	M	CB	DISS	M	CA	S	
5	ITA003	GDD084	14.1	14.25											CORELOSS																
6	ITA003	GDD084	14.25	16.2	L	E	M	E	WW	MASS	W	LAM	W	0.02	SCBL					BRENO		WOX	GO	FRAC	W	CB	DISS	W	CA	S	
7	ITA003	GDD084	16.2	16.3											CORELOSS																
8	ITA003	GDD084	16.3	19.2	L	E	L	U	WW	RCX	M	PRS	W	0.02	SCBL					BRENO		MOX	HE	PERV	M				CA	S	
9	ITA003	GDD084	19.2	19.35											CORELOSS																
10	ITA003	GDD084	19.35	24.2	L	E			MW	FLT	M	JT	M	0.02	SCBL					BRENO		WOX	CY	PERV	M				CA	S	
11	ITA003	GDD084	24.2	25	L	O	L	U	MW	LAM	M			0.02	SCBL					BRENO		MOX	LI	MASS	M	HE	BND	M	CA	S	
12	ITA003	GDD084	25	31.6	L	E			WW	MASS	M	PRS	W	0.02	SCBL					BRENO		WOX	GO	FRAC	W				CA	S	
13	ITA003	GDD084	31.6	45	D	E	M	E	WW	LAM	M	PRS	W	0.02	SCBL			99	ST	1	BRENO	METALLIF	WOX	GO	FRAC	W			CA	V	
14	ITA003	GDD084	45	53	L	E			VWW	RCX	M	LAM	W	0.02	SCBL			99	ST	1	BRENO	MOX	HE	DISS	M	GO	FRAC	W	CA	V	
15	ITA003	GDD084	53	61	D	E	M	N	VWW	LAM	M	PRS	W	0.02	SCBL					METALLIFERO		WOX	GO	FRAC	W				CA	S	
16	ITA003	GDD084	61	66	L	E	M	E	WW	RCX	M	MASS	W	0.02	SCBL					METALLIFI	BRENO	MOX	HE	DISS	M	CB	DISS	M	CA	S	
17	ITA003	GDD084	66	66.2	D	E	D	N	SW	FLT	M			0.02	SHB					METALLIFERO											
18	ITA003	GDD084	66.2	78.6	D	E	M	E	WW	LAM	M	PRS	W	0.02	SCBL					METALLIFI	BRENO	WOX	CB	DISS	M	GO	FRAC	W	CA	V	
19	ITA003	GDD084	78.6	80.8	L	E	M	W	SW	JT	M	VG	W	0.02	SCBL					METALLIFI	BRENO	MOX	GO	FRAC	M				CA	S	
20	ITA003	GDD084	80.8	84.6	M	E	L	E	VWW	LAM	M	RCX	W	0.02	SCBL					METALLIFI	BRENO	NEUT	CB	DISS	M				CA	V	
21	ITA003	GDD084	84.6	87.1	D	N	D	E	VWW	LAM	M			0.02	SCBL			60	SHB	40	METALLIFERO	NEUT	CB	DISS	M				CA	V	
22	ITA003	GDD084	87.1	97.55	L	E	M	E	WW	LAM	S	PRS	M	0.02	SCBL			99	SHB	1	METALLIFERO	WOX	CB	DISS	M	GO			CA	V	
23	ITA003	GDD084	97.55	99.4	D	E	D	N	WW	LAM	S	PRS	M	0.02	SCBL			50	SHB	50	METALLIFERO	NEUT	CB	DISS	M				CA	V	
24	ITA003	GDD084	99.4	105.4	L	E	M	E	FR	LAM	S	PRS	W	0.02	SCBL					METALLIFERO		WOX	CB	DISS	M	GO	FRAC	W	CA	V	
25	ITA003	GDD084	105.4	105.6	L	E			SW	FLT	S			0.02	SCBL					METALLIFERO		SOX	LI	PERV	S						
26	ITA003	GDD084	105.6	116.3	L	E			WW	RCX	M	PRS	W	0.02	SCBL					METALLIFI	BRENO	MOX	HE	DISS	M	CB	DISS	M	CA	S	
27	ITA003	GDD084	116.3	116.95	D	N	D	E	VWW	BRX	S	PRS	W	0.02	SCBL					METALLIFERO		NEUT									
28	ITA003	GDD084	116.95	120.95	L	E			FR	PRS	M	LAM	W	0.02	SCBL					METALLIFI	BRENO	NEUT	CB	DISS	W				CA	S	
29	ITA003	GDD084	120.95	123	D	N	D	E	VWW	BRX	M	MASS	W	0.02	SHB			95	SCBL	5	METALLIFERO	WRED							CA	S	
30	ITA003	GDD084	123	124.5	D	E	D	N	VWW	BRX	W	PRS	W	0.02	SCBL			50	SHB	50	METALLIFERO	WRED							CA	S	
31	ITA003	GDD084	124.5	126.6	D	N	D	E	VWW	BRX	S			0.02	SHB					METALLIFERO		WRED									
32	ITA003	GDD084	126.6	131.2	D	N			WW	BRX	M	PRS	W	0.02	SHB					METALLIFERO		WRED	SI	PERV	W				CA	S	
33	ITA003	GDD084	131.2	133.55	D	N	D	E	MW	FLT	M	BRX	M	0.02	SHB					METALLIFERO		WRED	SI	PERV	W				CA	S	
34	ITA003	GDD084	133.55	142.85	D	N	D	E	VWW	BRX	W	LAM	W	0.02	SCBM			60	SCBL	40	GORNO	MRED							CA	V	
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
	<	>	Collar	Metadata	DHSurvey	Lithology	Sample	Structure	Geotech																						

