

GEOLOGIA FORENSE

Rosa Maria Di Maggio

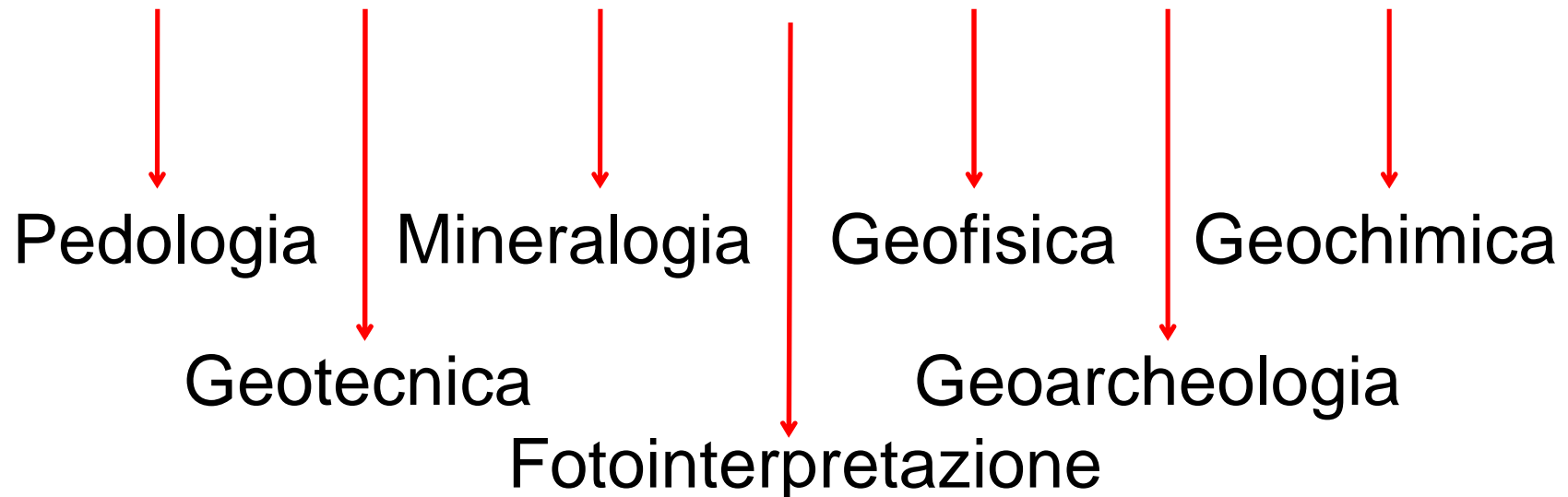
Scienze forensi e criminalistica:
nuove tecniche di analisi e applicazioni pratiche

Bologna 21 novembre 2014



Definizione

La Geologia Forense comprende differenti discipline delle Scienze della Terra e studia numerose tecniche scientifiche applicabili ai casi giudiziari, al fine di fornire supporto alle attività investigative di Polizia Giudiziaria, mediante la ricerca e l'analisi di fonti di prova.



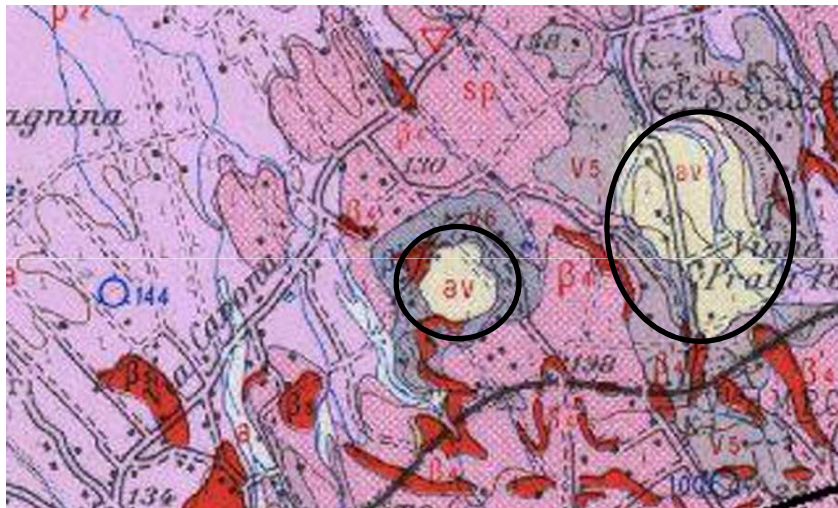
Perché geologia e materiali geologici?

- 1- L'ambiente è un sistema aperto che interscambia elementi con chi lo frequenta;
- 2- I materiali geologici si trovano in superficie in differenti ambienti e vengono facilmente in contatto con superfici mobili sulle quali si depositano;
- 3- I materiali geologici cambiano sensibilmente caratteristiche, anche a brevi distanze.

Lo studio dei materiali geologici permette di risalire a micro aree di provenienza e/o di collegare un sospettato con un luogo.

...i materiali e le tecniche geologiche permettono di...

LOCALIZZARE



COLLEGARE



Nell'analisi comparativa tra campioni di terreno si analizza e valuta il grado di analogia tra di essi, per stabilire l'eventuale provenienza dei campioni dal medesimo microambiente.

Foto aeree e satellitari

La fotointerpretazione di riprese aeree e satellitari è una disciplina che ha trovato un vasto impiego perchè è uno strumento efficace per acquisire, in tempi relativamente brevi, dati ed informazioni di tipo geoambientale e territoriale di aree anche molto vaste.

Le prime foto aeree del nostro territorio risalgono al 1943-45, riprese dalla R.A.F. (*Royal Air Force*) durante l'ultimo conflitto mondiale.

La copertura aerofotogrammetrica del territorio nazionale viene effettuata dall'Istituto Geografico Militare e ripetuta in anni successivi, comprende riprese in bianco e nero, a colori e a infrarosso in falso colore.





Esempio di foto interpretazione
multitemporale

La fotointerpretazione multitemporale e l'analisi di foto satellitari possono trovare molti utilizzi in campo forense:

- abusivismo edilizio
- ricerca di fosse comuni
- reati ambientali (discariche abusive, attività estrattiva, deforestazione ecc.)

Esempi di abusivismo edilizio



Foto aerea 1997



Foto satellitare 2001



Discarica non controllata





Massacro di Srebrenica



Fosse comuni in Sudan

La geofisica forense

- ✓ ricerca e localizzazione di oggetti e corpi sepolti
- ✓ ricerca di oggetti e corpi in ambiente subacqueo
- ✓ ricerca e localizzazione di cavità (bunker, etc.)
- ✓ ricerca di discariche abusive
- ✓ ricerca di aree con elevati tassi di inquinamento chimico

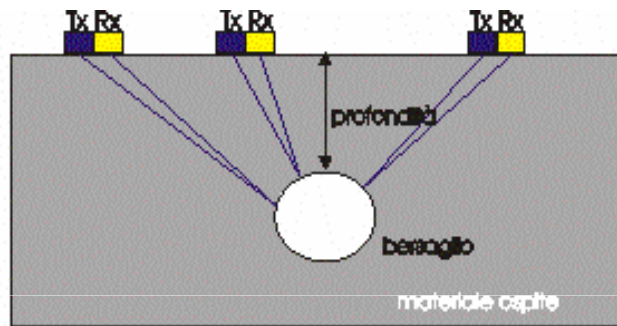


Ground Penetrating Radar
(GPR) o Geo-Radar

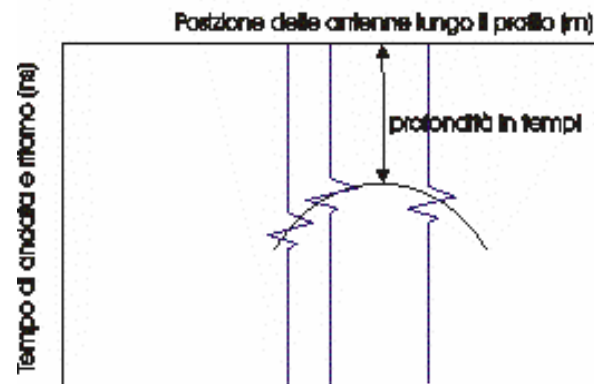
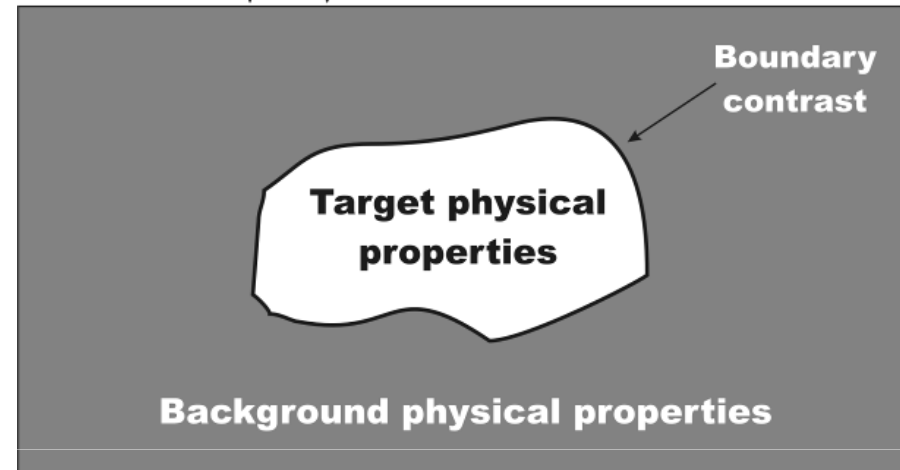


