

LA MINIERA DISMESSA DI SALAFOSSA (VENETO NE): PRESENZA, ACCUMULO E MOBILITA' DI METALLI POTENZIALMENTE TOSSICI IN DIVERSE MATRICI AMBIENTALI

**Stefano Covelli¹, Elena Pavoni^{1,2}, Gianpiero Adami²,
Elena Baracchini², Roberto Cattelan³, Matteo Crosera²,
Andrea Emili¹, Davide Lenaz¹, Pablo Higuera⁴, Elisa Petranich¹**

¹Dipartimento di Matematica e Geoscienze - Università di Trieste

²Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche - Università di Trieste

³Veritas Laboratori S.p.A. - Venezia Fusina

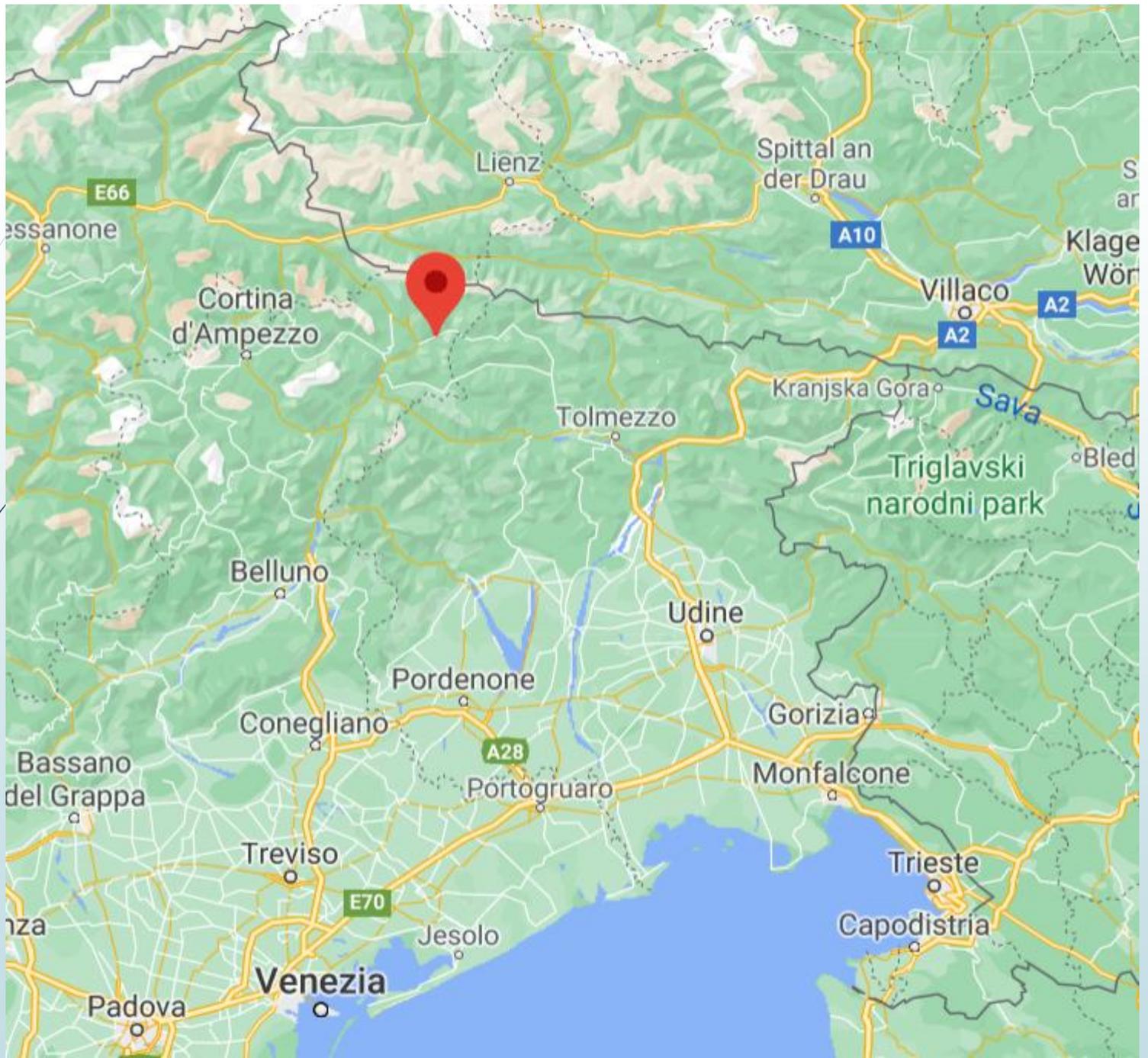
⁴Istituto Geologia Aplicada, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real (España)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
Dipartimento di
Scienze Chimiche e Farmaceutiche



Veneto

Google

Street View



Camping Valvi
Snc Di De Zolt.

PlaVe

SR355

Strada Regionale

Navigation controls including a compass, zoom in (+) and zoom out (-) buttons, and a street view pegman icon.

LA MINIERA DI SALAFOSSA

Il giacimento piombo-zincifero

- Blenda ZnS (482.000 t)
- Galena PbS (92.000 t)
- Pirite FeS, Marcasite FeS₂



Le aree minerarie dismesse come sorgenti puntuali di contaminazione



LA MINIERA DI SALAFOSSA: INQUADRAMENTO GEOLOGICO

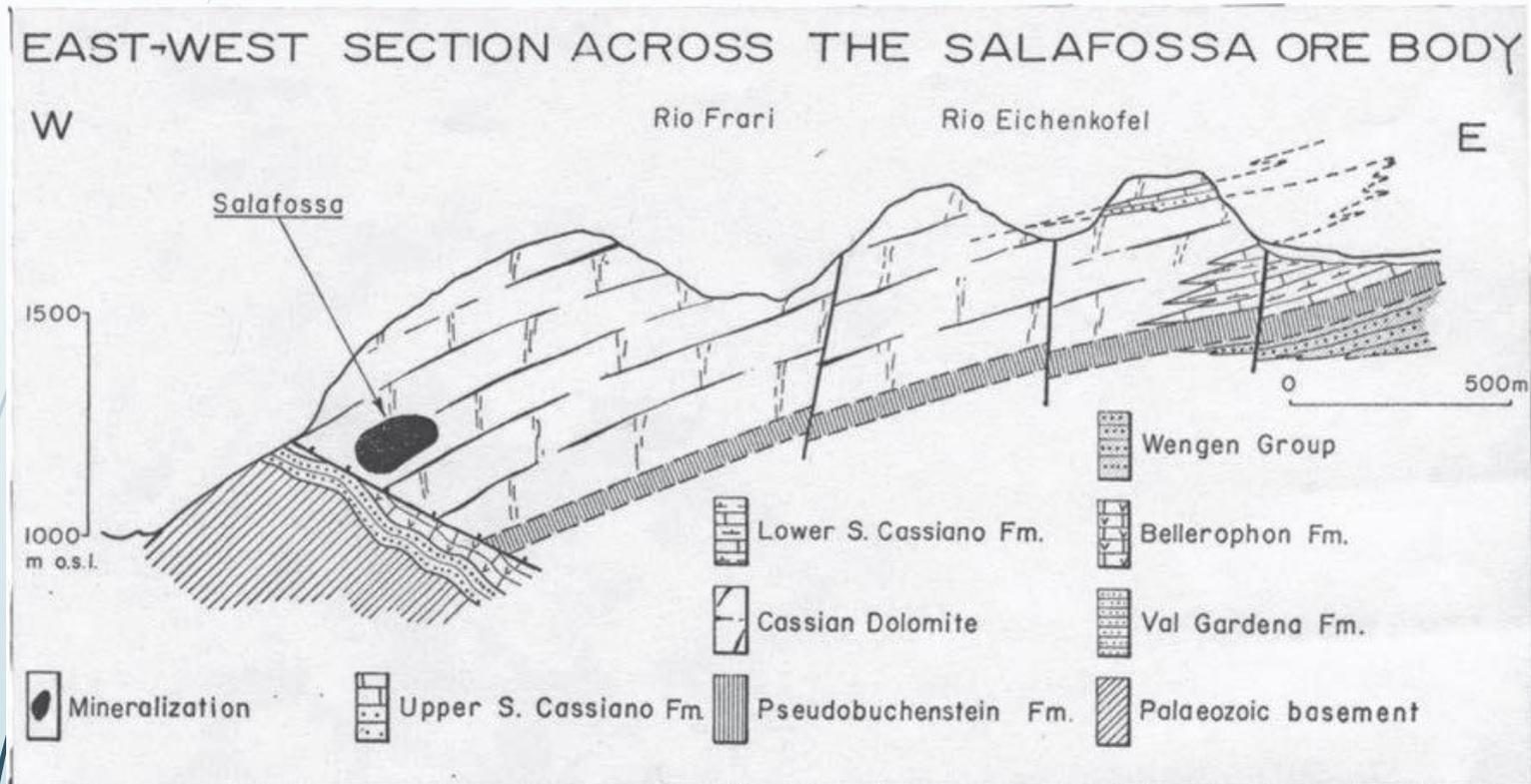
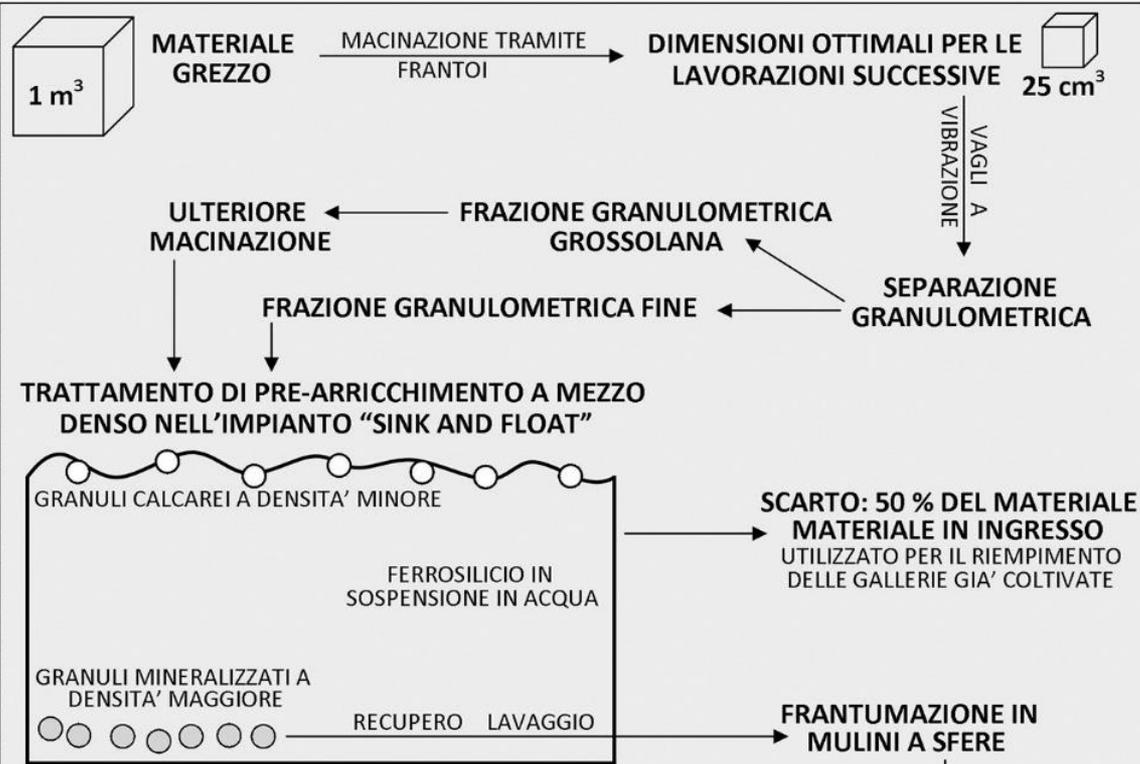


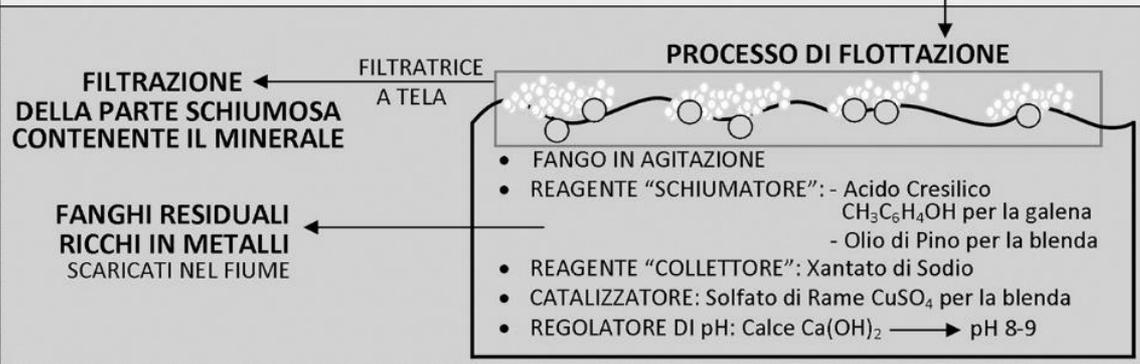
Figura 2.1.1 Assetto stratigrafico e strutturale del giacimento di Salafossa lungo una sezione geologica est - ovest (tratto da Assereto et al., 1977).