Drill logs Database

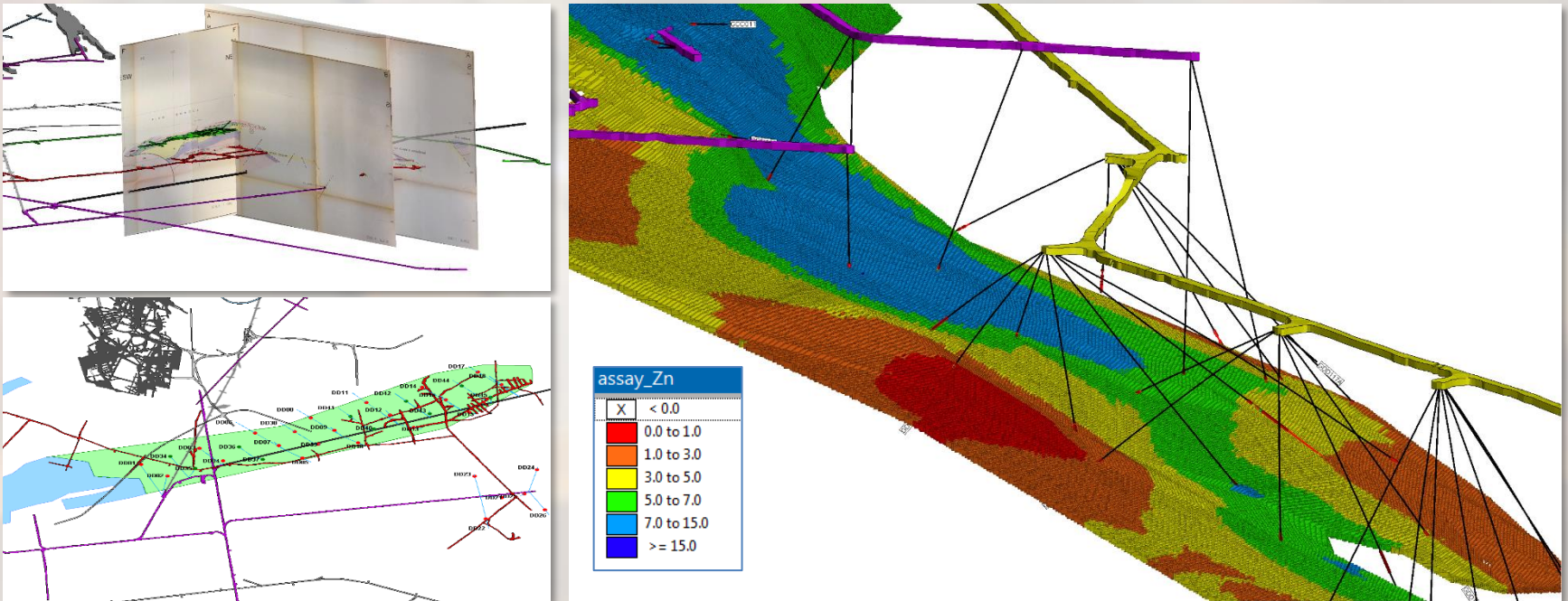
Master Sample list

Master XRF Database

Assays Database

QA/QC

Analizza, interpreta e modella in un ambiente tridimensionali tutti i dati fornitigli dagli Exploration e Database geologists



