

DALLA TEORIA ALLA REALTÀ GEOSPAZIALE DEI SUOLI CONTAMINATI: UN APPROCCIO INNOVATIVO INTEGRATO

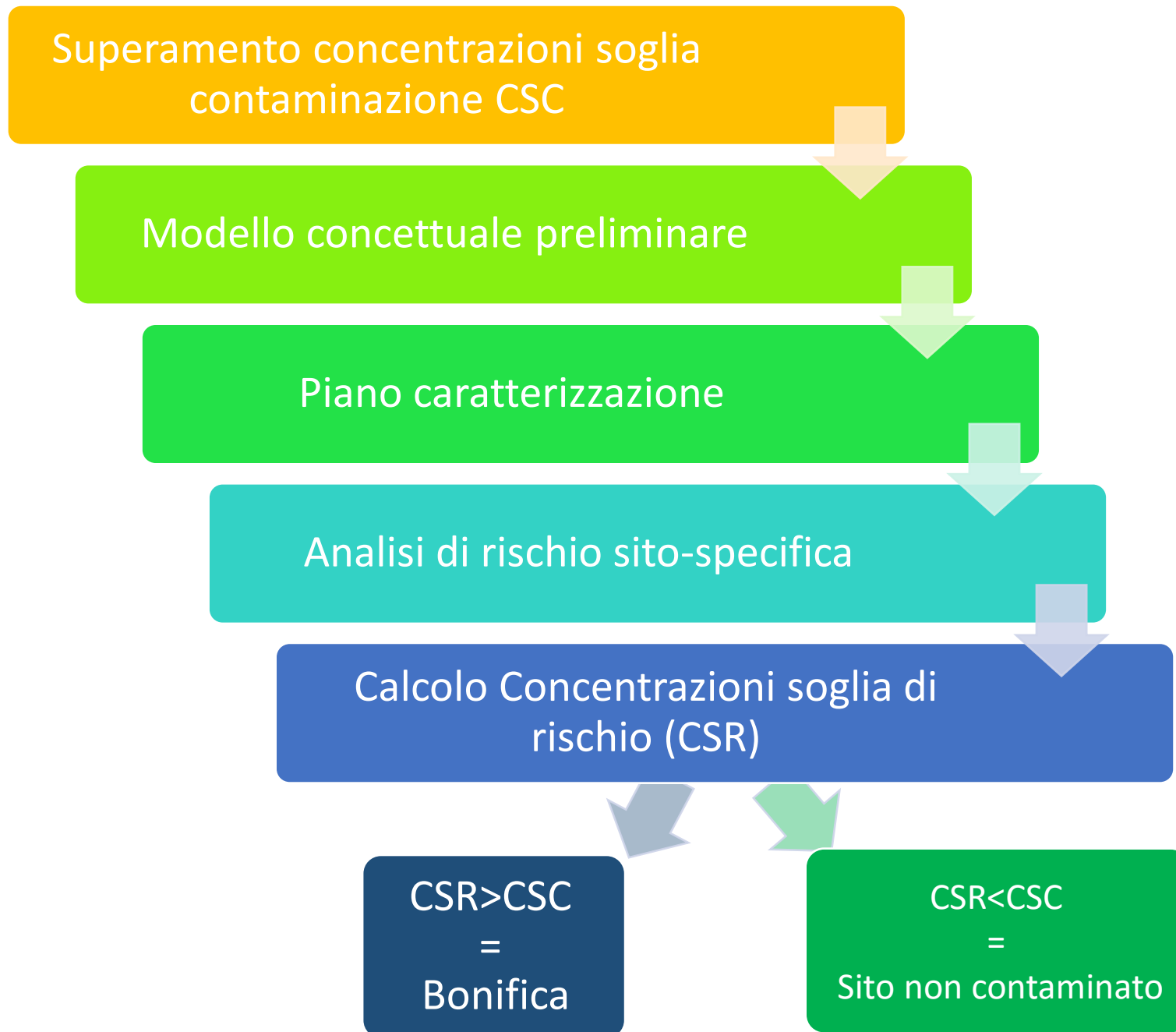
Fabio Terribile^{1,2}, Paola Adamo^{1,2}, Antonietta Agrillo¹

1 Centro di Ricerca Interdipartimentale CRISP, Università di Napoli Federico II, Portici (NA)
2 Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici (NA)



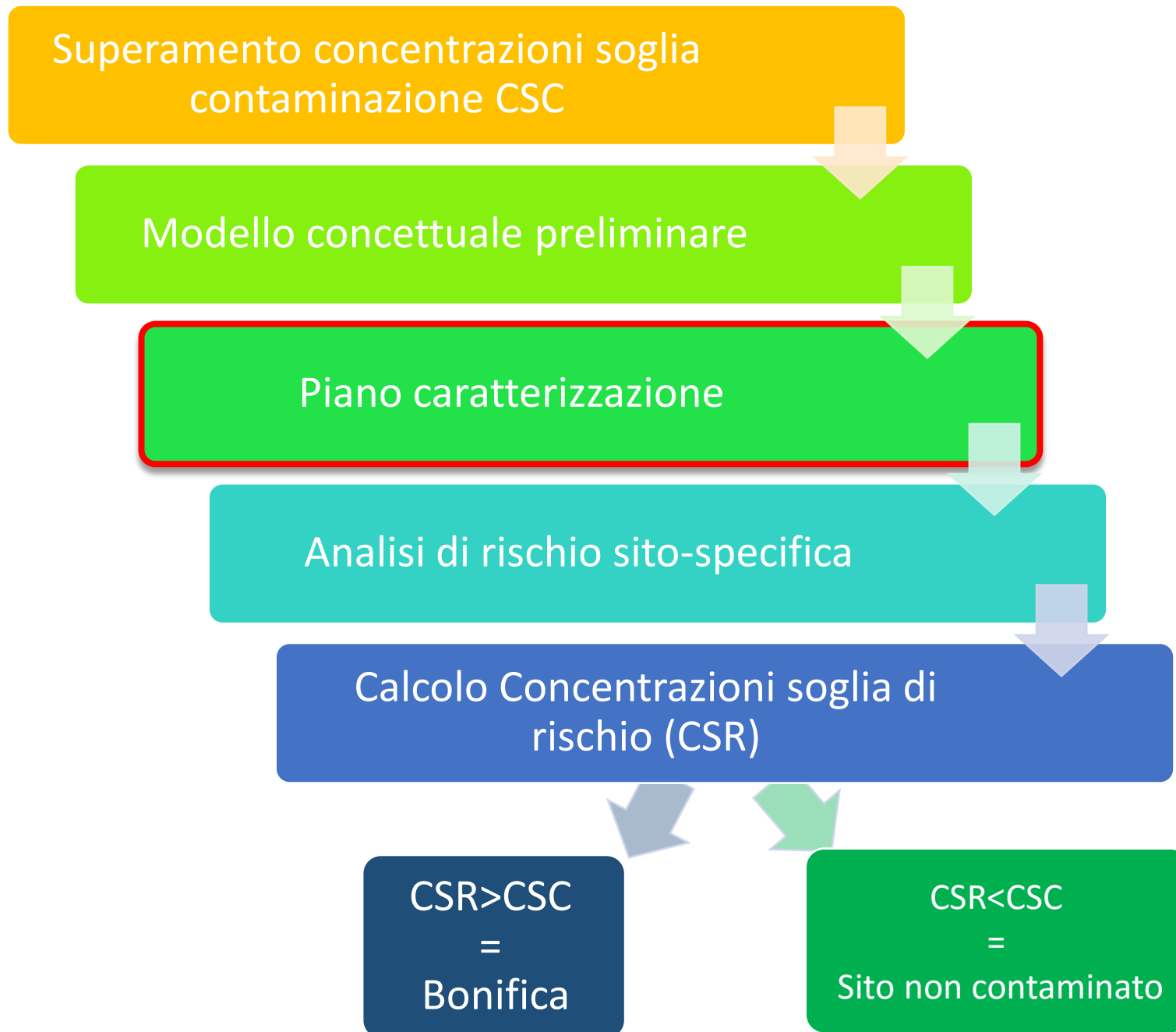
La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152



La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152



La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

il **piano di caratterizzazione**, come previsto dal D.Lgs 152/06, **tiene conto della componente geospaziale** in quanto esso *«deve verificare l'esistenza dell'inquinamento nei diversi comparti ambientali, definirne il grado e l'estensione volumetrica in modo da individuare le possibili vie di dispersione e migrazione degli inquinanti in considerazione dei bersagli sensibili»*.

Quindi per definire l'esistenza, il grado e l'estensione volumetrica dell'inquinamento la norma prevede:

- (i) metodi di campionamento ed analisi degli inquinanti;
- (ii) metodi per cogliere la componente geospaziale

La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

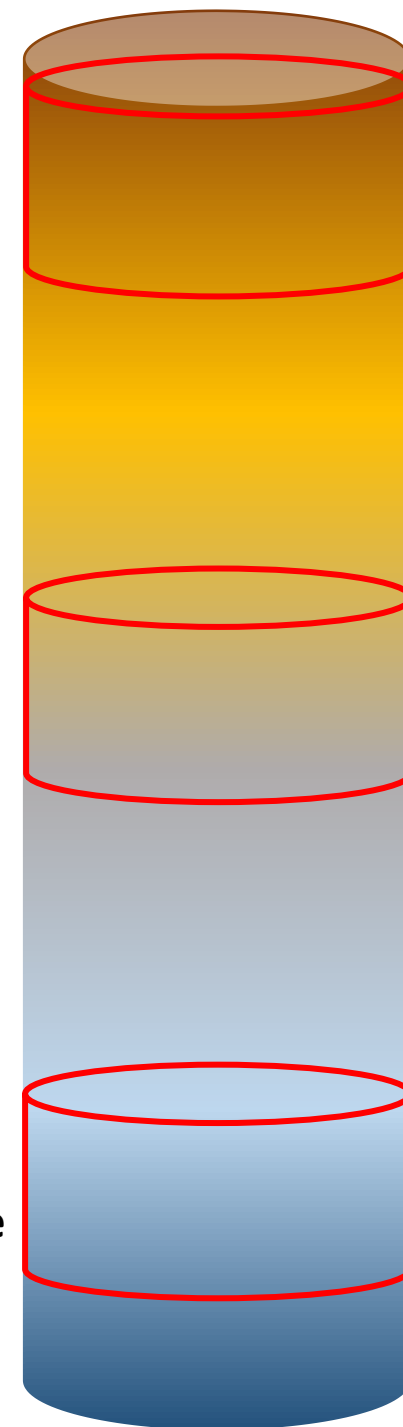
I campioni di terreno devono essere prelevati in modo da ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico

Per ogni sondaggio devono essere prelevati **almeno** 3 campioni

Campione 1:
0-1 m

Campione 3:
1 m intermedio
tra il campione 1 e 2

Campione 2:
1 m frangia capillare



La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

I campioni di terreno devono essere prelevati in modo da ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico

Per ogni sondaggio devono essere prelevati almeno 3 campioni

Ma nella realtà... ciò è sufficiente ?