Metal detector

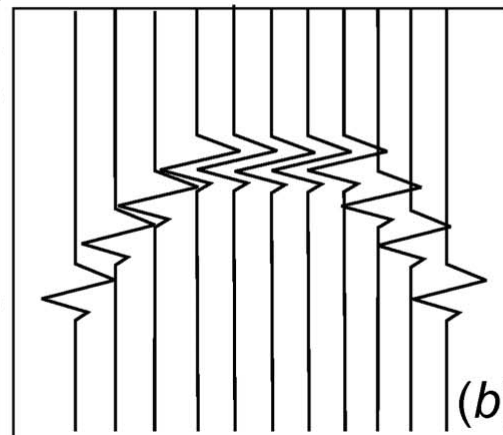
Georadar



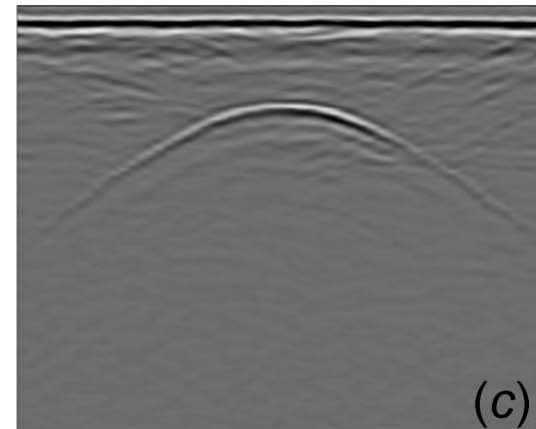
Measurement of the
physical properties
at surface



Antennas position (m)



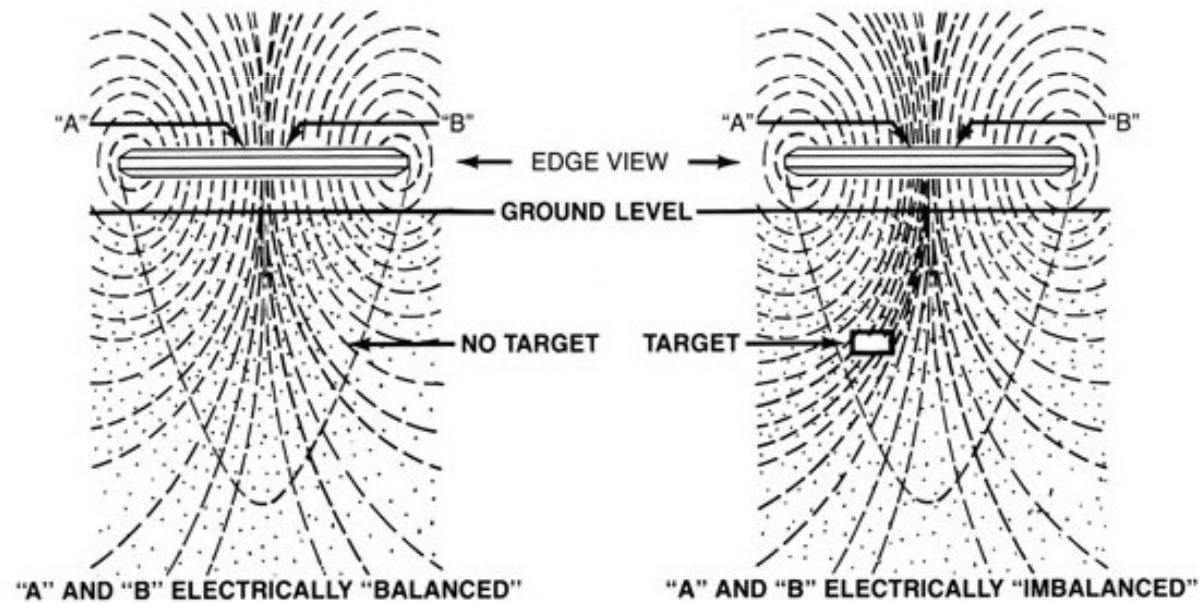
(b)



(c)



Metal detector



When a target comes within the detection pattern, searchcoils windings become imbalanced at Point A and B, and electromagnetic field lines are redistributed as shown in this drawing.

Dov'è Bin Laden?

Il 7 ottobre 2001, l'organizzazione terroristica Al Qaeda, diffuse un video di Osama Bin Laden nel quale compariva seduto davanti uno sfondo roccioso.

I geologi della “Military Branch” dell'U.S. Geological Survey si dedicarono allo studio delle rocce che comparivano sullo sfondo delle immagini, al fine di individuare l'area nella quale si trovava Bin Laden.



Le rocce risultarono essere una specifica formazione di arenarie che in Afghanistan affiorano solo nella regione di Paktia Paktika, nell'area di Tora Bora.



Nel dicembre 2001 l'area fu pesantemente bombardata e successivamente invasa dalle forze armate degli Stati Uniti, senza tuttavia catturare Bin Laden.



Dopo la divulgazione della notizia della scoperta del nascondiglio di Bin Laden grazie all'analisi delle rocce alle sue spalle, nei video successivi, Bin Laden apparirà su sfondi coperti da pesanti tele per non permettere lo stesso tipo di deduzione.

...un po' di storia



Sir Conan
Doyle



Sherlock
Holmes

-
- ✓ il numero dei tipi di terreno è quasi illimitato,
 - ✓ i terreni possono cambiare le loro caratteristiche anche a brevi distanze,
 - ✓ tutte le persone possono avere tracce di terreno sui loro vestiti, scarpe, ecc. semplicemente venendo a contatto con tali materiali
 - ✓ l'esame dei terreni può aiutare a collocare una persona nel luogo ove è venuta in contatto con il terreno

Hans Gross: prevede l'applicazione delle scienze della terra della mineralogia per studiare "la polvere e la sporcizia presente sulle scarpe e sui vestiti di un indagato".

George Popp: prima volta che si riconosce valido il valore delle indagini geologiche in una corte di giustizia.

Edmond Locard: basò i suoi studi scientifici finalizzati alla soluzione di casi criminali, sul principio di interscambio.

1935: primo laboratorio di geologia forense presso l'FBI.

...in Italia



L'omicidio di Aldo Moro



-
- ✓ Granelli di sabbia arrotondati e ben classati
 - ✓ Frammenti di conchiglie marine
 - ✓ Brandelli di petrolio greggio, frammenti di materiale poliestere

Sabbia proveniente da un ambiente di litorale marino.

- ✓ Metamorfiti, vulcaniti e calcari con microfossili tipici della costa a nord di Roma



Lombardi riuscì a circoscrivere un'area costiera, dall'aeroporto di Fiumicino verso nord, lunga circa 11 chilometri.

Le nuove Brigate Rosse



In un covo a Roma furono trovati scarponcini ed attrezzi da lavoro sporchi di terra.

Arresto nel 2003.

