

TOPOGRAFIA ANTICA (L-ANT/09)
LM QPA – I ANNO
LEZIONE V



Indagini non invasive sul territorio

Matteo Lombardi PhD
Researcher Università degli
studi di Ferrara

La diagnostica archeologica

- telerilevamento,
- ricognizioni di superficie,
- analisi sedimentologiche,
- analisi geochimiche e paleobotaniche,
- metodi geofisici,
- studi territoriali,
- etc.

Geofisica per l'archeologia

Attivi e passivi

I primi permettono di effettuare la *misura di determinate proprietà fisiche del sottosuolo energizzando il terreno in maniera adeguata*, i secondi consentono la *misura di grandezze fisiche intrinseche del terreno senza energizzazioni artificiali*.

Magnetometro passivo

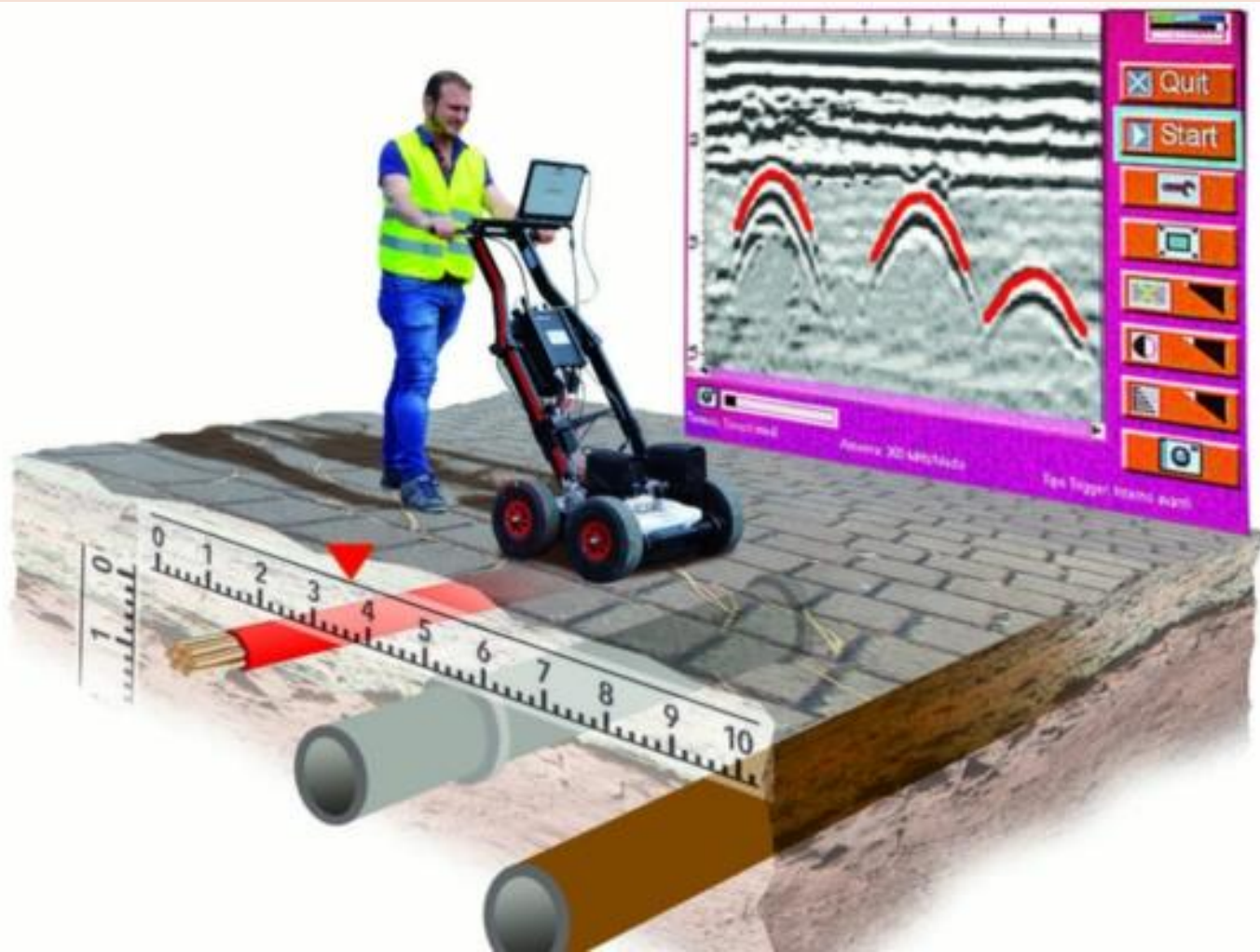
Geoelettrica attivo

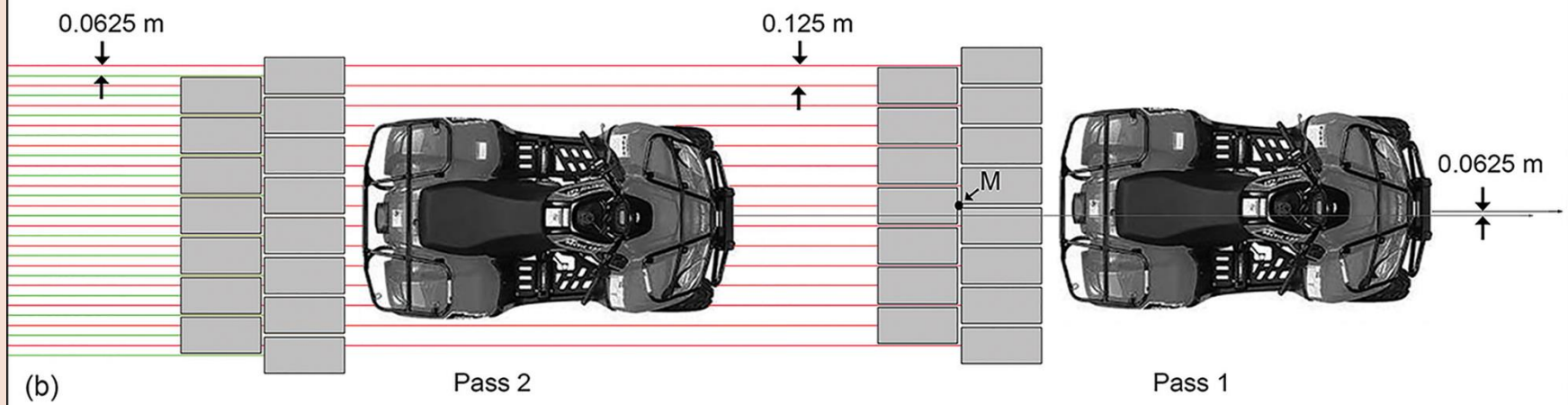
Georadar attivo

elettromagnetismo

In primo luogo è necessario *acquisire una certa conoscenza del contesto da indagare, sia da un punto di vista geomorfologico sia storico, poi raccogliere informazioni sullo stato di fatto del sito, sulla sua estensione, sulla superficie calpestabile, sull'eventuale presenza di forme di vegetazione e sulla entità delle stesse.* Già questo primo approccio può permettere di valutare a priori il metodo di indagine più adeguato per investigare aree umide, caratterizzate da una bassa resistività, dove il radar, ad esempio, ha scarse possibilità di successo.

Il **georadar** è una tecnica che attraverso l'emissione di onde elettromagnetiche *consente di ottenere in tempo reale la "radarstratigrafia" del sottosuolo*. Si basa sulla trasmissione di impulsi elettromagnetici nel terreno e sui fenomeni di riflessione e rifrazione che essi subiscono durante la propagazione quando incontrano elementi di discontinuità geoelettrica e geometrica nel sottosuolo. La grandezza fisica misurata dal georadar è la *permittività dielettrica*, che è la capacità di un materiale di immagazzinare e poi restituire energia elettromagnetica quando a esso è applicato un campo elettromagnetico, e da cui dipende la velocità di propagazione degli impulsi elettromagnetici nei mezzi attraversati. Oltre alla visualizzazione di sezioni verticali è possibile ottenere delle restituzioni planimetriche del terreno sondato mediante l'interpolazione di tutti i profili registrati.