Campione 3:
1 m intermedio
tra il campione 1 e 2

Campione 2:
1 m frangia capillare



La Normativa

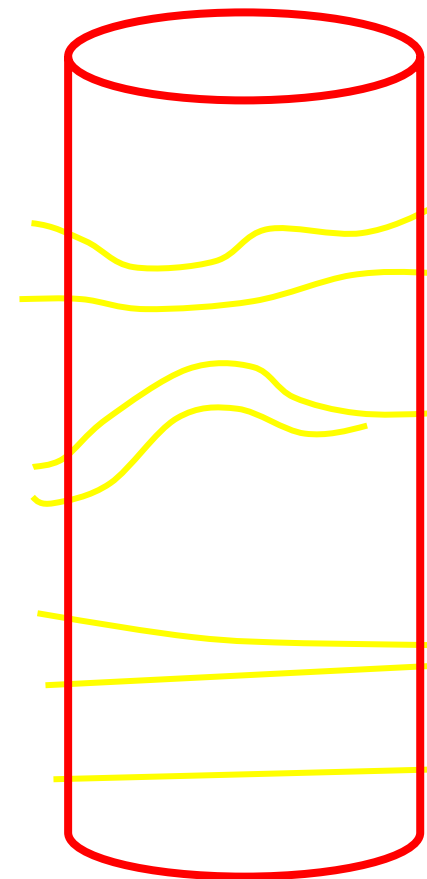
Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

In realtà la legge prevede la possibilità di prelevare separatamente, in aggiunta ai campioni previsti per sondaggio, materiali che si distinguono per evidenze di inquinamento o per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico stratigrafiche.



Nell'analisi di rischio si fa comunque riferimento al «suolo superficiale» come quella porzione compresa tra 0 e 1 metro

Cm1	0-20
Cm2	20-28
Cm3	28-37
Cm4	37-42
CB1	42-68
2C5	68-72
3CB2	72-80
3CBt3	80-120



La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

Metodiche analitiche

Per di ricostruire il profilo verticale della concentrazione degli inquinanti nel terreno, i campioni da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.



La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

Metodiche analitiche

Per di ricostruire il profilo verticale della concentrazione degli inquinanti nel terreno, i campioni da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.



La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Effetto Diluizione!

mg \rightarrow mg/Kg \leftarrow Kg ($M_{rif} = M2 + M3$)



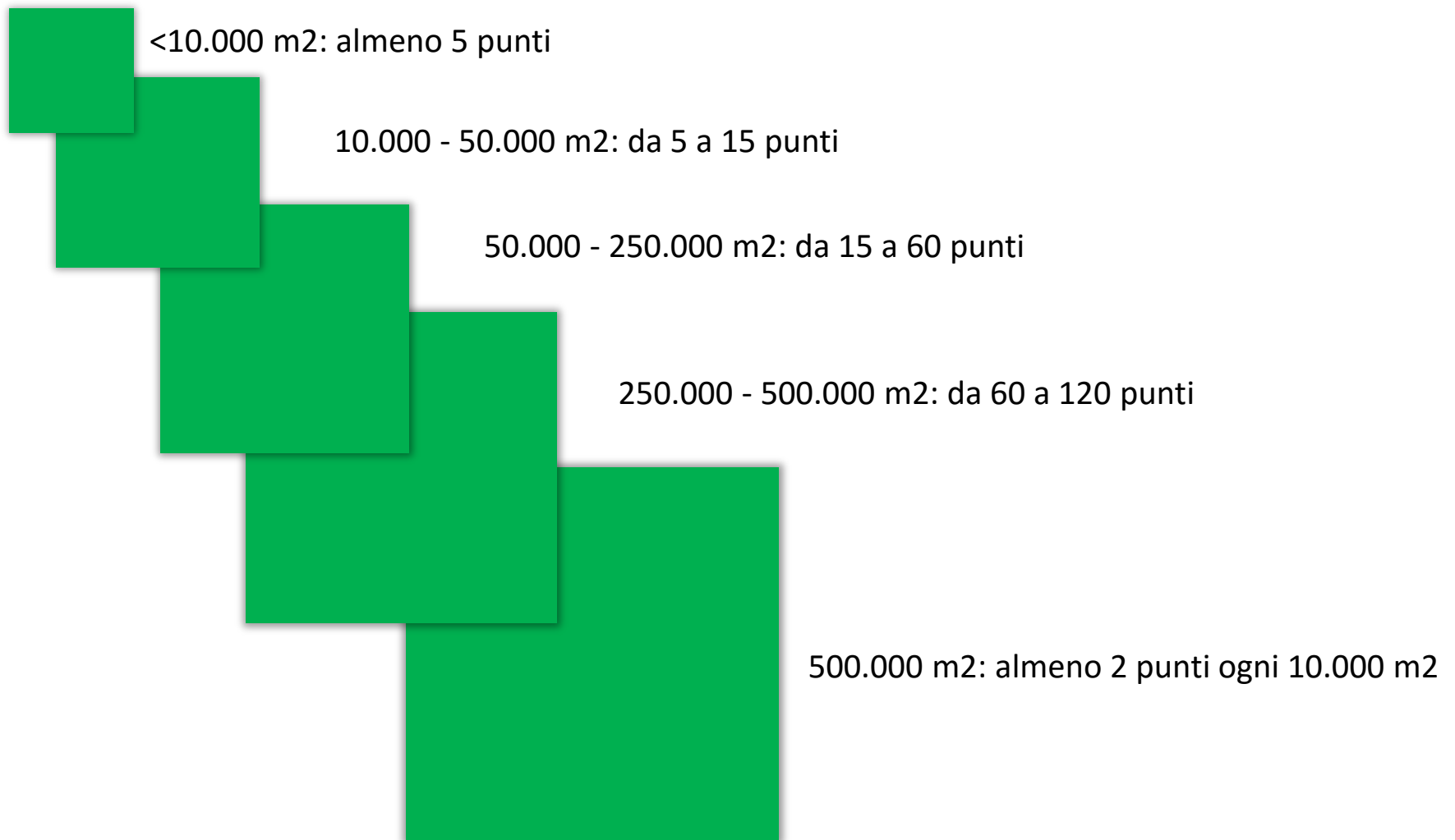
The background image shows a wide, dry riverbed filled with smooth, light-colored stones and pebbles. In the distance, there are rolling hills under a clear sky. The sun is low on the horizon to the left, creating a strong lens flare and casting a warm, golden light across the scene. A white, tilted rectangular box with a black border is superimposed over the center of the image, containing the text.

Ma nella realtà.. ciò non crea determina qualche problema?

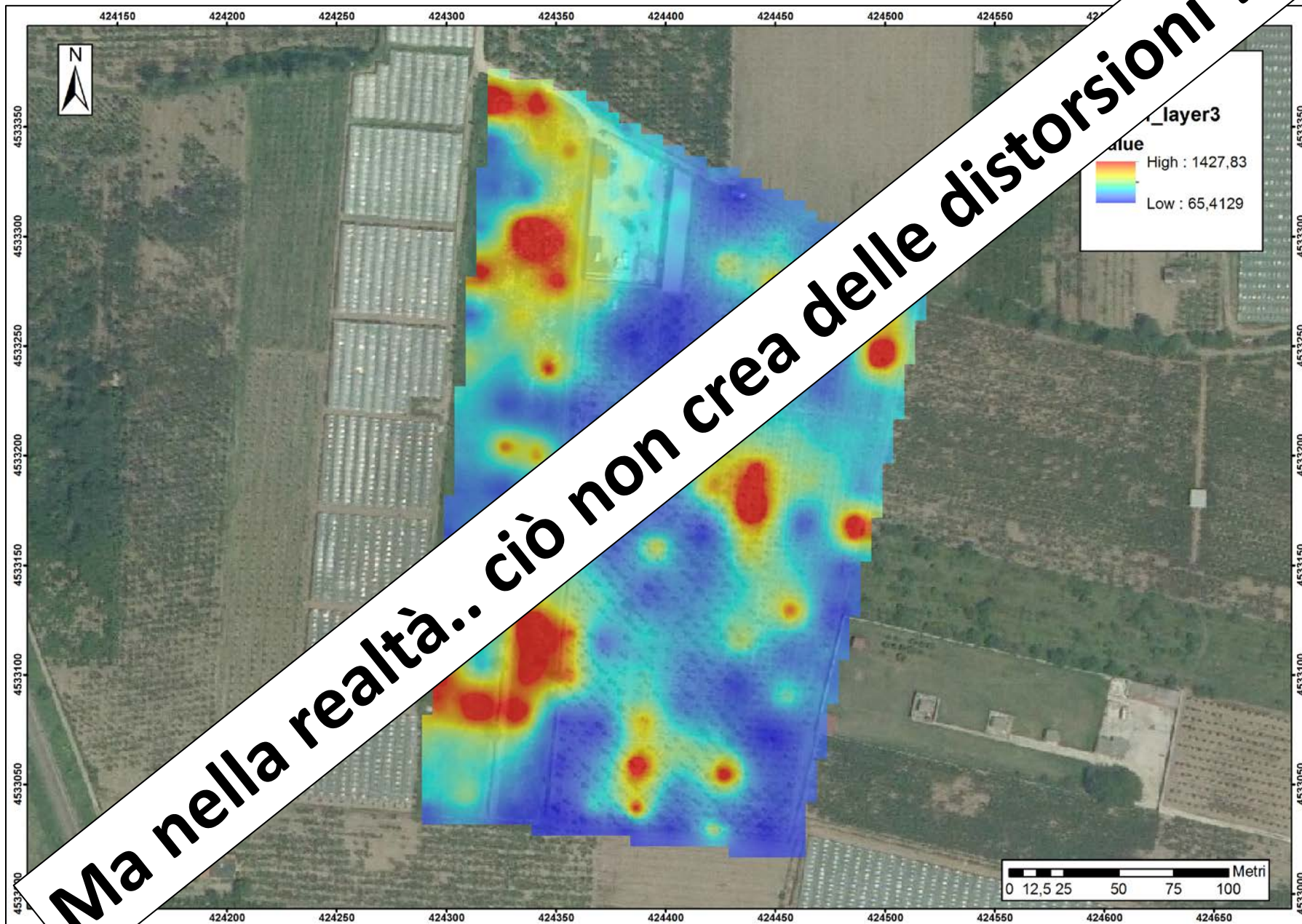
La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

