



ESPLORAZIONE PER METALLI BASE E ORO NEI PROSPETTI DI TIPO VMS DELL' ARABIAN-NUBIAN SHIELD



KEFI Minerals e G&M

- ✓ Kefi Mineral PLC è una società (*junior*) quotata alla borsa di Londra
- ✓ Kefi Minerals Ethiopia PLC. 2013: acquisizione del progetto aurifero avanzato Tulu Kapi in Etiopia occidentale, accreditato di oltre 1.72 Moz Au JORC. Avvio produzione previsto per il 2017
- ✓ G&M JV (Kefi 40%, ARTAR 60%). *Abdul Rahman Saad Al-Rashid and Sons* è il partner strategico Saudita. Costruzioni, telecomunicazioni, grandi infrastrutture. Fornisce supporto logistico, amministrativo e finanziario
- ✓ Vasto database acquisito dal SGS, utilizzato come guida nella selezione delle aree di maggiore potenziale minerario nello scudo
- ✓ Due licenze di esplorazione vigenti (Hawiah e Jibal Qutman: +830.000oz Au) e 23 licenze di esplorazione in fase di approvazione per circa 1.300 Km²
- ✓ Tutte le aree coperte da licenza contengono vaste zone di antica coltivazione (Au + Cu)



Arabia Saudita: quadro geopolitico

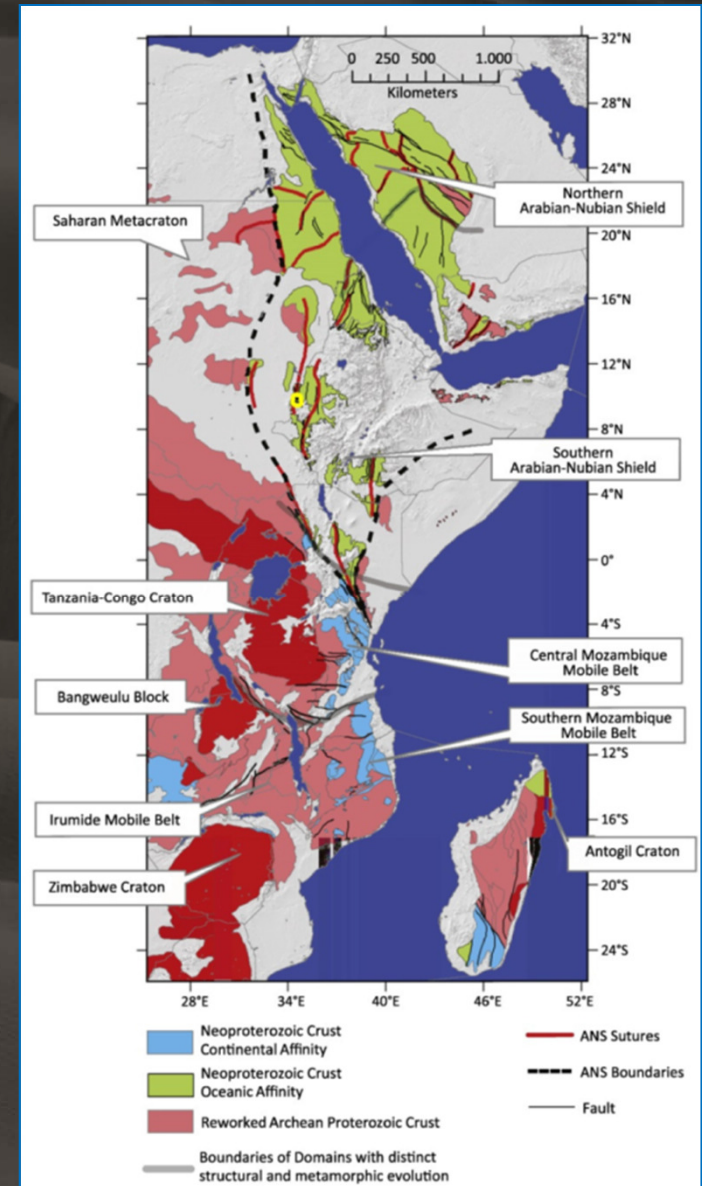
- ✓ Monarchia assoluta fondata nel 1932. Luogo di nascita dell'Islam. Il titolo ufficiale del Re è "Custode delle due Sacre Moschee"
- ✓ Si estende per: 2,149,690 km², 13^{ma}
- ✓ Popolazione: 31.5 milioni di abitanti di cui il 34% immigrati
- ✓ Primo esportatore mondiale di petrolio, con un quinto delle riserve mondiali estraibili
- ✓ Solido sistema bancario. Membro del WTO dal 2005. Un'ambiente favorevole agli investimenti: classificata 82^{ma} nell'indice "Ease of Doing Business 2016" della Banca Mondiale (49^{ma} nel 2015). "Corporate tax" al 20%
- ✓ Infrastrutture di comunicazione molto sviluppate
- ✓ Nessuna royalty sui minerali
- ✓ Costi carburanti-energia estremamente bassi, ma aumentati del 60% nel 2016
- ✓ Profondi cambiamenti negli ultimi due anni: tensione in medio oriente, crollo del prezzo del petrolio....



Potenziale: l'Arabian-Nubian Shield (ANS)



- ✓ Costituisce una vasta area di terreni precambriaci poco esplorati dal punto di vista minerario
- ✓ Si è formato a seguito dell'accrezione di 5 microplacche principali separate da zone di sutura che solitamente ospitano ofioliti. Ha raggiunto una fase di stabilità solo dopo il precambriano
- ✓ A seguito delle dinamiche tettoniche che caratterizzarono la storia del Gondwana, lo scudo è stato interessato da faglie trascorrenti, rifting, sollevamenti e subsidenze con formazione di importanti bacini sedimentari
- ✓ E' costituito da un'unità Archeana e Proterozoica fortemente metamorfosata, composta da rocce cristalline, un'unità tardo-Proterozoica composta da ofioliti di arco-isola con sottili intercalazioni marine di natura più o meno carbonatica, e un'unità Fanerozoica che comprende intrusioni magmatiche alcaline intraplacca



Le tracce

- ✓ In Arabia Saudita l'attività mineraria documentata risale ad almeno 3000 anni fà. Si crede che l'Arabia abbia ospitato le leggendarie miniere di Re Salomone
 - ✓ Negli anni 70 e 80 del XX secolo studi del BRGM prima e dell'USGS poi documentano la presenza di oltre 1000 siti estrattivi antichi
 - ✓ Datazioni ^{14}C su campioni di legno recuperati dai siti di fusione indicano che molte di queste attività sono antecedenti al periodo islamico (1437)
- 
- ✓ Sembra dimostrato che i metalli provenienti da questi siti siano stati utilizzati per il conio di monete. A suggerire questa ipotesi sono le monete d'oro "Umayyad", datate all'anno 105 del calendario islamico (equivalente al 724 DC)

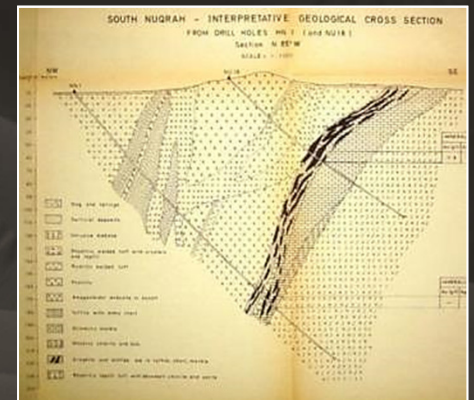
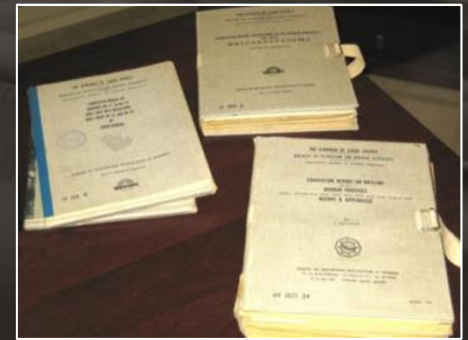


Sviluppi recenti

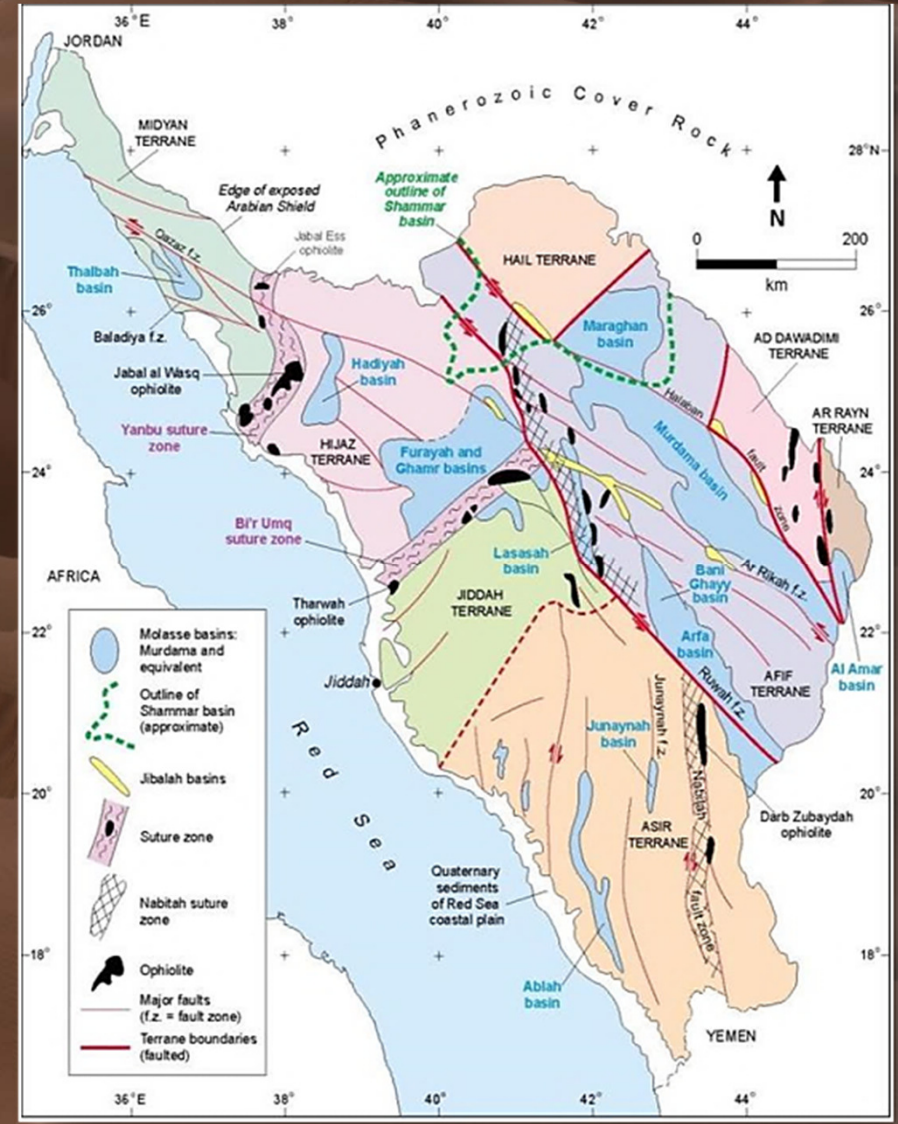
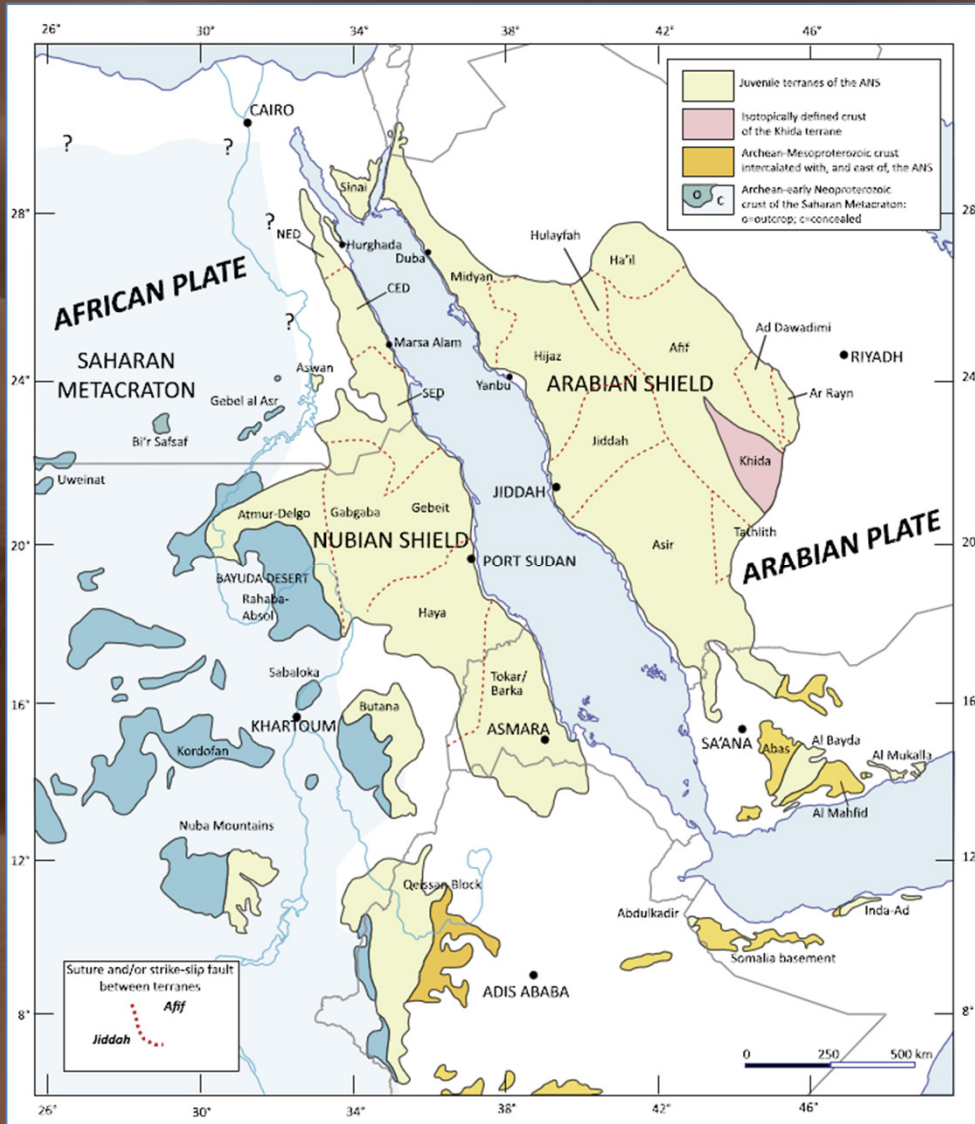
- ✓ Il DRGM (*Directorate General of Mineral Resources*) intraprende a partire dal 1963 una estesa campagna di rilevamento e esplorazione mineraria
- ✓ La prima fase di esplorazione con approccio moderno viene avviata tra gli anni 70' e 90', quando la famiglia regnante affida al BRGM e al USGS il compito di inventariare e valutare le potenziali risorse minerarie (metalliche e non) del regno
- ✓ Il BRGM e l'USGS hanno creato un vasto database contenente oltre 4000 prospetti (MODS). Tale database costituisce uno strumento fondamentale per impostare l'esplorazione moderna
- ✓ Ma'aden (ex SAMS), società a controllo statale, ha 7 miniere d'Oro attive in Saudi. Cianurazione (CIL e *Heap Leach*) per il recupero dell'oro. Continua a esplorare attivamente, e ha scoperto e incrementato le risorse di oltre 13Moz Au (JORC) negli ultimi 10 anni

