

A caccia di oro ...



Marilena Moroni

ORO (Au)

Metallo di transizione, numero atomico: 79, peso atomico 196.97

1 New Designation
IA Original Designation

Atomic #
Symbol
Atomic Mass

Non-Metals
13 IIIA 14 IVA 15 VA 16 VIA 17 VIIA

s-block
1 H 1.0094 2 He 4.00260

d-block
Transition Metals

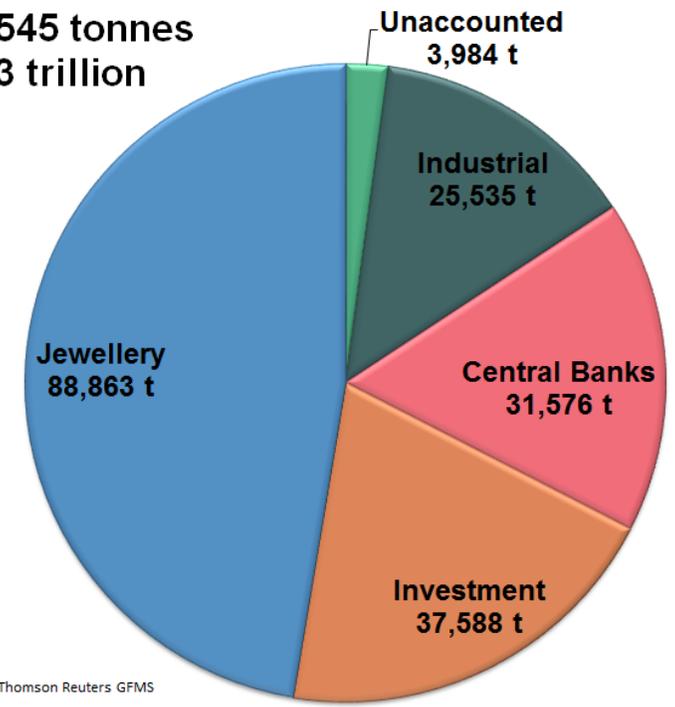
p-block

1	2											18	18					
3	4											10	10					
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110									
(223)	(226.03)	to 103	Unq (261)	Unp (262)	Unh (263)	Uns (262)	Uno (265)	Uue (266)	Uun (267)	(Mass Numbers in Parentheses are from the most stable of common isotopes.)								Phases
Metals																		Solid
																		Liquid
																		Gas

Rare Earth Elements
Lanthanide Series
Actinide Series

Proprietà dell'oro
Indistruttibilità, inerzia chimica, massima duttilità, altissima conduttività elettrica e termica, riflessione completa dei raggi infrarossi, catalisi, ...

187,545 tonnes
\$7.13 trillion



Source: Thomson Reuters GFMS

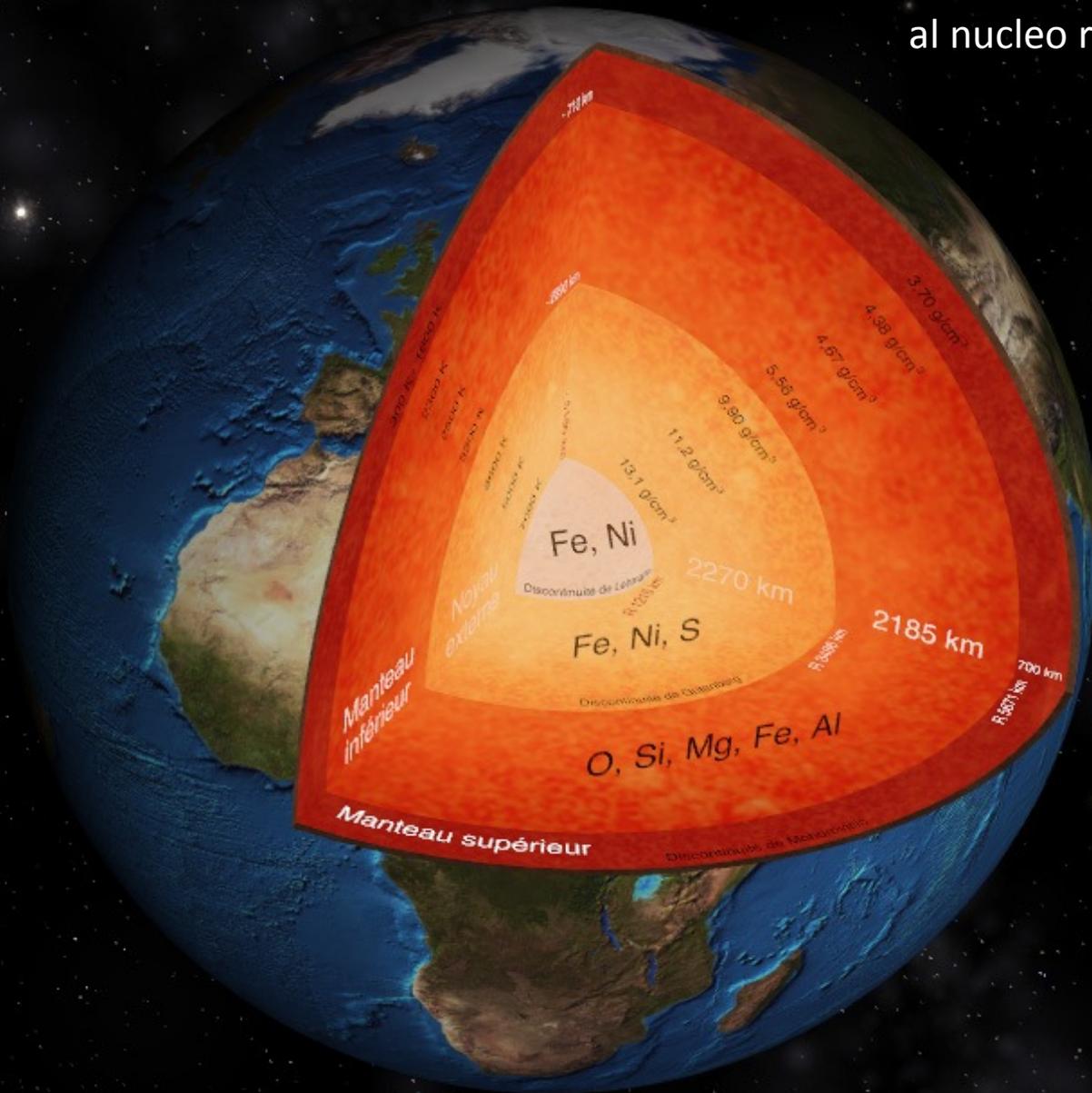
Applicazioni



... e poi è bello!!

Lucentezza metallica e colore giallo sole brillante ... In lega con Ag, Cu, Bi, Pt, Pd, Te, Fe, Hg, ... → dal bianco argentato al verdastro al rosso-arancio-rosato

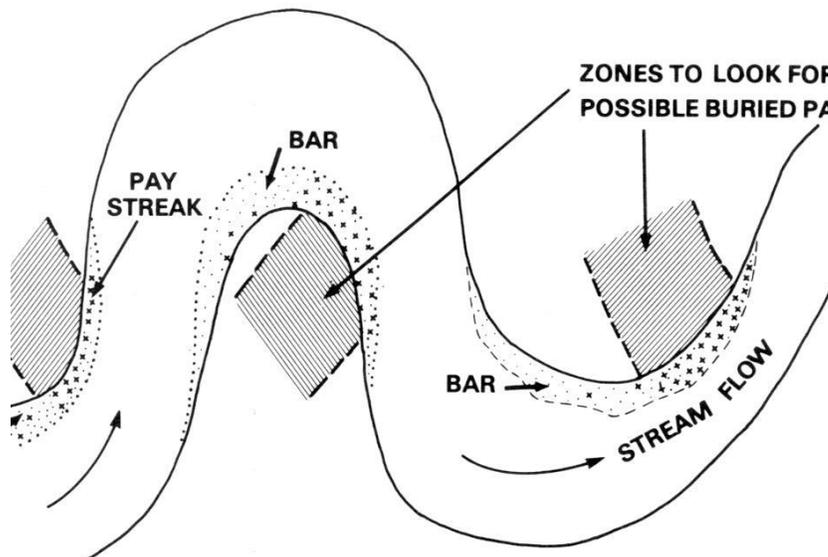
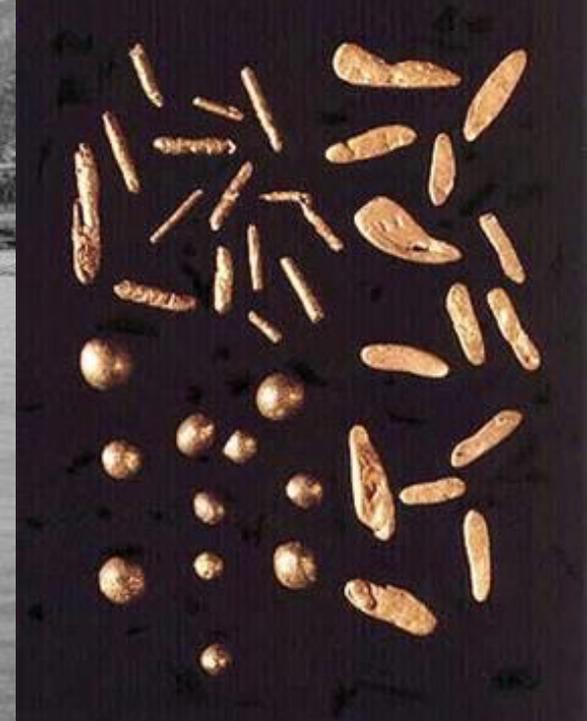
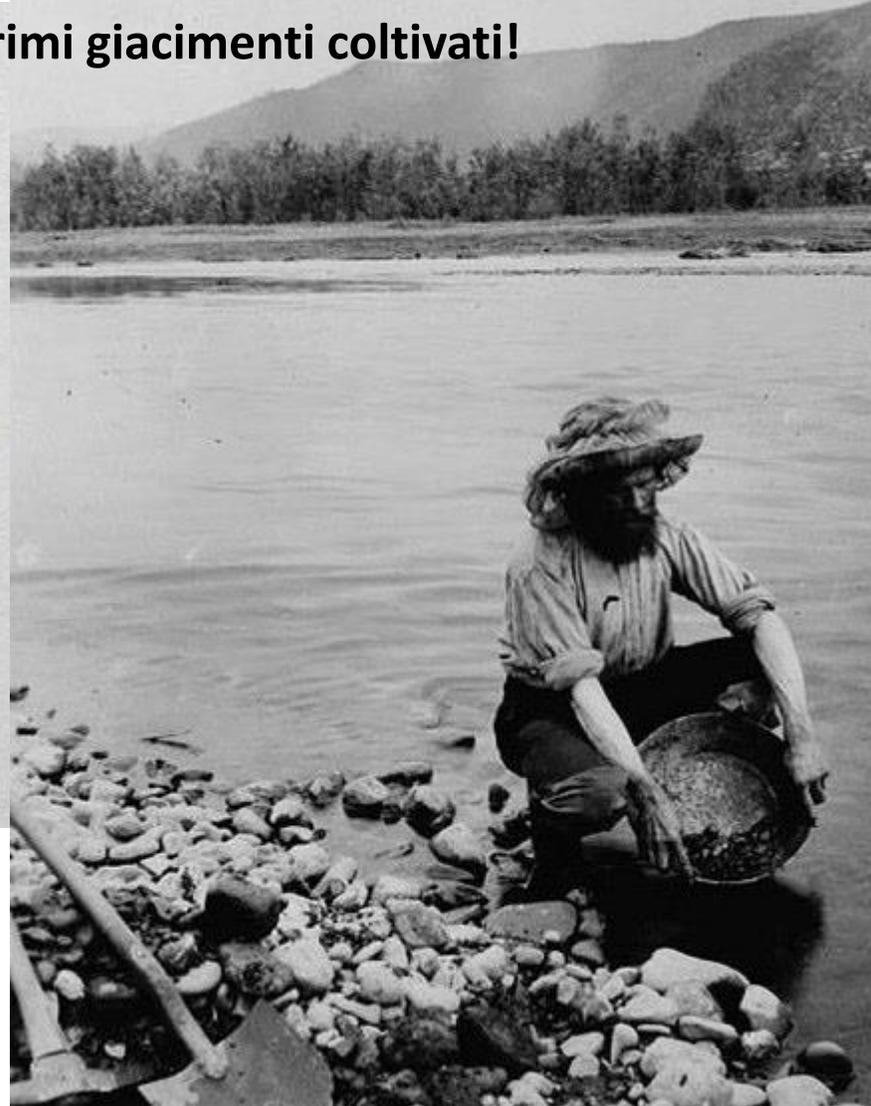
Au è un elemento **Siderofilo**, come Fe, Ni, Co, PGE → più affine al nucleo rispetto al mantello ed alla crosta terrestre ...