LA MINIERA DI SALAFOSSA

Processi di lavorazione



PROCESSI FISICI



PROCESSI CHIMICI



LA MINIERA DI SALAFOSSA

Caratterizzazione geochimico-ambientale preliminare

Problematiche ambientali connesse alla dismessa attività estrattiva

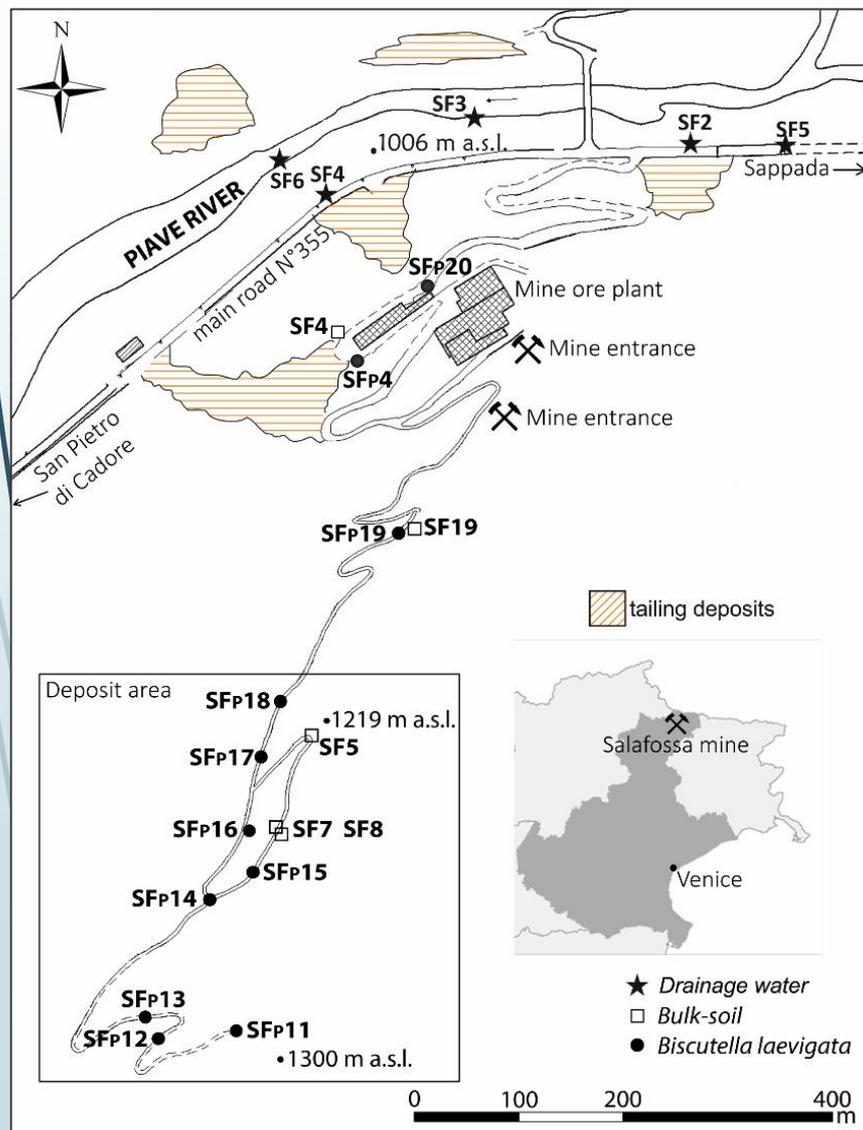


Zn Pb As Cd Sb Tl

- OBIETTIVO:
- Caratterizzazione geochimico-ambientale più approfondita
 - Studio dei processi di rimobilizzazione ed accumulo di elementi in tracce potenzialmente tossici

CAMPIONAMENTO

L'area esterna della miniera

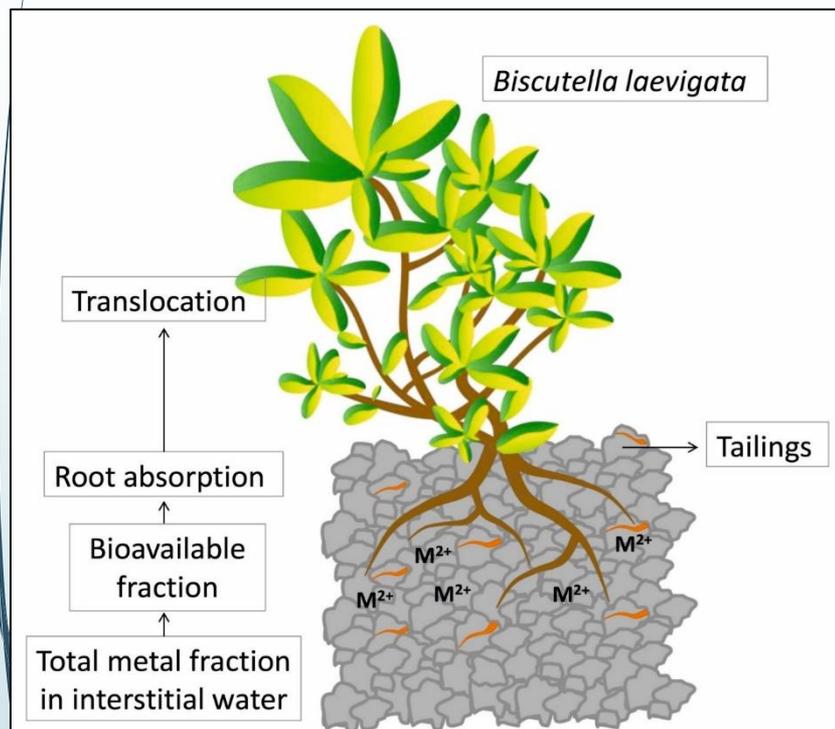


- Suoli e residui di lavorazione
- *Biscutella laevigata*: rizo-suolo, radici e foglie
- Acque di drenaggio



L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Biscutella laevigata L.



- Metallofita facoltativa
- Specie iperaccumulatrice di Tallio (TI)

Bulk-suolo

Rizo-suolo

Radici

Foglie

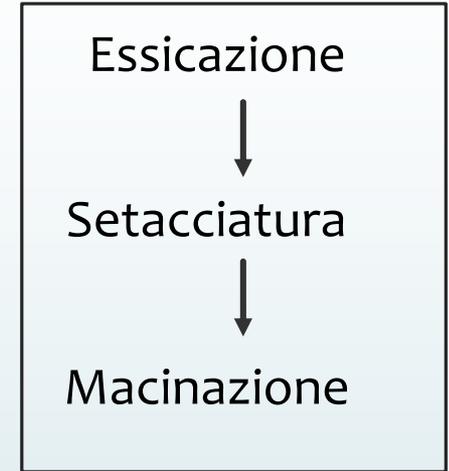
PREPARAZIONE DEL CAMPIONE ALL'ANALISI

Operazioni di laboratorio



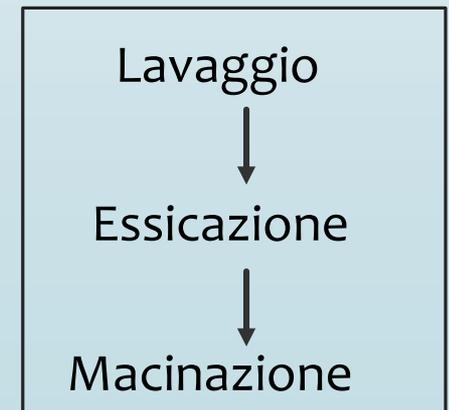
MATRICE INORGANICA

- Suoli
- Rizo-suoli
- Residui di lavorazione



MATRICE ORGANICA

- Radici
- Foglie



PREPARAZIONE DEL CAMPIONE ALL'ANALISI

Solubilizzazione, estrazione e «leaching test»



- Suoli
- Rizo-suoli

Leaching Test
 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{HNO}_3$
acqua piovana