Micromine



Surpac



Leapfrog

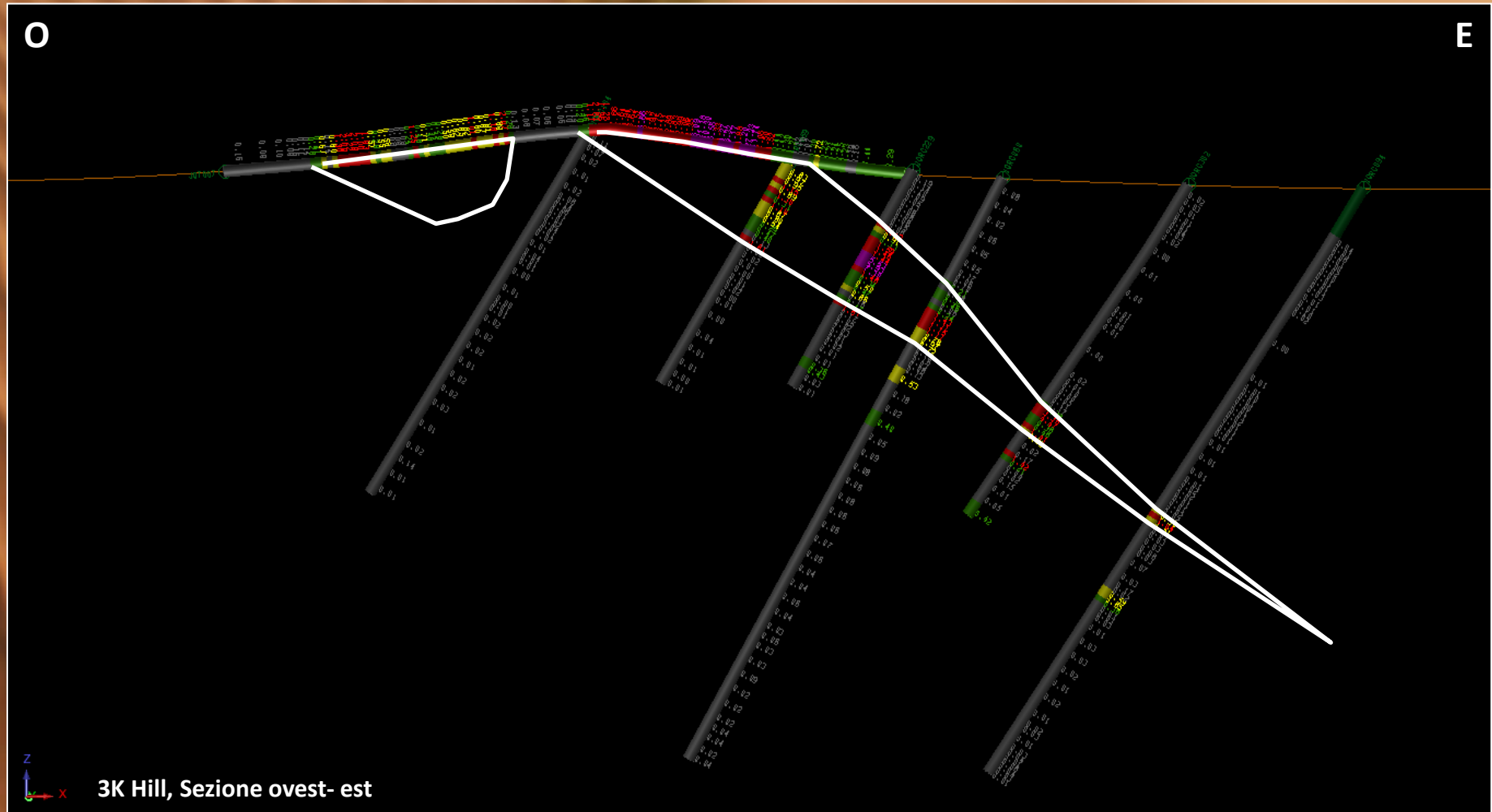


Datamine



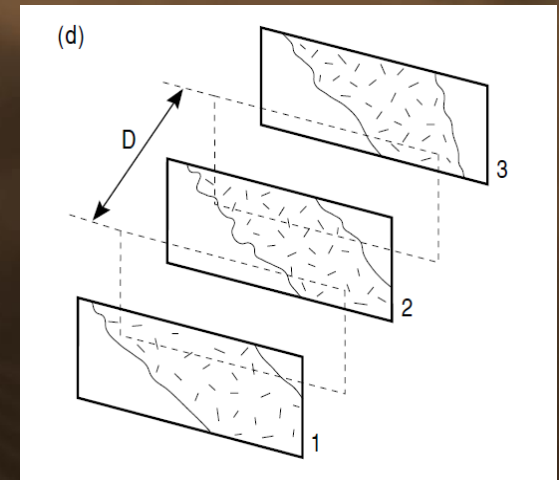
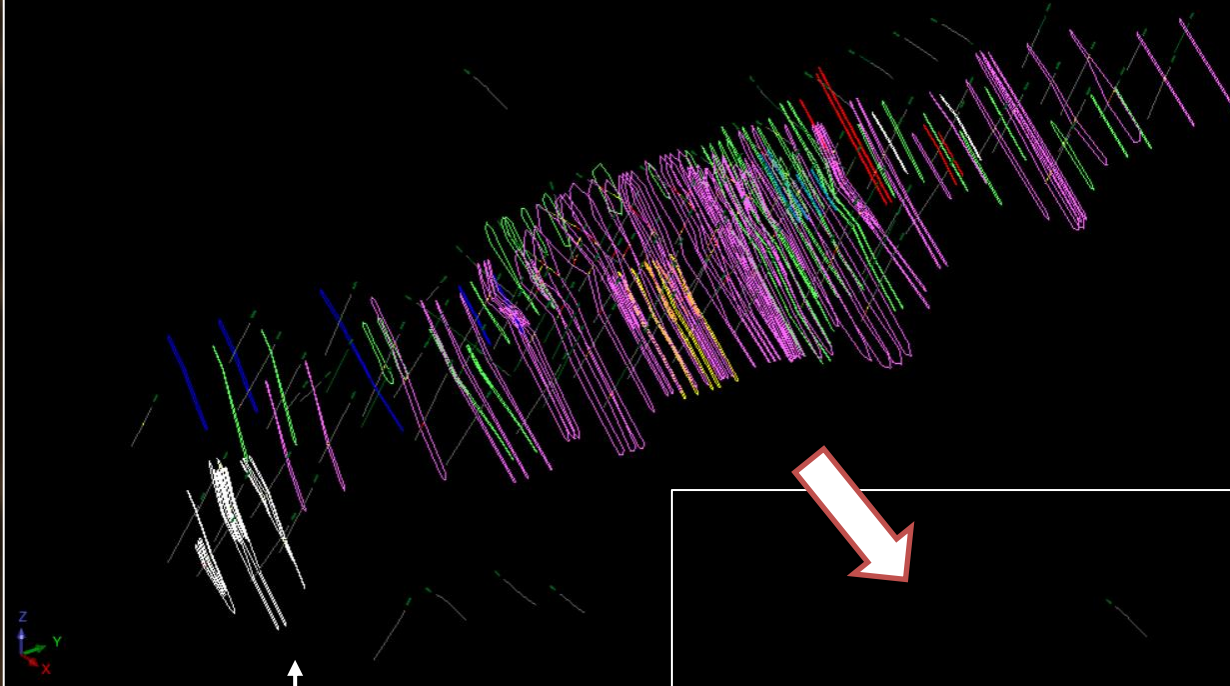
Vulcan