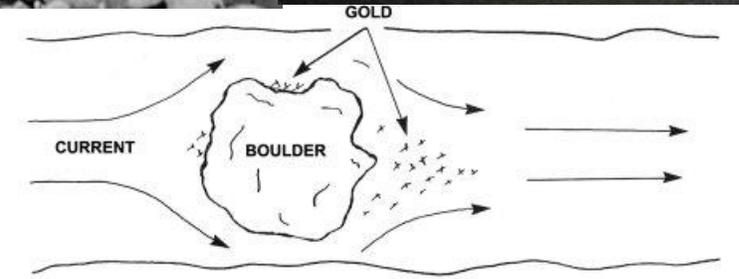
Rocce e materiali naturali	concentrazione media (ppm)
media crostale	0.004
ultramafiti	0.0032
gabbri-basalti	0.0032
dioriti-andesiti	0.004
graniti-rioliti	0.0023
calcari	0.005
arenarie	0.005
argilliti	0.004
Suoli	0.002
Acqua	0.002
cenere vegetale	0.0007
in vari tipi di giacimenti	0.5 → 10 ppm

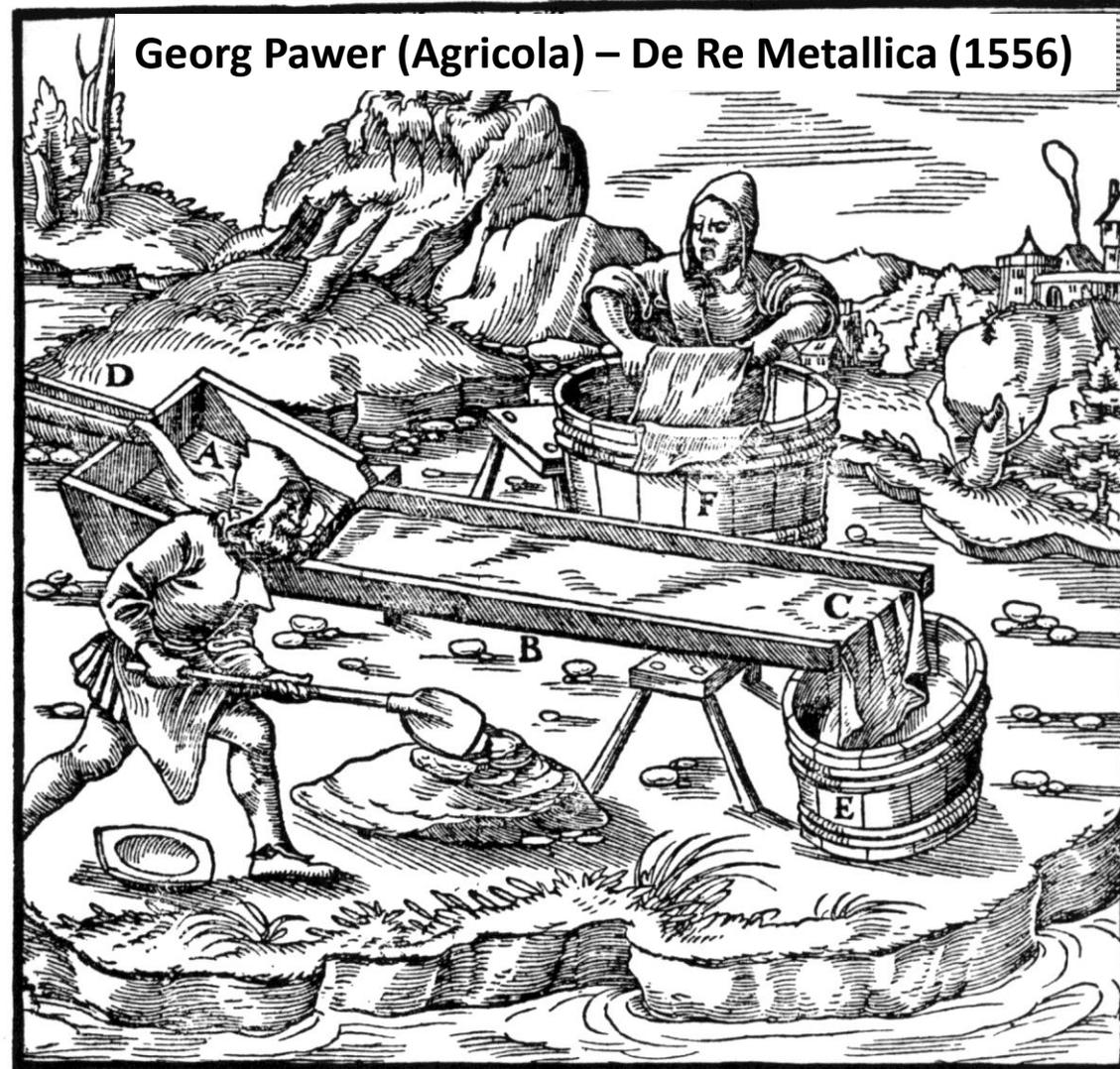
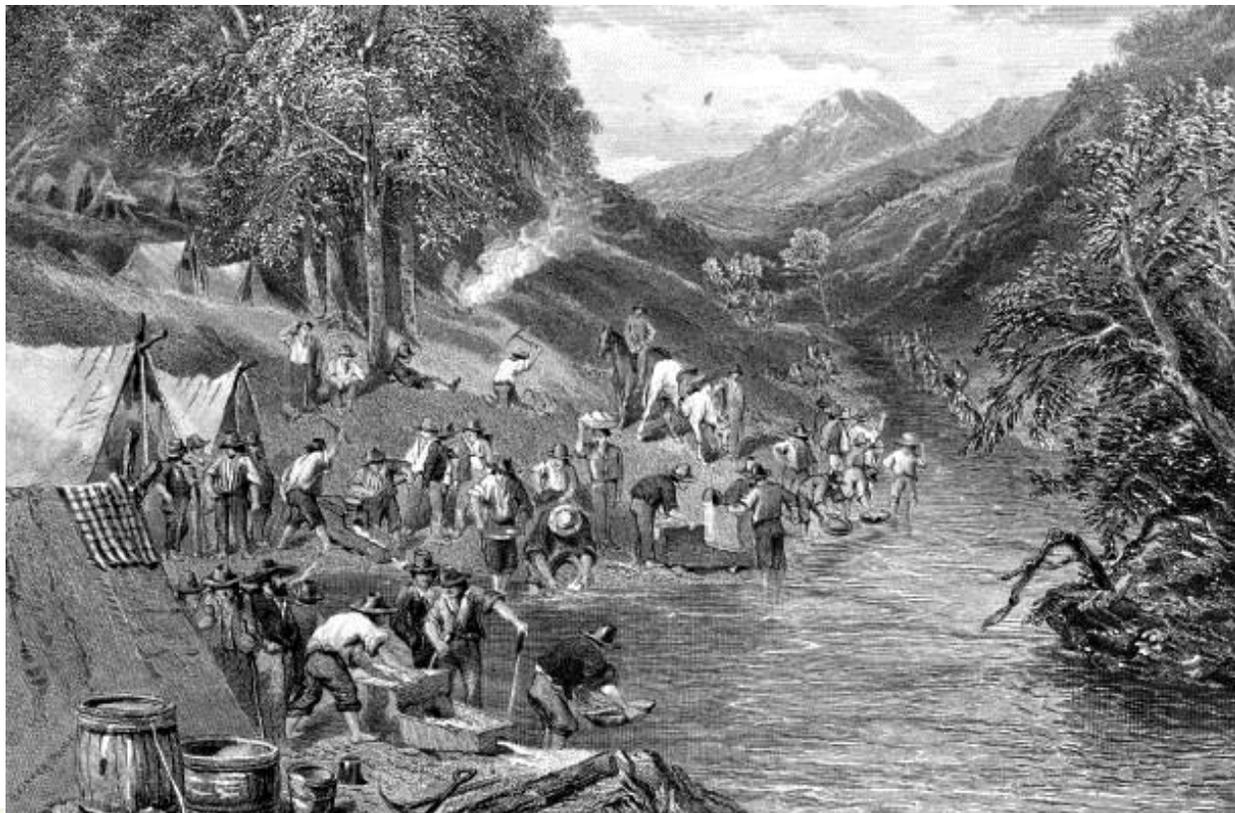
N.B. → Densità (g/cm³)
 Au puro: 19.3, in lega: tra 16 e 18
 rocce silicatiche: 2.5 – 3.3

... le pepite nei sedimenti fluviali (placers): tra i primi giacimenti coltivati!



Oro e altri minerali pesanti (tra cui gemme e diamanti) si concentrano in «trappole» accumulandosi dove l'energia della corrente fluviale cala



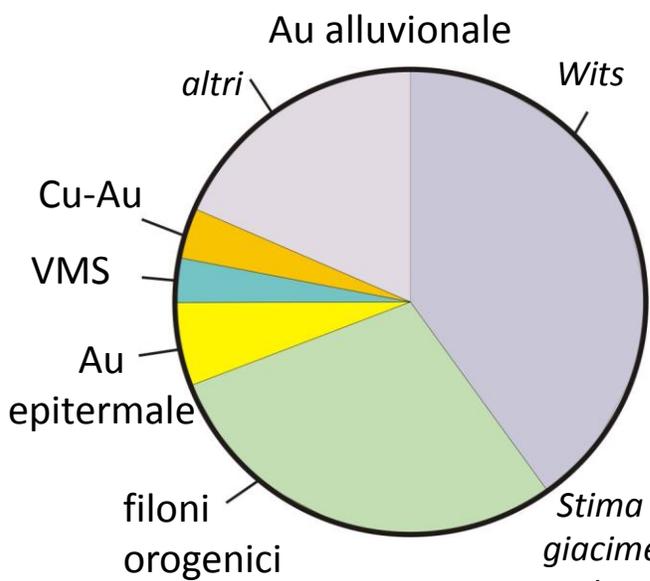


Georg Pauer (Agricola) – De Re Metallica (1556)

A—HEAD OF FRAME. B—FRAME. C—CLOTH. D—SMALL LAUNDER. E—TUB SET BELOW THE FRAME. F—TUB IN WHICH CLOTH IS WASHED.



A setacciare le sabbie aurifere col pan e a lavorarle con lo sluice in Klondike come nel Medioevo e nell'antichità (il vello d'oro ...)! E come ancora al giorno d'oggi ...



Stima del contributo di Au da diversi tipi di giacimenti a partire da 6000 anni fa (= inizio documentato di coltivazione mineraria)

L'oro si trova concentrato in vari tipi di giacimenti, ma il più grande deposito d'oro esistente, **Witwatersrand (Wits)** in Sudafrica, è un enorme placer alluvionale di 3 miliardi di anni fa!