Estrazione
frazione
biodisponibile

DTPA

Diethylene Triamine
Penta-acetic Acid



- Residui di lavorazione
- Suoli
- Rizo-suoli

Solubilizzazione con
attacco acido totale in
un sistema chiuso

$\text{HNO}_3 - \text{HCl} - \text{HF}$

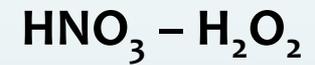
PREPARAZIONE DEL CAMPIONE ALL'ANALISI

Solubilizzazione, estrazione e leaching test



- Radici
- Foglie

Solubilizzazione con attacco acido totale in un sistema aperto

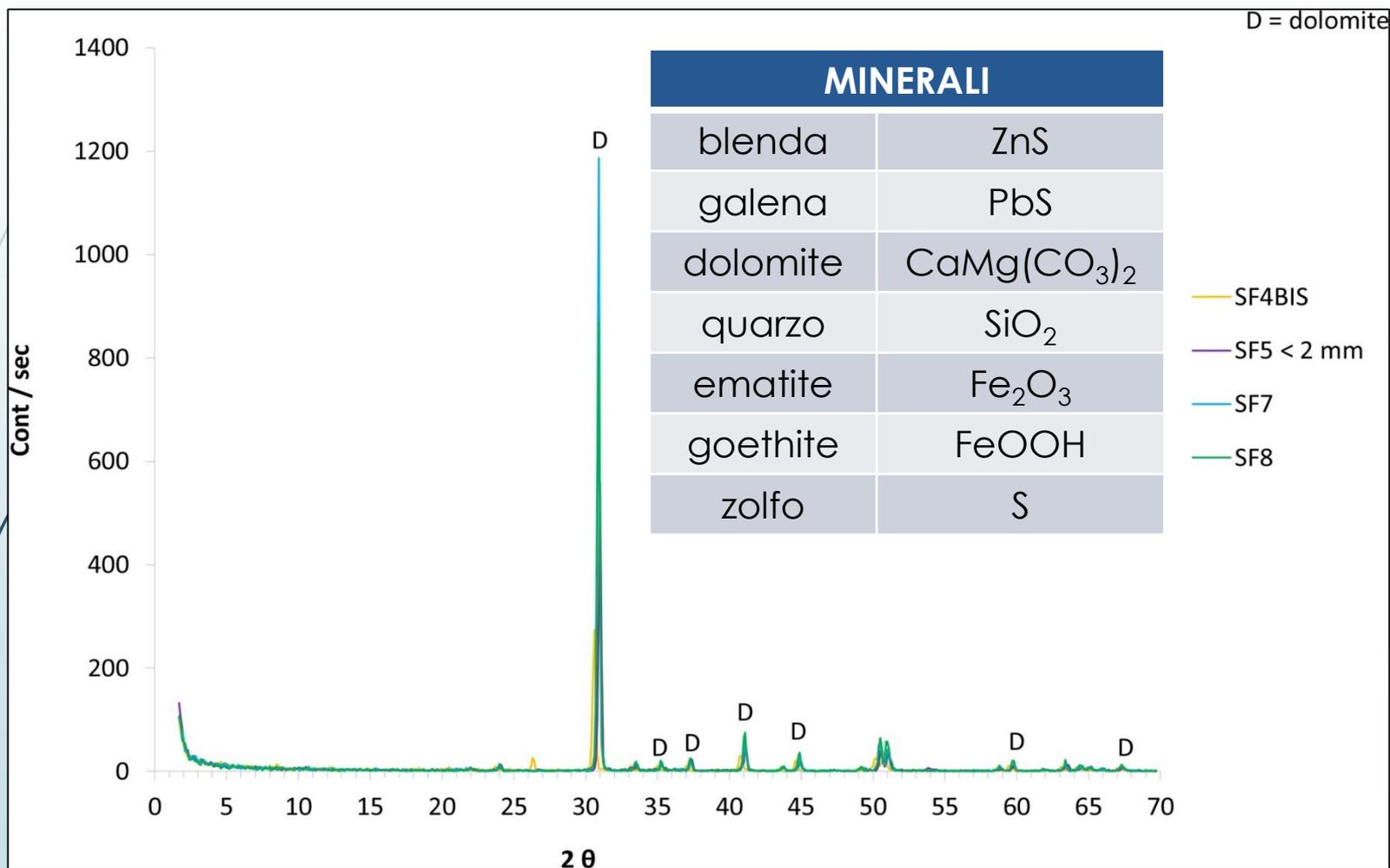


spettrometria di emissione atomica al plasma accoppiato induttivamente



SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

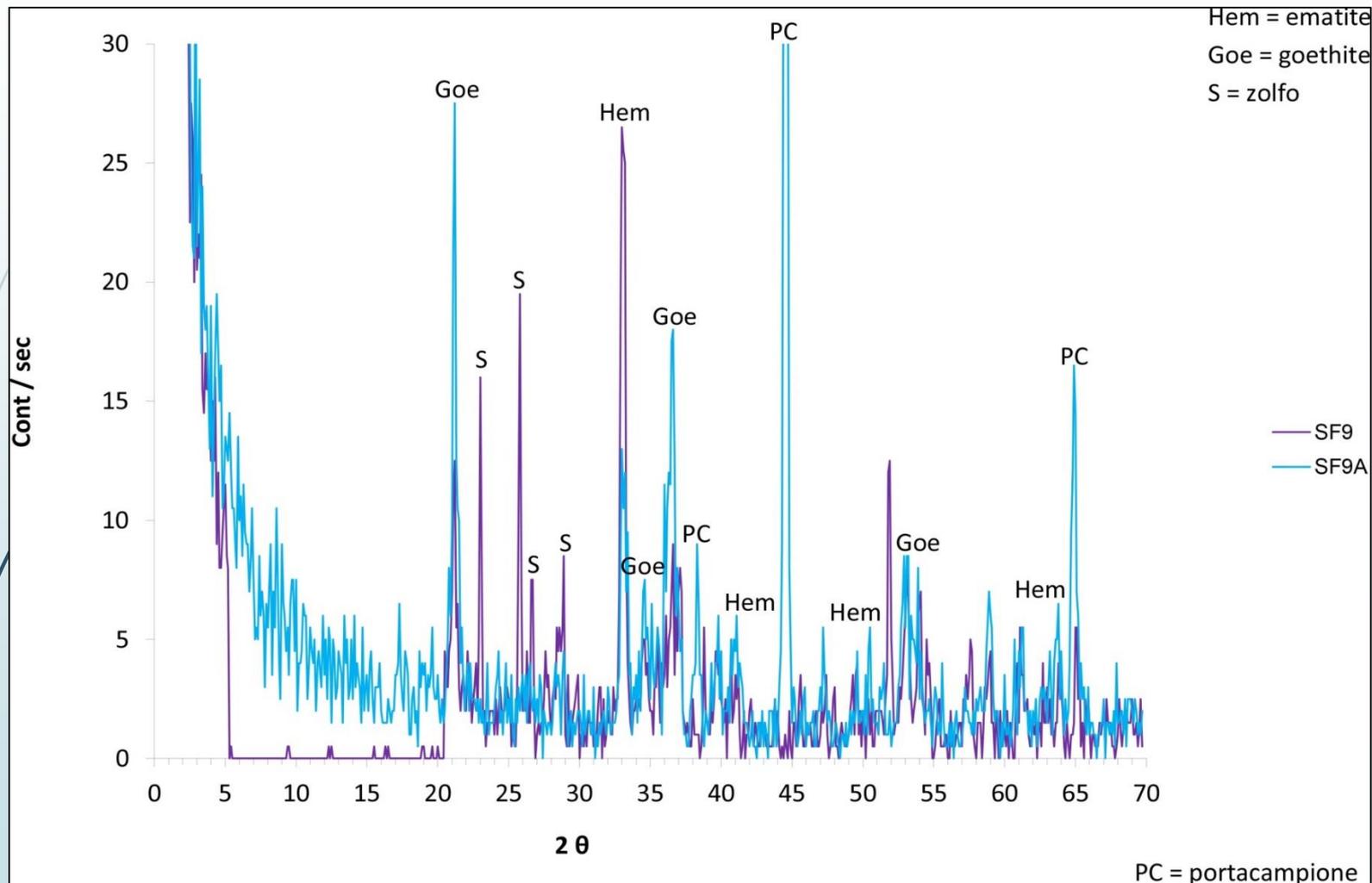
Composizione mineralogica



SF4BIS laveria; SF5, SF7 e SF8 deposito di materiale sterile

SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

Composizione mineralogica

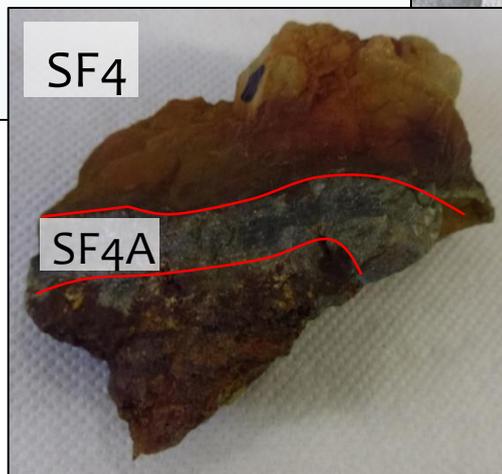


Analisi mineralogica di alcuni campioni di residui di lavorazione prelevati in corrispondenza dell'area esterna della miniera di Salafossa (SF9A campione superficiale, SF9 subsuperficiale).

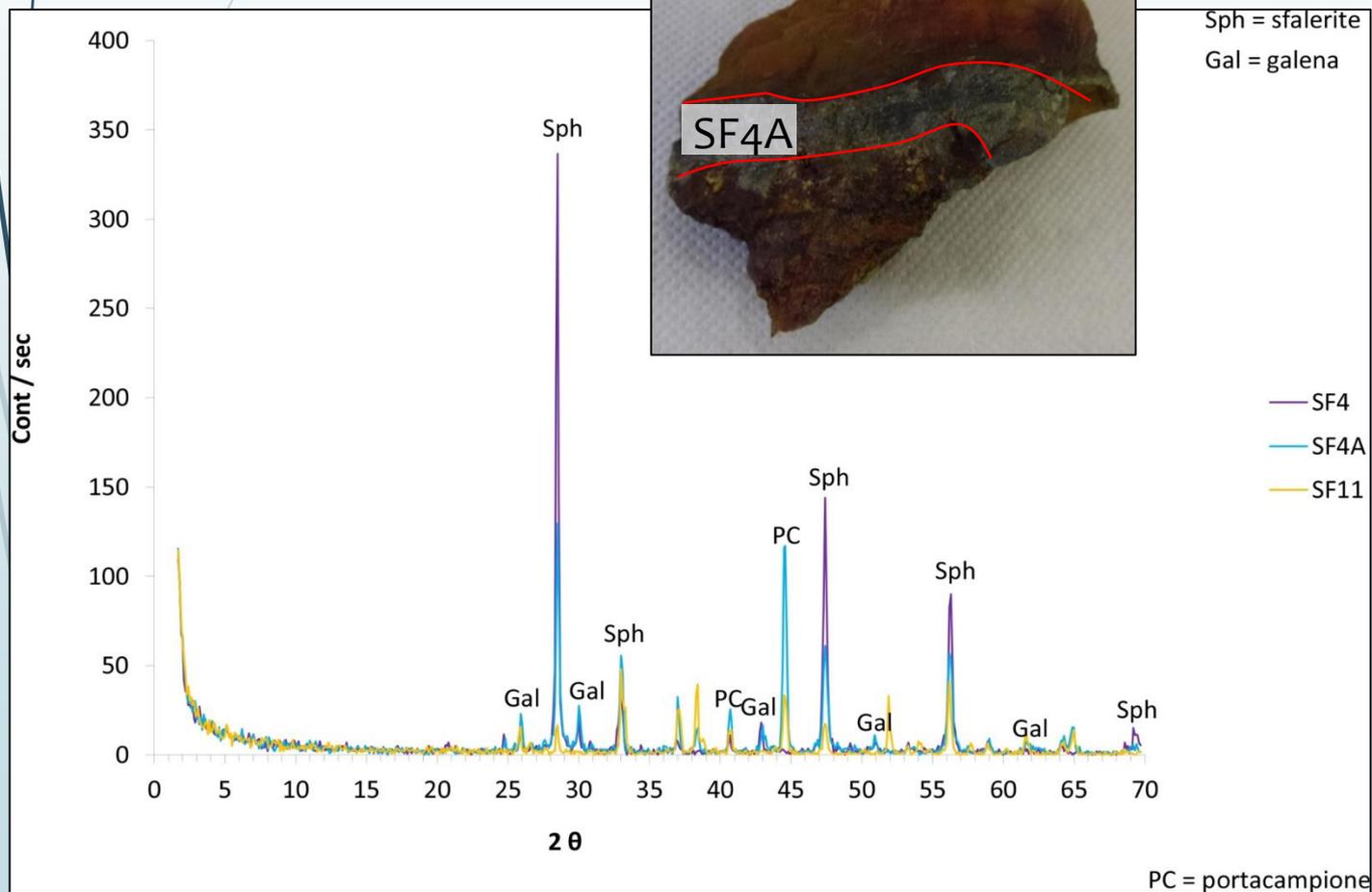
SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

Composizione mineralogica

Edificio laveria



Sph = sfalerite
Gal = galena

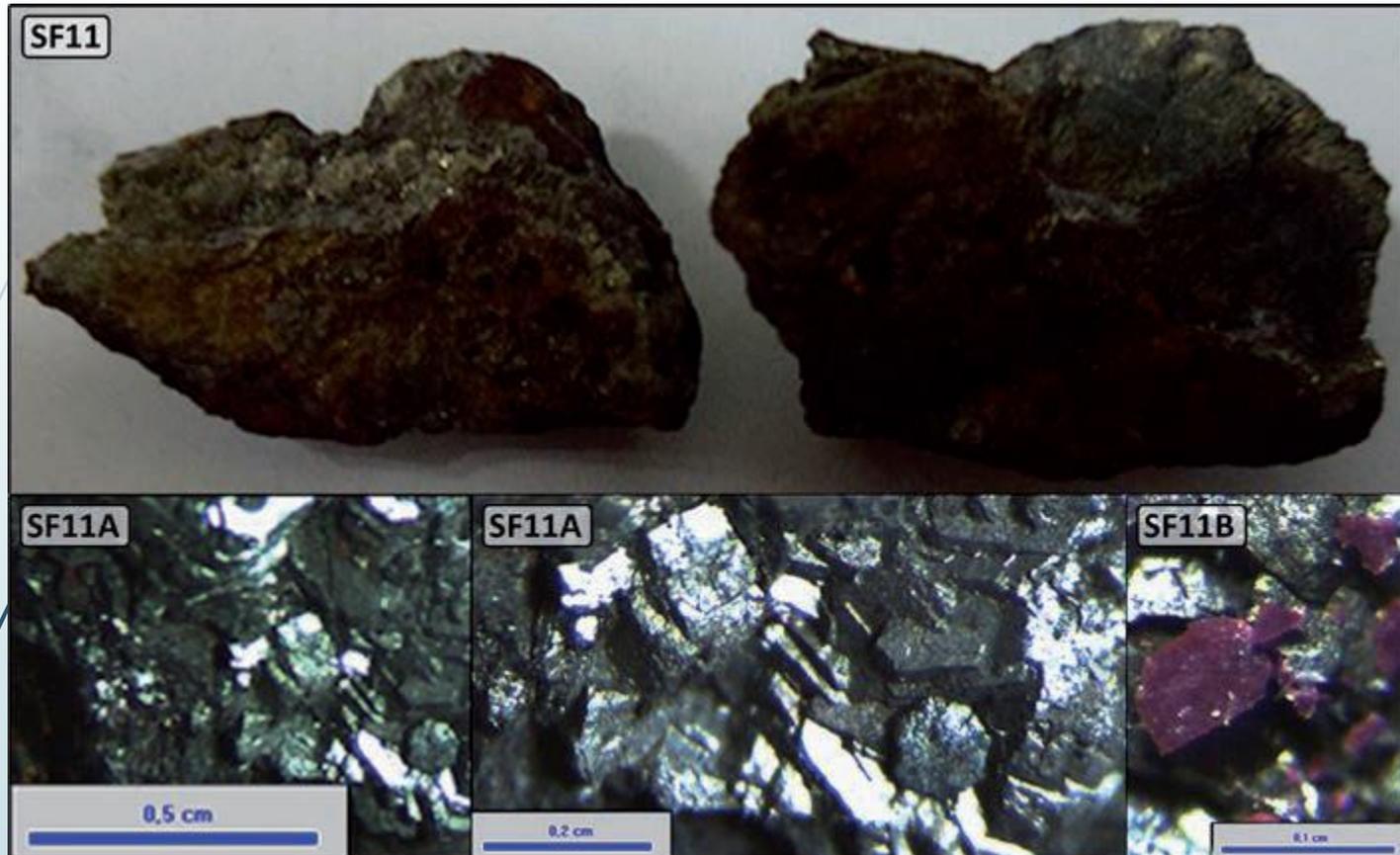


Laveria
Deposito sterile

SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

Solo Blenda o anche pirite ?