Il **metodo geoelettrico** si basa sulla misura della *resistività elettrica*, ovvero della resistenza che ogni corpo oppone al passaggio di corrente elettrica. Lo strumento *misura le variazioni del campo elettrico indotto artificialmente nel terreno*, solitamente attraverso alcuni elettrodi piantati a profondità minima. Nello specifico, si analizzano le variazioni attraverso il terreno prodotte da corpi presenti nel sottosuolo caratterizzati da una diversa resistività elettrica. Come per il sistema georadar, anche con la geoelettrica è possibile ottenere sia delle sezioni verticali del sepolto, sia delle tomografie (sezioni) orizzontali corrispondenti a determinate profondità di indagine,



La **prospezione magnetica** è un metodo passivo, nel senso che non vengono introdotti disturbi nel terreno, ma si misurano indirettamente i valori delle caratteristiche fisiche esistenti. Si tratta della tecnica di indagine geofisica più utilizzata in archeologia, accanto all'elettrica. Il sistema si basa sulla *misura delle variazioni localizzate del Campo Magnetico Terrestre (CMT) o del suo gradiente*.

Le variazioni, o *anomalie magnetiche*, che vengono rilevate riflettono la differenza esistente tra la suscettività magnetica rimanente (proprietà caratteristica degli elementi) delle diverse formazioni/strutture archeologiche rilevate e la suscettività media del terreno che le contiene. Il contrasto di suscettività può essere più o meno marcato a seconda della concentrazione di magnetite o di minerali ricchi di ferro presenti nelle evidenze antropiche sepolte. In generale, tale contrasto risulta essere più forte quando sono subentrati fenomeni di stress termico sugli elementi stessi, come nel caso dei materiali in cotto (laterizi, ceramica, ecc...) o dei materiali venuti direttamente a contatto del fuoco (focolari, fornaci, ecc...). Il sistema magnetometrico consente dunque la localizzazione di corpi dotati di magnetizzazione, quindi i metalli, ma anche tutti quelli che hanno subito un processo di riscaldamento o surriscaldamento, o che sono stati soggetti a trasformazioni di tipo inorganico o controllate da batteri che possono dare luogo a materiali magneticamente rilevabili. Strumentalmente rilevabili sono in genere le anomalie prodotte da elementi in laterizio, malta, intonaco, meno nette quelle dovute a murature in pietra, resti di costruzioni in materiali leggeri e buche o fossati, dal momento che anche l'assenza di volumetria rispetto al contesto circostante comporta una differenza nelle proprietà magnetiche. L'impiego, nelle costruzioni sepolte, dello stesso materiale che caratterizza la matrice che le contiene può renderne più difficile la discriminazione.