La densità di campionamento non è riportata nella 152/06
in genere si fa riferimento all'allegato 2 del **D.M. 471/99**:



Ma nella realtà.. ciò non crea delle distorsioni ?



Allora ci chiediamo:

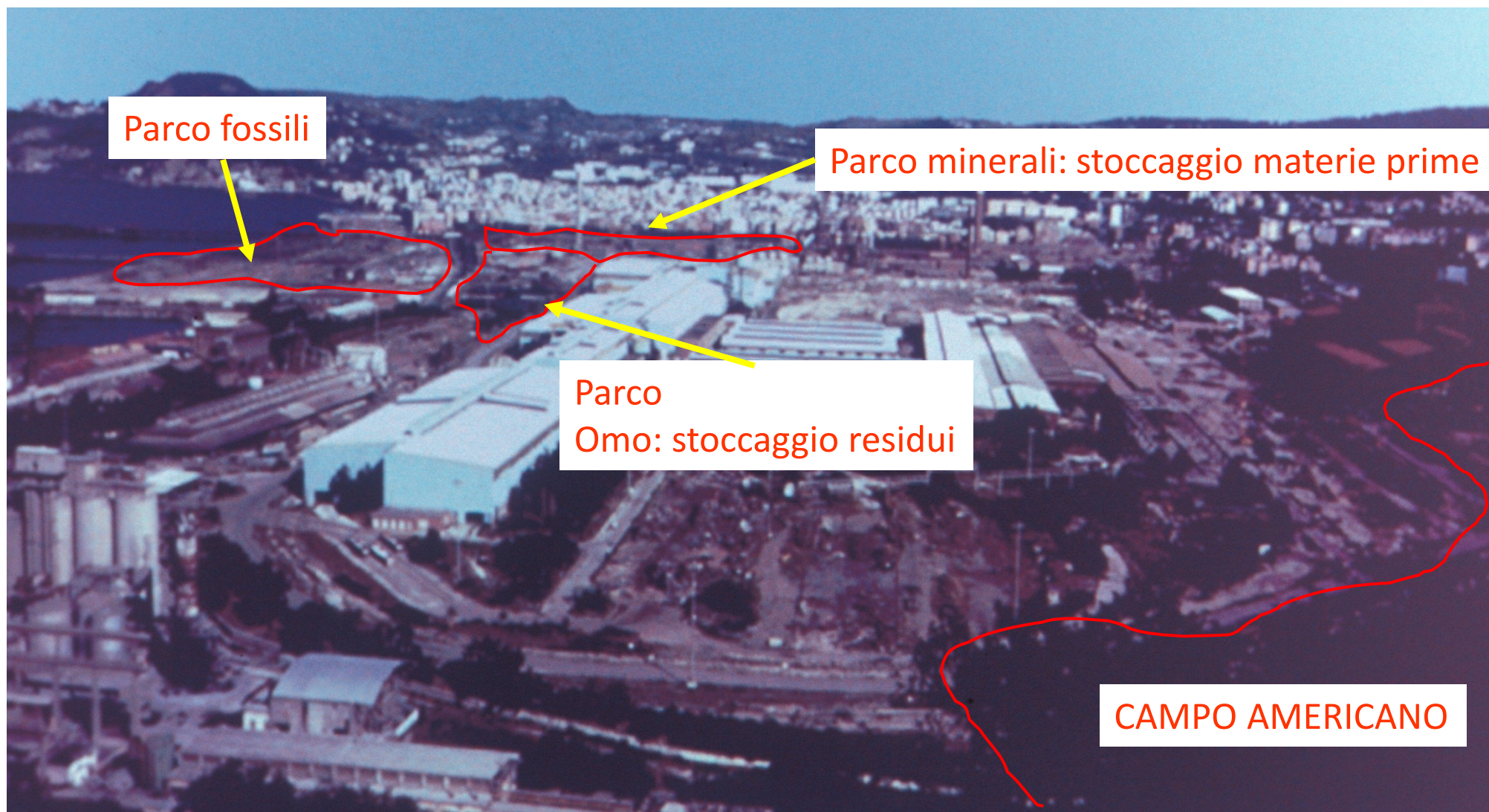
dopo oltre un decennio dall'emanazione dei D.M. 471/99 e D.Lgs 152/06 e considerando le attuali conoscenze scientifiche, i criteri di caratterizzazione - sopra definiti – sono tuttora idonei a valutare la distribuzione spaziale e volumetrica della contaminazione del sito...

(sulla cui base poi definire il rischio per la salute umana e la più appropriata tecnologia di bonifica) ?

Specie in considerazione del fatto che oggi iniziamo a comprendere la complessa realtà geospaziale di gran parte dei siti contaminati !

Alcuni esempi **Bagnoli**

La classificazione del territorio sulla base dell'uso pregresso...
Ma c'è sempre una grande difficoltà nel ricostruire la storia d'uso del sito