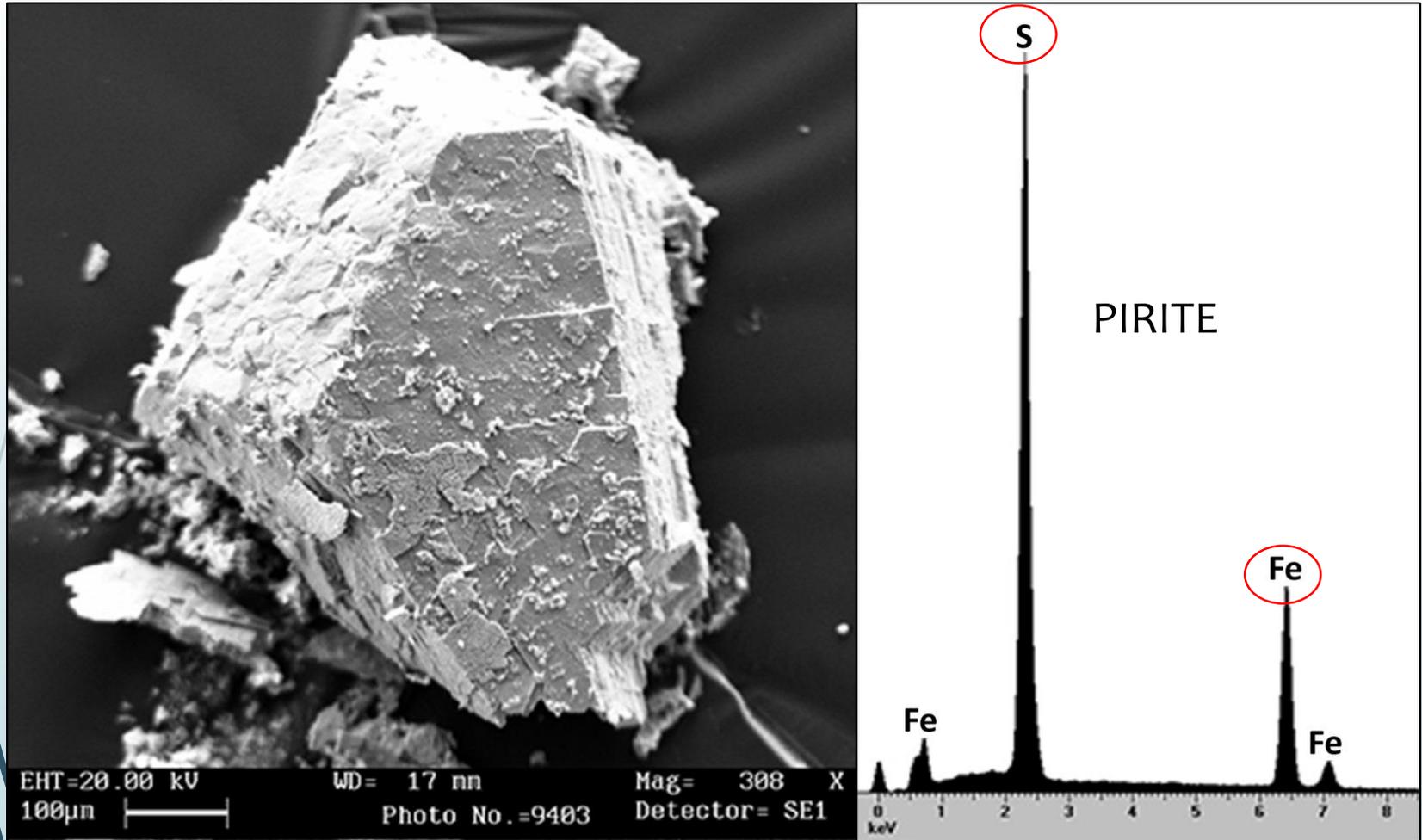
... un aiuto dalla microanalisi chimica semi-quantitativa



Dettaglio al microscopio relativo alle cristallizzazioni identificate sul campione SF11, piccolo frammento proveniente dalla zona adibita al deposito del materiale sterile

SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

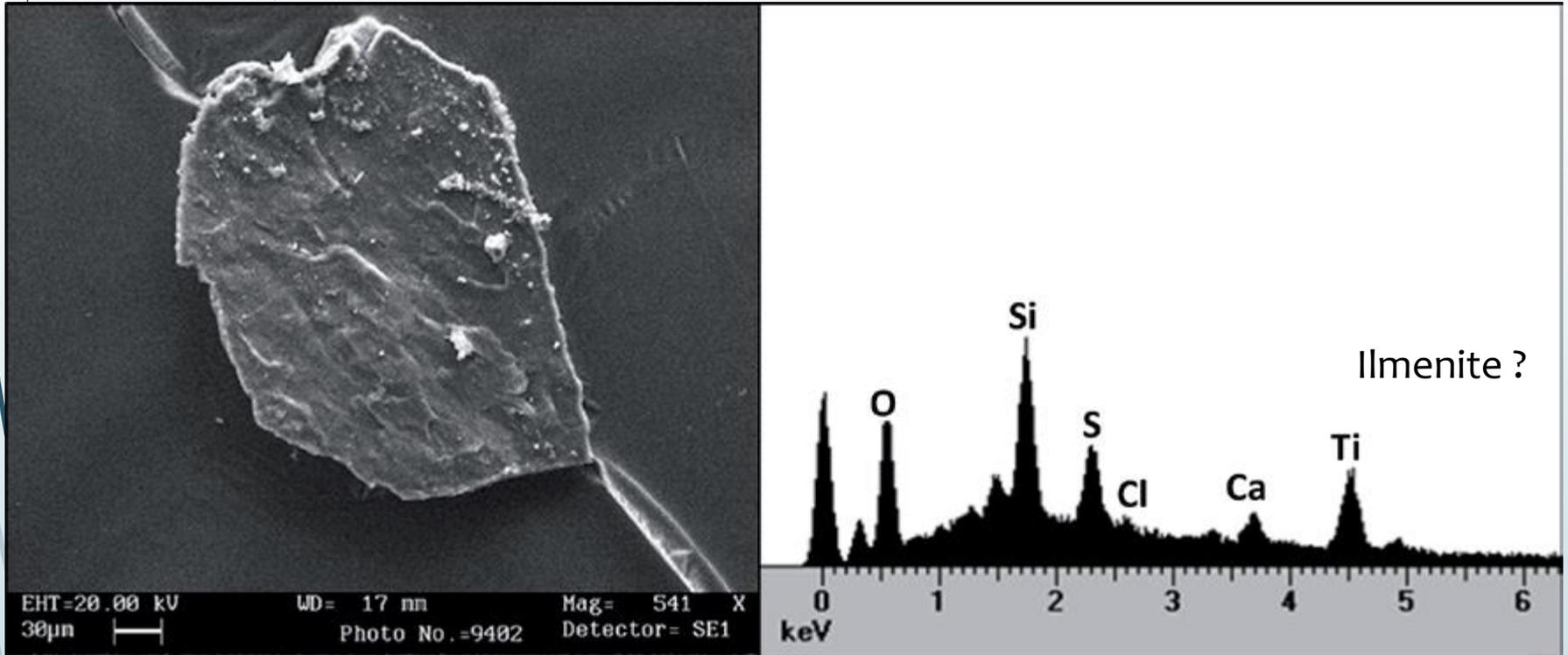
Microanalisi chimica semi-quantitativa



Risultati della microanalisi chimica semi-quantitativa eseguita sul cristallo di aspetto metallico con lucentezza dorata (SF11A).

SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

Microanalisi chimica semi-quantitativa

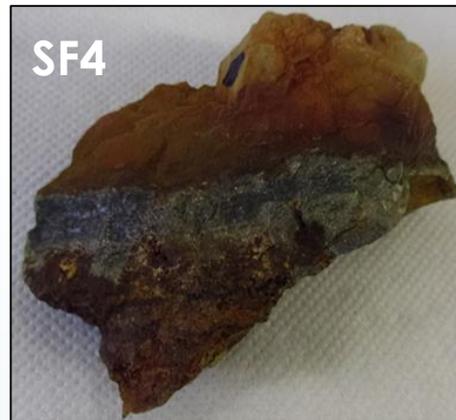


Risultati della microanalisi chimica semi-quantitativa eseguita sulla patina rosso-violetta (SF11B).

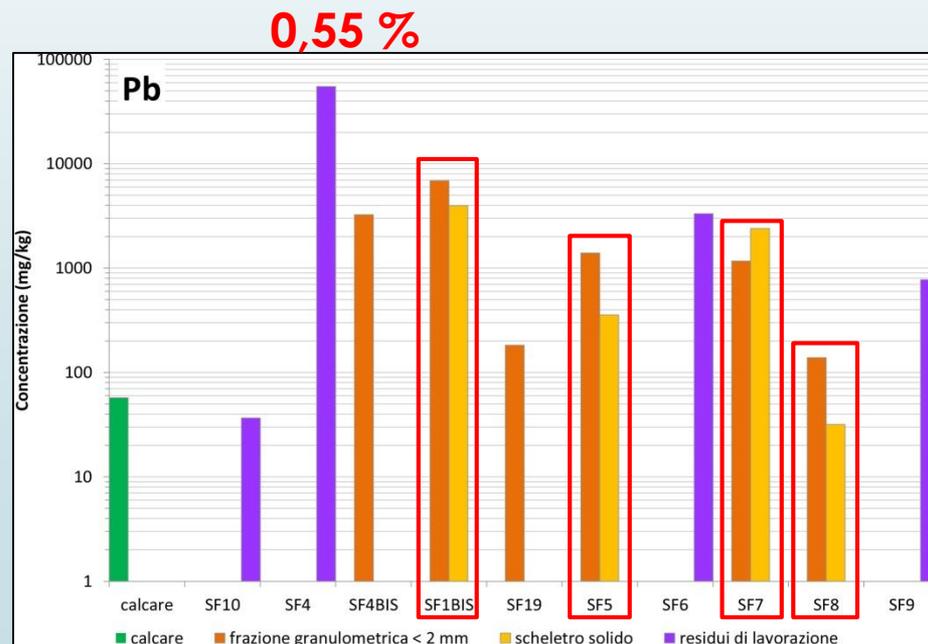
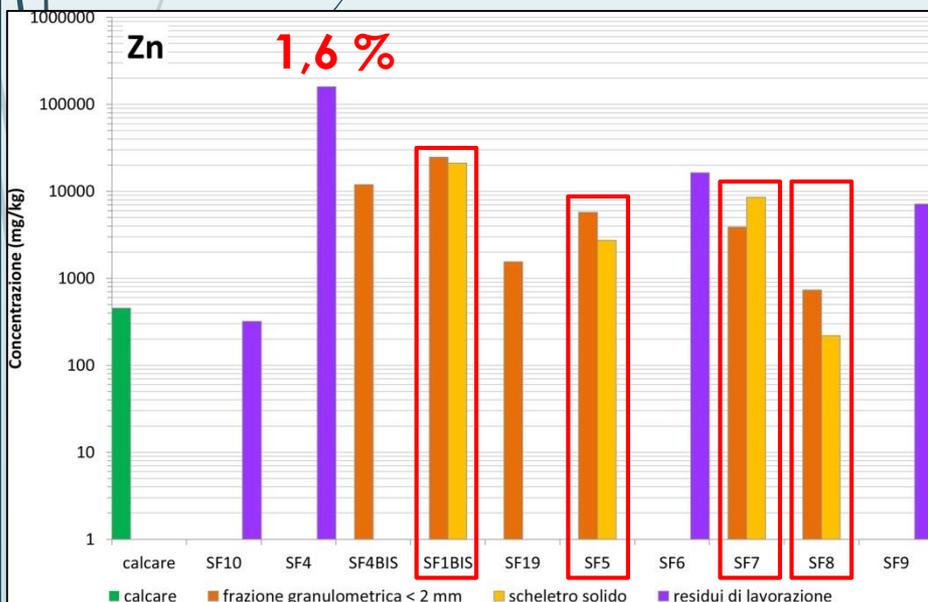
L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Suoli e residui di lavorazione