Placer a pirite, oro e uraninite

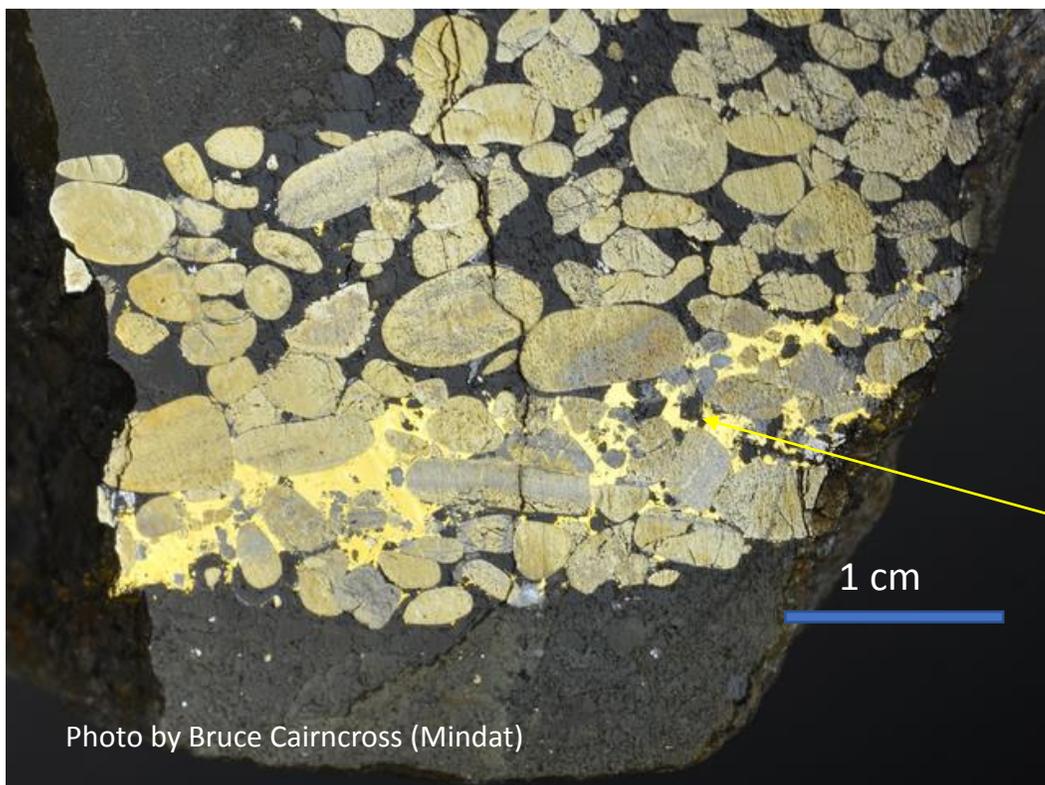
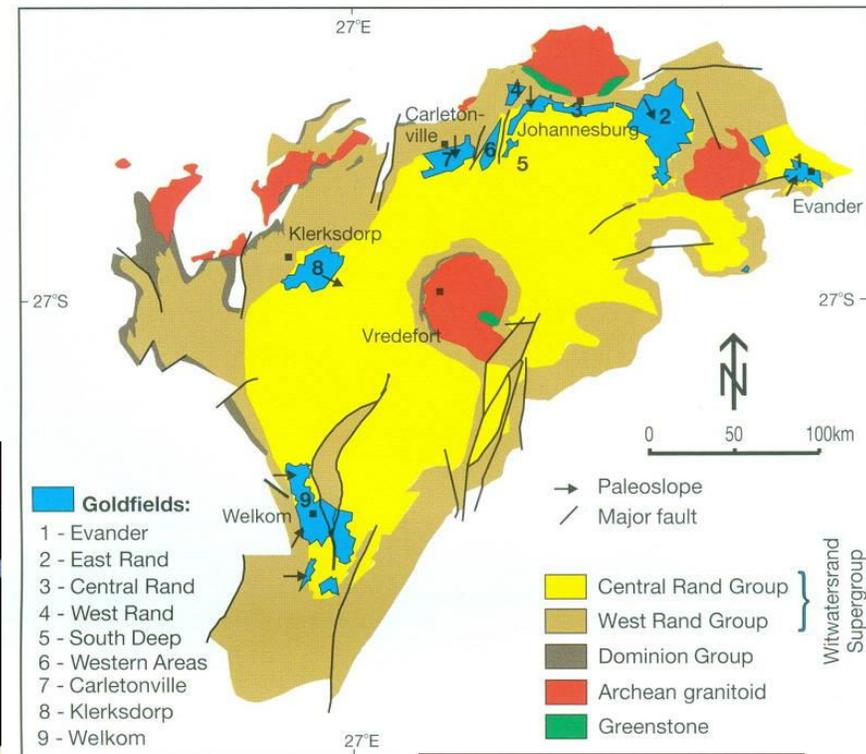
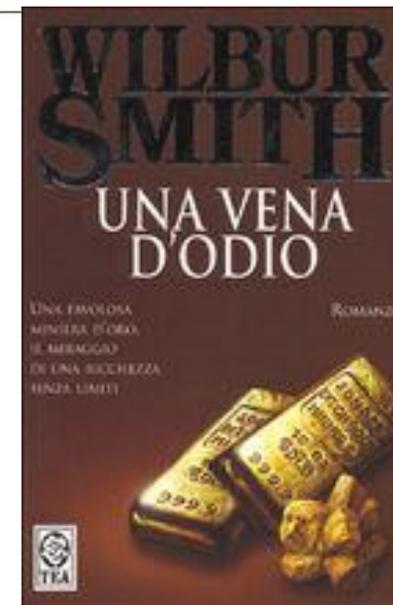
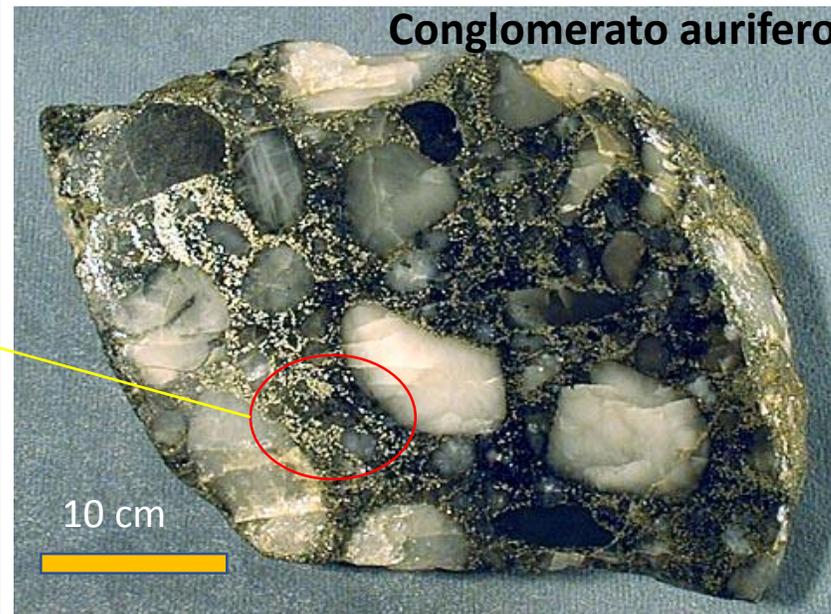
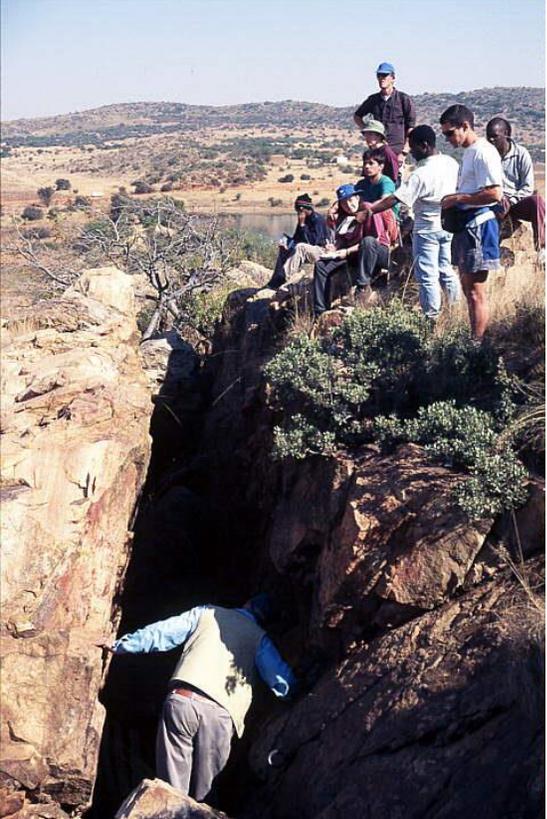


Photo by Bruce Cairncross (Mindat)

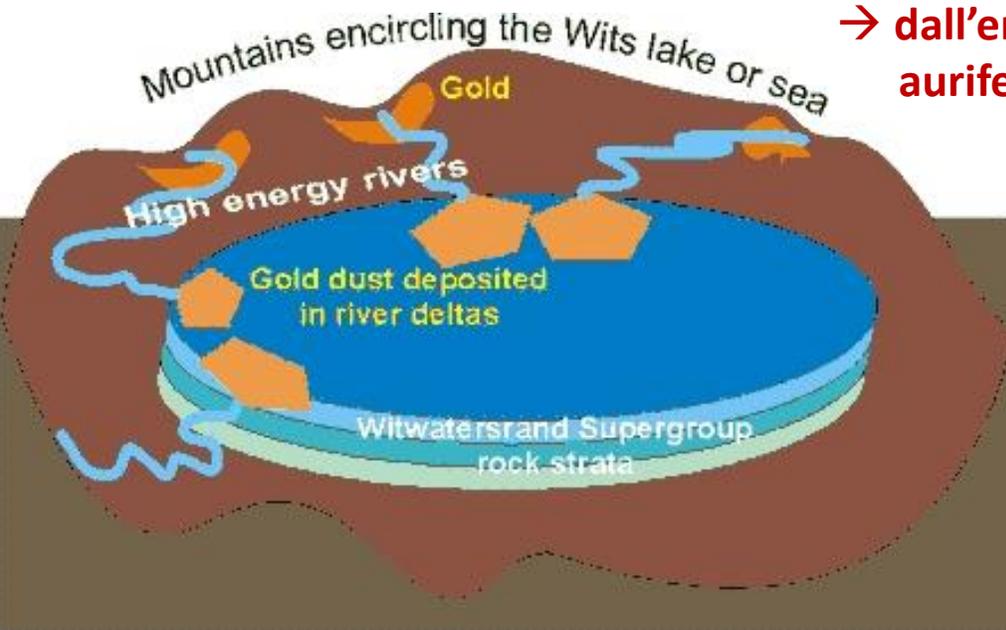


Witwatersrand (Sudafrica), un sistema lago + conoidi di 3 miliardi di anni fa, in presenza di atmosfera asfittica



Ma da dove arriva l'oro detritico nelle sabbie dei fiumi, adesso come 3 miliardi di anni fa?

→ dall'erosione di sciami di filoni auriferi affioranti a monte!



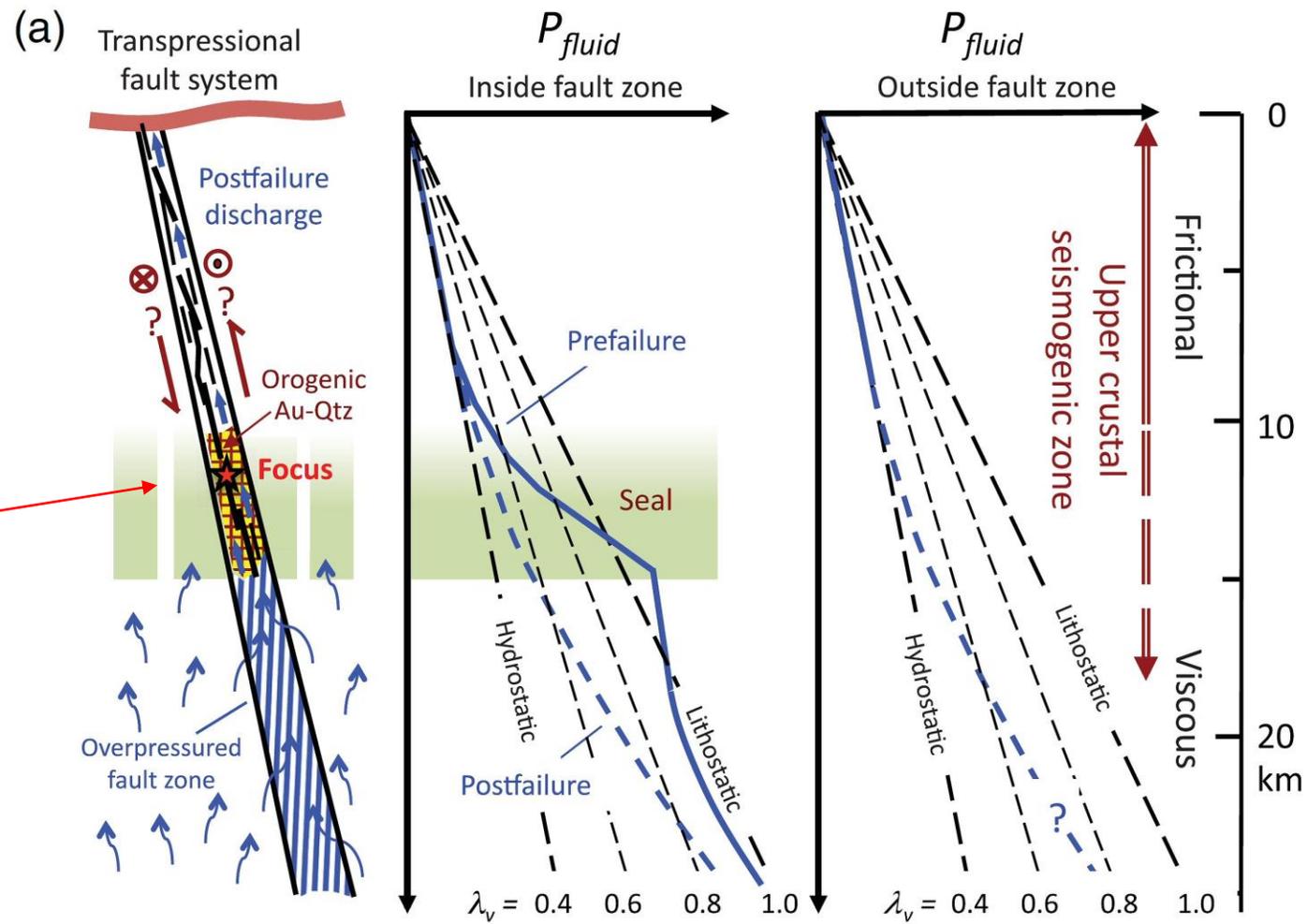
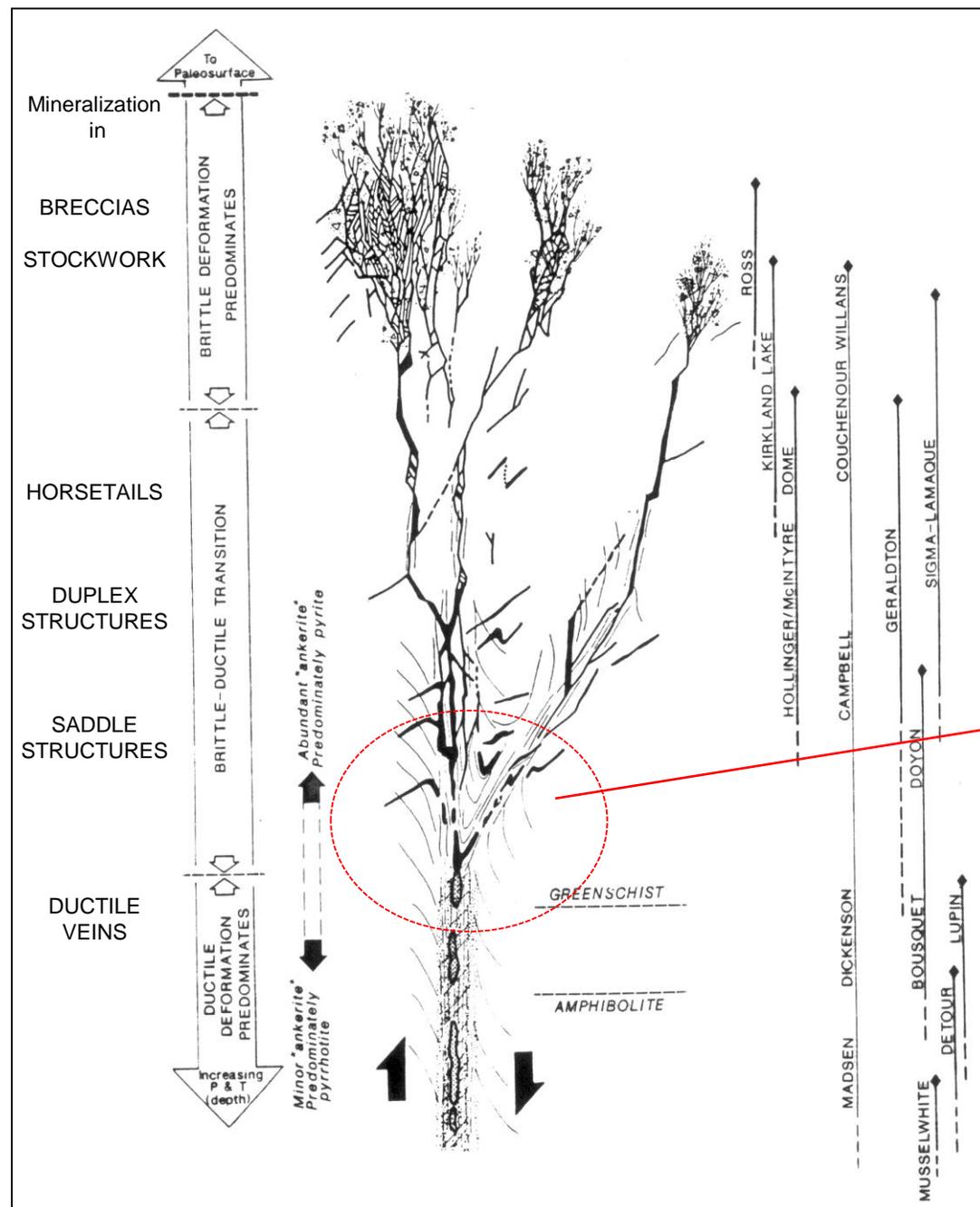
Strutture quarzose mineralizzate, spesso ricche di pirite ed arsenopirite, situate entro le catene montuose e formate tra 3.5 miliardi fino a <1-10 milioni di anni fa