Sondaggi: RC e diamantati



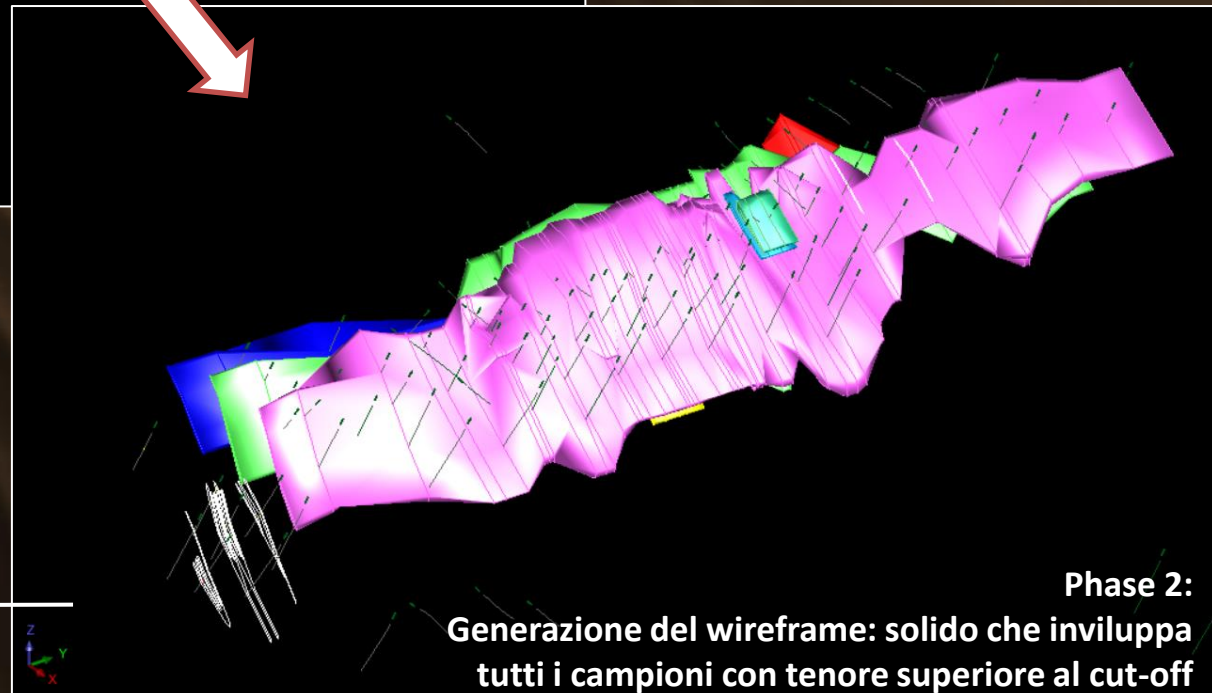
Wireframing

Phase 1: generazione del set di stringhe planari



L'input del geologo di esplorazione è **ESSENZIALE** in questa fase

Al geologo delle risorse



Phase 2:
Generazione del wireframe: solido che inviluppa
tutti i campioni con tenore superiore al cut-off

IL GEOLOGO NELL'INDUSTRIA DEI METALLI

Va dato **purtroppo** per scontato che il lavoro, nel 90% dei casi, va cercato nella cosiddetta *'Anglosfera'*

Materie di approfondimento

1. Rilevamento e prospezione mineraria: mappe e campionamenti di superficie;
2. Geofisica applicata;
3. Sondaggi: tipologie (RC, DDH, Sonic), griglie (rapporto informazione/costo), logs (geologico, geotecnico), log forms, metodi di campionamento e gestione campioni;
4. Gestione della campagna di esplorazione: QA/QC;
5. I sistemi internazionali di classificazione delle riserve: JORC, PERC, NI93-101....etc;
6. Software:
 - Geostatistica e elementi di valutazione dei giacimenti (modello geologico>wireframing>block modelling);
 - Surpac, Micromine, Leapfrog, Datamine;

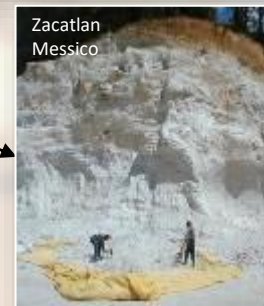
Minerali Industriali: i feldspati sodici



Le tipologie di giacimenti

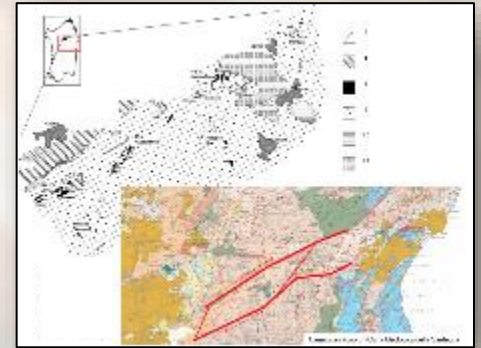
I feldspati sono tra i minerali più diffusi presenti nella crosta terrestre: rappresentano circa il 60% della massa rocciosa come principali componenti di rocce magmatiche, metamorfiche e sedimentarie. Sono silicati alluminiferi di metalli alcalini ed alcalino terrosi. Assieme al quarzo, rappresentano una delle materie prime più usate in ceramica, vengono utilizzati come fondenti e favoriscono la sinterizzazione del pezzo ceramico

GEOLOGIA DEI GIACIMENTI		
Plutonica	Differenziati acidi	Apliti e Pegmatiti
	Granitoidi	Leucograniti
Vulcanica	Corpi effusivi	Rioliti-Ignimbriti
	Corpi subvulcanici	Porfidi
	Esalativo-idrotermali	Sanidiniti
Metamorfica	Gneiss	Ortogneiss
	Metasomatiti	Albititi
Sedimentaria	Sabbie eoliche	
	Sabbie fluvio-lacustri	Arcosi
	Sabbie marine	