- Frazione granulometrica < 2 mm
- Scheletro solido (2 mm – 2 cm)
- Frazione granulometrica > 2 cm (Residui di lavorazione)



METALLI PESANTI
POTENZIALMENTE TOSSICI

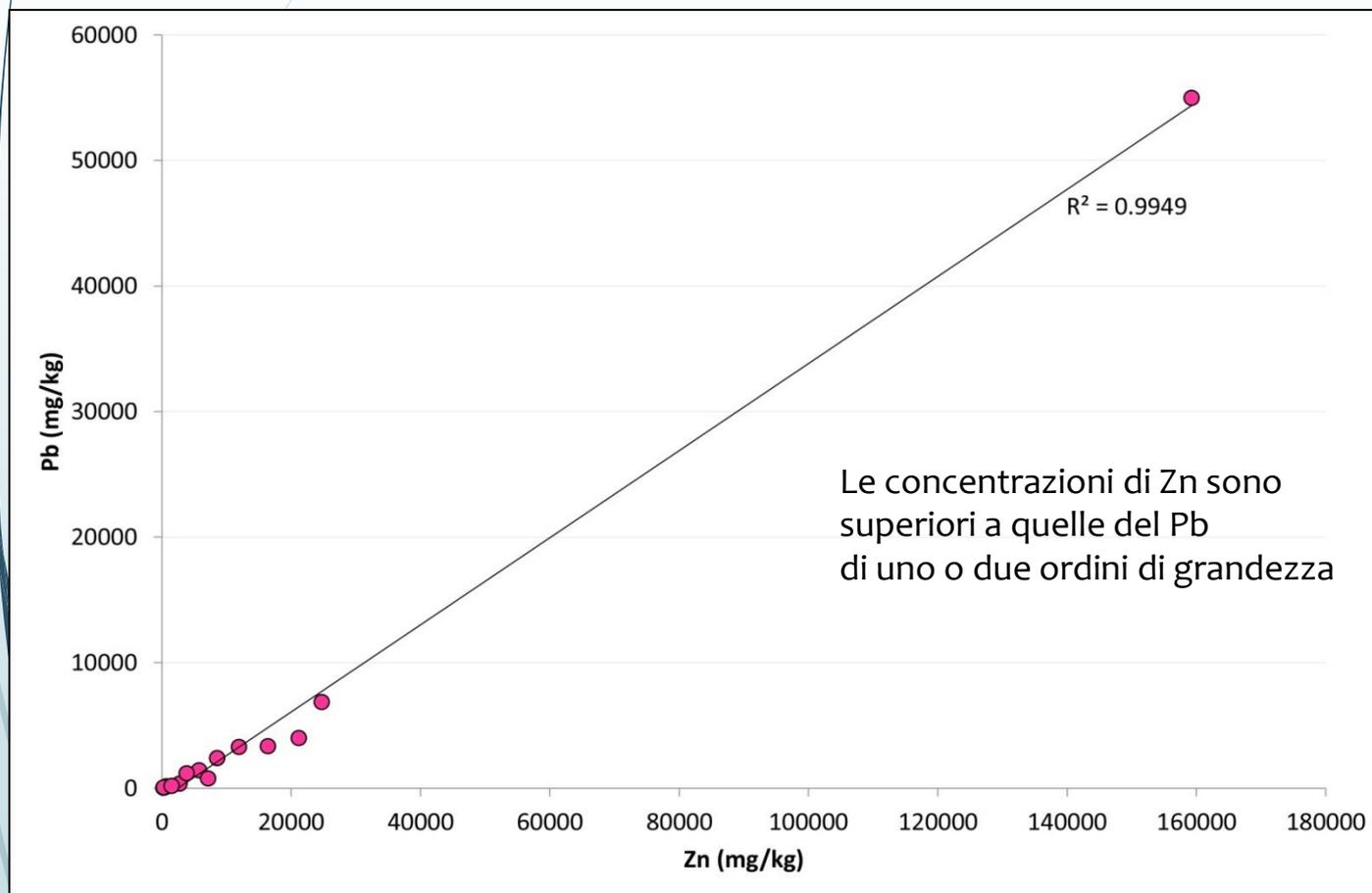


L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Suoli e residui di lavorazione

blenda ZnS

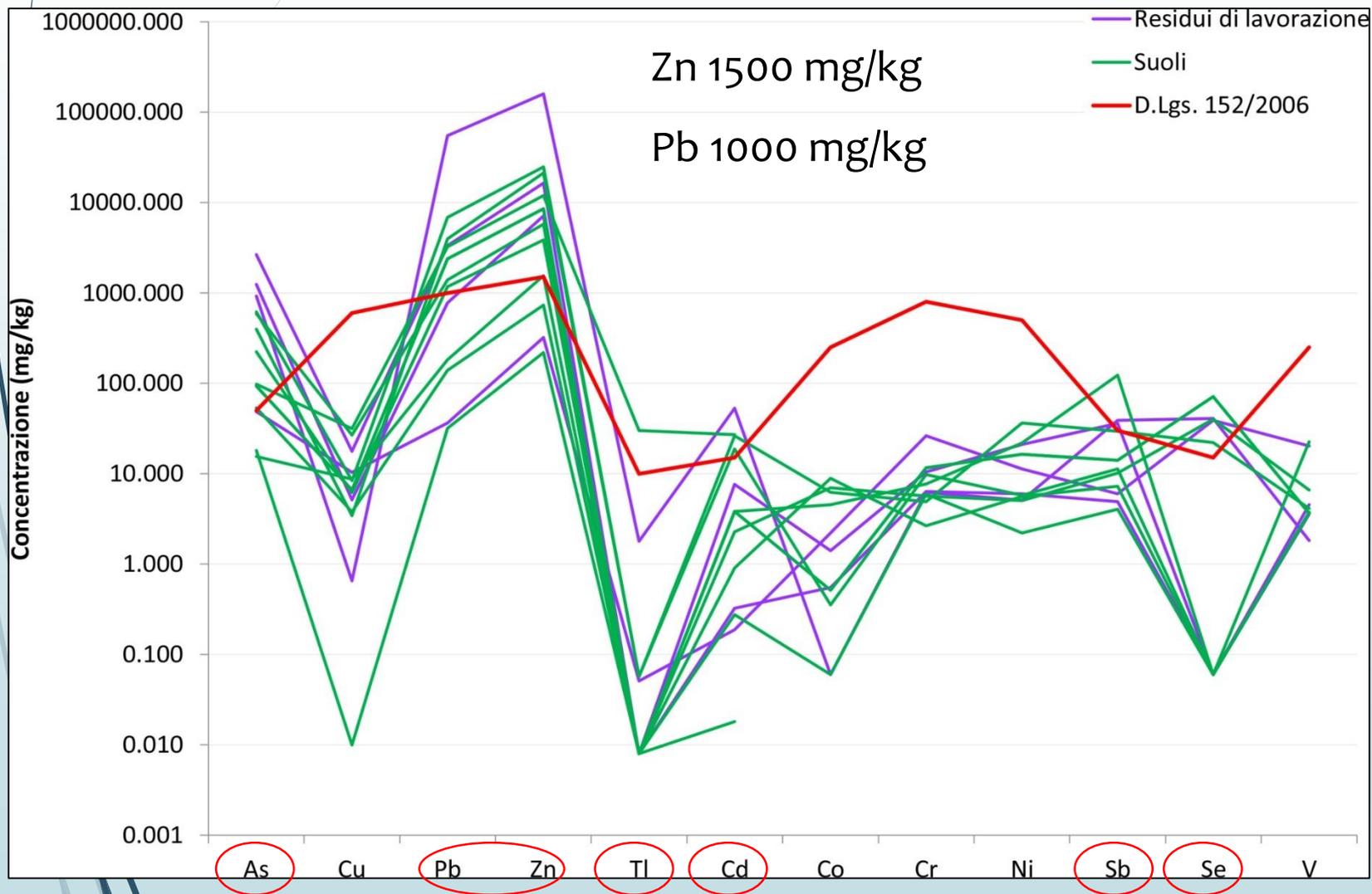
galena PbS



la mineralizzazione estratta a Salafossa presenta un tenore medio di Zn superiore a quello del Pb (4,90 % di Zn e 0,95 % di Pb)

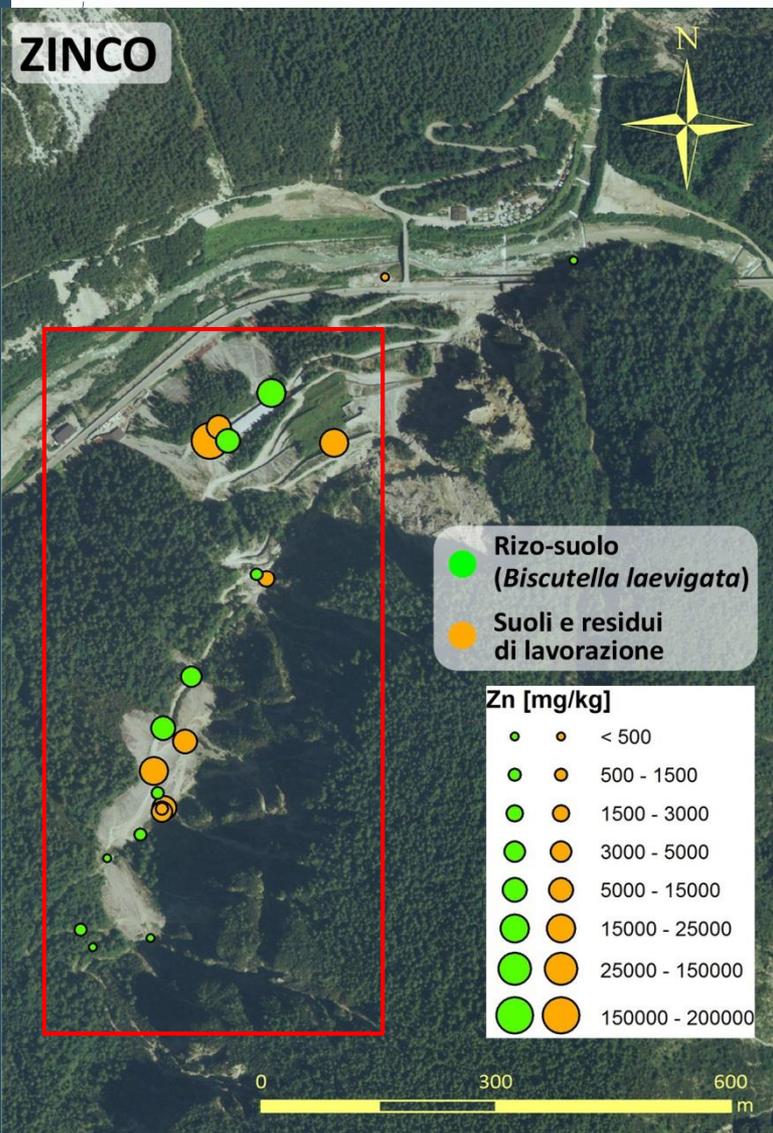
L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Confronto con la normativa indicativo:
colonna B (D.Lgs. 152/2006) – suoli ad uso commerciale ed industriale