2006

- ✓ Altre società minerarie includono Ma'aden/Barrick (Jabal Sayid, Cu), AMAK (Cu-Au) e Kefi Minerals PLC...

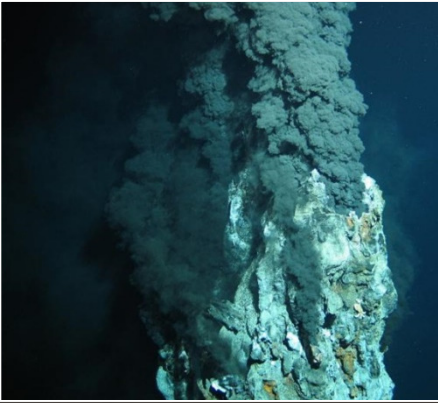
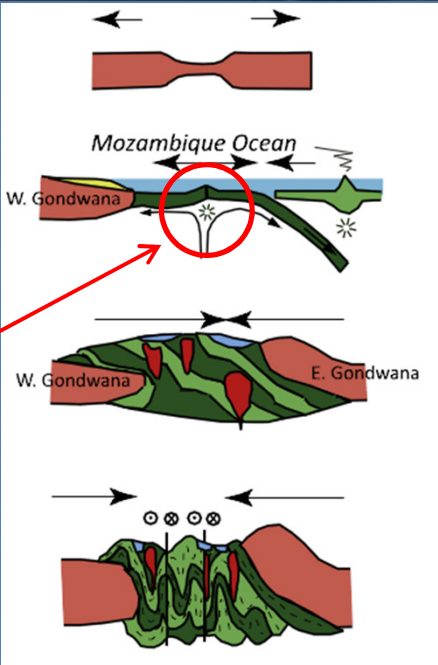
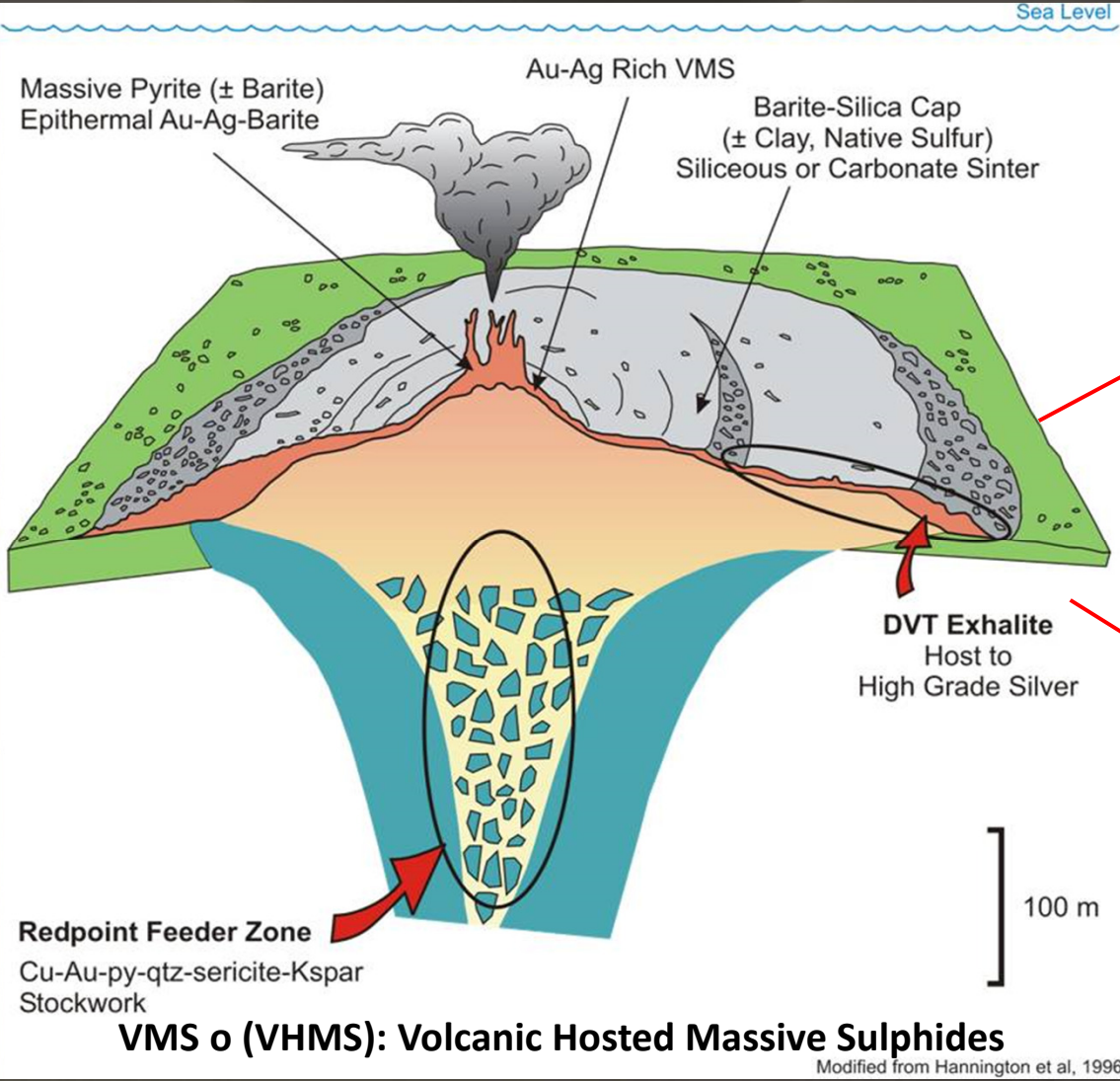


Le Zone di Sutura

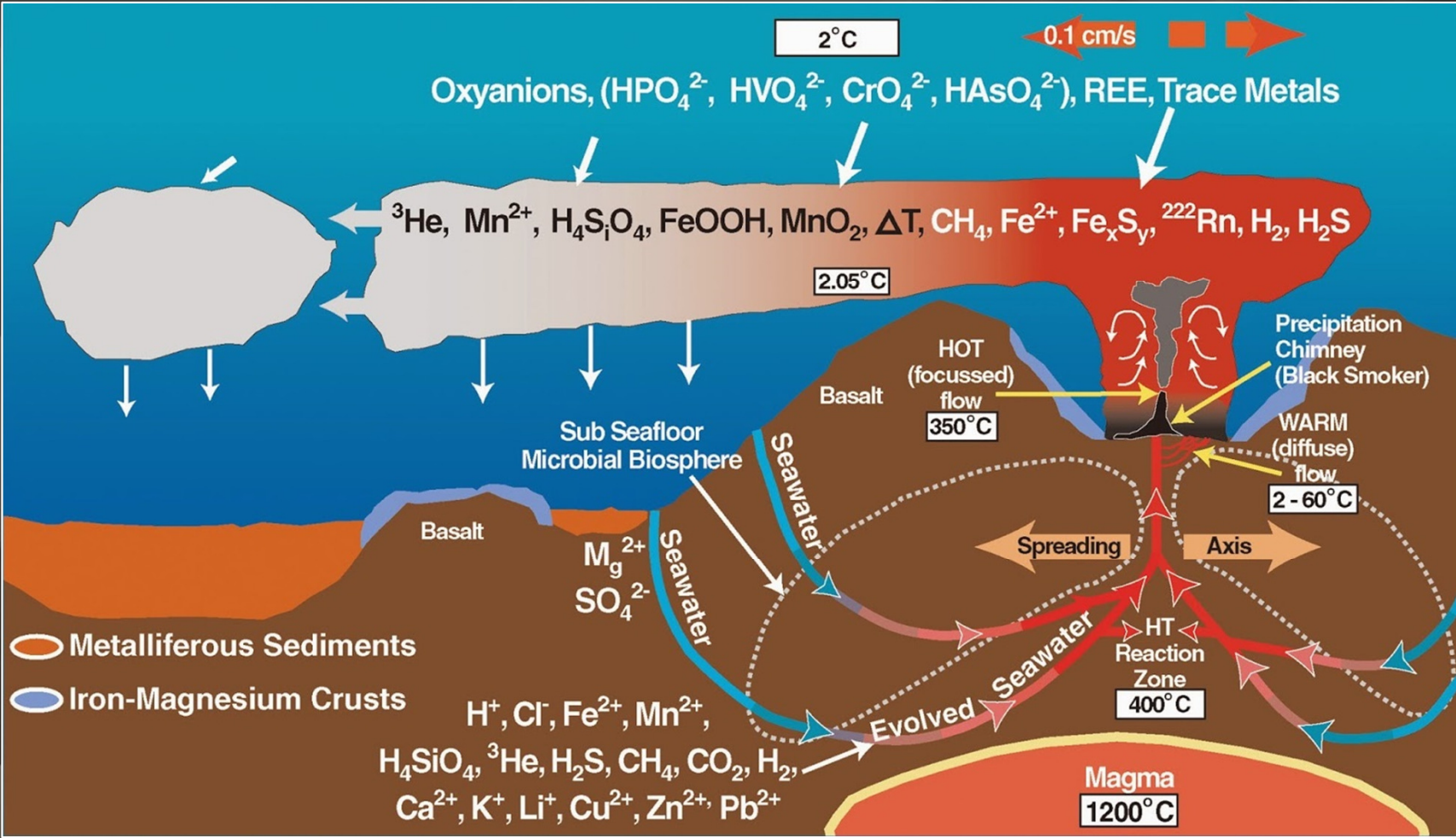


VMS: il modello

I giacimenti di tipo VMS (o VHMS) consistono in concentrazioni stratiformi a solfuri prevalentemente di rame, zinco e secondariamente oro, associati a emissioni idrotermali in ambiente sottomarino