Alcuni esempi **Bagnoli**



**Ma all'interno della stessa
area vi sono suoli molto
diversi e con
contaminazioni diverse !**

Alcuni esempi

Bagnoli



La Normativa

Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152

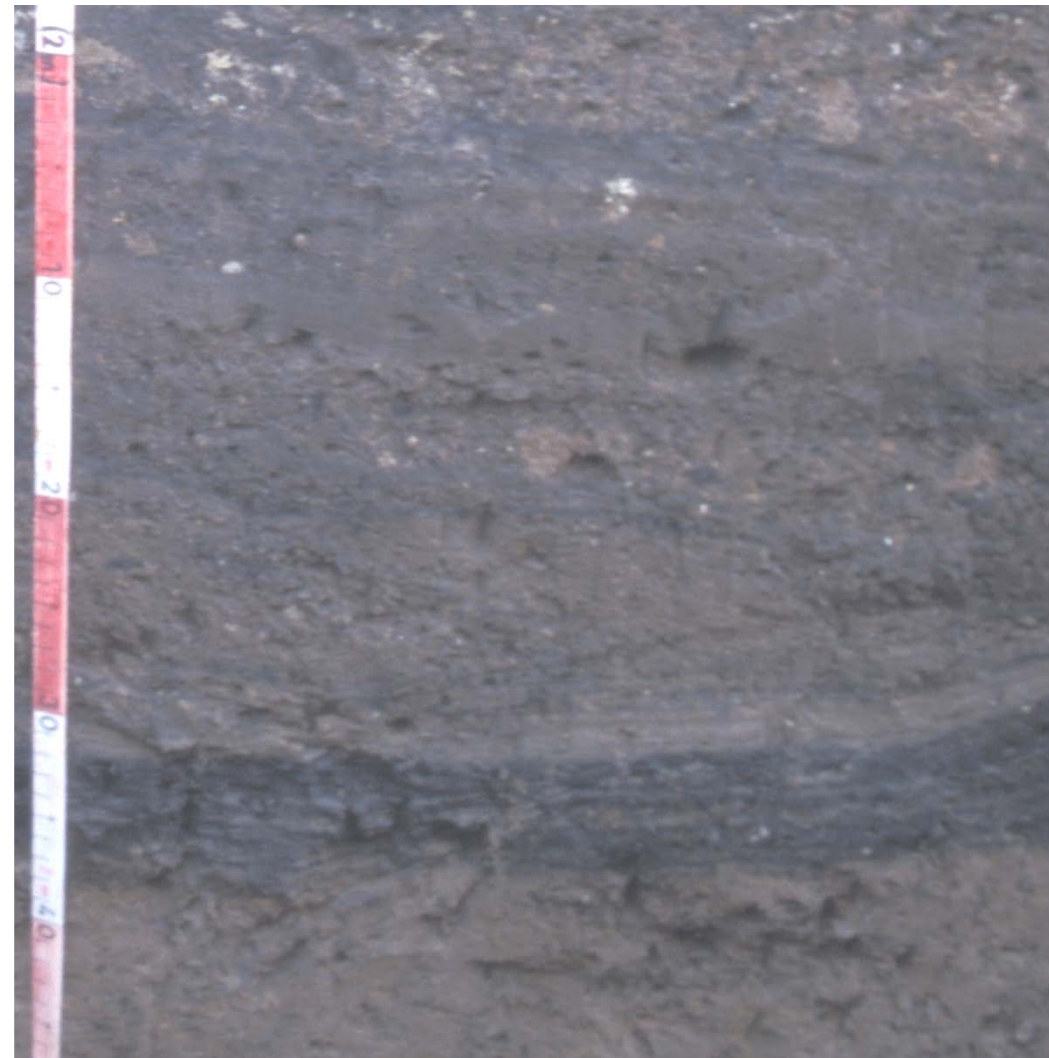
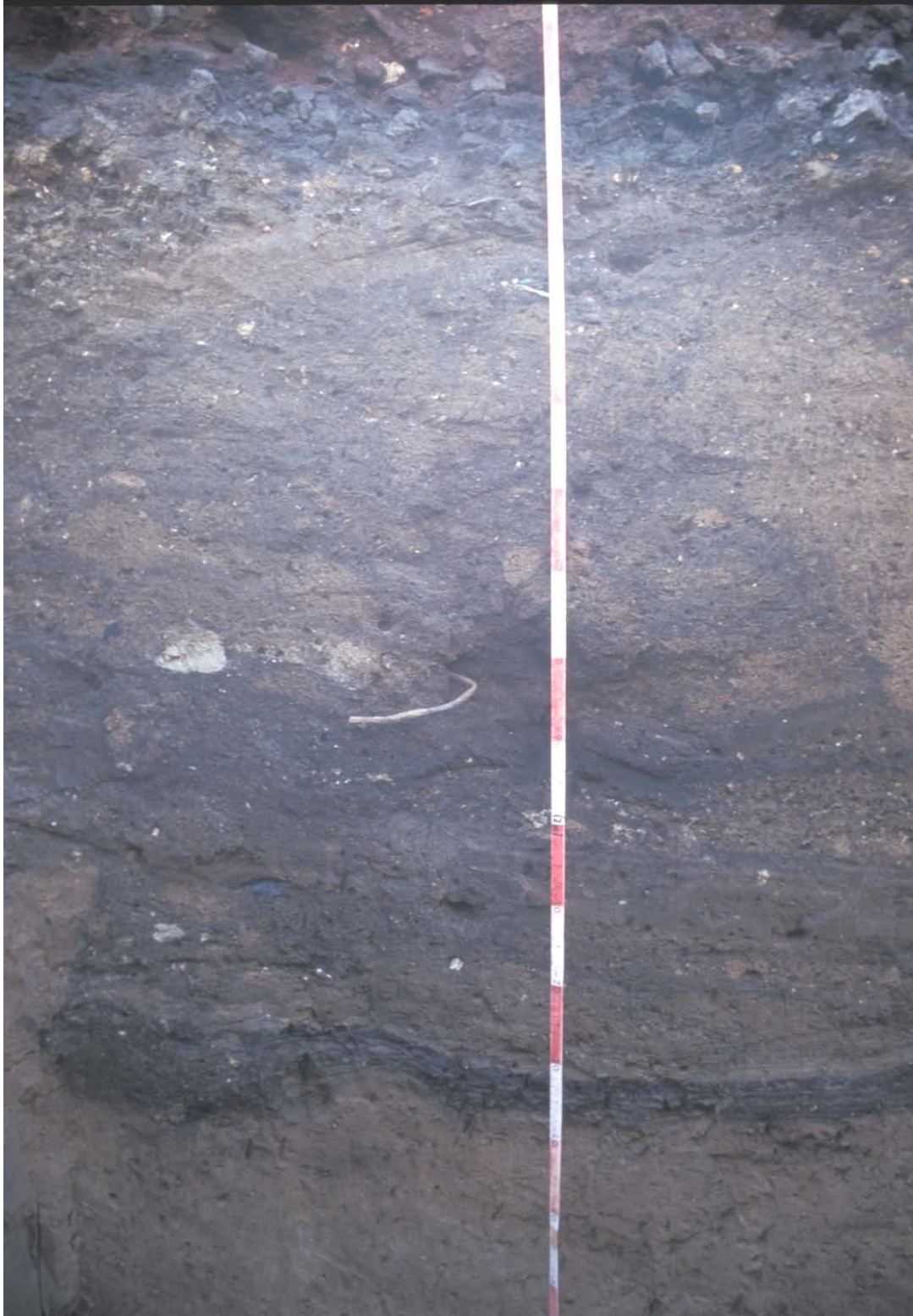
I campioni di terreno devono essere prelevati in modo da ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico

Per ogni sondaggio devono essere prelevati almeno 3 campioni

Campione 1:
0-1 m

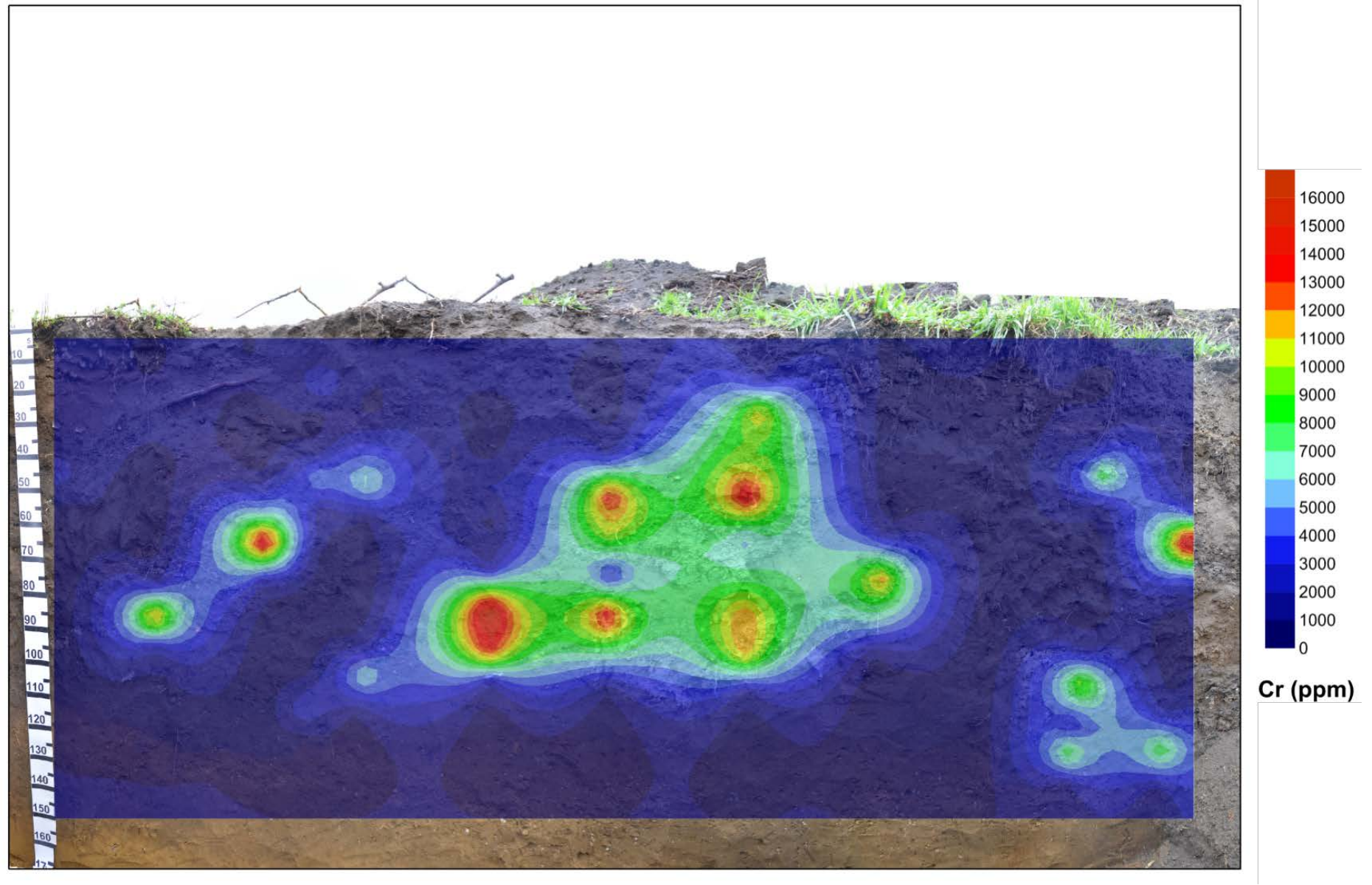


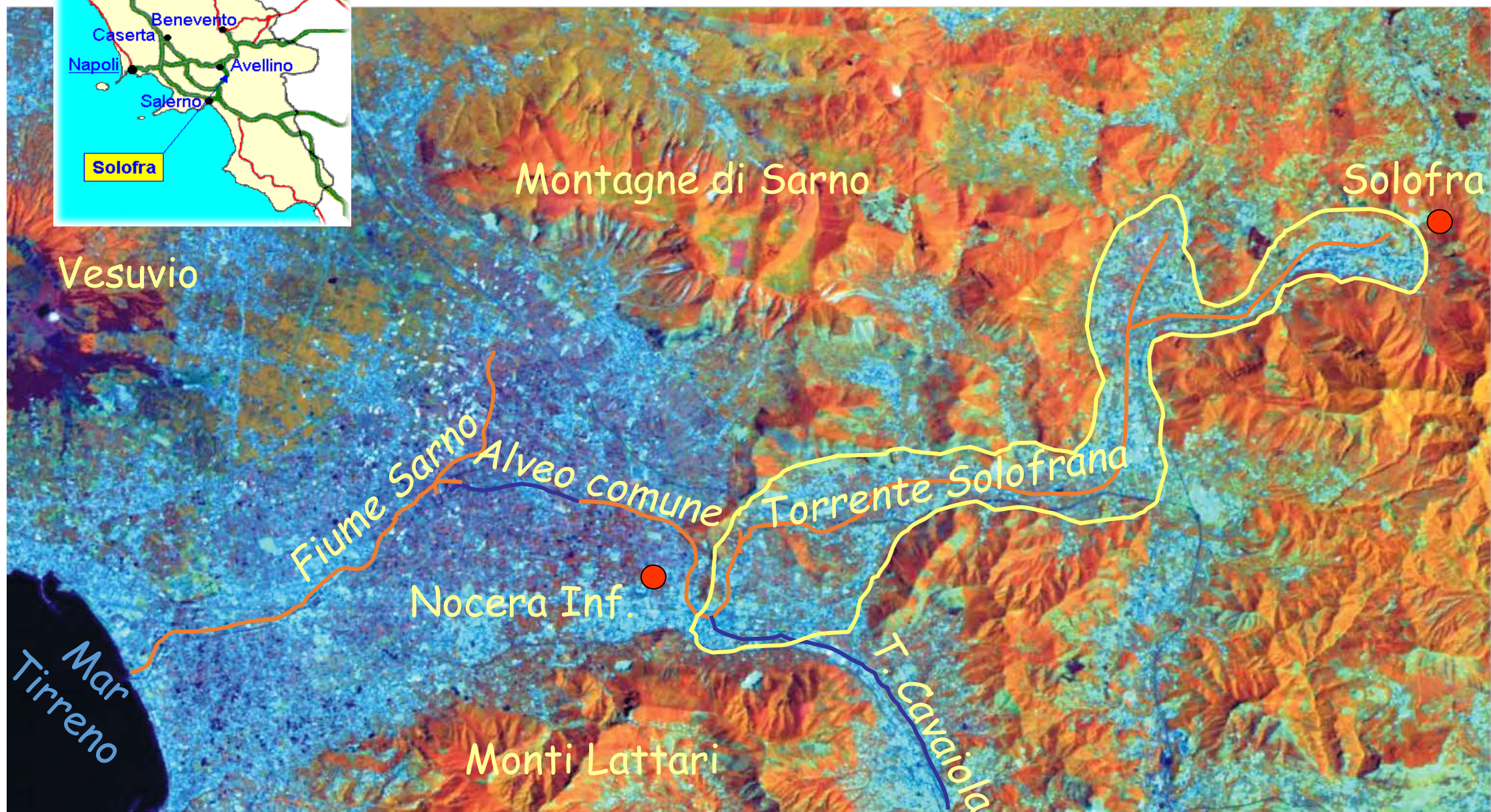
Spesso è complesso conoscere la storia dell'uso del sito ... infatti i processi di messa in posto dei materiali sono molto locali e spesso dimenticati...