L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Distribuzione spaziale delle concentrazioni nei suoli

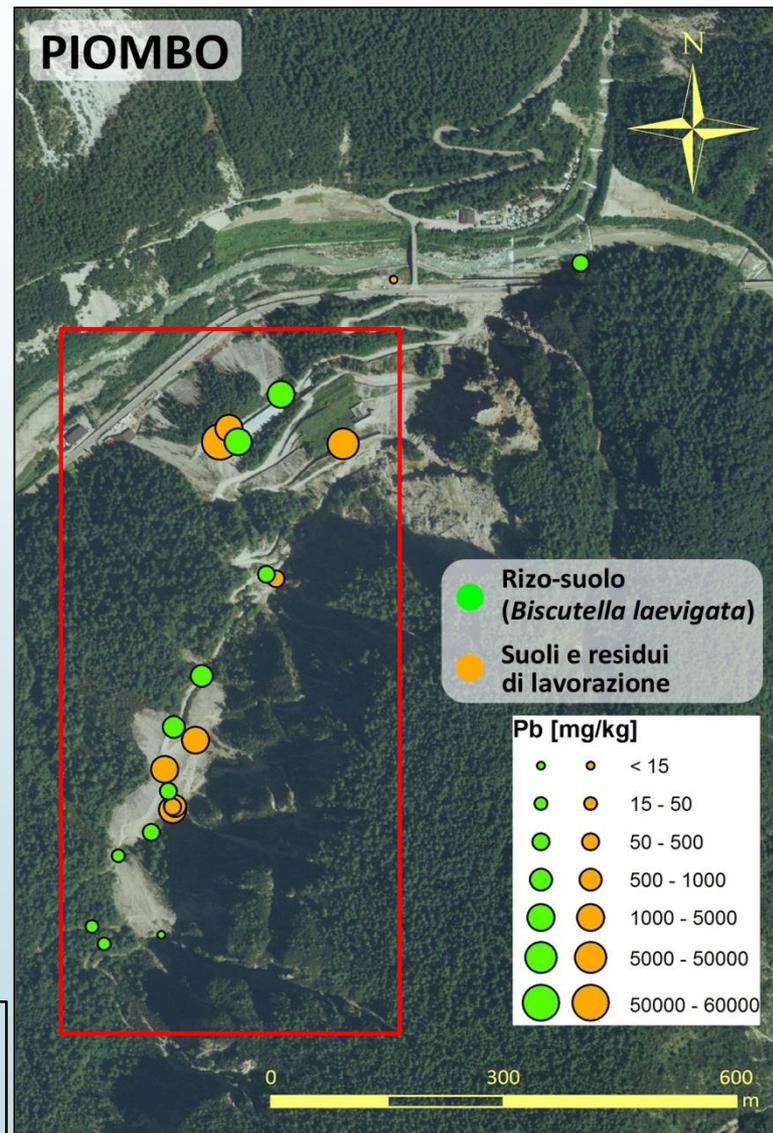


LAVERIA

AUMENTO DELLE CONCENTRAZIONI

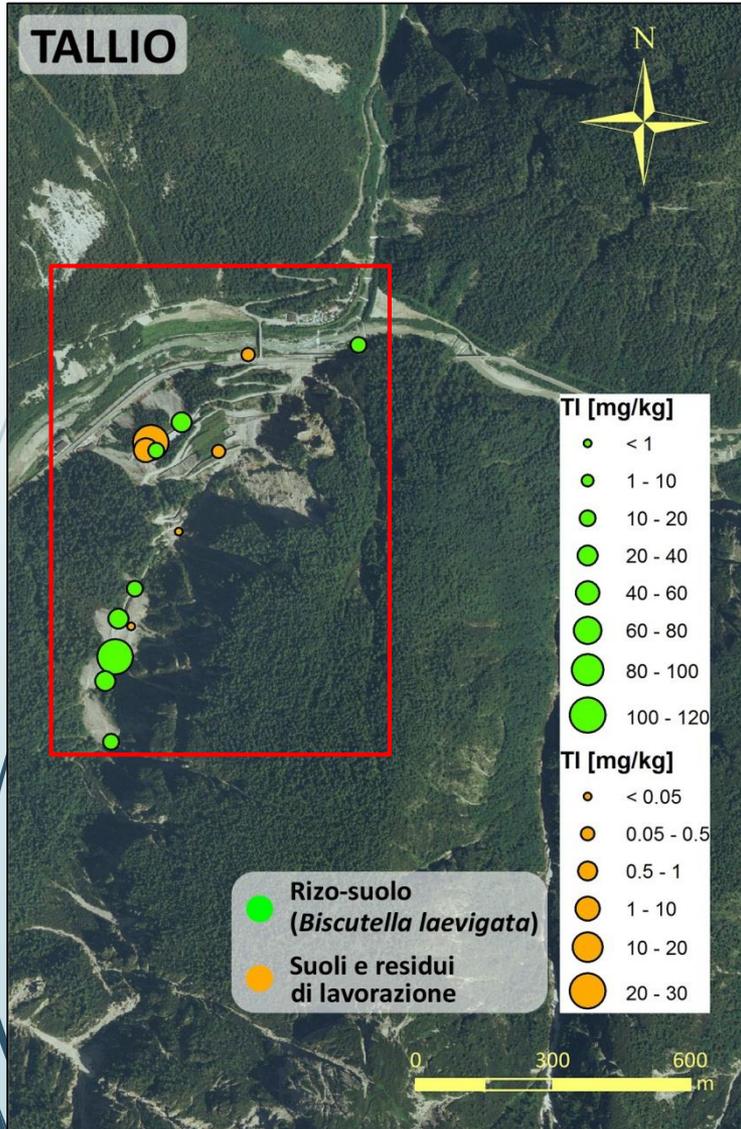
RIZO-SUOLI

ZONA DI DEPOSITO



L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Distribuzione spaziale delle concentrazioni di Tallio nei suoli



LAVERIA

DIMINUIZIONE DELLE CONCENTRAZIONI

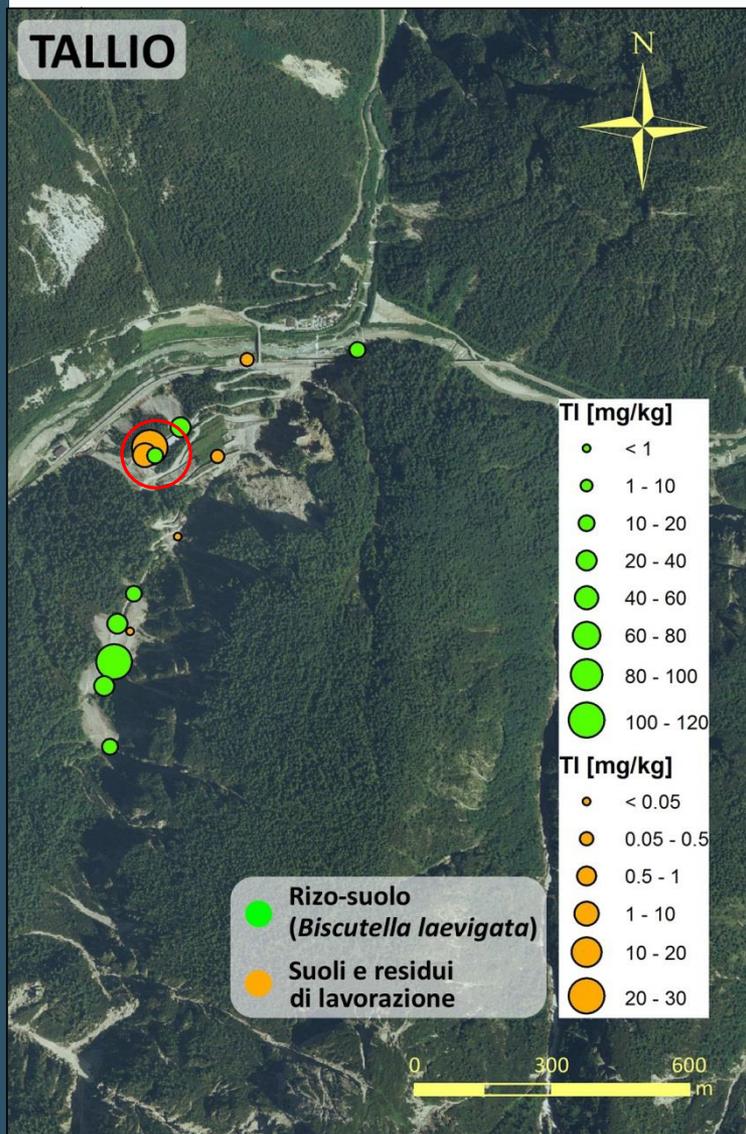
RIZO-SUOLI

**Superamento della
soglia limite di 10
mg/kg (D.Lgs.
152/2006)**

ZONA DI
DEPOSITO

L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Distribuzione spaziale delle concentrazioni di Tallio in matrice minerale



Suolo SF4BIS

30,09 mg/kg



Residuo di lavorazione

SF4

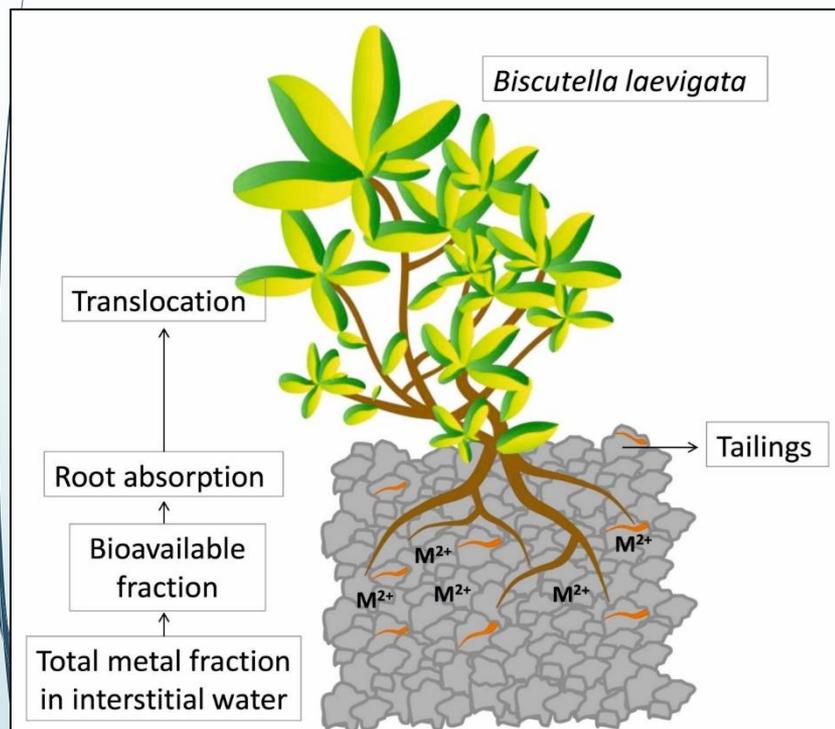
1,79 mg/kg



ETEROGENEITÀ DEI DEPOSITI DI MATERIALE RESIDUALE

L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Biscutella laevigata L.