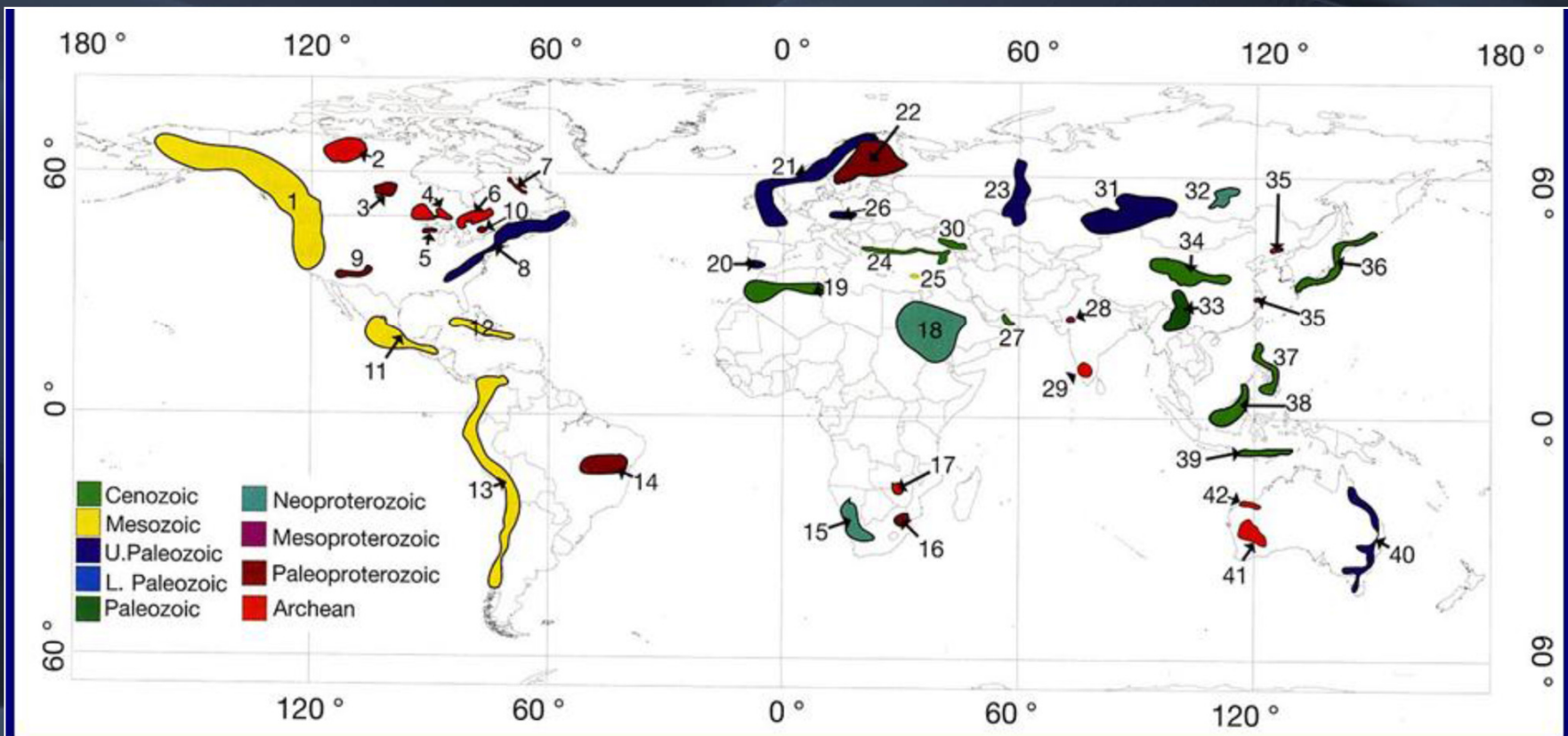
VMS: il modello



Netta zonazione nella distribuzione dei metalli: zona a pirite e calcopirite in prossimità del camino idrotermale, seguita da una zona a calcopirite-sfalerite-pirite. La zona distale è caratterizzata dall'associazione sfalerite-galena e galena-manganese. Le facies periferiche sono caratterizzate dall'associazione chert-manganese-ematite. La maggioranza dei VMS mostra una zonazione verticale dell'oro e dell'argento, che si concentrano nelle porzioni sommitali a più bassa temperatura. La mineralogia dei depositi tipo VMS consiste al 90% da solfuri.

VMS nel mondo

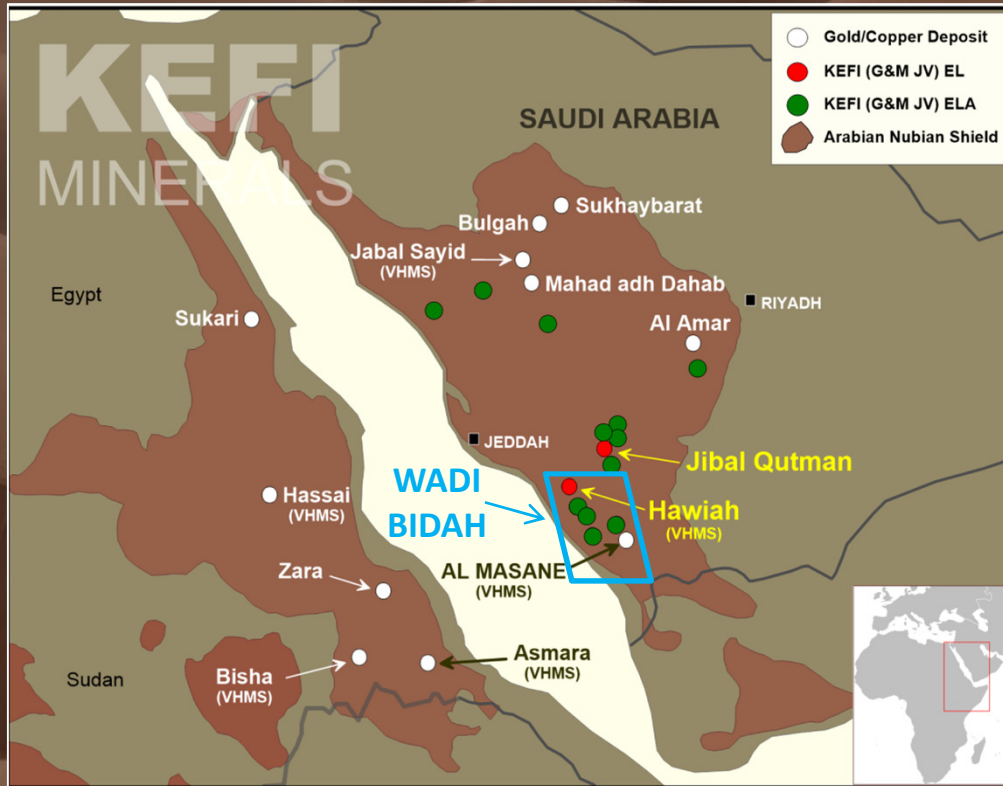
Cinture orogeniche contenenti giacimenti di tipo VMS



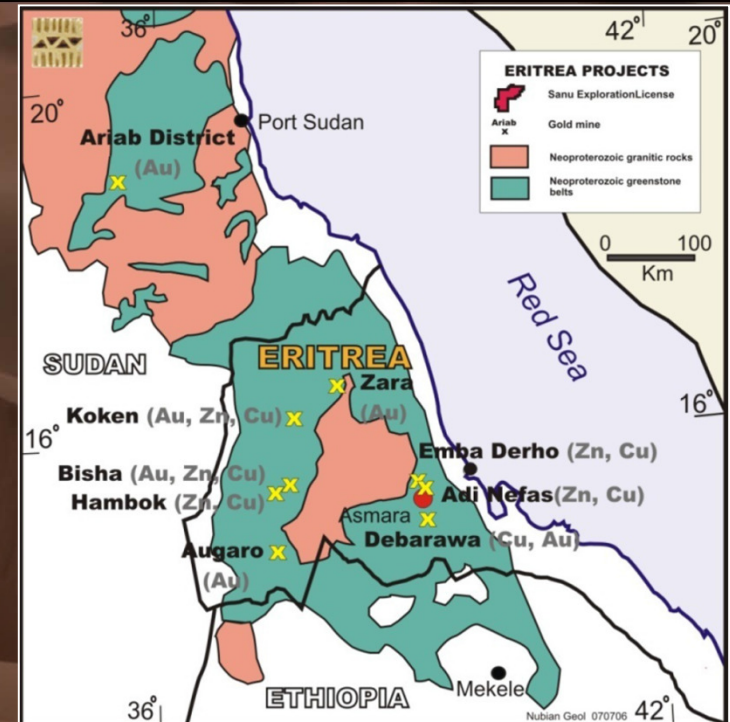
1 = northern Cordilleran, 2 = Slave, 3 = W Trans Hudson, 4 = W. Superior, 5 = Penokean, 6 = Superior, 7 = Labrador trough, 8 = Appalachian, 9 = Yavapai, 10 = Sudbury impact, 11 = central Cordillera, 12 = Caribbean arcs, 13 = S Cordillera, 14 = Amazonian, 15 - Gariep-Damara, 16 = Magondi, 17 = Barberton, 18 = Pan African, 19 = Atlas, 20 = Iberian, 21 = Caledonides, 22 = Svecokarelian, 23 = Uralian, 24 = Pontides, 25 = Troodos, 26 = Bohemian, 27 = Semail, 28 = Aravalli, 29 = Dharwar, 30 = Caucasus, 31 = Altaids, 32 = Baika-Vitim, 33 = N Qilian, 34 = Indonesian platform, 35 = Sino-Korean, 36 = Japan-Kurile Arcs, 37 Philippines arc, 38 = Kalimantan arc, 39 = Banda arc, 40 = Tasman, 41 = Yilgam, 42 = Pilbara. (From Hannington et al. 2005)

VMS: Esempi nell'ANS

Numerosi depositi VMS, coltivati o in fase di esplorazione



- ✓ Scudo Nubiano: Distretto VMS di Bisha: *Bisha, Bisha Northwest, Harena, Hambok*. I tenori piu' elevati d'oro e rame al mondo per giacimenti VMS
- ✓ Scudo Arabo: Jabal Sayid, Wadi Bidah....

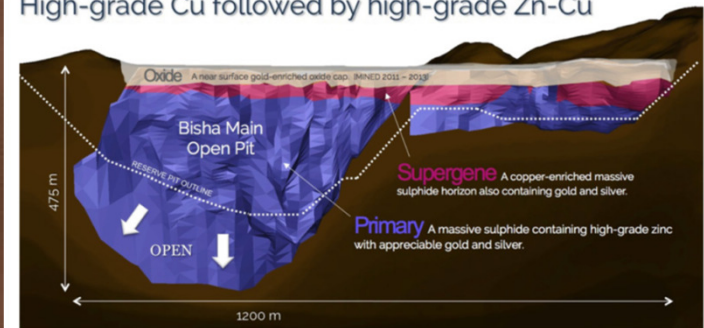


Resources & Reserves

The Bisha Main deposit is a high grade VMS deposit. It is configured in three distinct layered zones - a 35 meter thick surface gold-silver oxide zone (mined out in mid-2013) immediately overlying a copper enriched supergene zone which itself overlies a primary sulphide zone containing both zinc and copper, and which remains open at depth.

See [deposit configuration](#) and [payable production](#) estimates below.

High-grade Cu followed by high-grade Zn-Cu



Scudo Arabo: esempi di mineralizzazione

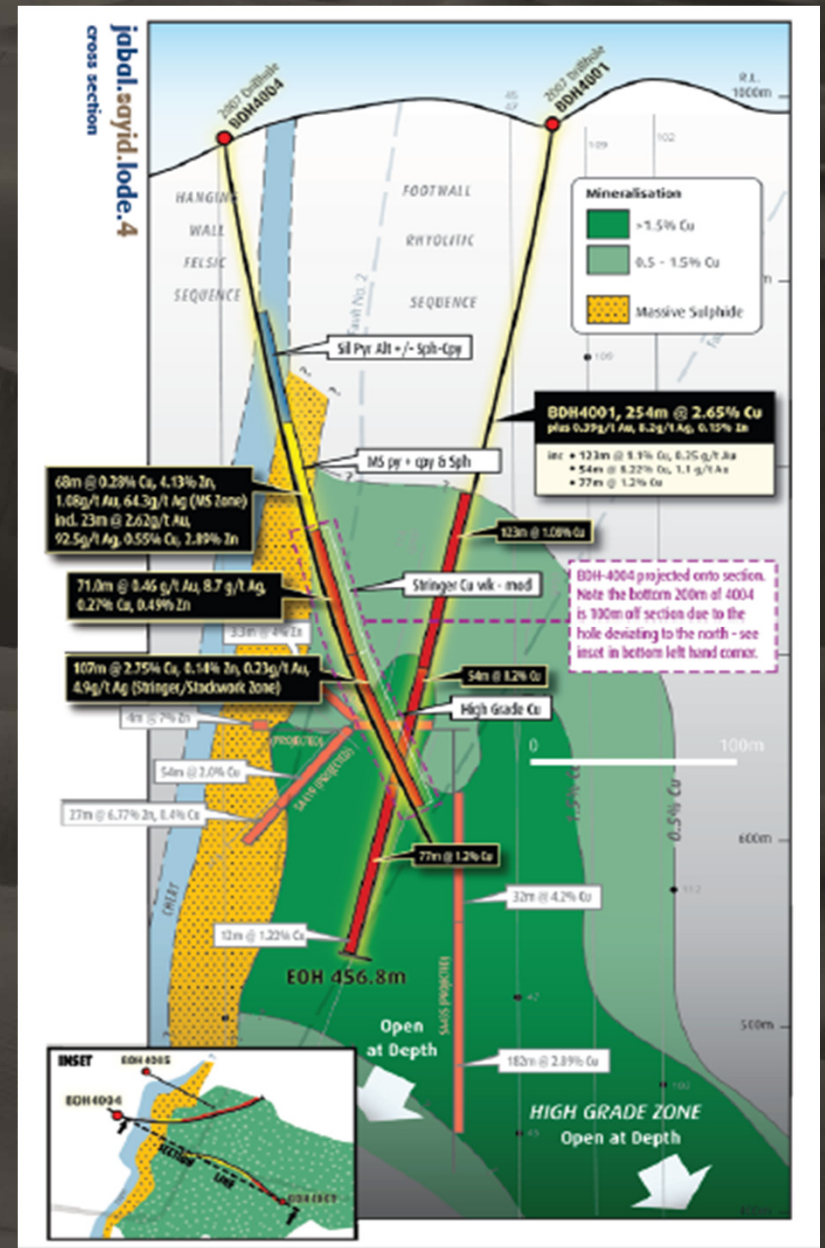
Jabal Sayid e' un giacimento di rame VMS incassato in rocce proterozoiche del "Jeddah Terrane", scoperto nel 1965 dal BRGM. Si localizza 120 km SE della citta' di Medina