CASO STUDIO

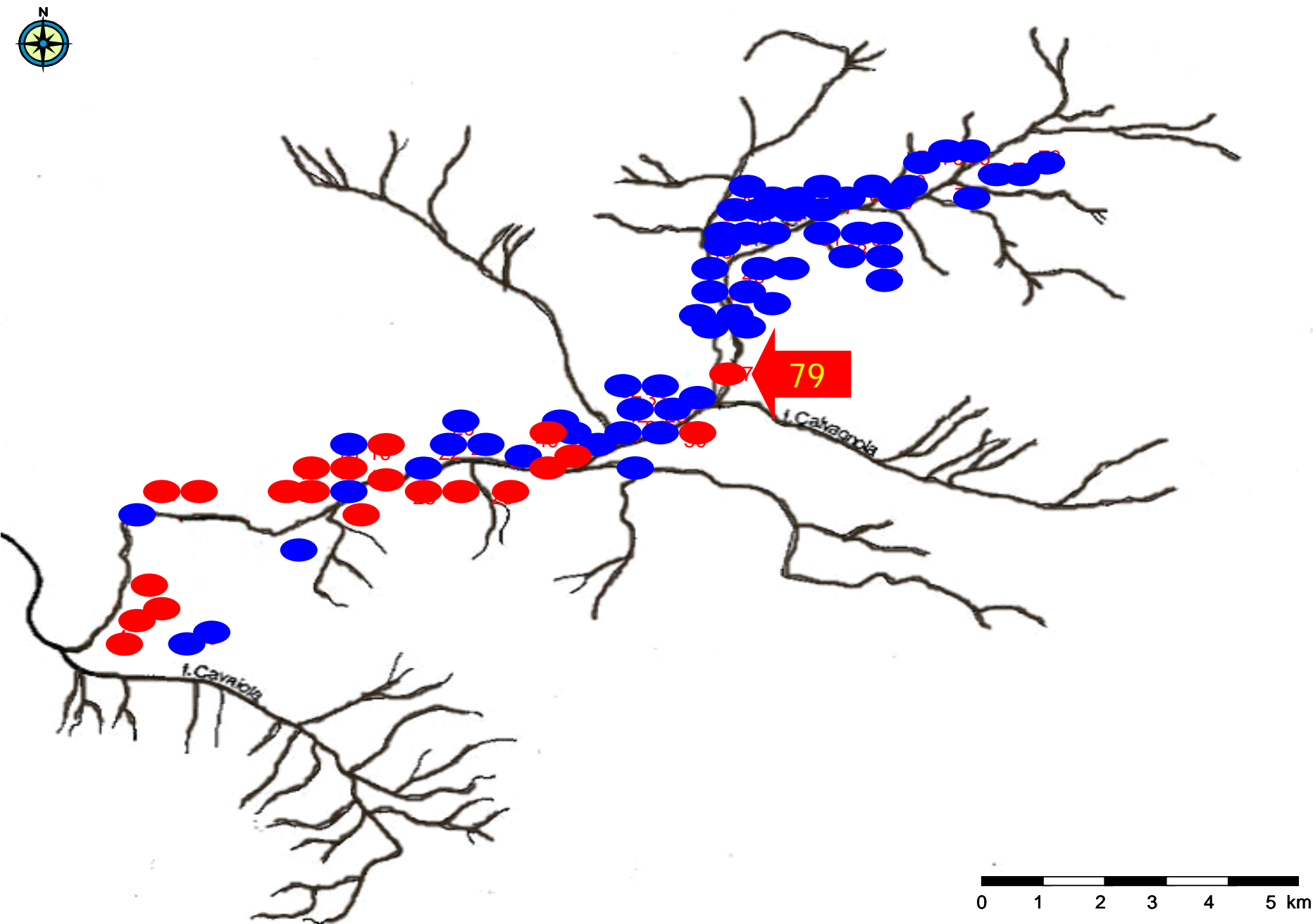
Giugliano (pv Napoli) - 6 ha





E' importante cogliere la scala del processo di messa in posto: la Valle del torrente Solofrana