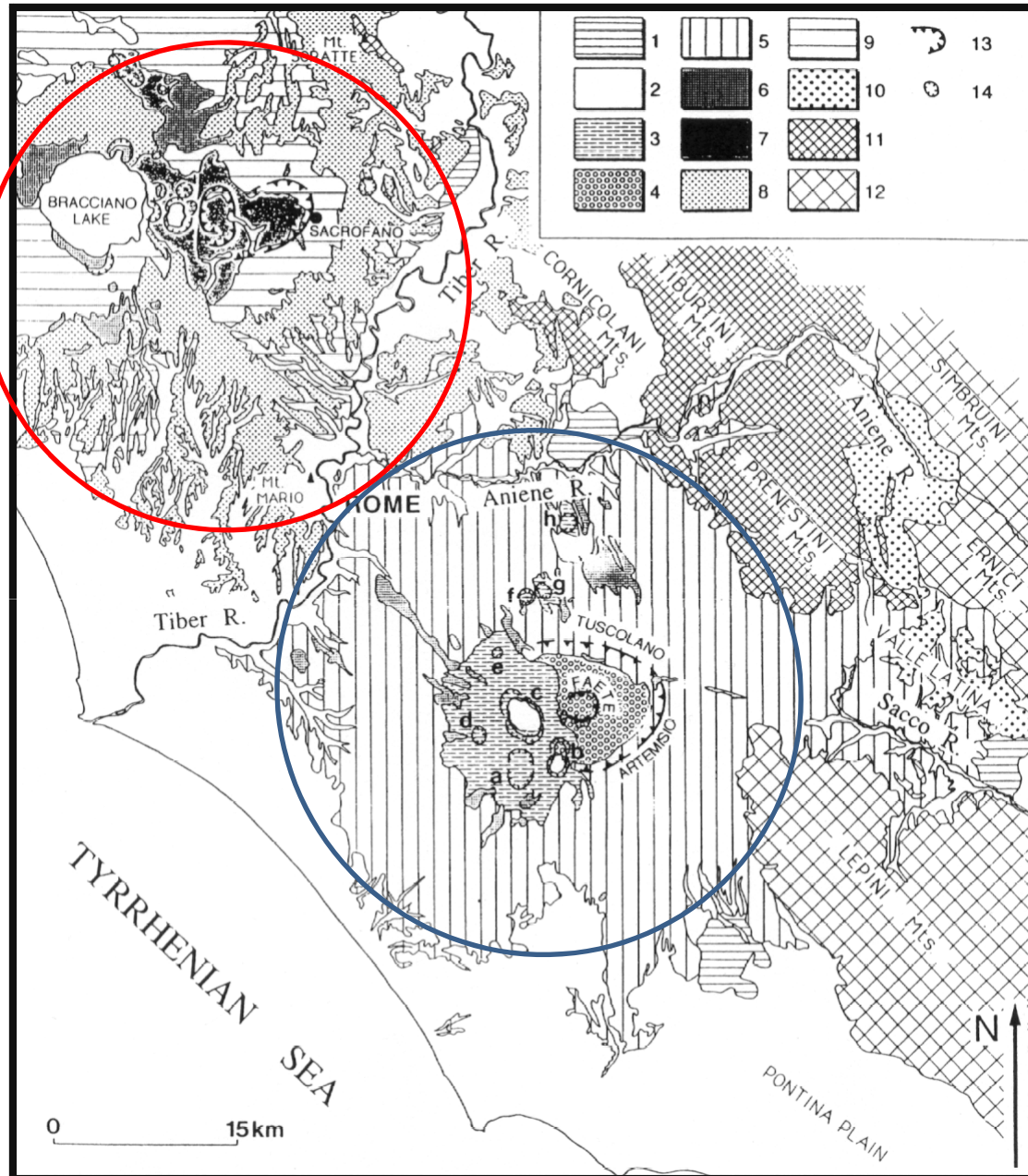
Si cercavano ancora armi ed esplosivi occultati dalle B.R.



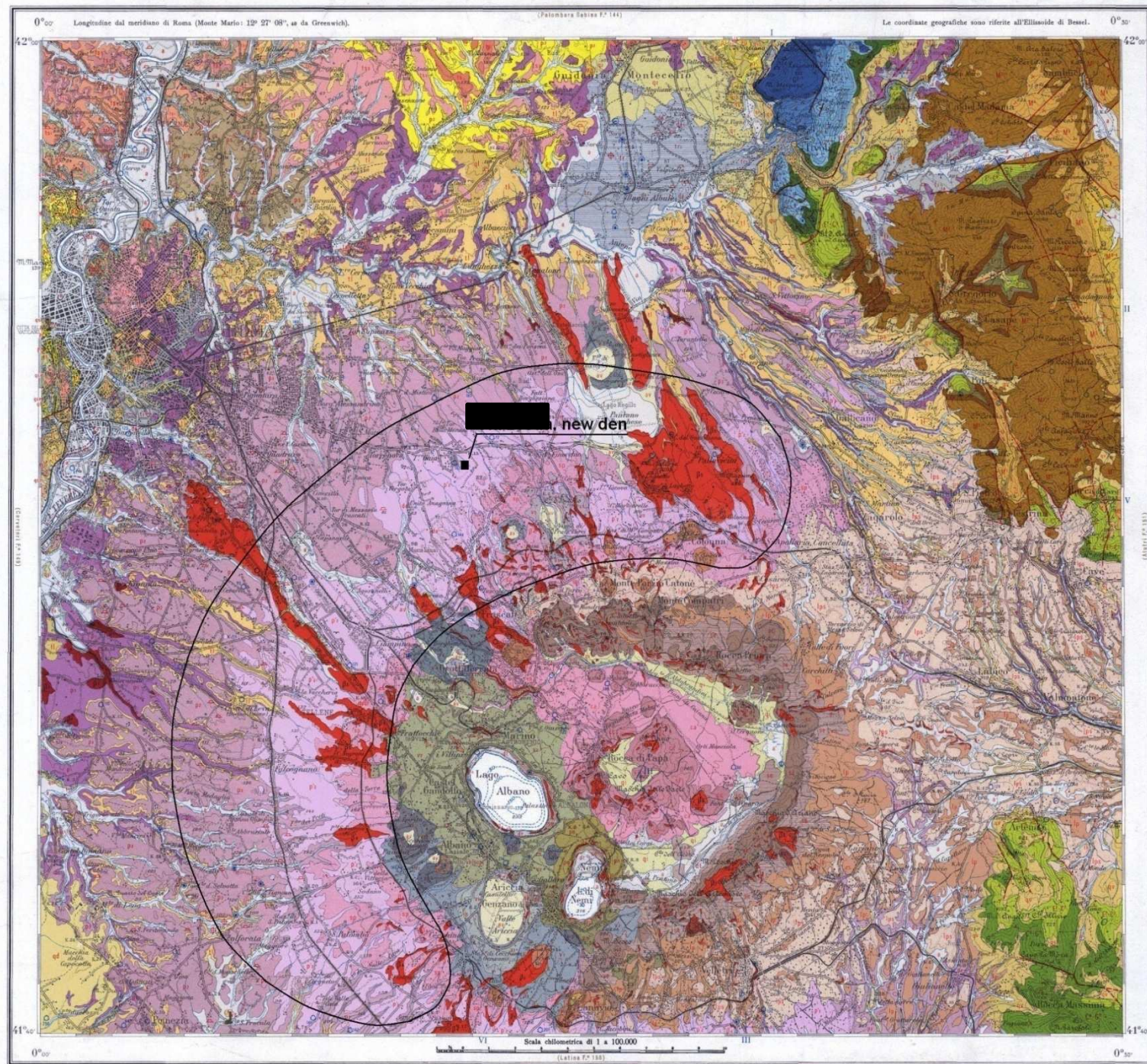


Furono campionati terreni in varie zone italiane dove gli appartenenti a gruppo avevano seconde case o dove vivevano loro congiunti.

Nessuno dei campioni repertati mostrava similitudini con i campioni prelevati dagli scarponcini e dagli attrezzi.



Il campione prelevato dagli scarponcini aveva caratteristiche simili ai terreni vulcanici presenti nell'area del vulcano laziale a sud di Roma. Furono quindi prelevati campioni di controllo in tale area.



I terreni forensi

I terreni forensi comprendono tutte le tipologie di coperture, formate da elementi sciolti, della crosta terrestre, le cui particelle possono aderire a superfici di diversa natura, fornendo tracce come possibili fonti di prova nelle applicazioni di polizia scientifica.