Il giacimento e' smembrato tettonicamente in quattro segmenti e solo uno di questi, "Lode 4", e' oggetto di coltivazione, mentre gli altri sono in fase di esplorazione

Affioramenti sporadici di gossans in superficie. Il giacimento cuprifero inizia a una profondita' di circa 200m

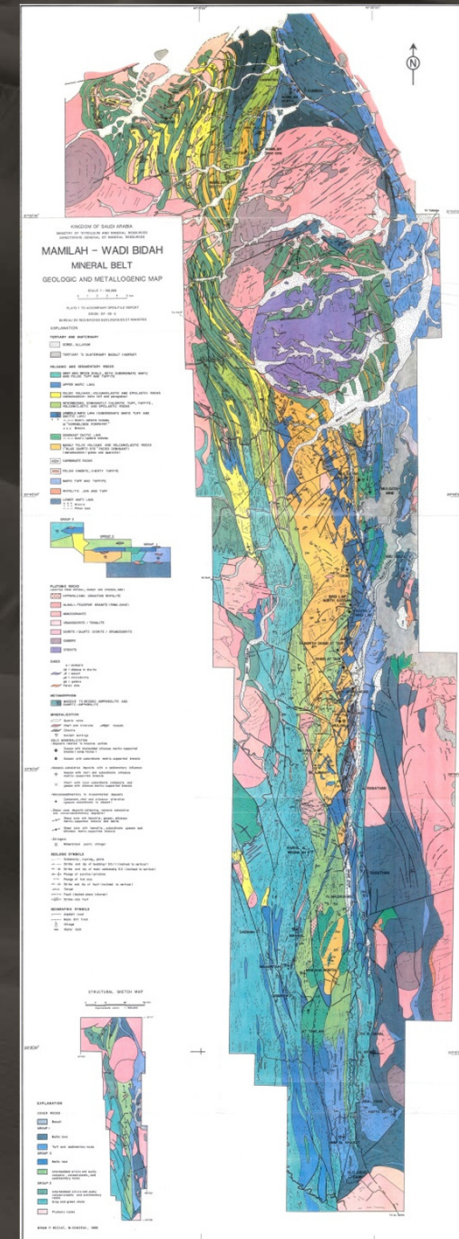
Il progetto Jabal Sayid e' sviluppato in JV 50/50 con Ma'aden. Riserve pari a 635 kt al 3% Cu

La miniera a pieno regime dovrebbe produrre circa 45 kt per anno, in corrispondenza del completamento dello sviluppo in sotterraneo

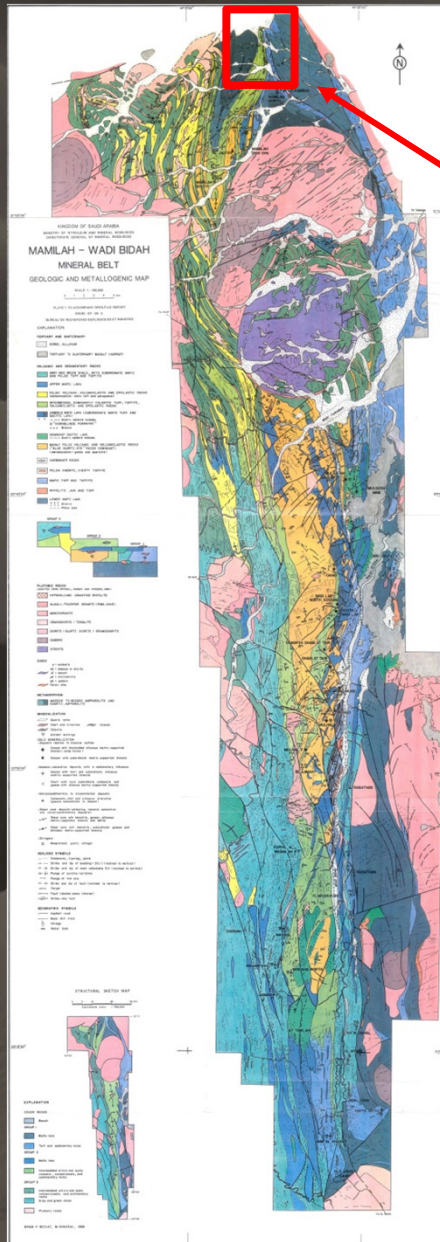


Scudo Arabo: Il distretto Wadi Bidah (WBMD)

- ✓ Tracce di attività mineraria antica per oro e metalli base sono rinvenibili in almeno 20 località diverse lungo un corridoio che si estende per circa 120 km in senso Nord-Sud
- ✓ Dal punto di vista litologico il WBMD è suddiviso in 3 unità litologiche principali. Da est a ovest:
 - Gruppo 1: vulcaniti femiche associate a livelli di tufiti e epiclastiti.
 - Gruppo 2: vulcaniti di varia composizione, con prevalente componente femica a nord, ma associata a centri di vulcanismo intermedio o acido. Questo Gruppo ospita la quasi totalità dei prospecti mineralizzati nel WBMD
 - Gruppo 3: simile al Gruppo 2, ma marcato dalla presenza di facies epiclastiche di potenza decrescente verso est
- ✓ Una delle caratteristiche tipiche è data dall'arricchimento supergenico nella zona ossidata (che include il cappellaccio ossidato), con una transizione verso la zona a solfuri primari arricchita in rame e zinco, localizzata a maggior profondità'