distribuzione del Cr

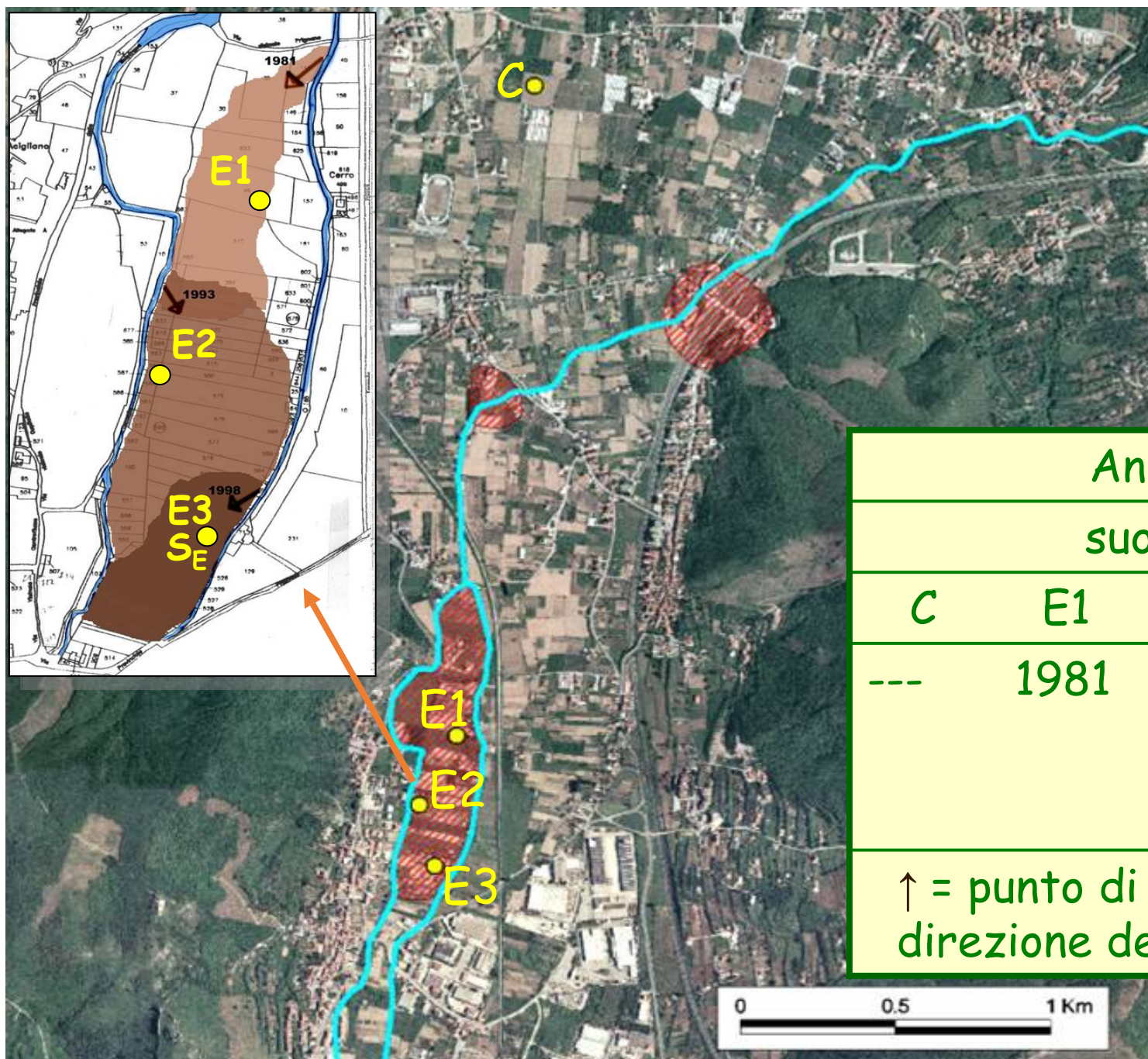


Legenda

●
> 150 mg
kg⁻¹

●
< 150 mg
kg⁻¹

Siti campionati



● Punti di campionamento

~ Torrente Solofrana

▨ Aree inondate

Anno inondazione

suolo

sedimento

C

E1

E2

E3

S_E

1981

1981

1981

2002

1993

1993

1998

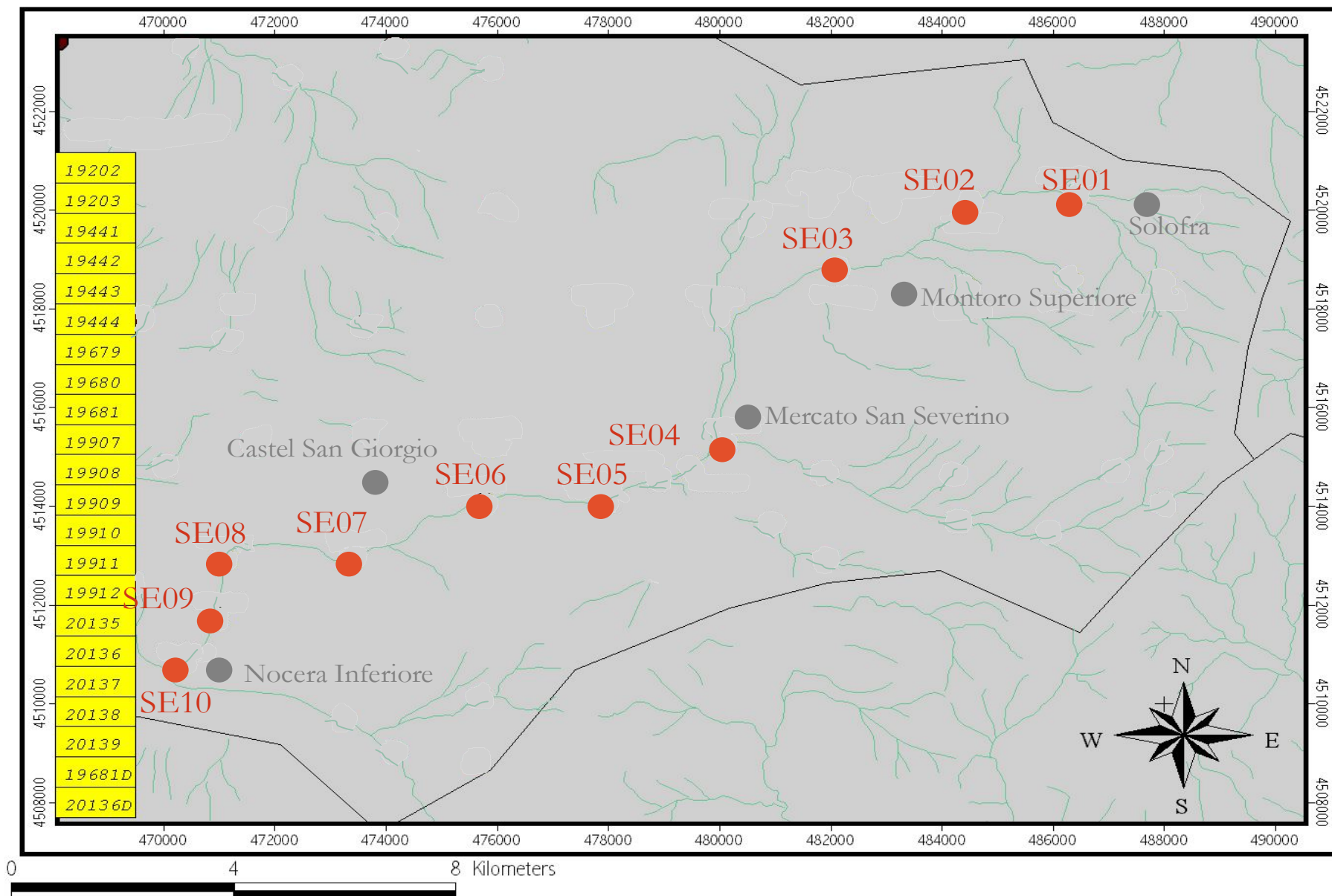
↑ = punto di rottura degli argini e
direzione del flusso idrico

Contenuto totale di metalli nei suoli soggetti a numero crescente di inondazioni e nel sedimento depositato sul suolo

suolo	Cu	Cr	Zn	Ni
	mg kg ⁻¹			
C _E	229	21	142	55
E1	151	188	139	57
E2	132	100	143	64
E3	114	378	157	65
S _E	97	542	145	68

minimo massimo

Localizzazione dei campioni analizzati



Contenuto totale di metalli in traccia nei sedimenti prelevati lungo l'asse fluviale del Solofrana

Sedimento	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn
	mg kg ⁻¹				
S1	74	139	30	62	135
S2	50	22	24	41	89
S3	75	12	15	67	85
S4	62	1118	19	67	117
S5	94	1089	19	166	193
S6	127	285	18	58	104
S7	58	293	17	71	118
S8	97	272	18	129	343
S9	59	317	14	105	145
S10	182	88	17	54	132

minimo massimo

Ma allora...

se la realtà geospaziale della contaminazione dei suoli è così complessa abbiamo bisogno di mezzi idonei per aggredire questa complessità !

...non di banalizzarla !

MA OGGI QUALCOSA STA CAMBIANDO ...

Indagini geofisiche



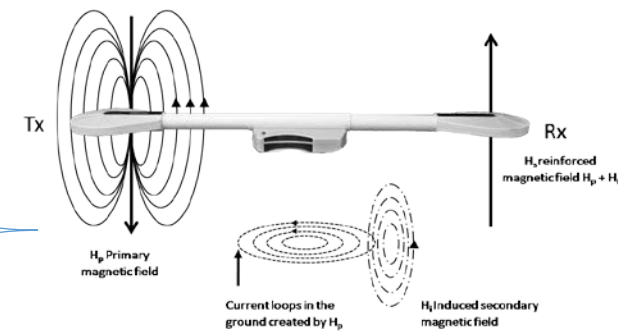
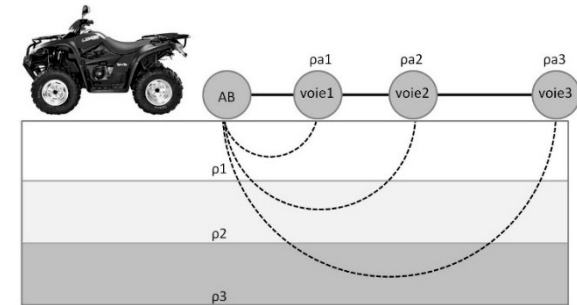
ARP – geoelettrica spaziale

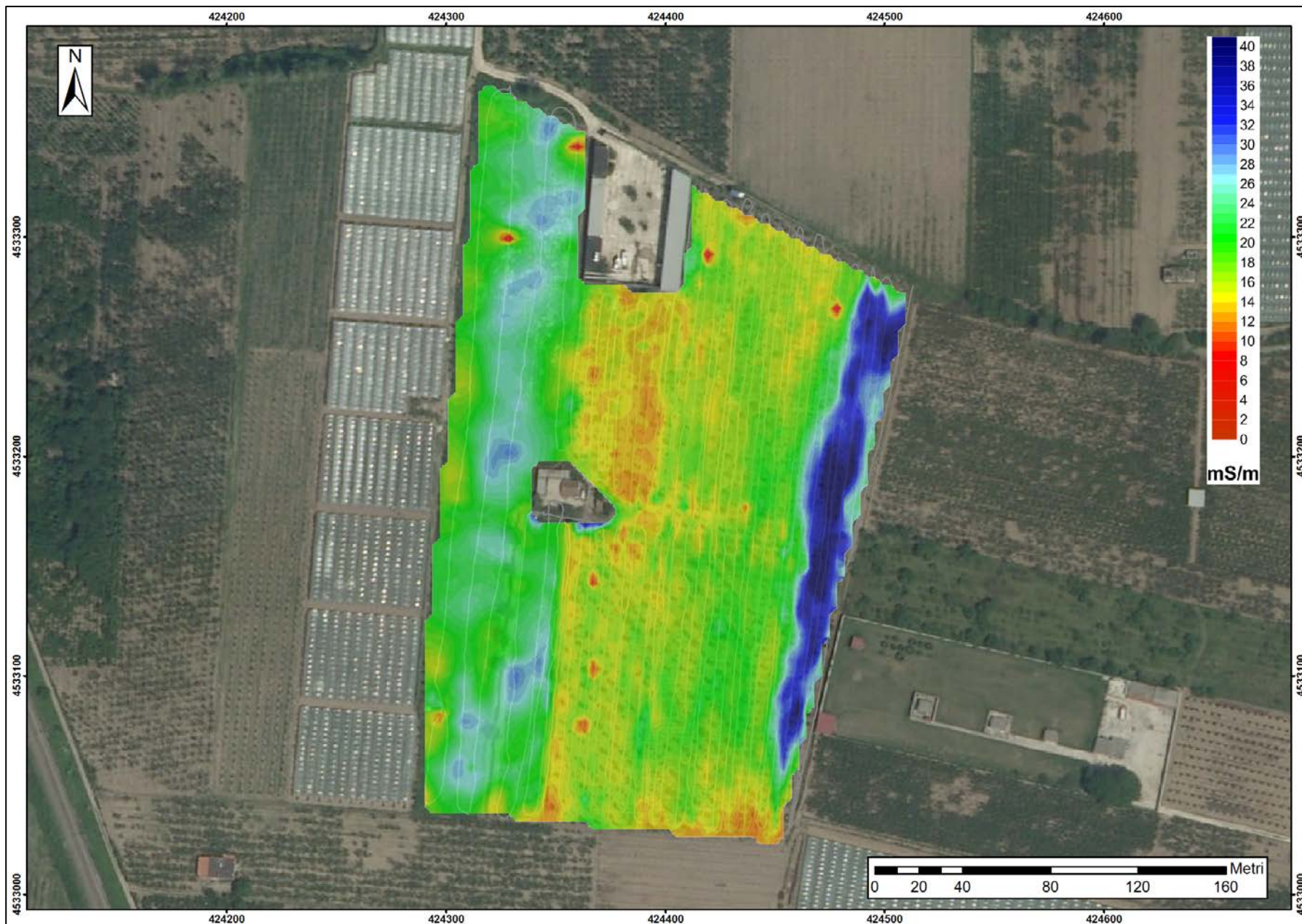


DUAL-EM – Induzione elettromagnetica



Profiler – induzione elettromagnetica





Profiler
Eca
15KHz

Spettrometria gamma portatile

Le indagini radiometriche valutano l'ampiezza dello spettro dei raggi gamma e misurano il valore dei radioelementi naturali quali potassio, uranio, torio o un radioelemento specifico generato dall'uomo.