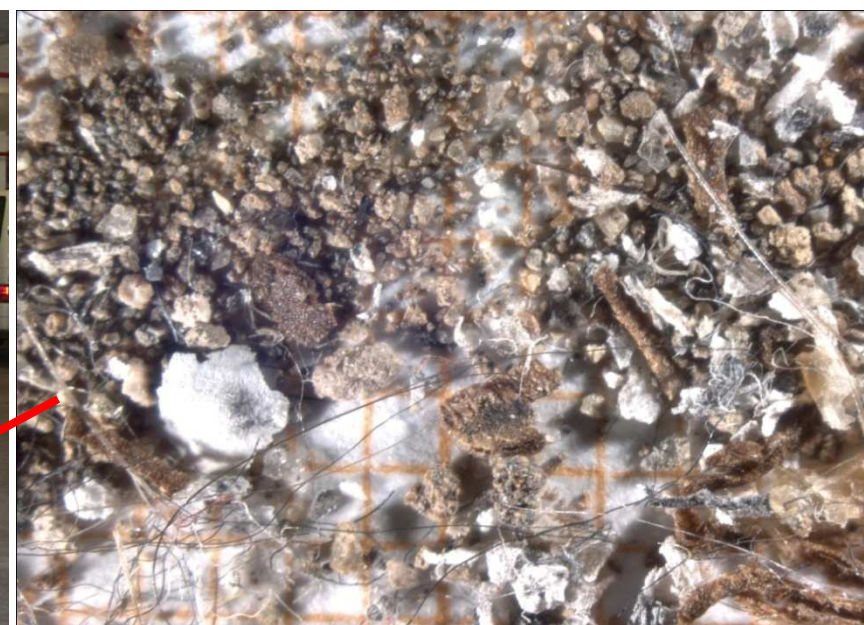
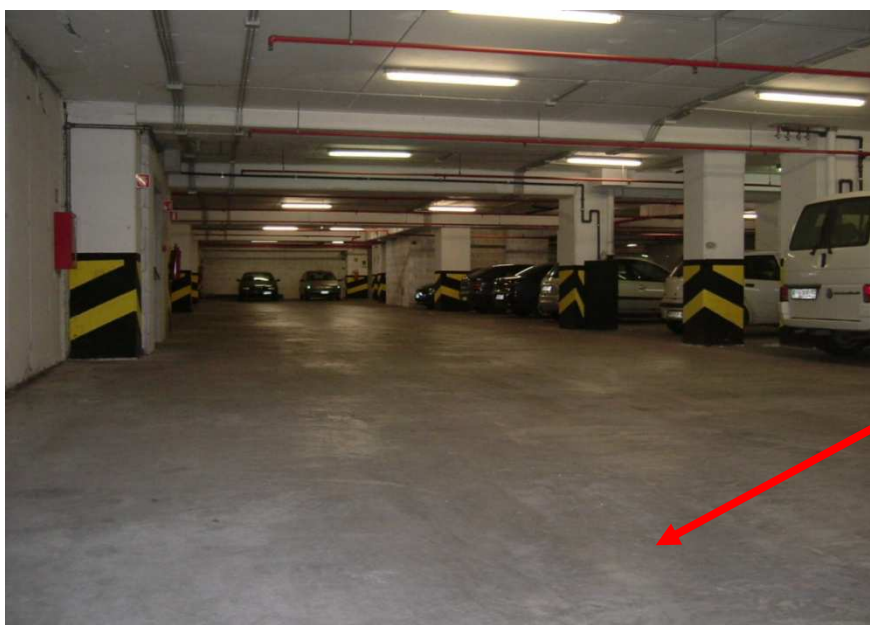
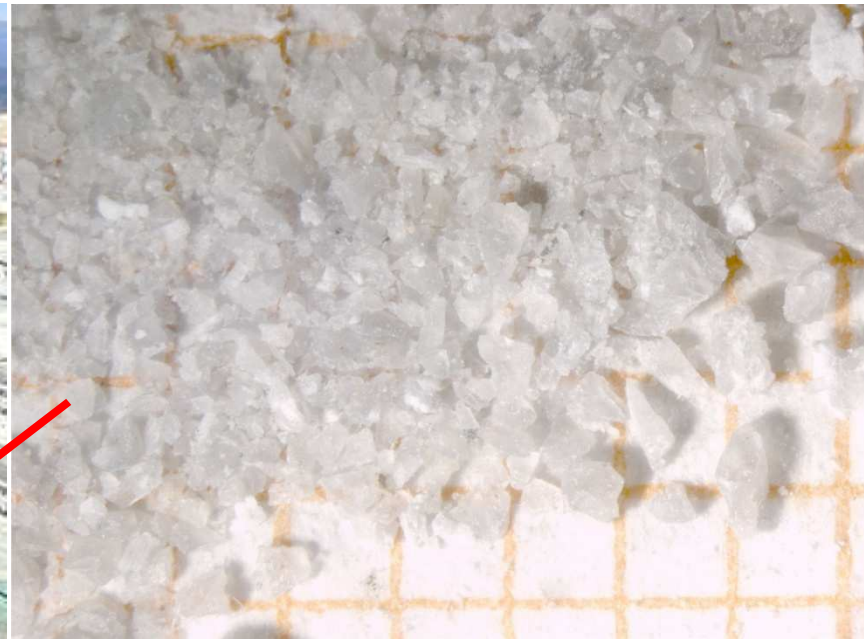
Il terreno è un sistema complesso costituito da numerose componenti che si sono formate e sviluppate nel corso del suo lungo processo di formazione.

In ragione di questa complessità si osservano **notevoli differenze** tra un campione e l'altro di terreno, al punto da registrare **variazioni considerevoli**, delle sue componenti e delle loro proporzioni, **in zone di limitate estensioni**.

Per tali evidenze, l'impiego delle analisi pedologiche è eccellente come supporto alle indagini giudiziarie.





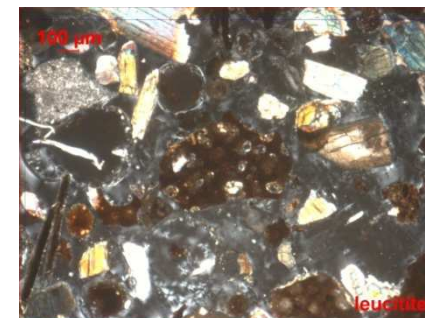
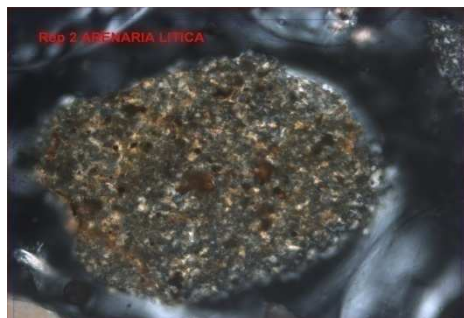
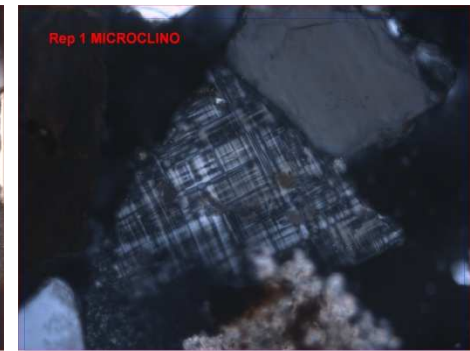


Composizione di un terreno forense

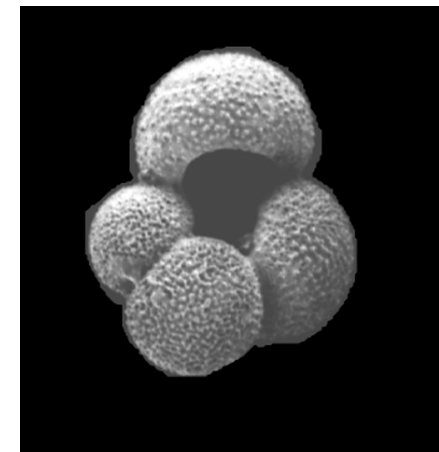
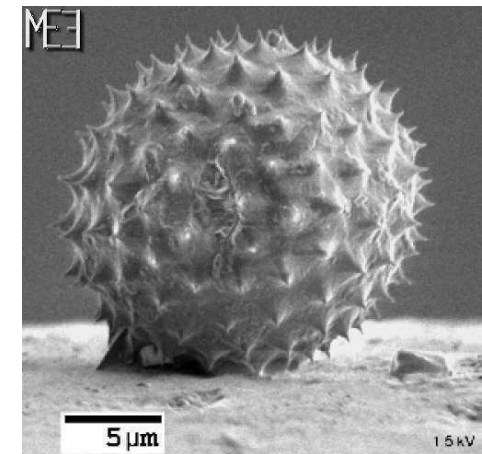
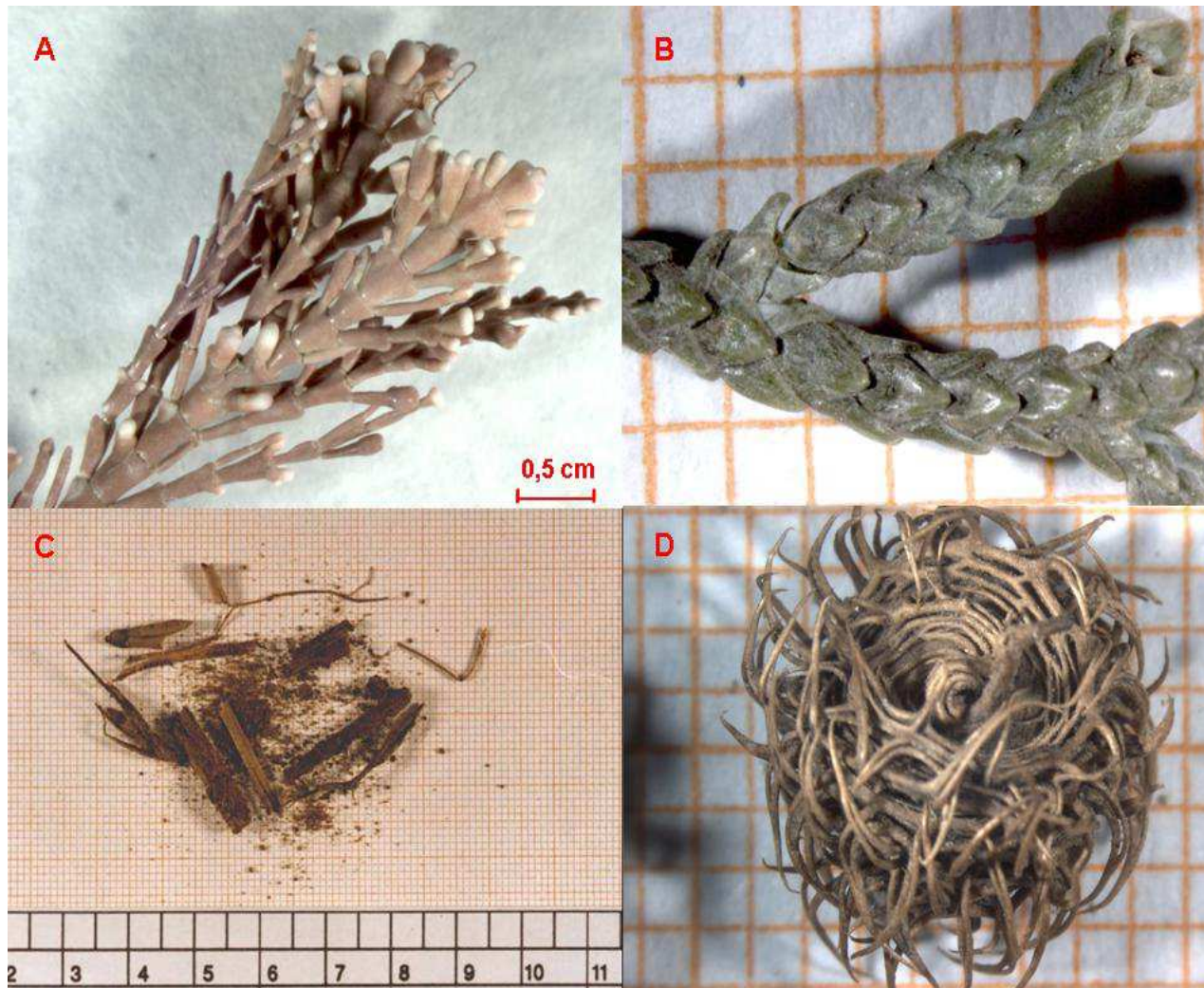
Il terreno forense è costituito da tre componenti, in rapporti reciproci molto variabili:

- ✓ FRAZIONE INORGANICA (minerali e rocce)
- ✓ FRAZIONE ORGANICA (residui veg. e anim.)
- ✓ FRAZIONE ANTROPOGENICA (vari materiali)

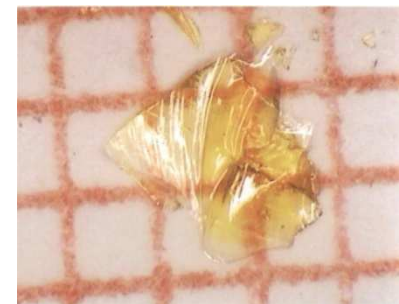
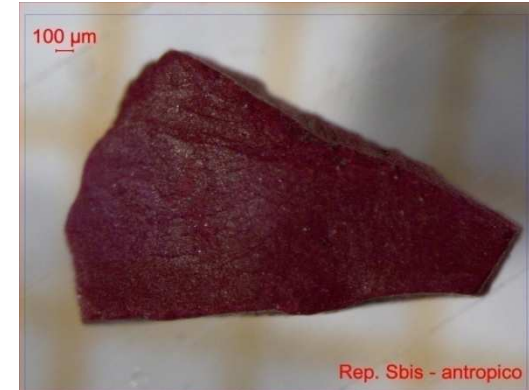
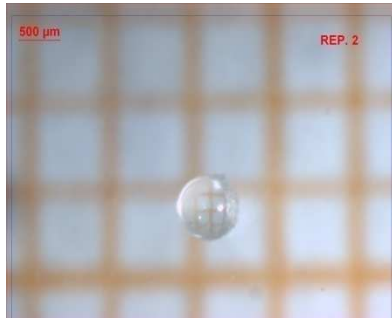
Componente inorganica: minerali e rocce



Componente organica: resti vegetali ed animali



Componente antropogenica: tutte le tipologie di materiali realizzati dall'uomo



Cosa si analizza in un terreno

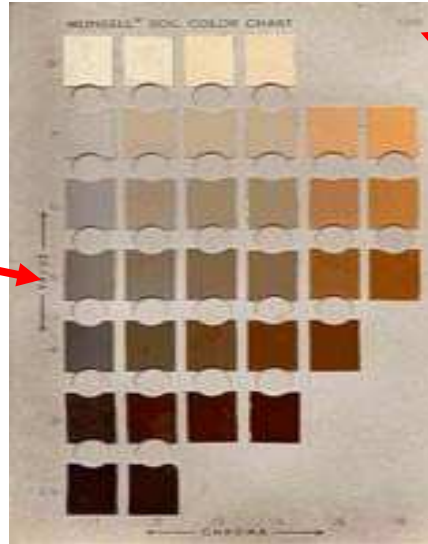
- ✓ colore
- ✓ distribuzione delle dimensioni dei granuli
- ✓ morfologia dei granuli (8 classi)
- ✓ minerali (10 specie) e rocce (6 specie)
- ✓ componente organica (6 elementi)
- ✓ componente antropogenica (3 elementi)

Analisi chimiche, fisiche, sedimentologiche,
mineralogiche, botaniche, petrografiche,
micropaleontologiche.

Le analisi

✓ Colore

Luminosità

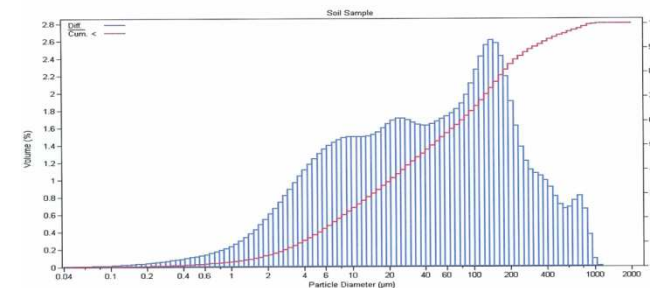
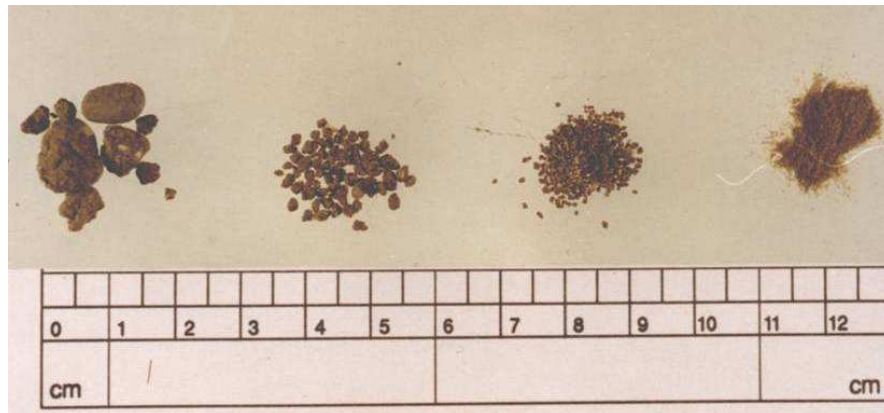