Prospetti nel WBMD: Hawiah



Hawiah

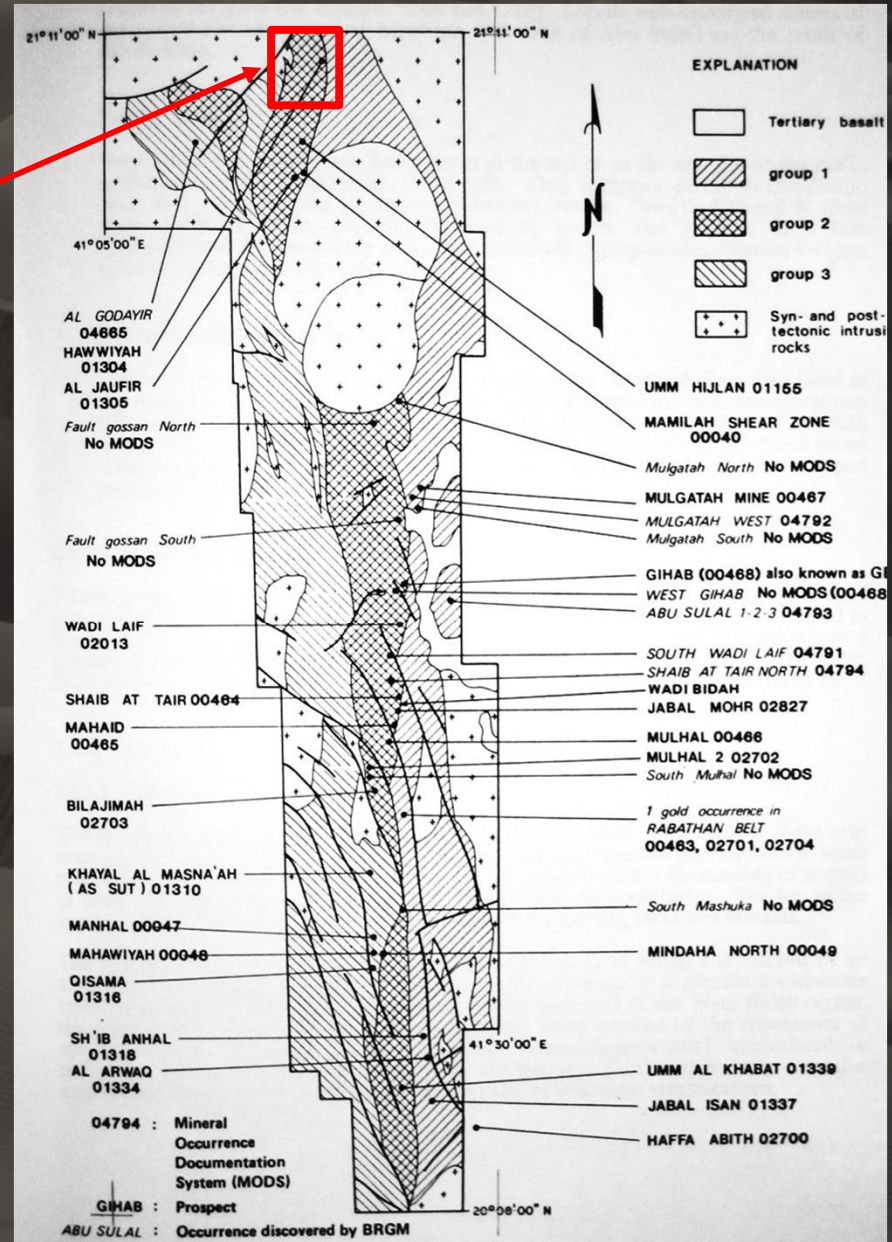
Al Godayr

Mulgatah

Shaib at Tare

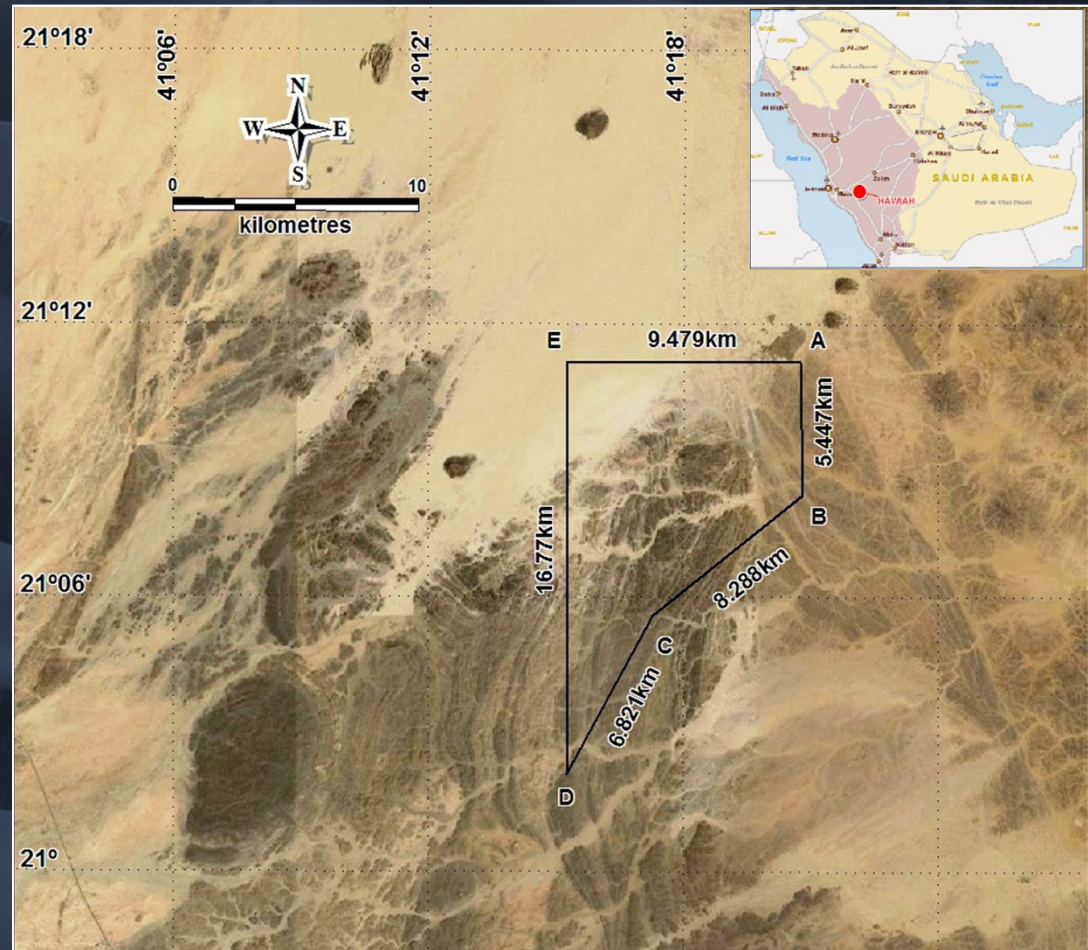
Mulhal

Umm al Khabat



Hawiah

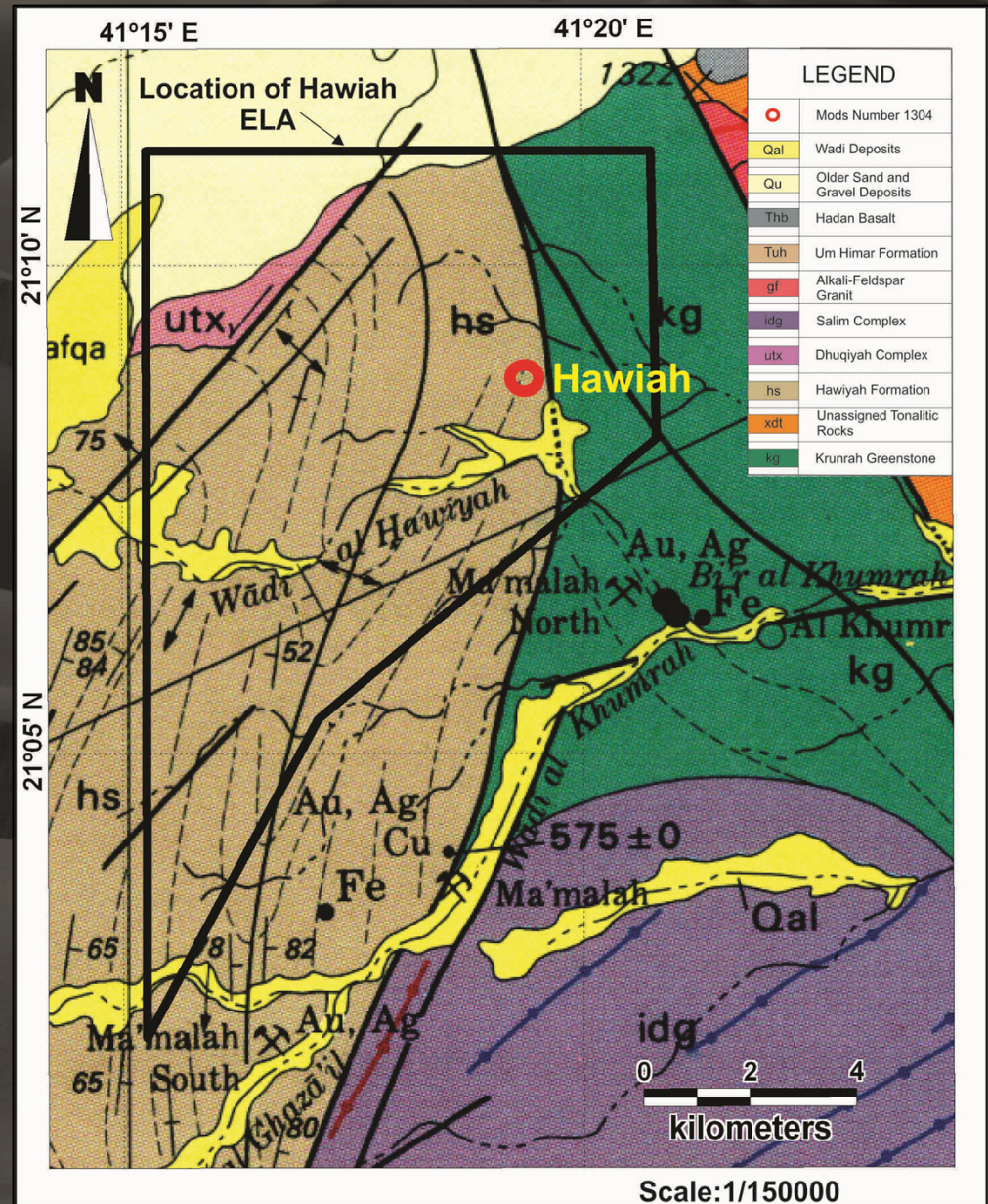
- ✓ Il permesso di ricerca “Hawiah” e’ stato rilasciato dal DMMR nel Dicembre 2015, e ricopre un’area di circa 95 km²
- ✓ Hawiah si trova nella sultanato della Mecca, provincia dell’Asir, a circa 340 km da Jeddah, e 740 km da Riyadh. La citta piu’ vicina e’ Turabah (40 km). L’aeroporto internazionale piu’ vicino e’ Taif (130 km)
- ✓ Il prospecto e’ raggiungibile esclusivamente utilizzando percorsi sterrati e tratti di deserto. La strada asfaltata piu’ vicina dista circa 20 km
- ✓ Il prospecto si trova nell’altipiano dell’Asir, a circa 1300 m di quota. Dal punto di vista climatico l’area e’ caratterizzata da temperature elevate, frequenti tempeste di sabbia ed e’ inabitata



Strategia: definire rapidamente una risorsa aurifera superficiale, economica e simultaneamente verificare l’esistenza di una mineralizzazione a solfuri massivi di rame e zinco in profondita’

Hawiah: Geologia

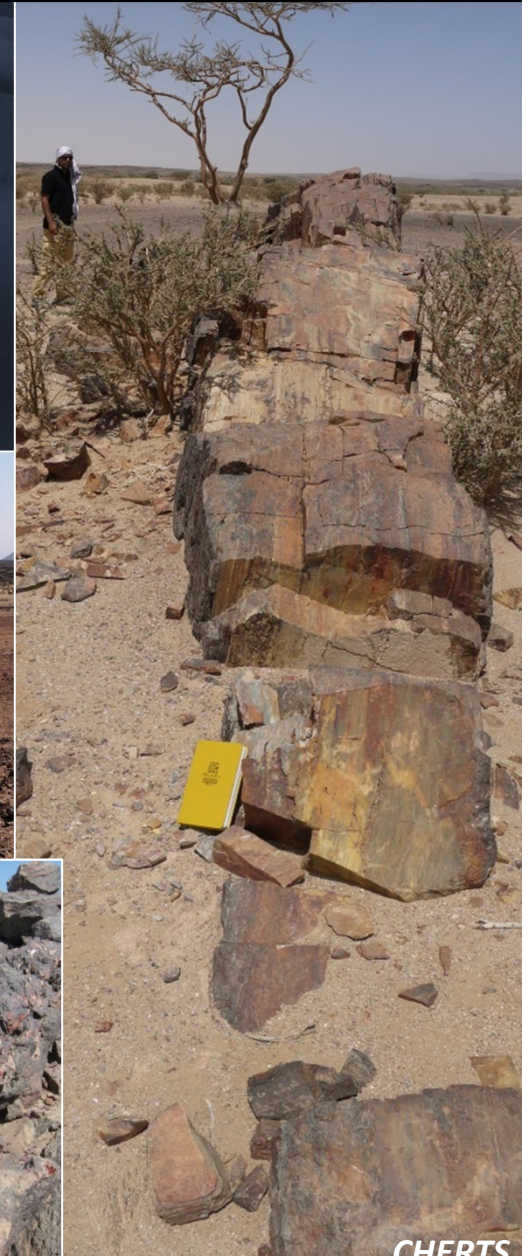
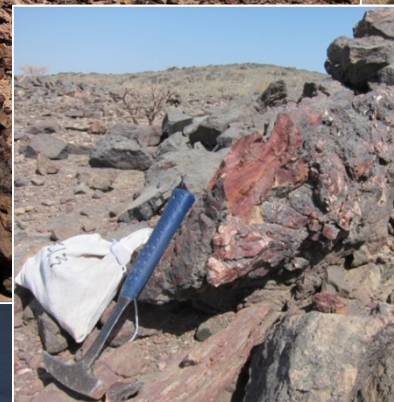
- ✓ Il prospetto Hawiah e' incassato nelle rocce del Gruppo 2, in prossimita' del contatto orientale con le rocce del Gruppo 1
- ✓ Si localizza tra un'anticlinale a est, e un'antiforme a ovest
- ✓ Il corpo mineralizzato e' interpretato come ospitato in una piega sinforme a sua volta interessata longitudinalmente da una zona di scorrimento di carattere regionale



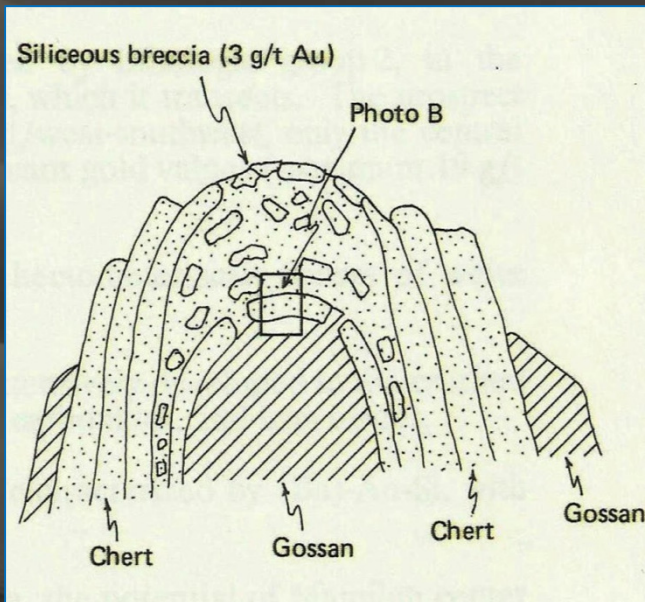
Hawiah: i gossan

Porzione superficiale ossidata, ricca di ossido di ferro, prodotto da alterazione e lisciviazione dei solfuri

A Hawiah sono esposti circa 6 km di cappellaccio fortemente silicizzato, affiorante con continuita' in senso NS



Esplorazione BRGM a Hawiah

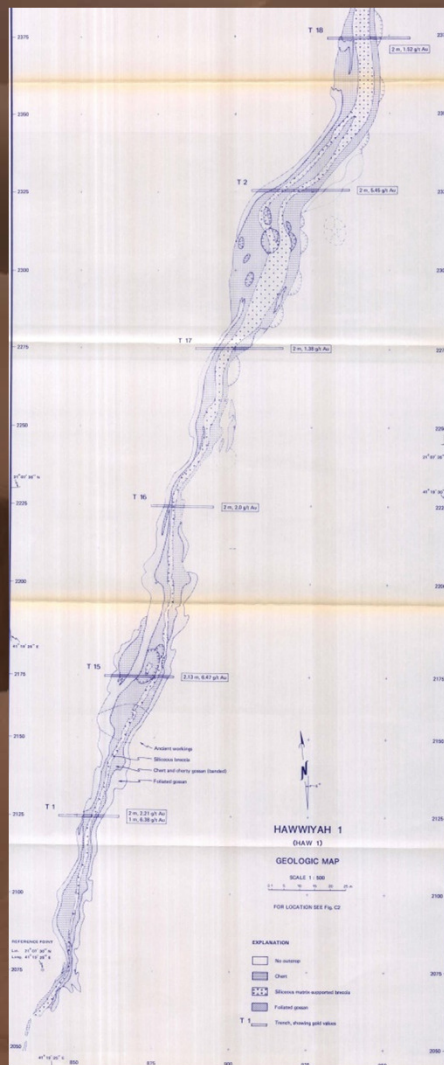


- ✓ Il BRGM negli anni 80 realizza una dettagliata carta geologica in scala 1:100.000
- ✓ Testa le metodologie geofisiche SP e IP, con risposte giudicate tipiche di corpi VMS
- ✓ Il BRGM asserisce di riconoscere una deformazione tettonica “fold like” che genera “*boudins*”, strutture di pressione-soluzione...etc



Esplorazione BRGM a Hawiah

Il BRGM ha anche svolto attività' di esplorazione preliminare per trincee
I campionamenti hanno evidenziato il potenziale aurifero del prospetto



BRGM-OF-09-5 App C

Table C1b Hawiyah prospect: trench data

Trench number	No. of samples	Mini-maxi cut-off 0.1 (ppm)	Average gold grade (ppm)	Thickness (m)	Ag values
T1	14	0.12-6.28	2.21	2	
T15	12	0.20-8.33	6.47	2.13	
T16	15	0.12-2.76	2.0	2	
T17	13	0.14-1.38	1.38	2	
T2	22	0.16-9.6	5.45	2	13 ppm/ 2 m
T18	10	0.14-1.52	1.52	2	
T19	12	0.27-1.25	1.25	2	
T3	16	0.19-2.8	2.42	3	
T4	27	0.23-4.51	3.74	2	
T5	21	1.43-1.94	1.58	3	14 ppm/ 2 m
T6	17	0.26-11.1	6.7	2	
T7	9	1.45-1.94	1.62	3	
T8	10	1.68-1.95	1.8	2	
T9	10	0.26-3.2	2.8	2	
T10	12	0.19-2.93	2	3	
T11	6	0.57-3.69	2.7	3	
T12	19	0.18-5.05	4	3	
T13	13	0.34-1.53	1.53	1	
T14	14	0.16-0.92	0.92	1	

Hawiah: approccio

Esplorazione preliminare a basso costo: rilevamento e campionamenti di superficie
Landsat 7, campagna trincee, geofisica (metodo dei Potenziali Spontanei)

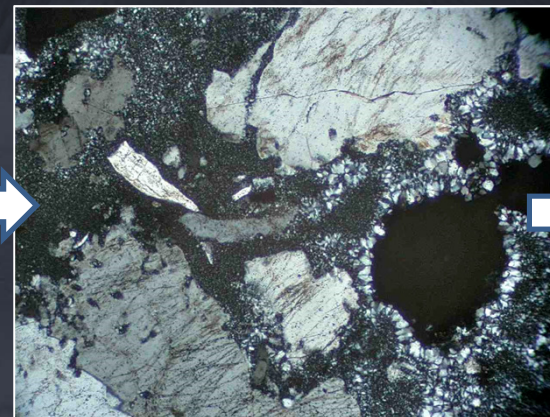


Hawiah: La Geologia

Mineralizzazione contenuta in cherts ferruginosi associati a microbreccie silicizzate e subordinati gossan