Relazione tra filoni auriferi e sistemi di faglie trans-crostaali nelle catene orogeniche

Potenzialmente i filoni auriferi si formano ogni volta che si verifica un sisma durante lo sviluppo delle catene orogeniche

→ Oro e faglie «sismogeniche» di Sibson



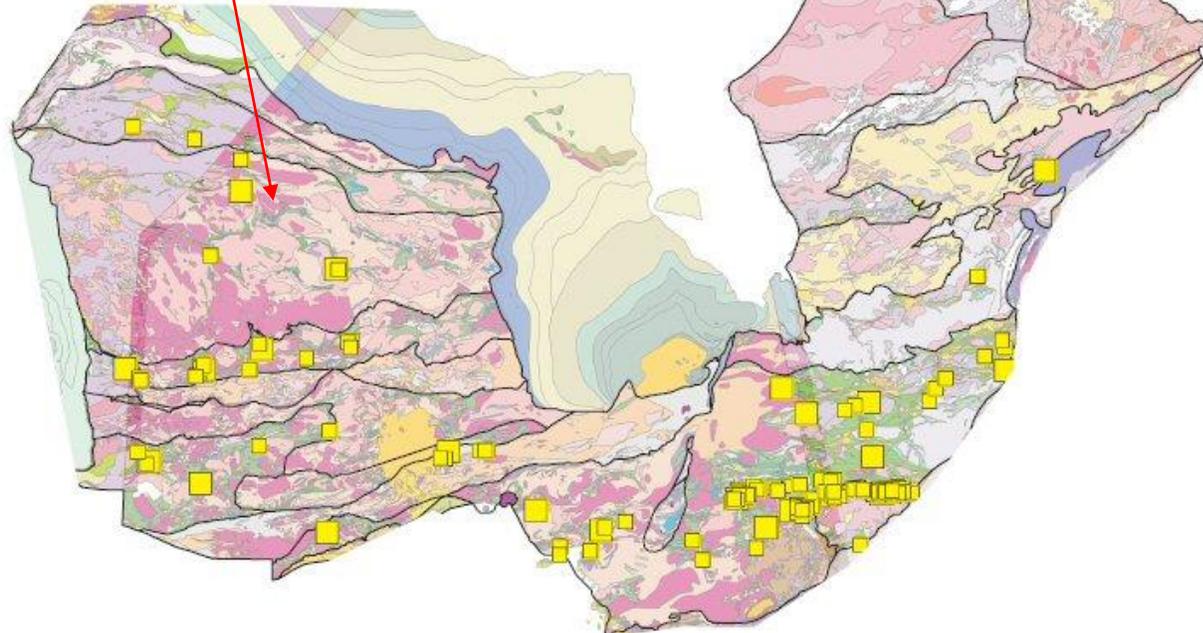
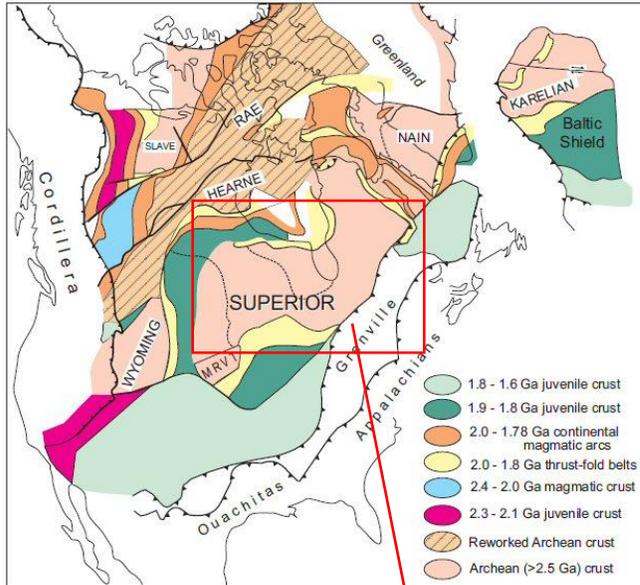
Le catene orogeniche di 3.5, 2.7, e 2.1 miliardi di anni fa (es., Canada-USA, W Australia, Brasile, W Africa) sono **mostruosamente** ricche di filoni idrotermali auriferi ...

Ad esempio, tra Canada e USA ...

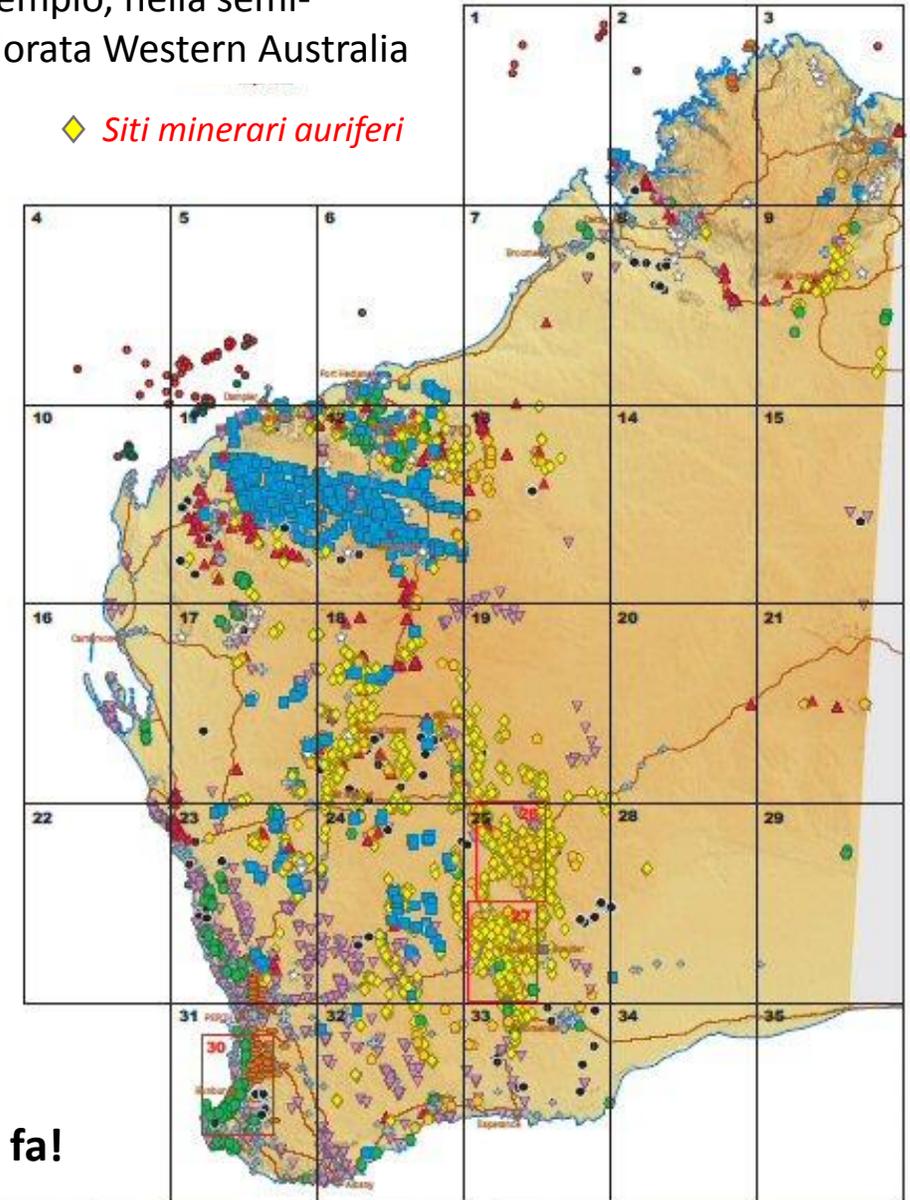
■ *Siti minerari auriferi*

Ad esempio, nella semi-inesplorata Western Australia

◆ *Siti minerari auriferi*



1 : 10 million 0 500 km



Ma c'è oro anche in catene orogeniche di 330 e fino a <30 milioni di anni fa!

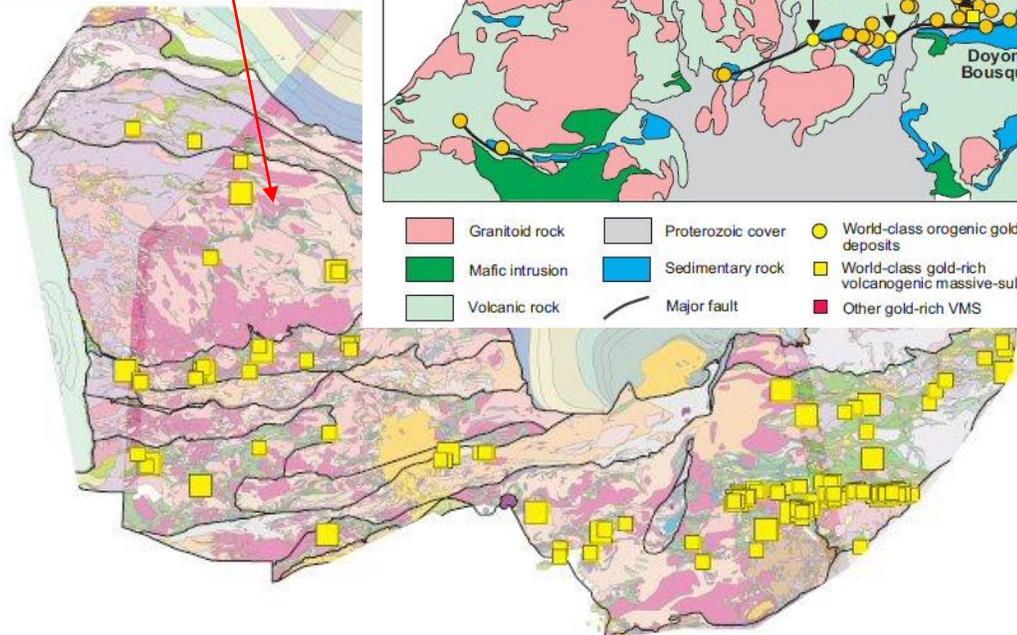
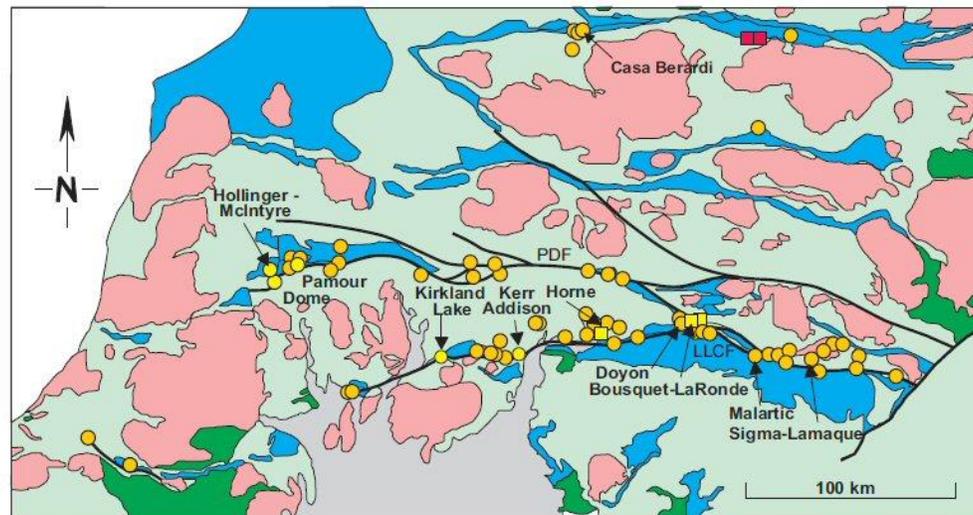
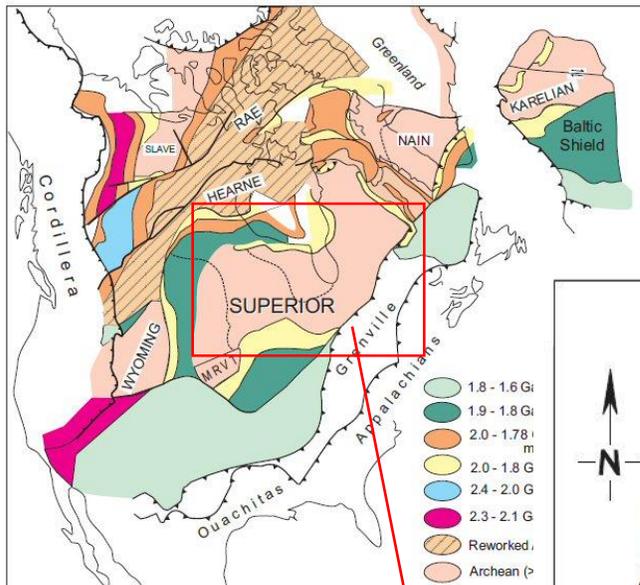
Le catene orogeniche di 3.5, 2.7, e 2.1 miliardi di anni fa (es., Canada-USA, W Australia, Brasile, W Africa) sono **mostruosamente** ricche di filoni idrotermali auriferi ...