- Metallofita facoltativa
- Specie iperaccumulatrice di TI

Bulk-suolo → Valutazione frazione biodisponibile nel suolo

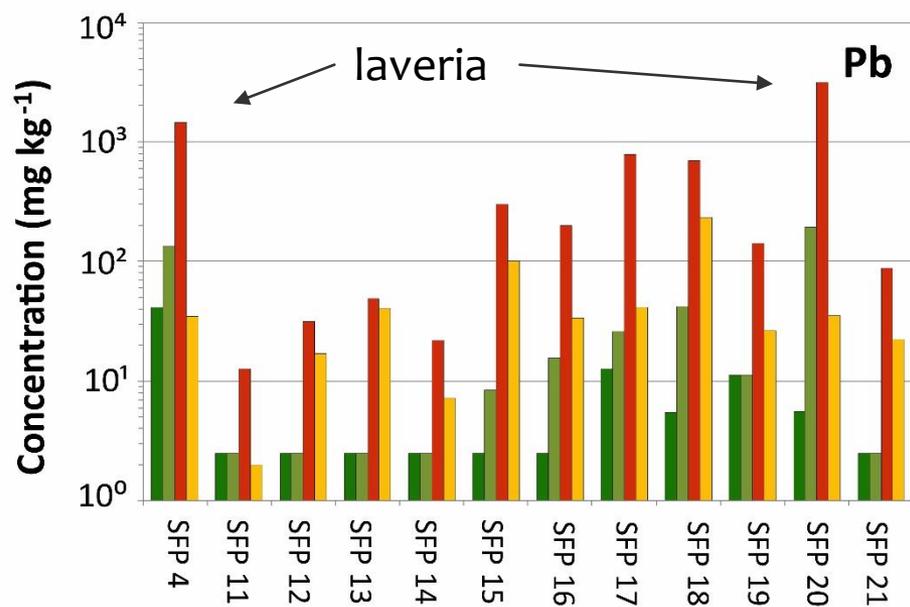
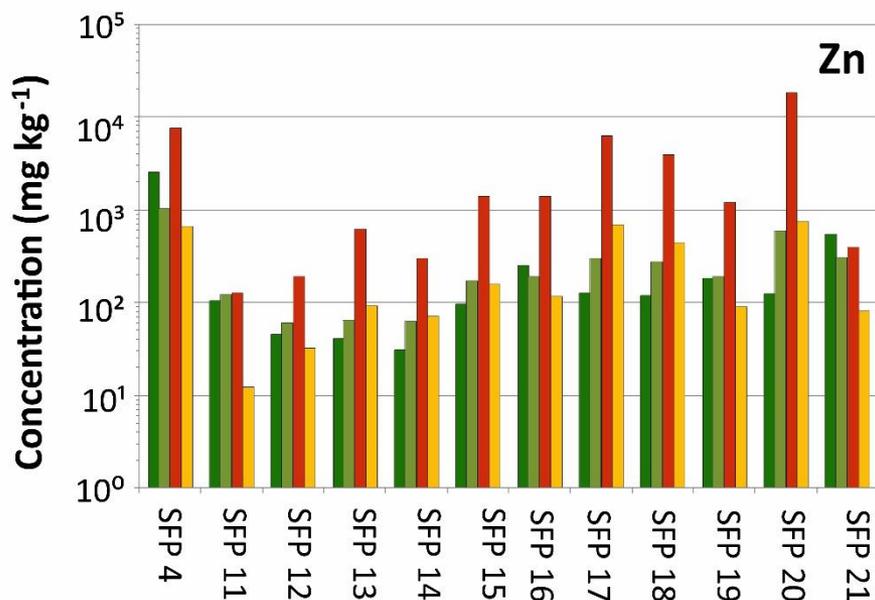
Rizo-suolo → Valutazione frazione biodisponibile per l'assorbimento

Radici → Valutazione dell'assorbimento radicale

Foglie → Valutazione della traslocazione

L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Assorbimento radicale (Zn e Pb) e traslocazione (Zn)



Leaves

Roots

Rhizo-soil total

Rhizo-soil extracted



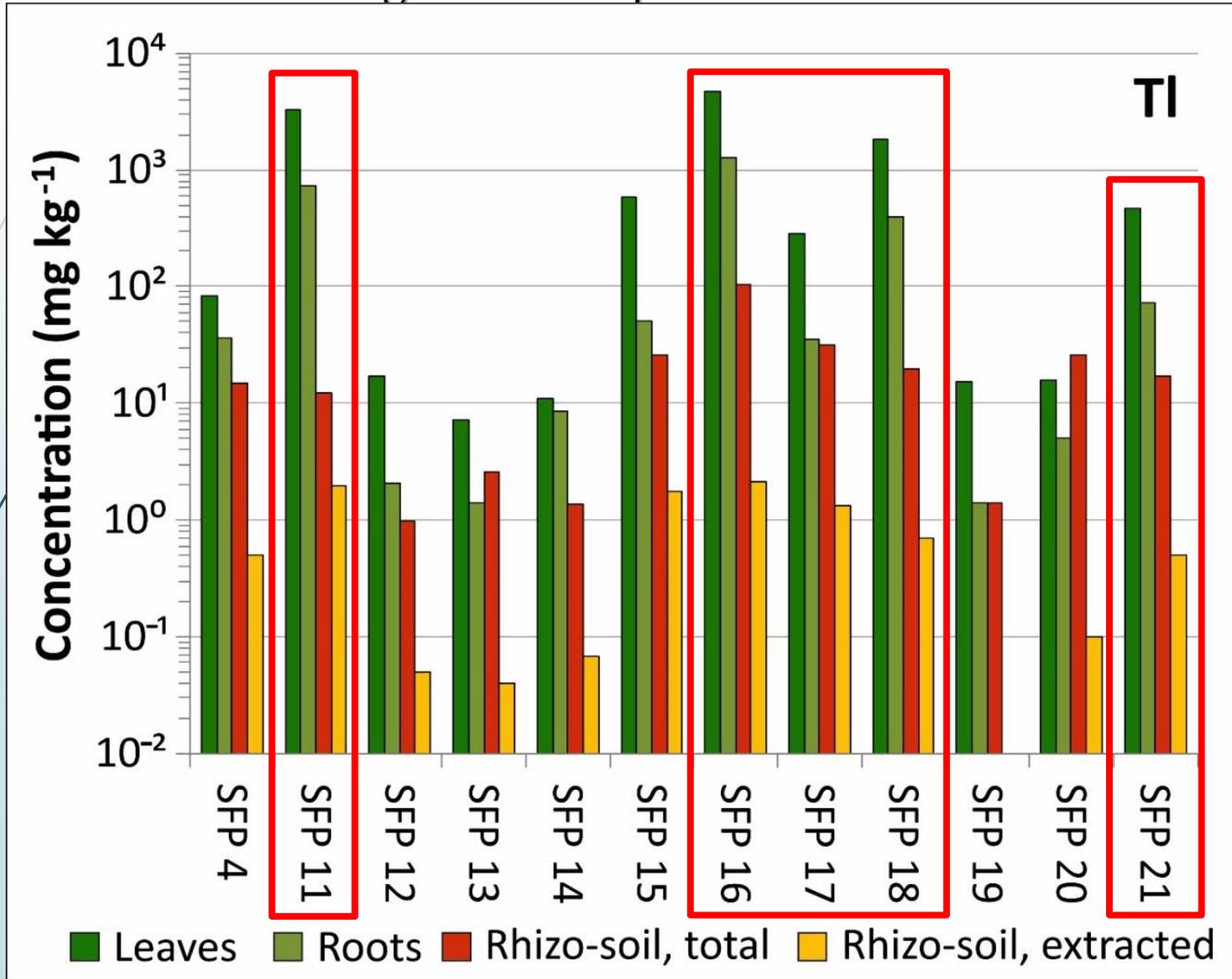
biodisponibilità ?

Zn in radici e foglie >
Zn estratto da rizo-suolo



L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

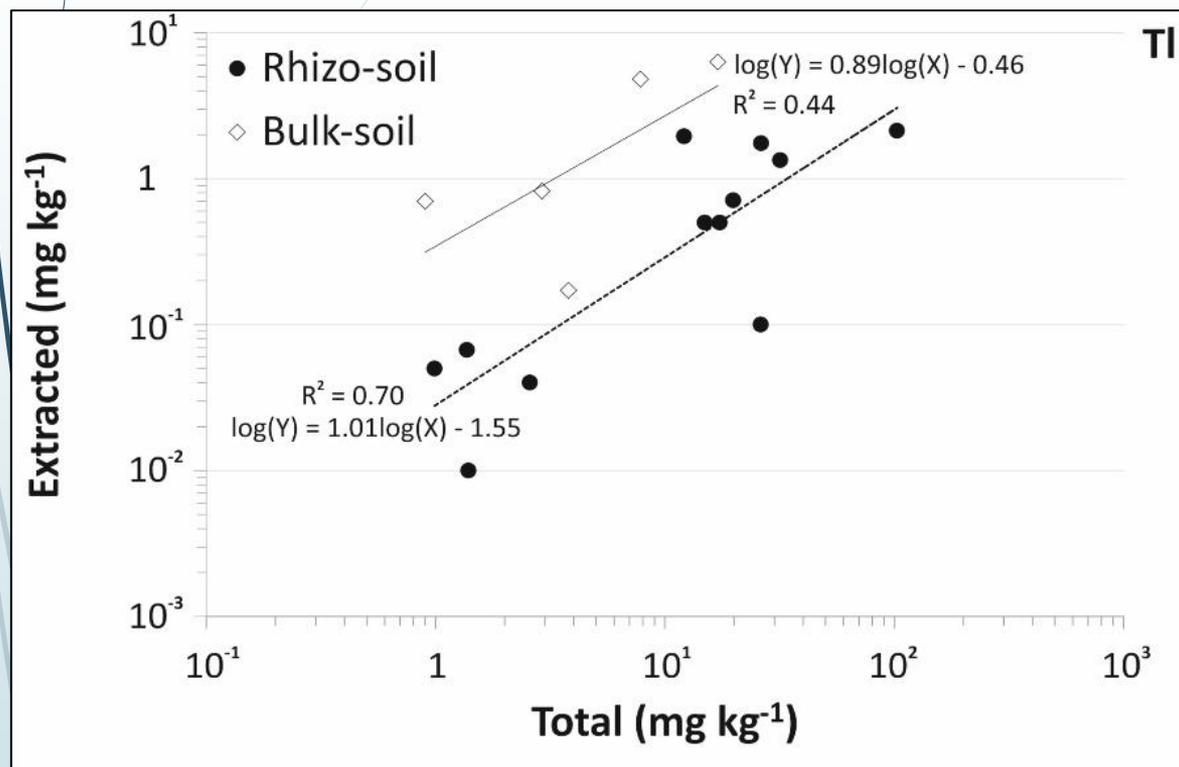
Assorbimento radicale e traslocazione del Tallio:
fino a due ordini di grandezza superiore al rizo-suolo !



L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Biodisponibilità del **Tallio** in suolo e rizo-suolo

ESTRATTO vs TOTALE

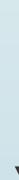


DTPA (0.005 M)
Soluzione estraente

Suolo (Bulk) Rizo-suolo

Total <lod-17.0 1.0-102.8
(mg kg⁻¹)

Extr. <lod-6.3 <lod-2.0
(mg kg⁻¹)

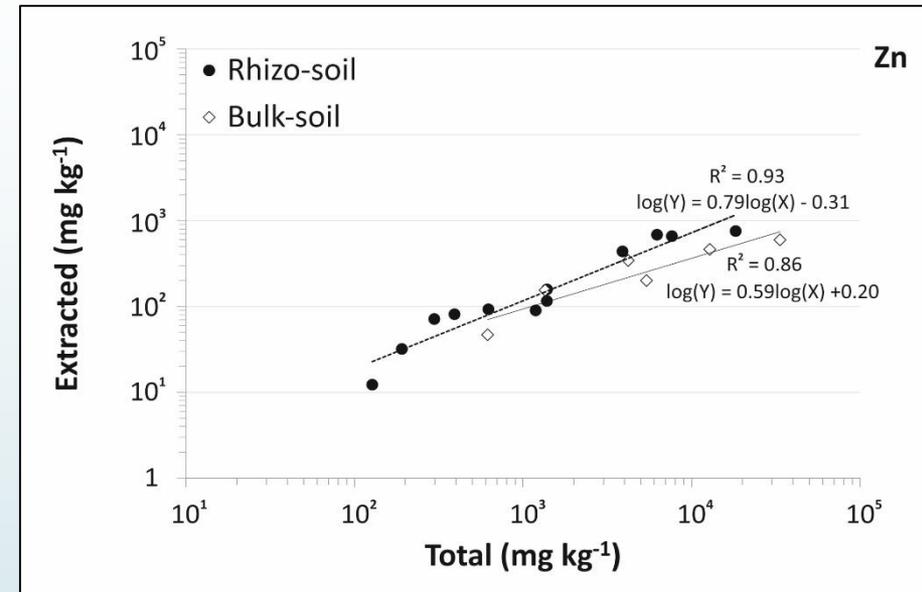
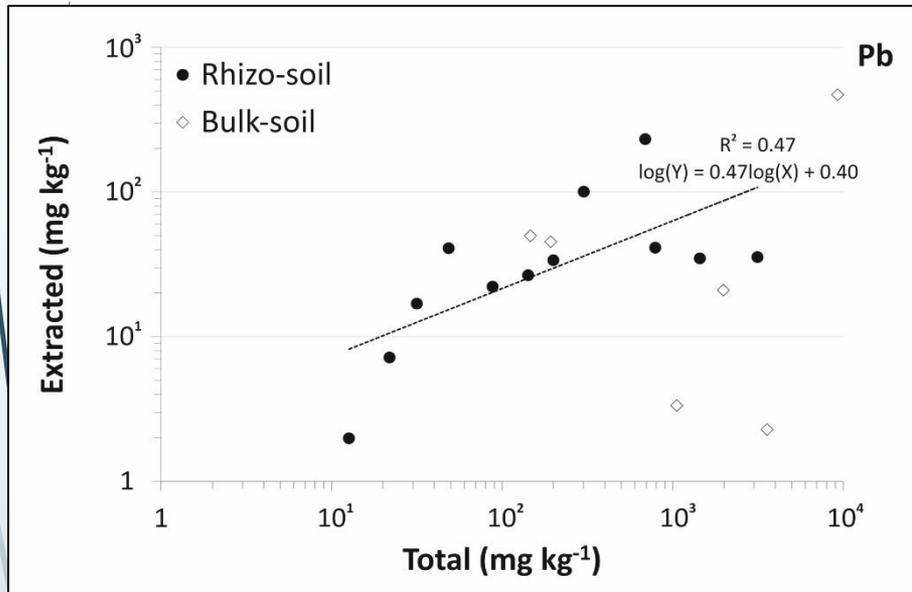


La relazione tra concentrazione estratta vs totale del metallo è più significativa nei campioni di rizo-suolo (percentualmente meno ricchi di TI estraibile): la *B. laevigata* favorisce l'assorbimento radicale del TI.