- ✓ I corpi mineralizzati hanno forma lenticolare, con dimensioni fino a 200 x 20 m, alternati a segmenti meno potenti e spesso non affioranti
- ✓ La mineralizzazione aurifera e' contenuta nelle breccie silicizzate, che spesso mostrano una tessitura arenitico-saccaroide
- ✓ Presenza di alterazione idrotermale a silice-ematite nella roccia incassante
- ✓ Manifestazione classificata come "distale"



Au 20.44 ppm
Ag 38.7ppm
As 6 ppm
Cu 43 ppm
Fe 0.95 %
Zn 17 ppm

Hawiah: La Geologia



Gossan



"Banded Iron Formations"

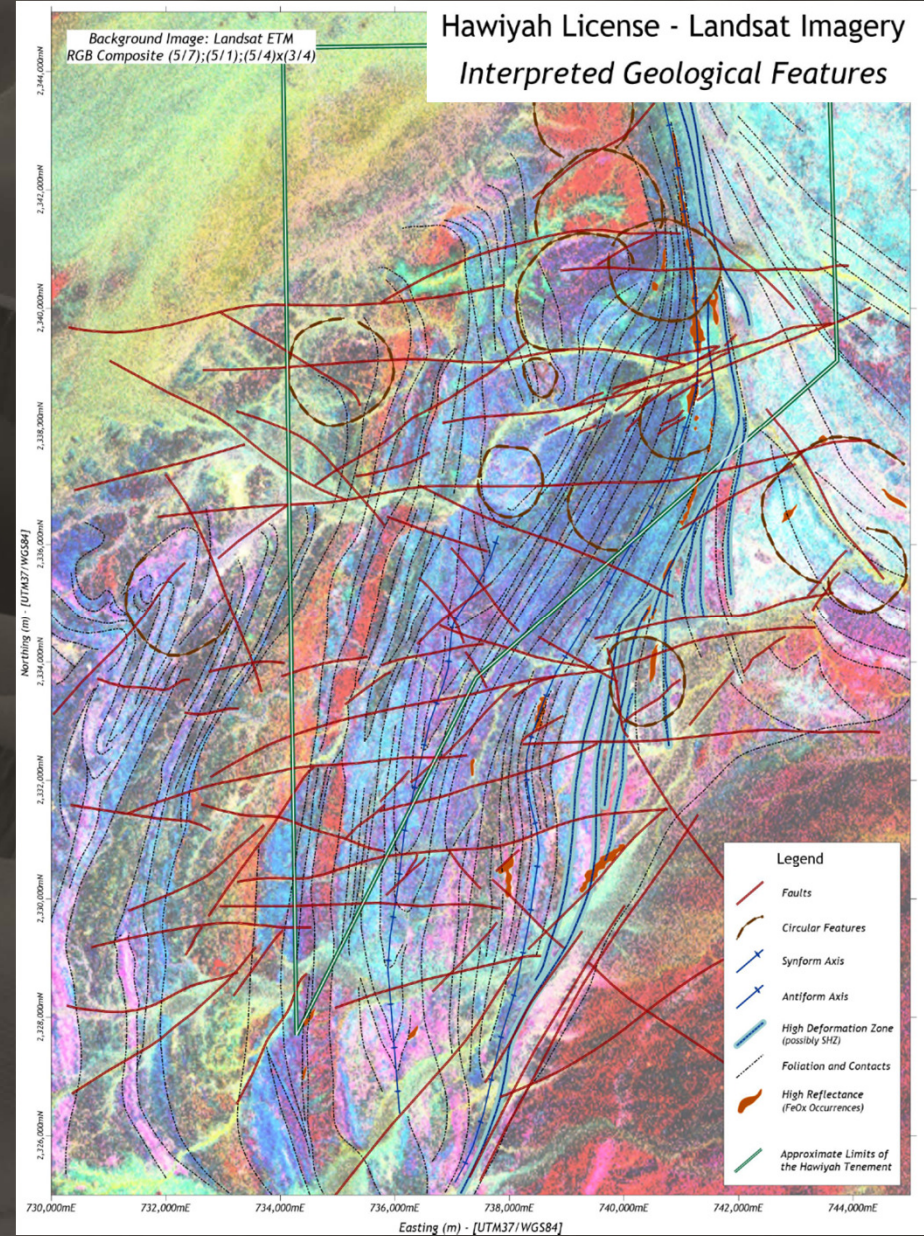
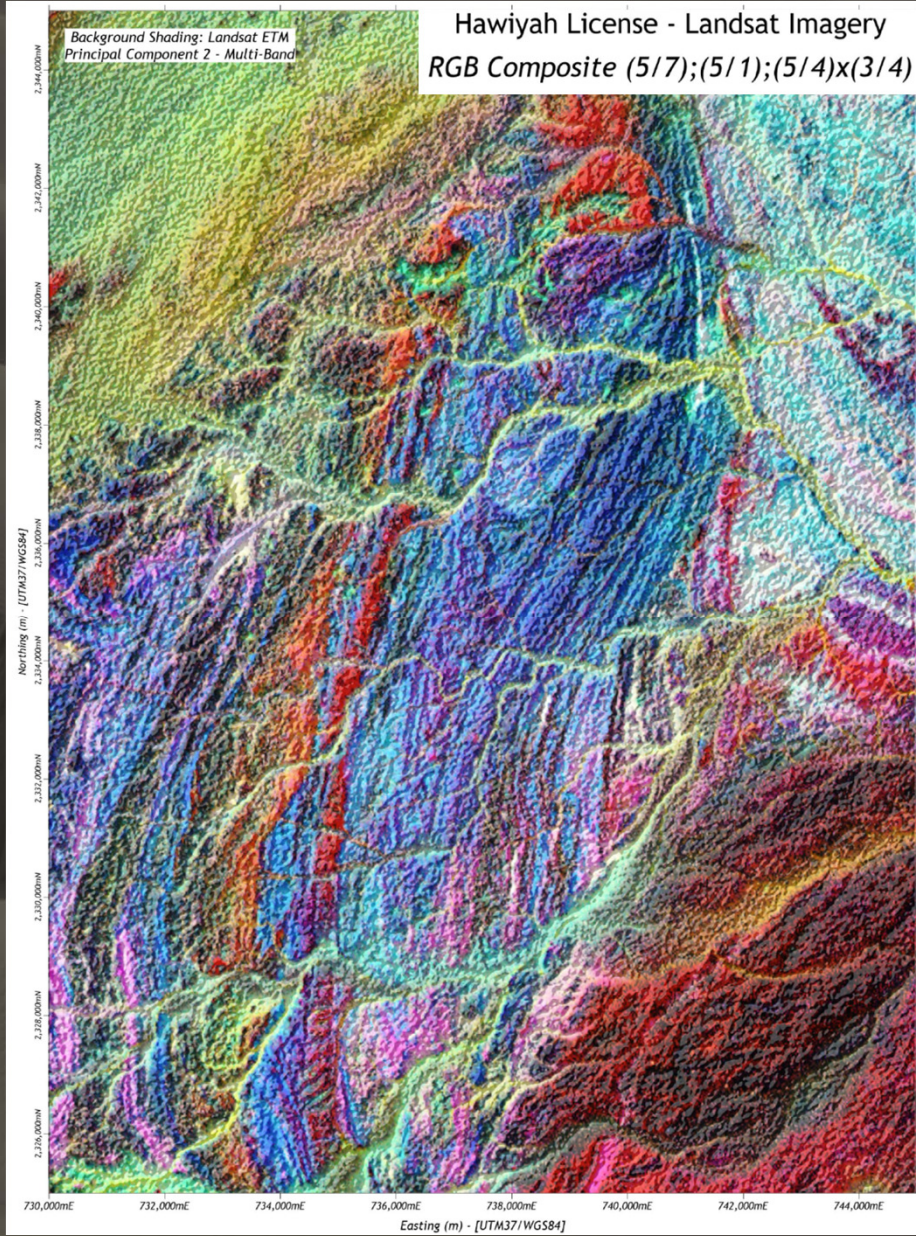


Diaspri



"Sugary" facies

Remote Sensing: Landsat 7



Campagna trincee

Durante la primissima fase di riconoscimento nel 2010, alcune delle trincee BRGM sono state ricampionate. I 109 campioni prelevati sono stati analizzati per oro, metalli base e eventuali pathfinders, e hanno confermato i contenuti d'oro, rame, zinco e piombo registrati dal BRGM. Le trincee sono state scavate perpendicolarmente ai *gossan*, affioranti per circa 6 km con continuità'. Le trincee, intestate a partire dal segmento meridionale dell'affioramento indiziato, sono state spaziate inizialmente di 50 m, per poi estendere l'intervallo a 100 m

- In totale 53 trincee
- Circa 1.621 m campionati
- Lunghezza variabile da 5 a 20 m



Campagna trincee



Campagna trincee

Tutti I campioni sono stati analizzati per oro e metalli base

MIGLIORI RISULTATI:

6 m a 2.22 g/t Au

2 m a 8.64 g/t Au

6 m a 1.93 g/t Au

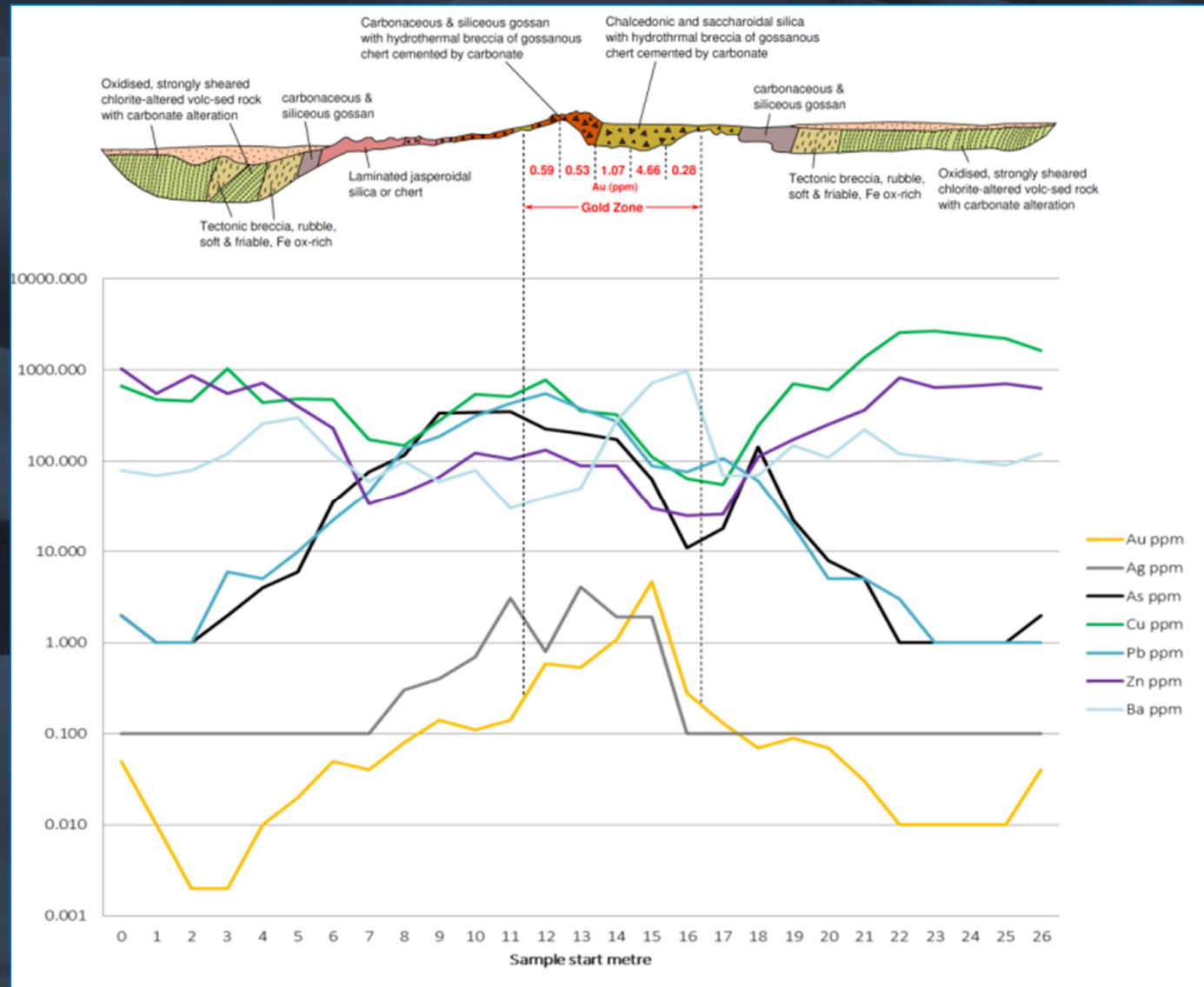
8 m a 1.33 g/t Au

3 m a 5.76 g/t Au

2 m a 2.26 g/t Au

2 m a 7.54 g/t Au

8 m a 3.04 g/t Au



Geofisica: il metodo dei potenziali spontanei

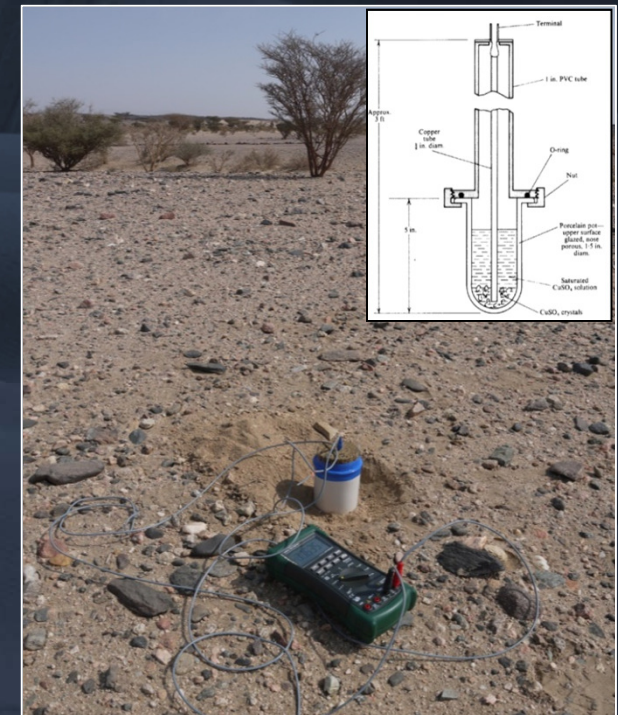
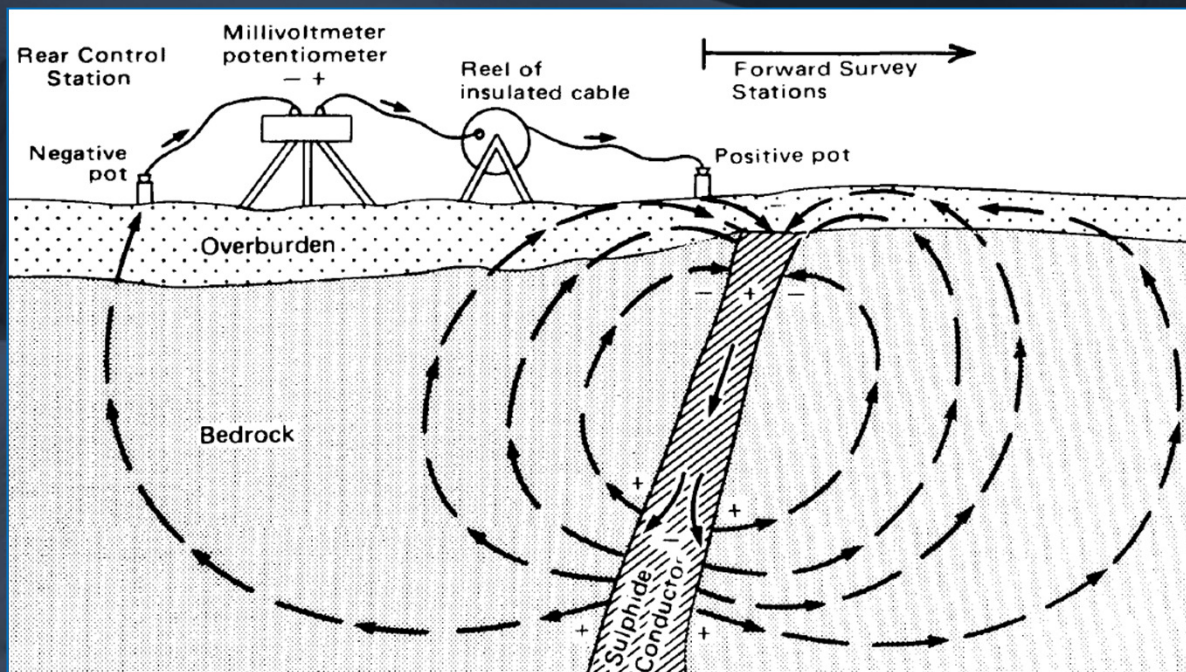
- ✓ I corpi di tipo VMS hanno tipicamente un forte contrasto geofisico, dettato dalle sostanziali differenze chimico/fisiche tra la roccia incassante e il corpo mineralizzato a solfuri
- ✓ Queste proprietà includono densità, suscettività; magnetica, gravità, resistività e velocità acustica
- ✓ Metodi elettrici sono estremamente efficaci nell'identificazione target di tipo VMS grazie alla conduttività di roccia e minerali, che può variare di 20 ordini di grandezza
- ✓ Metodo dei Potenziali Spontanei. È una tecnica economica e di facile esecuzione. Permette di avere un dato preliminare. Il caso in studio presenta caratteristiche ideali: corpo a solfuri subverticale e tabulare, assimilabile a un'elettrodo

Strumentazione semplice:

Un millivoltmetro a alta impedenza ($\geq 10\text{M}\Omega$) e una risoluzione di almeno 0.1mV

Cavi isolati di piccolo diametro

Elettrodi non polarizzabili (Cu-CuSO_4)

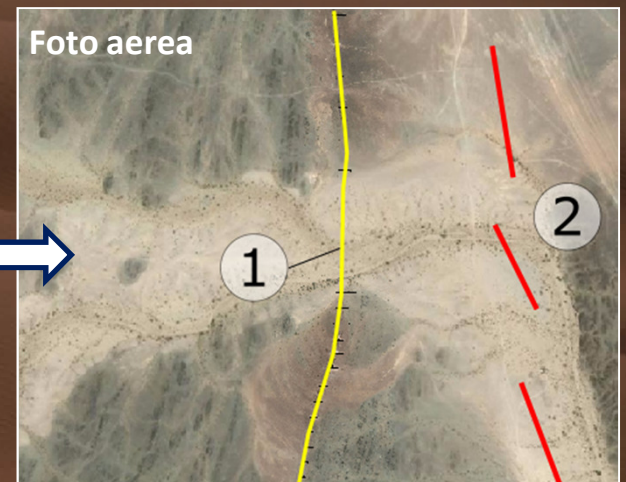
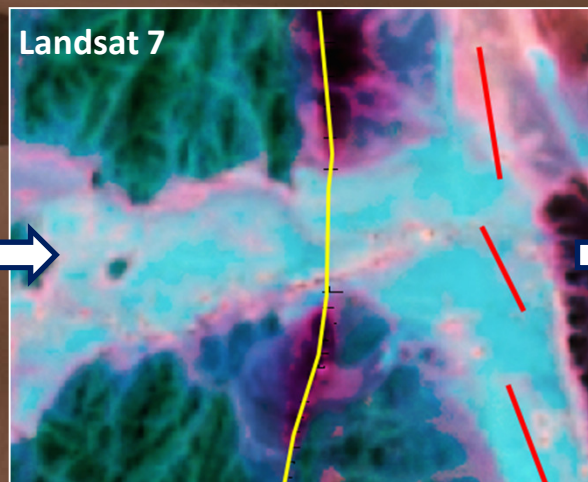
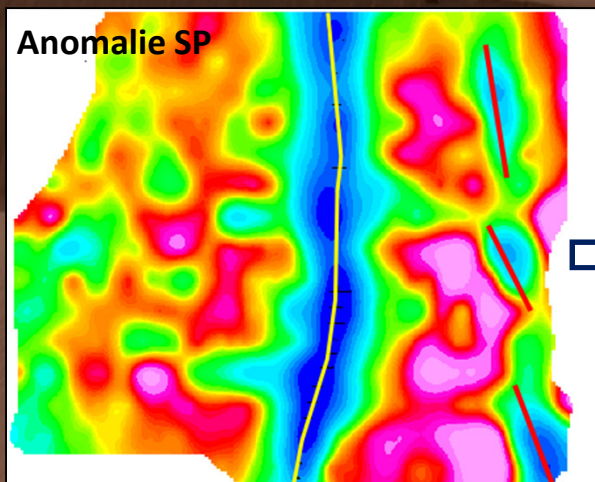


Geofisica: il metodo dei potenziali spontanei



- ✓ Lo scopo del SP e' stato quello di riconoscere la presenza di corpi a solfuri massivi o disseminati localizzati a bassa profondita'
- ✓ Il minimo risultato atteso era il riconoscimento di zone di anomalia. L'interpretazione finale ha consentito la pianificazione di ulteriori rilevamenti geofisici (IP o EM) e identificare i target di eventuali sondaggi

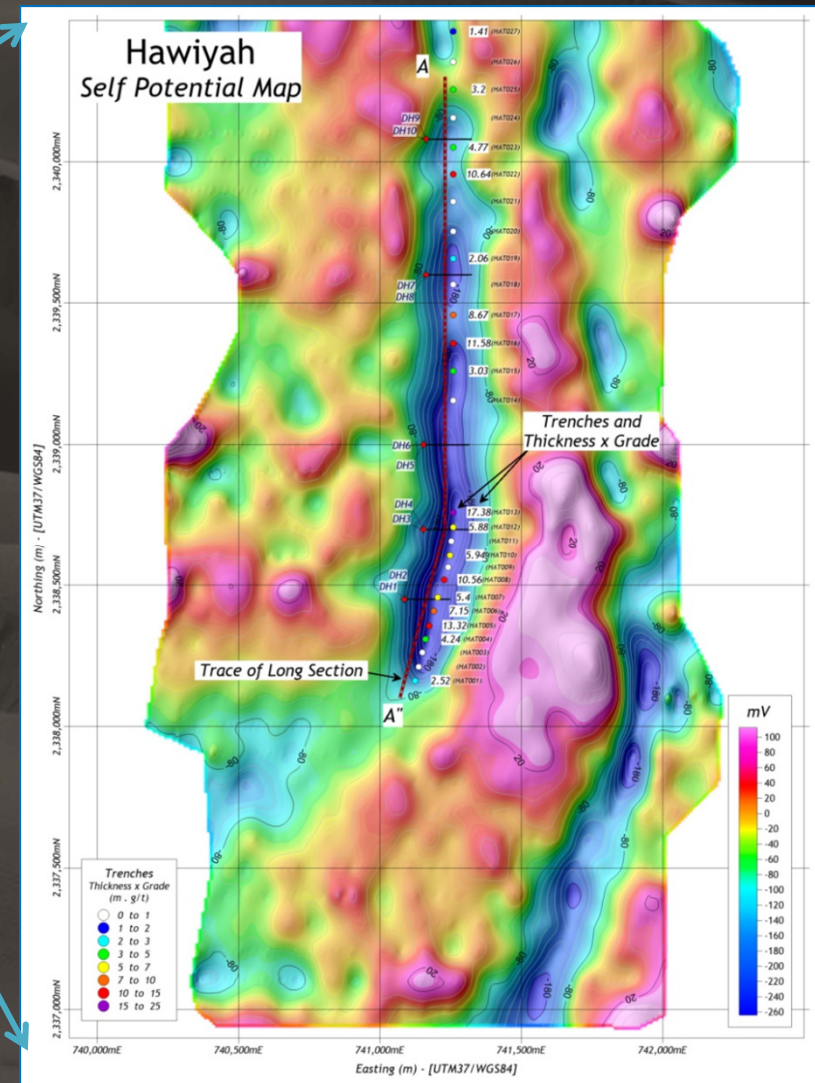
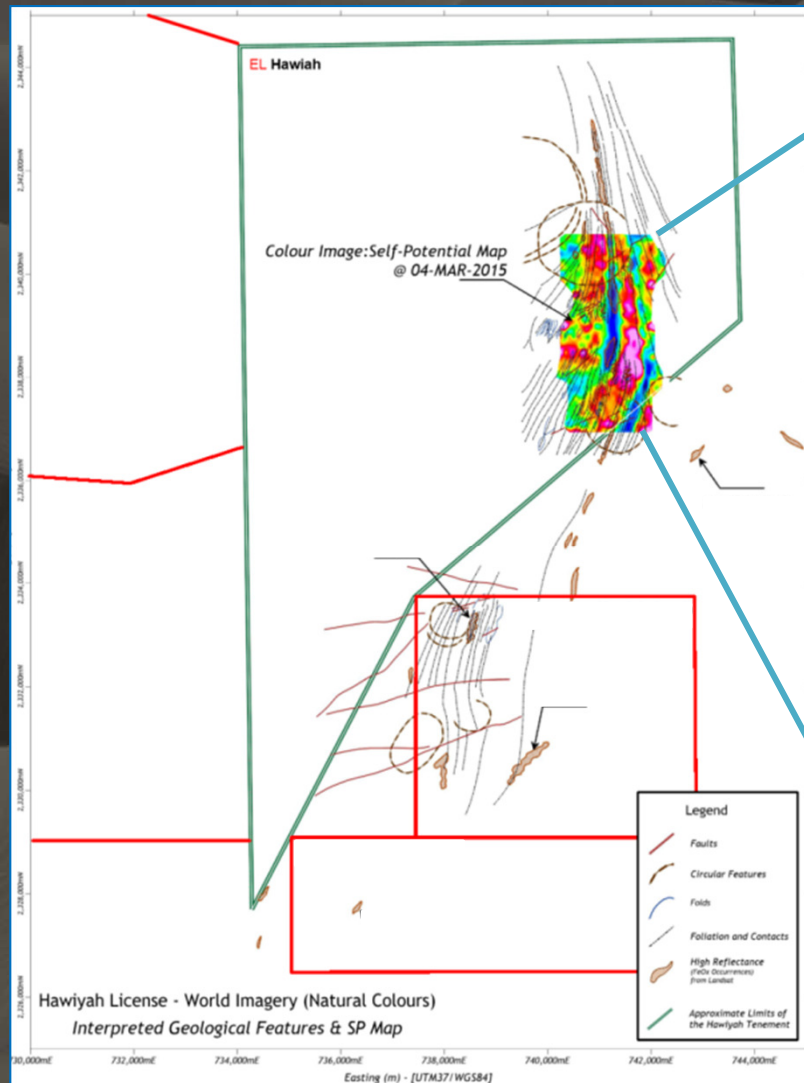
- ✓ Sono state pianificate un totale di 47 linee EO, di lunghezza pari a 2km, spaziate di 100m. L'acquisizione del dato e' stata usata la configurazione "leapfrog gradient" e due linee di collegamento (NS).