Ad esempio, tra Canada e USA ...

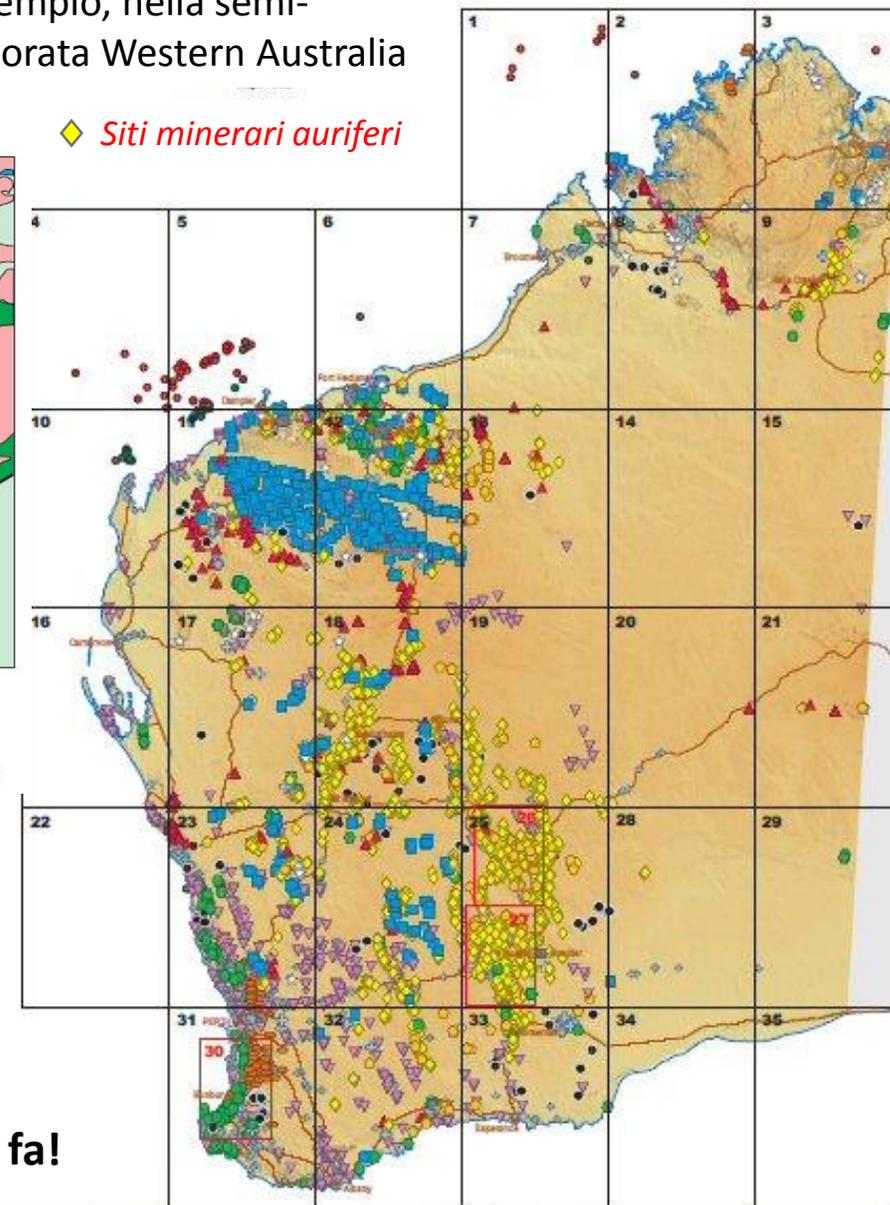
■ *Siti minerari auriferi*

Ad esempio, nella semi-inesplorata Western Australia

◆ *Siti minerari auriferi*



1 : 10 million 0 500 km

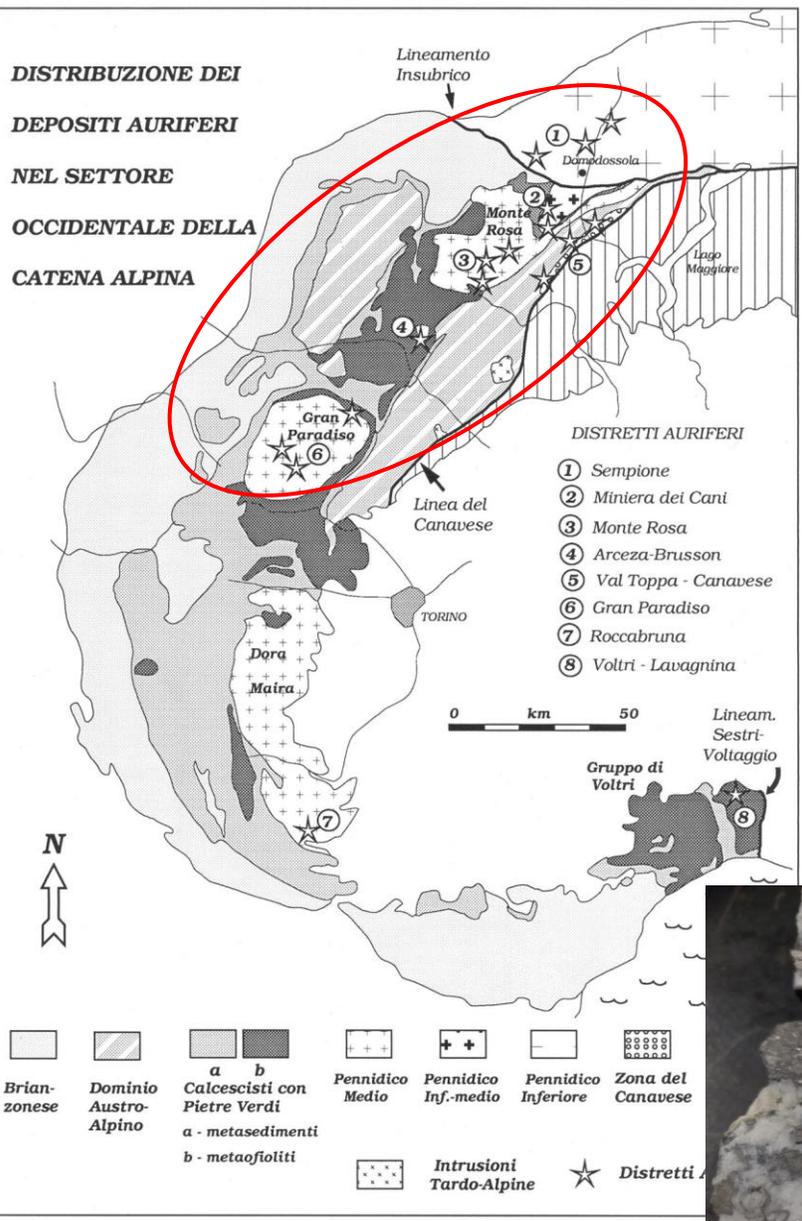


Ma c'è oro anche in catene orogeniche di 330 e fino a <30 milioni di anni fa!

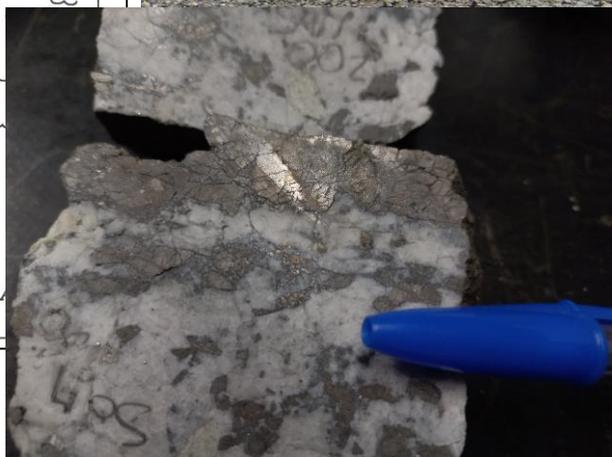
Infatti li abbiamo anche noi i filoni auriferi orogenici! → Alpi Occidentali

→ filoni dei distretti auriferi storici del Sempione (Crodo/Gondo), del Monte Rosa e del Gran Paradiso

DISTRIBUZIONE DEI DEPOSITI AURIFERI NEL SETTORE OCCIDENTALE DELLA CATENA ALPINA



Es., poco a sud del Monte Rosa, a 3200 m slm ...



Arsenopirite-pirite + quarzo + Au nativo

→ Monte Rosa Gold Mining Company

The Monte Rosa Gold Mining Company LIMITED.

SHARE WARRANT TO BEARER N° 38933 TITRE AU PORTEUR

SHARE CAPITAL £ 240 000 IN 240 000 SHARES OF £ 1 EACH. CAPITAL ACTIONS DE F. 6 000 000 DIVISE EN 240 000 ACTIONS DE 25 F. CHACUNE

TEN SHARES Nos 134321 / 134330 DIX ACTIONS

This Certify that the Bearer of this Warrant is the Proprietor of TEN Shares of One Pound each, numbered as above in the Capital of the Monte Rosa Gold Mining Company Limited, subject to the Articles of Association and Regulations of the Company for the time being.

Le présent Certifie que le Porteur de ce Titre est le Propriétaire de DIX Actions de vingt-cinq francs l'une, le titre portant chacune entièrement le nom du porteur, et des autres dans le Capital de La Société des Mines d'Or du Mont-Rose Limited, conformément aux Statuts et aux règlements de la Société.

Given under the Common Seal of the Company in London this 1 day of 1894.

Donné sous le Scellum de la Compagnie en date de ce jour.

Charles Snigger & Co.

THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 20. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 19. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 18. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 17. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.
THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 16. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 15. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 14. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 13. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.
THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 12. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 11. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 10. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 9. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.
THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 8. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 7. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 6. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 5. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.
THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 4. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 3. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 2. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.	THE MONTE ROSA GOLD MINING COMPANY LIMITED. COUPON N° 1. FOR DIVIDEND ON THE TEN SHARES SPECIFIED IN WARRANT TO BEARER N° 38933. PAYABLE ACCORDING TO ADVERTISEMENT.

VERO ESTRATTO DI CARNE LIEBIG.

Le miniere d'oro del Monte Rosa - 2. Preparazione di un nuovo campo di escavazione nella valle di Embours.

Riproduzione vietata.

Spiegazione a tergo.

VERO ESTRATTO DI CARNE LIEBIG.