L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Biodisponibilità di **Pb** e **Zn** in suolo e rizo-suolo

ESTRATTO vs **TOTALE**



Suolo (Bulk) Rizo-suolo

Total 146-9284 13-3144
(mg kg^{-1})

Extr. 2.3-470 2.0-231
(mg kg^{-1})

Suolo (Bulk) Rizo-suolo

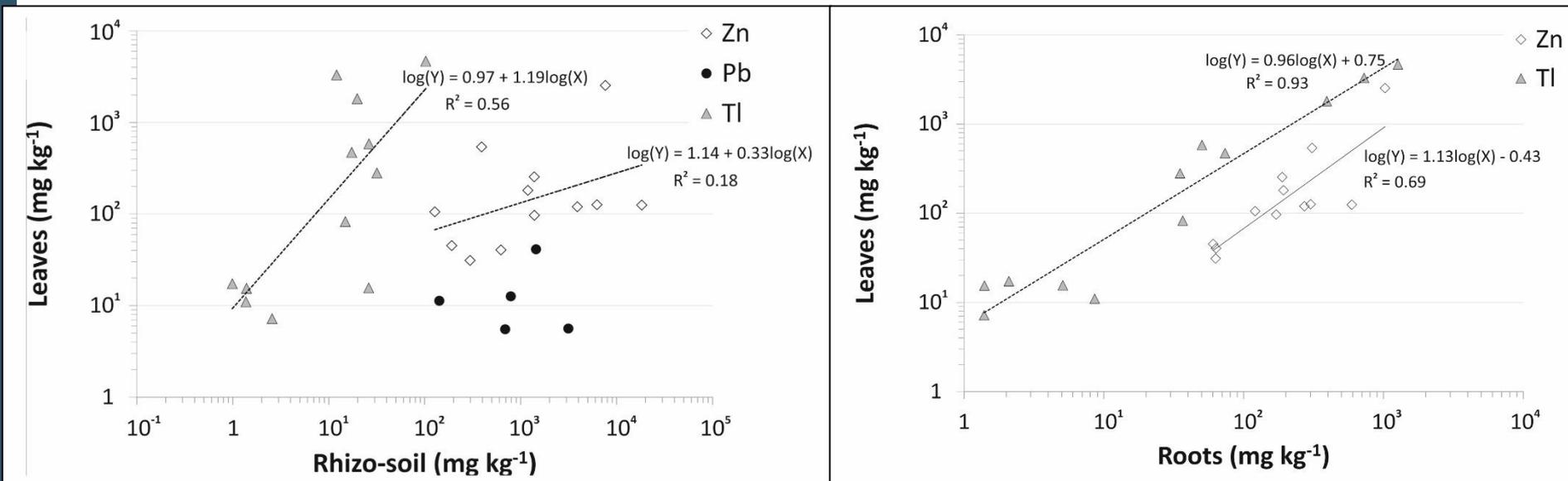
Total 1351-33489 127-18297
(mg kg^{-1})

Extr. 47-595 12-754
(mg kg^{-1})

La *B. laevigata*, attraverso il processo di acidificazione della rizosfera, potrebbe favorire l'alterazione della Galena in Cerussite. La dissoluzione di quest'ultima potrebbe aver reso il Pb maggiormente biodisponibile (estratto).

L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Relazione suolo – pianta per Zn, Pb e Tl



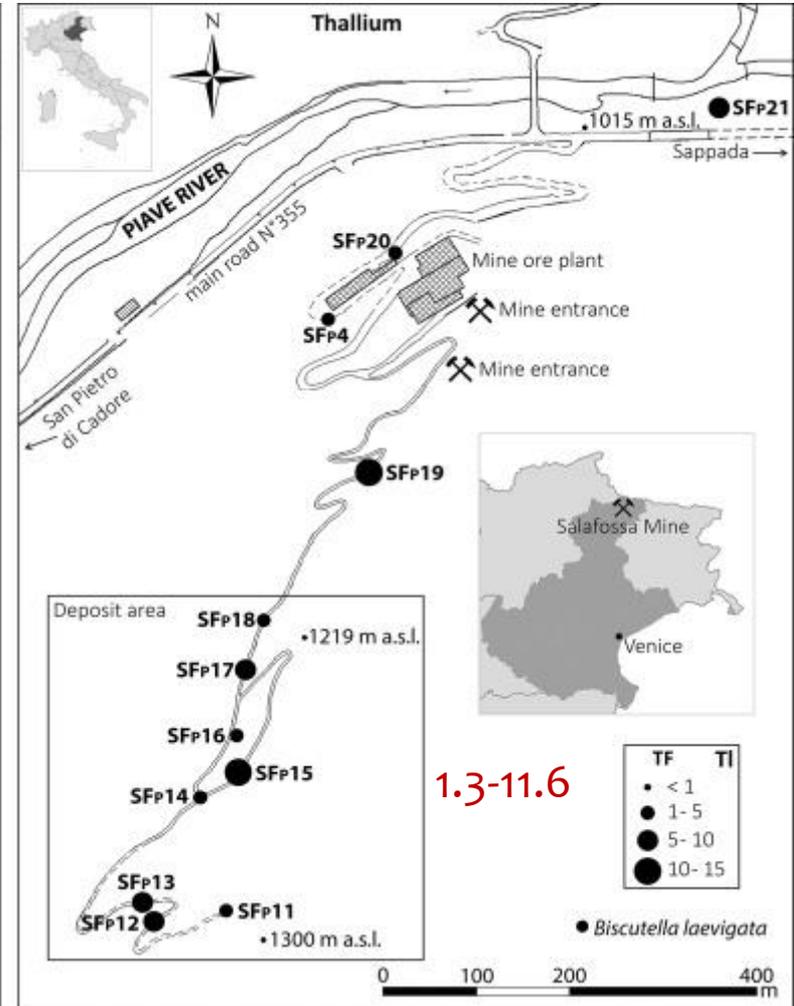
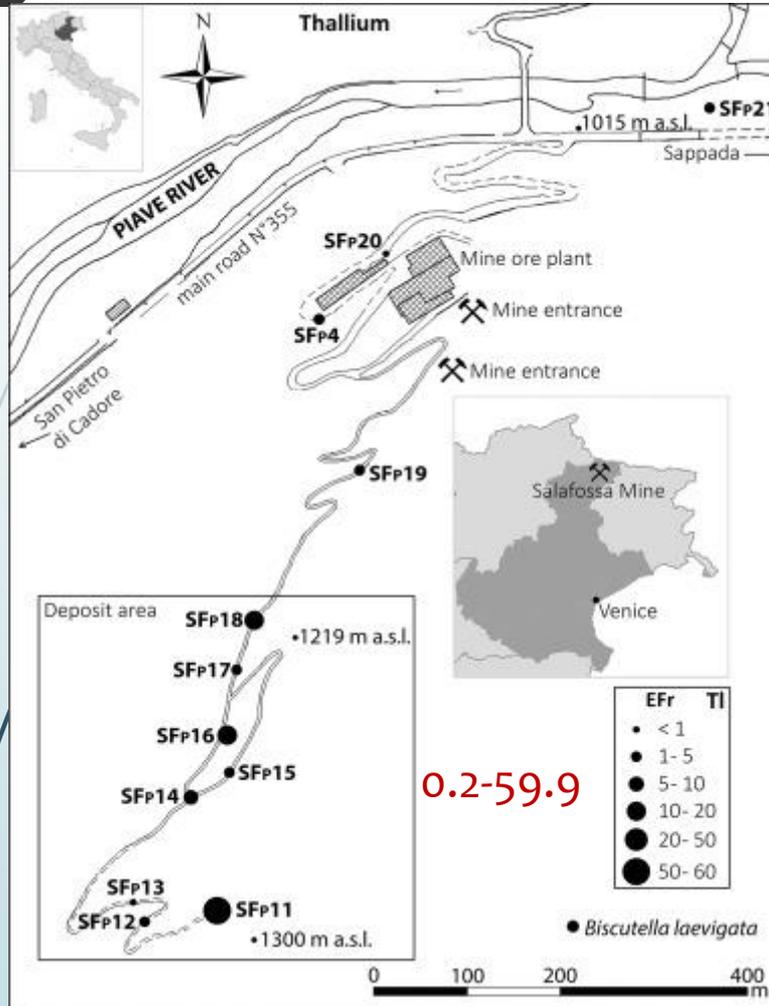
(SF_p16) Tallio max (mg kg⁻¹) : 102.8 (Rizo-suolo), 1267 (Radici), 4657 (Foglie)

Gli elevati coefficienti di correlazione testimoniano la tendenza della *B. laevigata* all'assorbimento, e conseguente traslocazione, del Tallio presente nel corrispondente rizo-suolo.

Stesse relazioni non sono significative per il Pb (non disponibile) e solo parzialmente per lo Zn.

L'AREA ESTERNA DELLA MINIERA

Enrichment Factor (EF) e Translocation Factor (TF) per il Tallio



$$EF = \frac{[Tl]_{radici}}{[Tl]_{rizo-suolo}}$$

$$TF = \frac{[Tl]_{foglie}}{[Tl]_{radici}}$$

CONCLUSIONI

❖ SUOLI E RESIDUI DI LAVORAZIONE

- Elevate concentrazioni di elementi in tracce anche potenzialmente tossici
- Eterogeneità nella distribuzione spaziale delle concentrazioni
- Individuazione delle zone critiche

❖ MATRICE VEGETALE

- La procedura di estrazione (DTPA) ha evidenziato che il TI è presente nel suolo in una forma biodisponibile per l'assorbimento radicale
- Bioaccumulo del TI negli individui di *B. laevigata*
- Influenza della *B. laevigata* sulla biodisponibilità del TI e degli altri elementi in tracce

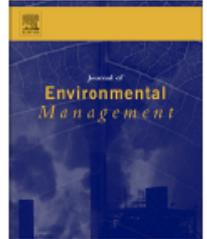


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman



Research article

Bioaccumulation of thallium and other trace metals in *Biscutella laevigata* nearby a decommissioned zinc-lead mine (Northeastern Italian Alps)

Elena Pavoni ^a, Elisa Petranich ^a, Gianpiero Adami ^b, Elena Baracchini ^b, Matteo Crosera ^b, Andrea Emili ^a, Davide Lenaz ^a, Pablo Higuera ^c, Stefano Covelli ^{a,*}

^a Department of Mathematics and Geosciences, University of Trieste, Italy

^b Department of Chemical and Pharmaceutical Sciences, University of Trieste, Italy

^c IGeA - University of Castilla La Mancha, Almadén, Ciudad Real, Spain



... alla prossima puntata: le acque di drenaggio!



Foto S-Team, progetto Salafossa