I **metodi elettromagnetici** raggruppano un'ampia gamma di strumentazioni differenti, capaci di *misurare numerosi parametri geofisici, quali la conduttività elettrica, la suscettività magnetica e la permittività dielettrica*. L'abitudine di distinguere i metodi dipende principalmente dalla strumentazione. L'energia elettromagnetica è il simultaneo accoppiamento di un campo elettrico e un campo magnetico. Questi campi sono perpendicolari tra di loro e perpendicolari alla direzione in cui si propagano a partire da una sorgente. Il metodo si basa sulla misura dei campi elettromagnetici prodotti dalle correnti elettriche indotte nel terreno indagato ed è particolarmente adatto a mettere in evidenza formazioni sepolte caratterizzate da un buona conduttività elettrica o suscettività magnetica (metalli, strutture in laterizi, strutture impregnate di acque ad alto contenuto salino, ecc.). Tale sistema permette infatti la misura simultanea di due grandezze fisiche del terreno sondato: la conducibilità elettrica e la suscettività magnetica. Non avendo la necessità di creare contatti fisici con il terreno, permette un'esplorazione veloce e nello stesso tempo dettagliata anche di aree di estensione considerevole. Il dispositivo trasmittente, posto a un'estremità del sistema, crea un campo elettromagnetico, detto "primario", che induce nel terreno (o nel corpo investigato) una corrente elettrica direttamente proporzionale alla conducibilità dello stesso. Tale corrente provoca, a sua volta, un campo magnetico "secondario", proporzionale alla corrente indotta, che viene rilevato dal ricevitore posto all'altra estremità del sistema di misura. Di questo campo secondario vengono valutate le variazioni rispetto al campo primario. Inoltre l'EM ha una profondità di indagine relativamente bassa.