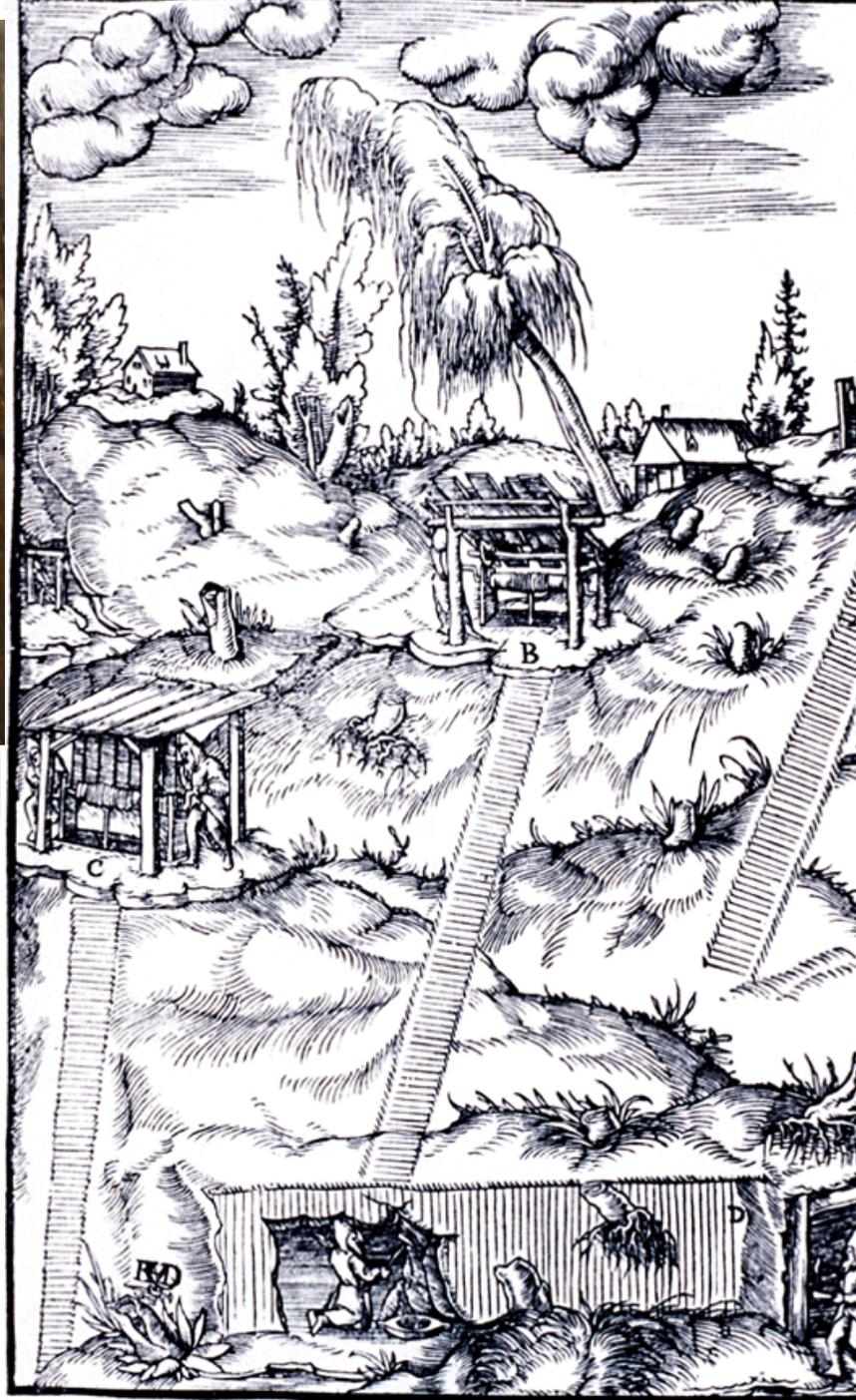
Le miniere d'oro del Monte Rosa - 1. Veduta generale degli stabilimenti minerari di Alagna. Tipi di minatori.

Riproduzione vietata.

Spiegazione a tergo.

<http://www.figidellaminiera.com/>

La coltivazione dei filoni auriferi del Monte Rosa avveniva con modalità non troppo diverse da quelle impiegate nel Medioevo e nell'antichità ...

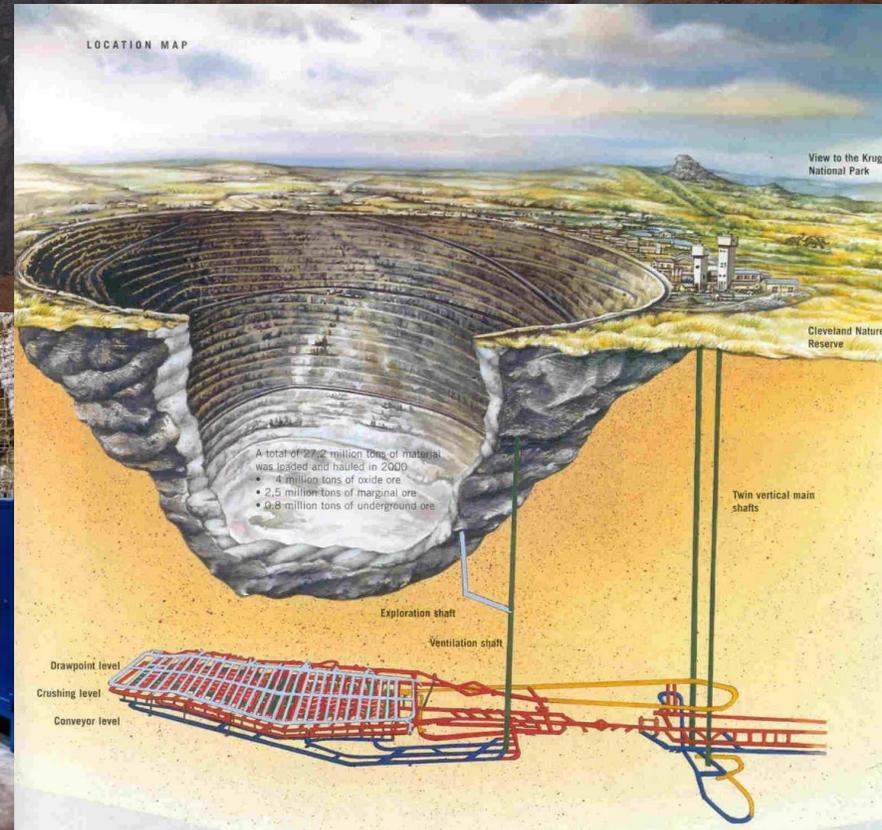


A—DESCENDING INTO THE SHAFT BY LADDERS. B—By sitting on a stick. C—By sitting on the rock. D—DESCENDING BY STEPS CUT IN THE ROCK.

Attualmente l'apertura di una miniera avviene dopo un lungo percorso di prospezione e valutazione (2-3 anni)
Coltivazione mineraria moderna → es., in Australia, Canada, USA, Sudafrica, Cile, Scandinavia ...