Tonalità

Saturazione



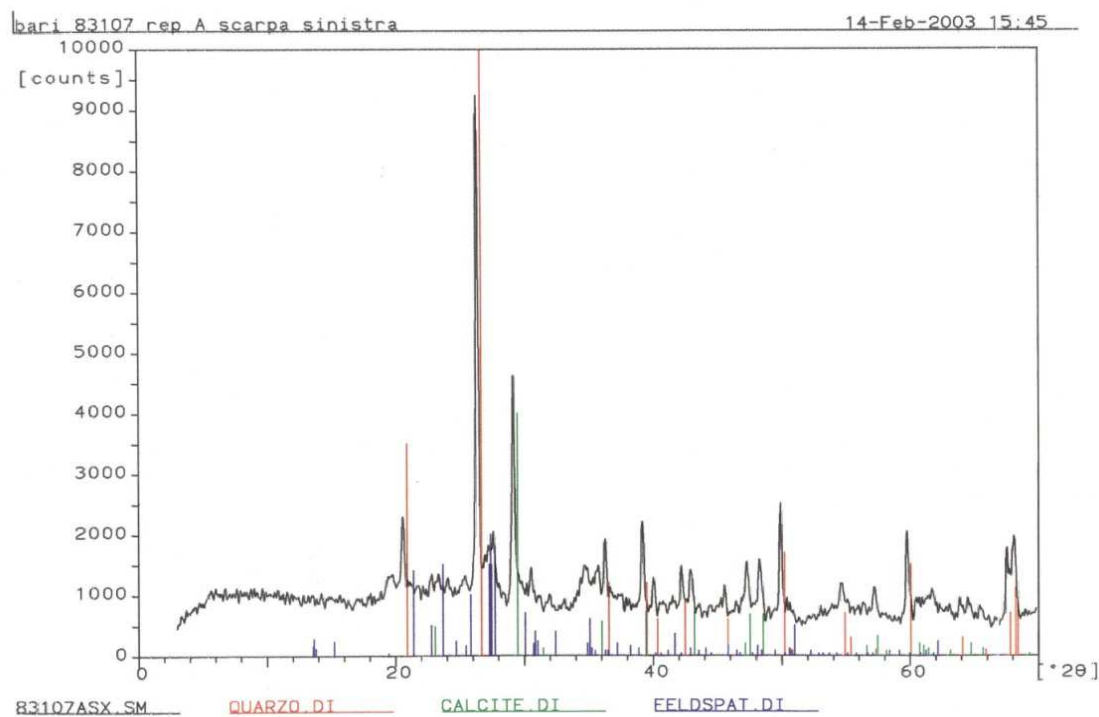
✓ Analisi granulometrica



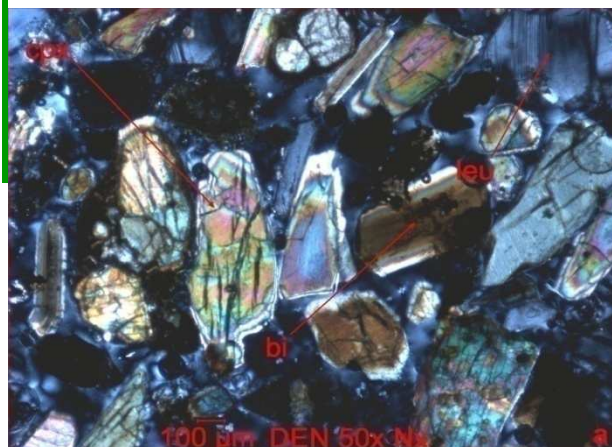
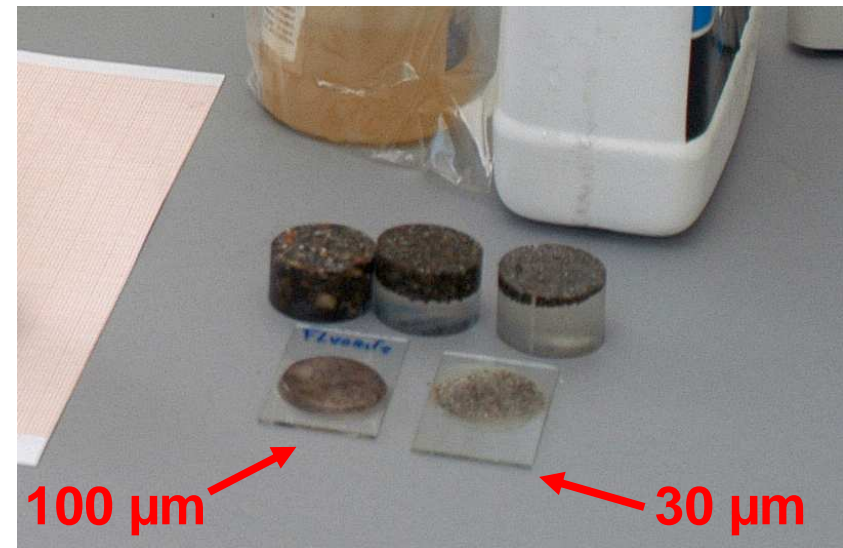
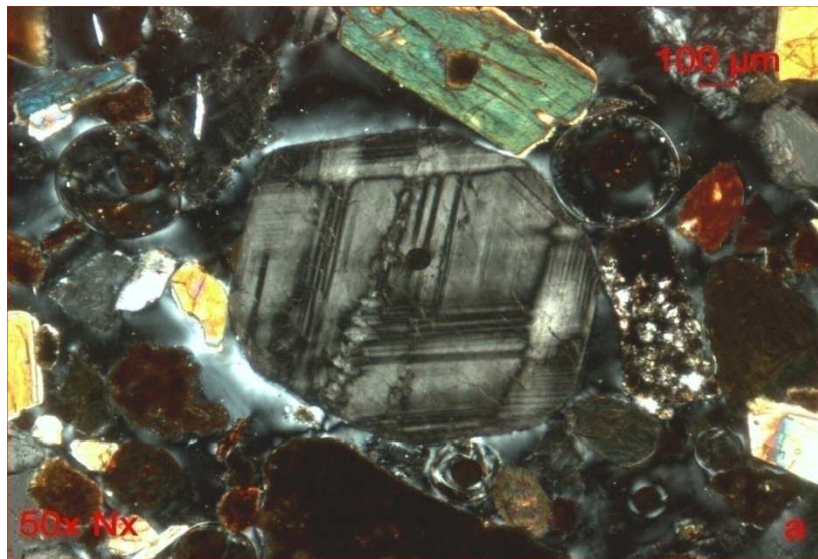
✓ Osservazione stereoscopica



✓ Analisi XRD



✓ Analisi in sezione sottile



Tecniche analitiche complementari

- ✓ Microscopia elettronica a scansione (SEM) e microanalisi a raggi x (EDX): determinazione degli elementi chimici e studio morfologico di dettaglio;
- ✓ Spettroscopia Raman: determinazione della struttura atomica e molecolare dei materiali;
- ✓ Spettroscopia ad assorbimento infrarosso (FT-IR): determinazione della struttura molecolare e dei legami chimici dei materiali.

Il danneggiamento di una carrozzeria

Degli individui compiono atti di danneggiamento all'esterno ed all'interno di una carrozzeria. Nei giorni precedenti, il proprietario aveva subito delle richieste di denaro in cambio di protezione.

Le ricerche permisero di individuare due sospettati ai quali furono sequestrate le calzature che presentavano cospicue tracce di terriccio.