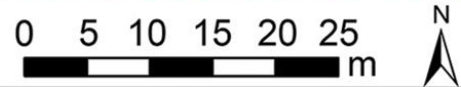
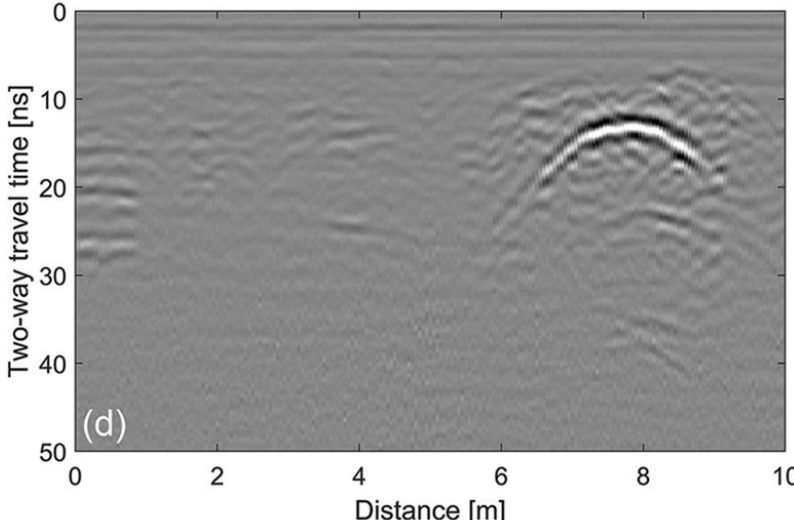
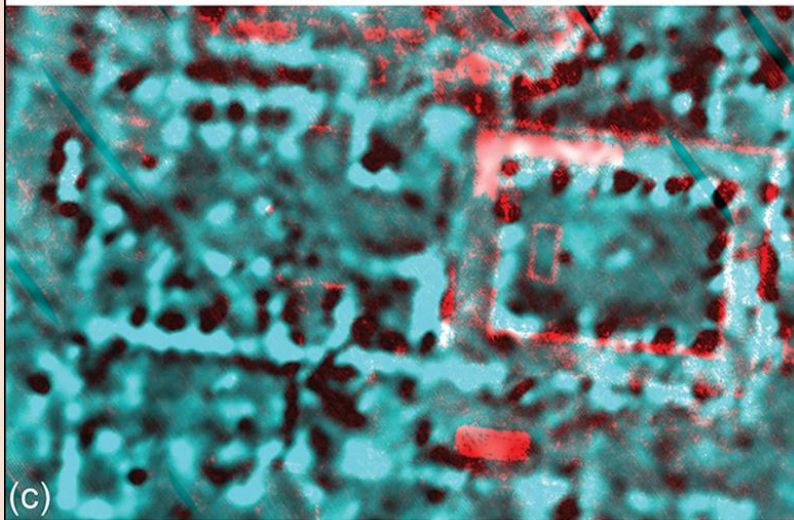
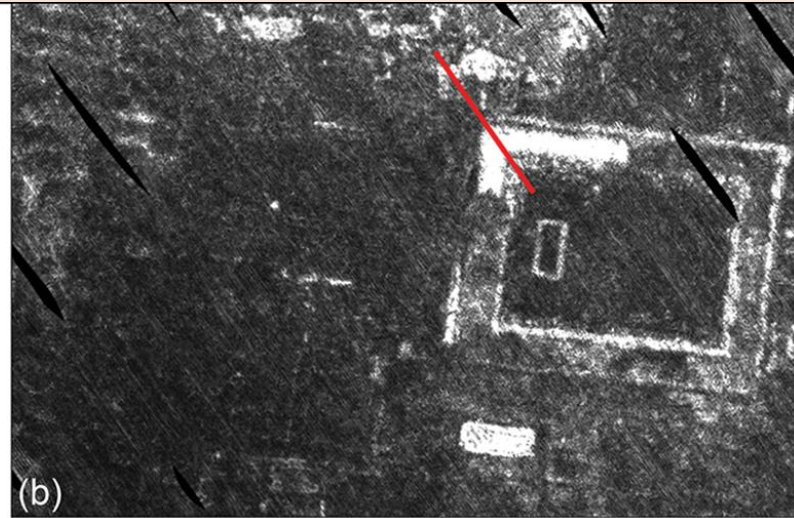
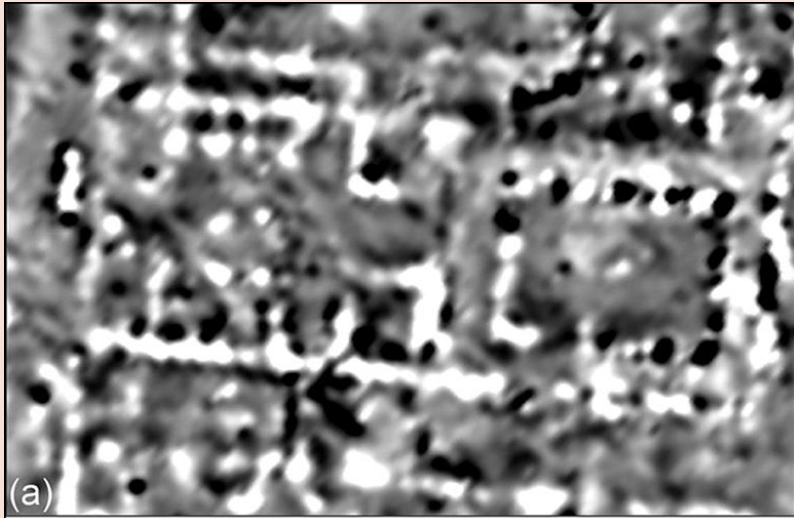
Per tali motivi si tende a non raccomandarlo quando sono utilizzabili gli altri sistemi. Un vantaggio degli EM consiste nella possibilità di essere impiegati in contesti urbani. Sono infatti meno sensibili dei magnetometri e, dal momento che non richiedono un contatto con il suolo, possono rivelarsi in città un'alternativa alla geoelettrica che spesso, per via degli elettrodi, non può essere utilizzata.