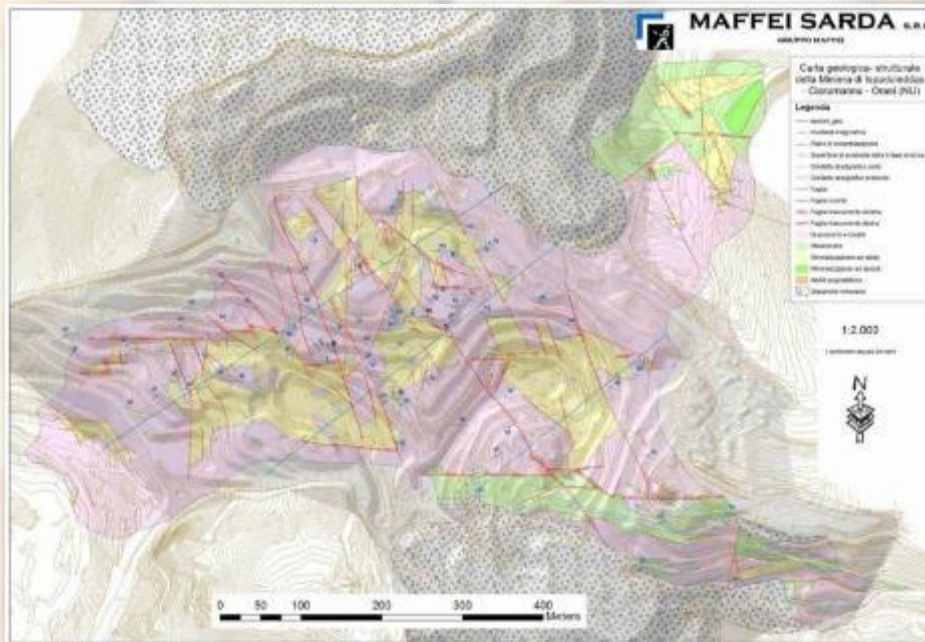
I Giacimenti Albitici: la Sardegna

- I giacimenti albitici sardi si sono sviluppati a spese dei granitoidi tardo-Varisici. Si tratta di rocce prive di solfuri carbonati e fluoruri
- La loro genesi è legata a un metasomatismo da fluidi ricchi in Mg e Na, che ha interessato i granitoidi durante le fasi tardive dell'orogenesi Varisica
- Il distretto albitico della Sardegna centrale produce circa 600.000t anno di feldspato, da diversi cantieri (contro una produzione di 2.5mt in Italia, e 10mt nel mondo)
- L'albite sarda trova mercato soprattutto in Italia e Spagna, nelle produzioni di porcellana tecnica e smaltata
- E' utilizzata anche come apportatore di Al_2O_3 e Na_2O nell'industria vetraria
- Nel distretto si produce anche una feldspato ricco in clorite, in grado di conferire maggiore fusibilità all'impasto ceramico, consentendo di raggiungere la sinterizzazione a più basse temperature rispetto ad altri feldspati tradizionali

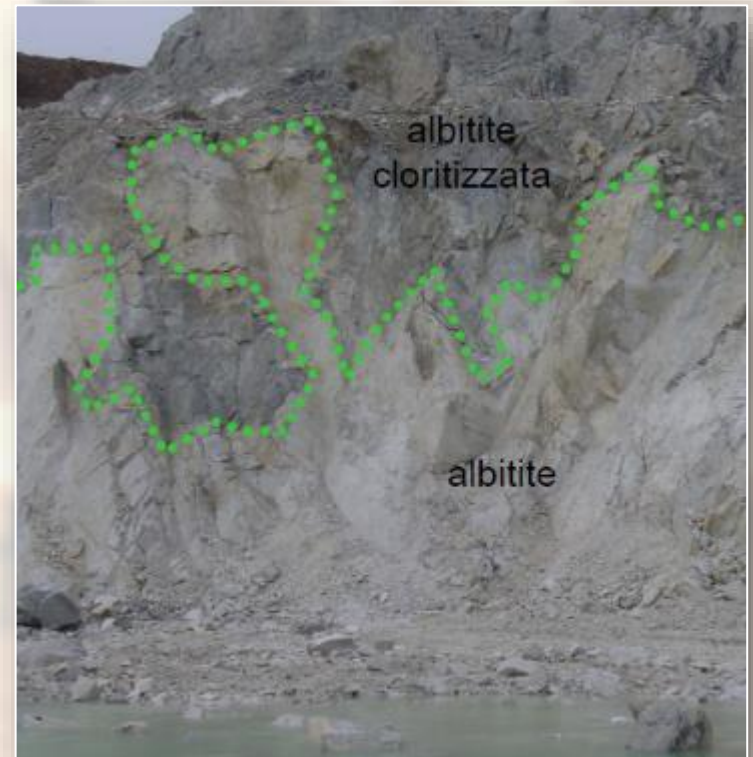


I Giacimenti Albititici: il contributo del geologo

Problema:
la coltivazione fortemente selettiva!