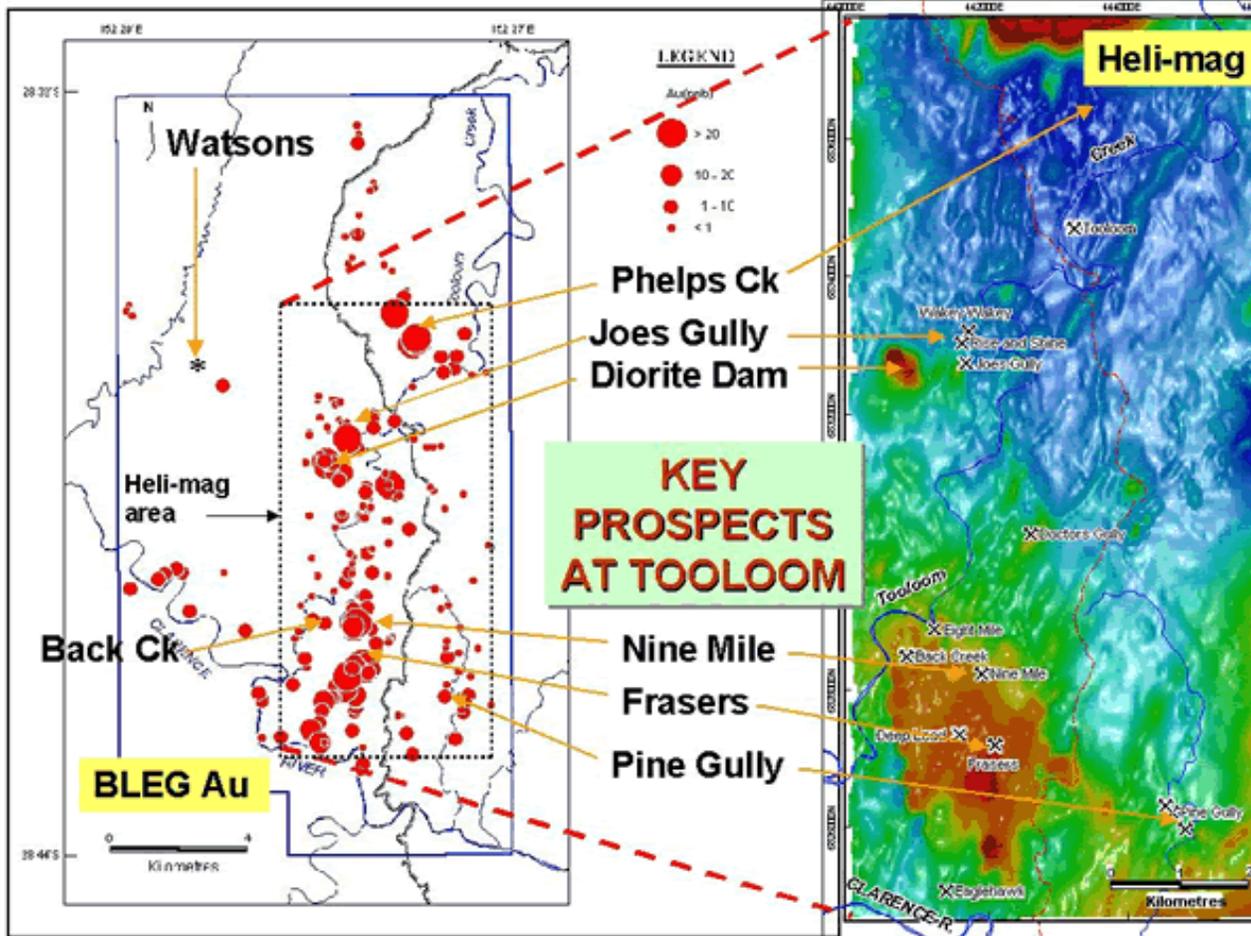


→ Super pit, miniera d'oro di Mt. Charlotte, Kalgoorlie, Western Australia

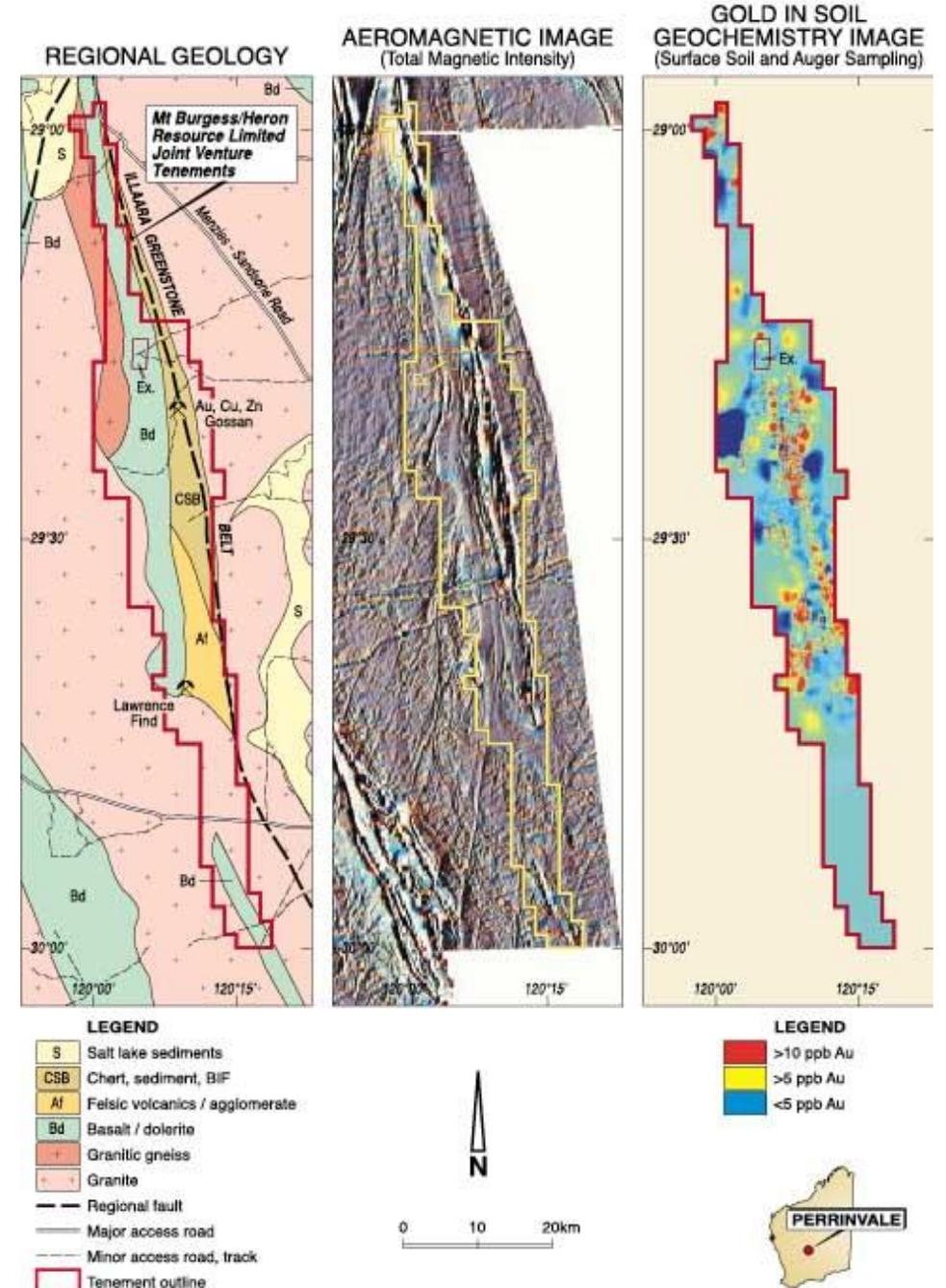


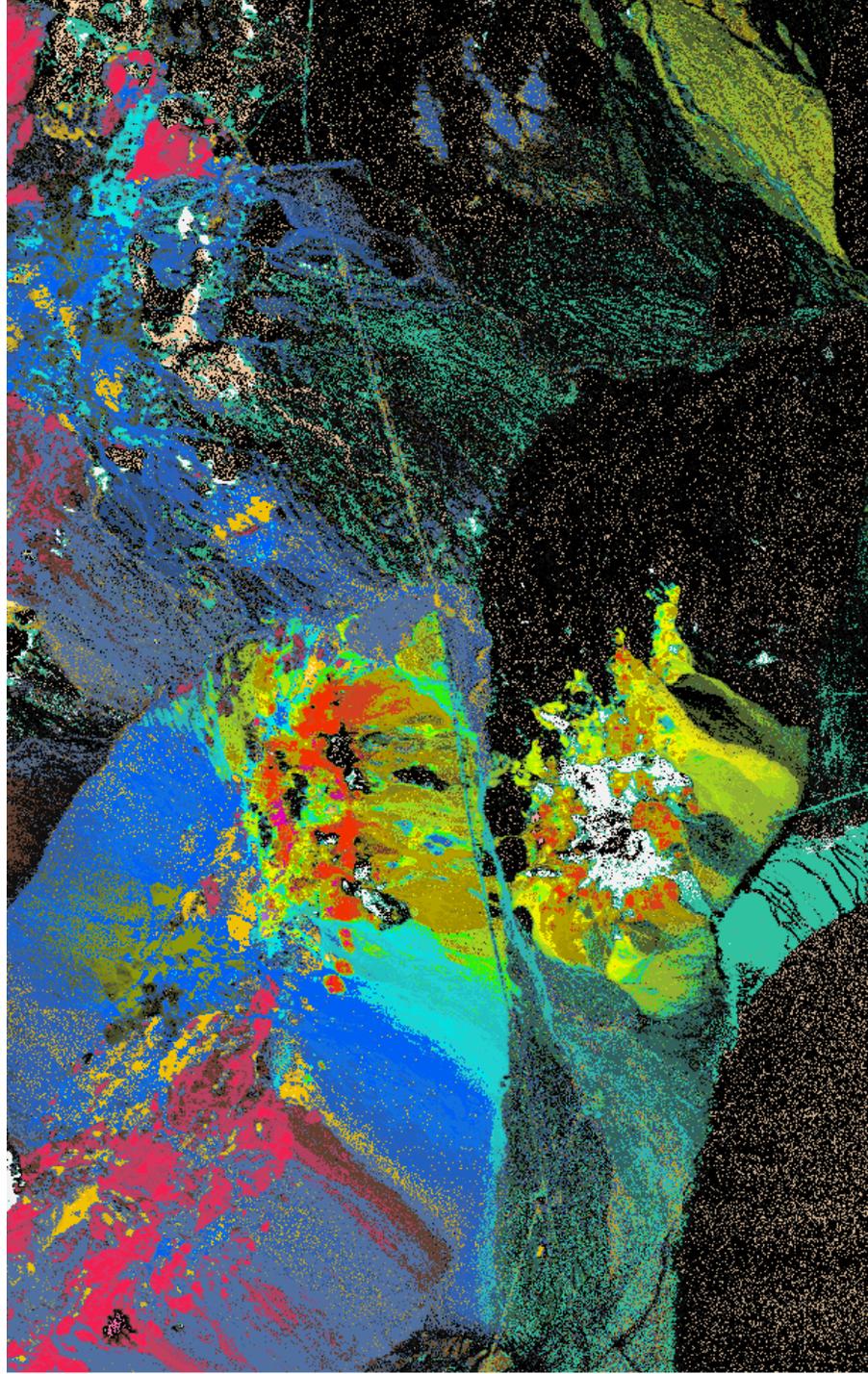
Come si individuano i depositi auriferi? **Prospezione mineraria moderna**

- **Sedimenti fluviali**
- **Suoli** (... e perfino piante!)
- Studio di **rocce e strutture** (faglie e pieghe) nel basamento roccioso
- **Geofisica e remote sensing** (es., immagini da satellite)
- e, alla fine, **perforazioni con carotaggi** **\$\$\$\$**



MOUNT BURGESS MINING NL
PERRINVALLE GOLD AND BASEMETALS PROJECT





Cuprite, Nevada
AVIRIS 1995 Data
USGS
Clark & Swayze
Tricorder 3.3 product

- K-Alunite 150C
- K-Alunite 250C
- K-Alunite 450C
- Na82-Alunite 100C
- Na40-Alunite 400C
- Kaolinite wx1
- Kaolinite px1
- Kaolinite+smectite
or muscovite
- Halloysite
- Dickite
- Alunite+Kaolinite
and/or Muscovite
- Calcite
- Calcite +
Montmorillonite
- Calcite +Kaolinite
- Na-
Montmorillonite
- low-Al muscovite
- med-Al muscovite
- high-Al muscovite
- Jarosite
- Buddingtonite
- Chalcodony
- Nontronite
- Pyrophyllite
+ alunite
- Chlorite +
Montmorillonite
or Muscovite
- Chlorite

2 km N
↑

**Immagini da
satellite ed
aerportate**

Con gli scanner
multi-spettrali
moderni si
possono
individuare
facilmente le aree
dove si sono
arricchiti in modo
particolare vari
minerali «spia»
che si depositano
**quasi sempre o
solo insieme
all'oro!**

*Es., **alunite + kaolinite** per i
giacimenti di Au associati
ai campi geotermici ed alle
sorgenti calde*

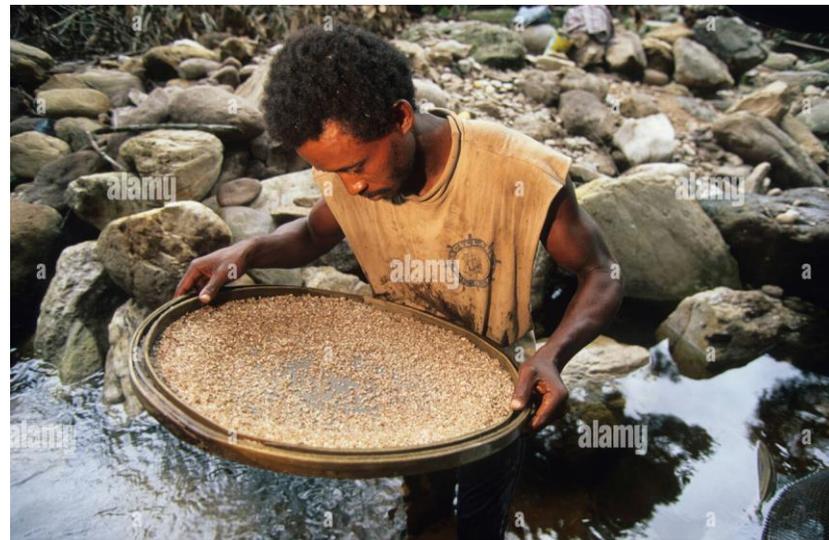
Convenienti, rapidi, tradizionali ma ancora attuali metodi professionali di campionamento di sedimenti sciolti



vanga + secchio + setaccio + pan



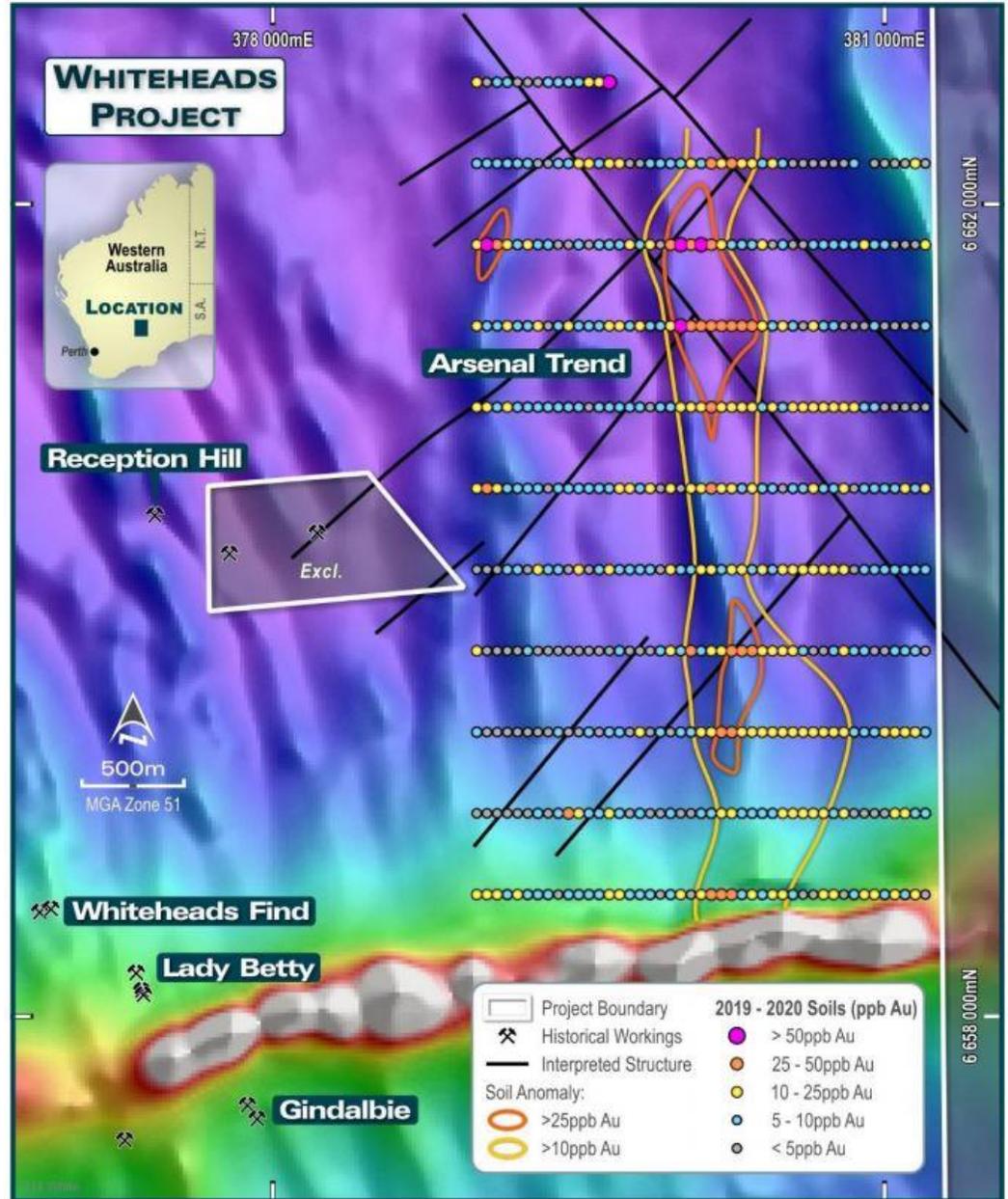
paletta per gli *stream sediments*
(sacche di limo da piena ai bordi dei
corsi d'acqua)



Sia per lavoro che per il weekend ...

N.B.: il panning per diamanti
è diverso da quello per oro!

Moderno, e rapido, campionamento di sedimenti sciolti e suoli (quando si ha il cash ...) – Auger drilling rigs

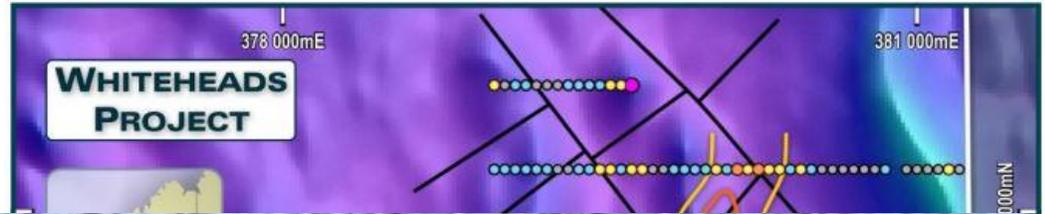


Estrazione di Au in massa tramite una soluzione di cianuro (BLEG) oppure leaching rapido con *aqua regia* (HCl + HNO₃)

→ Scioglie Au libero e solfuri con metalli d'interesse + inclusioni di Au ma non la maggior parte dei silicati



Moderno, e rapido, campionamento di sedimenti sciolti e suoli (quando si ha il cash ...) – Auger drilling rigs



Estrazione di Au in massa tramite una soluzione di cianuro (BLEG) oppure leaching rapido con *aqua regia* (HCl + HNO₃)

→ Scioglie Au libero e solfuri con metalli d'interesse + inclusioni di Au ma non la maggior parte dei silicati





Corsa dell'oro California, fine '800
– suoli auriferi

I suoli nelle aree tropicali sono particolarmente importanti per trovare giacimenti d'oro, ai giorni nostri (→ campionamenti sistematici) ma anche nel passato!

Infatti, come nel caso dei placers fluviali, i suoli tropicali sono e sono stati spesso il primo «giacimento» ad essere sfruttato, ricchissimo di pepite ...