**Il caso di *Falerii
Novi***



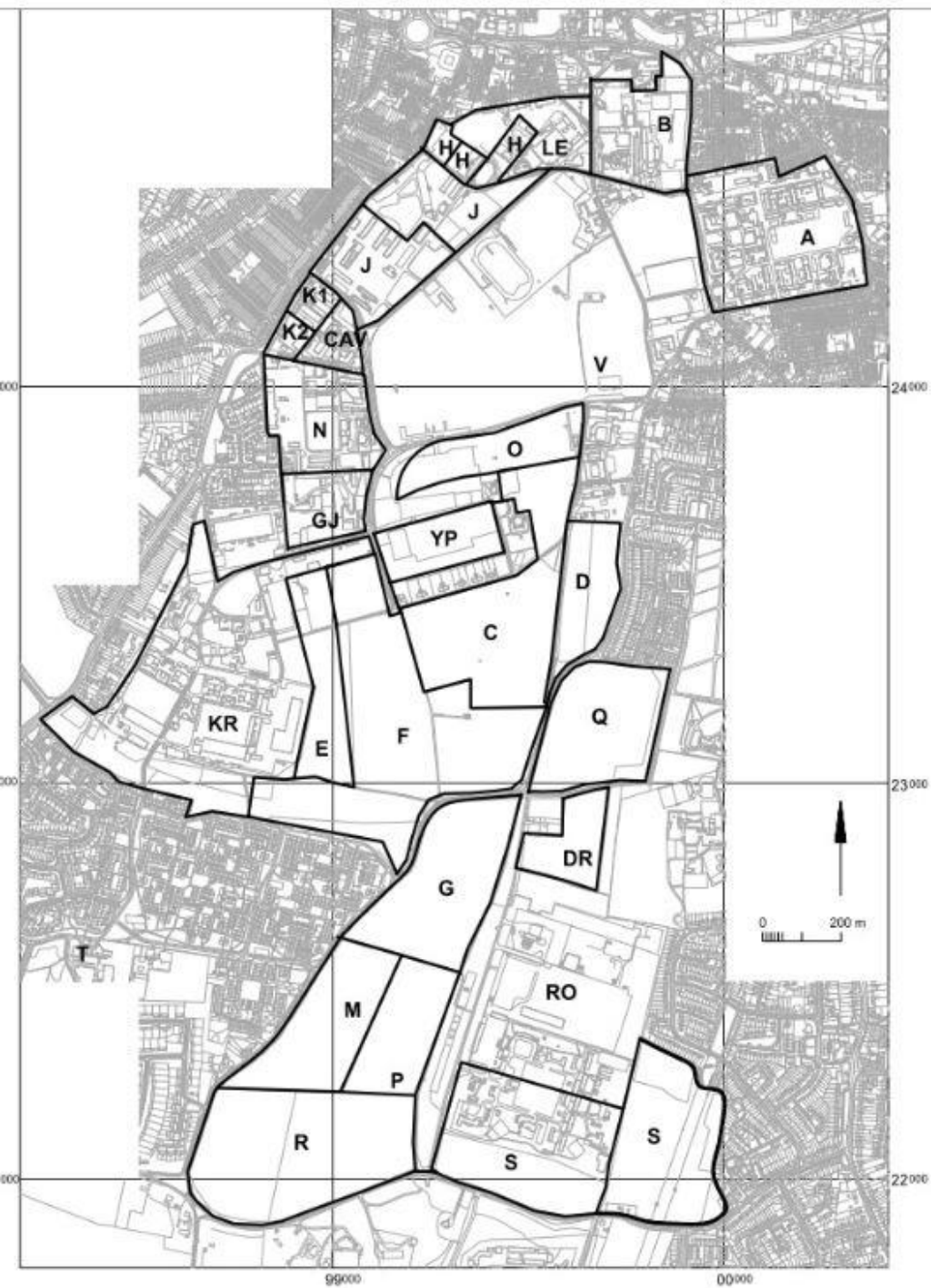




**Ricognizione sul
campo**

Principi di azione

1. Definire una scala territoriale
2. Esaminare la storia dell'area e la sua geomorfologia
3. Scegliere la migliore strategia
4. Definire l'approccio ai materiali archeologici