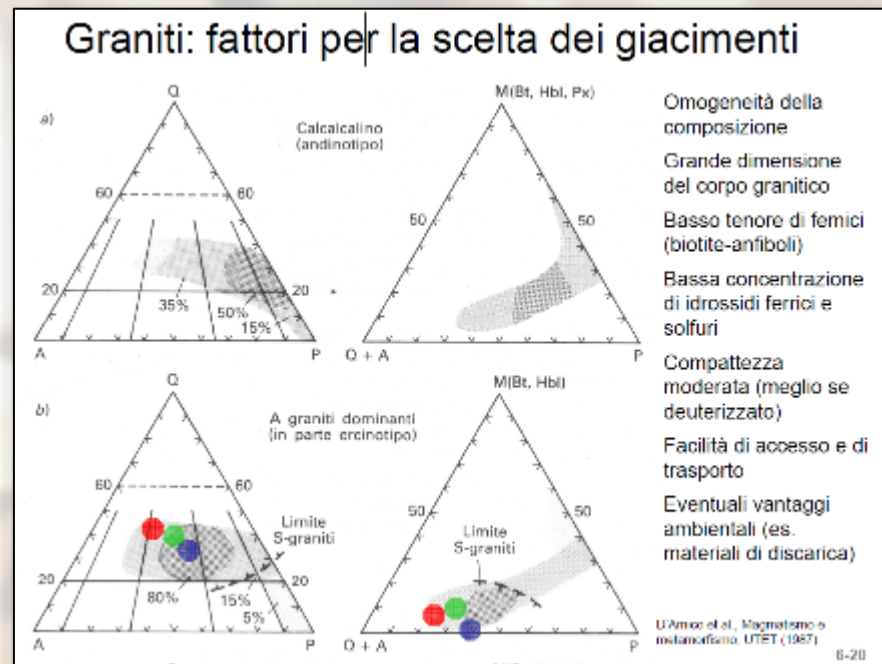


Carta Geologica Mineraria di Ispaduleddas
(P. Calzia, Minerali Industriali srl)



Le rocce plutoniche: i graniti

- Prima di introdurre un esempio piuttosto esaustivo e completo dell'importanza di recuperare materie prime seconde da materiali di sfrido, si deve premettere che lo sfruttamento razionale ed economico della risorsa mineraria implica necessariamente un utilizzo esteso ed accorto di tutti i prodotti generati dalle varie fasi lavorative, dall'estrazione, all'arricchimento. Tale approccio, soprattutto nel settore dei minerali industriali è spesso l'unico in grado di rendere economicamente vantaggiosa l'attività imprenditoriale
- I vantaggi del granito: roccia massiva (no selezione). Geograficamente abbondante. Recuperabile da sfridi di cava
- Svantaggi del granito: richiede elevati investimenti in tecnologia

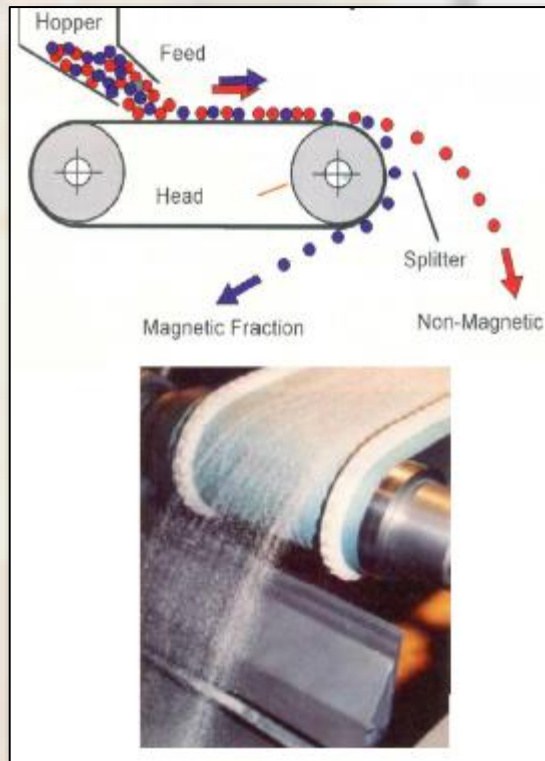


Il problema connesso con l'accumulo di ingenti quantità di scarti estrattivi riguarda, in Piemonte ad esempio, le cave di granito dei Laghi site nella zona di Montorfano e Baveno (Verbania).

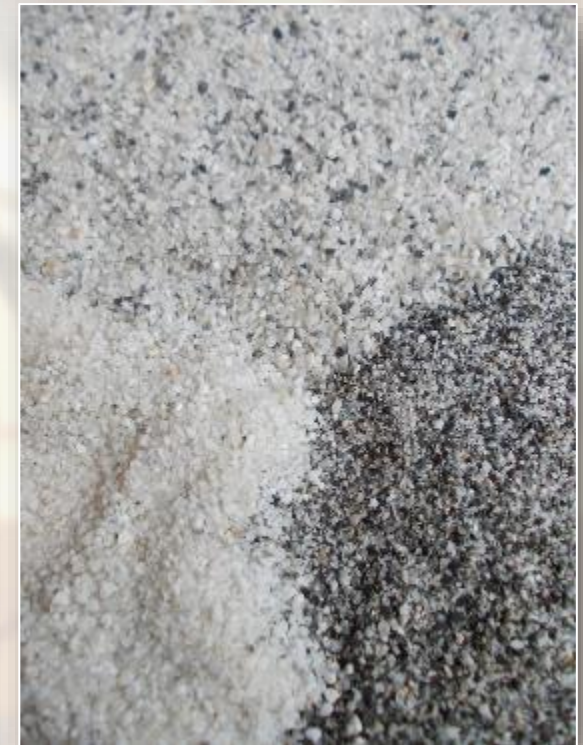
Nel caso dei graniti del Montorfano e di Baveno è stato intrapreso già dal 1996, ad opera della società Minerali Industriali srl, il trattamento degli sfridi di granito per la produzione di un materiale feldspatico (sodico e potassico), con quarzo associato, che trova impiego nel settore vetrario e negli impasti ceramici, destinati alla produzione di gres porcellanato.