Primo risultato preliminare: continuita' della struttura di Hawiah al di sotto di tre Wadi orientati Est-Ovest

Geofisica: risultati e generazione dei target

L'interpretazione preliminare dei dati geofisici conferma la presenza di una sorgente di anomalia significativa (*maxima* nell'ordine di 350 mV) nella porzione meridionale dell'affioramento, ma anche la presenza di una nuova e inaspettata anomalia piu a est, in una area priva di manifestazioni superficiali



Geofisica: risultati e generazione dei target

- ✓ I dati di alta qualità ottenuti hanno consentito di modellare la geometria della sorgente di anomalia, utilizzando di un'algoritmo di probabilità sviluppato appositamente dal consulente geofisico, che ha permesso di generare un modello tridimensionale delle sorgenti di anomalia SP
- ✓ Il modello che ne risulta conferma la presenza di una zona in cui è più alta la probabilità di trovare corpi a solfuri massivi o sub-massivi. L'anomalia si estende fino a una profondità di 300 m, e ha una lunghezza di circa 800 m in senso nord-sud
- ✓ L'elaborazione della sorgente di anomalia smentisce l'ipotesi BRGM della presenza di una anticlinale

← NORTH

Hawiah Main Structure
South Anomaly (HAW 1)

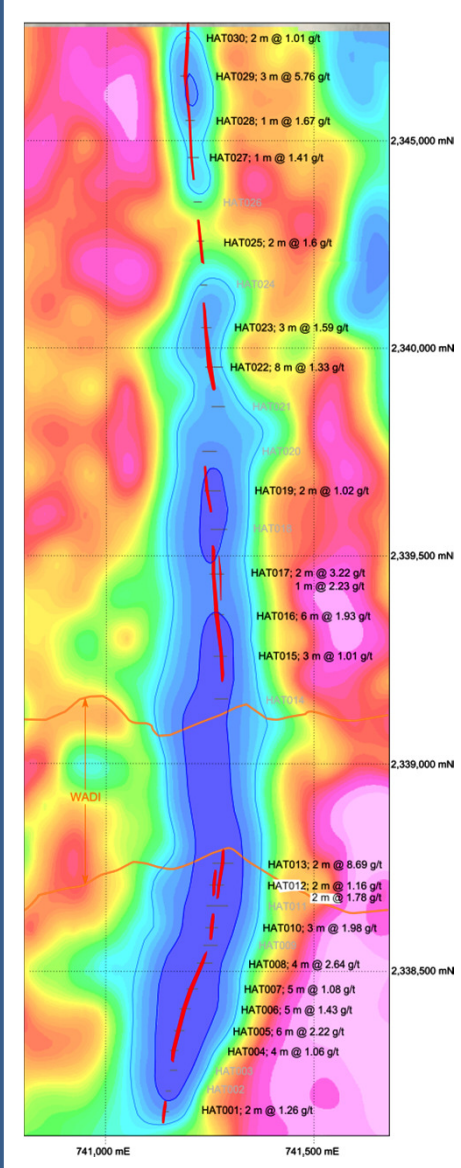
Newly Discovered
Eastern Anomaly

300m

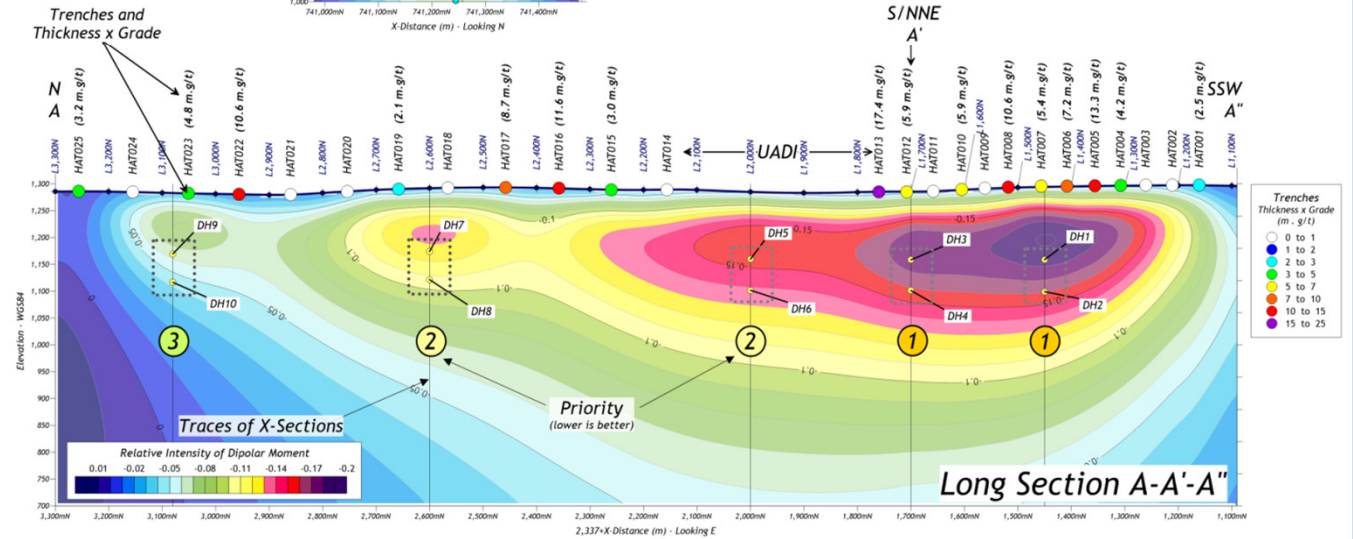
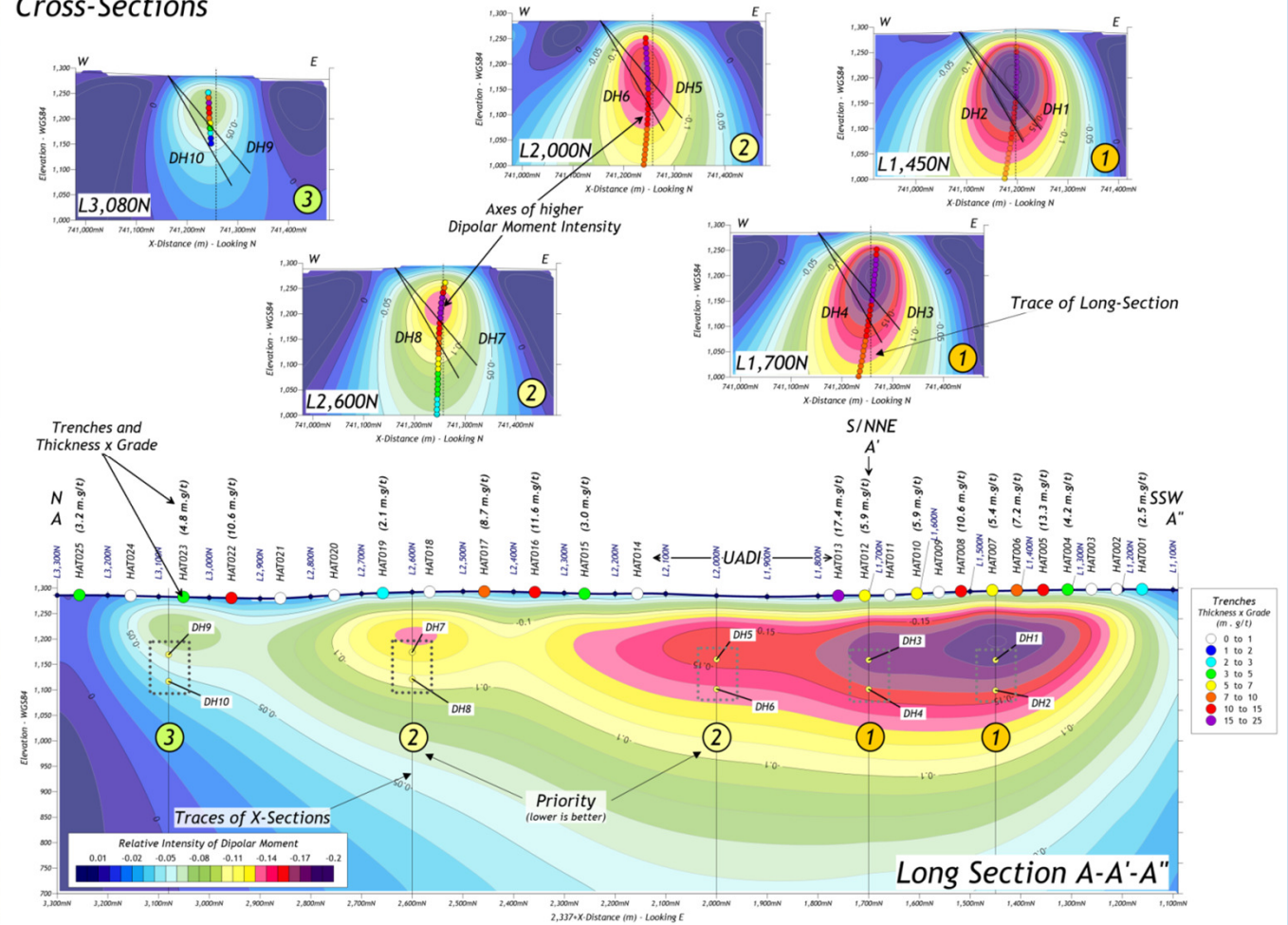
800m

Geofisica: risultati e generazione dei target

Sulla base dei dati geochimici e geofisici si e' deciso di dare prioritá alla porzione meridionale del corpo. Sono state pianificate 5 linee di sondaggi a carotaggio, della profondita' media di 270 m, allo scopo di testare il potenziale a solfuri

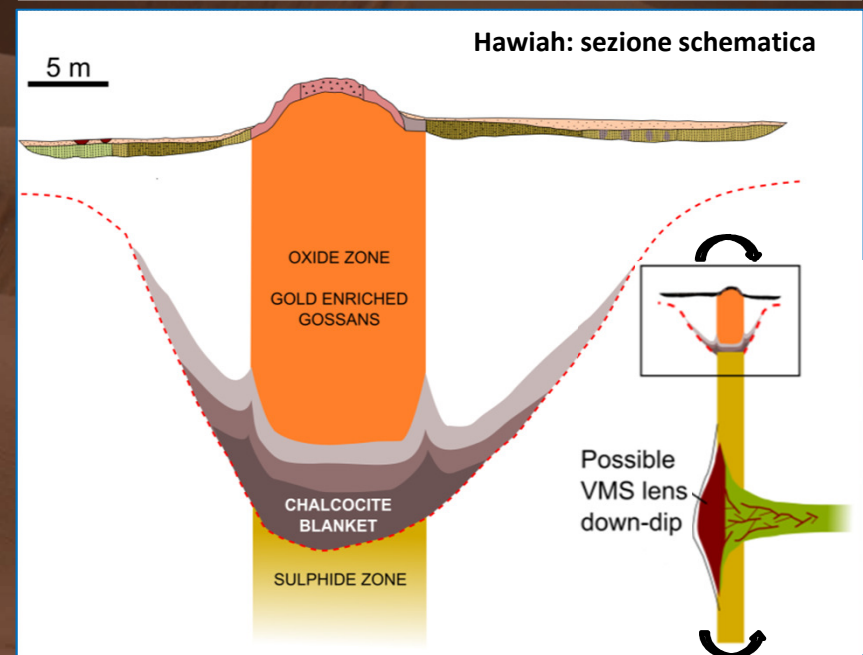


Cross-Sections



Interpretazione - programma di esplorazione - conclusioni

- ✓ Il modello ipotizzato prevede una porzione ossidata superficiale, caratterizzata da arricchimento supergenico in oro, seguita in basso da una zona di “cementazione” arricchita in minerali di rame, seguita ancora piu’ in basso dalla zona a solfuri massivi
- ✓ La polarita’ del sistema VMS sembra chiara: “zona di alimentazione” a est
- ✓ Zona distale: quanto e’ profonda la zona a solfuri? La “zona di alimentazione” e’ preservata o erosa?
- ✓ La campagna di sondaggi preliminari, che si prevede partira’ a settembre, e’ stata pianificata per rispondere almeno in parte a queste domande





GRAZIE

**“Attività Minerarie Nel Bacino Del Mediterraneo: Stato Dell’arte”
III Edizione**