Ricognizione estensiva

Ricognizione Intensiva



**Metodo di selezione,
raccolta e geolocalizzazione
dei materiali**

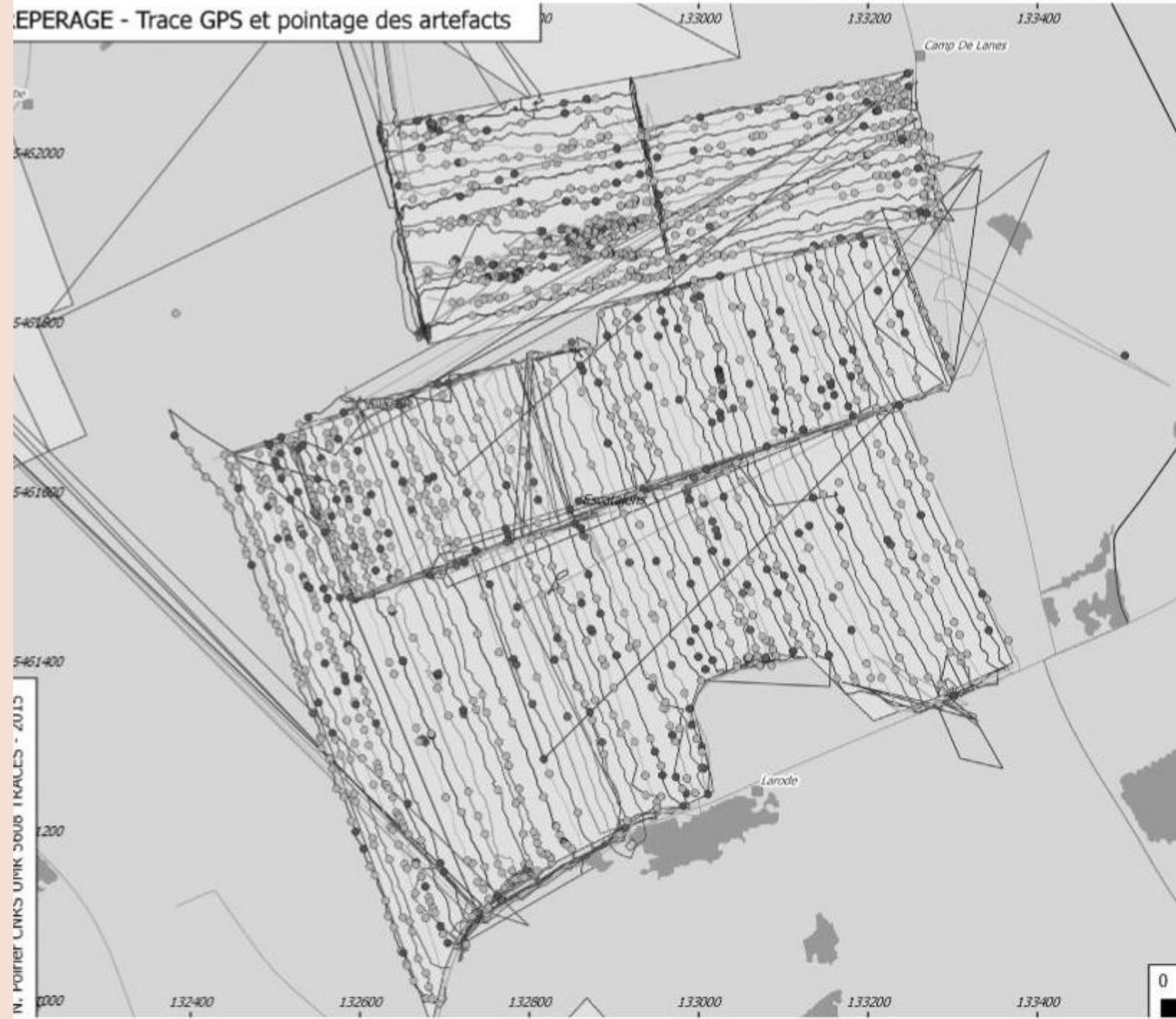
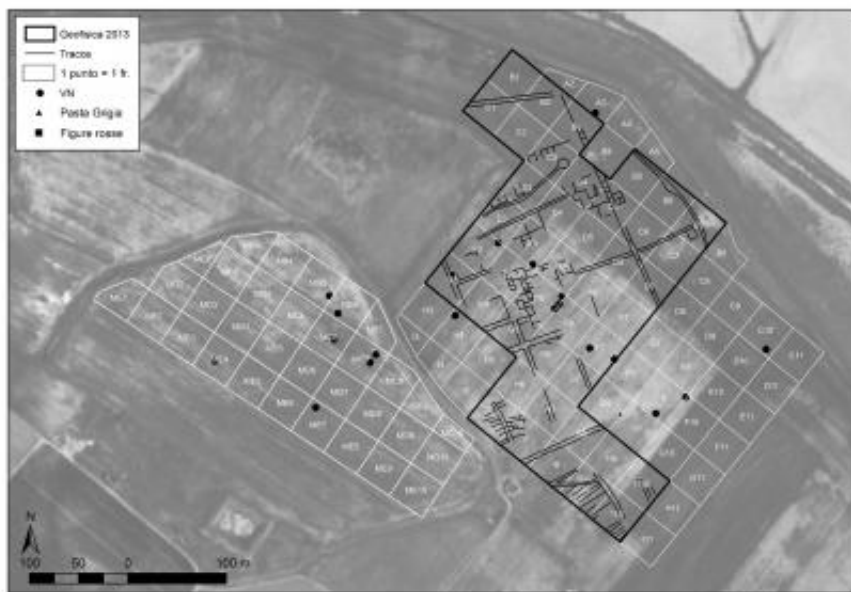


fig. 2. Traces GPS des prospecteurs et cartographie thématique des artefacts sous SIG. © Nicolas Poirier.



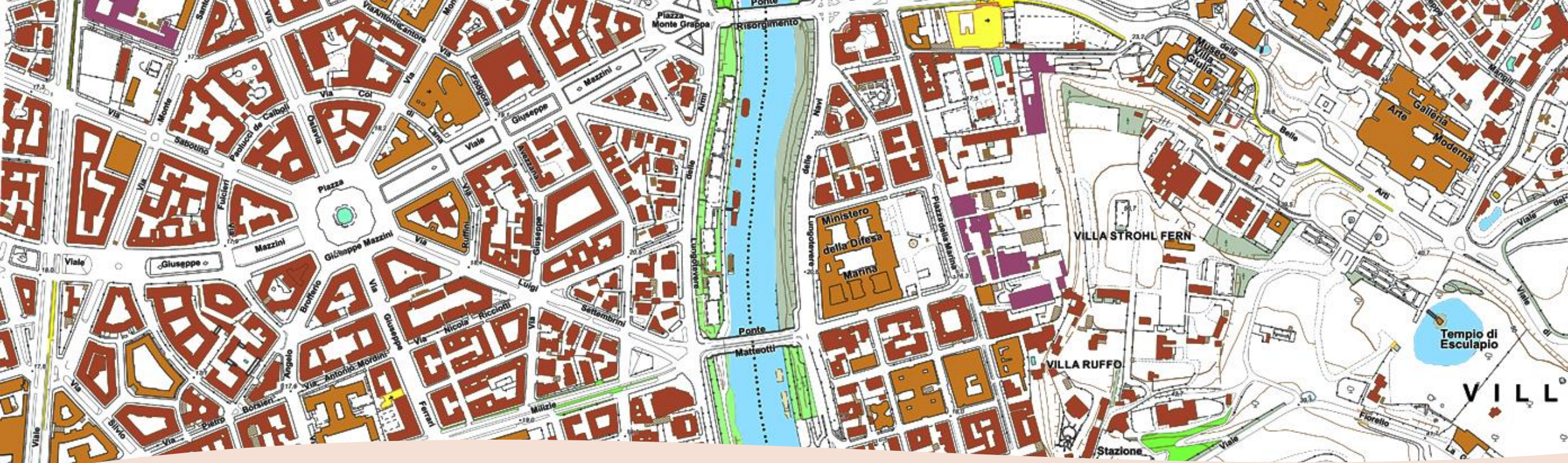
Fig. 3. Comparaison des densités de vestiges hors-sites pour la même zone, selon les densités parcellaires (en haut) et selon les densités intra-parcellaires (en bas). On mesure le gain d'information permis par l'application. © Nicolas Poirier.