I campioni

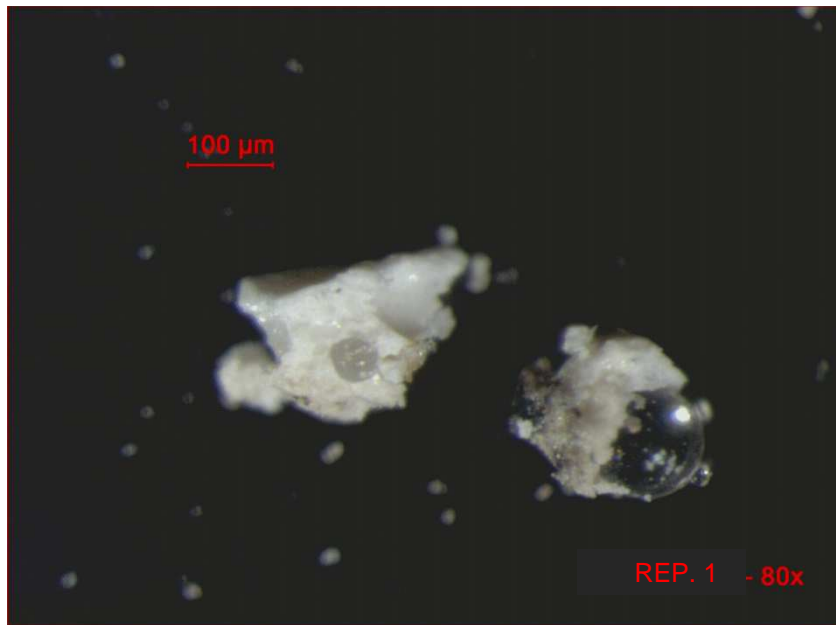
Sample 1



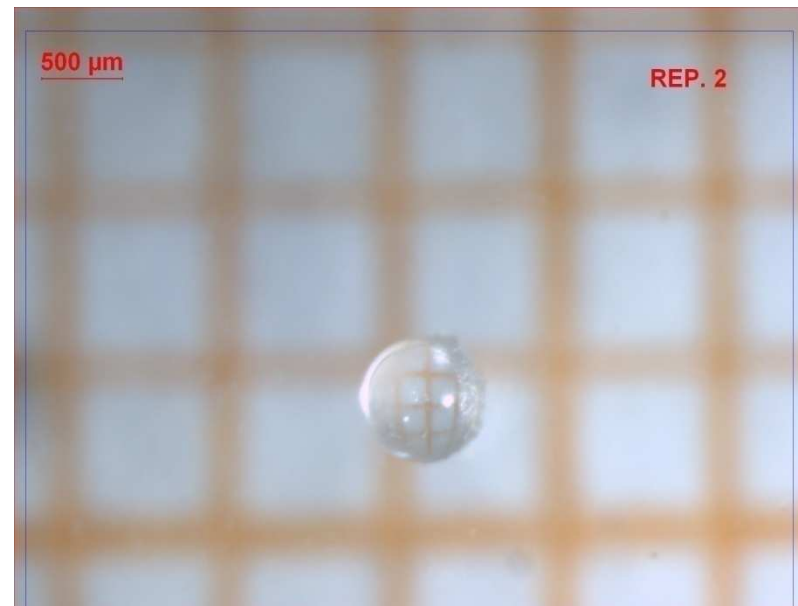
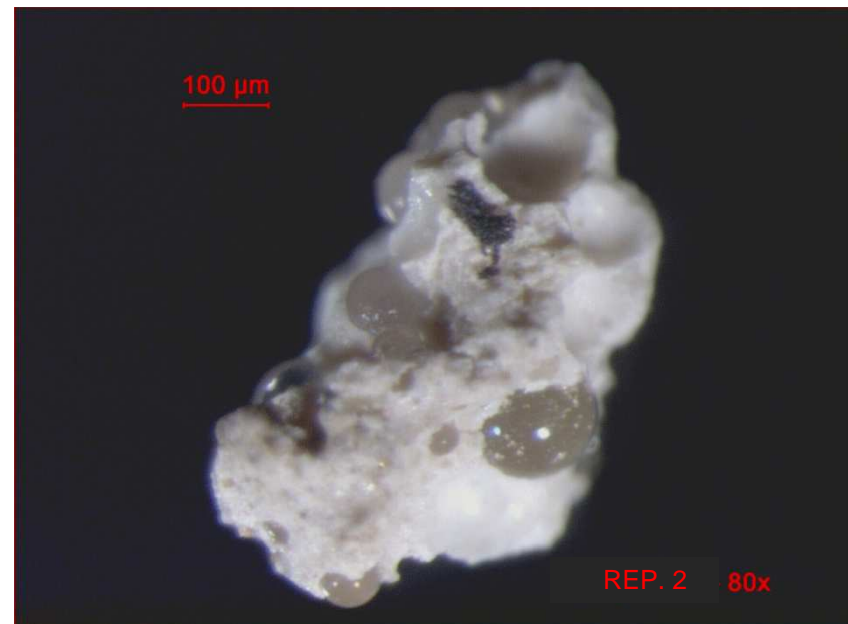
Sample 2



Sample 1 (carrozzeria)

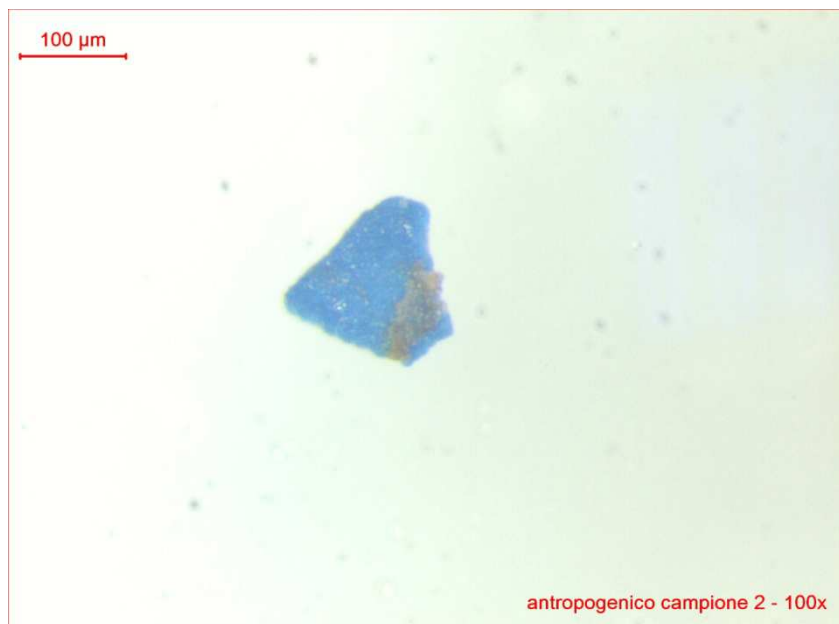


Sample 2 (scarpe)

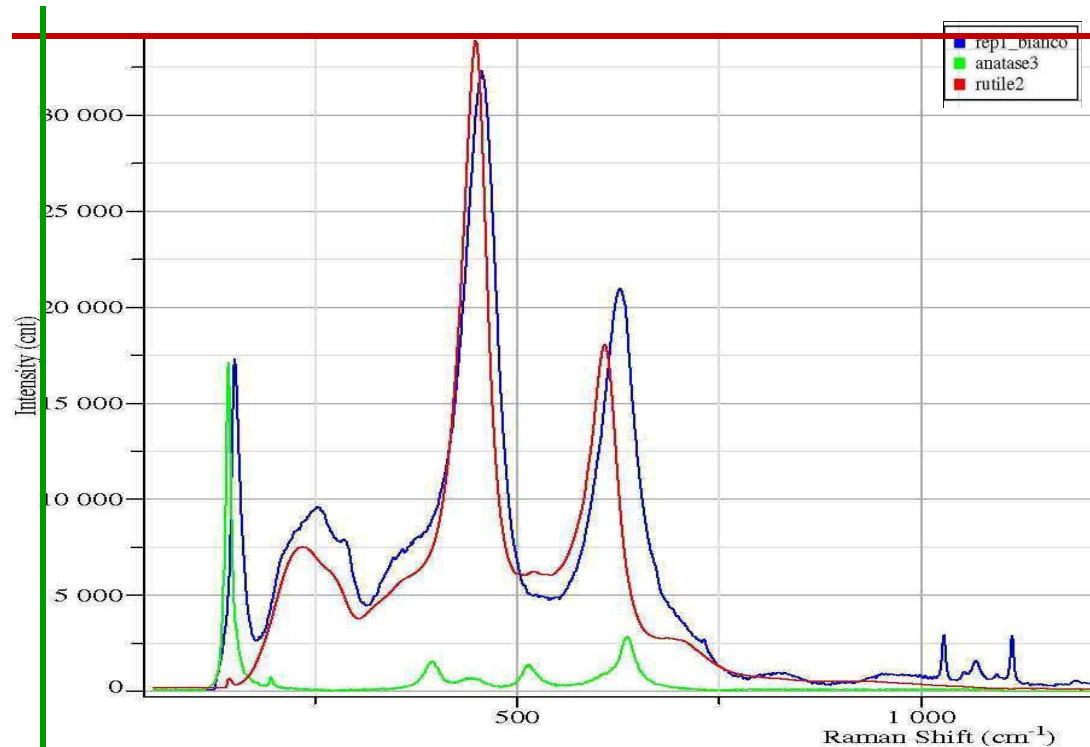




Sample 1 (carrozzeria)

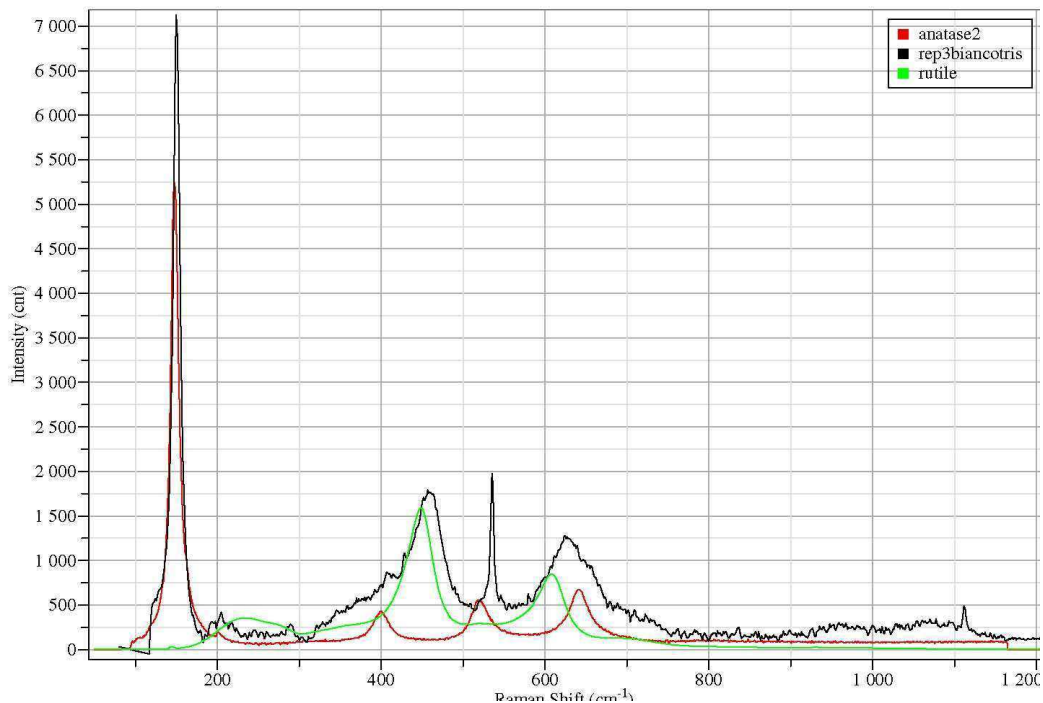


Sample 2 (scarpe)