Le rocce plutoniche: i graniti

La separazione magnetica



Leucogranito



Separato Magnetico
(Feldspato + Quarzo)



Scarto Magnetico
(arricchito in femici)

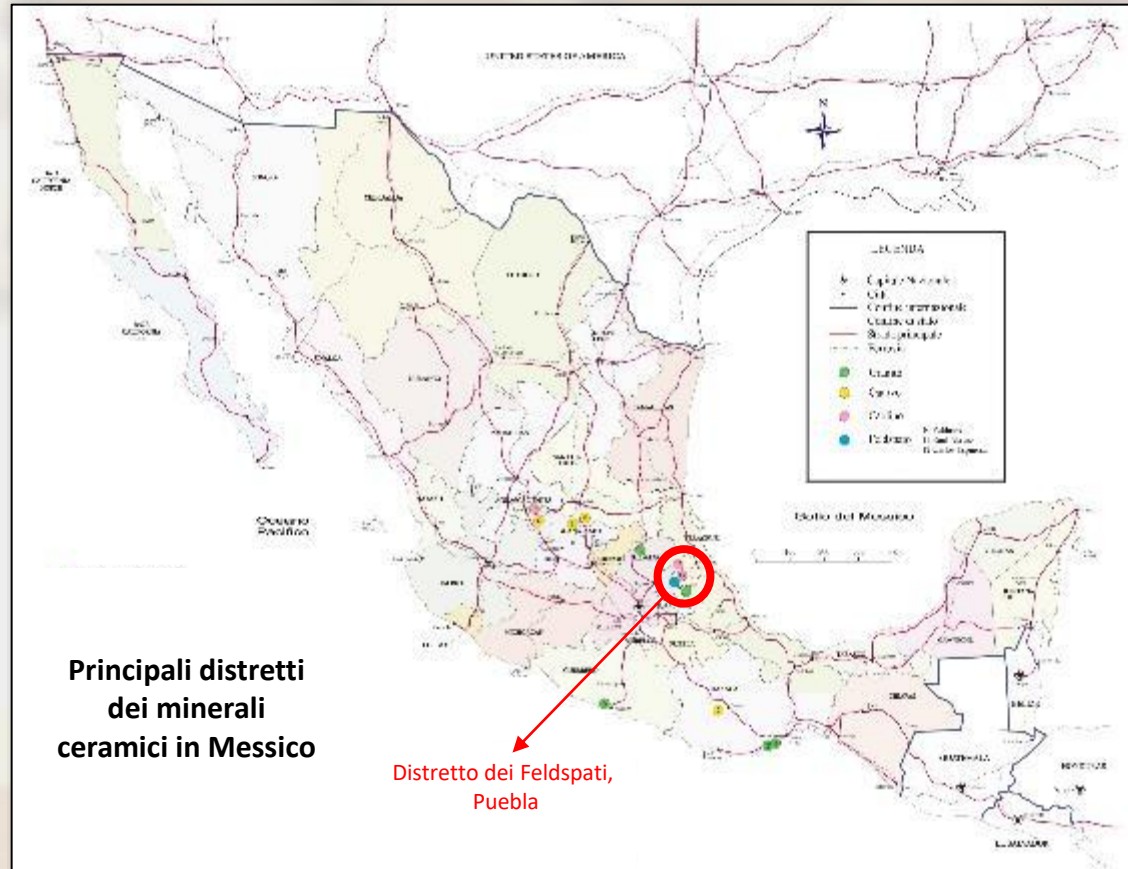
Feldspati in Messico

(la geologia comanda)

L'età dei terreni in Messico è relativamente giovane se paragonata a altri distretti feldspatici

Gli effetti dell'erosione sono piuttosto limitati: riducendo l'esposizione del basamento e dei corpi plutonici (alterati o inalterati). Al contrario, abbondano prodotti piroclastici, depositatisi in tempi anche recenti

Il distretto in cui si concentra la produzione del feldspato in Messico (93%) è quello di Puebla, al centro del paese

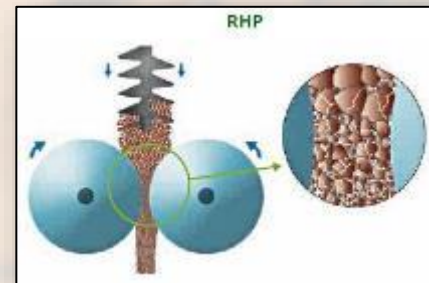
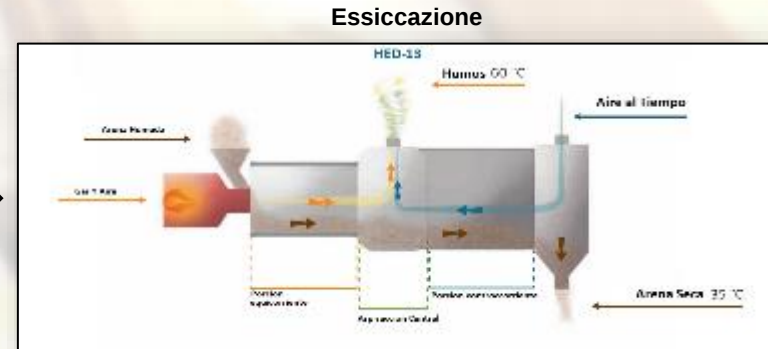


Geologia. Il distretto di Zacatlan (Puebla) è caratterizzato dalla presenza di estese coltri ignimbriche: l'estrazione si concentra su una sequenza di rocce acide a chimismo riolitico, fortemente alterate. Le rocce parenti sono lave, flussi piroclastici, igminbriti e tufi risedimentati.