SCHEDA UNITÀ DI QUADRETTATURA	
<i>PROGETTO DI RICERCA</i>	
<i>ANNO</i>	
<i>COMUNE</i>	<i>LOCALITÀ</i>
<i>GRIGLIA/QUADRETTATURA</i>	<i>CODICE UNITÀ</i>
<i>DIMENSIONI UNITÀ (in m)</i>	<i>ORIENTAMENTO UNITÀ</i>
<i>DESCRIZIONE</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • indicazione delle classi di reperti rinvenuti, sia organici che inorganici, e dei rispettivi stati di conservazione (frammenti fluitati; lesioni recenti) • informazioni sulla distribuzione spaziale dei reperti (manufatti distribuiti omogeneamente lungo l'intera superficie dell'unità di riferimento; concentrazioni di classi di reperti, di cui va indicata la localizzazione rispetto ai limiti dell'unità di quadrettatura e l'estensione, se riconoscibile) • informazioni sulla presenza di eventuali allineamenti o di chiazze di disadamento di materiali da costruzione riconducibili a strutture (argilla, laterizi ed elementi lapidei lavorati, semilavorati, non lavorati), di cui vanno annotati la localizzazione rispetto ai limiti dell'unità di quadrettatura e, se riconoscibili, l'orientamento e l'estensione; informazioni sulla presenza di tracce di legante (ad. es., presenza di grumi di malta o di terreno biancastro che ne suggerisce la disgregazione) • informazioni sulla eventuale presenza di terreno con tracce di attività antropiche distinguibile dalla matrice del suolo naturale per tonalità, consistenza e composizione, di cui vanno indicate l'estensione e la localizzazione rispetto ai limiti dell'unità di riferimento (ad es. tracce di alterazioni da combustione da porre in connessione con focolari o attività artigianali, in eventuale associazione con laterizi combusti e scarti/scorie) • informazioni sul grado di leggibilità dei reperti (nullo, basso, medio, buono, alto) in relazione allo stato di lavorazione del terreno e alla vegetazione eventualmente presente in superficie 	
<i>LATERIZI</i>	<i>SCARTI</i>
peso (in kg):	tipologia:
tipologia:	n° fram. e peso (in kg):
dimensioni:	
	<i>MAONE (n° fram. e peso in kg)</i>
<i>DOLIA/GRANDI CONTENITORI (n° fram. e peso in kg)</i>	
<i>NOTE</i>	<i>ALTRE UNITÀ</i>
<i>UNITÀ TOPOGRAFICA DI RIFERIMENTO</i>	<i>ANOMALIE AEROFOTOGRAFICHE DI RIFERIMENTO</i>
<i>DATA</i>	<i>RESPONSABILE</i>