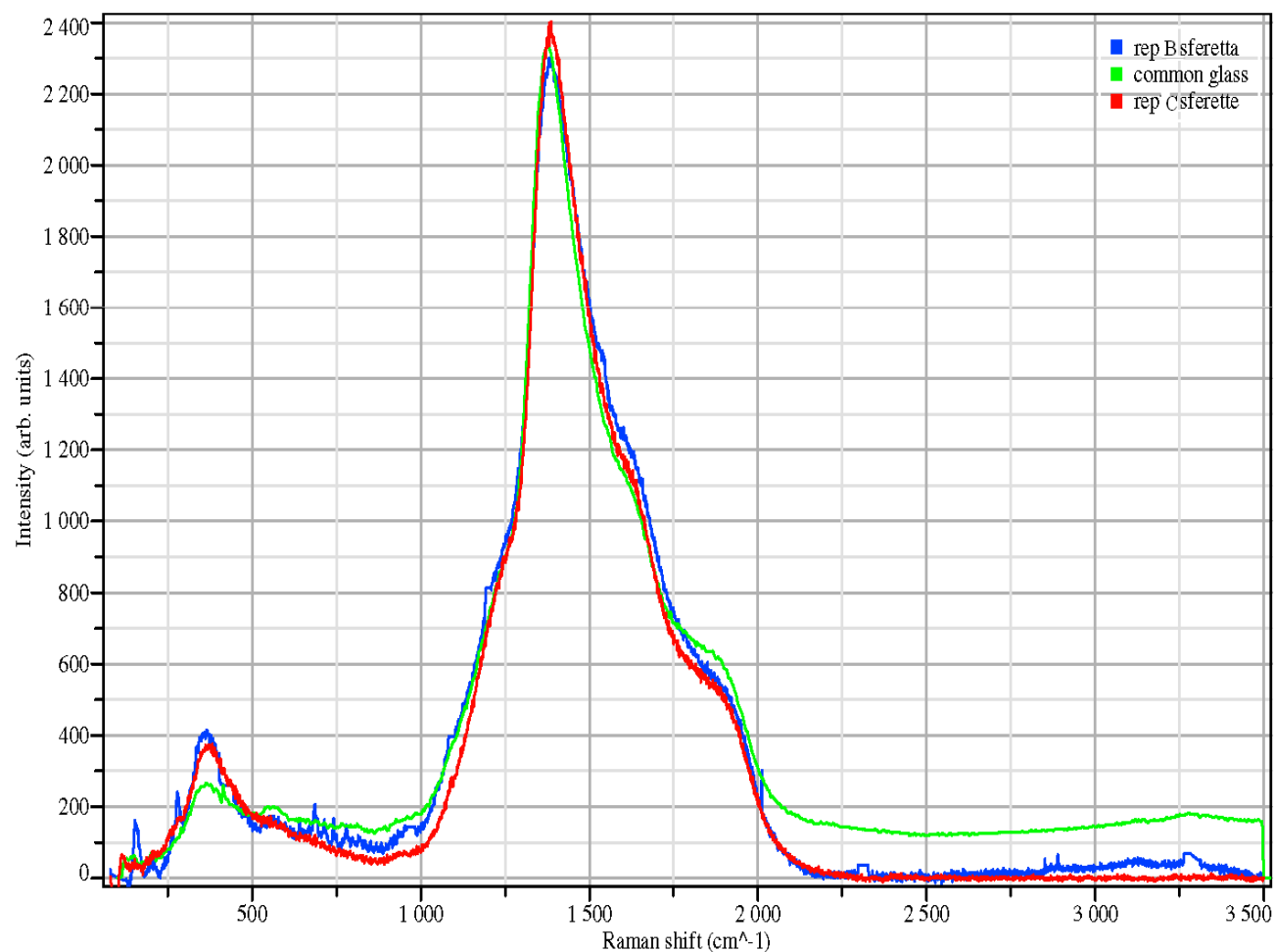


Il materiale bianco nei campioni 1 e 2 era composto da anatasio e rutilo.

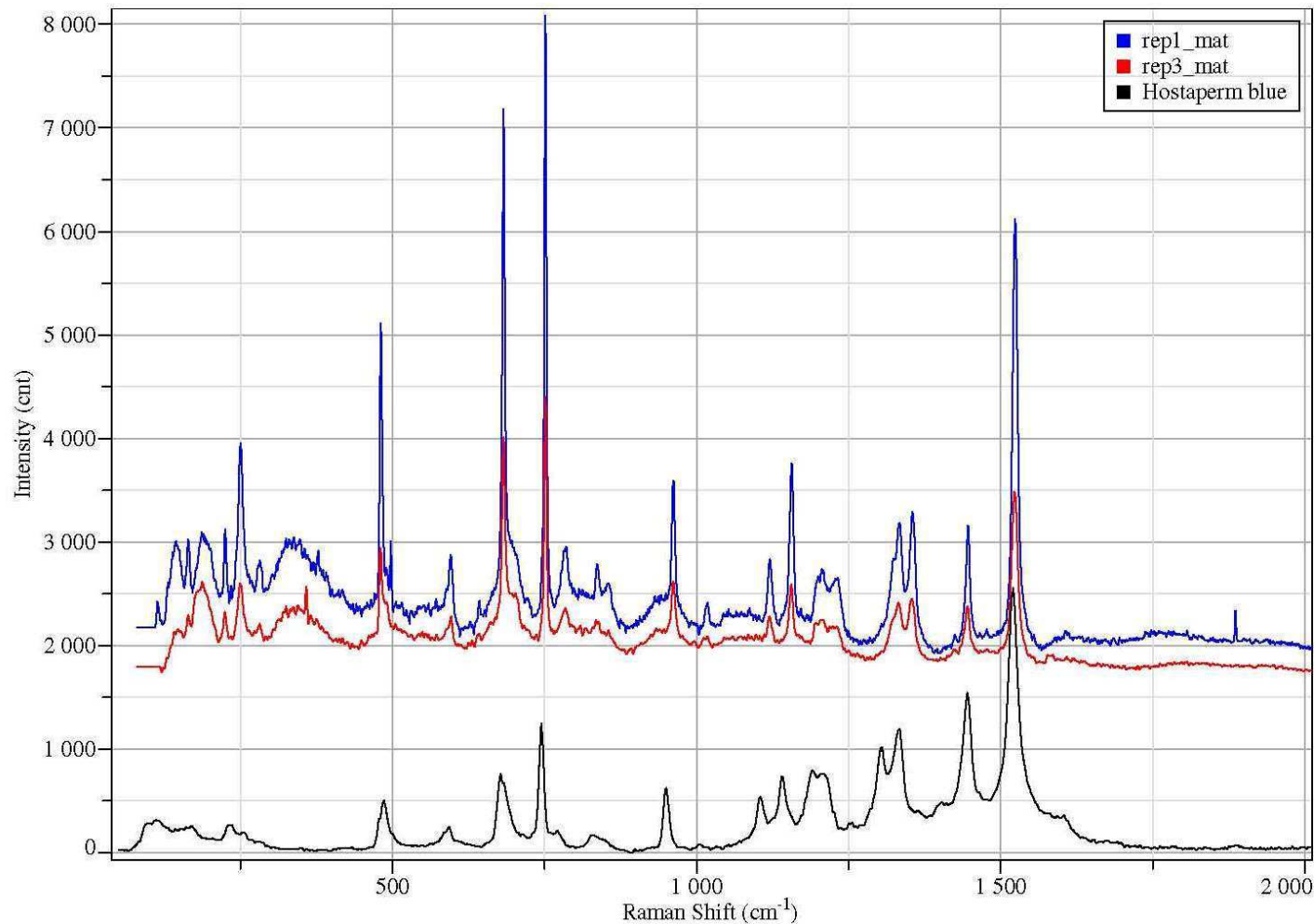
Minerali utilizzati per la preparazione di vernici stradali.



Le sfere presenti nei campioni 1 e 2 erano composte da vetro comune (pallinatura o shoot peening).



I frammenti blu contenevano un pigmento utilizzato per pitture e vernici ad alta resistenza e prestazione, tipicamente impiegati nell'industria automobilistica.



La natura degli elementi antropogenici ed il loro utilizzo nel settore automobilistico ben si contestualizzava con le attività di carrozzeria svolte nell'esercizio commerciale danneggiato.

Tali materiali, proprio per il loro specifico utilizzo, non potevano essere ubiquitari e verosimilmente potevano essere contenuti solo in terreni presenti in particolari ambienti a specifica destinazione d'uso.

L'elevata similitudine mostrata tra i campioni di terreno fu avvalorata e rafforzata dalla presenza e dalla tipologia dei peculiari elementi antropogenici.

Grazie per l'attenzione!!!

Dr. Rosa Maria Di Maggio

Mob. +39 3926863806

Email dimaggio@geologiaforense.com

Web www.geologiaforense.com