Nell'ambito delle indagini in corso queste misure consentono di valutare

- (i) la radioattività del suolo
- (ii) l'entità dell'eventuale spargimento al suolo di materiale alloctono.



Spettrometria XRF portatile

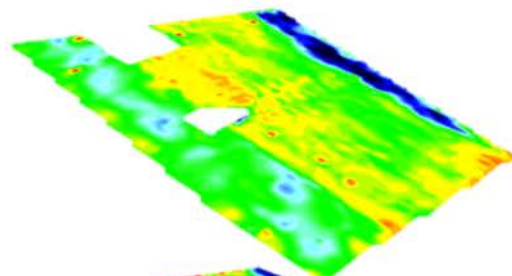
La spettrometria XRF (X-ray fluorescence spectroscopy o X-ray fluorescence) è una tecnica di analisi non distruttiva che permette di conoscere la composizione elementale di un campione attraverso lo studio della radiazione di fluorescenza X.

La **fluorescenza** è la proprietà di alcune sostanze di rimettere (nella maggior parte dei casi a lunghezza d'onda maggiore e quindi a energia minore) le radiazioni elettromagnetiche ricevute

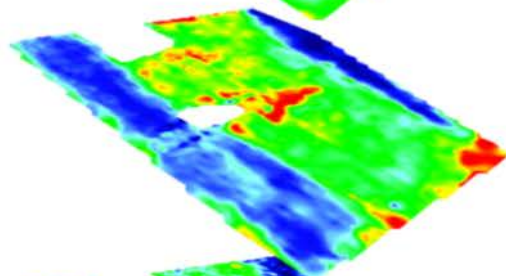
Tale radiazione è emessa dagli atomi del campione in seguito a eccitazione che si ottiene tipicamente irraggiando il campione con raggi X



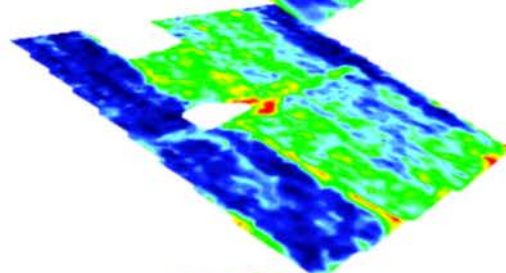
Profiler



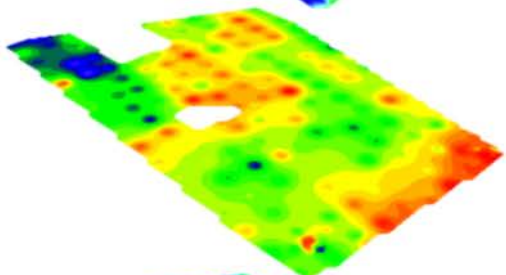
Dualen



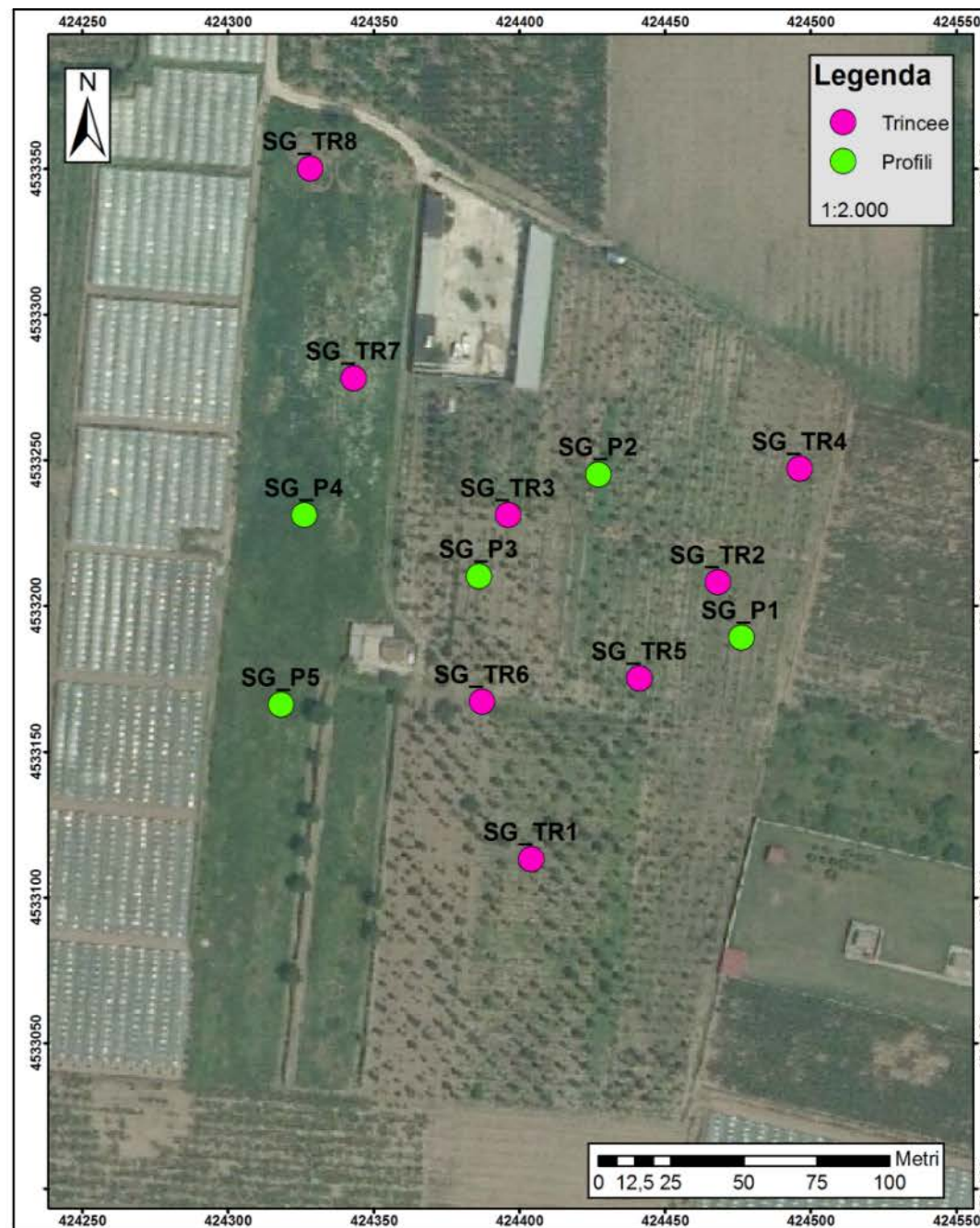
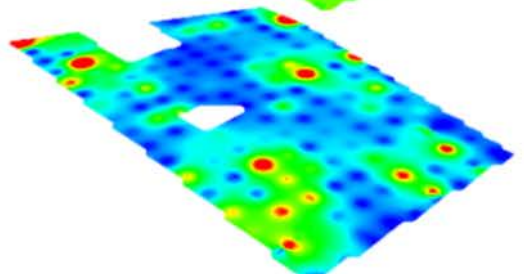
ARP



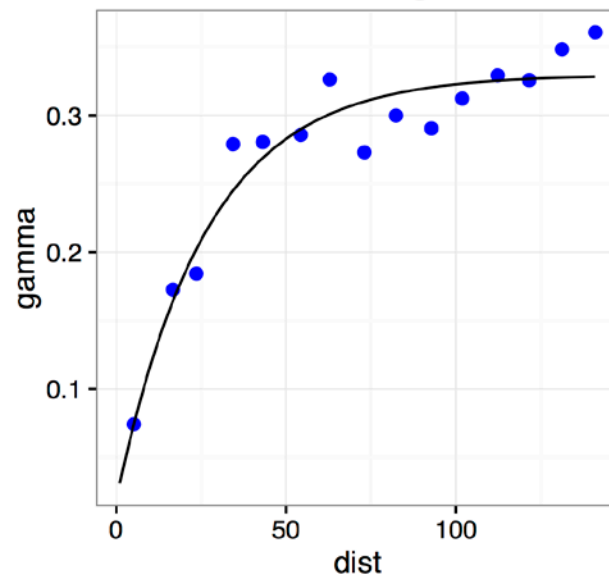
Gamma-Ray



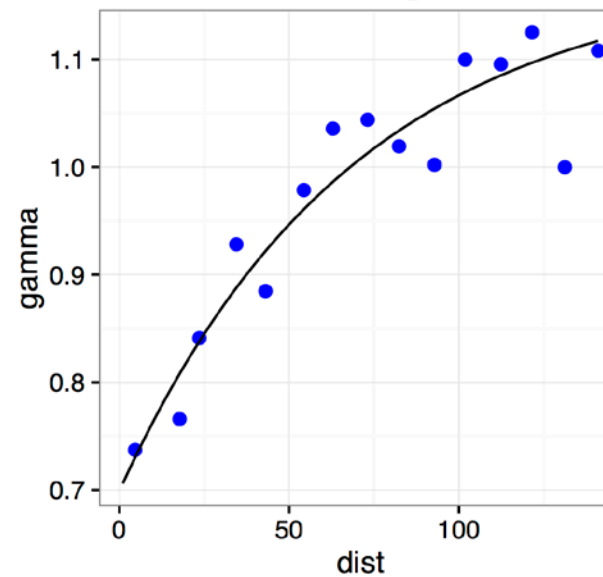
XRF



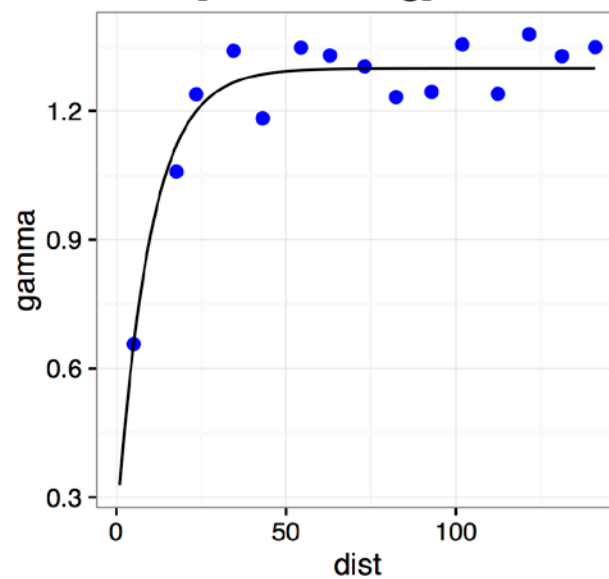
L1 [fit-vario-log] rem: 5



L2 [fit-vario-log] rem: 19



L3 [fit-vario-log] rem: 17



«Analisi di probabilità superamento soglia» infittimento

Elaborazioni di mappe di rischio(=Probability) di superamento di una certa soglia di elementi/composti chimici.