Compilazione della scheda

**I dati raccolti, usi e
potenzialità:
La carta archeologica e le
carte di rischio**

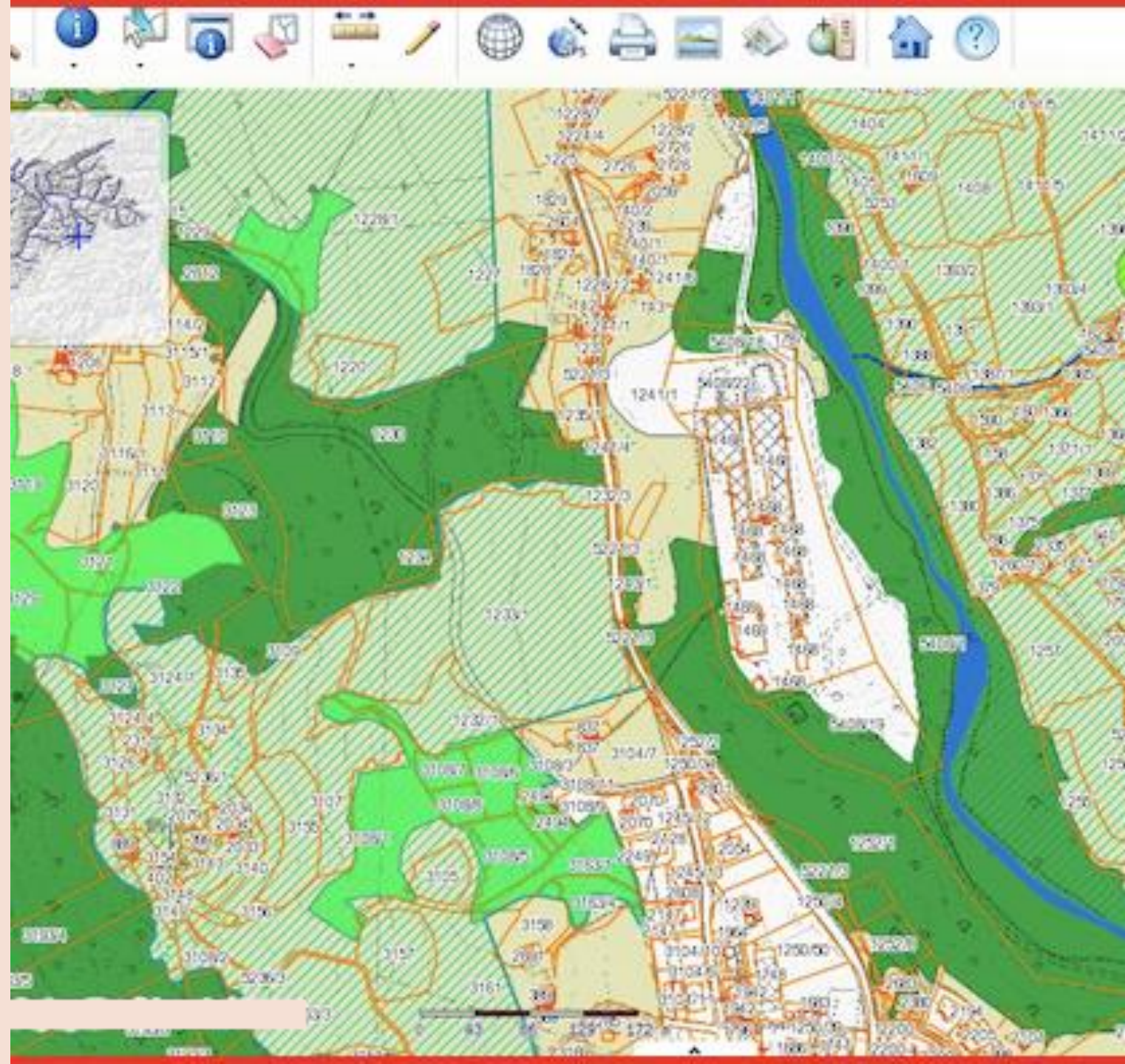


Perché abbiamo bisogno del Sistema Informativo Territoriale (SIT)?

- Strumento di tutela e management
- Base per pianificazione e valorizzazione
- Banca dati visualizzabile e interrogabile
- Visione totale del territorio

Basi cartografiche e «multilegibilità»:

- Catasto
- Carta Tecnica Regionale
- Carta geologica
- Carta dell'uso del suolo
- Cartografia storica
- Riprese aeree storiche
- Modello digitale del terreno





Carta archeologica

- Studio dell'edito,
- del visibile e invisibile,
- Rilievi dei monumenti,
- raccolta di tutte le fonti note

**Carta
Potenzialità
Archeologica**

di



Fig. 8 – Carta della Potenzialità Archeologica del Centro Storico: i colori classificano il centro urbano in base al numero di fasi archeologiche note e alla potenza della stratigrafia antropica (dalle zone verdi che presentano un'unica fase, a quelle rosso scuro che ne presentano sette); le microaree distinte in nero delimitano il centro in base alla potenzialità archeologica, considerando cronologia dei depositi, destinazione funzionale dell'area e caratteristiche dei rinvenimenti.

Link utili e risorse open data

<https://www.patrimonioculturale-er.it/webgis/>

<http://venezia.gis.beniculturali.it/gisclient/maps/jquery/venezia.html?mapset=laguna>

<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-wms/>

<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/>

Gliozzo, Elisabetta. Goffredo, Roberto. Totten, Darian Marie. (2019) Painted and common wares from Salapia (Cerignola, Italy): archaeometric data from fourth to eighth cent. AD samples from the Apulian coast. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11

G. Bigliardi, Sistema Informativo Territoriale Archeologico e Carta della Potenzialità Archeologica del Comune di Parma, "Archeologia e Calcolatori" 20, 2009, pp. 331-350

Poirier, N., Hautefeuille, F., Ladeia, A.L.R., and Hautefeuille, É. (2019). 'Archeotracker: La prospection pédestre géolocalisée à haute résolution spatiale', *nda* .155: 5–11.

Cambi, F. (2003). *Archeologia dei paesaggi antichi: fonti e diagnostica* (Le bussole 79). Roma.

Verdonck, L., Launaro, A., Vermeulen, F., & Millett, M. (2020). Ground-penetrating radar survey at Falerii Novi: A new approach to the study of Roman cities. *Antiquity*, 94(375), 705-723

Giorgi, E. (2009). *In profondità senza scavare: metodologie di indagine non invasiva e diagnostica per l'archeologia*. Bologna.

Di alcune immagini prese da internet non è stato possibile citare la fonte