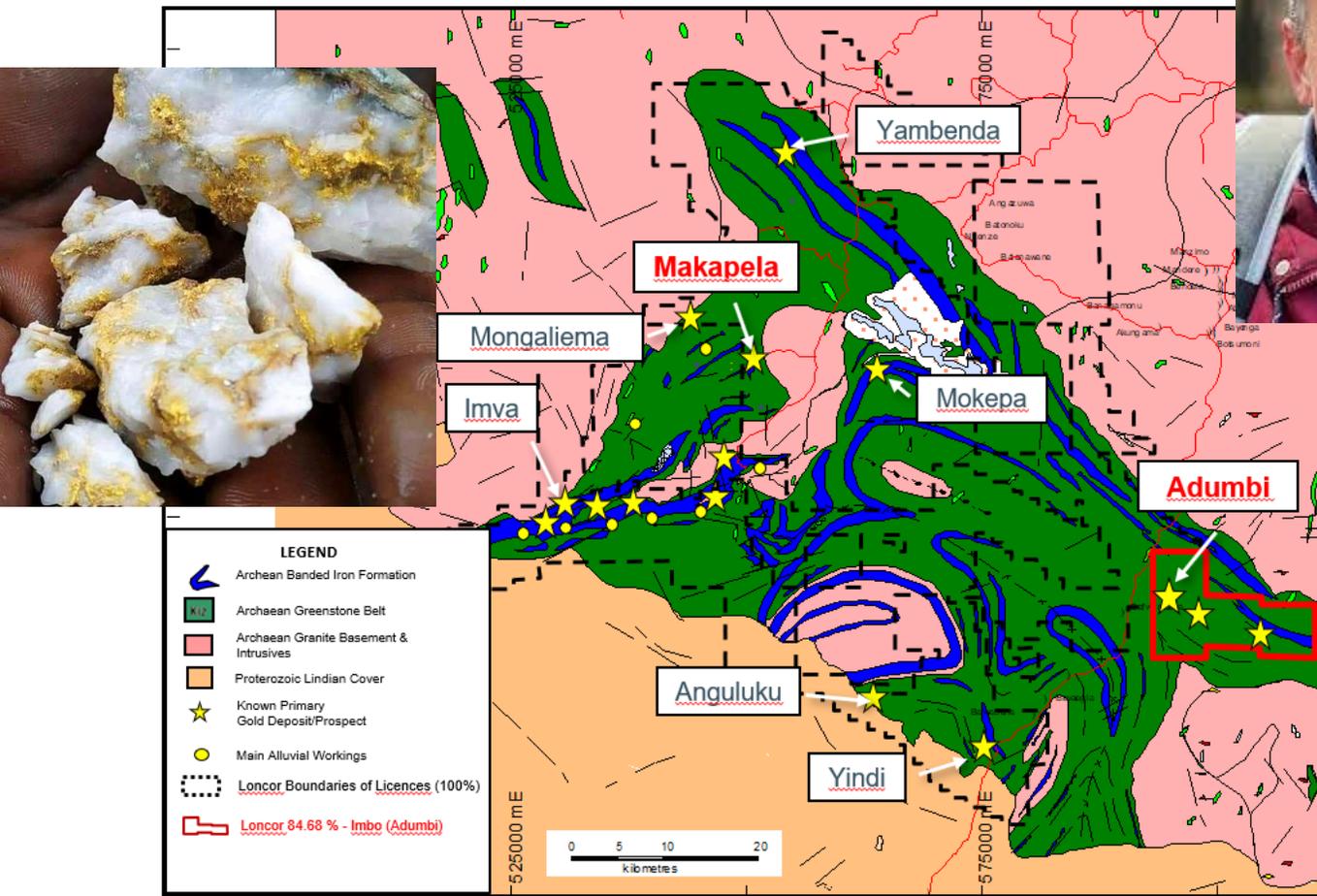
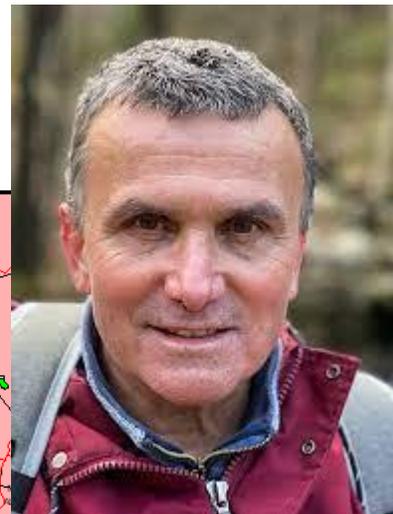
Serra Pelada - Amazonia
lateriti ad Au-Pt-Pd
(pepites fino a >50 kg ...)



La coltivazione mineraria moderna è tutt'altro che diffusa, specialmente nei paesi del Terzo Mondo e in via di sviluppo! Ma c'è comunque modo e modo di coltivare giacimenti → **compagnie minerarie rapaci vs. compagnie people-friendly (*)**

Il caso dell'Imbo project-Adumbi Hill, Ngayu belt, Congo

Compagnia mineraria: Loncor Gold Inc. (Canada) (*),
 General manager / chief geologist: **Fabrice Matheys**



Dove siamo: fiume Imbo nella Provincia di Ituri, Congo orientale



Adumbi Hill – l'area dove stanno facendo i sondaggi in questo periodo ...



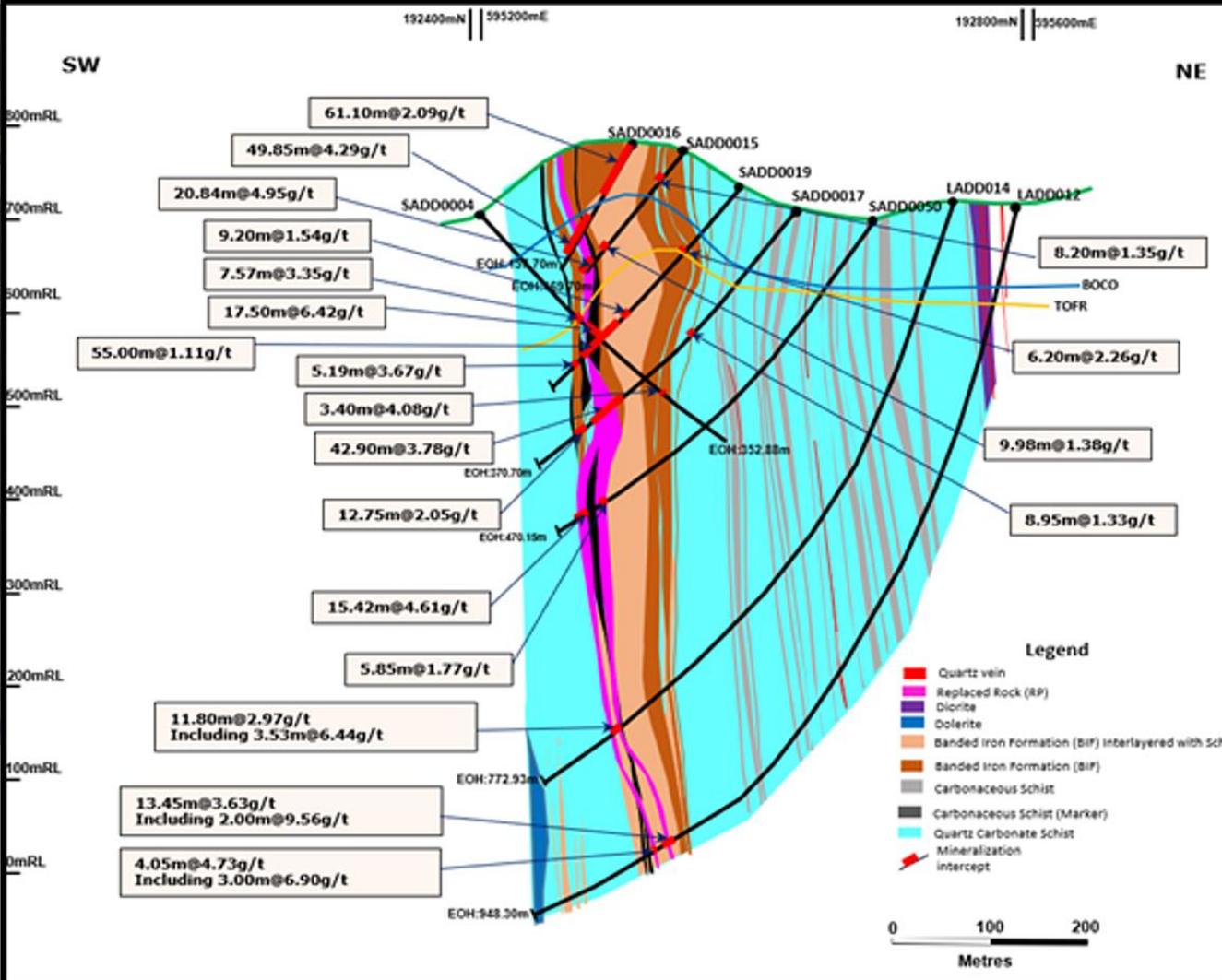
Adumbi Hill – la squadra di tecnici sondaggisti al lavoro



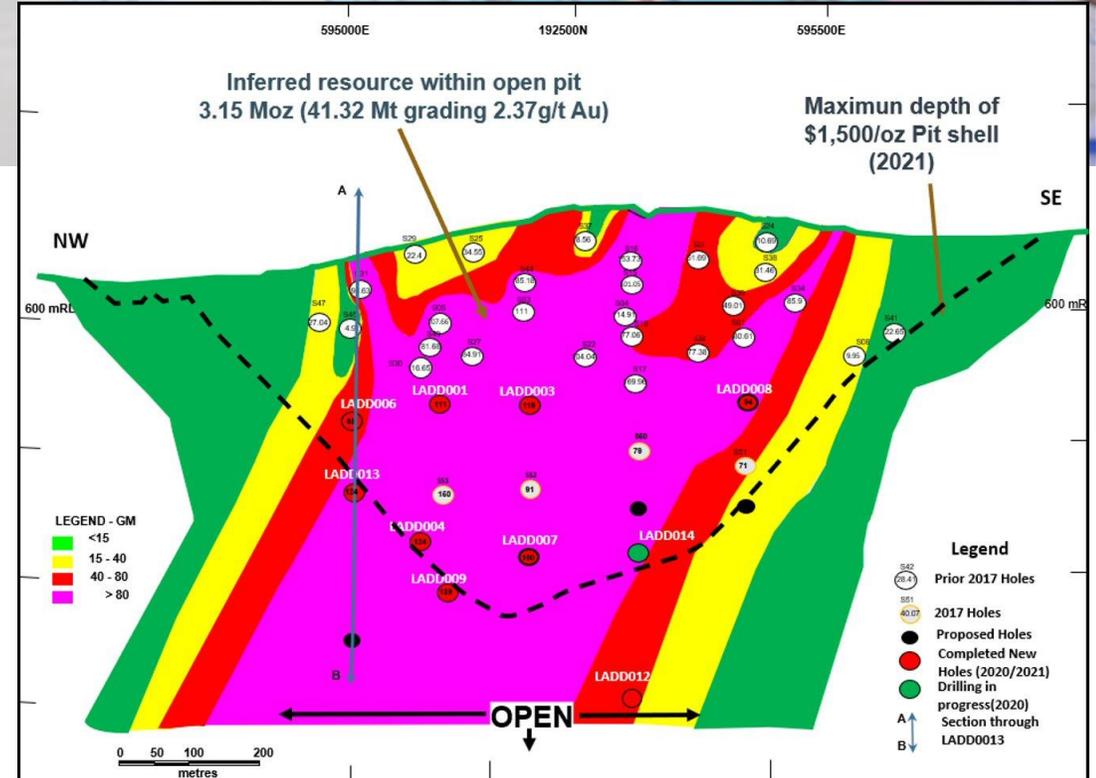


Le carote – «pane quotidiano» dei geologi d'esplorazione ...





Si discute, si aggiornano le carte e le sezioni geologiche con gli ultimi dati e alla fine si aggiorna il modello minerario ed economico del giacimento ... un tran tran abbastanza tranquillo DOPO ALMENO CINQUE ANNI DI LAVORO DI PREPARAZIONE



... ma l'inizio è stato tutto fuorchè comodo ...



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Il grosso del lavoro si svolge nella cava dove affiora la mineralizzazione nella roccia parzialmente trasformata in suolo tropicale







Al villaggio i lavoratori macinano i campioni dei minatori locali e quelli della compagnia mineraria



Interventi per la popolazione locale: scuole e materiale didattico



Interventi per la popolazione locale: perforazioni per acqua potabile e organizzazione per distribuzione



Recente costruzione di una pista d'atterraggio per piccoli aerei, per le emergenze



Recente costruzione di una pista d'atterraggio per piccoli aerei, per le emergenze



... anche perché la logistica di solito è così ... 1



... anche perché la logistica di solito è così ... 2



... forse va meglio per i (moto)ciclisti ...



... forse va meglio per i (moto)ciclisti, ma non sempre ...



... visto il territorio, ci sono vie e mezzi di trasporto alternativi molto popolari ...



... visto il territorio, ci sono vie e mezzi di trasporto alternativi molto popolari ...



... visto il territorio, ci sono vie e mezzi di trasporto alternativi molto popolari ...



... ma si va anche tanto a piedi ...



... si va anche tanto a piedi, specialmente se si è geologi ...



... le scarpe del geologo a fine giornata



... per finire, personaggi ed aspetti locali simpatici ...



... per finire, personaggi ed aspetti locali simpatici ...



ed altri un po' meno simpatici ...



ed altri un po' meno simpatici ...



Per non farsi mancare niente, in zona ci sono anche i cercatori di diamanti, pare meno amichevoli dei cercatori d'oro...



Grazie!

L'oro al microscopio