Per produrre queste mappe abbiamo elaborato 200 mappe mediante **simulazione geostatistica condizionale** (per ciascuna profondità e per ciascun elemento/composto chimico).

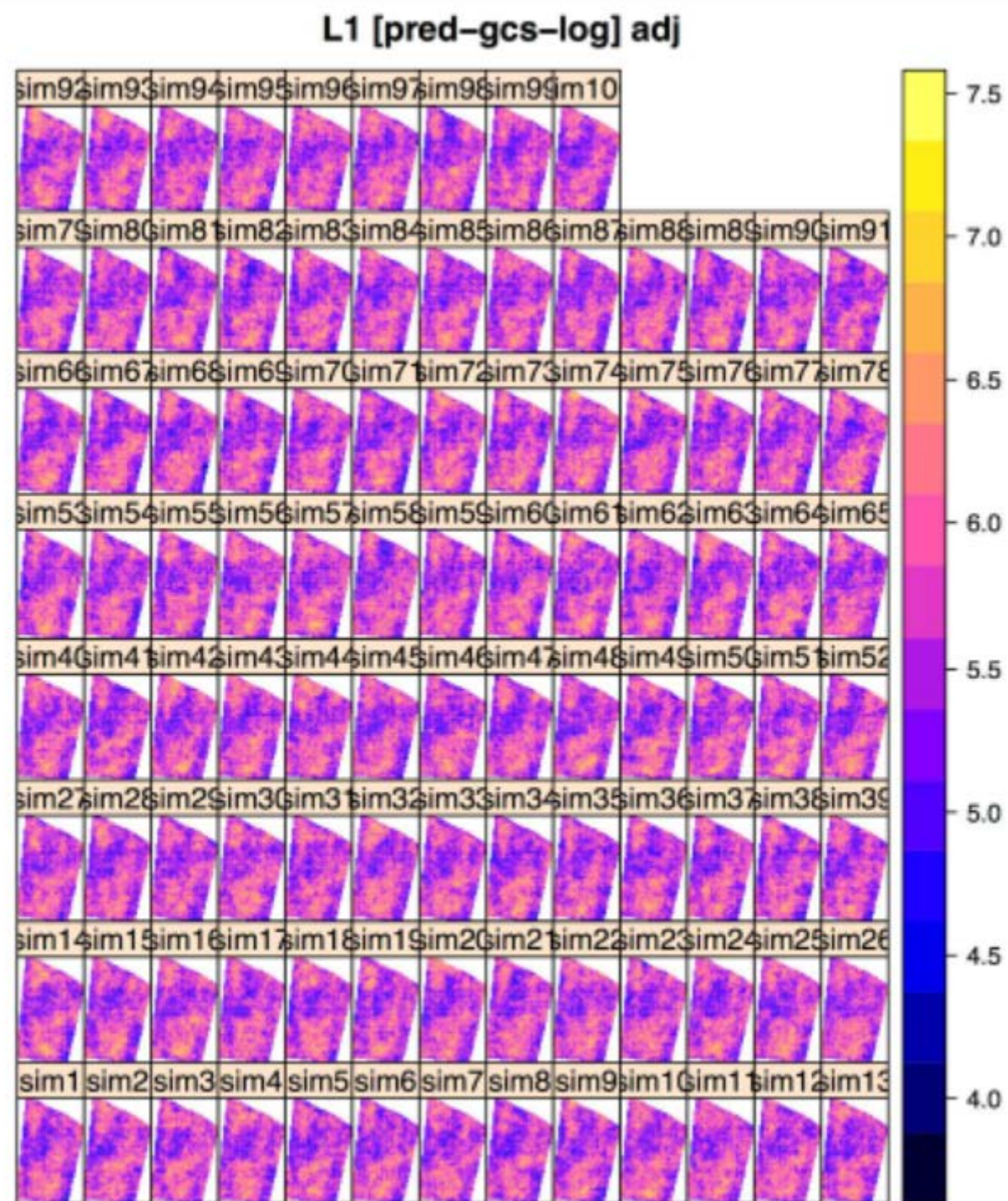
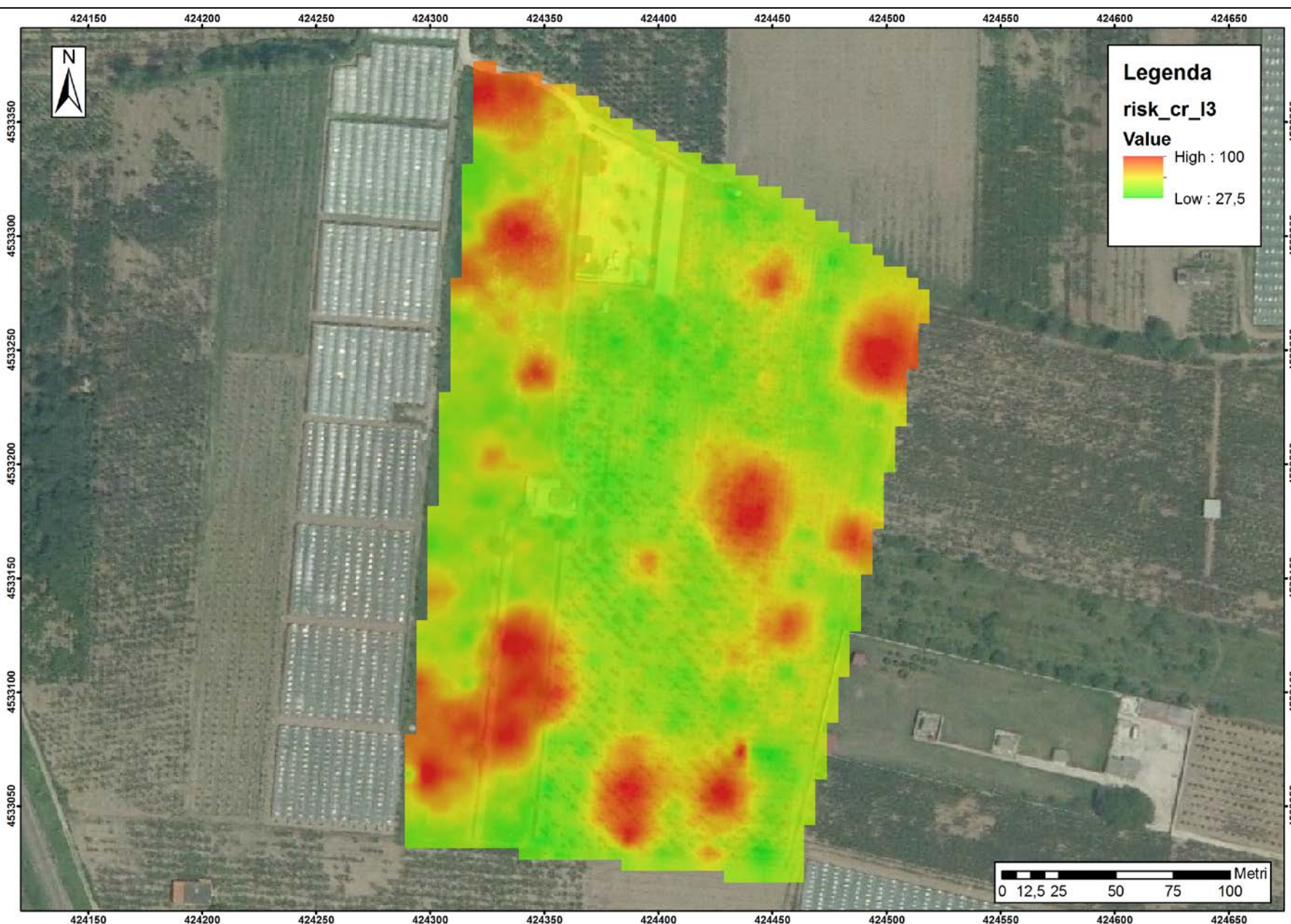


Figura 29- Esempio di simulazione geostatistica condizionale (nella figura sono rappresentate 100 simulazioni)



«Analisi probabilità
superamento soglia»
infittimento

risk>350 ppm

**Grazie a tutte queste indagini è stato poi possibile selezionare le aree
a maggiore omogeneità ed a maggiore eterogeneità e su di esse
applicare il metodo pedologico**

PROFILO 2



TRINCEA 6



TRINCEA 4



PROFILO 4



Conclusioni

La realtà geospaziale dei siti contaminati è spesso molto complessa.

Il Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n° 152 non sembra dotarci degli strumenti idonei per caratterizzare e comprendere questa complessità !

Ma se non comprendiamo la realtà geospaziale di un sito contaminato

... come facciamo a gestirlo ?

...come facciamo a bonificarlo in modo appropriato ?

Forse anche per questo in Italia le bonifiche dei siti contaminati sono un miraggio. I media ci condannano !

Il mondo della ricerca deve fare qualcosa per dotare il Paese di strumenti idonei alle sfide !