L'alterazione ha provocato la devetrificazione e decementazione (con formazione di livelli silicizzati). Un altro fenomeno è la riduzione del contenuto di ferro e un accrescimento rapido di cristalli di Quarzo e feldspato di neoformazione, con associati aggregati di clorite nella matrice. La consistenza della roccia è piuttosto tenera (se comparata con le rocce parenti)

Il Trattamento

L'impianto di trattamento prevede la presenza di un frantoio per la frantumazione primaria e un mulino. Il materiale ottenuto viene lavato (attrizione) e classificato granulometricamente. Questo processo consente di allontanare le frazioni argillose fini e la silice amorfa. E permette di raggiungere una grande omogeneità. Il prodotto finito ha un umidità del 5% in media. Anche le frazioni fini vengono recuperate per l'uso nel mercato ceramico. Le fasi di trattamento successive prevedono l'essiccazione in forno, la macinazione in cilindraia, e la micronizzazione



Macinazione
con utilizzo
di cilindraie a
alta pressione



Prodotto finito: feldspato sodico-potassico (smalto, piastrelle, sanitari, vetro)

Quali sono le possibili azioni atte a prevenire i problemi di approvvigionamento di fondenti feldspatici?

1. **Rilanciare la prospezione mineraria** in cerca di nuovi giacimenti. **Il ruolo del geologo in questo caso è evidente. Ma esistono fattori che esulano dalla geologia e che vanno tenuti in considerazione, come la logistica (catena Miniera-Trattamento-Mercato)**
2. **Valorizzazione completa dei depositi:** i residui dell'estrazione possono essere convertiti in sottoprodotti commercializzabili mediante un'adeguata lavorazione. Un punto chiave per un pieno sfruttamento dei depositi è il difficile compromesso tra pratiche estrattive e trattamenti mineralurgici da un lato e le capacità di assorbimento del mercato per i sottoprodotti dall'altro. **Il ruolo che ricopre il geologo in questi casi va dalla corretta definizione del giacimento, con una specifica e minuziosa descrizione delle rocce e classificazione delle riserve in base all'utilizzabilità industriale. Ma anche in fase di pianificazione dell'estrazione e nella fase di coltivazione, l'input del geologo è importante per rendere la selezione del minerale ottimale per un eventuale riuso degli scarti**
3. **Aumentare il ricorso a fonti alternative:** minerali non feldspatici, a basso punto di fusione (come la sericite) e particolarmente materie prime secondarie (es. vetri riciclati, scarti di ceramica). L'industria ceramica può fungere da efficiente convertitore di materiali problematici (rifiuti di rifiuti, ovvero i residui della catena di gestione dei rifiuti) in prodotti sicuri. **Il geologo lavora fianco a fianco con il laboratorio e i responsabili R&D, nello sviluppo di miscele di materie che massimizzino l'uso di fonti alternative e scarti. Sostenibili in termini di costo e durata nel tempo. Il geologo deve essere un profondo conoscitore del processo industriale**
4. **Rilassare i vincoli tecnologici della ceramica:** gran parte delle potenziali risorse feldspatiche è oggi trascurata a causa dell'insufficiente fusibilità e/o della quantità intollerabile di ossidi di ferro e titanio, responsabili di un colore scuro dei prodotti cotti. La sfida è sviluppare impasti relativamente ricchi di ferro, che siano adatti per gres porcellanato, superando i noti problemi di deformazioni in cottura, ridotto intervallo di sinterizzazione, rigonfiamento, difetti negli smalti, ecc. **Il geologo? si veda il punto 2**

Il geologo e i minerali Industriali

- **Minerali Industriali:** argille, feldspati, quarzo, carbonati, gessi, fluorite, rocce ornamentali, materiali da costruzione...etc
- **Dove?** Il teatro può essere l'Italia e l'Europa
- Il geologo può essere coinvolto nelle fasi di esplorazione e quantificazione del giacimento. In questi ruoli la competenza di base è essenziale. Ma è necessario conoscere anche la destinazione finale del prodotto e a quali trattamenti verrà sottoposto il minerale grezzo: esposizione commerciale
- **Consulenza** (progettazione dell'estrazione e valutazione di impatto ambientale).
- **Esplorazione** (teoria del campionamento, sondaggi e QA/QC, dei sistemi internazionali di classificazione delle riserve che variano a seconda del minerale e del tipo di società mineraria).
- **Geologo di produzione o di miniera** (è importante avere elementi di arte mineraria).
- **R&D e sviluppo prodotto.** Responsabile qualità (fondamenti di mineralurgia e processo, conoscenza dei prodotti e delle necessità del cliente).

Documentazione e siti web di interesse

1. www.segweb.org = Society of Economic Geology (prevalentemente per i metalli)
2. [Home \(e-sga.org\)](http://Home(e-sga.org)) = Society for Geology Applied to Mineral Deposits
3. www.ausimm.com = AUSIMM. Fondamentale per qualità del training e documentazioni offerte (JORC)
4. [Eurogeologists | The Voice of European Geologists](#) = European federation of Geologists. Utile in particolare per approfondire la conoscenza del PERC e il ruolo di Competent Person [Workshop 'Mineral Standard Reporting and Competent Person' for Italian geologists – Eurogeologists](#)
5. [Women In Mining Education Foundation - Women In Mining](#) = promuove il ruolo delle donne nell'industria mineraria
6. [Cronache dall'Associazione Mineraria Sarda – Dal 1896 l'impegno negli "studi inerenti all'arte mineraria" \(wordpress.com\)](#) = associazione storica e culturale
7. [Associazione Georisorse e Ambiente \(geam.org\)](#)
8. www.mining.com = news dal mondo minerario (metalli, pietre preziose, dinamiche industriali, economia e geopolitica)
9. www.indmin.com = news dal mondo dei minerali Industriali

Seminario

GEOLOGI DEL TERZO MILLENNIO: CHE COSA DOVREBBERO SAPER FARE?

GRAZIE

Il ruolo del **geologo** nella ricerca e utilizzo sostenibile di metalli e minerali industriali